



Parc éolien des 3 Ormes (18)

Suivi environnemental post-implantation 2020-2021 ciblé sur la faune volante

Suivi de l'activité des chauves-souris en nacelle

Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux



SARL EXEN
RD64, route de Buzeins, 12310 VIMENET
Tel : 05 81 63 05 99
ybeucher@exen.pro

Décembre 2021

Parc éolien des 3 Ormes (18)

Suivi environnemental post-implantation 2020-2021 ciblé sur la faune volante

Suivi de l'activité des chauves-souris en nacelle

Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux

- **Rédaction, relecture** : A. Langlois, T. Mouysset
- **Installation/Maintenance/Désinstallation du Batcorder** : E. Bonichon, P. Petitjean.
- **Visites de terrain de suivi de mortalités** : E. Bonichon, J. Caylet, D. Cornet, R. Delalleau, S. Dervaux, M. Fraikin, C. Metge, J. Mougnot, T. Mouysset, V. Perrot, P. Petitjean, C. Respaud, A. Rhodde C. Siccardi. A. Thuro

Décembre 2021

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	6
1 OBJET	9
2 CONTEXTE	10
3 SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS EN HAUTEUR	13
3.1 METHODOLOGIE DU SUIVI AUTOMATISE EN CONTINU (PASSIF)	13
3.1.1 Généralités et organisation	13
3.1.2 Suivi passif depuis la nacelle de l'éolienne E1	13
3.1.3 Référentiel de niveau d'activité	15
3.1.4 Utilisation de l'espace par les chauves-souris et typologie des modes de vol.....	16
3.2 LIMITES DE LA METHODOLOGIE	18
3.2.1 Suivi passif (Batcorder depuis la nacelle)	18
3.2.2 Difficultés d'identification acoustique de certaines espèces.....	18
3.2.3 Une détection divergente selon les espèces	19
3.2.4 Autres limites de détection acoustique.....	20
3.3 RESULTATS DU SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES	22
3.3.1 Cortège d'espèces.....	22
3.3.2 Evolution saisonnière	24
3.3.3 Chronologie de l'activité au niveau de la nacelle E1	26
3.3.4 Influence des conditions climatiques	30
3.3.4.1 Influence de la vitesse du vent	30
3.3.4.2 Influence de la direction du vent.....	31
3.5.2.3 Influence de la température.....	32
3.5.4 Rythme d'activité nocturne	33

3.5.5 Chronologie de l'activité mensuelle par espèce ou groupe d'espèces.....	34
4 SUIVI DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX	35
4.1 OBJECTIFS DES SUIVIS DE LA MORTALITE 2020-2021	35
4.2 METHODOLOGIE	35
4.2.1 Choix d'une méthode standardisée.....	35
4.2.2 Choix des périodes de suivis et fréquence des visites.....	35
4.2.3 Choix des éoliennes suivies	37
4.2.4 Organisation des parcours de prospection.....	37
4.2.5 Recueil des données et destination des cadavres.....	39
4.2.6 Détermination des coefficients correcteurs	39
4.2.6.1 Organisation générale.....	39
4.2.6.2 Test de l'efficacité du chercheur (ou « test de détection »).....	40
4.2.6.3 Tests de disparition (ou « test de persistance »).....	41
4.2.6.4 Coefficient de correcteur surfacique	41
4.2.6.5 Calculs du taux de mortalité.....	41
4.3 BILAN DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS EN 2020-2021.....	43
4.3.1 Bilan des mortalités par éolienne	43
4.3.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris	43
4.3.3 Typologie des mortalités brutes de chiroptères.....	45
4.3.3.1 Proportion des mortalités estimées par espèce	45
4.3.3.2 Relation espèce / éolienne et type de vol / éolienne	46
4.3.3.3 Chronologie des mortalités, phénologies et premières interprétations générales des types d'impacts	47
4.3.3.4 Interprétation du contexte phénologique et comportemental des mortalités par espèce (phénologie, genre, sexe, comportement de vol...)	48
➤ Pipistrelle commune (2 cas de mortalité)	48
➤ Pipistrelle de Kuhl (1 cas de mortalité).....	48

➤ Pipistrelle sp (1 cas de mortalité).....	48	➤ Roitelet à triple bandeau (3 cadavres).....	64
➤ Noctule de Leisler (1 cas de mortalité).....	48	➤ Pigeon ramier (2 cadavres et 2 plumées).....	64
4.3.3.5 Dispersion des cadavres sous les éoliennes.....	49	➤ Gobemouche noir (1 plumée).....	64
4.3.4 Taux de mortalité des chauves-souris.....	50	➤ Goéland brun (1 plumée).....	65
4.3.4.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2020-2021.....	50	➤ Tourterelle turque (1 plumée).....	65
4.3.4.2 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules).....	51	➤ Faisan de Colchide (1 cadavre).....	65
➤ Taux de détection.....	51	➤ Perdrix grise (1 plumée).....	65
➤ Taux de persistance.....	51	➤ Perdrix rouge (1 cadavre).....	66
➤ Coefficient de correction surfacique.....	52	4.4.3.5 Dispersion des cadavres sous les éoliennes.....	66
4.3.4.3 Calcul de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyennes »).....	53	4.4.4 Taux de mortalité des oiseaux.....	67
4.3.4.4 Calcul de mortalité avec la seconde méthode (méthode « pondérée »).....	54	4.4.4.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2020-2021.....	67
4.3.4.5 Calcul de mortalité avec l'application Shiny « EolApp ».....	55	4.4.4.2 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules).....	68
4.3.4.6 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des chauves-souris pour la campagne 2020-2021.....	56	➤ Taux de détection.....	68
4.4 BILAN DE LA MORTALITE DES OISEAUX EN 2020-2021.....	57	➤ Taux de persistance.....	68
4.4.1 Bilan des mortalités par éolienne.....	57	➤ Coefficient de correction surfacique.....	69
4.4.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités d'oiseaux.....	57	4.4.4.3 Méthodes de calcul employées.....	69
4.4.3 Typologie des mortalités brutes d'oiseaux.....	59	4.4.4.4 Calcul de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyennes »).....	69
4.4.3.1 Proportion des mortalités estimées par espèce.....	59	4.4.4.5 Calcul de mortalité avec la seconde méthode (méthode « pondérée »).....	71
4.4.3.2 Relation espèce / éolienne.....	60	4.4.4.6 Calcul de la mortalité avec l'application Shiny « EolApp ».....	71
4.4.3.3 Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et premières interprétations générales des types d'impacts.....	61	4.4.4.7 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des oiseaux en 2020-2021.....	72
4.4.3.4 Interprétation du contexte phénologique et comportemental des mortalités par espèce (phénologie, genre, sexe, comportement de vol.....)	63	5 EVALUATION DES IMPACTS DU PARC EOLIEN DES 3 ORMES.....	73
➤ Bruant proyer (2 cadavres et 1 plumée).....	63	5.1 IMPACTS DU PARC EOLIEN SUR LES CHIROPTERES.....	73
➤ Etourneau sansonnet (1 cadavre et 2 plumées).....	63	5.1.1 Analyse quantitative des mortalités interannuelles de chiroptères et comparaisons avec les résultats d'autres parcs éoliens.....	73
➤ Faucon crécerelle (1 aile et 1 cadavre).....	63	5.1.2 Analyse qualitative des impacts sur les chiroptères.....	75
		5.2 IMPACTS DU PARC EOLIEN SUR L'AVIFAUNE.....	77

5.2.1	<i>Analyses quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens</i>	77
5.2.2	<i>Analyse qualitative des impacts sur l'avifaune</i>	77
6	BILAN DE L'EFFICACITE DES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES EN 2021	80
6.1	BILAN DE L'EFFICACITE DE LA MESURE DE REGULATION NOCTURNE	80
6.1.1	<i>Confrontations entre mortalités et activité des chiroptères (en continu)</i>	80
6.1.2	<i>Données brutes et estimations du taux de mortalité</i>	80
6.1.3	<i>Analyse des paramètres de régulation</i>	83
6.2	MESURE CIBLEE SUR LE FAUCON CRECERELLE	86
7	PROPOSITIONS DE MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS	87
7.1	MESURES CONCERNANT LES CHIROPTERES	87
7.1.1	<i>Limiter la fréquentation des chauves-souris autour des éoliennes</i>	87
7.1.2	<i>Mesure de régulation de l'activité des éoliennes</i>	87
7.2	MESURE CONCERNANT LES OISEAUX	88
7.2.1	<i>Limiter la fréquentation des oiseaux autour des éoliennes</i>	88
7.2.2	<i>Connaître et estimer l'activité de l'avifaune autour du parc éolien</i>	88
7.2.3	<i>Réduire l'attractivité du site en matière de reproduction pour le Bruant proyer</i>	88
7.2.4	<i>Bloquer l'accès aux caissons de ventilation aux passereaux</i>	90
7.2.5	<i>Suivi de la mortalité au sol</i>	90
8	BIBLIOGRAPHIE	91
9	ANNEXES	93
9.1	ANNEXE 1 : PROFILS ET EXPERIENCE DES AUTEURS (EQUIPE EXEN)	93
9.2	ANNEXE 2 : FICHE DE RELEVÉ DE TERRAIN	100
9.3	ANNEXE 3 : DONNEES BRUTES DE MORTALITES DECOUVERTES EN 2020-2021	102

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Carte de localisation du parc éolien sur fond de photographie aérienne	11	Figure 17 : Echelle de représentation du niveau d'activité par nuit en nacelle d'éolienne (basée sur l'expérience EXEN)	26
Figure 2 : Cliché de l'éolienne E6	12	Figure 18 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par espèce relevée en nacelle d'éolienne E1 en 2020.....	28
Figure 3 : Cliché de l'éolienne E3	12	Figure 19 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par espèce relevée en nacelle d'éolienne E1 en 2021.....	29
Figure 4 : Cliché de l'éolienne E4	12	Figure 20 : Corrélation inverse entre la vitesse du vent et l'activité cumulée des chauves-souris au niveau de l'éolienne E1 (sur la base des données relevées en 2020-2021 en nacelle d'éolienne).....	30
Figure 5 : Zone de couverture acoustique des Batcorders sous les nacelles d'éoliennes.....	14	Figure 21 : Graphique présentant l'activité totale relevée et l'occurrence du vent enregistrée en fonction des directions du vent, en nacelle d'éolienne E1	31
Figure 6 : Distances de détection (min et max) pour des signaux de pipistrelles et noctules (20 et 40 kHz de fréquences)	14	Figure 22 : Décomposition de l'activité cumulée des chauves-souris en hauteur au niveau de l'éolienne E1 en fonction de la température relevée sur cette même éolienne et en parallèle des enregistrements d'activité	32
Figure 7 : Synthèse de la plage de fonctionnement du module en continu en éolienne E1, et nombre d'enregistrements.....	15	Figure 23 : Rythme d'activité nocturne (en seconde d'activité cumulée) par groupe d'espèces mesuré au niveau de l'éolienne E1 (en 2020-2021).....	33
Figure 8 : Référentiel EXEN de niveau d'activité pour une nuit mesurée par un Batcorder au sol (en secondes d'activité cumulée/ nuit).....	15	Figure 24 : Décomposition de l'activité moyenne (en seconde d'activité par nuit) des chauves-souris au niveau du module Batcorder autonome en nacelle d'éolienne E1, en fonction de l'écart avec le lever ou le coucher du soleil.....	33
Figure 9 : Grille de hiérarchisation EXEN du niveau d'activité relevé par les Batcorders utilisés en hauteur (en seconde d'activité par nuit).....	15	Figure 25 : Activité journalière moyenne (en secondes d'activité) relevée selon les espèces contactées par le module Batcorder autonome en nacelle d'éolienne E1, selon le mois de l'année (graphique du haut) et la quinzaine (graphique du bas) corrigé en fonction de nombre de jours d'enregistrement.....	34
Figure 10 : Schéma des différents types de vols des chauves-souris.....	17	Figure 26 : Calendrier du suivi de la mortalité organisé pour la campagne de suivis de 2020-2021.....	36
Figure 11 : Exemple de recouvrements dans les signaux de plusieurs espèces (En haut : le groupe des Fréquences Modulées Aplanie > 30KHz, en bas : le groupe des « Sérotules »).....	19	Figure 27 : Schéma représentatif du transect de prospection théorique	37
Figure 12 : Liste des espèces de chiroptères par ordre d'émission décroissante, avec distances de détection et coefficient de détectabilité selon qu'elles évoluent en milieu ouvert ou en sous-bois (Barataud, 2015)	19	Figure 28 : Carte de l'orientation des carrés et de la surface prospectée lors du suivi mortalité sous les éoliennes du Parc des 3 Ormes en 2020-2021.....	38
Figure 13 : Analyse comparative des capacités de détection des principaux enregistreurs à ultrasons, selon la distance, l'angle d'émission et les différentes plages de fréquences ultrasonores (Adams & al. 2012).....	20	Figure 29 : Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves-souris pour des cadavres retrouvés sous des éoliennes.....	39
Figure 14 : Tableau recensant l'ensemble des espèces contactées au cours du suivi en continu.....	22	Figure 30 : Clichés des peluches utilisées pour la réalisation des tests de détection	40
Figure 15 : Proportion d'activité par groupe d'espèces relevées au niveau du point d'enregistrement en continu sur l'éolienne E1 (en haut détail par espèce, en bas par groupe de vol).....	23	Figure 31 : Clichés témoignant de la difficulté de perception des peluches test dispersées	40
Figure 16 : Tableau de continuité de présence de chaque espèce sur site au cours du suivi en continu en 2020-2021 basée sur les données du module Batcorder autonome en hauteur sur E1 (en seconde d'activité par période)	25	Figure 32 : Détail du nombre de tests à effectuer et de poussins à utiliser pour les tests de disparition en fonction de la taille du parc éolien.....	41

Figure 33 : Bilan des mortalités de chauves-souris constatées en 2020-2021 et répartition par éolienne	43	Figure 51 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2020-2021 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)	55
Figure 34 : Chronologie des mortalités de chauves-souris (mortalités constatées et estimées) par éolienne en 2020-2021	44	Figure 52 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »	55
Figure 35 : Chronologie des mortalités de chauves-souris estimées par mois en 2020-2021	45	Figure 53 : Sortie de l'application Shiny EolApp (IC : Intervalle de confiance)	55
Figure 36 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sous les éoliennes lors de la campagne 2020-2021	45	Figure 54 : Bilan des mortalités des oiseaux constatées en 2020-2021 et répartition par éolienne	57
Figure 37 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (effectifs constatés) en 2020-2021	46	Figure 55 : Chronologie des mortalités des oiseaux (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éolienne pour la campagne de 2020-2021	58
Figure 38 : Histogramme de la répartition des espèces de chiroptères impactées par éolienne au cours de la campagne 2020-2021	46	Figure 56 : Chronologie des mortalités d'oiseaux estimées par mois au cours de la campagne de suivi 2020-2021	59
Figure 39 Histogramme de la répartition des types de vol des espèces impactées par éolienne au cours de la campagne 2020-2021	46	Figure 57 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes	59
Figure 40 Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (d'après les dates de mortalités estimées) pour la campagne de 2020-2021	47	Figure 58 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2020-2021	60
Figure 41 : Clichés de la Pipistrelle commune retrouvée sous l'éolienne E6 le 25 août 2020 (à gauche) et de la Pipistrelle commune retrouvée sous l'éolienne E5 le 11 mai 2021 (à droite)	48	Figure 59 Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2020-2021	60
Figure 42 : Cliché de la Noctule de Leisler retrouvée le 16 octobre 2020	48	Figure 60 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) pour la campagne de suivi de 2020-2021	62
Figure 43 Graphique de répartition des cadavres de 2020-2021 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne	49	Figure 61 : Cliché du cadavre du Bruant proyer retrouvé sous l'éolienne E2 le 28 juillet 2020	63
Figure 44 : Tableau récapitulatif des proportions (%) de chaque niveau de difficulté de prospection et de la mortalité constatée pour chaque visite (en fin de tableau : moyenne des proportions de chaque niveau de difficulté de prospection et nombre total de cadavres de chauves-souris découverts sous les éoliennes)	50	Figure 62 Cliché de la plumée d'Etourneau sansonnet retrouvée le 1 juillet 2021	63
Figure 45 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d	51	Figure 63 : Cliché du cadavre de Faucon crécerelle retrouvé sous l'éolienne E6 le 18 septembre 2020	64
Figure 46 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance (en bleu : estimation du nombre de cadavres restants)	51	Figure 64 : Cliché du cadavre de Roitelet à triple bandeau retrouvé sous l'éolienne E2 le 22 septembre 2020	64
Figure 47 : Schéma de calcul du « nombre de cadavre encore présent après l jours »	52	Figure 65 : Cliché du cadavre de Pigeon ramier retrouvé sous l'éolienne E6 le 23 juillet 2020	64
Figure 48 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul	53	Figure 66 : Cliché de la plumée de Goéland brun probable retrouvé sous l'éolienne E4 le 11 août 2020	65
Figure 49 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2020-2021 (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)	54	Figure 67 : Cliché du cadavre de Faisan de Colchide retrouvé sous l'éolienne E6 le 3 juin 2021	65
Figure 50 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul	54	Figure 68 : Cliché de la plumée de Perdrix grise retrouvée sous E1 le 28 juillet 2020	66
		Figure 69 : Graphique de répartition des cas de mortalité de 2020-2021 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne	66
		Figure 70 : Tableau récapitulatif des proportions (%) de chaque niveau de prospection et de la mortalité constatée pour chaque visite (en fin de tableau : moyenne des proportions de chaque niveau de difficulté de prospection et nombre total de cas de mortalité d'oiseaux découverts sous les éoliennes)	67

Figure 71 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d.....	68	Figure 90 : Photographies prises le 3 juin 2021 sous l'éolienne E7 présentant les oiseaux morts pris au piège	90
Figure 72 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance (en bleu : estimation du nombre de cadavres restant).....	68	Figure 91 : Photographies prises le 3 juin 2021 sous l'éolienne E7 présentant les entrées supposées empruntées par les oiseaux (cercles rouges).....	90
Figure 73 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul.....	69	Figure 92 : Planning prévisionnel pour le suivi de la mortalité ciblé sur le Bruant proyer et le Faucon crécerelle.....	90
Figure 74 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2020-2021 (avec méthode des moyennes)	70		
Figure 75 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul.....	71		
Figure 76 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2020-2021 des oiseaux par la seconde méthode de calcul (avec méthode pondérée)	71		
Figure 77 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »	71		
Figure 78 : Sortie de l'application Shiny EolApp (IC : Intervalle de confiance)	72		
Figure 79 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour différents suivis des parcs éoliens référencés en France (mise à jour du tableau de l'ALEPE).....	74		
Figure 80 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour des parcs éoliens en Europe (Source ALEPE).74			
Figure 81 : Niveau d'intensité des risques de mortalité des espèces de chiroptères sur le site	75		
Figure 82 : Grille de calcul des niveaux de risques d'impacts éoliens pour les chauves-souris (inspiré du protocole SER/SFEPM 2010).....	76		
Figure 83 : Évaluation des impacts potentiels du parc éolien des 3 Ormes sur les chauves-souris	76		
Figure 84 : Chronologies comparées de l'activité relevée en nacelle d'éolienne E1 et des mortalités constatées (date de découverte) en 2020	81		
Figure 85 : Chronologies comparées de l'activité relevée en nacelle d'éolienne E1 et des mortalités constatées (date de découverte) en 2021	82		
Figure 86 : Estimation de l'activité cumulée théoriquement à risque et protégée	84		
Figure 87 : Chronologie de l'activité estimée à risque selon le pattern de régulation de l'arrêté préfectoral (sur la base des données de 2020-2021)	85		
Figure 88 : Photo prise le 2 novembre 2020 présentant le tas de grains déposé à proximité de l'éolienne E3.....	88		
Figure 89 : Cartographie du site présentant les différentes haies présentes dans un rayon de 300 mètres autour des éoliennes	89		

1 OBJET

En 2018, la société Eoliennes des 3 Ormes a mandaté le bureau d'étude EXEN pour définir un protocole de suivi de l'activité des chiroptères et de la mortalité de la faune volante (oiseaux et chiroptères), sur le parc éolien des 3 Ormes. Ce dernier est situé sur les communes de Lazenay, de Cerbois et de Limeux dans le département du Cher (18).

Concernant les chiroptères, 10 cas de mortalités de chauves-souris ont été découverts lors de ce suivi post-implantation dont 3 noctules communes et 1 Noctule de Leisler (espèces patrimoniales). Du point de vue quantitatif, l'impact du parc éolien des 3 Ormes peut être qualifié de faible à modéré par rapport à d'autres parcs suivis en France ou en Europe. Le taux de mortalité pour ce taxon était estimé à 1 mortalité/éolienne/an. D'un point de vue qualitatif, il apparaît que l'espèce au niveau d'impact théorique le plus important est la Noctule commune (niveau modéré). Celle-ci est suivie de la Noctule de Leisler, de la Pipistrelle de Nathusius et de la Pipistrelle commune (niveau faible à modéré), et enfin par la Pipistrelle de Kuhl (niveau faible).

Concernant l'avifaune, 11 cas de mortalités d'oiseaux ont été découverts lors de ce suivi post-implantation dont 4 faucons crécerelles, 1 Martinet noir et 1 Bruant proyer (espèces patrimoniales). Du point de vue quantitatif, l'impact du parc éolien des 3 Ormes peut être qualifié de faible à modéré par rapport à d'autres parcs suivis en France ou en Europe. Le taux de mortalité pour ce taxon était estimé à 9 à 11 mortalités/éolienne/an. D'un point de vue qualitatif, il apparaît que l'espèce au niveau d'impact théorique le plus important est le Faucon crécerelle (niveau modéré). Ce dernier est suivi du Martinet noir (niveau faible à modéré), puis du Bruant proyer et de la Perdrix rouge (niveau faible), puis enfin du Pic épeiche et du Canard colvert (niveau très faible).

Plusieurs mesures de réduction des impacts ont été préconisées à l'issue de ce suivi de la mortalité, à savoir :

- Limiter la fréquentation des chauves-souris autour des éoliennes,
- Veiller à l'absence d'éclairage du parc,
- Réguler l'activité des éoliennes (bridage),
- Créer un habitat favorable au Faucon crécerelle à l'écart du parc éolien,
- Suivre l'activité chiroptérologique en continu en nacelle et suivre la mortalité de la faune volante au pied des éoliennes, pour vérifier l'efficacité des mesures citées ci-dessus.

La société Eoliennes des 3 Ormes a ainsi missionné la société EXEN, spécialisée dans l'étude de la faune sauvage et de ses rapports avec le développement éolien, afin de tester l'efficacité de ces mesures en réalisant un suivi de la mortalité des oiseaux et des chiroptères et un suivi d'activité des chiroptères sur deux années successives entre juillet 2020 et juillet 2021.

La synthèse des résultats de ces différentes missions doit permettre d'aboutir à une évaluation de l'efficacité des mesures mises en place, à une évaluation objective des impacts du parc éolien sur la faune volante et à la recherche de nouvelles mesures correctives, le cas échéant.

Le présent document propose un bilan décomposé :

- des résultats du suivi de l'activité des chiroptères pour la campagne 2020-2021 (entre juillet 2020 et juillet 2021),
- des résultats du suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris sous les éoliennes pour la campagne de 2020-2021 (entre juillet 2020 et juillet 2021).

Les différentes études bibliographiques ainsi que l'expérience du bureau d'études EXEN soulignent la complexité des rapports entre les chauves-souris, les oiseaux et les éoliennes.

2 CONTEXTE

Le parc éolien des 3 Ormes, suivi en 2018, est situé sur les communes de Lazenay, de Cerbois et de Limeux, dans le Cher (18).

Le parc se situe dans un contexte majoritairement agricole, entouré de grandes cultures (cf. carte page suivante). A 800 mètres vers l'ouest de l'éolienne E5 se situe un plan d'eau. Le site est également entouré par des patchs forestiers présents au centre des cultures. Le patch le plus proche des éoliennes se situe à l'ouest du site dans la continuité du plan d'eau, la lisière est située à 350 mètres de l'éolienne E5.

Au niveau de la page 12, quelques clichés sont proposés pour permettre de se faire une idée du contexte paysager dans l'entourage des éoliennes.

Le parc éolien est composé de 7 machines implantées sous la forme de deux lignes, orientée dans un axe nord-ouest/sud-est. Les éoliennes sont de type N117/2400 (puissance de 2400 kW, diamètre du rotor 117 m) pour le parc de des 3 Ormes.

Figure 1 : Carte de localisation du parc éolien sur fond de photographie aérienne

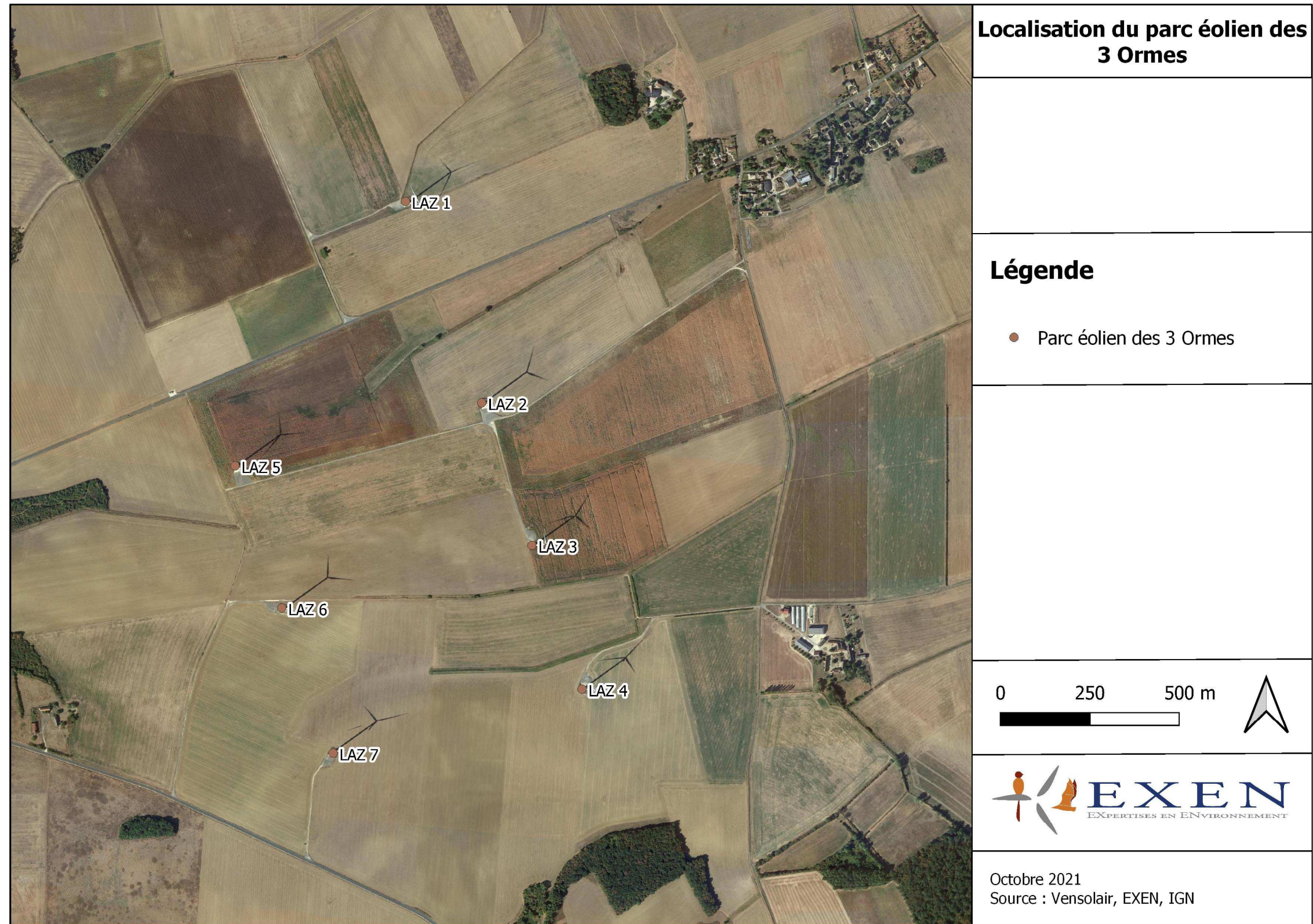


Figure 2 : Cliché de l'éolienne E6



Figure 4 : Cliché de l'éolienne E4



Figure 3 : Cliché de l'éolienne E3



3 SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS EN HAUTEUR

3.1 Méthodologie du suivi automatisé en continu (passif)

3.1.1 Généralités et organisation

La seule méthode pertinente à ce jour permettant une analyse croisée des mortalités et de l'activité des chiroptères est celle basée sur un suivi en continu de cette activité bioacoustique sur plusieurs mois et à hauteur des nacelles. L'activité chiroptérologique est en effet toujours très hétérogène dans le temps (selon les saisons, d'une nuit à l'autre et au sein d'une même nuit), ce qui implique d'éviter tout échantillonnage de suivi par période, par mois ou par nuit. Seul un suivi en continu sur le long terme (au moins sur la même période retenue pour le suivi de la mortalité) peut permettre d'apprécier une évolution fine de cette activité. C'est d'autant plus important que l'expérience montre (BEUCHER & KELM, 2012) que certains pics d'activité parfois très importants et très ponctuels correspondent à certains pics de mortalités.

L'activité des chauves-souris est également très différente sur un gradient altitudinal (selon les types d'espèces, leurs comportements de chasse, la structure de végétation, les conditions climatiques, les effets d'aérodynamisme...). Si on cherche à percevoir un rapport de cause à effet entre activité et mortalité, il s'agira donc de chercher à suivre l'activité des chauves-souris au plus proche du secteur de risque, c'est-à-dire à hauteur du rotor des éoliennes.

Au-delà de la prise en compte des biais d'échantillonnage temporel ou altitudinal, reste la question de l'échantillonnage géographique. L'activité des chauves-souris s'organise aussi en fonction de la configuration du site, des types de milieux, des corridors de lisières, du contexte topographique et des phénomènes d'aérodynamisme... et donc plus largement des fonctionnalités des différents secteurs pour les chiroptères. Il n'était toutefois pas envisagé d'installer un enregistreur automatique d'ultrasons sur chacune des éoliennes du parc éolien. Le cahier des charges de la société Eoliennes des 3 Ormes prévoyait la mise en oeuvre d'un point d'enregistrement. Ce point sera considéré comme représentatif de l'activité en altitude du secteur (l'activité en hauteur est moins soumise à variation spatialement que l'activité au sol).

3.1.2 Suivi passif depuis la nacelle de l'éolienne E1

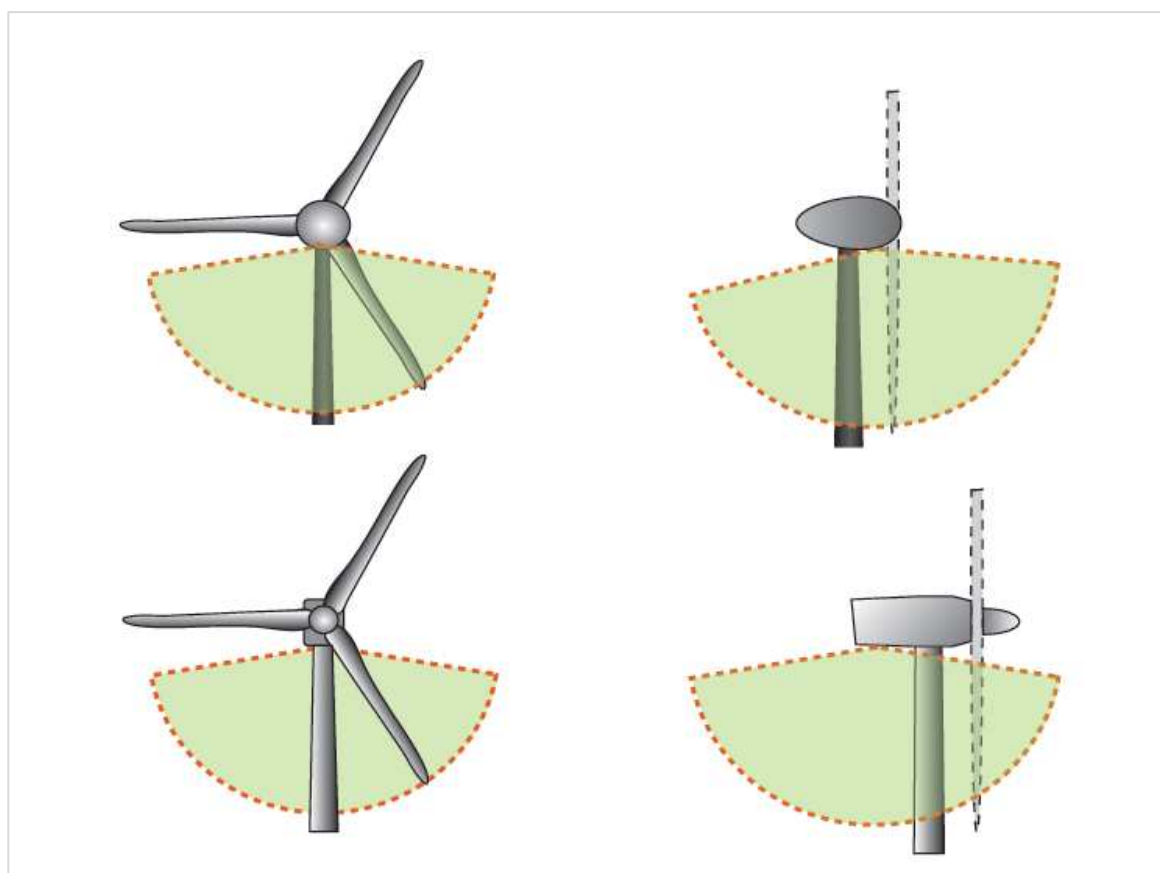
L'éolienne choisie pour le suivi d'activité en 2020-2021 fut l'éolienne E1 du parc des 3 Ormes, comme cela a déjà été le cas en 2018. Ainsi, les données d'activité pourront être comparées entre elles, selon les années de suivi.

Pour suivre l'activité des chauves-souris en parallèle de la mortalité, un détecteur/enregistreur d'ultrasons de type *Batcorder* (version 1.0 et 3.1) a été utilisé au niveau de l'éolienne E1. Au-delà de la qualité du matériel et des enregistrements acoustiques, ce type de matériel présente en effet différents modules et paramétrages possibles selon la destination du boîtier, et bénéficie dans tous les cas, de capacités d'autonomie pour des suivis en continu et de contrôles à distance très avantageuses par rapport aux autres systèmes aujourd'hui sur le marché.

Au niveau de l'éolienne E1, il s'agissait de caractériser l'activité des chauves-souris dans la zone de rotor de l'éolienne (principalement dans un demi-espace inférieur). Un module spécial éoliennes (WKA) est proposé par la société *Eco Obs* comprenant :

- une alimentation en 220V sur éolienne,
- une batterie de secours,
- un boîtier GSM permettant un contrôle à distance quotidiennement (envoi automatisé de SMS),
- un micro multidirectionnel adapté à la structure de nacelles en fibre de verre (micro disk qui traverse la paroi de la nacelle),
- un système d'accorche interne et d'antivibrations,
- un paramétrage particulier limitant la détection de bruits parasites machines de basse fréquence.

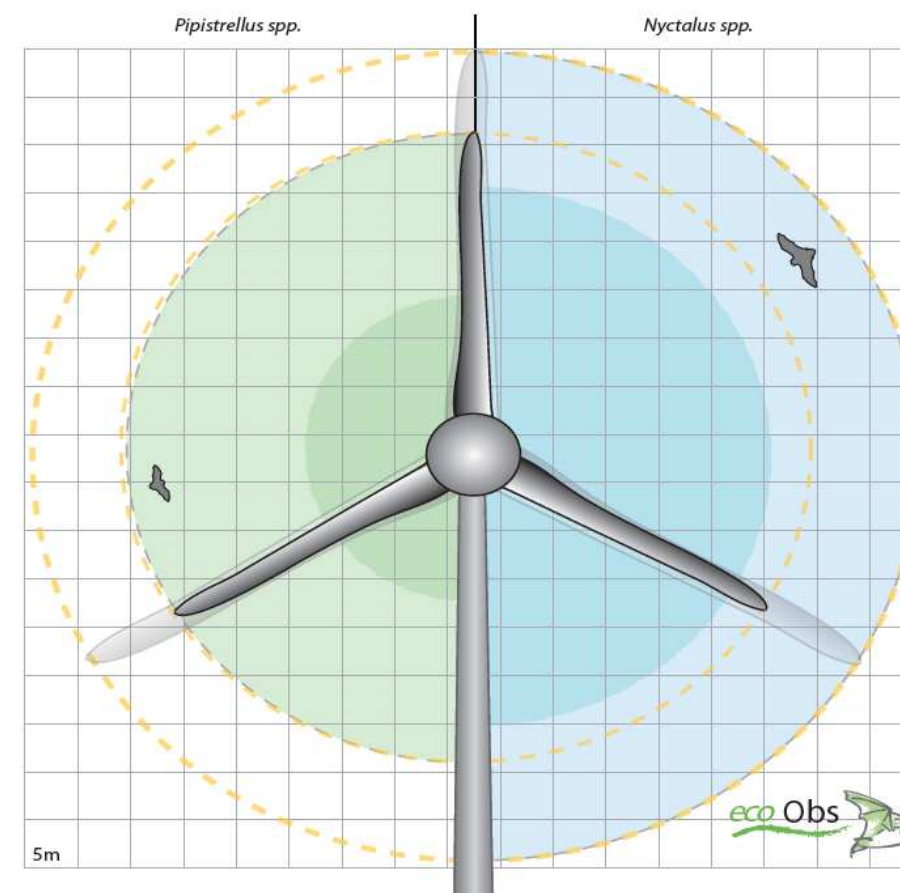
Figure 5 : Zone de couverture acoustique des Batcorders sous les nacelles d'éoliennes



L'efficacité des Batcorders placés sur nacelle d'éolienne a pu être testée au cours de plusieurs études pilotes menées en Allemagne (ADOMEIT et al., 2009). Les tests ont été réalisés par comparaison des résultats de suivis optiques (stéréoscope à deux caméras infrarouges) et de suivis acoustiques (Batacorders). L'expérimentation a notamment montré que 83% des chiroptères qui rentrent dans le champ de rotation des éoliennes sont détectés par la méthode acoustique. Ces capteurs paraissent donc particulièrement adaptés à la caractérisation de l'activité des chiroptères autour des éoliennes. Il est évident que ces chiffres ne prennent pas en compte les biais liés à l'orientation du micro et aux obstacles acoustiques par rapport à la structure de la nacelle. Le ciblage du suivi vers la partie basse du rotor s'explique par le fait qu'il s'agit logiquement de la partie la plus meutrière du rotor (concernant à la fois des espèces de haut vol et des espèces de lisières ou de vols moins hauts selon le modèle d'éolienne). Ces chiffres ne distinguent pas non plus les variations de portées de détection selon les espèces (grandes espèces à grande portée d'émission et petites espèces à faible portée d'émission). Mais ils permettent de montrer la pertinence de la méthode. Ils permettent également de considérer que les résultats d'activités enregistrés seront sous évalués d'environ 17% par rapport à la réalité.

Le schéma suivant propose une représentation des notions de distance de détection des ultrasons par l'enregistreur en nacelle selon les principales familles d'espèces concernées.

Figure 6 : Distances de détection (min et max) pour des signaux de pipistrelles et noctules (20 et 40 kHz de fréquences)



Un autre intérêt du système Batacorder réside aussi dans la facilité d'analyse des données, ce qui est particulièrement appréciable pour des plages d'enregistrements de plusieurs dizaines de milliers de séquences lorsque c'est le cas. Les séquences sonores des chauves-souris ont été enregistrées et sauvegardées numériquement sur une carte SDHC. Ces enregistrements sont ensuite gérés et traités par les logiciels *bcAdmin* et *bcIdent*. Les espèces sont déterminées par comparaison statistique des ultrasons enregistrés avec les références d'une large sonotèque d'espèces du Paléarctique occidental. Le logiciel libre « R » est l'outil d'interface statistique utilisé à cet égard. Dans un premier temps, si l'analyse automatique ne permet pas de déterminer l'espèce pour tous les contacts, un classement des enregistrements est proposé par groupe d'espèces en fonction de la typologie des signaux. L'analyse manuelle ultérieure de sons isolés est réalisée par la suite également très facilement grâce aux nombreuses fonctions du logiciel *bcAnalyze 2*. L'ensemble des outils proposés par EcoObs prennent régulièrement en compte l'évolution de la connaissance sur l'écologie acoustique des chiroptères en Europe et notamment en France. De plus, au-delà des veilles et mises à jour régulières des paramètres d'analyse et des sons de références, plusieurs plugins proposent notamment une corrélation rapide des données d'activité des chiroptères avec les données climatiques enregistrées sur l'éolienne.

Figure 7 : Synthèse de la plage de fonctionnement du module en continu en éolienne E1, et nombre d'enregistrements

Emplacement du module Batcorder autonome	Date d'intervention	Type d'intervention	Nombre total de séquences enregistrées	Nombre total de séquences enregistrées correspondant à des contacts de chiroptères
En nacelle d'éolienne E1	08/07/2020	Installation	2 006	1 576
	24/11/2020	Désinstallation		
	06/04/2021	Installation	798	560
	19/07/2021	Désinstallation		

Le module Batcorder autonome a été installé sur les périodes allant du 8 juillet 2020 au 24 novembre 2020 et du 6 avril au 19 juillet 2021. Le suivi en continu a donc permis de couvrir les périodes printanière, estivale et automnale en 2020-2021, soit une bonne partie de la période d'activité des chiroptères.

Cela représente un total de 2 804 données ultrasonores à analyser dont 2 136 correspondaient à des contacts de chiroptères, les autres enregistrements provenant de parasites acoustiques (notamment liés à l'éolienne elle-même, ou pour tester l'efficacité du micro du module Batcorder autonome).

La continuité des enregistrements fut assurée sur l'enregistreur en continu pendant environ 4 mois et demi en 2020 et 3 mois et demi en 2021 (243 nuits, soit environ 3 402 heures de suivi).

3.1.3 Référentiel de niveau d'activité

L'appréciation des niveaux d'activité est basée sur un référentiel issu du retour d'expérience EXEN à partir de nombreux autres sites suivis dans les mêmes conditions depuis 2009 avec le Batcorder et le même protocole d'étude.

Pour ce référentiel, au niveau du sol, le seuil de 300 secondes d'activité cumulée par nuit représente une valeur moyenne. À titre d'information, les niveaux d'activité nocturne les plus forts relevés à ce jour sont de l'ordre de plus de 10 000 secondes d'activité sur une nuit, pour un secteur de chasse plurispécifique (zone humide) ayant été fréquenté presque toute la nuit en continu par plusieurs individus.

Figure 8 : Référentiel EXEN de niveau d'activité pour une nuit mesurée par un Batcorder au sol (en secondes d'activité cumulée/ nuit)

Niveau d'activité	Secondes d'activité par nuit
Très faible	0 - 50
Faible	50 - 100
Faible à modéré	100 - 200
Modéré	200 - 300
Modéré à fort	300 - 500
Fort	500 - 1000
Très fort	>> 1000

Pour l'activité en hauteur (en nacelle d'éolienne), l'appréciation des niveaux a été construit de la même manière, mais les niveaux d'activité nocturnes sont bien plus faibles en général.

Figure 9 : Grille de hiérarchisation EXEN du niveau d'activité relevé par les Batcorders utilisés en hauteur (en seconde d'activité par nuit)

Niveau d'activité	Secondes d'activité par nuit
Très faible	0 - 5
Faible	5 - 10
Faible à modéré	10 - 50
Modéré	50 - 100
Modéré à fort	100 - 200
Fort	200 - 500
Très fort	>> 500

3.1.4 Utilisation de l'espace par les chauves-souris et typologie des modes de vol

Au sein du taxon des chiroptères, les espèces présentent des types de vols variés selon leurs comportements (alimentaire, social, migratoire...), leur statut biologique (migration, parturition...), les opportunités alimentaires, la position des proies, les conditions climatiques (essaimage d'insectes, effets d'aérologie, effet paravent des lisières...).

De façon générale, on distinguera (cf. Figure 5 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) :

- une **activité de chauves-souris proche du sol**. Toutes les espèces peuvent voler bas, au moins ponctuellement (en chasse ou pour s'abreuver).
- et une **activité de chauves-souris en plein ciel**. Seule une partie du cortège d'espèce est amenée à voler haut (et notamment à hauteur de rotor d'éolienne ou au-delà), soit ponctuellement (en phase migratoire, ou selon les conditions et opportunités alimentaires), soit régulièrement (espèces de haut-vol). Les modalités de détermination des espèces sont présentées dans l'Annexe 2 page **Erreur ! Signet non défini.**

Six groupes d'espèces peuvent être ainsi dissociés selon leurs types de vols. Il s'agit :

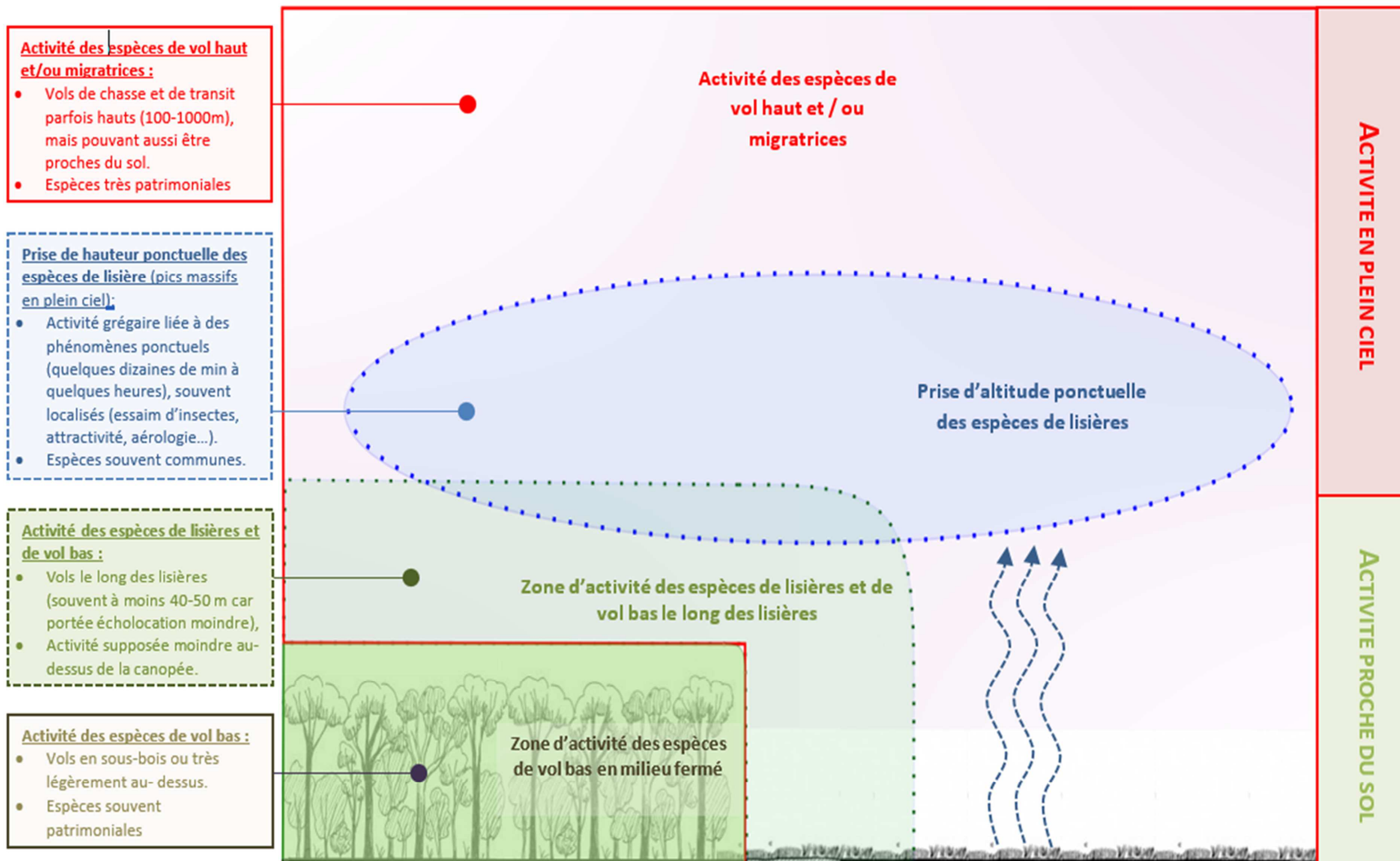
- **Du groupe des espèces de lisière** qui comprend l'ensemble des pipistrelles, la Sérotine commune et les Oreillard sp. Ce groupe d'espèces évolue généralement à de faibles hauteurs de vol (moins de 50 m) en suivant les éléments structurants du paysage (lisières de boisement, haies, chemins...), et en s'appuyant sur ces corridors linéaires comme supports d'écholocation. Ce groupe d'espèces est toutefois capable de se « déconnecter » ponctuellement de ces corridors de déplacement et voler ainsi plus en hauteur, voire en plein ciel, notamment pour exploiter des opportunités alimentaires. Ce serait notamment le cas lors de poursuites en altitude d'essaimage d'insectes lors de conditions particulières (phénomènes d'aérologie au moment des phénologies de reproduction des insectes-proies).
- **Du groupe des espèces de haut-vol en période de migration/transit**, qui comprend la Pipistrelle de Nathusius et le Minioptère de Schreibers. Ces deux espèces semblent présenter un comportement similaire aux autres pipistrelles lors de leurs vols réguliers de chasse (espèces de lisière). Mais en phases de transits migratoires (printemps et automne), ils peuvent être amenés à prendre de l'altitude pour s'affranchir des contraintes de relief et de végétation.

- **Du groupe des espèces de haut-vol**, qui vole donc généralement en plein ciel, et qui comprend l'ensemble des noctules (Noctule de Leisler, Noctule commune et Grande noctule), le Vespère de Savi, le Molosse de Cestoni et la Sérotine bicolore. Ces espèces utilisent des secteurs plus ouverts et évoluent régulièrement en plein ciel tout au long de leur phase d'activité (en chasse, lors de comportements sociaux ou en phases de transits migratoires).
- **Du groupe des espèces de vol bas** qui comprend la Barbastelle d'Europe, les rhinolophidés et le groupe des Murins sp. Il s'agit d'espèces surtout liées aux milieux fermés (forestiers) voire de lisière, mais dont les caractéristiques de vol ne les entraînent que très rarement à des hauteurs importantes.

Les caractéristiques bioacoustiques des chauves-souris est très liées aux comportements de vols et à l'environnement des individus (évolution des types et fréquences des signaux ultrasonores selon les milieux plus ou moins encombrés). Ils sont donc aussi très dépendants des comportements de vols plus ou moins en hauteur. Au regard de ces éléments et compte tenu des possibilités de recouvrements acoustiques limitant la détermination jusqu'à l'espèce, des groupes intermédiaires sont donc distingués des groupes précédents. Il s'agit :

- **Du groupe des espèces de vol haut ou de lisière**, qui comprend le groupe des « Nyctaloid ou des Nycmi (regroupement de la Sérotine commune, Noctule commune et Noctule de Leisler) » qui peuvent correspondre soit à la Sérotine commune (espèce de lisière) soit à des noctules ou à la Sérotine bicolore (espèces de vol haut), et le groupe « Ptief » correspondant soit à la Pipistrelle de Kuhl (espèce de lisière), soit au Vespère de Savi (espèce de vol haut).
- **Du groupe des espèces de vol haut en migration/transit ou de lisière**, qui comprend le groupe des Pmid correspondant soit à la Pipistrelle de Nathusius (espèce de vol haut en migration/transit), soit à la Pipistrelle de Kuhl (espèce de lisière) ou encore le groupe des Ploch (Pipistrelle commune, Pipistrelle pygmée ou Minioptère de Schreibers).

Figure 10 : Schéma des différents types de vols des chauves-souris



3.2 Limites de la méthodologie

Les limites évoquées ci-après sont communes à l'ensemble des expertises chiroptérologiques reposant sur des méthodes et outils d'analyse ultrasonore des chiroptères.

3.2.1 Suivi passif (Batcorder depuis la nacelle)

Si le suivi passif permet une appréciation de l'évolution de l'activité des chauves-souris dans le temps, cette perception de l'activité reste localisée dans l'espace aux distances de perception de chaque enregistreur (selon les espèces : entre 5m et 200m).

Théoriquement, on considère qu'un Batcorder placé à hauteur de nacelle peut très bien enregistrer des sons d'individus volant à quelques mètres du sol s'il s'agit d'espèces à grande portée d'émission (Noctules notamment, qui peuvent émettre à plus de 100 m). Et inversement, un Batcorder au sol (ou en canopée) peut enregistrer des passages d'individus évoluant à haute altitude.

Avec une position à hauteur de moyeu, on peut penser que cette hauteur permet globalement de s'affranchir des risques de contacts de pipistrelles évoluant proches du sol ou le long des lisières (portée d'écholocation de l'ordre de 30 à 40 m). Cela permet théoriquement de distinguer une activité de lisières sous les éoliennes d'une activité de plein ciel. Autrement dit, pour les pipistrelles, les contacts enregistrés au niveau du Batcorder devraient plutôt témoigner d'une activité de prise d'altitude, comportement révélateur d'une situation particulière (conditions climatiques, phénomène d'aérodologie, émergence d'insectes...) et qu'il est particulièrement important à prendre en compte pour quantifier les risques ponctuels vis-à-vis d'un projet éolien.

Enfin, la qualité, l'usure et le calibrage des micros interviennent aussi sur la quantité d'enregistrements réalisés par les modules Batcorder autonomes. Pour limiter ce biais, l'ensemble des micros du parc de Batcorder du bureau d'étude EXEN est renvoyé chaque hiver au constructeur Eco-Obs pour un test et un recalibrage.

3.2.2 Difficultés d'identification acoustique de certaines espèces

L'identification acoustique des chiroptères est une science encore en évolution et qui bénéficie d'avancées récurrentes ces dernières années. La plupart des espèces peuvent être déterminées précisément.

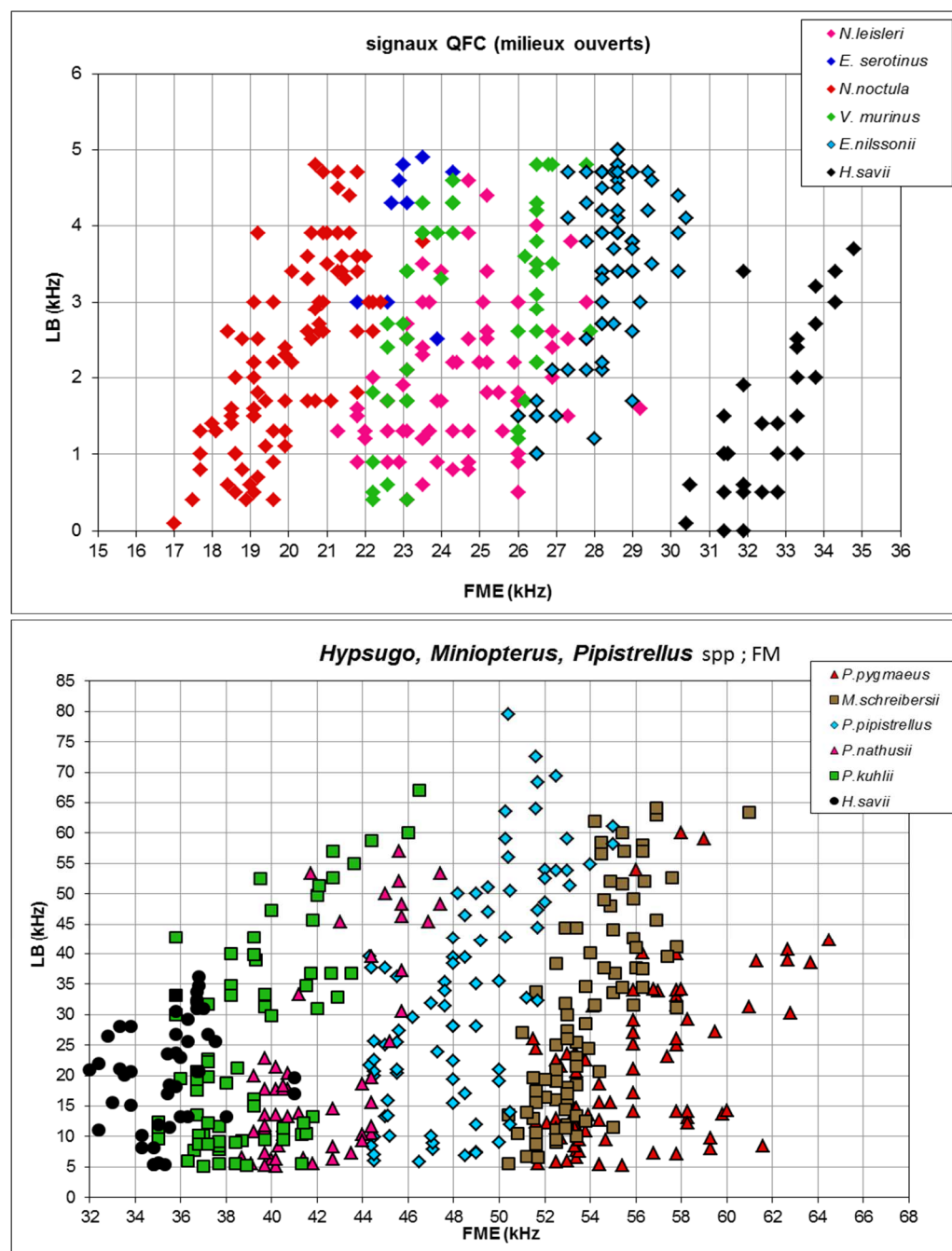
Toutefois, il faut reconnaître que certaines d'entre elles émettent des ultrasons à des fréquences très proches, et aux caractéristiques acoustiques comparables dans certaines conditions. C'est par exemple le cas des difficultés de différenciation entre *Myotis* et *Myotis blythii* (Barataud, 2015). C'est aussi souvent

le cas de certains petits murins, où l'analyse ne peut se faire bien souvent qu'à l'oreille (caractéristiques acoustiques non décelables sur sonogramme), ce qui implique un niveau d'expertise supplémentaire de la part du chiroptérologue.

Dans le cadre d'un parc éolien, ce biais de distinction acoustique de certaines espèces est peu pénalisant, car la plupart des difficultés concerne des petites espèces à faible hauteur de vol et donc assez peu concernées par les risques de mortalité au niveau des rotors. Aussi, lorsque des données de ce type d'espèces apparaissent dans les bases enregistrées sur le long terme, leur relative rareté permet d'y porter une attention particulière. Certaines séquences, notamment les myotis, ne sont pas toujours déterminées jusqu'au niveau de l'espèce.

Page suivante, sont représentés deux exemples de recouvrements dans les mesures des signaux pour des espèces telles que les « Sérotules » (sérotines et noctules) ou même des espèces plus communes comme les « Pipistrelles ».

Figure 11 : Exemple de recouvrements dans les signaux de plusieurs espèces (En haut : le groupe des Fréquences Modulées Aplanie > 30KHz, en bas : le groupe des « Sérotules »)



3.2.3 Une détection divergente selon les espèces

La détection des chiroptères n'est pas uniformément efficace pour toutes les espèces. Certaines espèces dont les signaux sont courts et dans les hautes fréquences (les « petits » murins) sont beaucoup moins bien détectées que des espèces dont les signaux sont longs et dans les basses fréquences (les noctules) qui peuvent être détectées à plus de 100m. Pour remédier à ce problème, nous appliquons un coefficient de détectabilité présenté au niveau de la figure suivante. Mais ce coefficient ne peut s'appliquer que si l'espèce a été contactée au moins une fois. Avec ce coefficient, on va donc corriger une partie de ce biais, mais on ne l'élimine pas complètement. Par conséquent, comme nous l'avons vu précédemment, les espèces non contactées ne sont pas forcément absentes du site. Il est possible qu'elles n'aient tout simplement pas été détectées. Toutefois, avec l'échantillon de visites et surtout le nombre de données issu des enregistrements en continu sur le long terme, si une espèce réellement présente sur le site n'est pas détectée, c'est que son activité n'est pas importante localement.

Figure 12 : Liste des espèces de chiroptères par ordre d'émission décroissante, avec distances de détection et coefficient de détectabilité selon qu'elles évoluent en milieu ouvert ou en sous-bois (Barataud, 2015)

Milieu ouvert ou semi-ouvert				Sous-bois			
Intensité d'émission	Espèces	Distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité	Intensité d'émission	Espèces	Distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité
Très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	Très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i>	10	2,50		<i>Plecotus spp.</i>	5	5,00
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50		<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,13
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50		<i>Myotis nattereri</i>	8	3,13
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50		<i>Rhinolophus ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50		<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,67		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,67		<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,67		<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67		<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,50
Moyenne	<i>Myotis blythii</i>	20	1,25	Moyenne	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67
	<i>Myotis myotis</i>	20	1,25		<i>Myotis blythii</i>	15	1,67
	<i>Plecotus spp.</i>	20	1,25		<i>Myotis myotis</i>	15	1,67
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00		<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,25
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00
Forte	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83	Forte	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,63		<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,63		<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
Très forte	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50	Très forte	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50
	<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50		<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50
	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50		<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31		<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25		<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17		<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17	

3.2.4 Autres limites de détection acoustique

Les inventaires acoustiques ne prétendent jamais à réaliser une vision exhaustive de l'activité des chiroptères sur un site d'étude. Au-delà des limites de détection acoustiques évoquées précédemment liées à l'émission ultrasonore des espèces elles-mêmes (portée d'émission divergente, direction de la source d'émission...), il faut aussi reconnaître des limites de détection liées à un ensemble d'autres facteurs comme :

- La présence d'**obstacles acoustiques** entre la source ultrasonore et le micro. Pour des Batcorders placés au sol ou les points de suivi au D240X manuel, ces obstacles peuvent notamment correspondre à la végétation et en particulier aux lisières forestières environnantes. Pour l'enregistreur placé au niveau de l'éolienne, nous avons vu que la configuration de la nacelle et la position du micro permettent de percevoir un angle de détection plus ou moins variable.
- La présence possible de **parasites acoustiques** comme ceux liés à l'activité d'orthoptères (criquets, sauterelles) plus ou moins actifs selon les périodes de l'année et les sites et qui peuvent limiter la perception d'éventuels signaux de chiroptères émis aux mêmes bandes de fréquences. Ici, il s'agit surtout de parasites liés aux éoliennes elles-mêmes.
- Les **facteurs climatiques** qui jouent non seulement sur l'activité des chiroptères, mais aussi sur les capacités de détection (parasitages acoustiques par l'ambiance ultrasonore générée par un vent fort ou la présence de pluie...).

Enfin, du côté de la réception du signal ultrasonore et de son analyse, le **type de matériel de détection ultrasonore** utilisé présente une diversité d'autres biais méthodologiques dont chaque utilisateur doit avoir conscience pour l'interprétation des résultats. On peut évoquer :

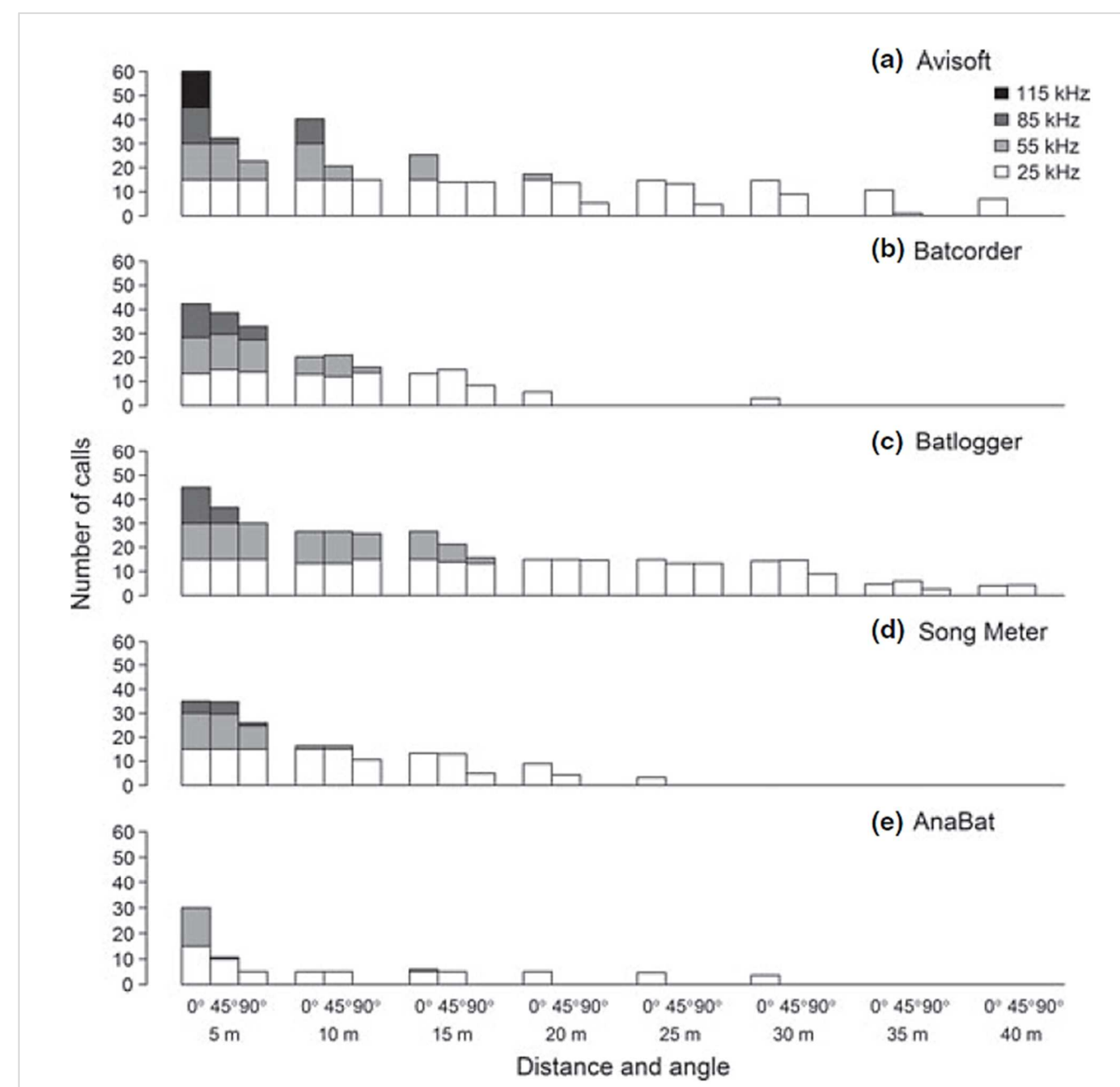
- Les limites liées à la qualité et à la fréquence de recalibrage des micros,
- Leur volume de détection (cône de détection) et à leur caractère directionnel ou multidirectionnel,
- Les paramétrages retenus (filtres des basses ou hautes fréquences, durée d'enregistrement depuis le déclenchement),
- Les limites d'analyse des données automatiques ou manuelles (selon la qualité des enregistrements, la facilité de réaliser des mesures précises, la possibilité de les réécouter ou non en expansion de temps ou en hétérodyne,...).

En bref, il s'agit là de tout un éventail de biais qui fait qu'aucun matériel d'enregistrement ultrasonore et aucune approche uniquement acoustique ne peut garantir une appréciation absolue de l'activité chiroptérologique d'un site dans sa globalité. Aussi pour que l'approche scientifique soit rigoureuse, il s'agit d'avoir toujours conscience de ces biais pour fonder sa propre interprétation des résultats.

En ce qui concerne plus particulièrement le Batcorder, **c'est en parfaite conscience de ses limites que nous avons décidé de choisir ce matériel**. Les diverses études comparatives qui ont testé l'efficacité de détection ultrasonore des différents enregistreurs automatiques disponibles sur le marché (Batcorder, SM2, SM3, Avisoft, Batlogger, Anabat, Petterson...) montrent que tous les produits ne restituent qu'une

vision partielle plus ou moins importante de l'activité ultrasonore émise dans leur entourage. La figure suivante (ADAMS, 2012) montre que le Batcorder présente une capacité de détection à distance théoriquement globalement moins bonne que celle du Batlogger ou des systèmes Avisoft. Mais ces deux produits présentent des contraintes techniques très importantes pour des suivis sur le long terme (ULDRY V., 2013), nécessitant des opérations de maintenance régulières et une difficulté majeure à la perception de problèmes à distance.

Figure 13 : Analyse comparative des capacités de détection des principaux enregistreurs à ultrasons, selon la distance, l'angle d'émission et les différentes plages de fréquences ultrasonores (Adams & al. 2012)



Comparé aux autres produits concurrents (SM2, Anabat), le Batcorder présente des résultats de détection comparables voire meilleurs, avec toutefois l'avantage d'une autonomie plus importante vis-à-vis des suivis en continu depuis des points difficiles d'accès (faible consommation énergétique, panneau solaire de petite taille, pré-tri des sons à la source limitant des contraintes de mémoire liée aux parasites, autoévaluation de l'efficacité de détection quotidienne, envoi quotidien de SMS pour informer du bon déroulement du suivi...). Ainsi, dans la plupart des cas, un module Batcorder autonome peut fonctionner sur 8 mois d'affilée depuis un mât de mesure, le haut d'un arbre ou une nacelle d'éolienne presque sans aucune intervention humaine.

Toutefois, nous évoquerons enfin un problème propre au Batcorder lié à ses **limites de détection des signaux en très basses fréquences**. Un réglage système limite en effet la perception des signaux inférieurs à 16 kHz, ce qui réduit considérablement les capacités de détection de principalement 2 espèces qui émettent dans cette bande de fréquences : le Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*) et la Grande noctule (*Nyctalus lasiopterus*). Aussi, pour des suivis en continu, nous descendons manuellement ce seuil de réglage usine à 14 kHz pour limiter la perte de données pour ces espèces, ce qui ne permet toutefois pas d'écarter totalement l'hypothèse d'une sous-évaluation de l'activité de ces grandes espèces. Pour le Molosse de Cestoni qui présente les sonorités les plus basses en fréquence, il faudra considérer ce biais comme potentiellement important. Par contre, pour la Grande noctule qui pratique régulièrement l'alternance de structure de sons, et qui exploite quand même une bande de fréquences majoritairement au-dessus de 15 kHz dans ses activités quotidiennes (13 à 21 kHz), on considère que le Batcorder échouera à la détection d'une petite portion des signaux émis par l'espèce et en particuliers ceux liés à des passages de transits très ponctuels d'un individu en milieu ouvert (vol haut), écartés de toute structure de lisière, et sans activité de chasse. Autrement dit, si le site représente une certaine fonctionnalité écologique pour l'espèce (autre qu'un passage ponctuel haut en transit), les enregistreurs réussiront à la percevoir. La preuve en est que nous avons pu découvrir les premiers gîtes de mise-bas de l'espèce en France en 2012 grâce à une nouvelle méthode de suivi et de poursuites acoustiques (méthode EXEN) basée sur l'utilisation de nombreux Batcorders utilisés surtout en début et en fin de nuit (BEUCHER Y., ALBESPY F. MOUGNOT J., 2012).

3.3 Résultats du suivi de l'activité des chiroptères

3.3.1 Cortège d'espèces

Rappelons que le suivi passif de l'activité ultrasonore des chiroptères fut basé sur le fonctionnement d'un enregistreur automatique à ultrasons sur l'éolienne E1.

La position de l'enregistreur permet de mieux percevoir l'activité des chiroptères qui concerne directement le rotor de l'éolienne. La plage de suivi s'est étendue sur environ 8 mois entre 2020 et 2021 (8 juillet au 24 novembre 2020 et du 6 avril au 19 juillet 2021).

Le tableau suivant synthétise le cortège d'espèces détectées à partir de l'enregistreur automatique en continu placé au niveau de la nacelle de l'éolienne E1 en 2020-2021. Il précise les statuts de protection et de conservation de ces différentes espèces.

Au total, 5 espèces sont ainsi déterminées avec certitude et 4 autres espèces supplémentaires pourraient fréquenter le parc.

En 2018, la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle commune avaient déjà été contactées.

Figure 14 : Tableau recensant l'ensemble des espèces contactées au cours du suivi en continu

Espèce	Nom scientifique	Abréviation	Statut de protection			Statut de conservation				Espèce prioritaire du Plan National d'Action chiroptères 2016-2025	Espèce PNA à forte pression liée à l'éolien (PNA 2016-2025)	Tendance évolutive (PNA 2016-2025)	Valeur patrimoniale
			Protection en France	Protection Union Européenne	Convention de Berne	Liste rouge UICN (Mondiale)	Liste rouge UICN (Europe)	Liste rouge nationale (Nov 2017)	Centre (2012)				
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Bbar	P	H2 et H4	2	Quasi menacé	Vulnérable	Préoc. Mineure	Quasi menacé			+	Fort
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Nnoc	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Vulnérable	Quasi menacé	oui	oui	?	Modéré à fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Nlei	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Quasi menacé	oui	oui	-	Modéré à fort
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Ppip	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Préoc. Mineure	oui	oui	-	Modéré
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pkuh	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure			+	Très faible
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pnat	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Quasi menacé	oui	oui	?	Modéré
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Vmur	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Données insuffisantes	Non applicable			?	Faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Eser	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Préoc. Mineure	oui	oui	-	Modéré
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Enil	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Données insuffisantes		oui	oui	?	Faible

Pour une meilleure lisibilité, un regroupement des espèces selon leur comportement de vol est réalisé. 4 groupes peuvent être dissociés, il s'agit :

- **Du groupe des espèces de lisières** qui comprend l'ensemble des pipistrelles (hormis la Pipistrelle de Nathusius). On notera que ce groupe d'espèces correspond aux espèces évoluant à des hauteurs de vols modérées (moins de 50m) la plupart du temps en suivant les éléments structurants du paysage (lisières de boisement, haies, chemin ...). Cependant il est possible de retrouver ponctuellement ce groupe d'espèces plus en hauteur, notamment lors de poursuite en altitude d'essaimages d'insectes présents en hauteur (ascendance thermique ou dynamique). Il arrive donc que ces espèces se retrouvent à des hauteurs de vol plus importantes.
- **Du groupe des espèces de vol haut**, qui comprend l'ensemble des noctules (Noctule de Leisler, Noctule commune) et le groupe des Nlei/Nnoc (Noctule de Leisler ou Noctule commune). Ce groupe d'espèces comprend donc des espèces qui utilisent les secteurs plus ouverts et donc régulièrement des hauteurs de vols plus importantes même lors de vols de chasse.
- **Du groupe des espèces de vol bas**, qui comprend la Barbastelle d'Europe. Il s'agit d'espèces surtout liées aux milieux fermés (forestiers) voire de lisière, mais dont les caractéristiques de vol ne les entraînent que très rarement à des hauteurs importantes.

Certaines identifications d'enregistrement ne pouvant aboutir à une espèce précise, des groupes intermédiaires sont donc créés, il s'agit :

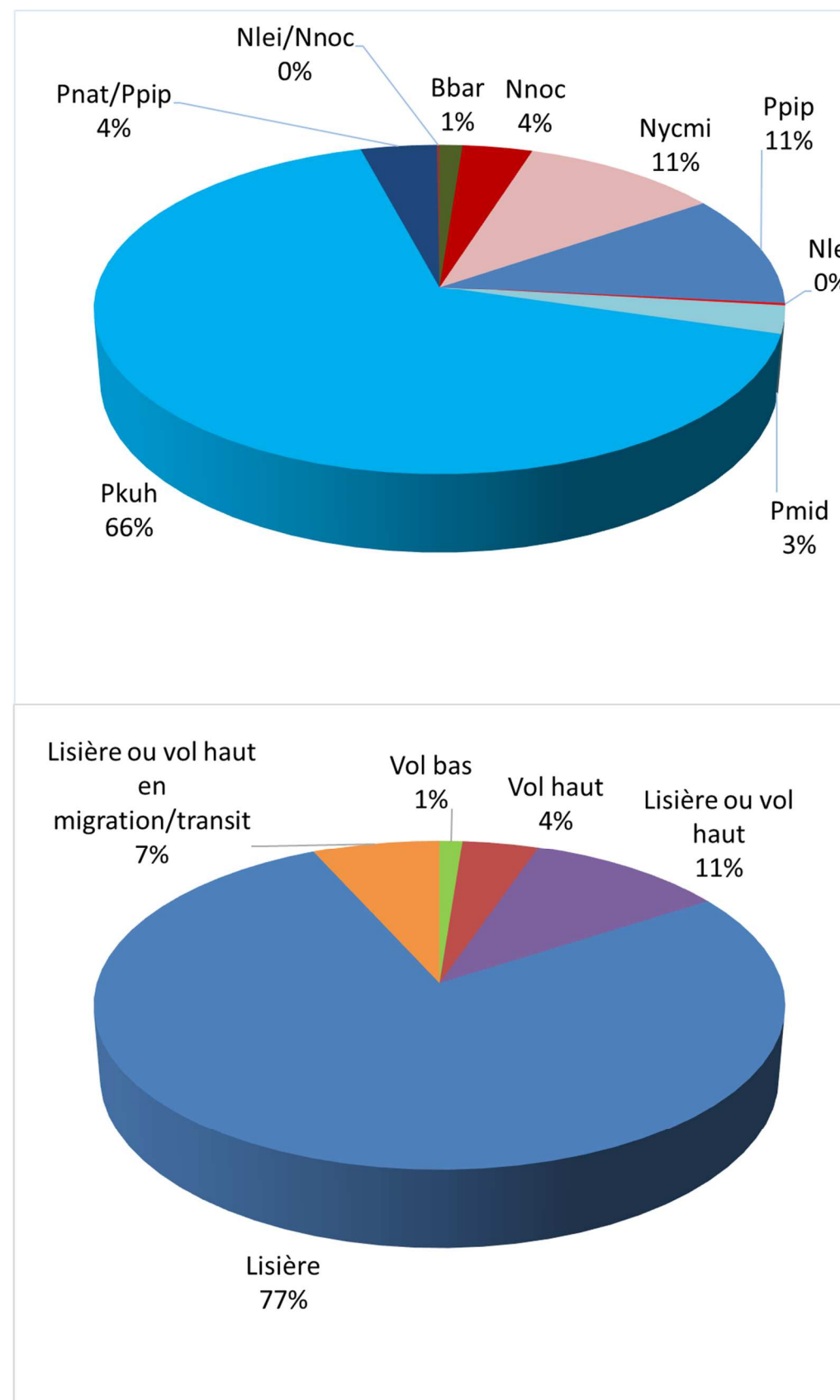
- **Du groupe des espèces de vol haut en migration/transit ou de lisières**, qui comprend le groupe des Pmid correspondant soit à la Pipistrelle de Nathusius (espèce de vol haut en migration/transit), soit à la Pipistrelle de Kuhl (espèce de lisières) et le groupe des Pnat/Ppip correspondant soit à la Pipistrelle de Nathusius (espèce de vol haut en migration/transit), soit à la Pipistrelle commune (espèce de lisières).
- **Du groupe des espèces de lisière ou vol haut**, qui comprend le groupe des Nycmi, correspondant soit à la Sérotine commune ou à la Sérotine de Nilsson (espèces de lisières), soit à la Noctule commune ou à la Noctule de Leisler ou à la Sérotine bicolore (espèces de vol haut).

Les graphiques de la Figure 15 témoignent de la proportion par grands groupes d'espèces dans l'activité totale relevée au niveau du Batcorder sur l'éolienne E1. On remarque que le groupe des espèces de lisières (notamment la Pipistrelle de Kuhl) est le plus contacté en hauteur. La Pipistrelle commune est la seconde espèce la plus contactée en hauteur. Les espèces de haut vol (comme les noctules) représentent environ un quart de l'activité (en tenant compte des contacts d'espèces de lisière ou vol haut, correspondant très probablement à des contacts d'espèces de vol haut). On notera également la présence inhabituelle de la Barbastelle d'Europe, espèce considérée comme espèce de vol bas.

En 2018, la Pipistrelle de Kuhl était aussi l'espèce la plus contactée en hauteur (77% de l'activité totale). La proportion d'espèces de vol haut et de lisière ou vol haut est aussi comparable, de l'ordre d'un quart de l'activité. La Barbastelle d'Europe n'avait pas été contactée en hauteur en 2018.

Rappelons toutefois qu'il s'agit ici d'une approche des proportions d'activité spécifique par rapport à l'activité totale.

Figure 15 : Proportion d'activité par groupe d'espèces relevées au niveau du point d'enregistrement en continu sur l'éolienne E1 (en haut détail par espèce, en bas par groupe de vol)



3.3.2 Evolution saisonnière

La continuité représente la régularité de présence de l'espèce (ou du groupe d'espèces) sur le site tout au long de la période de suivi. Cette perception repose sur l'analyse de données recueillies sur les enregistreurs en continu. Les tableaux des pages suivantes synthétisent cette notion sur l'ensemble du suivi en hauteur. Les notions de niveaux d'activité sont aussi représentées au niveau des tableaux, mais elles ne sont pas l'objet principal de ce type d'analyse. Ainsi, une espèce pourra par exemple fréquenter le site d'étude très régulièrement (continuité importante), mais présenter une faible activité.

Le tableau de la Figure 16 montre que plusieurs **espèces** sont contactées très régulièrement tout au long de la période d'activité en hauteur sur l'éolienne E1. Il s'agit de la **Pipistrelle commune, de la Pipistrelle de Kuhl et de la Noctule commune** principalement. Les autres espèces sont beaucoup moins régulièrement contactées en hauteur.

En ce qui concerne les espèces de lisière (pipistrelles), elles sont représentées de mi-avril à fin octobre. Aucune activité de pipistrelle n'est relevée en novembre. A cette période de l'année, l'enregistreur acoustique était pourtant fonctionnel. L'activité des pipistrelles est plus importante essentiellement sur 2 périodes : en fin de printemps/début d'été et en fin d'été/début d'automne.

En ce qui concerne les espèces de haut vol (noctules), la **Noctule commune** est l'espèce la plus régulièrement contactée. Elle est bien présente sur le site de mi-mai à mi-septembre. En intégrant les données identifiées en Nycmi, qui pourraient aussi correspondre à cette espèce, son activité serait plus importante entre mi-juin et mi-septembre. La **Noctule de Leisler** est présente de manière très irrégulière en juillet et en septembre.

En ce qui concerne les espèces de vol bas, la Barbastelle d'Europe a été contactée ponctuellement en septembre. Sur d'autres sites suivis, cette espèce de vol bas est contactée aussi uniquement en septembre en plein ciel.

En ce qui concerne les espèces de lisières ou de vol haut en migration/transit, la présence de la Pipistrelle de Nathusius est soupçonnée sur le site ; Elle n'a pas pu être identifiée de façon certaine en hauteur, mais elle pourrait être présente en mi-mai et fin septembre.

Figure 16 : Tableau de continuité de présence de chaque espèce sur site au cours du suivi en continu en 2020-2021 basée sur les données du module Batcorder autonome en hauteur sur E1 (en seconde d'activité par période)
(Avril-1 : première quinzaine du mois d'avril ; les couleurs sont arbitraires mais les couleurs foncées représentent un niveau d'activité plus important)

Espèce ou groupe d'espèce	Période de transit/migration			Période de mise-bas et d'élevage des jeunes						Période de transit/migration et de swarming						
	Avril-1	Avril-2	Mai-1	Mai-2	Juin-1	Juin-2	Juil-1	Juil-2	Aout-1	Aout-2	Sept-1	Sept-2	Oct-1	Oct-2	Nov-1	Nov-2
Lisière		0,2	0,5	0,5	13,6	36,9	9,0	6,8	88,9	61,6	5,3	1,1		1,2		
Ppip			0,5	0,5	7,5	13,8	2,4	1,6	0,4	0,2	4,4	0,7		0,2		
Pkuh		0,2			6,1	23,2	6,6	5,2	88,5	61,4	1,0	0,5		1,0		
Lisière ou vol haut				0,1	1,3	1,0	1,0	2,2	11,8	8,5	3,0	1,4		0,3		
Nycmi				0,1	1,3	1,0	1,0	2,2	11,8	8,5	3,0	1,4		0,3		
Lisière ou vol haut en migration/transit				1,3	1,4	10,5	0,3	0,7	1,7	1,0	2,3	1,0				
Pmid				0,2	0,6	0,1	0,3	0,7	1,7	1,0	2,3	1,0				
Pnat/Ppip				1,1	0,8	10,5										
Vol bas											3,7					
Bbar											3,7					
Vol haut			0,1	0,0	0,1	3,0	0,2	1,4	2,4	2,9	1,3	0,3				
Nnoc				0,0	0,1	3,0	0,1	1,0	2,4	2,9	0,9	0,3				
Nlei							0,0	0,4			0,0					
Nlei/Nnoc			0,1								0,3					
Total général		0,2	0,6	2,0	16,4	51,5	10,5	11,1	104,9	74,0	15,6	3,9		1,5		

3.3.3 Chronologie de l'activité au niveau de la nacelle E1

Le graphique de la Figure 18 page 28 synthétise la chronologie de l'activité relevée par le module Batcorder à hauteur de nacelle (E1), au cours de la période de suivi. Les résultats sont décomposés par espèce ou groupe d'espèces. L'analyse synthétique de ce type d'histogramme est délicate dans la mesure où elle peut se faire selon diverses approches complémentaires :

- par une approche large des principales périodes d'activités (par semaine ou mois) ou bien au contraire par une approche plus fine des pics ponctuels d'activité (nocturnes ou horaires) ;
- et par corrélation avec différents paramètres d'influences possibles (conditions climatiques, ressources alimentaires, cycle biologique des espèces...).

Le profil de ce graphique témoigne bien de la très forte hétérogénéité de l'activité des chauves-souris d'une nuit à l'autre, et donc de l'importance marquée des conditions climatiques et de la phénologie des espèces pour faire évoluer cette activité. Cela justifie le suivi en continu de l'activité des chauves-souris sur plusieurs mois. Il est possible d'observer des périodes où l'activité est très faible et la nuit suivante un gros pic d'activité peut être relevé. Ces pics d'activité sont souvent ponctuels dans le temps (quelques minutes ou quelques heures seulement).

L'activité mesurée en hauteur au niveau de l'éolienne E1 peut être qualifiée de modérée globalement.

Figure 17 : Echelle de représentation du niveau d'activité par nuit en nacelle d'éolienne (basée sur l'expérience EXEN)

Niveau d'activité	Secondes d'activité par nuit
Très faible	0 - 5
Faible	5 - 10
Faible à modéré	10 - 50
Modéré	50 - 100
Modéré à fort	100 - 200
Fort	200 - 500
Très fort	>> 500

L'activité printanière (jusqu'à mi-mai), estivale (de mi-mai à mi-août), et automnale (à partir de mi-août) sont très hétérogènes au cours du temps. Tout au long de la période de suivi, l'activité relevée par nuit oscille entre une activité nulle à une activité beaucoup plus importante, comme c'est le cas pour la nuit de pic du 14 août 2020, du 18 août 2020 et du 20 août 2020.

- **Période printanière (début du suivi à mi-mai)**

L'activité des chauves-souris est nulle la plupart du temps entre début avril et mi-mai. Elles ont été actives en hauteur uniquement au cours de 3 nuits ; il s'agit d'activité d'espèces de lisières (pipistrelles) principalement. La situation était assez comparable en 2018.

- **Période estivale (de mi-mai à mi-août)**

Entre mi-mai et mi-août, l'activité chiroptérologique devient plus régulière. Les niveaux d'activité enregistrés sont hétérogènes. Ils varient entre un niveau très faible (voire nul) à très fort, comme c'est le cas la nuit du 14 août. Sur cette période, ce sont à nouveau les espèces de lisières qui sont les plus actives en hauteur, même si les espèces de vol haut (et de lisière ou vol haut) sont régulièrement contactées en août en hauteur. En 2018, les noctules ont aussi été contactées plus tardivement que les pipistrelles. L'activité était plus importante en juillet mais n'atteignait pas des niveaux d'activité très forts.

- **Pic d'activité du 14 août 2020**

Durant la nuit du 14 août 2020, 1273,54 secondes d'activité cumulée ont pu être enregistrées. Le niveau d'activité est jugé très fort. Ce pic se caractérise par une activité quasi-exclusive de Pipistrelle de Kuhl et plus faiblement par l'activité de Noctule commune. Durant ce pic, l'activité a été relevée par des vents entre 1 et 2 m/s et par vent de nord-ouest et d'est. Les chauves-souris ont été actives par des températures de 19 à 21°C. Enfin, ce pic a été enregistré entre 01h10 et 03h00 (la majorité entre 1h10 et 01h40).

- **Période automnale (de mi-août à la fin du suivi)**

Entre mi-août et fin novembre, l'activité chiroptérologique est encore régulière. Les niveaux d'activité enregistrés sont toujours hétérogènes (variant de nuls à très forts). En revanche, elle décroît au fur et à mesure que l'automne avance. Ce sont toujours les espèces de lisières qui sont les plus actives en hauteur, même si les espèces de vol haut (et de lisière ou vol haut) continuent à être contactées régulièrement, dans des proportions bien moindres. Deux pics d'activité de niveau très fort ont été relevés en 2020 : le 18 août et le 20 août. En 2018, à cette époque de l'année, l'activité était très hétérogène et moins régulière. Trois pics d'activité avaient été relevés : le 27 septembre, le 3 octobre et le 7 octobre, de niveau Modéré à fort à Fort.

- **Pic d'activité du 18 août 2020**

Durant la nuit du 18 août 2020, 461,29 secondes d'activité cumulée ont pu être enregistrées. Le niveau d'activité est jugé fort. Le pic se caractérise par une activité importante de Pipistrelle de Kuhl et très faiblement par l'activité de Pipistrelle commune, de Noctule commune et de Noctule de Leisler. Durant ce pic, l'activité a été relevée par des vents entre 1 et 3 m/s et par vent d'ouest et de sud-est. Les chauves-souris ont été actives par des températures variant entre 20 et 22°C. Enfin, ce pic a été enregistré entre 21h40 et 03h20 (la majorité entre 22h00 et 22h50 et entre 02h20 et 02h40).

- **Pic d'activité du 20 août 2020**

Durant la nuit du 20 août 2020, 586,27 secondes d'activité cumulée ont pu être enregistrées. Le niveau d'activité est jugé très fort. Ce pic se caractérise par une activité importante de Pipistrelle de Kuhl et très faiblement par l'activité de Pipistrelle commune, de Noctule commune et de sérotules. Durant ce pic, l'activité a été relevée par des vents entre 1,5 et 4,5 m/s et par vent de nord et de nord-ouest principalement. Les chauves-souris ont été actives par des températures entre 26 et 30°C. Enfin, ce pic a été enregistré entre 21h40 et 02h50, mais principalement entre 22h et 22h40.

L'exploitation des différentes strates de hauteurs de vol peut être assez hétérogène au cours d'une même nuit pour un même groupe d'individus. A cette période de l'année, l'expérience montre que ce type de concentration d'activité en hauteur pourrait s'expliquer soit **par la poursuite et l'exploitation ponctuelle d'un essaimage d'insectes** (température importante, faible vitesse du vent), soit **par des comportements sociaux.**

Figure 18 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par espèce relevée en nacelle d'éolienne E1 en 2020

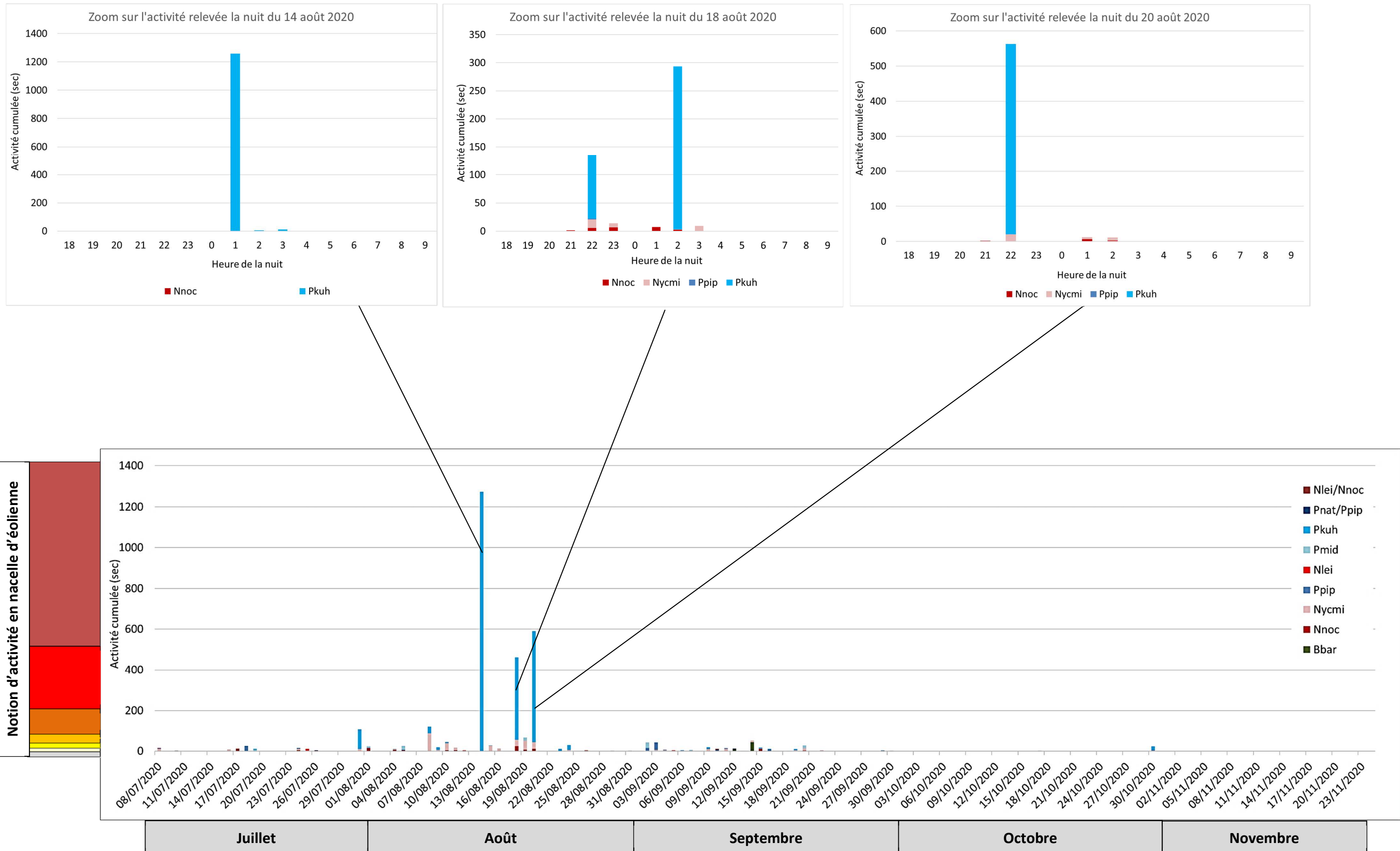
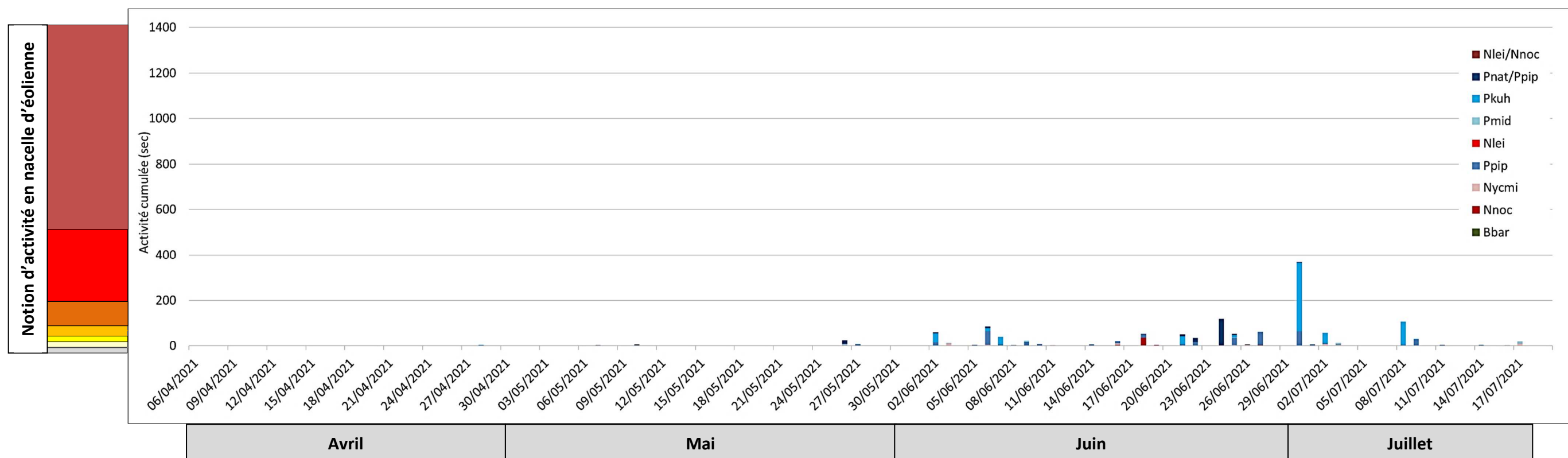


Figure 19 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par espèce relevée en nacelle d'éolienne E1 en 2021



3.3.4 Influence des conditions climatiques

3.3.4.1 Influence de la vitesse du vent

Le principal paramètre avancé à ce jour comme facteur d'influence de l'activité des chauves-souris est la vitesse du vent. L'expérience montre en effet que l'activité des chauves-souris chute de façon corrélée avec l'augmentation de la vitesse du vent. Cela s'explique surtout par le fait que les vents forts limitent l'activité des insectes-proies et donc l'activité de chasse des chauves-souris. Selon la taille des insectes, ces vitesses de vent jouent différemment. Ce qui explique aussi qu'en fonction de la spécialisation du type de proies, l'activité de chasse des chauves-souris sera aussi influencée de façon variable. Il est régulièrement convenu que les espèces les plus grosses sont capables de voler par les vents les plus forts. En réalité, il faut plutôt considérer que les espèces de chauves-souris les plus grosses chassent aussi des proies de plus grande taille susceptibles de voler dans des conditions de vents plus forts. Cette distinction entre influence des vitesses de vent sur les proies de chauves-souris et influence des vitesses de vent sur les chauves-souris elles-mêmes est importante à garder à l'esprit. En effet, sur la base de nombreux sites étudiés dans les mêmes conditions depuis 2009, nous relevons régulièrement que des espèces de taille relativement modeste sont parfois détectées en hauteur par des vents forts voire très forts (ex : Pipistrelle commune jusqu'à plus de 12m/s). Cela peut alors s'expliquer soit par une activité déconnectée de celle des insectes (comportements sociaux, de transit ou de migration), soit par des situations particulières liées à des phénomènes d'aérodynamique favorisés par le vent (ascendances dynamiques), et entraînant des insectes en hauteur et donc les chauves-souris qui les chassent. Autrement dit, si l'activité cumulée des chauves-souris diminue généralement avec la vitesse de vent, ces précisions montrent qu'il faut aussi rester prudent sur des perspectives de phénomènes ponctuels particuliers moins sensibles à ce paramètre.

Le graphique ci-contre témoigne de la corrélation entre l'activité cumulée des chauves-souris en ordonnée en seconde d'activité cumulée et les notions de vitesse de vent en abscisse (en m/s) et en pourcentage d'occurrence de vent sur l'axe de droite. C'est ce type de graphique qui permet généralement d'apprécier le seuil de vent à partir duquel l'activité des différents groupes de chauves-souris diminue de façon significative. Généralement, ce type de graphique montre logiquement que l'activité des espèces de lisières diminue plus vite que celle des espèces de haut vol lorsque la vitesse de vent augmente.

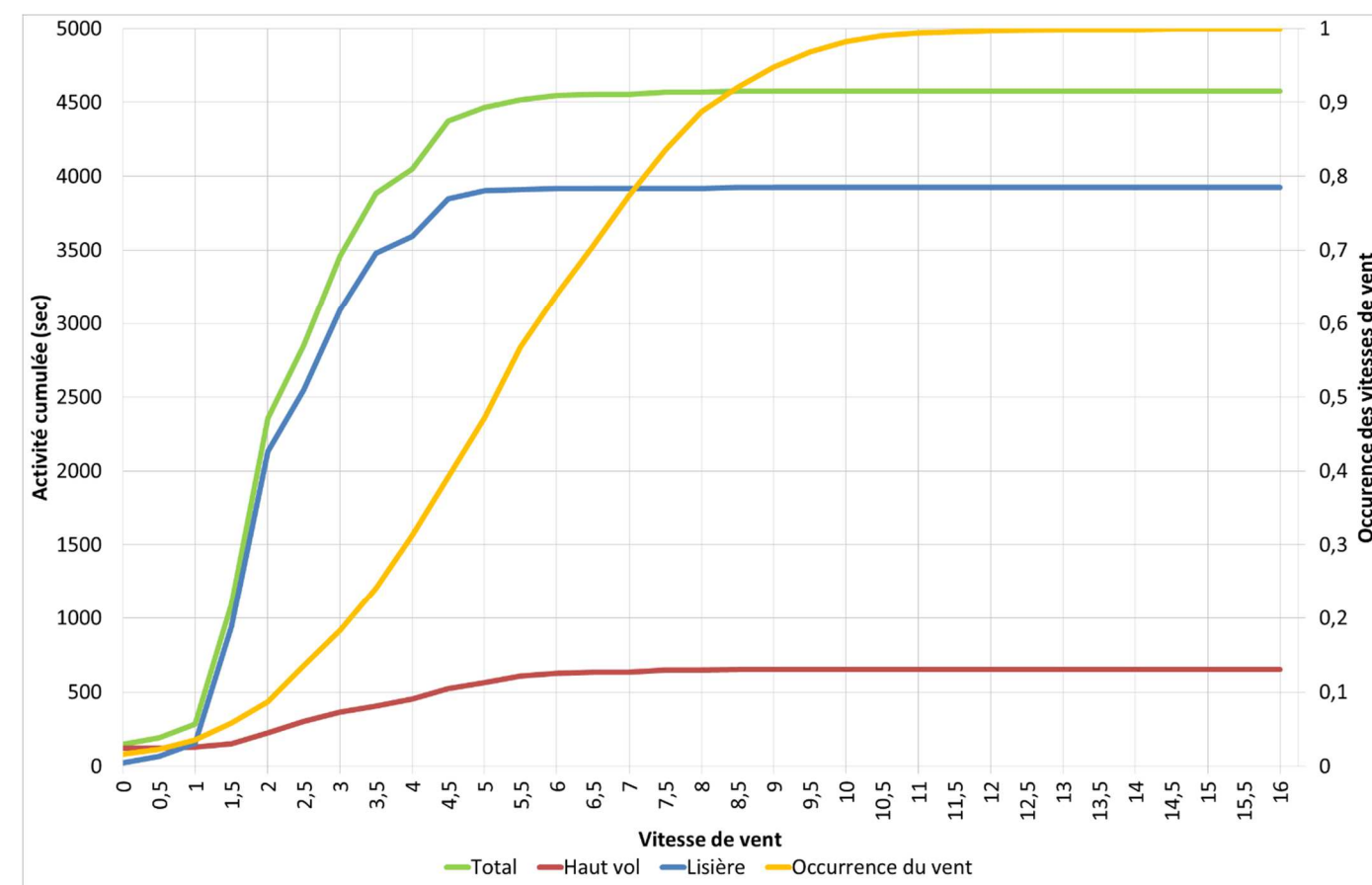
Dans notre cas précis, le graphique témoigne d'une activité cumulée d'espèces de lisière de 3 925 secondes relevées pour des vitesses de vent comprises entre 1 et 8,5 m/s à un niveau de 80% pour des vents d'environ 3 m/s. Plus de 95% de l'activité des espèces de lisières est relevé pour des vents inférieurs à 4,5 m/s.

On remarque des valeurs de vent assez similaires pour les espèces de haut vol malgré une activité globale moins importante. On obtient une activité maximale d'environ 652 secondes cumulées pour des vitesses de vent inférieures à 8,5 m/s et 80% de l'activité relevée par des vents inférieurs à 4,5 m/s. 95% de leur activité est relevé par des vents inférieurs à 6 m/s.

Pour rappel, lors des nuits de pics d'activité, les chauves-souris ont été actives par des vitesses de vent entre 1 et 2 m/s le 14 août 2020, entre 1 et 3 m/s le 18 août 2020 et entre 1,5 et 4,5 m/s le 20 août 2020.

En 2018, la majorité de l'activité des chauves-souris était mesurée par des vents inférieurs à 6 m/s.

Figure 20 : Corrélation inverse entre la vitesse du vent et l'activité cumulée des chauves-souris au niveau de l'éolienne E1 (sur la base des données relevées en 2020-2021 en nacelle d'éolienne)



3.3.4.2 Influence de la direction du vent

La direction du vent peut aussi être un facteur d'influence de l'utilisation du site par les chauves-souris. Au niveau de l'éolienne E1, on s'aperçoit que l'activité totale est plus importante pour certaines directions du vent. Ce constat se manifeste au niveau de la Figure 21 ci-contre. Les graphiques représentent l'activité totale enregistrée et l'occurrence du vent relevée sur l'éolienne E1, selon la direction du vent. Précisons que l'occurrence du vent correspond au nombre de fois où chaque direction de vent a été relevée, par période de 10 min, la nuit et au niveau de l'éolienne.

De ce fait, il s'agit de comparer le graphique de l'activité totale à celui de l'occurrence du vent pour chaque éolienne :

- Dans le cas d'une activité aucunement liée à la direction du vent, la forme des deux graphiques sera similaire ;
- Dans le cas d'une activité plus importante liée à certaines directions de vent (selon l'orientation du vent, des essaimages d'insectes pourraient éventuellement être amenés au niveau du module Batcorder autonome et entraîner une augmentation de l'activité des chiroptères), les deux graphiques auraient alors des différences qu'il conviendra d'essayer d'expliquer.

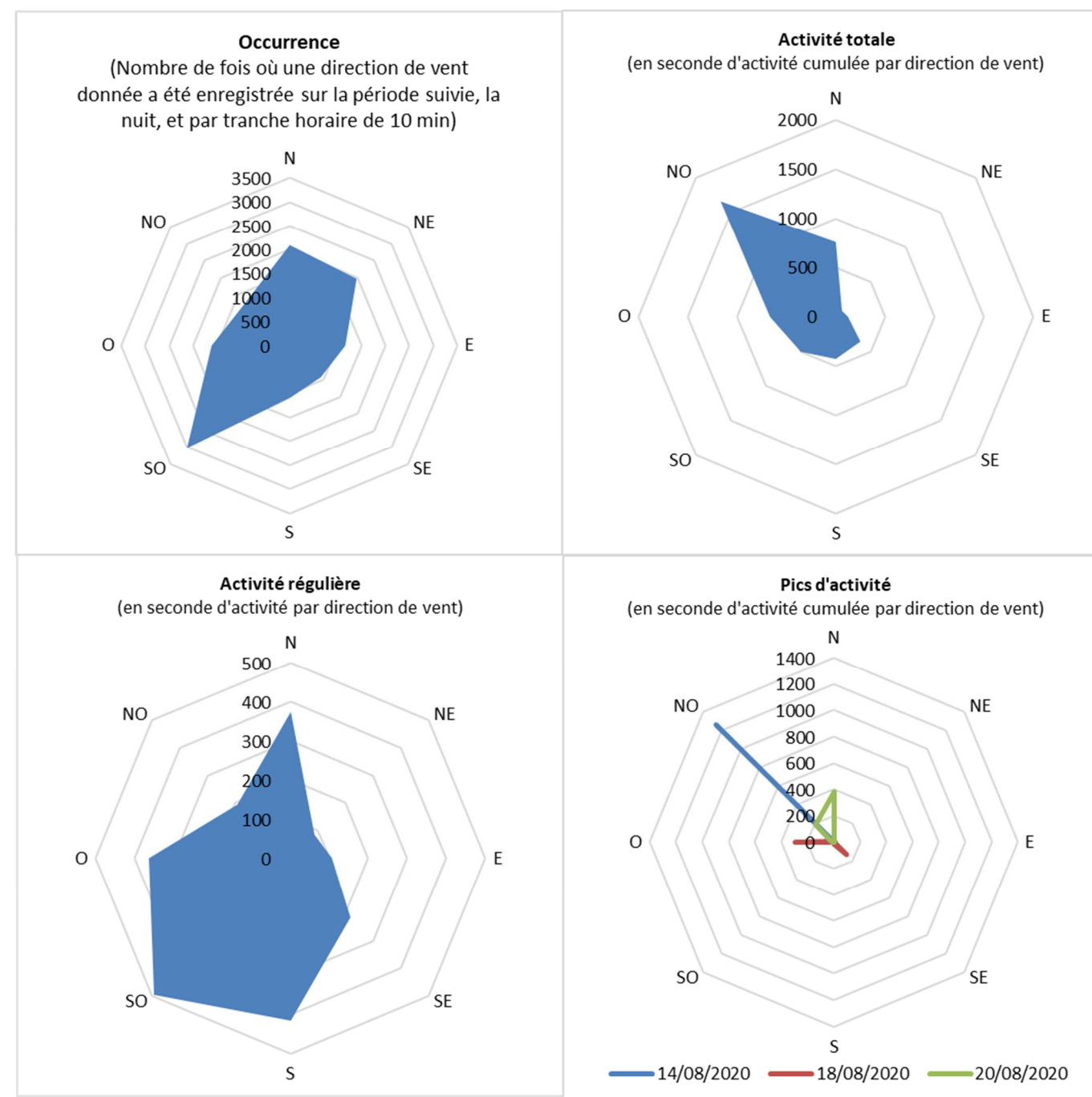
On s'aperçoit que l'activité est généralement la plus importante par vent de nord-ouest. Mais dans la mesure où les vents dominants proviennent du sud-ouest sur la période de référence (occurrence), il semble y avoir une réelle influence positive de l'orientation du vent pour expliquer l'activité des chauves-souris en hauteur.

La distinction entre l'activité dite « régulière » (c'est-à-dire hors pics) et l'activité de pics permet de mettre en évidence une influence positive de la direction du vent lors des nuits de pics, mais moins marquée pour l'activité régulière. Les directions de vent relevées lors des nuits de pics ne correspondent pas avec les vents dominants sur le site (sud-ouest). Par contre, l'activité régulière est plus importante par des vents de sud-ouest (concordant avec les vents dominants) et plus faiblement par des vents de sud, de nord et d'ouest. La direction du vent semble donc moins déterminante pour l'activité dite « régulière ».

Au vu du contexte paysager du parc, l'activité importante enregistrée par vent de nord-ouest ne semble pas à mettre en lien avec la topologie du site (parc en plaine), l'hypothèse d'ascendances dynamiques drainant des insectes en hauteur est donc écartée. En revanche, le parc est implanté en milieu ouvert, et peut donc faire l'objet d'ascendances thermiques (en lien avec le réchauffement des sols).

En 2018, l'activité était plus importante par vent de nord-est. On notera donc une certaine variabilité entre les années de suivi.

Figure 21 : Graphique présentant l'activité totale relevée et l'occurrence du vent enregistrée en fonction des directions du vent, en nacelle d'éolienne E1



3.5.2.3 Influence de la température

La température apparaît également comme un paramètre parfois important à prendre en compte pour expliquer les modalités de fréquentation des chauves-souris.

La courbe d'occurrence de la température correspond au nombre de fois où chaque valeur de température a été relevée, par période de 10 min, la nuit et au niveau de l'éolienne. De ce fait, il s'agit de comparer la courbe d'occurrence à celle d'activité réelle :

- Dans le cas d'une activité aucunement liée à la température, la forme des représentations sera similaire,
- Dans le cas d'une activité liée à certaines valeurs de température (les chiroptères sont connus pour avoir une activité plus faible par température basse), les deux représentations auraient alors des différences qu'il conviendra d'essayer d'expliquer.

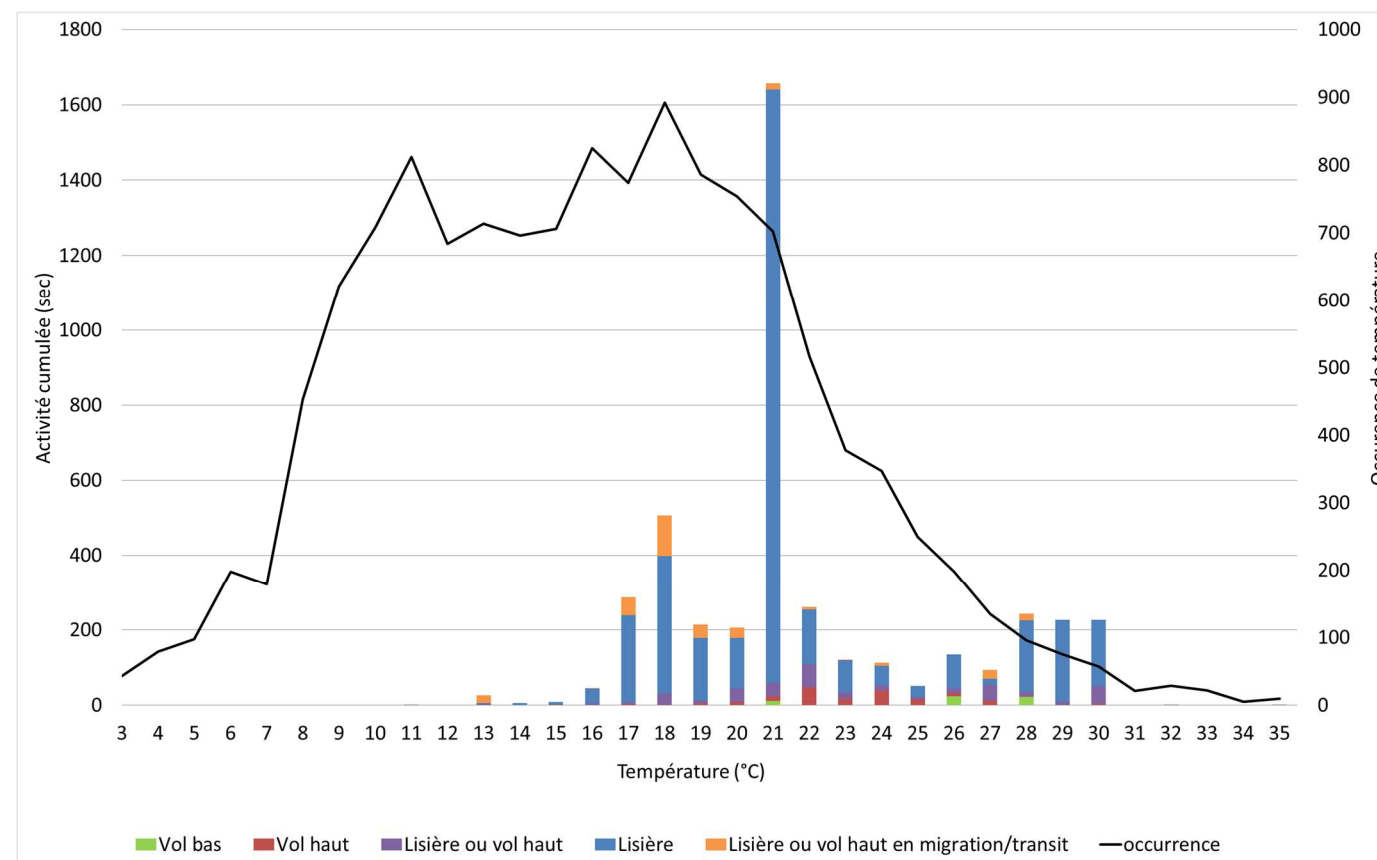
Le graphique suivant montre que l'activité des chauves-souris en hauteur est relevée uniquement à partir de 11°C et jusqu'à des températures de 35°C.

Les 2 représentations (occurrence et activité des chauves-souris) sont décalées l'une par rapport à l'autre, ce qui suppose une influence de la température sur l'activité des chauves-souris. Les chauves-souris ont été actives essentiellement entre 17 et 30°C, tandis que les températures les plus relevées sur le site vont de 11 à 18°C. Les températures plus clémentes sont donc plus favorables à l'activité des chauves-souris.

Pour rappel, les nuits de pics ont été caractérisées par des températures de 26 à 30°C le 14 août, de 20 à 22°C le 18 août et de 19 à 21°C le 20 août.

En 2018, l'activité des chauves-souris étaient concentrées en 15 et 30°C.

Figure 22 : Décomposition de l'activité cumulée des chauves-souris en hauteur au niveau de l'éolienne E1 en fonction de la température relevée sur cette même éolienne et en parallèle des enregistrements d'activité



3.5.4 Rythme d'activité nocturne

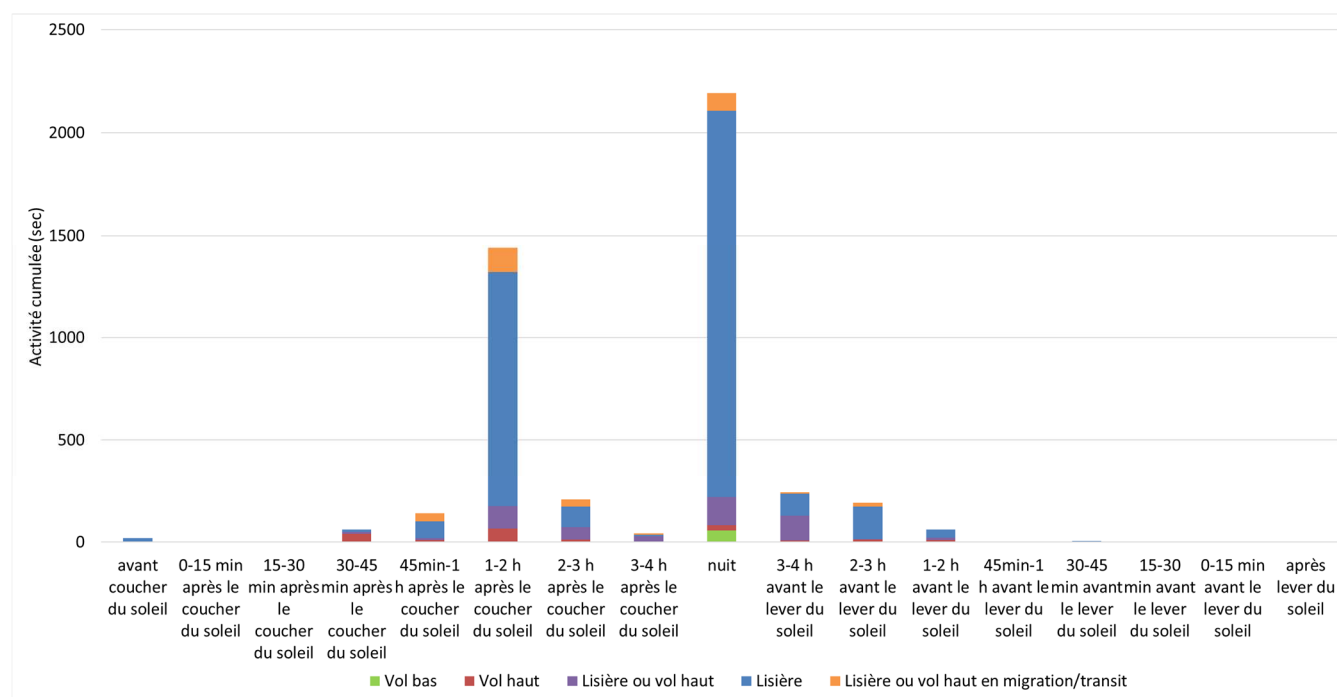
Sur l'ensemble de la période de suivi, les horaires d'activité sont assez variables, mais on remarque que les activités les plus importantes sont relevées surtout en première partie de nuit en hauteur. On notera quand même plusieurs contacts très tôt dans la nuit (avant le coucher du soleil) pouvant correspondre respectivement à **des phases de sorties de gîtes diurnes**. Ce constat est représenté sur le graphique suivant.

Dans notre cas précis, on peut calculer que plus de 80% de l'activité est mesurée entre 1 heure après le coucher du soleil et 4 heures avant le lever du soleil. De même, plus de 95% de l'activité est mesurée entre 45 minutes après le coucher du soleil et 2 heures avant le lever du soleil.

13 contacts sont relevés avant le coucher du soleil, fin septembre et en octobre 2020. Il s'agit principalement de contacts de Pipistrelle de Kuhl. A cette époque de l'année, il pourrait s'agir de mouvements de déplacements automnaux entre les gîtes.

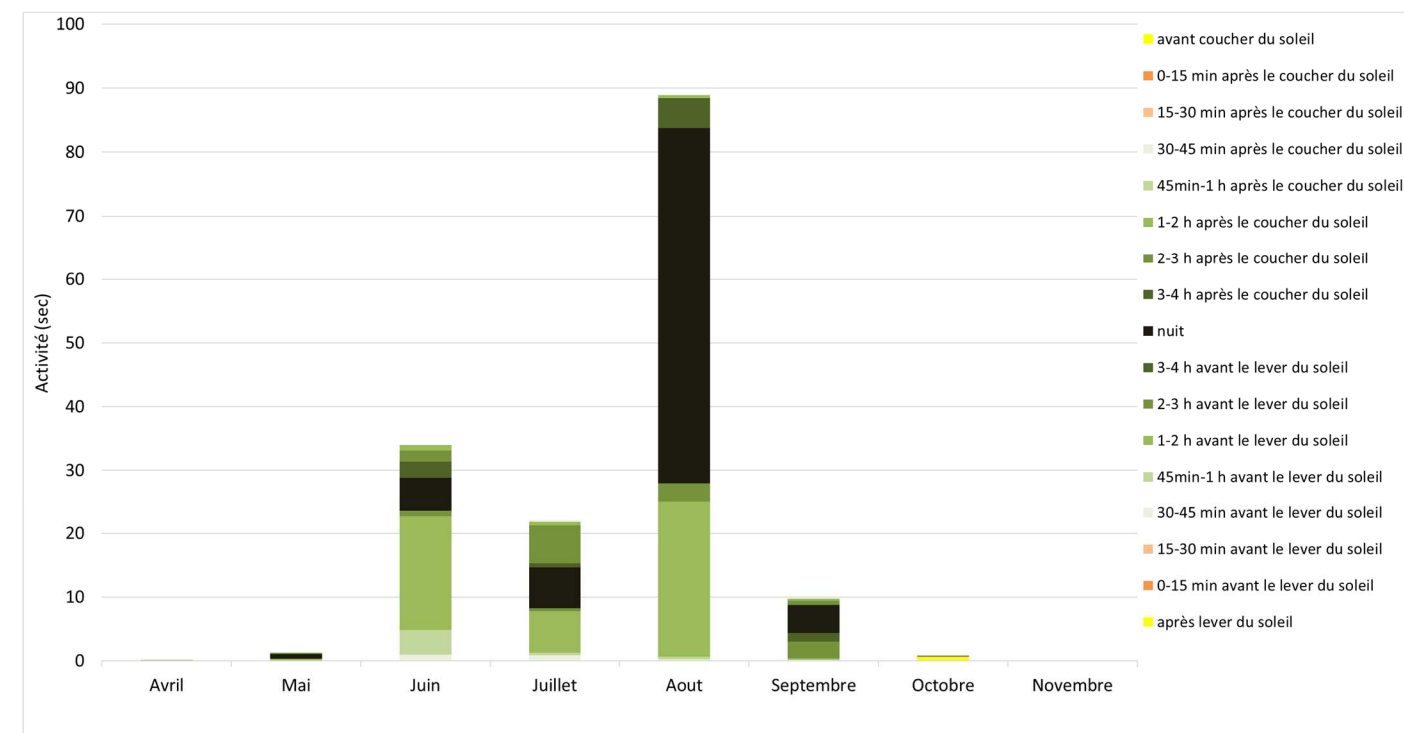
En 2018, plus de 95% de l'activité est mesurée entre 1 heure après le coucher du soleil et 1 heure avant le lever du soleil.

Figure 23 : Rythme d'activité nocturne (en seconde d'activité cumulée) par groupe d'espèces mesuré au niveau de l'éolienne E1 (en 2020-2021)



Le rythme d'activité nocturne des chauves-souris est essentiellement de première partie de nuit, excepté en juillet où leur activité semble plus étalée sur toute la nuit.

Figure 24 : Décomposition de l'activité moyenne (en seconde d'activité par nuit) des chauves-souris au niveau du module Batcorder autonome en nacelle d'éolienne E1, en fonction de l'écart avec le lever ou le coucher du soleil



3.5.5 Chronologie de l'activité mensuelle par espèce ou groupe d'espèces

Les figures suivantes caractérisent l'évolution mensuelle de l'activité chiroptérologique par espèce et groupe d'espèces, en nacelle d'éolienne E1.

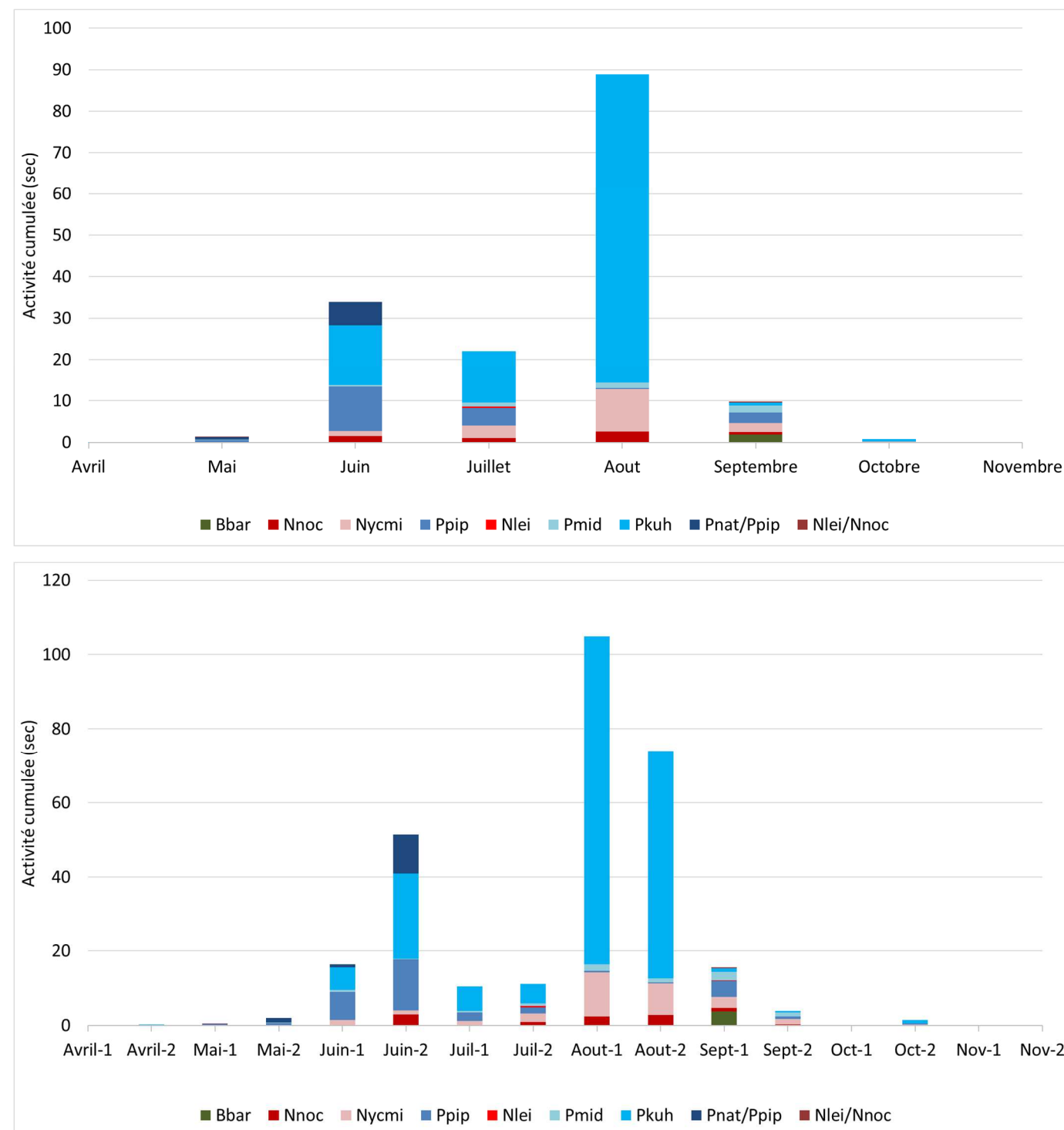
L'activité chiroptérologique est plus importante en août, ce qui est logique puisque c'est à cette période que 3 pics d'activité de niveau fort et très fort ont été relevés. Ce constat est à mettre en lien avec l'activité de Pipistrelle de Kuhl, espèce la plus contactée en altitude.

Concernant les espèces de lisière, l'activité est assez hétérogène et surtout liée aux conditions climatiques. Leur activité est plus importante entre juin et août principalement. A l'échelle de la quinzaine, elles ont été plus actives de mi-juin à fin juin et en août. Aucune activité n'a été relevée au cours de la première semaine d'avril et en novembre. Leur activité en hauteur est donc plutôt concentrée à la belle saison, témoignant d'une activité de chasse en hauteur.

Concernant les espèces de vol haut (Noctule de Leisler et Noctule commune), le graphique montre une activité plus importante en été, pouvant laisser supposer que ces 2 espèces utilisent le site plutôt en période d'élevage des jeunes et en migration.

Concernant les espèces de vol bas, la Barbastelle d'Europe a été active en hauteur en septembre. La plupart du temps, l'activité des espèces de vol bas est nulle en hauteur, mais dans de rares cas, ces espèces sont retrouvées en hauteur. Pour la Barbastelle d'Europe, elle est généralement contactée en hauteur en septembre, comme c'est le cas ici. Cette activité pourrait être mis en lien avec une activité de transits automnaux.

Figure 25 : Activité journalière moyenne (en secondes d'activité) relevée selon les espèces contactées par le module Batcorder autonome en nacelle d'éolienne E1, selon le mois de l'année (graphique du haut) et la quinzaine (graphique du bas) corrigé en fonction de nombre de jours d'enregistrement



4 SUIVI DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX

4.1 Objectifs des suivis de la mortalité 2020-2021

Le suivi de la mortalité sous les éoliennes du parc éolien des 3 Ormes rentre dans le cadre de la réglementation ICPE (article 12 de l'arrêté du 26 août 2011) et d'un ensemble de suivis thématiques ciblés sur les effets des éoliennes sur l'activité et la mortalité des chauves-souris et des oiseaux.

Le suivi de la mortalité sous les éoliennes est l'option de suivi la plus consommatrice de temps pour obtenir des résultats pertinents. Elle reste pour autant l'un des thèmes d'étude prépondérants du suivi post-implantation sur la biodiversité, sans quoi l'interprétation des données des autres thèmes reste limitée.

Le suivi de cette mortalité vise donc à apporter des informations précises et ciblées sur :

- le **taux de mortalité** estimé pour l'ensemble du parc éolien des 3 Ormes, par unité de temps. Le taux de mortalité est une **estimation quantitative** de la mortalité réelle sur la base des mortalités brutes corrigées ;
- les modalités de mortalité observées par une double approche dans l'espace (par éolienne, en fonction de la configuration du parc éolien, des milieux concernés, du type de végétation) et dans le temps (en fonction de la phénologie des espèces, des conditions climatiques, des comportements...);
- les espèces les plus exposées en fonction des milieux et en fonction des conditions météorologiques... A la différence du taux de mortalité, les deux derniers points visent à apporter une caractérisation qualitative de l'impact par mortalité.

De façon plus générale, idéalement, les résultats du suivi de la mortalité doivent être analysés en parallèle des résultats d'activité des chauves-souris et des oiseaux. C'est en croisant les résultats d'activité, de mortalités et les conditions environnementales qu'il est alors possible de comprendre au mieux les conditions de risques à anticiper et permettra alors le choix de mesure appropriées. Dans notre cas précis, la quantité de données de suivis lors des deux campagnes de suivis ne nous permet pas encore de préciser l'évolution interannuelle des impacts et des conditions de risques sur le long terme.

Le tableau de synthèse générale des données brutes de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux retrouvés lors des suivis 2020 et 2021 est présenté en Annexe 3 : Données brutes de mortalités découvertes page 102.

4.2 Méthodologie

4.2.1 Choix d'une méthode standardisée

Le choix d'une méthodologie standardisée est particulièrement important pour réaliser le suivi de mortalité. Ce choix apporte le triple avantage :

- de faire l'économie de biais méthodologiques déjà expérimentés ailleurs, et d'aboutir sur des résultats pertinents et parfaitement exploitables dès le début de l'étude,
- d'éviter une modification trop importante du protocole d'une année sur l'autre pour permettre une analyse efficace de l'évolution des résultats dans le temps,
- d'être en mesure de comparer les résultats obtenus avec ceux d'autres suivis réalisés sous d'autres parcs éoliens et sur d'autres types de milieux (regards croisés).

La méthode standardisée développée par WINKELMAN (1989) est adaptée au suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux. Cette méthode a été reprise et adaptée dans le cadre d'autres suivis (ERICKSON et al. 2002, ERICKSON 2003, KERNS et KERLINGER 2004, COSSON et DULAC 2004, ARNETT 2005, BEUCHER et KELM 2010...) et représente notre cadre de travail. À partir de cette base méthodologique, la configuration du site éolien, l'assolement et notre recul vis-à-vis de ce protocole nous permettent de cibler et d'ajuster plus spécifiquement le suivi du parc des 3 Ormes (choix des périodes de suivi, choix des cadavres test, délimitation des transects de recherche...).

Globalement, la méthode consiste en la recherche d'animaux morts (chauves-souris et oiseaux) autour des éoliennes comme première évaluation du nombre de mortalités entraînées par le fonctionnement des éoliennes. En tenant compte de plusieurs coefficients correcteurs dont principalement l'efficacité **des chercheurs** (« taux de détection ») et la **vitesse du retrait des carcasses** par les charognards (« taux de persistance »), le dénombrement des carcasses permet d'estimer un **taux de mortalité moyen** à l'échelle du parc éolien pour la période qui aura été suivie.

La méthode de travail retenue est conforme aux prescriptions du Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres (révision 2018) du MTES.

4.2.2 Choix des périodes de suivis et fréquence des visites

Le protocole de suivi de la mortalité doit scrupuleusement respecter les prescriptions de l'arrêté préfectoral relatif au parc, être adapté aux risques mis en évidence lors de l'étude d'impact et être conforme au protocole de suivi environnemental de 2018.

Ce dernier précise que « *le suivi de mortalité des oiseaux et chiroptères sera constitué au minimum de 20 prospections, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi-mai à octobre), en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site. A ce titre, il est rappelé que la période de mi-août à fin octobre qui correspond à la période de migration postnuptiale pour l'avifaune et*

4.2.3 Choix des éoliennes suivies

Par expérience, et devant le caractère très hétérogène de l'impact sur la faune volante généré d'une éolienne à une autre, le choix de suivre toutes les éoliennes du parc avec une même pression de suivi était la solution la plus pertinente. C'est ce qui fut retenu, avec, nous le verrons, cependant, quelques particularités à prendre en compte selon les éoliennes et les différentes contraintes qui peuvent y être liées (milieux défavorables à la recherche...).

4.2.4 Organisation des parcours de prospection

Les carrés de prospection sont définis pour faire en sorte qu'une surface d'un rayon d'au moins 50 m autour des mâts des éoliennes soit couverte, correspondant au moins à la zone de survol des pales (pales de 50 m). Cette surface est aussi conforme avec les prescriptions nationales du protocole de suivi environnemental publié en avril 2018. Concrètement, nous choisissons de réaliser les transects de prospection sur des carrés échantillons de 100 m de côté, permettant donc de couvrir 1 ha sous chaque éolienne.

La recherche sous chaque éolienne doit être réalisée seulement au niveau des zones prospectables. C'est-à-dire au niveau de la végétation herbeuse (moins de 60 cm de hauteur) et le gravier. Les boisements, les zones arbustives (genêts, jeunes arbres...) ainsi que les secteurs en culture ne doivent pas être prospectés.

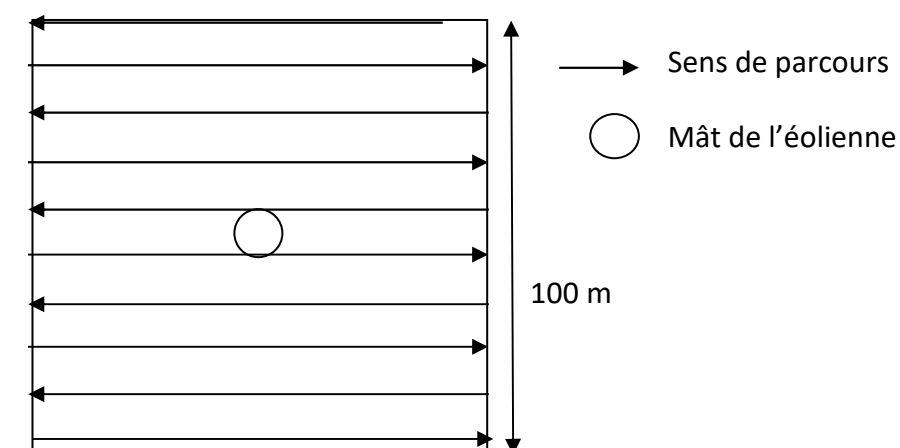
4 types ont ainsi été définis pour prendre en compte l'évolution des milieux au cours de la période de suivi, dans l'estimation du taux de mortalité, que sont :

- **Type 1 (à prospecter)** : zone très facilement prospectable (gravier, terre battue sans aspérités...)
- **Type 2 (à prospecter)** : zone facilement prospectable (labour, gravier avec végétation rase, végétation très basse et peu dense (< 30 cm) ...)
- **Type 3 (à prospecter)** : zone moyennement prospectable (végétation herbeuse et peu dense, > 30 cm mais inférieure à 60 cm, bruyères, zone hétérogène...)
- **Type 4 (non prospecté)** : zone non prospectable (friches, ronces, fougères, herbes hautes (> 60 cm) et denses, végétation arbustive (genêt, arbustes...), végétation arborée ou zone de culture (blé, maïs, colza...), secteur avec bétail (selon le comportement des animaux), éolienne en maintenance...

La durée de prospection sous une éolienne pour 100 % de prospection du carré (1 hectare) est d'environ 30 min. Pour une zone de prospection correspondant à 50% du carré, la durée de prospection sera proportionnelle, soit d'environ 15 min. Il convient donc d'adapter son allure à cette durée de prospection faisant référence pour l'ensemble des observateurs afin de limiter le biais « observateur » au maximum.

La phase de prospection suit une méthodologie visant à limiter le risque de non découverte. Un parcours de prospection (transect) a donc été établi au cours de la première visite afin d'avoir autant que possible une pression de prospection égale pour chaque zone de prospection (en temps et en linéaire parcouru), et pour pouvoir faire des comparaisons pertinentes au sein du parc éolien. C'est d'autant plus facile que les surfaces prospectables sont homogènes d'une éolienne à l'autre. La recherche de cadavres sous les éoliennes se fait donc par transects parallèles plus ou moins espacés (2-3 m dans les zones moyennement ou difficilement prospectables, et 5 m ou plus dans les zones de gravier ou de végétation rase).

Figure 27 : Schéma représentatif du transect de prospection théorique



Les figures des pages suivantes précisent les surfaces prospectées et non prospectées pour la campagne de suivi de 2020-2021.

Au moment des phases de prospection, plusieurs techniques sont utilisées à tour de rôle pour permettre une recherche méthodique. Avec un GPS de terrain (ou suivi de trace sur smartphone) et les repères de terrain, il est possible de se positionner constamment au sein du carré préenregistré, de visualiser le transect en cours, et orienter la suite du parcours en fonction. Sans GPS, sont parfois utilisés deux piquets métalliques déplacés régulièrement en bout de chaque ligne de parcours (d'une distance de 6 à 20m par rapport à la ligne précédente), permettant de donner l'axe à suivre pour la nouvelle ligne. Cette méthode est apparue plus efficace que le GPS de façon générale, et notamment dans les secteurs proches des zones arbustives. Enfin, lorsque que c'est le même chercheur qui intervient régulièrement, des habitudes de parcours se prennent assez vite après plusieurs passages, ce qui permet progressivement de s'affranchir du recours à la méthode des piquets.

Pour l'ensemble de la période de suivi, il est possible de calculer le pourcentage de prospection pour chaque zone délimitée (100% : surface prospectée à chaque visite, 0% : surface non prospectée sur la période). Ce paramètre est aussi pris en compte dans le calcul du coefficient surfacique. La figure de la page suivante propose de visualiser les surfaces prospectées ainsi que le pourcentage de prospection associé.

Figure 28 : Carte de l'orientation des carrés et de la surface prospectée lors du suivi mortalité sous les éoliennes du Parc des 3 Ormes en 2020-2021



4.2.5 Recueil des données et destination des cadavres

De façon générale, chaque visite nécessite de renseigner une fiche de terrain prévue à cet effet comprenant la date de la visite, les heures de début et de fin de recherche, les conditions climatiques, la direction du vent, l'activité des éoliennes, l'état de la végétation, les conditions de visibilité. En fin de campagne de suivi, toutes les fiches de terrain sont saisies sur tableur et rassemblées pour analyse.

Chaque fois qu'un cadavre est découvert, il est localisé sur une carte de terrain. La distance et l'azimut sont mesurés vis-à-vis du mât de l'éolienne.

Le cadavre est photographié et identifié autant que possible par l'utilisation de différents critères morphologiques plus ou moins disponibles selon l'état du cadavre (forme du tragus, taille de l'avant-bras, cellules alaires, pénis...). Dans la mesure du possible, au-delà de l'espèce, d'autres données sont relevées concernant l'âge, le sexe, l'état de décomposition ou de prédation, l'heure de découverte, l'estimation de la date de mortalité... Pour éviter les risques de confusion, chaque cadavre est répertorié avec un code permettant son identification a posteriori et la précision du découvreur. Une photo du cadavre est également prise à proximité du sac de congélation préalablement codifié. Il est alors prélevé pour procéder aux analyses a posteriori.

Tous les cadavres prélevés sont conservés dans un congélateur. En fin de campagne annuelle, l'ensemble des cadavres est rassemblé. Chacun d'entre eux fait alors l'objet d'une deuxième analyse à l'aide de clés de détermination plus détaillées et pour préciser certains détails pas toujours aisés à déterminer sur le terrain selon les conditions climatiques (critères d'âges, de sexe, indices de reproduction...).

Concernant les chiroptères, la phase de détermination se fait donc souvent à plusieurs reprises, par différents chiroptérologues formés aux techniques de captures, sur la base de diverses clés de détermination des chauves-souris (Clef de détermination des chauves-souris de Midi Pyrénées (DEJEAN, 2007), Clé de détermination illustrée des chauves-souris d'Europe (DIETZ C. & HELVERSEN O., 2004), Cahier technique d'identification des chiroptères (MARMET J., 2018) ...).

Pour les oiseaux, la phase de détermination se fait par différents ornithologues, sur la base de diverses clés de détermination d'oiseaux (Guide ornitho (SVENSSON L., MULLARNEY K., ZETTERSTRÖM D., 2015), Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale (FRAIGNEAU C., 2017), sites internet spécialisés...).

La fiche type de saisie de données de terrain est présentée en Annexe 2 de la page 100.

Figure 29 : Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves-souris pour des cadavres retrouvés sous des éoliennes



4.2.6 Détermination des coefficients correcteurs

4.2.6.1 Organisation générale

Le nombre total de chauves-souris ou d'oiseaux tués par les éoliennes est égal au nombre de chauves-souris ou d'oiseaux trouvés morts au cours de la phase de recherche, plus ceux qui ont été tués et qui n'ont pas été retrouvés (cadavres non découverts dans la végétation ou prélevés par la faune nécrophage locale). Le calcul du taux de mortalité nécessite donc la prise en compte de coefficients d'erreur déterminés au préalable et liés à :

- l'efficacité de la découverte des cadavres d'une part (« **taux de détection** »),
- et au temps que la faune nécrophage met à faire disparaître le cadavre d'autre part (« **taux de persistance** »).

Les suivis de mortalité réalisés montrent que ces coefficients correcteurs varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre de charognards sur le site, proximité de villages, accoutumance des prédateurs, évolution de la couverture végétale, fréquentation touristique, période de chasse, météo, type et taille des cadavres...).

Deux sessions de détermination de ces coefficients correcteurs ont été réalisées durant la campagne de suivi.

Pour la campagne de 2020-2021, les tests de détection et de prédation ont été réalisés le 17 août 2020 et le 5 mai 2021.

4.2.6.2 Test de l'efficacité du chercheur (ou « test de détection »)

L'objectif de ce test est d'apprécier l'efficacité du chercheur (nombre de cadavres trouvés par rapport au nombre de cadavres déposés), tout en tenant compte du niveau de difficulté de prospection (hauteur de végétation, densité de végétation, etc). A ce propos, les zones « non prospectables » ne font pas l'objet de test.

Deux tests de détection sont effectués au cours du suivi de la mortalité, répartis sur différentes saisons. Des peluches de tailles et de couleurs différentes sont utilisées pour mimer des cadavres de chauves-souris et d'oiseaux. Les peluches de souris sont utilisées pour les chauves-souris, les peluches oiseaux sont utilisées pour les passereaux et les peluches de grande taille (type rapace) sont utilisées pour les rapaces (cf. Figure 30). Autrement dit, les coefficients correcteurs utilisés pour calculer le taux de mortalité des chiroptères se baseront sur les résultats de test liés aux peluches de souris. Pour les oiseaux, ils se baseront sur les résultats de test liés aux petites peluches d'oiseaux (type passereaux) et ceux liés aux plus grands oiseaux (type rapace).

Au total et pour chaque test de détection, 10 peluches de souris, 7 peluches d'oiseaux et 3 gros gabarits de peluches d'oiseaux sont dispersés (soit un total de 10 peluches pour mimer les chauves-souris et 10 peluches pour mimer les oiseaux).

Figure 30 : Clichés des peluches utilisées pour la réalisation des tests de détection



Le choix de l'éolienne sous laquelle se fait le test de détection est basé sur la meilleure représentativité des types de milieux présents sur le parc éolien.

Les peluches doivent être dispersées de manière la plus équitable possible au niveau de chaque type de surface prospectable (ex : sur les 10 peluches de souris, 3 sont placées sur du type 1, 4 sur du type 2 et 3 sur du type 3). Cette équité de dispersion doit se faire avec les « petites » peluches entre elles et avec les « grosses » peluches entre elles.

Cette répartition dans différents types de végétation permet ainsi de prendre en compte la difficulté de détection des peluches par le chercheur en fonction de la taille ou de la couleur des peluches mais aussi du substrat au sol.

Figure 31 : Clichés témoignant de la difficulté de perception des peluches test dispersées



Il faut être 2 personnes pour réaliser les tests, c'est-à-dire une personne qui disperse les peluches (« disperseur ») et une autre qui les recherche par la suite (« chercheur »). Le disperseur va les positionner sur la zone test. Evidemment, le chercheur n'est pas présent sur la zone au moment de la dispersion. Les limites de la zone test correspondent aux carrés de prospection. Les peluches sont dispersées sur l'ensemble du carré et dans les différents types de végétation. Le disperseur note alors sur carte de terrain la position de chaque peluche en précisant le code affecté à celle-ci (« G1 » pour première peluche de grande taille, « P2 » pour seconde peluche de petite taille ...).

Une fois la dispersion effectuée, la recherche destinée à identifier le taux de découverte peut commencer. Le chercheur parcourt donc la parcelle de façon méthodique, suivi par le disperseur qui consulte en même temps les relevés de position sur carte. Il ne donne aucune information au chercheur sur le positionnement des peluches, mais veille à l'efficacité de la recherche en informant le chercheur sur la régularité de son parcours (parallélisme des lignes virtuelles, limites de la zone test, régularité de la vitesse de prospection...). Chaque fois que le chercheur découvre une peluche, le disperseur enregistre cette découverte, puis la peluche-test est retirée de la zone de prospection. En fin de session, les résultats

permettent d'apprécier l'efficacité du chercheur, caractérisée par le « taux de détection » (nombre de cadavres découverts / nombre de cadavres déposés).

4.2.6.3 Tests de disparition (ou « test de persistance »)

L'objectif de ce test est d'apprécier la vitesse de disparition des cadavres, soit le nombre de jours au bout duquel les cadavres disparaissent totalement.

Selon la taille du parc, 2 à 10 tests sont effectués au cours de la période de suivi. Le tableau ci-dessous détaille le nombre de tests à réaliser au cours de l'année (à des périodes différentes) et le nombre de cadavres de poussins à utiliser.

Figure 32 Détail du nombre de tests à effectuer et de poussins à utiliser pour les tests de disparition en fonction de la taille du parc éolien

Nombre d'éoliennes sur le parc	Taxons à l'étude		Nombre de test à réaliser dans l'année
	Chauves-souris	Oiseaux	
	Nombre de poussins	Nombre de poussins doublés (poussins mis côte à côte)	
1 éolienne	3	1 poussin doublé (donc 2 poussins)	10
2 éoliennes	6	2 poussins doublés (donc 4 poussins)	5
3 éoliennes	8	2 poussins doublés (donc 4 poussins)	4
4 éoliennes	11	3 poussins doublés (donc 6 poussins)	3
≥ 5 éoliennes	15	5 poussins doublés (donc 10 poussins)	2

Ce choix se justifie par la nécessité d'avoir assez de données pour permettre une idée précise du taux de prédation sur le site, mais aussi pour éviter de répartir un grand nombre de proies potentielles sous une même éolienne (exemple d'un parc éolien à 2 éoliennes) et favoriser l'attractivité des nécrophages. Dans le cas présent, deux tests de prédation ont été effectués sur le site.

Pour une meilleure efficacité lors de la recherche des cadavres par suite, le disperseur s'aide au maximum des éléments structurant le secteur pour disperser les cadavres (ex : mi-distance entre l'éolienne et un chemin, angle d'une parcelle, tas de pierres, branches proches des cadavres, planter un piquet...).

Pour ce faire, des poussins d'élevage sont placés sous les éoliennes de manière la plus équitable possible au niveau de chaque type de sol prospectable (types 1, 2 et 3), comme pour le test de détection.

Afin d'être plus représentatif et éviter qu'un seul nécrophage ne prélève l'ensemble des cadavres déposés sous une seule éolienne, les cadavres ont été dispersés sous l'ensemble du parc (ou bien une

éolienne sur 2 selon la taille du parc) pour tester cette persistance en fin de test d'efficacité du chercheur. Pas plus de 3 cadavres tests sont ainsi disposés sous la même éolienne.

Ne disposant actuellement que de poussins d'élevage de taille comparable, le poussin est considéré comme le cadavre test de petite taille (chauves-souris ou passereaux). Pour les cadavres de grande taille, 2 cadavres de poussins sont disposés l'un contre l'autre.

Pour apprécier la vitesse de disparition des cadavres, il suffit de revenir sur chaque carré de mortalité après un délai variable, le parcourir de façon méthodique (comme lors du test de l'efficacité du chercheur) et de s'aider de la carte de terrain pour noter la disparition ou le déplacement des cadavres par rapport aux positions initiales. C'est en effectuant ce travail à plusieurs reprises que l'action des nécrophages est mesurée par unité de temps.

Les visites retour-tests sont réalisées de la façon suivante :

- une visite le lendemain de la dispersion des cadavres (Retour test 1),
- puis 3 jours après la dispersion (Retour test 2),
- puis au bout de 7 jours après la dispersion (Retour test 3).

Les retours-tests suivant sont espacés de 7 jours. Ces retours-tests sont réalisés jusqu'à ce que l'ensemble des cadavres-test ait disparu. Les retours-tests 1 à 3 sont rapprochés car souvent les poussins disparaissent dans la semaine. Il est donc important de revenir sur site régulièrement pour avoir une idée précise de la vitesse de disparition des cadavres-tests.

4.2.6.4 Coefficient de correcteur surfacique

Ce coefficient correcteur est déterminé *in fine*, après avoir saisi l'ensemble des fiches de terrain. Il se base sur les zones réellement prospectées au cours du suivi (Type 1 + Type 2+ Type 3) versus la zone de 1 ha par éolienne théoriquement prospectable, et aussi sur la dispersion des cadavres.

4.2.6.5 Calculs du taux de mortalité

La méthode standardisée développée par WINKELMANN (1989) est adaptée au suivi de la mortalité des chauves-souris et oiseaux. Cette méthode a été reprise et adaptée dans le cadre d'autres suivis vis-à-vis de suivis liés à l'éolien (ERICKSON et al. 2002, ERICKSON 2003, KERN et KERLINGER 2004, COSSON et DULAC 2004, ARNETT 2005...) et sera aussi à la base de la méthodologie exploitée ici. Néanmoins pour l'analyse des résultats, la formule de Winkelmann paraît moins adaptée que d'autres développées plus récemment au niveau international dans le cadre de suivis de la mortalité sous des parcs éoliens (HUSO, JONES, ERICKSON...), puisque cette formule surestime le taux de mortalité. Les résultats seront donc présentés pour chacune des 5 formules disponibles à ce jour à notre connaissance.

Ces 4 à 5 formules sont proposées par la littérature spécialisée pour permettre d'estimer, au regard des découvertes de cadavres et des résultats de coefficients correcteurs, la mortalité que le parc aura pu générer par éolienne et par an. Les différentes formules utilisées sont les suivantes : Winkelmann, Erickson, Huso et Jones. Mais devant les nombreux biais à prendre en compte dans le cadre d'un exercice d'estimation d'une mortalité annuelle, sans vouloir préjuger de la pertinence mathématique de chaque formule, et pour faciliter des comparaisons pertinentes et objectives entre les résultats avec d'autres résultats de suivis des mortalités menés sur d'autres parcs éoliens, les résultats obtenus seront présentés avec chacune des formules. Une moyenne entre ces formules sera aussi proposée sur la base de la comparaison interannuelle des résultats.

Il faut préciser que la typologie de la couverture végétale au niveau de chaque carré de prospection sera prise en compte pour permettre de distinguer l'influence de ce paramètre aussi bien sur la pression de prédation des nécrophages que sur l'efficacité de la recherche. Au cours de chaque passage, le chercheur précise alors au niveau du tableau l'évolution de cette végétation (taille de l'herbe qui pousse, opérations de débroussaillage...), de sorte qu'il sera possible de faire évoluer les valeurs de coefficients correcteurs de façon fine au cours de la campagne de suivi.

Aussi, 2 méthodes distinctes sont utilisées pour mener l'estimation du taux de mortalité :

- **La méthode des « moyennes »** est basée en grande partie sur une estimation moyenne des différents paramètres :
 - Plusieurs valeurs sont calculées sans prendre en compte la différence de prédation selon le type de végétation (p et Tm notamment)
 - Le taux de détection est quant à lui issu d'une pondération entre les taux de détection sur chacun des types de végétation et le pourcentage de prospection de ces types de végétation. Ces paramètres sont ici calculés une fois, pour toute la période de suivi, quelle que soit l'évolution de l'habitat (pousse de la végétation selon les périodes de l'année).

- **La méthode « pondérée »** est quant à elle basée sur la prise en compte des différents types de végétation et de l'évolution éventuelle de ces types de végétation durant la période de suivi.
 - Dans le cas d'une faible évolution de la hauteur de végétation durant le suivi, les paramètres seront donc estimés comme suit :
 - Le taux de détection est toujours issu d'une pondération entre les taux de détection sur chacun des types de végétation et le pourcentage de prospection de ces types de végétation.
 - Les paramètres p et tm sont aussi issus d'une pondération entre le calcul de ces mêmes paramètres selon le type de végétation et le pourcentage de prospection de ces types de végétation.

 - Dans le cas d'une évolution de la hauteur de végétation durant le suivi, cette méthode permet d'ajuster les paramètres selon des « périodes » où le pourcentage de chaque type

de végétation prospecté est homogène. Les paramètres seront donc estimés comme suit pour chacune des périodes identifiées :

- Le taux de détection est toujours issu d'une pondération entre les taux de détection sur chacun des types de végétation et le pourcentage de prospection de ces types de végétation selon la période considérée.

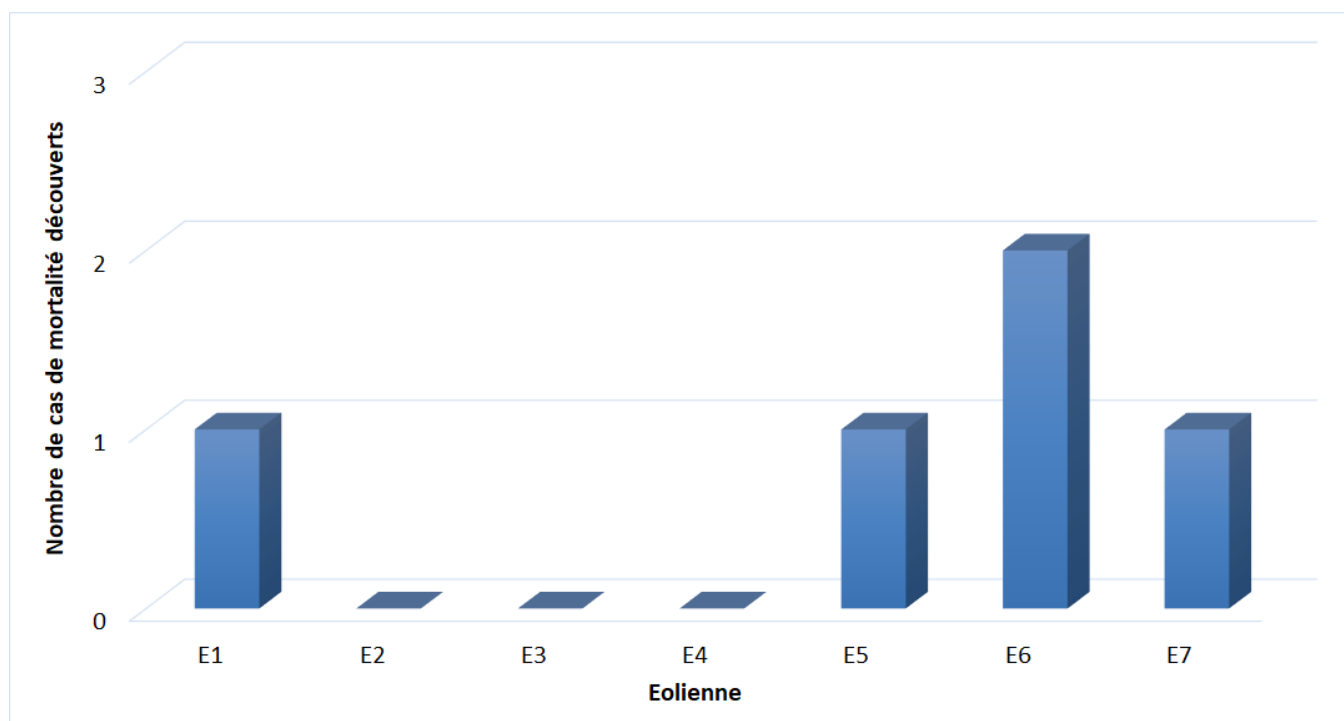
Les paramètres p et tm sont aussi issus d'une pondération entre le calcul de ces mêmes paramètres selon le type de végétation et le pourcentage de prospection de ces types de végétation selon la période considérée.

4.3 Bilan de la mortalité des chauves-souris en 2020-2021

4.3.1 Bilan des mortalités par éolienne

5 chauves-souris furent retrouvées mortes sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi entre le 8 juillet 2020 et le 7 juillet 2021.

Figure 33 : Bilan des mortalités de chauves-souris constatées en 2020-2021 et répartition par éolienne



Ce sont 4 des 7 éoliennes du parc éolien des 3 Ormes qui ont été à l'origine de mortalités brutes retrouvées en 2020-2021. L'éolienne E6 a été à l'origine de 2 cas de mortalité, et les éoliennes E1, E5 et E7 d'un cas de mortalité chacune.

En 2018, 10 chauves-souris avaient été retrouvées sous les éoliennes du parc des 3 Ormes : 2 cas sous E2, 1 cas sous E4, 3 cas sous E5, 1 cas sous E6 et 3 cas sous E7.

4.3.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris

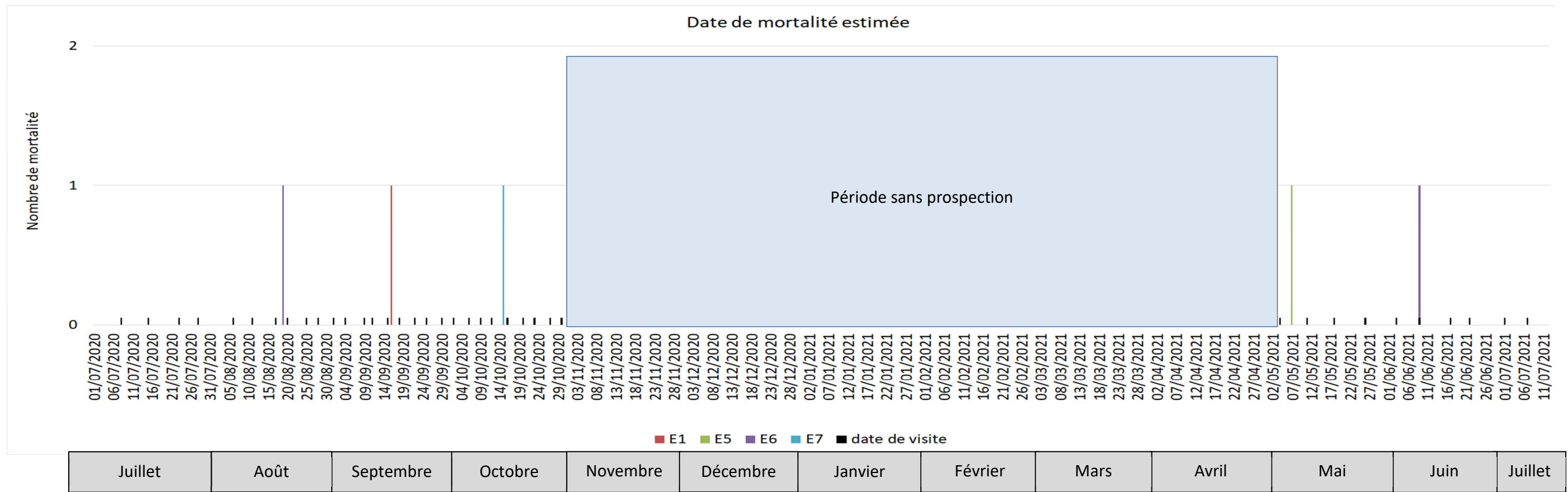
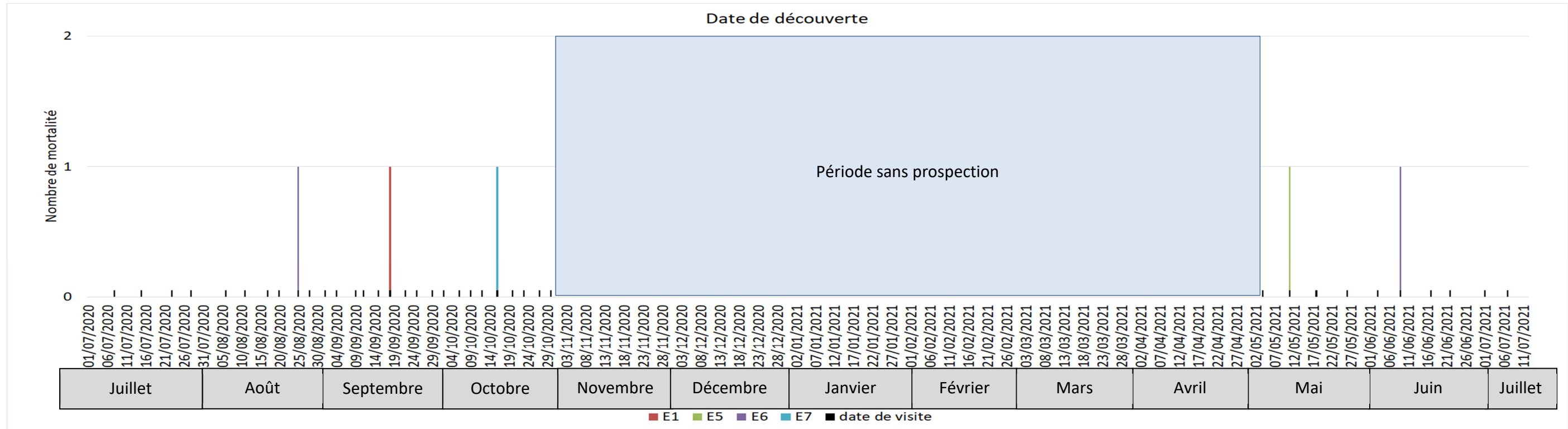
Le premier graphique de la Figure 34 page 44 représente la chronologie des découvertes de cadavres de chauves-souris sur l'ensemble du parc éolien pour la campagne de suivi 2020-2021.

Le délai qui s'écoule entre la mort des chiroptères et la date des découvertes des cadavres dépend du pas de temps de retour entre deux visites et de l'efficacité du chercheur. Comme le protocole d'étude était basé en 2020-2021 sur deux visites par semaine en 2020 et sur une visite par semaine en 2020-2021, le décalage entre la date de la découverte et la date de la mortalité effective pourra varier :

- entre 0 (cas d'une chauve-souris tombée la nuit précédant la visite) et 3-4 jours (en période de deux visites par semaine) ;
- entre 0 (cas d'une chauve-souris tombée la nuit précédant la visite) et 6-7 jours (en période d'une seule visite par semaine) ;
- parfois plus pour les cadavres qui n'auraient été trouvés qu'après plusieurs passages des équipes de chercheurs.

Les profils généraux des histogrammes mensuels des mortalités constatées de la page suivante permettent une vision de synthèse des périodes sensibles pour les chiroptères.

Figure 34 : Chronologie des mortalités de chauves-souris (mortalités constatées et estimées) par éolienne en 2020-2021

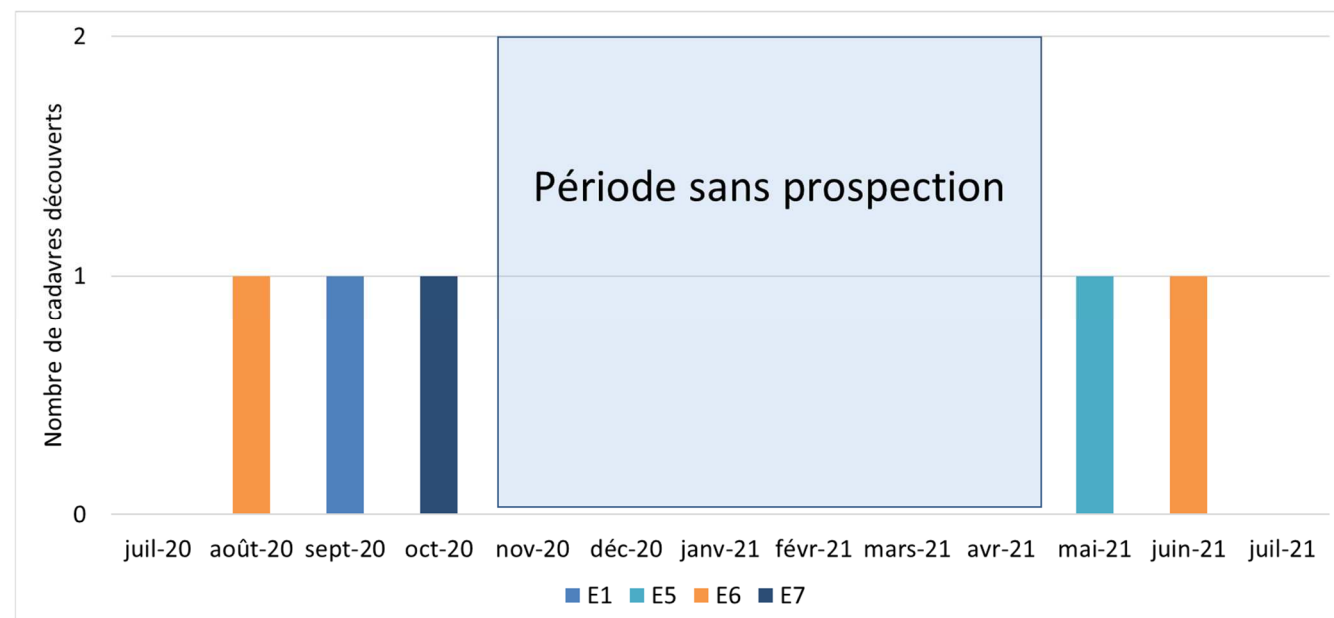


En ce qui concerne les rapports entre chronologie des mortalités et les éoliennes, 5 cas de mortalité sont apparus sous différentes éoliennes au cours de l'année de suivi. Les périodes séparant ces cas de mortalité varient de 24 à 29 jours (date de mortalité estimée). L'intervalle entre deux mortalités est régulier, avec environ une mortalité par mois durant toute la période de suivi. Aucun pic de mortalité à une période donnée de l'année ne peut être observé.

En 2018, les mortalités étaient regroupées début août et à la mi-septembre.

Une analyse des conditions phénologiques et climatiques de ces mortalités sera proposée par la suite.

Figure 35 : Chronologie des mortalités de chauves-souris estimées par mois en 2020-2021



4.3.3 Typologie des mortalités brutes de chiroptères

4.3.3.1 Proportion des mortalités estimées par espèce

La détermination des espèces n'est pas toujours aisée selon l'état des cadavres au moment de leur découverte. Ce fut le cas en 2020-2021, pour une Pipistrelle, la détermination précise de l'espèce n'a pas été possible. Dans notre cas précis, tous les cadavres ont fait l'objet à minima d'une analyse biométrique.

Le **cortège d'espèces impactées en 2020-2021 est peu diversifié** avec trois espèces identifiées : la **Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler**. Ces trois espèces ont déjà été impactées au cours de la campagne de suivi précédente. La Pipistrelle commune a été impactée à deux reprises sur le parc. Pour la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule de Leisler, ces deux espèces ont été impactées à une seule reprise.

A noter qu'à l'échelle nationale, les statuts de conservation de la Noctule de Leisler et de la Pipistrelle commune sont défavorables (quasi-menacées). Le statut de conservation et la tendance évolutive de la Pipistrelle de Kuhl sont, à l'heure actuelle, moins préoccupants.

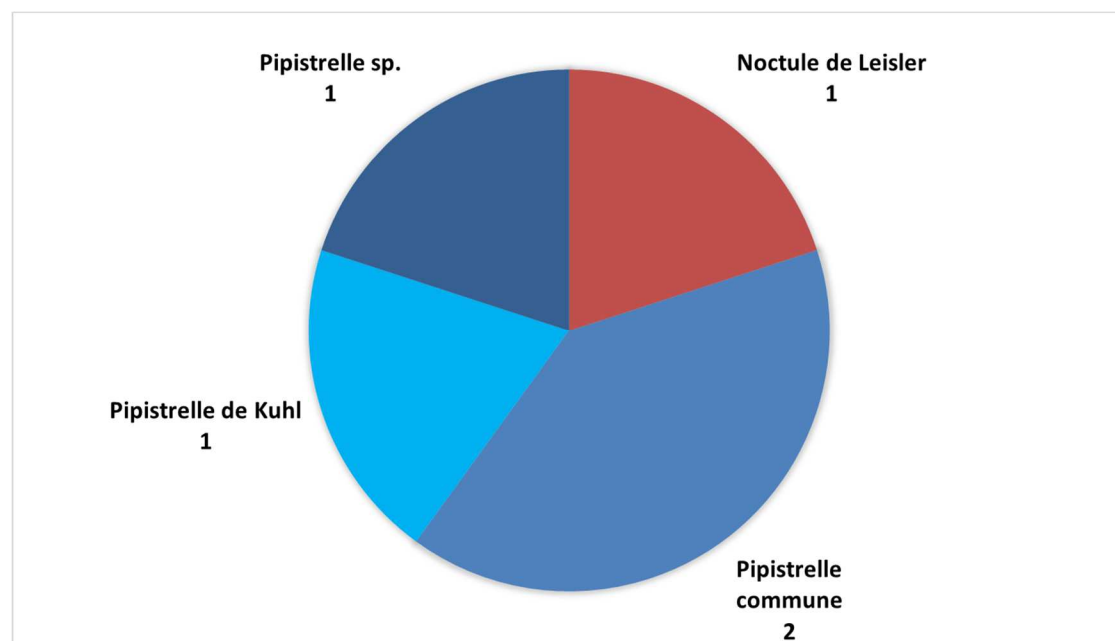
Le tableau suivant présente les statuts de protection et de conservation de ces espèces.

Figure 36 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sous les éoliennes lors de la campagne 2020-2021

Espèce	Nom scientifique	Abréviation	Statut de protection			Plan national d'action (2016-2025)			Statut de conservation				Niveau de patrimonialité
			Protec. Fr.	Protec. U.E.	Conv Berne	Espèce prioritaire	Espèce à forte pression liée à l'éolien	Tendance évolutive	Liste rouge UICN (Mondiale)	Liste rouge UICN (Europe)	Liste rouge nationale (Nov 2017)	Centre-Val de Loire (2013)	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Nlei	P	H4	2	oui	oui	-	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Quasi menacé	Modéré à fort
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Ppip	P	H4	2	oui	oui	-	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Préoc. Mineure	Modéré
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pkuh	P	H4	2			+	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Très faible

Le graphique suivant synthétise la proportion des effectifs touchés par espèce.

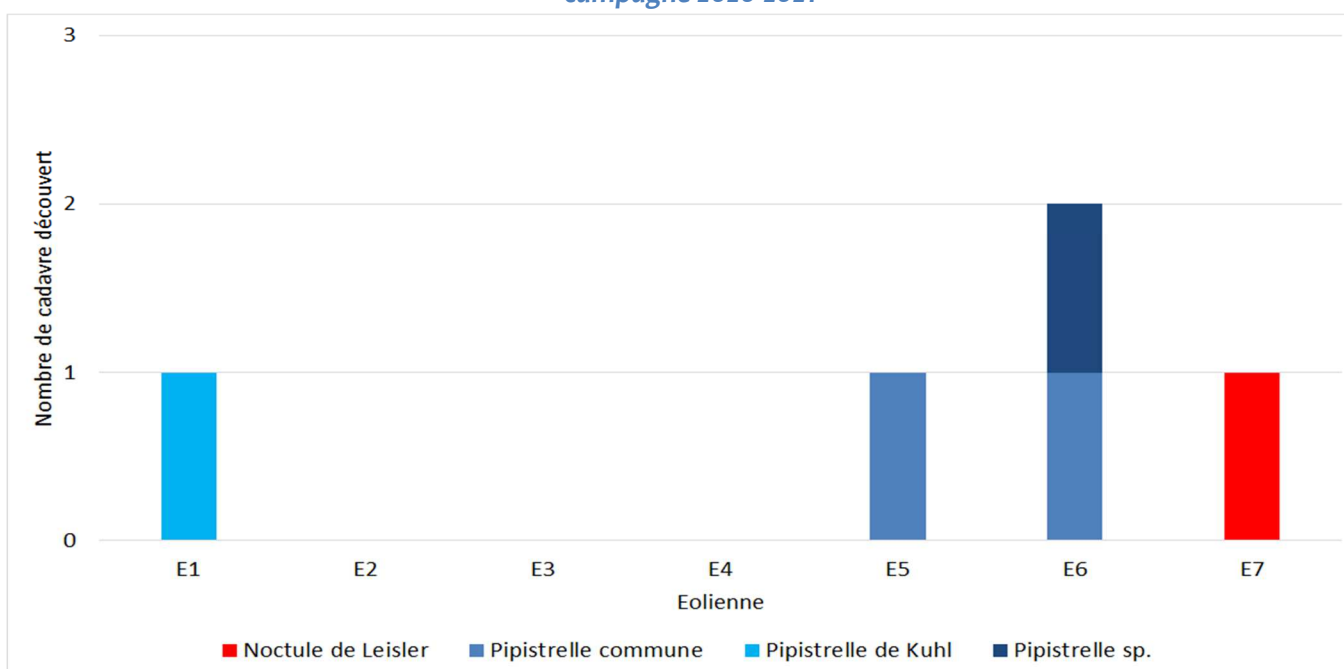
Figure 37 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (effectifs constatés) en 2020-2021



4.3.3.2 Relation espèce / éolienne et type de vol / éolienne

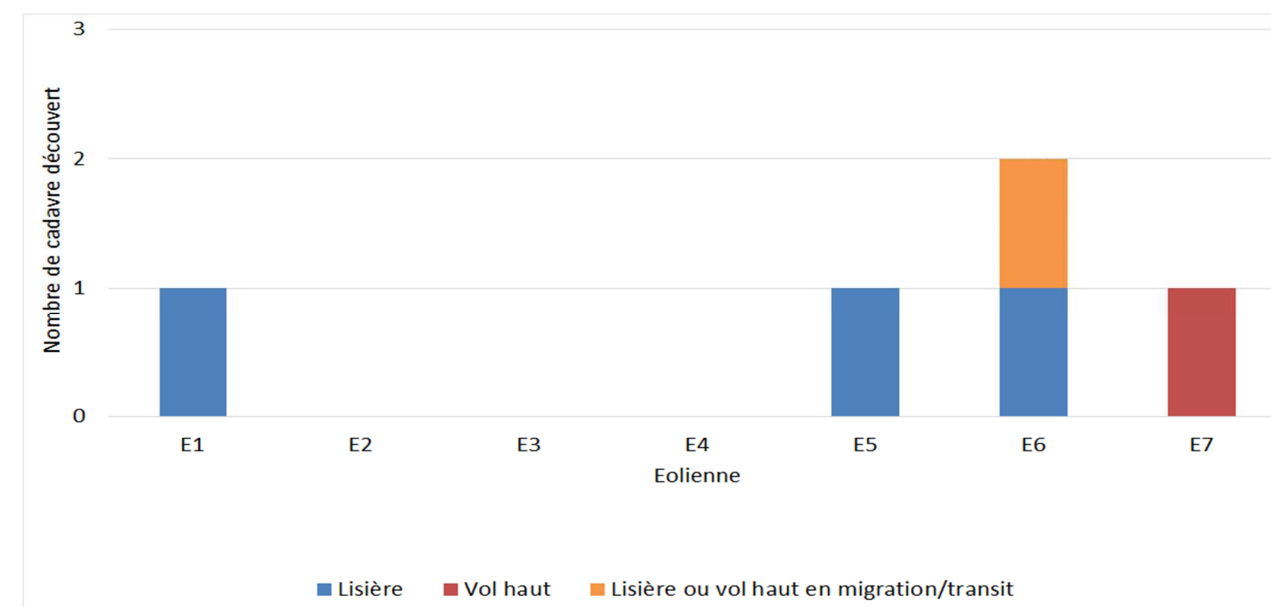
Le graphique suivant précise la répartition des cadavres des différentes espèces par éolienne.

Figure 38 : Histogramme de la répartition des espèces de chiroptères impactées par éolienne au cours de la campagne 2020-2021



Les éoliennes E5 et E6 ont impacté la Pipistrelle commune. L'éolienne E7 a impacté la Noctule de Leisler et l'éolienne E1 a impacté la Pipistrelle de Kuhl. Le parc éolien des 3 Ormes a donc aussi bien impacté des espèces de lisières (en bleu) qu'une espèce migratrice et de haut-vol (en rouge). En 2018, les éoliennes E2, E5, E6 et E7 avaient impacté des pipistrelles, tandis que les éoliennes E4, E5 et E7 avaient impacté des noctules.

Figure 39 Histogramme de la répartition des types de vol des espèces impactées par éolienne au cours de la campagne 2020-2021



Pour préciser les comportements de vols, il a été vu précédemment que les espèces de lisières (comme la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl) longeaient souvent les corridors de structures arborées comme supports d'écholocation. Mais que dans des conditions particulières, elles pouvaient aussi prendre de l'altitude, notamment pour exploiter une opportunité alimentaire. Les apports de nombreux suivis d'activité en éolienne amènent à penser que les essaimages d'insectes peuvent caractériser ce type d'opportunité à risque lorsqu'ils sont portés dans l'entourage des éoliennes par des effets d'aérodynamique eux-mêmes souvent liés à des conditions de faibles vents et températures élevées.

La Noctule de Leisler, quant à elle, est une espèce migratrice de haut-vol qui pratique des vols de plein ciel, sans support d'écholocation particulier. Mais elle peut aussi exploiter des opportunités alimentaires quand elles se présentent. En 2018, les données laissaient penser que le site d'étude était surtout fréquenté en période de mise-bas/élevage des jeunes, puisque que l'activité de la Noctule de Leisler se concentrait sur le mois de juillet essentiellement. En 2020-2021, elle est surtout relevée en août (période de swarming et migrations automnales pour cette espèce).

4.3.3.3 Chronologie des mortalités, phénologies et premières interprétations générales des types d'impacts

La figure suivante représente les dates estimées (corrigées) des mortalités par espèce pour la campagne 2020-2021. Il s'agit de rechercher l'expression de certaines explications phénologiques (migration, dispersion des jeunes...) ou comportementales spécifiques (chasse en groupe, comportements sociaux, opportunités alimentaires ponctuelles...).

Plusieurs types de mortalité peuvent être définis (cf. schéma général EXEN de la Figure 10 page 17) :

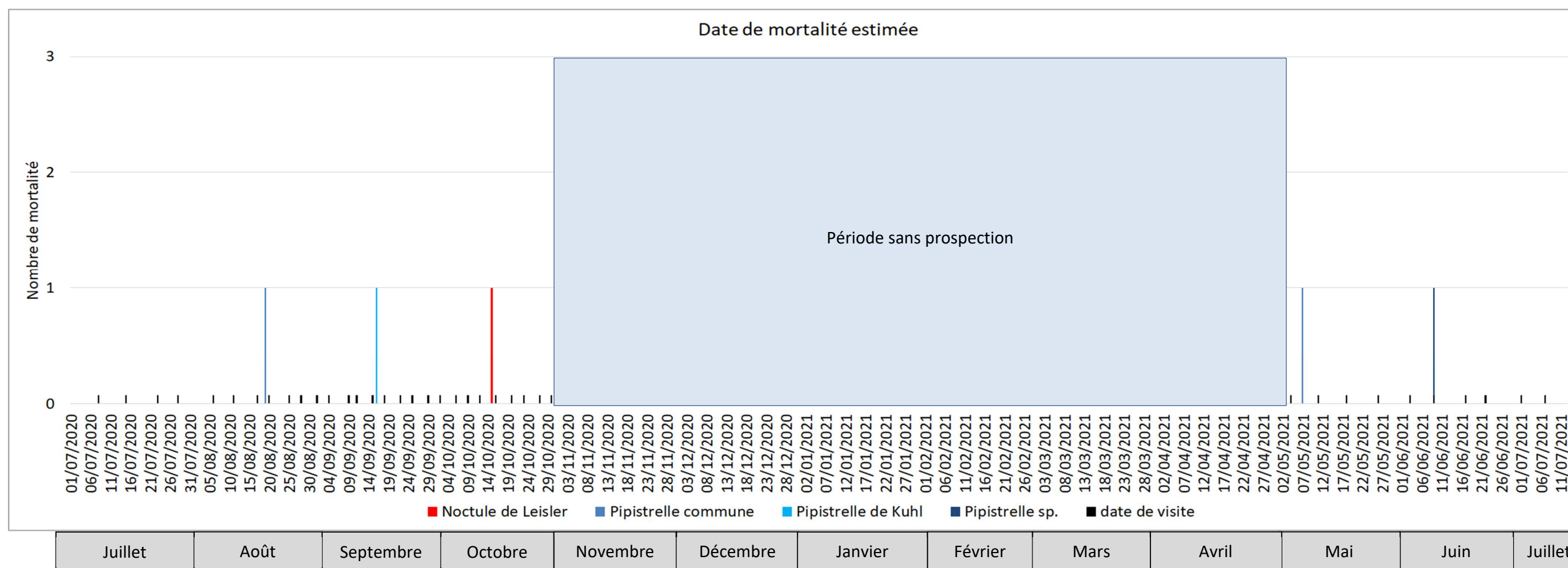
- La **mortalité dite « régulière »** correspond à une mortalité étalée sur la période de suivi et qui apparaît par hasard, liée à une fréquentation régulière des éoliennes par les chiroptères. Elle peut être générée par des implantations d'éoliennes proches de lisières utilisées comme corridors de déplacement d'espèces de lisières. Ces corridors sont toutefois peu marqués dans l'entourage des éoliennes du parc des 3 Ormes. Cette mortalité peut aussi témoigner d'une activité plus ou moins régulière d'espèces de haut-vol si le parc éolien se situe sur l'axe

de voies de transit ou de zones de chasse pour des populations résidentes de ces espèces mobiles.

- Les **pics de mortalité** sont quant à eux brefs dans le temps et correspondent à plusieurs cas de mortalité consécutifs, voire simultanés. Il s'agit d'une forte mortalité ponctuelle qui est généralement liée à plusieurs facteurs trophiques et climatiques dont la durée dans le temps ne dépasse pas quelques minutes ou quelques heures et qui augmente significativement le risque de mortalité pour les chiroptères (conditions orageuses, essaimages d'insectes, agrégation des insectes sur les structures hautes dont les rotors et pales d'éoliennes...).
- Pour ce qui concerne **l'activité migratoire**, les risques de mortalités sont ponctuels pour des individus impactés en migration active. Mais l'existence d'opportunités alimentaires sur l'axe des passages peut aussi générer une attractivité particulière et des mortalités multiples d'individus migrants ponctuellement.

Dans notre cas précis, aucun véritable pic de mortalité ne peut être identifié au cours de ce suivi compte tenu du faible nombre de mortalités et de l'intervalle de temps entre les dates de mortalité estimées.

Figure 40 Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (d'après les dates de mortalités estimées) pour la campagne de 2020-2021



4.3.3.4 Interprétation du contexte phénologique et comportemental des mortalités par espèce (phénologie, genre, sexe, comportement de vol...)

➤ *Pipistrelle commune (2 cas de mortalité)*

En ce qui concerne la Pipistrelle commune, 2 mortalités brutes ont été relevées : le 25 août 2020 sous l'éolienne E6 et le 11 mai 2021 sous l'éolienne E5. Dans les 2 cas, il s'agit d'individus d'âge et de sexe indéterminé.

Pour rappel, lors de la campagne de suivi précédente (en 2018), deux individus dont un mâle avaient été impactés. Ils avaient été retrouvés fin août sous les éoliennes E2 et E7. Le nombre de mortalités de cette espèce reste donc le même par rapport au suivi précédent.

Les 2 cas de mortalité découverts concordent avec une activité très faible de Pipistrelle commune relevée en nacelle d'éolienne à la même période. L'hypothèse d'impacts liés à l'exploitation d'opportunités alimentaires ponctuelles et massives (prise ponctuelle d'altitude par cette espèce de lisières) n'est donc pas valable.

Figure 41 : Clichés de la Pipistrelle commune retrouvée sous l'éolienne E6 le 25 août 2020 (à gauche) et de la Pipistrelle commune retrouvée sous l'éolienne E5 le 11 mai 2021 (à droite)



➤ *Pipistrelle de Kuhl (1 cas de mortalité)*

En ce qui concerne la Pipistrelle de Kuhl, 1 mortalité brute a été relevée le 18 septembre 2020 sous l'éolienne E1. Il s'agit d'un adulte de sexe indéterminé.

Pour rappel, lors de la campagne de suivi précédente (en 2018), trois adultes avaient été impactés début août sous les éoliennes E2, E5 et E7. Le nombre de mortalités de cette espèce a donc été réduit entre les 2 suivis.

Le cas de mortalité concorde avec une activité très faible de Pipistrelle de Kuhl en hauteur (aux alentours du 15-16 septembre). Là encore, l'hypothèse d'impacts liés à l'exploitation d'opportunités alimentaires ponctuelles et massives (prise ponctuelle d'altitude par cette espèce de lisières) n'est pas valable.

➤ *Pipistrelle sp (1 cas de mortalité)*

En ce qui concerne la pipistrelle indéterminée, 1 mortalité brute a été relevée le 9 juin 2021 sous l'éolienne E6. Il n'a pas été possible de déterminer de quelle espèce il s'agissait. Il peut aussi bien s'agir d'une Pipistrelle pygmée, que d'une Pipistrelle commune ou d'une Pipistrelle de Kuhl. La Pipistrelle de Nathusius est écartée (avant-bras trop petit pour cette espèce).

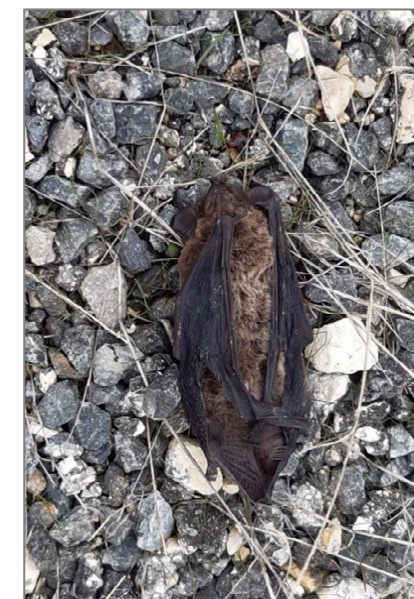
➤ *Noctule de Leisler (1 cas de mortalité)*

En ce qui concerne la Noctule de Leisler, un individu a été découvert, le 16 octobre 2020. Il s'agissait d'un mâle adulte, qui a été retrouvé sous l'éolienne E7.

Pour rappel, en 2018, un individu avait été découvert le 23 août 2018 sous l'éolienne E5. Il s'agissait d'un mâle.

Chez cette espèce, ce sont essentiellement les femelles qui sont migratrices (migration en Europe du Nord et centrale). Les mâles sont plutôt erratiques. Au cours des 2 suivis de la mortalité, ce sont des mâles qui ont été impactés à l'automne. Cette période semble donc plus à risque pour la Noctule de Leisler. Et dans les deux cas, les opportunités alimentaires pourraient aussi influencer l'exposition au risque.

Figure 42 : Cliché de la Noctule de Leisler retrouvée le 16 octobre 2020

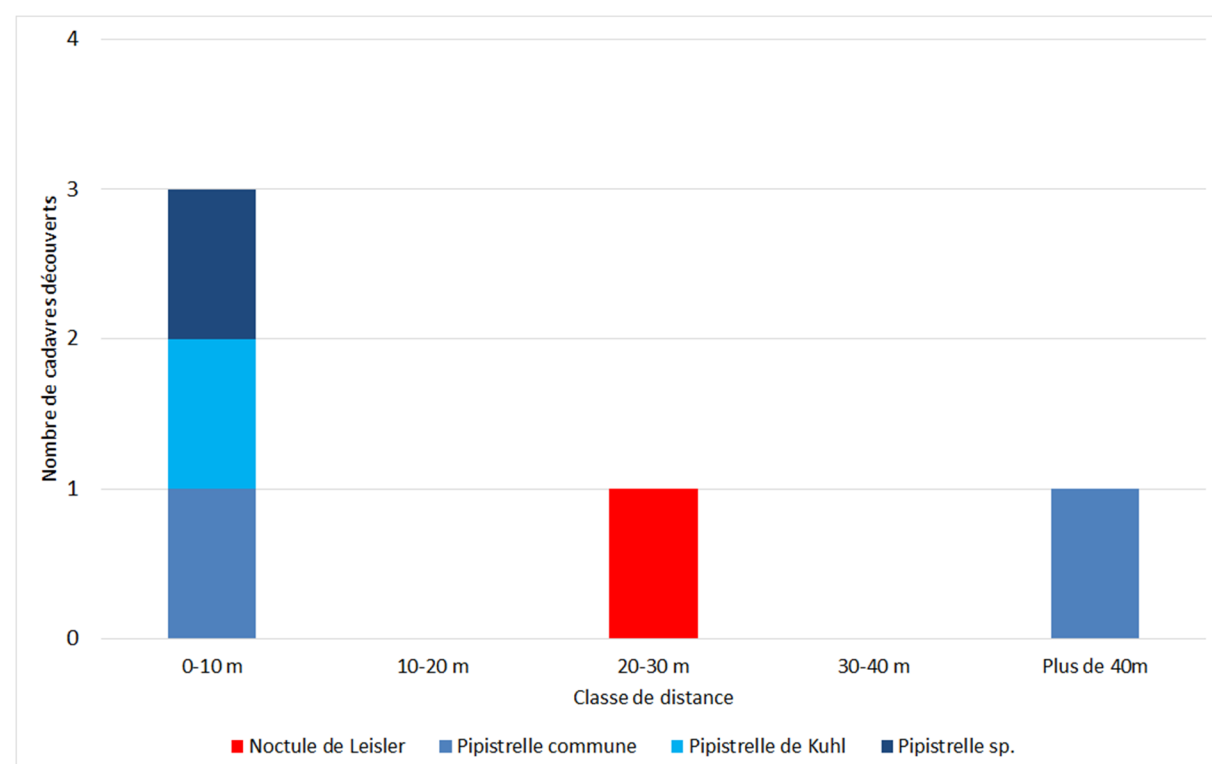


4.3.3.5 Dispersion des cadavres sous les éoliennes

Lors du suivi de 2021, le graphique suivant témoigne d’une dispersion hétérogène. Les cadavres ont été retrouvés entre 1 et 40 m du mât de l’éolienne. Cette diversité de distances de dispersion des cadavres laisse présager **de causes ou des conditions de mortalités variées**, probablement à diverses hauteurs de vol.

La distance moyenne de dispersion pour les cadavres est de 15,2m. On note que certaines chauves-souris peuvent être projetées très loin lorsque la pale les percute à pleine vitesse en remontant sous l’animal, ce qui peut engendrer théoriquement une forte dispersion même pour des chiroptères qui volent bas (lors de vents forts). On peut cependant noter que 3 des 5 cas de mortalité ont été retrouvés à moins de 10 mètres, ce qui témoigne soit d’une activité des chauves-souris à faible altitude soit de cas de mortalité intervenus quand la vitesse du vent est faible.

Figure 43 Graphique de répartition des cadavres de 2020-2021 par classe de distances vis-à-vis du mât de l’éolienne



En 2018, la distance moyenne des 10 cadavres retrouvés était de 14m. On notera donc une certaine cohérence entre les 2 années de suivi.

4.3.4 Taux de mortalité des chauves-souris

4.3.4.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2020-2021

Tout au long de la période de suivi, nous avons noté la proportion (sous chaque éolienne suivie) des différents types de végétation.

4 niveaux de difficulté de prospection ont donc été créés :

- Niveau 1 : très facilement prospectable (gravier, chemin d'accès ...),
- Niveau 2 : facilement prospectable (végétation éparse ou basse, ...),
- Niveau 3 : moyennement prospectable (végétation plus haute, hétérogénéité du milieu, ...),
- Niveau 4 : non prospectable (zone boisée, ...).

Cette proportion est calculée au prorata de la surface prospectée. Par exemple, si sur une surface de 1 hectare, nous prospectons 0,4 hectares (0,6 hectares de boisement) et que sur ces 0,4 hectares, 0,2 hectares correspond à du type 1 et 0,2 hectares correspond à du type 2, nous aurons alors prospecté 50% en type 1 et 50% en type 2.

Le tableau ci-contre montre la part moyenne de chaque niveau de prospection au cours du suivi, ainsi que les mortalités constatées à chaque visite sous les éoliennes suivies.

Figure 44 : Tableau récapitulatif des proportions (%) de chaque niveau de difficulté de prospection et de la mortalité constatée pour chaque visite (en fin de tableau : moyenne des proportions de chaque niveau de difficulté de prospection et nombre total de cadavres de chauves-souris découverts sous les éoliennes)

Date des visites	Période	Végétation			Mortalité chauves-souris
		Type 1	Type 2	Type 3	
8-juil.	Période 1	28,33	27,92	43,75	
15-juil.	Période 1	16,48	34,55	48,97	
23-juil.	Période 1	16,60	81,72	1,68	
28-juil.	Période 1	15,63	65,52	18,85	
6-août	Période 1	15,99	10,21	73,80	
11-août	Période 1	16,56	80,13	3,31	
17-août	Période 1	14,55	81,58	3,87	
20-août	Période 1	15,01	80,57	4,42	
25-août	Période 1	3,13	72,16	24,72	1
28-août	Période 1	18,45	79,40	2,15	
01-sept	Période 1	16,14	54,41	29,46	
04-sept	Période 1	16,01	55,68	28,31	
09-sept	Période 1	39,38	54,23	6,39	
11-sept	Période 1	15,31	74,03	10,66	
15-sept	Période 1	15,13	84,87	0,00	
18-sept	Période 1	14,26	70,76	14,98	1
22-sept	Période 1	23,37	73,20	3,44	
25-sept	Période 1	45,89	40,34	13,77	
29-sept	Période 1	12,21	74,52	13,28	
02-oct	Période 1	13,84	86,16	0,00	
06-oct	Période 1	12,15	82,77	5,08	
09-oct	Période 1	29,91	42,45	27,64	
12-oct	Période 1	34,35	51,30	14,35	
16-oct	Période 1	12,08	86,39	1,53	1
20-oct	Période 1	29,92	63,64	6,44	
23-oct	Période 1	12,72	80,03	7,25	
27-oct	Période 1	34,96	57,52	7,52	
30-oct	Période 1	22,58	77,42	0,00	
04-mai	Période 2	47,25	22,53	30,22	
11-mai	Période 2	29,81	68,30	1,89	1
18-mai	Période 2	20,86	40,18	38,96	
26-mai	Période 2	35,16	31,87	32,97	
03-juin	Période 2	51,30	13,64	35,06	
09-juin	Période 2	64,66	17,29	18,05	1
17-juin	Période 2	34,65	17,54	47,81	
22-juin	Période 2	59,07	22,36	18,57	
01-juil	Période 2	29,55	15,15	55,30	
07-juil	Période 2	34,96	55,78	9,25	
Moyenne		25,48	56,00	18,52	5,00
Période 1		20,03	65,12	14,84	3,00
Période 2		40,73	30,47	28,81	2,00

4.3.4.2 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)

Au cours de la campagne de suivi de 2020-2021, deux tests ont été menés pour apprécier les coefficients correcteurs nécessaires au calcul du taux de mortalité, le 17 août 2020 et le 5 mai 2021.

Il est important de rappeler que dans l'ensemble des tableaux de résultats, autant pour le calcul des paramètres que pour les résultats du taux de mortalité, **les nombres indiqués sont arrondis au centième pour une meilleure lisibilité**. Cependant, dans les calculs du taux de mortalité, les calculs ne prennent pas en compte ces nombres arrondis mais bien dans leur intégralité, ce qui peut induire des petites différences dans les résultats de calculs des taux de mortalité notamment.

➤ Taux de détection

Figure 45 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d

Type végétation	Eolienne	Date test	Nb de peluches déposées	Nb de peluches découvertes	Taux de détection (d)
Moyen	Moyenne	Moyenne	20	12	0,60
Type 1	Moyenne	Moyenne	7	7	1,00
Type 2	Moyenne	Moyenne	10	4	0,40
Type 3	Moyenne	Moyenne	3	1	0,33
Moyen	E6	17/08/2020	10	6	
Type 1	E6	17/08/2020	4	4	
Type 2	E6	17/08/2020	4	2	
Type 3	E6	17/08/2020	2	0	
Moyen	E2	05/05/2021	10	6	
Type 1	E2	05/05/2021	3	3	
Type 2	E2	05/05/2021	6	2	
Type 3	E2	05/05/2021	1	1	

	d	Pourcentage de prospection		
		Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	0,54	25,48	56,00	18,52
Période 1	0,51	20,03	65,12	14,84
Période 2	0,63	40,73	30,47	28,81

Le taux de détection correspond à la proportion de cadavres découverts par l'observateur :

$$d = \frac{\text{Nombre de cadavres découverts}}{\text{Nombre de cadavres déposés}}$$

Le taux de détection étant logiquement lié à la hauteur de végétation, et de façon plus générale à la difficulté de prospection, nous avons pondéré les calculs en fonction de ces 3 niveaux de difficulté vus précédemment.

Par exemple, le calcul du taux de détection moyen sur la totalité du suivi nous donne :

$d = d(\text{niveau 1}) * \text{proportion de niveau 1 prospecté en moyenne} + d(\text{niveau 2}) * \text{proportion de niveau 2 prospecté en moyenne} + d(\text{niveau 3}) * \text{proportion de niveau 3 prospecté en moyenne}$

$$d = 1,00 * (25,48/100) + 0,40 * (56,00/100) + 0,33 * (18,52/100) = 0,54$$

Autrement dit, environ 54 % des peluches-tests a été retrouvé. En 2018, la détection était d'environ 67%. Cette différence s'explique notamment par le changement de leurres utilisés (poussins jaunes en 2018, petite souris grise en 2020-2021).

➤ Taux de persistance

Figure 46 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance (en bleu : estimation du nombre de cadavres restants)

Type végétation	Eolienne	Date test	Dépôt	Nombre de jours après dépôt						Tm
				1	3	7	8	11	14	
Moyen		Moyenne	30	27	14	2	1	1	1	2,33
Type 1		Moyenne	9	7	3	1	0	0	0	1,89
Type 2		Moyenne	12	11	4	0	0	0	0	1,58
Type 3		Moyenne	9	9	7	1	1	1	1	3,78
Moyen	Toutes	17/08/2020	15	14	8	2	1	1	1	
Type 1	Toutes	17/08/2020	5	5	3	1	0	0	0	
Type 2	Toutes	17/08/2020	5	4	2	0	0	0	0	
Type 3	Toutes	17/08/2020	5	5	3	1	1	1	1	
Moyen	Toutes	04/05/2021	15	13	6	0	0	0	0	
Type 1	Toutes	04/05/2021	4	2	0	0	0	0	0	
Type 2	Toutes	04/05/2021	7	7	2	0	0	0	0	
Type 3	Toutes	04/05/2021	4	4	4	0	0	0	0	

	Tm	p	Pourcentage de prospection		
			Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	2,33	0,27			
Période 1	1,97	0,29	20,03	65,12	14,84
Période 2	2,34	0,07	40,73	30,47	28,81

- Paramètre p (formules de Winkelman + Erickson adaptée)

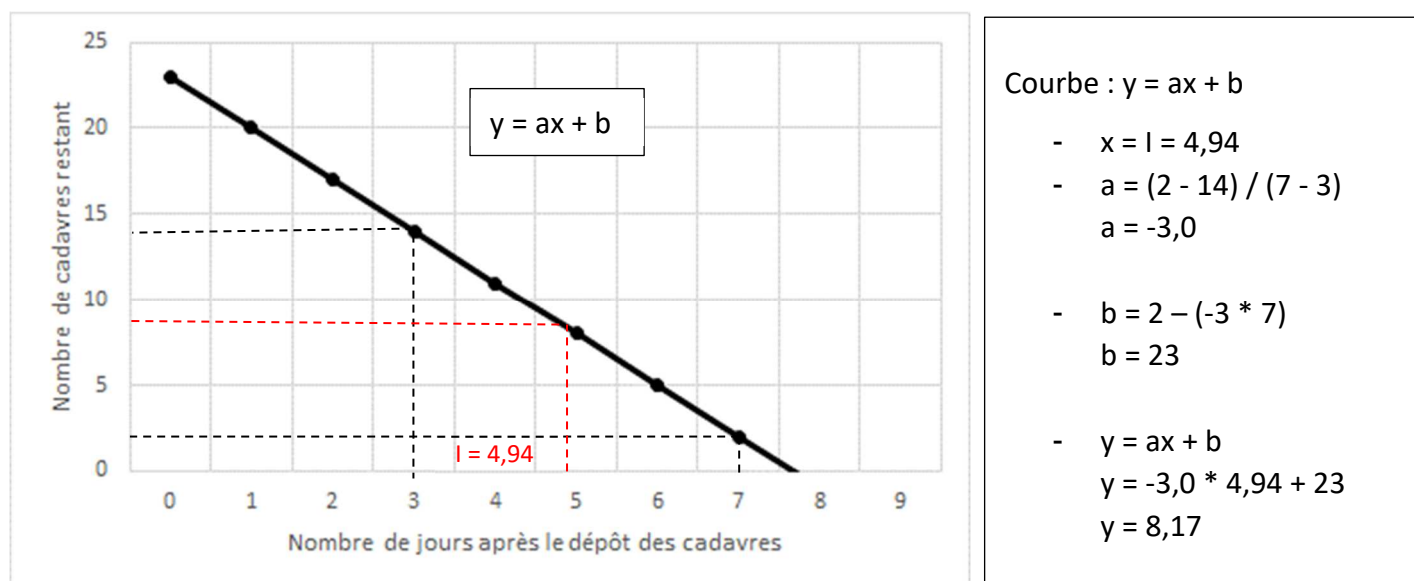
« p », utilisé pour la formule de Winkelman (+ Erikson adaptée), caractérise un taux de persistance sur la base de l'intervalle de temps de retours moyen entre deux visites au cours de la campagne de suivi (I).

Dans notre cas précis, cet intervalle I moyen entre deux visites est calculé précisément en fonction du planning de suivi de l'année 2020-2021 (cf. Figure 44 page 50). Le tableau suivant détaille ce calcul. On obtient un intervalle moyen de l'ordre de **I = 4,94 jours**.

Durée intervalle (en jours)	Nombre d'intervalles	Total
1	0	0
2	1	2
3	10	30
4	8	32
5	5	25
6	3	18
7	3	21
8	4	32
9	2	18
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
Total	36	178
Intervalle pondéré (tot)		4,94

En considérant que la diminution du nombre de cadavres est linéaire entre les retours tests de 1 à 14 jours, on estime le nombre de cadavres restant à I jours. Le schéma suivant montre les étapes de calcul du « nombre de cadavre encore présent après I jours ».

Figure 47 : Schéma de calcul du « nombre de cadavre encore présent après I jours »



De ce fait,

$$p = \frac{\text{Nombre de cadavres encore présents après } I \text{ jours}}{\text{Nombre de cadavres déposés au départ}} = \frac{8,17}{30} = 0,27$$

Ainsi, on obtient une valeur de **p = 0,27**.

Pour la seconde méthode de calcul, nous avons pondéré p en fonction des niveaux de difficulté de prospection vus précédemment, de la même manière que ce qui a été réalisé pour le calcul du paramètre d. Ainsi, on obtient une valeur de p variant entre **p = 0,29 pour la période 1** et **p = 0,07 pour la période 2**.

- Paramètre Tm (formules d'Erickson + Jones + Huso)

Le paramètre Tm traduit la durée moyenne de persistance d'un cadavre. Tm se calcule sur la durée au bout de laquelle tous les cadavres test ont disparu. Dans notre cas précis, **Tm est égal à 2,33**.

La durée moyenne de persistance d'un cadavre en jour est donc de :

$$tm = \frac{Nb \text{ cadavres persistant } 1 \text{ jour } j_{+1} + Nb \text{ cadavres persistant } 2 \text{ jours } j_{+2} \times 2 + Nb \text{ cadavres } j_{+4} \times 4 + \dots}{Nb \text{ cadavres présent}_{\text{Départ}}}$$

Pour la seconde méthode de calcul, nous avons pondéré tm en fonction des niveaux de difficulté de prospection vus précédemment, de la même manière que ce qui a été réalisé pour le calcul du paramètre d. Ainsi, on obtient une valeur de Tm variant entre **Tm = 1,97 (période 1)** et **Tm = 2,34 (période 2)**. Nous retiendrons qu'en moyenne les cadavres disparaissent entre 2 et 3 jours.

En 2018, la vitesse moyenne de disparition des cadavres était de 8 jours. La prédation a donc été largement plus importante en 2020-2021.

➤ **Coefficient de correction surfacique**

Le coefficient surfacique sert à corriger le fait que certaines zones autour des éoliennes (notamment les forêts ou les haies denses) ne soient pas prospectées. Plusieurs formules peuvent être utilisées pour prendre en compte ce biais. Dans notre cas précis, la formule d'Arnett (2005) sera celle utilisée.

Arnett (2005) propose un mode de calcul du coefficient surfacique qui prend en compte à la fois la dispersion des cadavres découverts sous les éoliennes et la proportion de surfaces prospectées par classes de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne. Cette estimation est basée sur la formule suivante, revue par CORNU & VINCENT 2010. Il s'agit de subdiviser la surface prospectable en cercles centrés sur

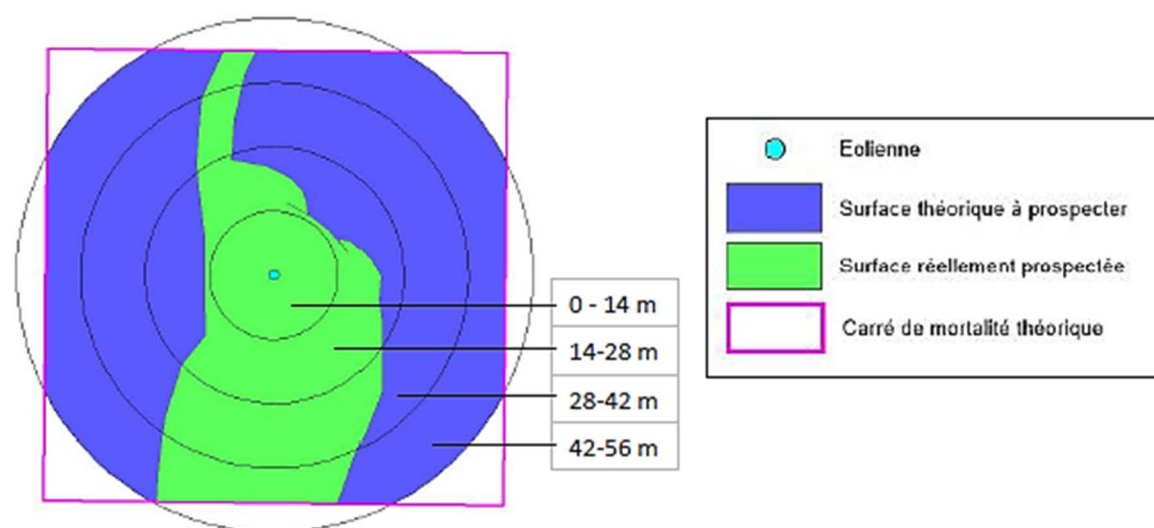
l'éolienne et dont les rayons respectifs sont de 14, 28, 42 et 56 m, de sorte de la surface considérée soit proche des 1ha de prospection réalisée sous la plupart des parcs éoliens (pour permettre des comparaisons). La proportion de surface prospectée sur chacune des tranches de cercle est calculée et pondérée par le nombre de cadavres retrouvés sur ces tranches.

$$A = \frac{\sum_k C_k / S_k}{\sum_k C_k}$$

Avec :

- A = coefficient de correction surfacique pondéré par la dispersion,
- C = nombre de cadavres retrouvés dans le cercle k,
- S = proportion de la surface du cercle k prospectée.

Le schéma suivant détaille ces différents cercles concentriques mis en relation avec la surface réellement prospectée autour d'une éolienne.



Le tableau suivant détaille la base de calculs pour la dispersion des cadavres découverts en 2020-2021 en fonction des surfaces prospectées (en hectare).

	Surface à prospecter par éolienne	Nombre d'éolienne suivie	Surface à prospecter totale	Surface réellement prospectée (toute éolienne confondues, en ha)	Pourcentage prospecté	Nombre de cadavre de chauve-souris
42m - 56m	0,4308	7	3,0156	1,16	38,61	0
28m - 42m	0,3077	7	2,1539	1,11	51,37	1
14m - 28m	0,1846	7	1,2922	0,78	60,58	1
0m - 14m	0,0615	7	0,4305	0,37	86,41	3

a = 1,41

4.3.4.3 Calcul de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyennes »)

Le tableau suivant synthétise les valeurs des paramètres nécessaires aux calculs des différentes équations.

Figure 48 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	5,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,54	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,27	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	2,33	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
I	4,94	Pas de temps du suivi
\hat{I}	4,67	$\hat{I} = -\log(0.01) * tm$
\hat{e}	0,94	$\hat{e} = \text{Min}(I/\hat{I}) / I$
a	1,41	Coefficient de correction surfacique

Sur la base des paramètres précédents, les résultats de calculs des taux de mortalités sont les suivants pour les différentes formules utilisées (sachant que les valeurs de chaque paramètre est arrondi au centième).

Winkelmann :

$$N = \frac{C}{p \times d} \times a = \frac{5}{0.27 \times 0.54} \times 1.41 = \mathbf{48,04}$$

Erickson adaptée :

$$N = \frac{I \times (C - C \times p)}{tm \times d} \times a = \frac{4.94 \times (5 - 5 \times 0.27)}{2.33 \times 0.54} \times 1.41 = \mathbf{27,64}$$

Erickson réelle :

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d} \times a = \frac{4.94 \times 5}{2.33 \times 0.54} \times 1.41 = \mathbf{27,71}$$

Jones :

$$N = \frac{C}{d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I/tm)}} \times a = \frac{5}{0.54 \times 0.94 \times e^{(-0.5 \times 4.94/2.33)}} \times 1.41 = 37,67$$

Huso :

$$N = \frac{C}{d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I} \times \hat{e}} \times a = \frac{5}{0.54 \times \frac{2.33 \times (1 - e^{-4.94/2.33})}{4.94} \times 0.94} \times 1.41 = 32,05$$

Tous ces résultats correspondent aux différentes estimations du nombre de chauves-souris mortes sur la période allant du 8 juillet 2020 au 7 juillet 2021 et pour les 7 éoliennes suivies du parc éolien. Ces résultats sont basés sur 8 mois de la période d'activité du cycle biologique des chiroptères. Même si ce raisonnement dépend bien sûr des espèces, on considère en effet que la phase d'activité des chiroptères s'étale en moyenne sur 8 mois/an (4 mois d'hibernation) sur le site des 3 Ormes.

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne,

- on divise ces résultats par 7 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne pour la période de suivi**
- on divise par 6,25 (6,25 mois) → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par mois**
- on multiplie par 8 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par an** (pour la période d'activité moyenne des chiroptères)
- on multiplie par 7 → on aura une estimation de la **mortalité pour le parc entier et par an** (pour la période d'activité moyenne des chiroptères).

La formule de Winkelmann surestime très souvent le taux de mortalité. Elle ne sera donc pas prise en compte dans le calcul de la moyenne. Finalement, le tableau suivant synthétise les résultats pour chacune des formules utilisées. Il aboutit à un **résultat moyen de l'ordre de 5,72 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 5,05 et 6,89 (8,78 pour la formule de Winkelmann) mortalités par éolienne et par an selon les formules utilisées.

En 2018, le taux de mortalité était estimé à 10-11 cas/éolienne/an.

Figure 49 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2020-2021 (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelmann)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	48,04	27,64	27,71	37,67	32,05	34,62	31,27
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	6,86	3,95	3,96	5,38	4,58	4,95	4,47
Mortalité par éolienne et par mois	1,10	0,63	0,63	0,86	0,73	0,79	0,71
Mortalité par éolienne et pour une année	8,78	5,05	5,07	6,89	5,86	6,33	5,72
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	61,49	35,38	35,47	48,21	41,02	44,32	40,02

4.3.4.4 Calcul de mortalité avec la seconde méthode (méthode « pondérée »)

Ici on tient compte de la hauteur et de l'évolution des hauteurs des types de végétation. Ci-dessous sont ainsi présentées les valeurs des paramètres nécessaires aux différentes équations.

Figure 50 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul

Paramètres	Période	Valeurs	Explications
C	Période 1	3,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
	Période 2	2,00	
d	Période 1	0,51	Valeur du taux de détection pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	0,63	
p	Période 1	0,29	Valeur du taux de persistance pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	0,07	
tm	Période 1	1,97	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	2,34	
I	Période 1	4,22	Pas de temps du suivi
	Période 2	7,11	
Î	Période 1	3,94	Î = - log(0.01) * tm
	Période 2	4,68	
ê	Période 1	0,93	ê = Min(I/Î) / I
	Période 2	0,66	
a	Toutes périodes confondues	1,41	Coefficient de correction surfacique selon la période

Les résultats pour cette seconde méthode de calcul sont présentés dans le tableau suivant. Les résultats sont présentés selon les mêmes formats que pour la première méthode de calcul, c'est-à-dire ramenés par éolienne, puis par éolienne et par mois, puis par éolienne et sur l'ensemble de la période d'activité théorique des chauves-souris et enfin pour le parc éolien entier.

La formule de Winkelmann surestime très souvent le taux de mortalité. Elle ne sera donc pas prise en compte dans le calcul de la moyenne. **Le tableau aboutit à un résultat moyen de l'ordre de 6,51 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 5,76 et 7,84 (16,71 pour la formule de Winkelmann) mortalités selon les formules utilisées avec prise en compte de la dispersion des cadavres dans le coefficient surfacique.

En 2018, le taux de mortalité était estimé à 10-11 cas/éolienne/an.

Figure 51 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2020-2021 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelmann)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	91,37	31,50	31,56	42,89	36,50	46,76	35,61
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	13,05	4,50	4,51	6,13	5,21	6,68	5,09
Mortalité par éolienne et par mois	2,09	0,72	0,72	0,98	0,83	1,07	0,81
Mortalité par éolienne et pour une année	16,71	5,76	5,77	7,84	6,67	8,55	6,51
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	116,95	40,31	40,39	54,90	46,72	59,85	45,58

4.3.4.5 Calcul de mortalité avec l'application Shiny « EolApp »

L'application Shiny « EolApp » a été créée par Aurélien Besnard et Cyril Bernard pour permettre d'obtenir les intervalles de confiance à 95% des estimations de mortalité obtenues dans le cadre des suivis sous les éoliennes. Cette application web est disponible à l'adresse suivante : <https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/>. Dans cette application, il est nécessaire de renseigner plusieurs informations telles que :

- Le nombre de cadavres trouvés pour chaque visite (1 ligne par visite),
- La durée de persistance des cadavres déposés, en jours : pour chaque cadavre (un cadavre par ligne) le nombre de jours pendant lesquels le cadavre était toujours présent),
- La méthode de calcul employée (paramétrique ou non-paramétrique),
- L'intervalle de temps entre les passages (en jours),
- Le nombre de cadavres déposés pour étude de la détection,
- Le nombre de cadavres trouvés pour étude de la détection,
- Le pourcentage de la surface prospectée.

Pour ce qui est de la méthode de calcul à employer, il y a deux possibilités, soit en « non-paramétrique », soit en « paramétrique ». La première option est la plus lente mais elle est plus fiable quand nous disposons d'un nombre limité de passages ou de cadavres détectés (ce qui est le cas ici). La deuxième méthode est plus rapide mais pertinente uniquement pour des jeux de données très conséquents.

Le tableau suivant détaille l'ensemble de ces paramètres.

Figure 52 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »

Paramètres	Valeur
Intervalle de temps entre les passages	4,94
Nombre de peluches déposées pour l'étude de détection	20
Nombre de peluches découvertes pour l'étude de détection	12
Pourcentage de la surface prospectée	0,50

Les résultats sont présentés sous forme d'un tableau, pour chaque formule utilisée (Erickson, Huso et Jones), avec la médiane, l'intervalle de confiance (IC) à 95% (bornes à 2.5% et 97.5%) et celui à 80% (bornes à 10% et 90%). Ces chiffres correspondent au nombre total de mortalités estimées sur l'ensemble de la période d'étude.

Figure 53 : Sortie de l'application Shiny EolApp (IC : Intervalle de confiance)

Formule	Médiane	IC à 95%		IC à 80%	
		IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	35,34	8,82	84,99	16,68	64,00
Huso	40,48	10,20	93,56	19,23	70,58
Winkelmann	240,00	46,15	800,00	92,31	600,00
Jones	48,94	12,32	123,14	23,04	89,95
Moyenne par éolienne	13,03	2,77	39,35	5,40	29,45
Moyenne par éolienne (sans Winkelmann)	5,94	1,49	14,37	2,81	10,69

En considérant les 3 modèles (sans Winkelmann), il y a 80% de chance que le nombre réel de chauves-souris impactées se situe entre 2,81 et 10,69 cas de mortalité. De même, il y a 95% de chance que le nombre réel de chauves-souris impactées se situe entre 1,49 et 14,37 cas de mortalité par éolienne pour l'ensemble de la période suivie.

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne :

- on divise par 6,25 (6,25 mois) -> on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par mois**
- on multiplie par 8 -> on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par an** (pour la période d'activité moyenne des chauves-souris).

On aboutit à un résultat à un intervalle de confiance de 95% de l'ordre de **1,9 et 18,4 mortalités par éolienne et par an**. A un intervalle de confiance de 80%, le résultat est de l'ordre de **3,6 et 13,7 mortalités par éolienne et par an**.

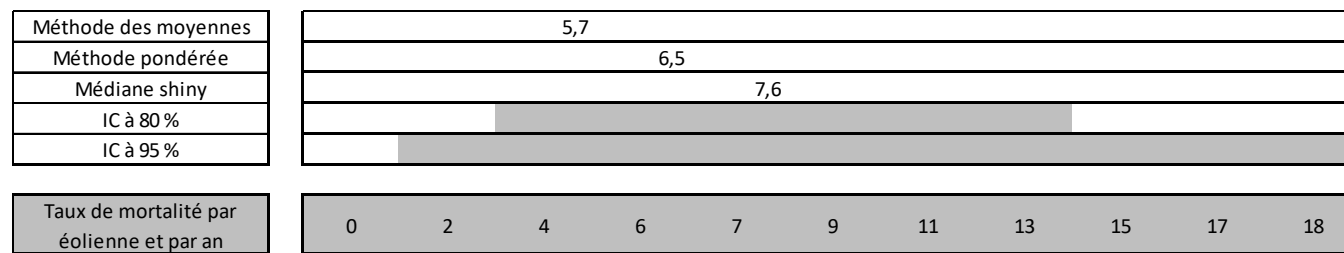
Avec la médiane de 5,94 mortalités par éolienne, on aboutit à **7,6 chauves-souris/éolienne/an**.

4.3.4.6 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des chauves-souris pour la campagne 2020-2021

La fourchette de résultats fournie par l'application Shiny « Eol App » concorde avec nos calculs. Aussi, nous retiendrons que **théoriquement nous aboutissons à un résultat de l'ordre de 5 et 7 cas de mortalité par éolienne et par an, soit entre 35 et 49 mortalités par an pour le parc éolien des 3 Ormes.**

En 2018, le taux de mortalité était estimé à 10-11 cadavres/éolienne/an.

Le tableau ci-dessous synthétise les différentes estimations du taux de mortalité et les intervalles de confiance (barres grises).

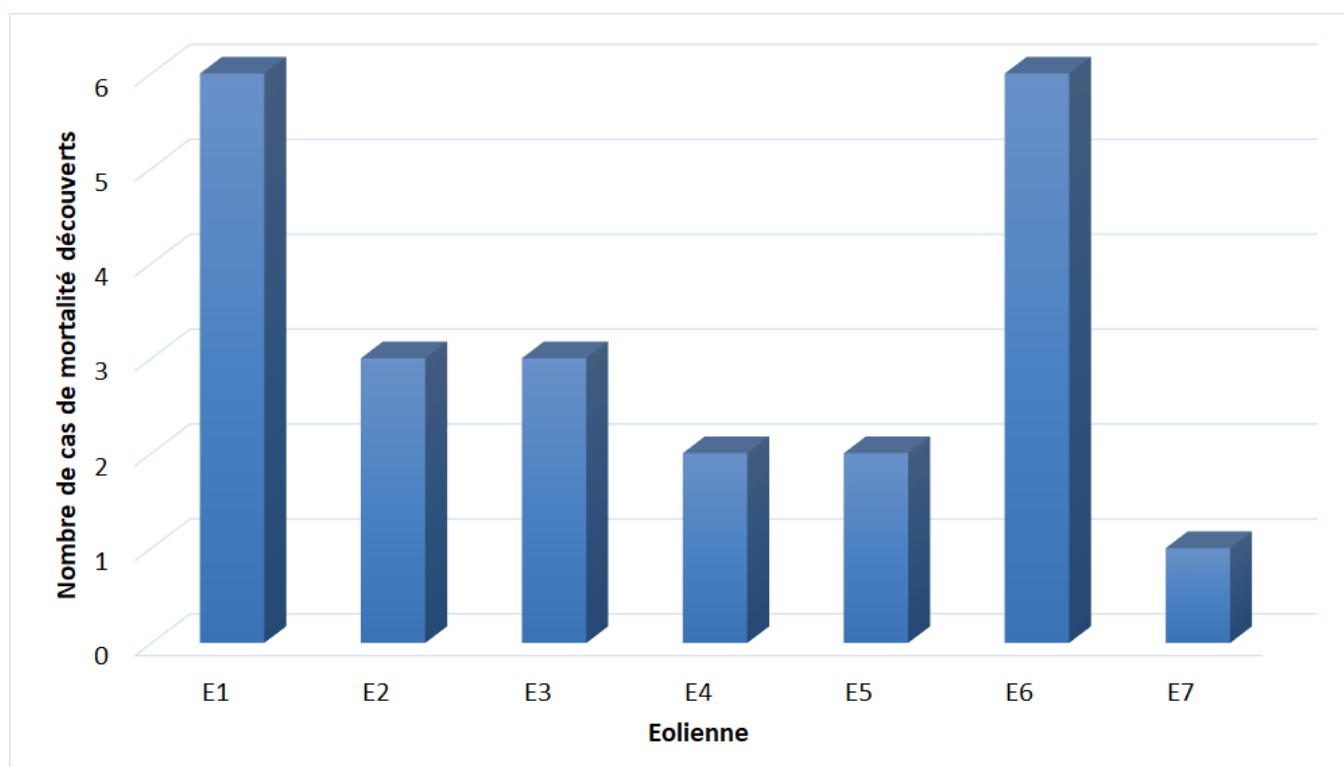


4.4 Bilan de la mortalité des oiseaux en 2020-2021

4.4.1 Bilan des mortalités par éolienne

14 cadavres et 9 plumés d'oiseaux furent retrouvés sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi menée entre le 8 juillet 2020 et le 7 juillet 2021, ce qui dépasse le nombre de mortalités brutes de 2018 (6 cadavres et 5 plumés).

Figure 54 : Bilan des mortalités des oiseaux constatées en 2020-2021 et répartition par éolienne



Toutes les éoliennes ont été à l'origine de cas de mortalité avérés, avec 6 cas de mortalité pour les éoliennes E1 et E6, 3 au niveau des éoliennes E2 et E3, 2 cas au niveau de E4 et E5 et 1 cas de mortalité pour les éoliennes E7.

En 2018, les cas de mortalité étaient répartis de la façon suivante : 3 cas sous E1, 4 cas sous E3, 1 cas sous E4, 2 cas sous E6 et 1 cas sous E7.

4.4.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités d'oiseaux

Le premier graphique de la Figure 55 page 58 représente la chronologie des découvertes de cas de mortalité d'oiseaux sur l'ensemble du parc éolien au cours de la campagne de suivi 2020-2021.

Le délai qui s'écoule entre la mort des oiseaux et la date des découvertes des cadavres dépend du pas de temps de retour entre deux visites et de l'efficacité du chercheur. Comme le protocole d'étude était basé en 2020-2021 sur deux visites par semaine en 2020 et sur une visite par semaine en 2021, le décalage entre la date de la découverte et la date de la mortalité effective pourra varier :

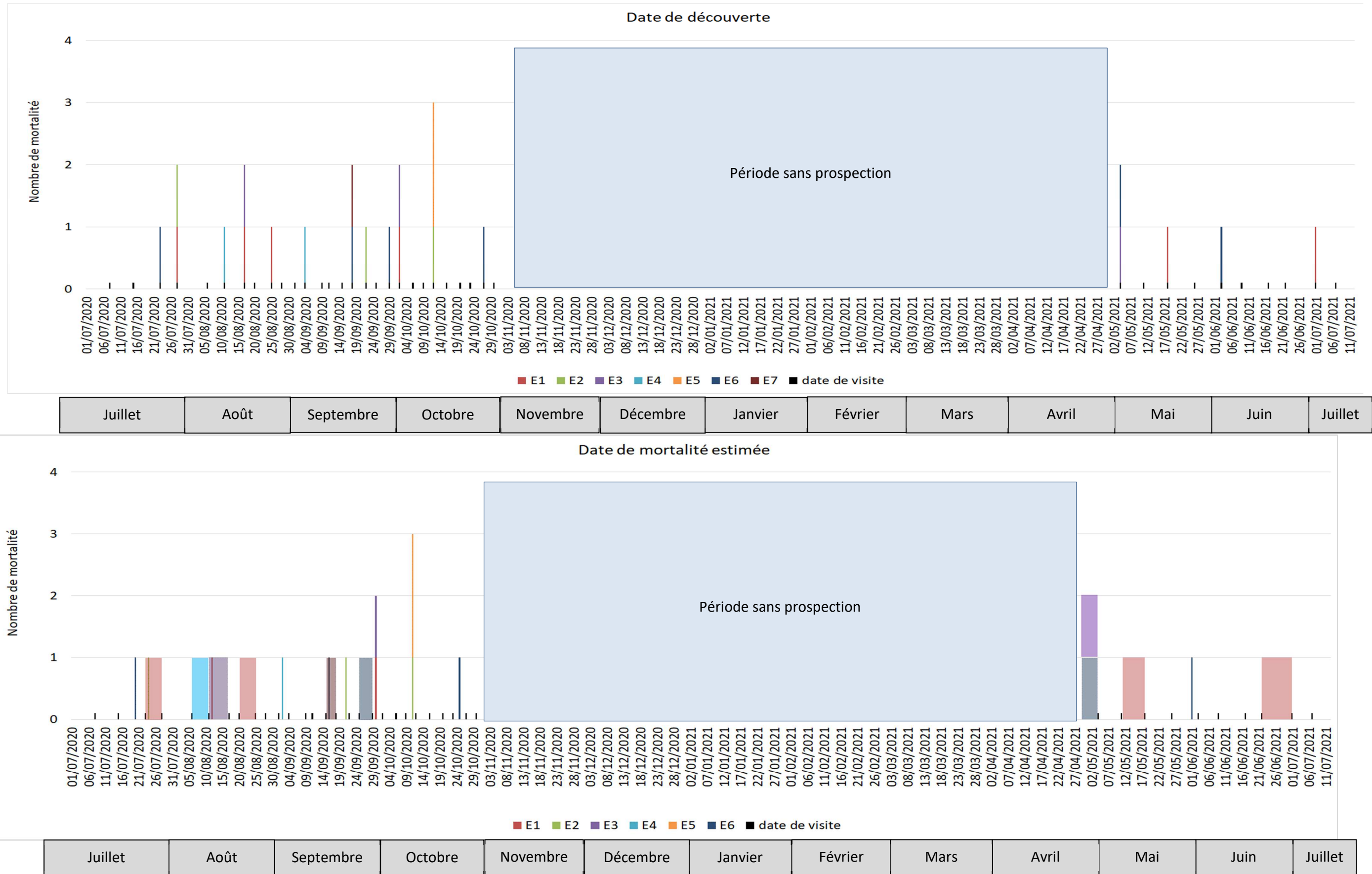
- entre 0 (cas d'un oiseau tombé la nuit précédant la visite) et 3-4 jours (en période de deux visites par semaine) ;
- entre 0 (cas d'un oiseau tombé la nuit précédant la visite) et 6-7 jours (en période d'une seule visite par semaine) ;
- parfois plus pour les cadavres qui n'auraient été trouvés qu'après plusieurs passages des équipes de chercheurs.

Pour analyser même grossièrement cette chronologie des mortalités avec différents facteurs d'influence, il s'agit d'estimer la date de la mortalité de chaque cadavre en fonction de son état au moment de la découverte. Quand il est trouvé, chaque cadavre fait donc l'objet d'une description de son état de décomposition, avec estimation approximative de la date de la mort.

Comme vu précédemment, cette estimation reste approximative pour la présente étude, le niveau de précision nécessaire pour la suite des analyses étant aussi assez grossier. Ainsi, il convient de rester prudent sur toute analyse trop fine issue de la chronologie estimée des mortalités. Le deuxième graphique de la page 58 synthétise cette estimation corrigée de la date des mortalités. La différence est peu significative sur une si large échelle de temps, mais elles pourront avoir certains intérêts pour d'éventuelles confrontations à posteriori entre ces mortalités et les conditions climatiques par exemple.

Figure 55 : Chronologie des mortalités des oiseaux (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éolienne pour la campagne de 2020-2021

(Pour les plumées, la mortalité est estimée sur une période plutôt que sur une date précise car difficilement estimable)



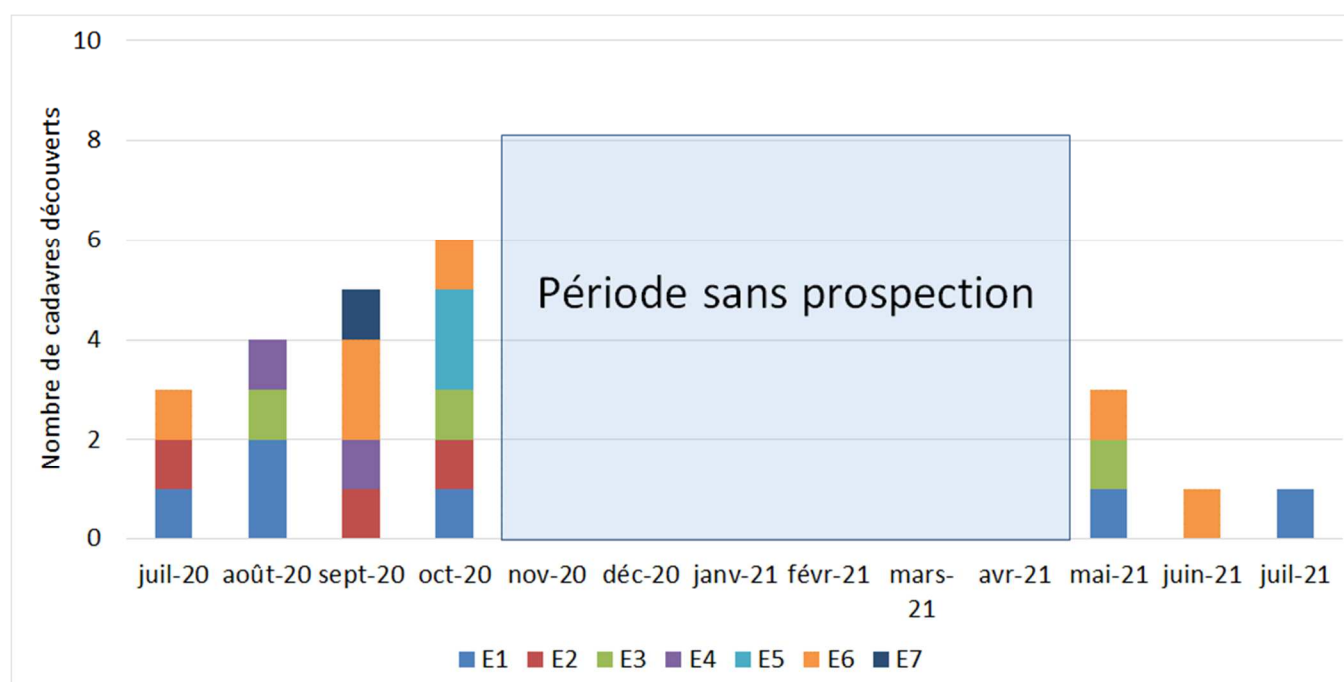
Les cas de mortalité sont relevés tout au long de la période de suivi, et dans le même temps, ils sont relativement concentrés (espacés de 4-5 jours en moyenne). Ils ont en effet été retrouvés de juillet 2020 à juillet 2021 correspondant à la fois à la période de reproduction des espèces et les phases migratoires. Il semble quand même que la **plupart des mortalités intervient plutôt à l'automne** (septembre-octobre). En 2018, la plupart des cas de mortalité a été retrouvé en août et en septembre.

On note une augmentation des cas de mortalité à l'approche de l'hiver et une diminution de ceux-ci une fois le printemps passé. Cette augmentation des cas de mortalités est sûrement due à une activité migratoire sur le site.

On notera 2 concentrations dans le temps et dans l'espace : 1 Roitelet à triple bandeau et 1 Roitelet sp. ont été retrouvés le 12 octobre 2020 sous E5 et 1 Merle noir ou 1 Etourneau sansonnet a été retrouvé le 17 août 2020 sous E1 et 1 Etourneau sansonnet a été retrouvé le 25 août sous cette même éolienne.

L'analyse des phénologies du cycle biologique des espèces correspondant à ces périodes de mortalités sera précisée par la suite, de même que les conditions climatiques générales qui y ont été liées.

Figure 56 : Chronologie des mortalités d'oiseaux estimées par mois au cours de la campagne de suivi 2020-2021



4.4.3 Typologie des mortalités brutes d'oiseaux

4.4.3.1 Proportion des mortalités estimées par espèce

La détermination des espèces n'est pas toujours aisée selon l'état des cadavres au moment de leur découverte. Ceci a été le cas en 2020-2021 puisque certains cadavres ne permettaient pas une identification précise de l'espèce avec les critères encore conservés.

Le **cortège d'espèces impactées en 2020-2021 est plus diversifié** que lors de l'étude de 2018, avec au moins 11 espèces impactées sur les 23 cas de mortalité relevés, contre 6 espèces en 2018. Il s'agit d'espèces sédentaires ou migratrices.

Il faut préciser que la détermination d'une plumée affectée à du Goéland brun reste non discriminante. Seules des plumes de l'aile de l'oiseau ont été retrouvées, ce qui limite les capacités de détermination. Cette détermination est donc jugée « très probable » et grisée dans le tableau suivant.

Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces retrouvées sous les éoliennes.

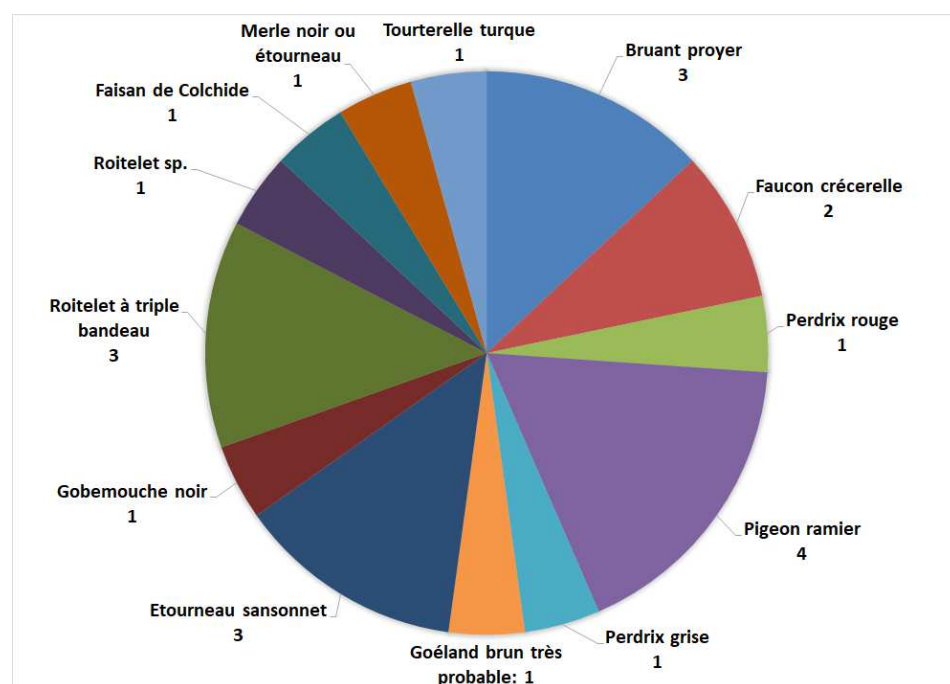
Figure 57 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes

Nom Français	Nom Latin	Type	Statut de protection			Statut de conservation				Niveau de patrimonialité
			Protec. Fr.	Protec. UE	Conv. Berne (dec. 2019)	Listes rouges nationales (oiseaux nicheurs 2016)	Listes rouges nationales (oiseaux hivernants 2011)	Listes rouges nationales (oiseaux de passage)	Liste Rouge Régionale Centre (oiseaux nicheurs 2013)	
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Passereau	P	-	3	Préoc. mineure	-	-	Quasi menacée	Faible à modéré
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passereau	GN	O.2.2	-	Préoc. mineure	Préoc. mineure	NA	Préoc. mineure	Très faible
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1 /O.3.1	3	Préoc. mineure	-	-	NA	Très faible
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Petit rapace	P	-	2	Quasi menacée	NA	NA	Préoc. mineure	Faible à modéré
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Passereau	P	-	2	Vulnérable	-	DD	En danger	Très fort
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	Grand voilier	P	O.2.2	-	Préoc. mineure	Préoc. mineure	NA	NA	Faible
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1 /O.3.1	3	Préoc. mineure	-	-	Quasi menacée	Faible
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1 /O.3.1	3	Préoc. mineure	-	-	Préoc. mineure	Très faible
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire	GN	O.2.1 /O.3.1	-	Préoc. mineure	Préoc. mineure	NA	Préoc. mineure	Très faible
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	Passereau	P	-	-	Préoc. mineure	NA	NA	Préoc. mineure	Faible
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Intermédiaire	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	-	NA	Préoc. mineure	Très faible

Parmi ces espèces, 2 sont considérées comme patrimoniales du fait de leur présence à l'annexe I de la Directive Oiseaux et de leurs statuts de conservation défavorables (quasi-menacé à vulnérable au niveau des listes rouges régionales et nationales). Le Gobemouche noir reste l'espèce la plus patrimoniale du cortège, suivi par le Bruant proyer. A l'inverse, environ la moitié des espèces impactées ne sont pas patrimoniales (espèces classées en chassable ou en nuisible).

Le graphique suivant synthétise la proportion des effectifs touchés par espèce.

Figure 58 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2020-2021



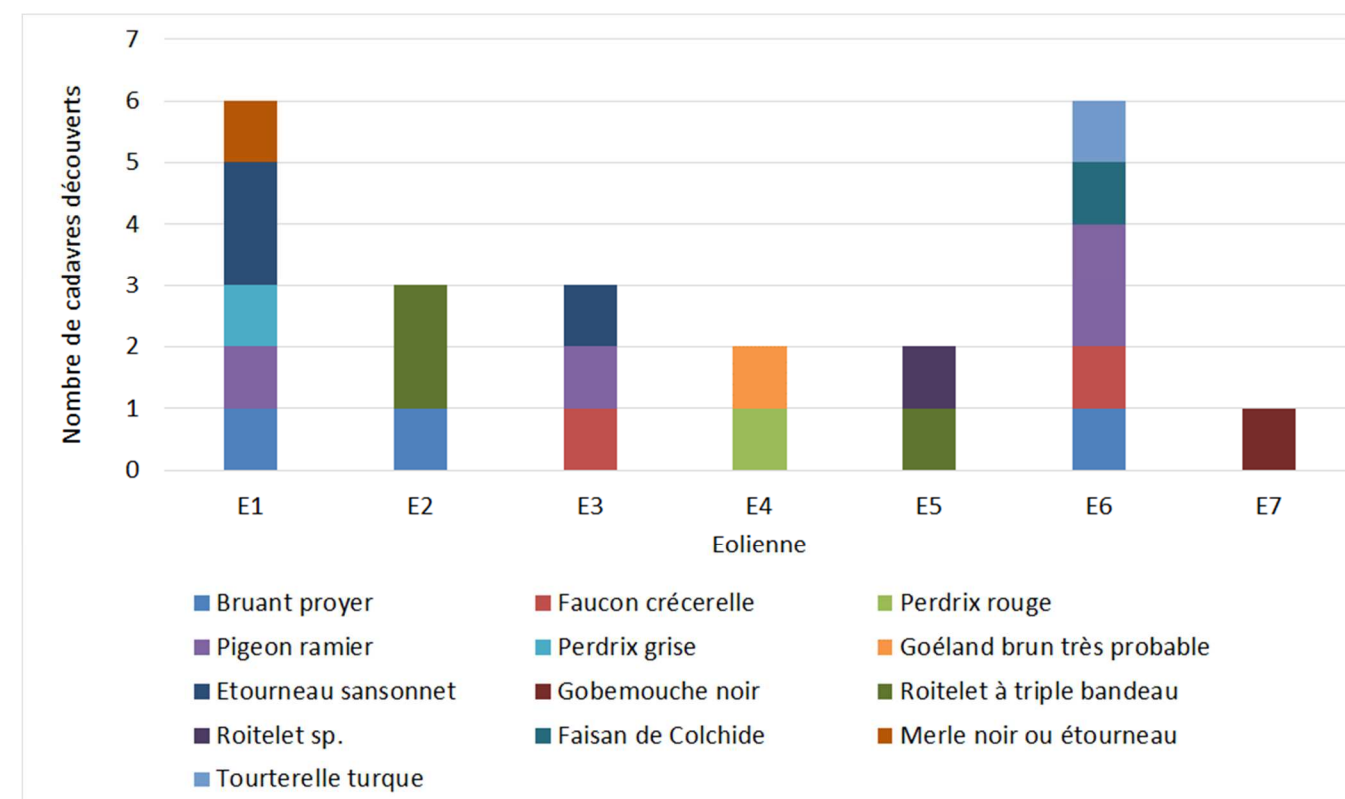
Le Pigeon ramier reste l'espèce la plus concernée par ces mortalités (4 cas) même si aucune mortalité n'était à déplorer en 2018. On trouve ensuite le Bruant proyer, l'Etourneau sansonnet et le Roitelet à triple bandeau, avec trois mortalités chacun.

Si l'on compare avec les mortalités constatées en 2018, la Perdrix rouge n'a été impactée qu'une seule fois en 2020-2021 contre trois en 2018, le Faucon crécerelle n'a été impacté que deux fois (contre quatre fois en 2018), mais le Bruant proyer a été trois fois plus impacté par rapport au suivi passé (1 seul cas en 2018). Trois espèces ne sont pas retrouvées sous les éoliennes en 2020-2021 : le Canard colvert, le Martinet noir et le Pic épeiche. En revanche, le cortège d'espèces impactées est plus important en 2020-2021, avec au moins 8 espèces supplémentaires : Pigeon ramier, Perdrix grise, Etourneau sansonnet, Goéland brun (probable), Gobemouche noir, Roitelet à triple bandeau, Faisan de Colchide et Tourterelle turque.

4.4.3.2 Relation espèce / éolienne

Le graphique suivant précise la répartition des cadavres des différentes espèces par éolienne.

Figure 59 Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2020-2021



Les cas de mortalité du Bruant proyer sont répartis entre les éoliennes E1, E2 et E6, avec un cas de mortalité chacune. Les étourneaux ont été retrouvés sous les éoliennes E1 et E3, avec deux cas de mortalité pour l'éolienne E1. Le Roitelet à triple bandeau est retrouvé sur les éoliennes E2 et E5, avec deux cas de mortalité pour l'éolienne E2. Ces précisions montrent une légère concentration de mortalités pour ces deux espèces sous une éolienne particulière.

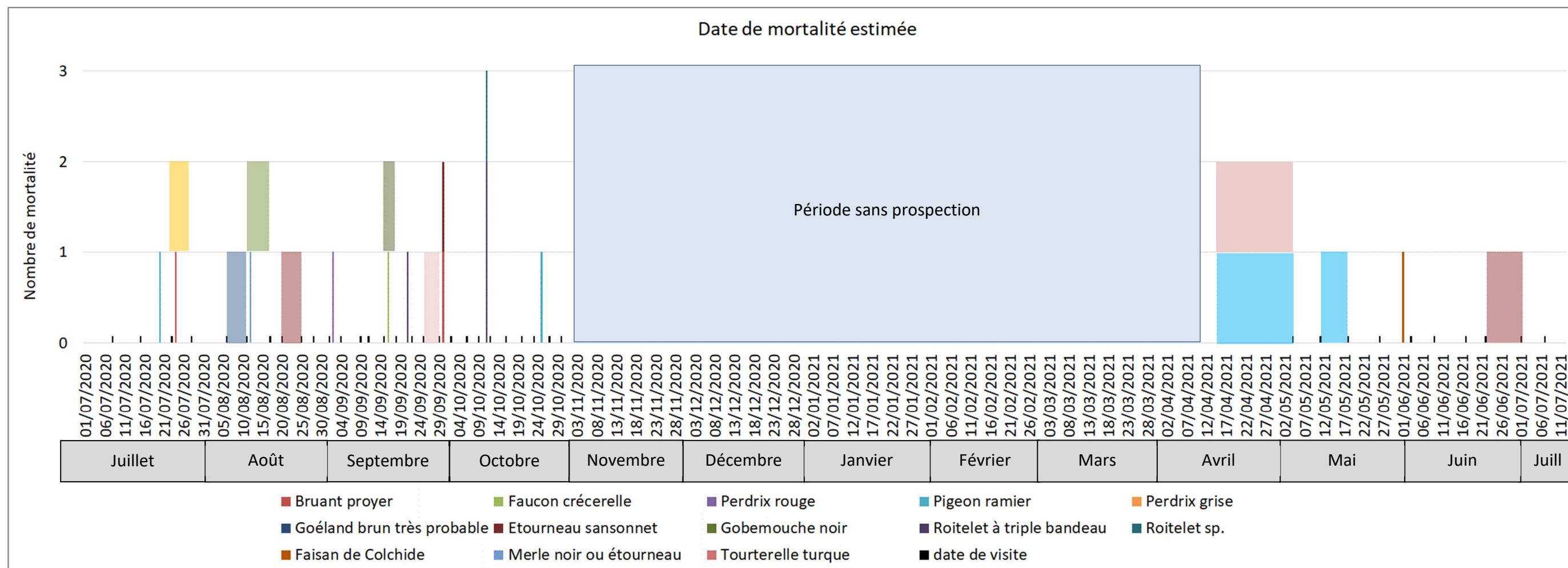
4.4.3.3 Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et premières interprétations générales des types d'impacts

La figure de la page suivante représente les dates estimées (ou périodes) des mortalités par espèce pour la campagne de suivi de 2020-2021. Il s'agit de rechercher l'expression de certaines explications phénologiques (migration, vol de parade, dispersion des jeunes...) ou comportementales spécifiques (chasse, transit, migration...).

Pour les plumées, aucune date de mortalité précise n'a été définie, du fait de l'état de dégradation des cadavres très avancé (seulement des restes de plumes). La période de mortalité est estimée entre la visite précédente et la veille de la date de la découverte.

Une concentration des mortalités est relevé à l'approche de l'hiver, avec trois cas de mortalité de Roitelet à triple bandeau le même jour, précédée par une augmentation des cas de mortalité lors des semaines précédentes pour plusieurs autres espèces.

Figure 60 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) pour la campagne de suivi de 2020-2021



4.4.3.4 Interprétation du contexte phénologique et comportemental des mortalités par espèce (phénologie, genre, sexe, comportement de vol ...)

➤ Bruant proyer (2 cadavres et 1 plumée)

2 cadavres et une plumée de Bruant proyer (*Emberiza calandra*) ont été découverts sous l'éolienne E2 le 28 juillet 2020, sous l'éolienne E1 le 2 octobre 2020 et sous l'éolienne E6 le 4 mai 2021. Cette espèce est protégée et son statut de conservation est défavorable à l'échelle régionale (classée quasi menacée en Centre-Val-de-Loire). Au niveau national, il n'est pas considéré comme menacé (préoccupation mineure).

Tous ces individus peuvent être considérés comme nicheurs sédentaires étant donné que des individus ont été retrouvés en mai, en juillet et en octobre. On sait que la plupart des individus nicheurs français sont sédentaires mais l'espèce connaît un pic migratoire en septembre-octobre. Il est donc possible que l'individu retrouvé le 2 octobre 2020 soit un individu migrateur.

Pour rappel, le 7 août 2018, un individu avait été retrouvé au pied de l'éolienne E3.

Enfin, cette espèce se nourrit dans les champs entourant les éoliennes et est donc susceptible d'être impactée tout au long de l'année.

Figure 61 : Cliché du cadavre du Bruant proyer retrouvé sous l'éolienne E2 le 28 juillet 2020



➤ Etourneau sansonnet (1 cadavre et 2 plumées)

2 plumées et 1 cadavre d'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) ont été trouvés au cours du suivi de la mortalité : 1 plumée sous l'éolienne E1 le 25 août 2020, 1 cadavre sous l'éolienne E3 le 2 octobre 2020 et 1 plumée le 1^{er} juillet 2021 sous E1. Cette espèce n'est pas protégée en France et elle n'est pas non

plus considérée comme menacée. L'espèce est considérée comme susceptible d'occasionner des dégâts dans le département du Cher.

Ces individus peuvent être considérés comme nicheurs pour les individus impactés en juillet et août, et potentiellement migrateur pour l'individu impacté en octobre.

Les étourneaux se regroupent dans les champs pour chercher de la nourriture, ce qui peut entraîner un risque de mortalité avec les éoliennes lors des transits.

Figure 62 Cliché de la plumée d'Etourneau sansonnet retrouvée le 1 juillet 2021



➤ Faucon crécerelle (1 aile et 1 cadavre)

1 cadavre et 1 aile de Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) ont été trouvés le 17 août 2020 sous l'éolienne E3 et le 18 septembre 2020 sous l'éolienne E6. Cette espèce est protégée au niveau national. Le Faucon crécerelle est considéré comme Quasi-menacé en France mais en Préoccupation mineure dans la région Centre-Val-de-Loire.

A cette période de l'année, il pourrait s'agir d'individus migrants. En effet, la dispersion des jeunes a lieu en août et la migration post-nuptiale se traduit par un passage de début septembre à mi-novembre. Il peut aussi s'agir d'individus sédentaires. Le Faucon crécerelle est une espèce présente en France à l'année, et les champs autour des éoliennes présentent un fort intérêt pour l'espèce afin de rechercher sa nourriture.

Pour rappel, en 2018, 4 Faucons crécerelles avaient été retrouvés lors du suivi de mortalité.

Figure 63 : Cliché du cadavre de Faucon crécerelle retrouvé sous l'éolienne E6 le 18 septembre 2020



➤ **Roitelet à triple bandeau (3 cadavres)**

3 cadavres de Roitelet à triple bandeau (*Regulus ignicapilla*) ont été retrouvés, dont un sous l'éolienne E2 le 22 septembre 2020 et deux autres cadavres le 12 octobre 2020 sous E2 et E5.

Le Roitelet à triple bandeau est protégé en France mais son statut de conservation n'est pas défavorable à l'échelle nationale ou régionale.

A cette période de l'année, bien qu'on ne puisse écarter l'hypothèse d'individus sédentaires, il doit très sûrement s'agir d'individus migrateurs. La migration postnuptiale chez cette espèce s'étale de mi-août à fin octobre. Comme pour les autres passereaux insectivores migrateurs nocturnes, cette espèce est fréquemment impactée en période migratoire où elle s'expose plus que d'habitude aux hauteurs de rotation des pales d'éoliennes.

Figure 64 : Cliché du cadavre de Roitelet à triple bandeau retrouvé sous l'éolienne E2 le 22 septembre 2020



➤ **Pigeon ramier (2 cadavres et 2 plumées)**

2 cadavres et 2 plumées de Pigeon ramier (*Columba palumbus*) ont été retrouvés sous l'éolienne E6 le 23 juillet 2020 et le 27 octobre 2020, sous l'éolienne E3 le 4 mai 2021 et sous l'éolienne E1 le 18 mai 2021.

Le Pigeon ramier n'est pas protégé en France et ses statuts de conservation ne sont pas défavorables. L'espèce est considérée comme susceptible d'occasionner des dégâts dans le département du Cher.

Les individus trouvés entre mai et août sont certainement des individus nicheurs. Mais l'individu retrouvé mort en octobre 2020 peut être un individu migrateur étant donné que la période de migration post-nuptiale des pigeons ramiers s'étend de début septembre à fin novembre. Il peut aussi s'agir d'un individu sédentaire. De plus en plus de pigeons ramiers ne migrent plus à la suite de l'augmentation des quantités de nourriture et à l'adoucissement des températures en hiver.

Figure 65 : Cliché du cadavre de Pigeon ramier retrouvé sous l'éolienne E6 le 23 juillet 2020



➤ **Gobemouche noir (1 plumée)**

1 plumée de Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) a été découverte le 18 septembre 2020 sous l'éolienne E7.

Le Gobemouche noir est protégé en France. Il s'agit d'une espèce menacée car il est considéré dans la région Centre-Val-de-Loire « En danger » et comme Vulnérable au niveau national.

A cette période de l'année, cette mortalité suggère qu'il s'agit d'un individu migrateur. Chez cette espèce, le pic de migration post-nuptiale culmine autour de mi-septembre. Cette espèce est une migratrice

commune en France à cette période alors que seulement quelques cas de reproductions sont avérés chaque année. L'impact a pu avoir lieu lors des déplacements migratoires nocturnes de cette espèce, ou lors d'une période de chasse en altitude, cette espèce étant insectivore. Son niveau de patrimonialité est élevé.

➤ **Goéland brun (1 plumée)**

1 plumée de Goéland brun (*Larus fuscus*) probable a été retrouvée sous l'éolienne E4 le 11 août 2020. Seules des plumes de l'aile de l'oiseau ont été retrouvées, ce qui limite les capacités de détermination. L'identification en Goéland brun est jugée très probable.

Le Goéland brun est protégé au niveau national mais il ne s'agit pas d'une espèce menacée. Elle est considérée comme en Préoccupation mineure au niveau national.

L'individu retrouvé sur le parc est très certainement un individu migrateur ou hivernant. En effet, le Goéland brun est un oiseau nicheur commun sur la côte mais il est cependant plus rare de trouver des couples nicheurs le long des fleuves. En revanche, les individus vont quitter leurs colonies en août afin de migrer ou de se rendre dans les terres pour se nourrir dans les champs ou les décharges.

Figure 66 : Cliché de la plumée de Goéland brun probable retrouvé sous l'éolienne E4 le 11 août 2020



➤ **Tourterelle turque (1 plumée)**

1 plumée de Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*) a été découverte le 29 septembre 2020 sous l'éolienne E6. Cette espèce n'est protégée en France, et ses statuts de conservation ne sont pas défavorables ni à l'échelle nationale ni régionale (classée en préoccupation mineure). La Tourterelle turque est considérée comme un gibier chassable.

Cette espèce est sédentaire mais des comportements de regroupement peuvent être observés d'août à janvier dans les champs et autour des silos à grain. Ces déplacements peuvent causer une augmentation des effectifs autour du parc éolien et ainsi augmenter les risques de mortalité avec les éoliennes.

➤ **Faisan de Colchide (1 cadavre)**

1 cadavre de Faisan de Colchide (*Phasianus colchicus*) a été découvert sous l'éolienne E6 le 3 juin 2021. L'individu retrouvé était une femelle adulte. Cette espèce n'est pas protégée en France, il s'agit d'une espèce chassable. Ces statuts ne sont pas préoccupants en France (Préoccupation mineure).

Cet individu est un nicheur sédentaire, très probablement issu d'un lâcher de chasse. Compte tenu des capacités de vol de cette espèce et de l'emplacement du cadavre, en pied de machine, la mortalité est sûrement dû à une collision avec le mat de l'éolienne.

Figure 67 : Cliché du cadavre de Faisan de Colchide retrouvé sous l'éolienne E6 le 3 juin 2021



➤ **Perdrix grise (1 plumée)**

1 plumée de Perdrix grise (*Perdix perdix*) a été retrouvée le 28 juillet 2020 sous l'éolienne E1. Cette espèce n'est pas protégée en France. Elle est classée en Préoccupation mineure en France mais en Quasi menacée au niveau régional. Elle est considérée comme Gibier Chassable.

La Perdrix grise est nicheuse sédentaire sur le site. Cependant, il y a de grandes chances que cet individu soit issu d'un lâcher de chasse.

Figure 68 : Cliché de la plumée de Perdrix grise retrouvée sous E1 le 28 juillet 2020



➤ **Perdrix rouge (1 cadavre)**

1 cadavre de Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) a été découvert le 4 septembre 2020 sous l'éolienne E4. Cette espèce n'est pas protégée en France mais elle n'est pas non plus menacée au niveau national, comme au niveau régional. Elle est considérée comme un Gibier de Chasse.

La Perdrix rouge est une nicheuse sédentaire commune. Comme pour la Perdrix grise, il y a de grandes chances que cet individu soit issu d'un lâcher de chasse.

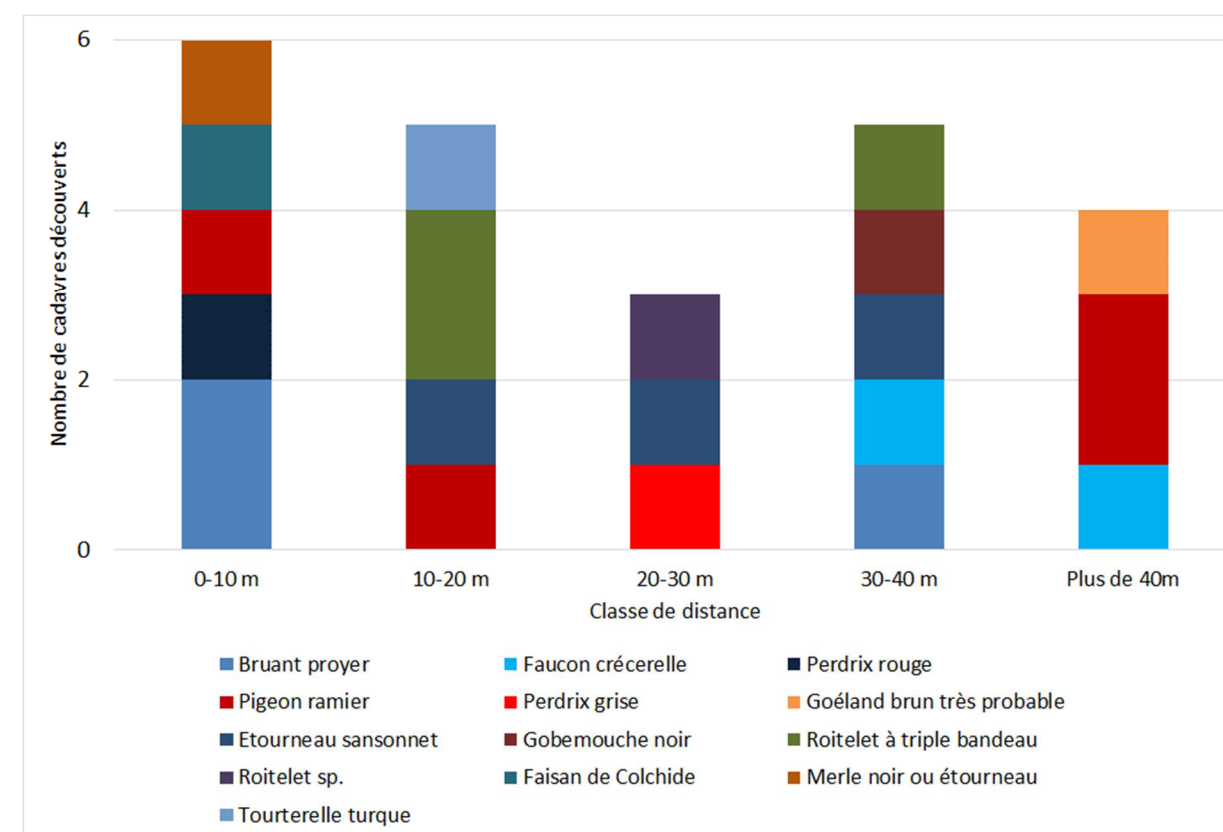
Pour rappel, 2 cadavres et 1 plumée de Perdrix rouge avaient été retrouvés sous le parc éolien au cours du suivi de la mortalité en 2018.

4.4.3.5 Dispersion des cadavres sous les éoliennes

Lors du suivi de 2020-2021, le graphique suivant témoigne d'une dispersion hétérogène. Les cadavres ont été retrouvés entre 0.5 et 53 m du mât de l'éolienne. Cette diversité de distances de dispersion des cadavres laisse présager **de causes ou des conditions de mortalités variées**, probablement à diverses hauteurs de vol.

La distance moyenne de dispersion pour les cadavres et les plumées est de 21,9 m. On note que les oiseaux peuvent être projetés très loin lorsque la pale les percute à pleine vitesse en remontant sous l'oiseau, ce qui peut engendrer théoriquement une forte dispersion même pour des oiseaux qui volent bas (lors de vents forts), sans compter que les individus ont aussi pu être déplacés pour être prédatés plus loin (plumées).

Figure 69 : Graphique de répartition des cas de mortalité de 2020-2021 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne



4.4.4 Taux de mortalité des oiseaux

4.4.4.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2020-2021

Tout au long de la période de suivi, nous avons noté la proportion (sous chaque éolienne suivie) des différents types de végétation.

4 niveaux de difficulté de prospection ont donc été créés :

- Niveau 1 : très facilement prospectable (gravier, chemin d'accès ...),
- Niveau 2 : facilement prospectable (végétation éparsée ou basse, ...),
- Niveau 3 : moyennement prospectable (végétation plus haute, hétérogénéité du milieu, ...)
- Niveau 4 : non prospectable (zone boisée, ...)

Cette proportion est calculée au prorata de la surface prospectée. Par exemple, si sur une surface de 1 hectare, nous prospectons 0,4 hectares (0,6 hectares de boisement) et que sur ces 0,4 hectares, 0,2 hectares correspondent au type 1 et 0,2 hectares correspondent au type 2, nous aurons alors prospecté 50% en type 1 et 50% en type 2.

Le tableau ci-contre montre la part moyenne de chaque niveau de difficulté de prospection au cours du suivi, ainsi que la mortalité constatée à chaque visite sous les éoliennes suivies.

Figure 70 : Tableau récapitulatif des proportions (%) de chaque niveau de prospection et de la mortalité constatée pour chaque visite (en fin de tableau : moyenne des proportions de chaque niveau de difficulté de prospection et nombre total de cas de mortalité d'oiseaux découverts sous les éoliennes)

Date des visites	Période	Végétation			Mortalité oiseaux
		Type 1	Type 2	Type 3	
8-juil.	Période 1	28,33	27,92	43,75	
15-juil.	Période 1	16,48	34,55	48,97	
23-juil.	Période 1	16,60	81,72	1,68	1
28-juil.	Période 1	15,63	65,52	18,85	2
6-août	Période 1	15,99	10,21	73,80	
11-août	Période 1	16,56	80,13	3,31	1
17-août	Période 1	14,55	81,58	3,87	2
20-août	Période 1	15,01	80,57	4,42	
25-août	Période 1	3,13	72,16	24,72	1
28-août	Période 1	18,45	79,40	2,15	
01-sept	Période 1	16,14	54,41	29,46	
04-sept	Période 1	16,01	55,68	28,31	1
09-sept	Période 1	39,38	54,23	6,39	
11-sept	Période 1	15,31	74,03	10,66	
15-sept	Période 1	15,13	84,87	0,00	
18-sept	Période 1	14,26	70,76	14,98	2
22-sept	Période 1	23,37	73,20	3,44	1
25-sept	Période 1	45,89	40,34	13,77	
29-sept	Période 1	12,21	74,52	13,28	1
02-oct	Période 1	13,84	86,16	0,00	2
06-oct	Période 1	12,15	82,77	5,08	
09-oct	Période 1	29,91	42,45	27,64	
12-oct	Période 1	34,35	51,30	14,35	3
16-oct	Période 1	12,08	86,39	1,53	
20-oct	Période 1	29,92	63,64	6,44	
23-oct	Période 1	12,72	80,03	7,25	
27-oct	Période 1	34,96	57,52	7,52	1
30-oct	Période 1	22,58	77,42	0,00	
04-mai	Période 2	47,25	22,53	30,22	2
11-mai	Période 2	29,81	68,30	1,89	
18-mai	Période 2	20,86	40,18	38,96	1
26-mai	Période 2	35,16	31,87	32,97	
03-juin	Période 2	51,30	13,64	35,06	1
09-juin	Période 2	64,66	17,29	18,05	
17-juin	Période 2	34,65	17,54	47,81	
22-juin	Période 2	59,07	22,36	18,57	
01-juil	Période 2	29,55	15,15	55,30	1
07-juil	Période 2	34,96	55,78	9,25	
Moyenne		25,48	56,00	18,52	23,00
Période 1		20,03	65,12	14,84	18,00
Période 2		40,73	30,47	28,81	5,00

4.4.4.2 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)

En 2020-2021, deux tests ont été menés le 17 août 2020 et le 5 mai 2021 pour apprécier les coefficients correcteurs nécessaires au calcul du taux de mortalité.

Il est important de noter que dans l'ensemble des tableaux de résultats, autant pour le calcul des paramètres que pour les résultats du taux de mortalité, **les nombres indiqués sont arrondis au centième pour une meilleure lisibilité**. Cependant, dans les calculs du taux de mortalité, les calculs ne prennent pas en compte ces nombres arrondis mais bien dans leur intégralité, ce qui peut induire des petites différences dans les résultats de calculs des taux de mortalité notamment.

➤ Taux de détection

Figure 71 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d

Type végétation	Eolienne	Date test	Nb de peluches déposées	Nb de peluches découvertes	Taux de détection (d)
Moyen	Moyenne	Moyenne	20	19	0,95
Type 1	Moyenne	Moyenne	6	6	1,00
Type 2	Moyenne	Moyenne	8	8	1,00
Type 3	Moyenne	Moyenne	6	5	0,83
Total	E6	17/08/2020	10	9	
Type 1	E6	17/08/2020	3	3	
Type 2	E6	17/08/2020	4	4	
Type 3	E6	17/08/2020	3	2	
Total	E2	05/05/2021	10	10	
Type 1	E2	05/05/2021	3	3	
Type 2	E2	05/05/2021	4	4	
Type 3	E2	05/05/2021	3	3	

	d	Pourcentage de prospection		
		Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	0,97	25,48	56,00	18,52
Période 1	0,98	20,03	65,12	14,84
Période 2	0,95	40,73	30,47	28,81

Le taux de détection correspond à la proportion de cadavres découverts par l'observateur :

$$d = \frac{\text{Nombre de cadavres découverts}}{\text{Nombre de cadavres déposés}}$$

Le taux de détection étant logiquement lié à la hauteur de végétation, nous avons pondéré les calculs en fonction de cette hauteur de végétation et des 3 types de niveau vus précédemment.

Par exemple, le calcul du taux de détection moyen sur la totalité du suivi nous donne :

$d = d(\text{type 1}) * \text{proportion de type 1 prospecté en moyenne} + d(\text{type 2}) * \text{proportion de type 2 prospecté en moyenne} + d(\text{type 3}) * \text{proportion de type 3 prospecté en moyenne}$

$$d = 1.00 * (25.48/100) + 1.00 * (56.00/100) + 0.83 * (18.52/100) = 0.97$$

Autrement dit, environ 97% des peluches-test ont été retrouvées. En 2018, la détection était bien plus avec un taux de $d = 0,67$.

➤ Taux de persistance

Figure 72 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance (en bleu : estimation du nombre de cadavres restant)

Type végétation	Eolienne	Date test	Dépôt	Jour de dépôt						Tm	p_moyen
				1	3	7	8	11	14		
Moyen		Moyenne	40	37	21	3	1	1	1	2,45	0,31
Type 1		Moyenne	12	10	5	1	0	0	0	2,00	0,25
Type 2		Moyenne	18	17	8	1	0	0	0	2,06	0,26
Type 3		Moyenne	10	10	8	1	1	1	1	3,70	0,46
Moyen	Toutes	17/08/2020	20	19	12	2	1	1	1		
Type 1	Toutes	17/08/2020	7	7	4	1	0	0	0		
Type 2	Toutes	17/08/2020	7	6	4	0	0	0	0		
Type 3	Toutes	17/08/2020	6	6	4	1	1	1	1		
Moyen	Toutes	04/05/2021	20	18	9	1	0	0	0		
Type 1	Toutes	04/05/2021	5	3	1	0	0	0	0		
Type 2	Toutes	04/05/2021	11	11	4	1	0	0	0		
Type 3	Toutes	04/05/2021	4	4	4	0	0	0	0		

	Tm	p	Pourcentage de prospection		
			Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	2,45	0,31			
Période 1	2,29	0,36	20,03	65,12	14,84
Période 2	2,51	0,07	40,73	30,47	28,81

-Paramètre p (formules de Winkelman + Erickson adaptée)

Comme évoqué pour les chauves-souris, dans notre cas précis, l'intervalle I moyen entre deux visites est de l'ordre de **I = 4,94 jours**.

En considérant que la diminution du nombre de cadavres est linéaire entre les retours tests de 1 à 14 jours, on estime le nombre de cadavres restant à I jours.

De ce fait,

$$p = \frac{\text{Nombre de cadavres encore présents après I jours}}{\text{Nombre de cadavres déposés au départ}} = \frac{12,25}{40} = 0,31$$

Ainsi, on obtient une valeur de **p = 0,31**.

Pour la seconde méthode de calcul, nous avons pondéré p en fonction de cette hauteur de végétation et des 3 types de végétation vu précédemment, de la même manière que ce qui a été réalisé pour le calcul du paramètre d. Ainsi, on obtient une valeur de **p variant entre 0,07 (Période 2) et 0,36 (Période 1)**.

- Paramètre Tm (formules d'Erickson + Jones + Huso)

Le paramètre Tm traduit la durée moyenne de persistance d'un cadavre. Tm se calcule sur la durée au bout de laquelle tous les cadavres test ont disparu. Dans notre cas précis, **Tm est égal à 2,45**.

La durée moyenne de persistance d'un cadavre en jour est donc de :

$$tm = \frac{\text{Nb cadavres persistant 1 jour } j_{+1} + \text{Nb cadavres persistant 2 jours } j_{+2} \times 2 + \text{Nb cadavres } j_{+4} \times 4 + \dots}{\text{Nb cadavres présent}_{\text{Départ}}}$$

Pour la seconde méthode de calcul, nous avons pondéré p en fonction de cette hauteur de végétation et des 3 types de végétation vu précédemment, de la même manière que ce qui a été réalisé pour le calcul du paramètre d. Ainsi, on obtient une valeur de **Tm variant entre 2,29 (Période 1) et 2,51 (Période 2)**.

➤ Coefficient de correction surfacique

Le coefficient de correction surfacique a été défini de la même façon que pour les chiroptères. Le tableau suivant détaille la base de calculs pour la dispersion des cadavres découverts en 2020-2021 en fonction des surfaces prospectées (en hectare).

	Surface à prospecter par éolienne	Nombre d'éolienne suivie	Surface à prospecter totale	Surface réellement prospectée (toute éolienne confondues, en ha)	Pourcentage prospecté	Nombre de cadavre d'oiseaux
42m - 56m	0,4308	7	3,02	1,16	38,61	3
28m - 42m	0,3077	7	2,15	1,11	51,37	6
14m - 28m	0,1846	7	1,29	0,78	60,58	6
0m - 14m	0,0615	7	0,43	0,37	86,41	8

$$a = 1,68$$

4.4.4.3 Méthodes de calcul employées

Les méthodes de calcul employées sont identiques à celles du calcul du taux de mortalité des chauves-souris (cf. 4.2.6.5 Calculs du taux de mortalité page 41).

4.4.4.4 Calcul de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyennes »)

Le tableau suivant synthétise les valeurs des paramètres nécessaires aux calculs des différentes équations.

Figure 73 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	23,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,97	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,31	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	2,45	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
I	4,94	Pas de temps du suivi
Î	4,90	Î = - log(0.01) * tm
ê	0,99	ê = Min(I/Î) / I
a	1,67	Coefficient de correction surfacique

Sur la base des paramètres précédents, les résultats de calculs des taux de mortalités sont les suivants pour les différentes formules utilisées (sachant que les valeurs de chaque paramètre est arrondi au centième).

Winkelmann :

$$N = \frac{C}{p \times d} \times a = \frac{23}{0.31 \times 0.97} \times 1.67 = \mathbf{130,10}$$

Erickson adaptée :

$$N = \frac{I \times (C - C \times p)}{tm \times d} \times a = \frac{4.94 \times (23 - 23 \times 0.31)}{2.45 \times 0.97} \times 1.67 = \mathbf{80,16}$$

Erickson réelle :

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d} \times a = \frac{4.94 \times 23}{2.45 \times 0.97} \times 1.67 = \mathbf{80,41}$$

Jones :

$$N = \frac{C}{d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I / tm)}} \times a = \frac{23}{0.97 \times 0.99 \times e^{(-0.5 \times 4.94 / 2.45)}} \times 1.67 = \mathbf{109,29}$$

Huso :

$$N = \frac{C}{d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I / tm})}{I} \times \hat{e}} \times a = \frac{23}{0.97 \times \frac{2.45 \times (1 - e^{-4.94 / 2.45})}{4.94} \times 0.99} \times 1.67 = \mathbf{92,99}$$

Tous ces résultats correspondent aux différentes estimations du nombre d'oiseaux morts sur la période allant du 8 juillet 2020 au 7 juillet 2021, pour les 7 éoliennes suivies du parc éolien. Ces résultats sont basés sur 6,25 mois, soit une partie de la période d'activité du cycle biologique des oiseaux.

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne,

- on divise ces résultats par 7 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne pour la période de suivi**
- on divise par 6.25 (6.25 mois) → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par mois**
- on multiplie par 12 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par an** (pour la période d'activité des oiseaux, soit toute l'année)
- on multiplie par 7 → on aura une estimation de la **mortalité pour le parc entier et par an**.

La formule de Winkelmann surestime très souvent le taux de mortalité. Elle ne sera donc pas prise en compte dans le calcul de la moyenne. Finalement, le tableau suivant synthétise les résultats pour chacune des formules utilisées. Il aboutit à un **résultat moyen de l'ordre de 24.88 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 21.99 et 29.98 (35.68 pour la formule de Winkelmann) mortalités par éolienne et par an selon les formules utilisées.

En 2018, le taux de mortalité était estimé à 9-10 cas/éolienne/an avec cette méthode.

Figure 74 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2020-2021 (avec méthode des moyennes)

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelmann)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	130,10	80,16	80,41	109,29	92,99	98,59	90,71
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	18,59	11,45	11,49	15,61	13,28	14,08	12,96
Mortalité par éolienne et par mois	2,97	1,83	1,84	2,50	2,13	2,25	2,07
Mortalité par éolienne et pour une année	35,68	21,99	22,05	29,98	25,51	27,04	24,88
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	249,79	153,91	154,38	209,83	178,55	189,29	174,17

4.4.4.5 Calcul de mortalité avec la seconde méthode (méthode « pondérée »)

Ici on tient compte de la hauteur des types de végétation. Ci-dessous sont ainsi présentées les valeurs des paramètres nécessaires aux différentes équations.

Figure 75 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul

Paramètre	Période	Valeurs	Explications
C	Période 1	18,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
	Période 2	5,00	
d	Période 1	0,98	Valeur du taux de détection pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	0,95	
p	Période 1	0,36	Valeur du taux de persistance pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	0,07	
tm	Période 1	2,29	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	2,51	
l	Période 1	4,22	Pas de temps du suivi
	Période 2	7,11	
î	Période 1	4,58	$\hat{I} = -\log(0.01) * tm$
	Période 2	5,01	
ê	Période 1	1,00	$\hat{e} = \text{Min}(l/\hat{I}) / l$
	Période 2	0,70	
a	Toutes périodes confondues	1,68	Coefficient de correction surfacique selon la période

Les résultats pour cette seconde méthode de calcul sont présentés dans le tableau suivant. Les résultats sont présentés selon les mêmes formats que pour la première méthode de calcul, c'est-à-dire ramenés par éolienne, puis par éolienne et par mois, puis par éolienne et sur l'ensemble de la période d'activité théorique des oiseaux et enfin pour le parc éolien entier.

La formule de Winkelmann surestime très souvent le taux de mortalité. Elle ne sera donc pas prise en compte dans le calcul de la moyenne. **Le tableau aboutit à un résultat moyen de l'ordre de 25,57 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 22.48 et 30.70 (56.14 pour la formule de Winkelmann) mortalités selon les formules utilisées avec prise en compte de la dispersion des cadavres dans le coefficient surfacique.

En 2018, le taux de mortalité était estimé à 11-12 cas/éolienne/an.

Figure 76 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2020-2021 des oiseaux par la seconde méthode de calcul (avec méthode pondérée)

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelmann)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	204,69	81,96	82,18	111,94	96,83	115,52	93,23
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	29,24	11,71	11,74	15,99	13,83	16,50	13,32
Mortalité par éolienne et par mois	4,68	1,87	1,88	2,56	2,21	2,64	2,13
Mortalité par éolienne et pour une année	56,14	22,48	22,54	30,70	26,56	31,69	25,57
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	393,00	157,36	157,79	214,93	185,91	221,80	178,99

4.4.4.6 Calcul de la mortalité avec l'application Shiny « EolApp »

Comme pour les chauves-souris, nous avons utilisé l'application Shiny « EolApp » (créée par Aurélien Besnard et Cyril Bernard) pour permettre d'obtenir les intervalles de confiance à 95% des estimations de mortalité obtenues dans le cadre des suivis sous les éoliennes, pour les oiseaux.

Le tableau suivant détaille l'ensemble de ces paramètres utilisés.

Figure 77 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »

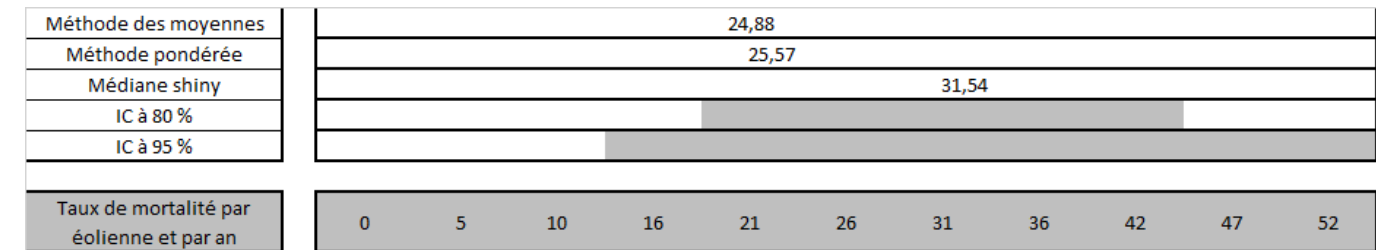
Paramètres	Valeur
Intervalle de temps entre les passages	4,94
Nombre de peluches déposées pour l'étude de détection	20
Nombre de peluches découvertes pour l'étude de détection	19
Pourcentage de la surface prospectée	0,50

Figure 78 : Sortie de l'application Shiny EolApp (IC : Intervalle de confiance)

Formule	Médiane	IC à 95%		IC à 80%	
		IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	97,74	54,39	161,67	67,04	137,19
Huso	113,26	65,49	179,09	79,98	153,55
Winkelmann	533,33	235,79	960,00	308,77	844,44
Jones	134,01	74,92	227,09	92,25	189,99
Moyenne par éolienne	31,37	15,38	54,57	19,57	47,33
Moyenne par éolienne (sans Winkelmann)	16,43	9,28	27,04	11,39	22,89

4.4.4.7 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des oiseaux en 2020-2021

La fourchette de résultats fournie par l'application Shiny « Eol App » concorde avec nos calculs. Aussi, nous retiendrons que **théoriquement nous aboutissons à entre 25 et 32 cas de mortalité par éolienne et par an, soit entre 175 et 224 mortalités par an pour le parc entier.**



En considérant les 4 modèles, il y a 80% de chance que le nombre réel d'oiseaux impactés se situe entre 19,57 et 47,33 cas de mortalité (entre 11,39 et 22,89 si on ne prend pas en compte la formule de Winkelmann). De même, il y a 95% de chance que le nombre réel d'oiseaux impactés se situe entre 15,38 et 58,57 cas de mortalité (entre 9,28 et 27,04 si on ne prend pas en compte la formule de Winkelmann).

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne :

- on divise par 6,25 (6,25 mois) -> on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par mois**
- on multiplie par 12 -> on aura une estimation de la **mortalité par éolienne et par an** (pour la période d'activité des oiseaux).

A un intervalle de confiance de 80%, le résultat est de l'ordre de 37.58 à 90.87 mortalités par éolienne et par an (et de **21.88 à 43.95 mortalités par éolienne et par an** sans prendre en compte la formule de Winkelmann).

On aboutit à un résultat à un intervalle de confiance de 95% de l'ordre de 29.53 à 104,77 mortalités par éolienne et par an (et de **17,81 à 51,92 mortalités par éolienne et par an** sans prendre en compte la formule de Winkelmann).

5 EVALUATION DES IMPACTS DU PARC EOLIEN DES 3 ORMES

5.1 Impacts du parc éolien sur les chiroptères

5.1.1 Analyse quantitative des mortalités interannuelles de chiroptères et comparaisons avec les résultats d'autres parcs éoliens

D'après les méthodes de calcul présentées précédemment (méthode des moyennes et méthode pondérée), le taux de mortalité des chiroptères est estimé à environ **10-11 chauves-souris par éolienne et par an** pour la campagne de 2018. Le taux de mortalité fourni par l'application Shiny EolApp (d'après la médiane) est estimé à environ **15 cas de mortalité par éolienne et par an**.

En ce qui concerne la campagne de suivi de 2020-2021, le taux de mortalité est estimé à **environ 5-7 chauves-souris par éolienne et par an**. Le taux de mortalité fourni par l'application Shiny EolApp est estimé à environ **7-8 cas de mortalité par éolienne et par an**.

Au cours de ces deux dernières campagnes de suivi, les calculs du taux de mortalité des chauves-souris ne sont basés que sur la période ayant fait l'objet d'un suivi standardisé, c'est-à-dire entre début mai et fin octobre. Or il s'agit toujours de la période de plus forts risques de mortalité des chauves-souris sur ce site, et de façon générale sur la grande majorité des parcs éoliens suivis en France. Le reste de l'année, les mortalités sont très largement moins marquées. Aussi, dans ces conditions, **l'extrapolation à l'année des taux de mortalité calculés sur les mois de plus forts risques surestime les résultats**. Autrement dit la fourchette estimée à environ 7-8 chauves-souris impactées par éolienne et par an sur le parc des 3 Ormes est probablement surévaluée.

Il est très difficile d'apprécier l'impact de ce nombre estimatif de mortalités sur les populations de chiroptères. Et ce, non seulement, comme nous venons de le voir, parce que l'estimation du nombre de mortalités réelles est soumise à de nombreux biais, mais aussi et surtout parce que la taille et l'état de conservation des populations concernées sont quasi-inconnus. Il n'est donc pas possible d'apprécier quelle est la proportion des individus impactés pour les populations concernées et donc de préciser si cela pourrait ou non remettre en cause l'équilibre des populations en question sur le moyen ou long terme. Pour la Pipistrelle commune, même s'il s'agit de l'espèce largement la plus impactée sur le parc éolien, il s'agit aussi de l'espèce qui domine aussi généralement très largement le cortège d'espèces et qui bénéficie donc de populations les plus cosmopolites et les mieux représentées. Les mortalités générées sous le parc éolien pourraient donc être relativement peu significatives à l'échelle de ou des populations concernées. La Pipistrelle de Kuhl reste la troisième espèce de pipistrelle la plus impactée par l'exploitation de parcs éoliens. Cependant, contrairement à la Pipistrelle commune, ses effectifs sont en augmentation. L'effet d'une mortalité sur la population serait donc moins important que pour d'autres espèces plus menacées. Mais pour la Noctule de Leisler, les populations sont probablement bien moins représentées localement. L'effet de peu de mortalités régulières pourrait quand même être considérée

comme significatif si c'est toujours une même population à faible effectifs qui est concernée, d'autant plus lorsque ce sont quelques individus locaux (mâles sédentaires) qui sont impactés en période d'accouplements automnaux.

A défaut d'être en mesure de se baser sur les populations concernées pour apprécier le niveau d'impact généré par le parc éolien, on peut déjà se référer aux retours d'expériences d'autres parcs éoliens suivis avec les mêmes méthodes. D'après les données disponibles actuellement en France mais aussi et à l'étranger (Europe, voir tableaux suivants), cette estimation de la mortalité témoignerait **d'une valeur de mortalité par éolienne et par an de niveau « faible à modérée » vis-à-vis des chauves-souris**. Les parcs éoliens français dont le niveau de mortalité est particulièrement haut (> 10 voire 15 chauves-souris / éolienne / an) sont situés dans des contextes biogéographiques particuliers (Bouin en littoral atlantique (Dulac, 2006), Castelnau Pégayrols en contexte forestier et ligne de crête (Beucher & Kelm, 2009-2010), en plaine camarguaise de la Crau (GCP, 2010), ou en forêt ou bordure de canal (Cornut et Vincent, 2010)). À titre de comparaison, sous ces parcs éoliens qui font aujourd'hui référence parmi les plus meurtriers, les taux de mortalité peuvent dépasser les 20 chauves-souris/éolienne/an, correspondant à plusieurs centaines de cadavres sur chaque parc selon leur taille.

Figure 80 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour des parcs éoliens en Europe (Source ALEPE)

Figure 79 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour différents suivis des parcs éoliens référencés en France (mise à jour du tableau de l’ALEPE)

Site	Département	Contexte de milieu	Année de suivi	Nombre de victimes / éolienne / an	Référence
Lou Paou	48	Forêt de résineux + lisières + qq larges clairières	2010	0	ALEPE 2010
Rézentières	15	Prairies naturelles de moyenne montagne	2013	0-3	Beucher, Albespy, Mougnot 2014
Castelnau Pegayrols	12	Forêt de résineux + lisières + qq milieux ouverts	2011	0,95 - 0,99	Beucher, Kelm (EXEN, KJM) 2011
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2011	1,29-1,41	Albespy, Beucher (2015)
Castelnau Pegayrols	12	Forêt de résineux + lisières + qq milieux ouverts	2010	1,3 - 2	Beucher, Kelm (EXEN, KJM) 2010
Haut Cabardès	11	Forêt de résineux + lisières	2012	1,6 - 1,9	Beucher, Kelm (EXEN, KJM) 2012
Arfons	81	Ancienne forêt de résineux de moyenne montagne + qq lisières et îlots de boisements mixtes	2010	2,2 - 2,8	EXEN, EKO-LOGIK, LPO 81, ECOTONE 2013
Lou Paou	48	Forêt de résineux + lisières + qq larges clairières	2008	3,12	ALEPE 2009
Arfons	81	Ancienne forêt de résineux de moyenne montagne + qq lisières et îlots de boisements mixtes	2011	3,7 - 3,8	EXEN, EKO-LOGIK, LPO 81, ECOTONE 2014
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2010	4,2-4,9	Albespy, Beucher (2015)
Arfons	81	Ancienne forêt de résineux de moyenne montagne + qq lisières et îlots de boisements mixtes	2012	4,4 - 5,5	EXEN, EKO-LOGIK, LPO 81, ECOTONE 2015
Cuq Servies	81	Forêt de résineux + lisières + qq milieux ouverts	2013	5,5 - 6,9	EXEN, EKO-LOGIK, LPO 81, ECOTONE 2014
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2012	6,1-6,6	Albespy, Beucher (2015)
Lou Paou	48	Forêt de résineux + lisières + qq larges clairières	2014	7,5-7,9	Beucher, Albespy 2015
Talizat	15	Prairies naturelles de moyenne montagne	2010	7,4-8,7	Beucher, Albespy 2011
Bouin	85	Littoral atlantique cultivé	2006	6,0 - 9,3	Dulac 2008
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2008	9,78	Albespy, Beucher (2015)
Lou Paou	48	Forêt de résineux + lisières + qq larges clairières	2009	10	ALEPE 2009
Canet de Salars	12	Prairies bocagères	2009	13,5	Albespy, Beucher (2015)
Bouin	85	Littoral atlantique cultivé	2007	20,3 - 21,6	Dulac 2008
Bouin	85	Littoral atlantique cultivé	2005	21,5 - 26,7	Dulac 2008
Castelnau Pegayrols	12	Forêt de résineux + lisières + qq milieux ouverts	2009	26,8 - 31,1	Beucher, Kelm (EXEN, KJM) 2011
Le Pouzin	7	Bordure de canal	05/05 - 20/10/2010	44 - 76	Cornut & Vincent 2010
Mas de Leuze	13	Plaine camarguaise	17/3 - 27/11/2009	79,3	Aves et GCP 2010
La Répara-Auriples	26	Forêt de résineux et lisières	05/05 - 20/10/2010	79 - 87	Cornut & Vincent 2010

Site	Période de l'année	Nombre de victimes / éolienne / an (*ou pour la période d'étude)	Référence
EUROPE			
Portugal (12 sites)	2005 à 2010	0	Plusieurs auteurs
Caravelas (Portugal)	2006	0,22	Strix, 2008 in Dubourg-Savage et al., 2011
Pinhal Interior - Fumas (Portugal)	2006, 2007	0,8	Alves et al., 2009 et 2010 in Dubourg-Savage et al., 2011
Pinhal Interior - Seladolino (Portugal)	2006	0,8	Alves et al., 2009 et 2010 in Dubourg-Savage et al., 2011
Pinhal Interior - Proença I e II (Portugal)	2006	1,8	Lopes et al., 2008, Alves et al., 2010 in Dubourg-Savage et al., 2011
Grèce (Soros)	2010	2,2	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Mosqueiros I (Portugal)	2008	3,6	Barreiro et al., 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Gardunha	2007	4,2	Alves et al., 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Steinberg (Autriche)	09/2003 – 09/2004	5,3	Traxler et al. 2004 in Brinkmann et al. 2006
Grèce (Dydimos Lofos)	2010	5,5	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Grèce (Monastiri)	2010	6,5	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Candal Coelheira (Portugal)	2006, 2007	7,8	Alves et al., 2007, Amorim 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Prellenkirchen (Autriche)	09/2003 – 09/2004	8,00	Traxler et al. 2004 in Brinkmann et al. 2006
Cantons de Berne et de Lucerne (Suisse)	06 – 10/2007	8,2	Leuzinger, 2008
Grèce (Mati)	2010	10,8	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
District de Fribourg (Allemagne)	Début 04 – mi-05 et mi-07 – mi-10/2005	11,8*	Brinkmann et al. 2006
S. Pedro (Portugal)	2006	12	Alves et al., 2007 in Dubourg-Savage et al., 2011
Grèce (Sapka)	2010	13,2	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Navarre (Espagne)	03/2000 – 03/2001	13,3	Lekuona, 2001
Grèce (Kerveros)	2010	13,9	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Caramulo (Portugal)	2006, 2007	14,2	Hortencio et al., 2007, Silva et al., 2008
District de Fribourg (Allemagne)	fin 07 – fin 10/2004	20,9	Brinkmann et al. 2006
Outeiro (Portugal)	2006, 2008	26,3	in Dubourg-Savage et al., 2011

5.1.2 Analyse qualitative des impacts sur les chiroptères

➤ Niveau des risques

L'appréciation des risques de l'exploitation du parc éolien se concentrent sur ceux liés au fonctionnement des machines, c'est-à-dire la mortalité dans le voisinage des pâles.

Pour chaque espèce impactée par les éoliennes, on peut évaluer l'intensité de son exposition au risque de mortalité sur le site à partir :

- des données bibliographiques (base de données mortalité, éléments d'écologie liés aux comportements de vol) renseignant sur la sensibilité des espèces ;
- des résultats du suivi d'activité en hauteur ;
- des résultats du suivi de la mortalité.

Il s'agit ici de préciser la potentialité d'occurrence d'un risque de mortalité pour les espèces impactées et retrouvées au sol.

Trois niveaux de sensibilité à l'éolien sont définis sur la base des connaissances actuelles :

- Faible : pour les espèces pas ou très rarement impactées et pas ou très rarement contactées en altitude ;
- Modérée : pour les espèces impactées à un faible niveau, mais grégaires et effectuant des déplacements de type migratoire ;
- Forte : espèces de haut vol ou fréquemment retrouvées lors des suivis de mortalité.

Six modalités ont été retenues pour renseigner le niveau de fréquentation (risque local) des espèces recensées lors du suivi automatisé en hauteur :

- Négligeable : espèce non identifiée précisément sur le site ;
- Très faible : quelques contacts ponctuels durant l'année ;
- Faible : plusieurs contacts ponctuels mais irréguliers durant l'année ;
- Faible à modéré : plusieurs contacts et assez réguliers durant l'année ;
- Modéré : espèce contactée régulièrement sur le site, avec un niveau d'activité moyen modéré ;
- Modéré à fort : espèce contactée très régulièrement sur le site, responsable de pics d'activité en hauteur et avec un niveau d'activité moyen modéré à fort.

La mortalité avérée sur le site est évaluée par le nombre de cadavres découverts sous les éoliennes.

L'exposition au risque de mortalité est finalement évaluée comme :

- **Modérée à forte** pour la Noctule de Leisler, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl ;
- **Modérée** pour la Noctule commune ;
- **Faible à modérée** pour la Pipistrelle de Nathusius ;
- **Faible** pour la Sérotine bicolore, la Sérotine de Nilsson et la Barbastelle d'Europe ;
- **Très faible** pour la Barbastelle d'Europe.

Cette évaluation du risque d'occurrence de mortalité sur le site se base sur le nombre de cadavres découverts sous les éoliennes ; Etant donné, la prédation existant sur le site et la possibilité que des cadavres n'aient pas été retrouvés par le découvreur, le nombre d'individus réellement tués est supérieur. Par exemple, 2 cadavres de Pipistrelle commune ont été retrouvés mais il est possible qu'en réalité un nombre plus important d'individus aient été impactés.

On ne peut exclure un risque de mortalité pour d'autres espèces non retrouvées au pied des éoliennes ou non contactées en nacelle d'éolienne. On peut supposer qu'elles n'utiliseraient le site que ponctuellement et le niveau de risque de mortalité devrait être très faible.

Figure 81 : Niveau d'intensité des risques de mortalité des espèces de chiroptères sur le site

Espèce	Nom scientifique	Niveau de fréquentation	Sensibilité théorique vis-à-vis de l'éolien	Mortalité retrouvée en 2020-2021 sous les éoliennes du parc des 3 Ormes	Risque d'occurrence
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Faible	Forte	1	Modéré à fort
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Faible à modéré	Forte	2	Modéré à fort
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Modéré à fort	Modérée à forte	1	Modéré à fort
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Faible à modéré	Forte		Modéré
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Négligeable	Forte		Faible à modéré
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Négligeable	Modérée à forte		Faible
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Négligeable	Modérée		Faible
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Négligeable	Modérée		Faible
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Très faible	Faible		Très faible

➤ Evaluation des impacts du parc éolien des 3 Ormes

Les niveaux d'impact attendus sont évalués proportionnellement à leur intensité et aux niveaux d'enjeux. Au final, quatre niveaux d'impact (Modéré à fort, Modéré, Faible à modéré et Faible) ont été définis comme indiqué dans le tableau suivant en croisant le niveau d'intensité de l'impact avec le niveau d'enjeu écologique.

Figure 82 : Grille de calcul des niveaux de risques d'impacts éoliens pour les chauves-souris (inspiré du protocole SER/SFPM 2010)

		Sensibilité						
		Très faible	Faible	Faible à modéré	Modéré	Modéré à fort	Fort	Très Fort
Enjeux	Très faible	Très faible	Très faible	Faible	Faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré
	Faible	Très faible	Faible	Faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré
	Faible à modéré	Faible	Faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Modéré à fort
	Modéré	Faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort
	Modéré à fort	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort	Fort
	Fort	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort	Fort	Fort
	Très Fort	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort	Fort	Fort	Très Fort

Figure 83 : Évaluation des impacts potentiels du parc éolien des 3 Ormes sur les chauves-souris

Espèce	Nom scientifique	Valeur patrimoniale	Risque d'occurrence	Niveau d'impact théorique
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Modéré à fort	Modéré à fort	Modéré à fort
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Modéré à fort	Modéré	Modéré
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Modéré	Modéré à fort	Modéré
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	Fort	Très faible	Faible à modéré
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Très faible	Modéré à fort	Faible à modéré
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Modéré	Faible à modéré	Faible à modéré
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Modéré	Faible	Faible à modéré
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Faible	Faible	Faible
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Faible	Faible	Faible

Finalement, il apparaît que **l'espèce au niveau d'impact théorique le plus important est la Noctule de Leisler** (niveau modéré à fort). Celle-ci est suivie par la Noctule commune et la Pipistrelle commune (niveau modéré). Pour la Noctule de Leisler et la Noctule commune qui sont des espèces à grand domaine vital et / ou migratrices, cet impact estimé à l'échelle du parc éolien pourra être cumulé à d'autres impacts éoliens à très large échelle. Pour la Pipistrelle commune, les effets cumulés seraient probablement plus limités vis-à-vis des autres parcs éoliens environnants (rayon d'action limité à quelques dizaines de kilomètres). Par contre, la population de pipistrelles communes est probablement exposée aussi à d'autres types d'impacts tels que les collisions routières auxquelles les espèces de haut-vol sont moins exposés.

La Barbastelle d'Europe, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius et la Sérotine commune ont un niveau d'impact faible à modéré. Enfin, la Sérotine bicolore et la Sérotine de Nilsson ont un niveau d'impact faible.

5.2 Impacts du parc éolien sur l'avifaune

5.2.1 Analyses quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens

Une trentaine de mortalités brutes annuelles d'oiseaux est relevée sous le parc éolien des 3 Ormes au cours des dernières années de suivi. D'après nos méthodes de calcul (méthode des moyennes et méthode pondérée), le taux de mortalité en 2020-2021 est estimé à environ **25-26 oiseaux par éolienne et par an**. Avec l'application Shiny, le taux est estimé à **32 oiseaux par éolienne et par an**.

Ces taux sont jugés bien plus importants par rapport à ce qui a été observé sur d'autres parcs français et européens suivis dans les mêmes conditions à des valeurs plus importantes. Si les résultats restent encore peu nombreux à l'échelle régionale, les évaluations à l'échelle nationale ou européenne montrent généralement un taux de mortalité variant de 0 à 10 oiseaux/éolienne/an.

Les niveaux de mortalité varient considérablement selon les situations locales et notamment selon les milieux. Des taux de mortalité sont en effet bien plus élevés pour des parcs installés sur des sites fréquentés par des espèces sensibles et en forte densité (vautours espagnols, rapaces californiens, laridés de Vendée (parc de Bouin, DULAC 2008...). À titre de comparaison, sous ces parcs éoliens qui font aujourd'hui référence parmi les plus meurtriers, les taux de mortalité peuvent dépasser les 30 oiseaux/éolienne/an, correspondant à plusieurs centaines de cadavres sur chaque parc selon leur taille.

Dans le cas présent, le niveau d'impact sur les oiseaux est jugé fort. Mais au-delà de l'aspect quantitatif, il s'agit de s'intéresser aux espèces impactées.

5.2.2 Analyse qualitative des impacts sur l'avifaune

Pour rappel, pour la campagne de 2020-2021, 23 oiseaux de 11 espèces différentes ont été impactés, il s'agit du Bruant proyer, de l'Etourneau sansonnet, du Faisan de Colchide, du Faucon crécerelle, du Gobemouche noir, du Goéland brun, de la Perdrix rouge, de la Perdrix grise, du Pigeon ramier, du Roitelet à triple bandeau et de la Tourterelle turque.

Cinq espèces sont protégées : le Bruant proyer, le Faucon crécerelle, le Gobemouche noir, le Goéland brun et le Roitelet à triple bandeau. Le Faucon crécerelle et le Gobemouche noir sont les deux espèces les plus patrimoniales (espèces menacées au niveau national). Mais si on prend en compte les statuts régionaux, on peut noter que le Bruant proyer et la Perdrix grise sont aussi menacés.

Pour la campagne de 2018, 6 espèces ont été impactées. Il s'agit du Bruant proyer, du Canard colvert, du Pic épeiche, de la Perdrix rouge, du Faucon crécerelle et du Martinet noir. Le nombre de faucons impactés en 2018 était plus important, avec 4 cas de mortalité.

Nous proposons par la suite de préciser les impacts pour chacune de ces espèces au regard de leurs statuts de protection et de conservation, mais aussi des effectifs impactés et de leur sensibilité à l'éolien.

- **Le Bruant proyer**

Le Bruant proyer (*Emberiza calandra*) fait partie des espèces les plus sensibles à l'éolien. Elle correspond en effet à la 11^{ème} espèce la plus impactée en Europe (d'après les tableaux de T. Dürr, 2021). Les statuts de conservation ne sont défavorables au niveau national, mais l'espèce est considérée comme Quasi-menacée au niveau régional. On peut tout de même noter que les effectifs de l'espèce déclinent au niveau mondial. Au moins un individu a été impacté en 2018 et trois en 2020-2021. Il s'agissait probablement d'individus nicheurs, en période de nidification pour les oiseaux retrouvés entre mai et août, et d'un individu sédentaire ou migrateur pour l'oiseau découvert en octobre. Au total, au moins quatre individus ont été impactés par parc éolien des 3 Ormes sur 2 campagnes de suivi.

Si l'on considère le statut de conservation de cette espèce au niveau régional, la quantité d'oiseaux de cette espèce retrouvés sur le site, la période de découverte (principalement en période de nidification) ainsi que l'évolution des populations à une échelle globale, on peut considérer que l'impact du parc sur le Bruant proyer est **faible à modéré**.

- **L'Etourneau sansonnet**

L'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) est la 16^{ème} espèce la plus impactée en Europe (d'après les tableaux de T. Dürr, 2021), avec 216 collisions répertoriées en Europe. Deux plumées de cette espèce ont été découvertes sous l'éolienne E1 le 25 août 2020 et le 1^{er} juillet 2021. Un cadavre a également été retrouvé sous l'éolienne E3 le 2 octobre 2020. Il est possible qu'il s'agisse d'individus sédentaires nicheurs pour les deux oiseaux retrouvés en juillet et août et d'un individu local ou d'un individu en migration post-nuptiale pour l'oiseau impacté en octobre. Aucun cas de mortalité de cette espèce n'avait été rencontré lors des précédents suivis.

Pour cette espèce sans enjeu de conservation majeur, et avec 3 cas de mortalité, l'impact du parc sur l'Etourneau sansonnet est considéré comme **faible**.

- **Le Faucon crécerelle**

Le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) est la 6^{ème} espèce la plus impactée par les éoliennes. Plus de 614 cas sont notés en Europe (T. Dürr, 2021). En 2020-2021, un cadavre a été découvert sous l'éolienne E3 le 17 août 2020 et une aile sous l'éolienne E6 le 18 septembre 2020. Lors du suivi de 2018, 4 autres Faucons crécerelles avaient été retrouvés sur le parc : le 23 août et le 11 septembre sous l'éolienne E3 ainsi que le 5 et le 25 septembre sous l'éolienne E1. Les cas de mortalités sont regroupés entre mi-août et fin septembre. Il y a donc de grandes chances que ces individus soient des oiseaux nicheurs ou des jeunes ayant pris leur envol depuis peu de temps. Il peut aussi s'agir de jeunes au comportement erratique à la suite de leur récente indépendance.

Le Faucon crécerelle est considéré comme Quasi-menacé à l'échelle nationale mais son statut de conservation au niveau régional est moins inquiétant. Cependant, au niveau global, ses effectifs sont en diminution. Si l'on combine à cela l'impact du parc sur la reproduction, nous pouvons considérer que l'impact du parc sur le Faucon crécerelle est **modéré**.

- **Le Roitelet à triple bandeau**

Le Roitelet à triple bandeau (*Regulus ignicapilla*) est la 15^{ème} espèce la plus impactée au niveau européen, avec 269 cas relevés en Europe (T. Dürr, 2021). Ses statuts de conservation ne sont pas défavorables (préoccupation mineure au niveau national et régional). Trois individus ont été trouvés le 22 septembre 2020 sous E2 et le 12 octobre 2020 sous E2 et E5. Il s'agit donc très certainement d'individus migrateurs en phase post-nuptiale. Aucun Roitelet à triple bandeau n'avait été retrouvé lors du suivi de 2018.

Malgré le fait que le Roitelet à triple bandeau soit une espèce fortement impactée au niveau européen une concentration des mortalités sur une courte période lors de la migration, mais avec des statuts de conservation qui ne sont pas préoccupants et une population globalement stable, nous pouvons considérer que l'effet du parc est **faible à modéré**.

- **Le Pigeon ramier**

Le Pigeon ramier (*Columba palumbus*) fait partie des espèces les plus sensibles à la collision avec 271 cas de mortalité relevés en Europe (T. Dürr, 2021). Il n'est pas protégé, considéré comme Gibier chassable et ses statuts de conservation ne sont pas défavorables. Deux cadavres ont été retrouvés le 23 juillet et le 27 octobre 2020 sous l'éolienne E6. Deux plumées ont été découvertes le 4 et le 18 mai 2021 sous les éoliennes E1 et E3. Aucun Pigeon ramier n'avait été découvert en 2018.

Le Pigeon ramier n'est pas une espèce considérée comme menacée. De plus, ses populations augmentent au niveau mondial. Malgré un important têt de mortalité sur le parc en 2020-2021, l'effet sur cette espèce est **faible**.

- **Le Gobemouche noir**

Le Gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) est sensible au risque de collision avec les éoliennes, en particulier en période de migration postnuptiale. 81 cas de mortalité liés aux éoliennes sont relevés en Europe (T. Dürr, 2021). Dans notre cas précis, il s'agit très certainement d'un individu migrateur, étant donnée la date de la découverte, le 18 septembre 2020. Il a été retrouvé sous l'éolienne E7. Le Gobemouche noir est protégé en France. Il est considéré comme vulnérable au niveau national et en danger dans la région Centre-Val-de-Loire (pour les oiseaux nicheurs). Ici, il s'agit d'un individu migrateur (classé en DD pour les oiseaux de passage). La patrimonialité de l'individu est donc moindre. Il s'agit du premier cas de mortalité sur le parc éolien pour cette espèce.

Malgré des statuts de conservations défavorables et une population globale en baisse, le nombre d'oiseaux retrouvés et la période de découverte (en plein pic de migration) peuvent nous permettre de conclure que l'effet du parc sur cette espèce est **faible à modéré**.

- **Le Goéland brun**

Le Goéland brun (*Larus fuscus*) fait partie des espèces sensibles au risque de collision avec les éoliennes en étant la 12^{ème} espèce la plus impactée au niveau européen avec 305 collisions enregistrées (T. Dürr, 2021). La plumée qui a été retrouvée sous l'éolienne E4 le 11 août 2020 ne permet pas une identification certaine de cette espèce de Goéland. Cependant, les teintes des plumes ainsi que des observations de

cette espèce à proximité du site nous permettent de supposer qu'il s'agit bien d'un Goéland brun juvénile. Cette espèce peut effectuer des phénomènes migratoires entre août et octobre, afin d'hiverner dans les terres. Le Goéland brun est une espèce protégée mais elle n'est pas menacée, ses statuts de conservation ne sont pas préoccupants.

Nous pouvons donc supposer que la présence du Goéland brun sur le parc est assez occasionnelle et limitée dans le temps. Sa population augmente et ses statuts de conservations ne sont pas préoccupants. On peut donc supposer que sur ce site, l'impact est **faible**.

- **La Tourterelle turque**

La Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*) n'est pas une espèce particulièrement sensible au risque de collision. On enregistre seulement 14 collisions en Europe (T. Dürr, 2021) pour une population estimée entre 15 et 30 millions d'individus. En France, on compte 5 cas de mortalité dû à l'éolienne pour une population totale de 1 à 2 millions d'individus. Une plumée a été retrouvée sous l'éolienne E6 le 29 septembre 2020. Il s'agit très certainement d'un individu sédentaire, même si des regroupements peuvent être observés à l'approche de l'hiver autour des points d'intérêts. Elle n'est pas protégée, est considérée comme chassable, et ses statuts ne sont pas préoccupants. Il s'agit de la première Tourterelle trouvée sur le site.

Aux vues du nombre très faible de mortalités vis-à-vis de la population, et des tendances évolutives de celle-ci, nous pouvons supposer que le parc éolien n'a qu'un effet **très faible** sur cette espèce.

- **Le Faisan de Colchide**

Le Faisan de Colchide (*Phasianus colchicus*) fait partie des espèces sensibles au risque de collision avec 121 cas de collisions relevés en Europe (T. Dürr, 2021). Il n'est pas protégé en France et ses populations nicheuses sont en augmentation. Il s'agit d'un gibier de chasse et des lâchers peuvent avoir lieu tout au long de l'année. L'individu retrouvé le 3 juin 2021 sous l'éolienne E6 est une femelle. Les Faisans sont des oiseaux nicheurs sédentaires. En France, même si plusieurs millions d'oiseaux sont lâchés à des fins cynégétiques, seul un petit nombre d'entre eux participe à la reproduction de l'espèce.

En raison du nombre d'individus lâchés en période de chasse, de sa dynamique de population, et de ses statuts de conservation, l'effet du parc sur le Faisan de Colchide est jugé **très faible**.

- **La Perdrix grise**

La Perdrix grise (*Perdix perdix*) est sensible aux collisions avec les éoliennes. On note 69 cas de mortalités en Europe (T. Dürr, 2021). Une plumée a été retrouvée sous l'éolienne E1 le 28 juillet 2020. Même si l'espèce est considérée comme Quasi-menacée dans la région, elle n'est pas protégée. Il s'agit d'une espèce chassable. A l'échelle de la France elle est classée en Préoccupation mineure. La Perdrix grise est un oiseaux nicheur sédentaire dans la région. Aucun cadavre de Perdrix grise n'a été découvert au cours des précédents suivis.

De nombreux individus sont lâchés en période de chasse, et comme sa dynamique de population et ses statuts de conservation ne sont pas préoccupants, nous pouvons considérer que le niveau d'impact pour la Perdrix grise est jugé **faible**.

- **La Perdrix rouge**

La Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) est une espèce sensible aux risques de collisions sur les parcs éoliens. On note 146 cas de mortalités en Europe (T. Dürr, 2021). Un cadavre a été découvert le 4 septembre 2020 sous l'éolienne E4. L'espèce n'est pas protégée en France, et ne présente aucun statut de conservation inquiétant, que ce soit au niveau nation ou régional. Il s'agit d'une espèce chassable. Les Perdrix rouges sont nicheuses et sédentaires autour du parc et de nombreux individus sont relâchés chaque année pour la chasse. En 2018, 3 Perdrix rouges avaient été retrouvés sur le parc des 3 Ormes.

Comme pour les autres espèces chassables retrouvées sur le site, en raison des lâchers mais aussi par rapport à ses statuts de conservation qui ne sont pas préoccupants, la Perdrix rouge ne subit **qu'un impact faible** sur ses populations.

6 BILAN DE L'EFFICACITE DES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES EN 2021

6.1 Bilan de l'efficacité de la mesure de régulation nocturne

6.1.1 Confrontations entre mortalités et activité des chiroptères (en continu)

Les figures des pages suivantes permettent une analyse comparée des dates de mortalités estimées et de la chronologie d'activité relevée en nacelle d'éolienne E1.

Bien sûr, ce type d'analyse repose sur l'hypothèse que l'activité relevée en nacelle d'éolienne E1 est représentative de l'activité chiroptérologique de l'ensemble du parc. Les cas de mortalité retrouvés au sol, sous les éoliennes E5, E6 et E7 (non équipées d'enregistreur) seront donc comparés à l'activité relevée en nacelle d'éolienne E1. En réalité, il se peut qu'il y ait quelques différences de niveaux d'activité et de période d'activité, entre les éoliennes du parc.

En ce qui concerne la mortalité, on peut remarquer que 4 des 5 cas de mortalité ont été relevés pendant la période de régulation des machines. Mais le cas de mortalité découvert en dehors de la période de régulation (le 16 octobre) a potentiellement été impacté en période de régulation des machines (la veille).

Les cas de mortalité retrouvés au sol s'étalent entre fin août et mi-octobre 2020 et entre mi-mai et début juin 2021.

Il reste difficile de croiser précisément une date de mortalité estimée avec une nuit d'activité en particulier puisque la date de mortalité estimée se base sur l'état de décomposition du cadavre et reste approximative. D'après les figures des pages suivantes, les 5 cas de mortalité ne semblent pas réellement liés à une activité importante en hauteur.

Finalement, les cas de mortalité ne semblent pas réellement liés à l'activité relevée en hauteur, et encore moins à une activité massive et ponctuelle de pic d'activité. Ces mortalités sont potentiellement liées à une activité proche du sol. Ponctuellement, les chauves-souris ont pu être amenés à voler à proximité du rotor lors de comportements de chasse par exemple.

Il s'agit donc d'apprécier par la suite dans quelles mesures la régulation a été efficace pour limiter ou non les risques de mortalités.

6.1.2 Données brutes et estimations du taux de mortalité

A propos des données brutes, 10 cas de mortalité ont été découverts en 2018 contre 5 cas en 2020-2021. Le nombre de données brutes a donc été réduit de moitié entre les 2 années de suivi. De plus, au moins 4 des 5 cas de mortalité ont été retrouvés en période de régulation des machines (potentiellement tous).

En 2018, le taux de mortalité était estimé à entre 10 et 11 mortalités par éolienne et par an (selon nos méthodes de calcul) à 15 cas par éolienne et par an (selon EolApp). En 2020-2021, le taux de mortalité est estimé à entre 5 et 7 cas de mortalité par éolienne et par an (selon nos méthodes de calcul) et entre 7 et 8 cas/éolienne/an (avec EolApp).

Si on s'intéresse aux coefficients correcteurs, la détection a été moins bonne en 2020-2021 et la prédation sur site a été plus importante. Le coefficient surfacique est assez similaire entre les 2 suivis. Ainsi, ces éléments conduisent à une correction à la hausse de la mortalité retrouvée. Avec un nombre de données brutes divisé de moitié entre les 2 années de suivi, le taux de mortalité estimé en 2020-2021 reste tout de même plus faible qu'en 2018.

Au vu de ces éléments, la mise en place de la régulation semble avoir permis de réduire la mortalité sur le site.

Figure 84 : Chronologies comparées de l'activité relevée en nacelle d'éolienne E1 et des mortalités constatées (date de découverte) en 2020

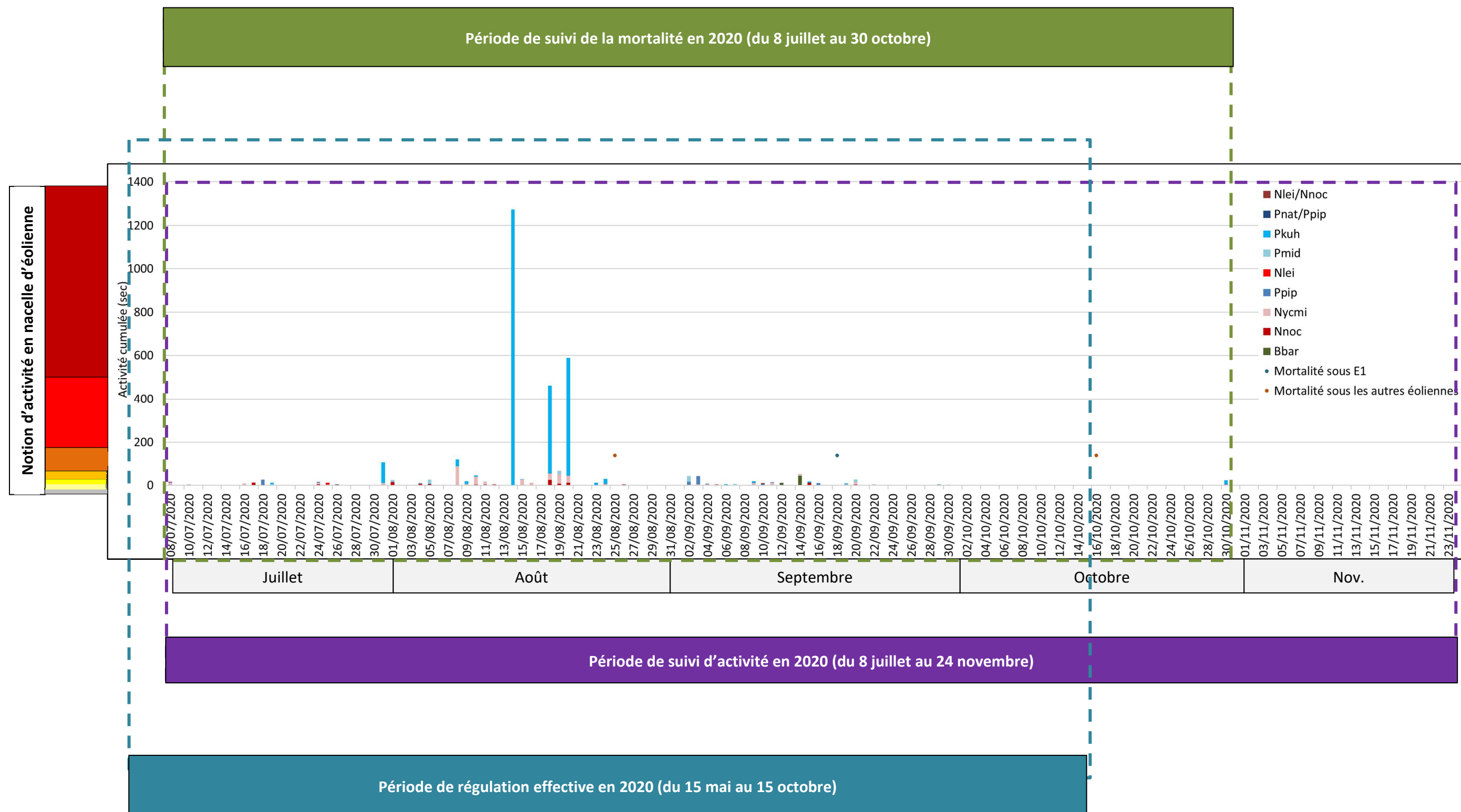
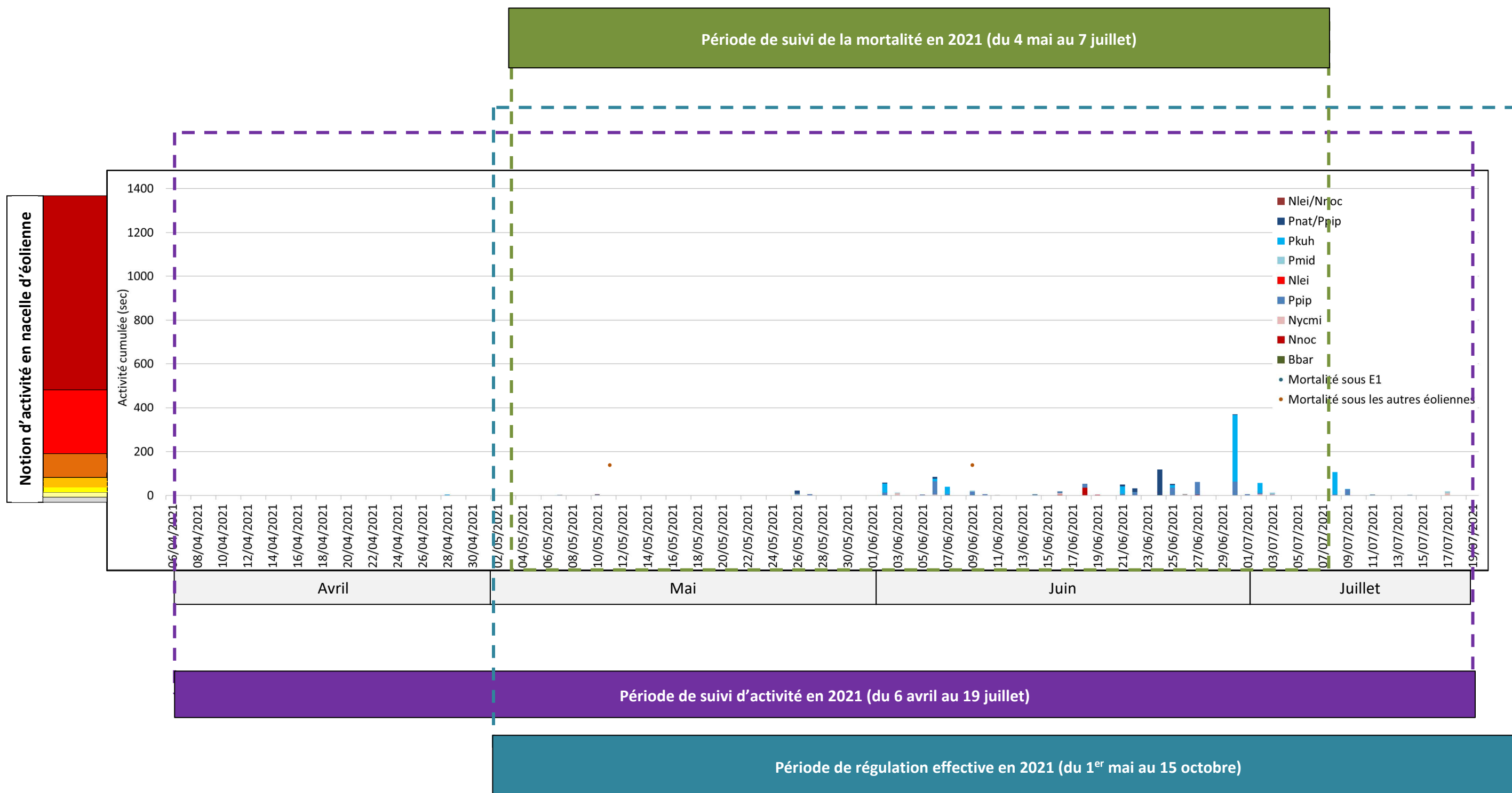


Figure 85 : Chronologies comparées de l'activité relevée en nacelle d'éolienne E1 et des mortalités constatées (date de découverte) en 2021



6.1.3 Analyse des paramètres de régulation

L'arrêté préfectoral complémentaire du 16 juin 2020 précise les conditions d'arrêt des machines sur le parc éolien des 3 Ormes. Le pattern de régulation est défini selon les paramètres suivants :

- **Sur la période du 1^{er} mai au 15 mai inclus :**
 - o Pour des vitesses de vent inférieures à 4 m/s et,
 - o Pour des températures supérieures à 10°C et,
 - o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
 - o Pour toutes les éoliennes et,
 - o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h,

- **Sur la période du 16 mai au 30 juin inclus :**
 - o Pour des vitesses de vent inférieures à 5 m/s et,
 - o Pour des températures supérieures à 10°C et,
 - o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
 - o Pour toutes les éoliennes et,
 - o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h,

- **Sur la période du 1^{er} juillet au 15 août inclus :**
 - o Pour des vitesses de vent inférieures à 6 m/s et,
 - o Pour des températures supérieures à 12°C et,
 - o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
 - o Pour toutes les éoliennes et,
 - o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h,

- **Sur la période du 16 août au 20 septembre inclus :**
 - o Pour des vitesses de vent inférieures à 5 m/s et,
 - o Pour des températures supérieures à 12°C et,
 - o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
 - o Pour toutes les éoliennes et,
 - o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h,

- **Sur la période du 21 septembre au 15 octobre inclus :**
 - o Pour des vitesses de vent inférieures à 6,5 m/s et,
 - o Pour des températures supérieures à 10°C et,
 - o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
 - o Pour toutes les éoliennes et,
 - o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h.

➤ Concernant la plage de fonctionnement des mesures de régulation

4 cadavres ont été relevés durant la période de régulation préconisée en 2020-2021 (entre fin août et mi-octobre 2020 et mi-mai et début juin 2021). Un cadavre a été retrouvé en dehors de la période de régulation des machines (le 16 octobre, avec une estimation de date de mortalité estimée au 15 octobre). D'après le profil d'activité relevée en hauteur en 2020-2021, les chauves-souris ont été actives entre mi-avril et fin octobre. Mais l'activité est très faible entre mi-avril et mi-mai.

Finalement, d'après les résultats d'activité et de mortalité de 2020-2021, **la plage de fonctionnement des mesures de régulation est pertinente.**

➤ Concernant le seuil de vitesse du vent

L'analyse menée au paragraphe sur 3.2.4.1 Influence de la vitesse du vent a pu mettre en évidence que la totalité de l'activité des espèces de lisières a eu lieu pour des vitesses de vent inférieures à 8,5 m/s, mais la majorité de l'activité a été enregistrée pour des vitesses de vent inférieures à 4,5 m/s. Pour les espèces de haut vol, la totalité de leur activité a été relevée pour des vitesses de vent inférieures à 8,5 m/s, mais la majorité de l'activité des espèces de haut vol a été relevée pour des vitesses de vent inférieures à 6 m/s.

Pour rappel, lors des nuits de pics d'activité, les chauves-souris ont été actives par des vitesses de vent entre 1 et 2 m/s le 14 août 2020, entre 1 et 3 m/s le 18 août 2020 et entre 1,5 et 4,5 m/s le 20 août 2020.

Le cortège d'espèces impacté en 2020-2021 correspond majoritairement à des espèces de lisières (pipistrelles). Or, la majorité de leur activité est relevée par des vents inférieurs à 4,5 m/s. Les seuils de 5, 6 et 6,5 m/s permettent donc de protéger l'activité des pipistrelles. Un cadavre de Pipistrelle commune a été retrouvé en période de régulation à 4 m/s (le 11 mai 2021). Cela supposerait que sur cette période de l'année, le seuil de vent n'est pas suffisant. Mais les cas de mortalité ne semblent pas liés à l'activité en hauteur. Il n'y a donc pas de raison d'augmenter la régulation sur cette période.

Le seul cas d'espèces de haut vol a été retrouvé le 16 octobre. Dans le cas présent, cette découverte est à cheval entre la période de fonctionnement du bridage et l'arrêt du bridage (régulation jusqu'au 15 octobre). Potentiellement, l'impact a eu lieu en période de régulation des machines. Or, 95% de leur activité est relevé par des vents inférieurs à 6 m/s, et le seuil de vent retenu sur cette période est de 6,5 m/s.

Au vu de ces éléments, les seuils de 4 m/s à 6 m/s semblent donc suffisants pour couvrir la plupart des situations à risque.

Toujours dans l'objectif d'évaluer l'efficacité du pattern de régulation, il s'agit de s'intéresser à chaque paramètre de régulation à proprement parler.

➤ **Concernant le seuil de température**

A propos de la température, l'analyse menée au paragraphe 3.2.4.3 Influence de la température a pu mettre en évidence que l'activité des chauves-souris en hauteur est plus importante à partir d'une température de 11°C.

Les seuils de température, entre 10 et 12°C sont donc jugés pertinents.

➤ **Concernant les horaires de fonctionnement au cours de la nuit**

D'après l'analyse menée au paragraphe 3.4.4 Rythme d'activité nocturne, plus de 95% de l'activité est mesurée entre 45 minutes après le coucher du soleil et 2 heures avant le lever du soleil.

En 2018, plus de 95% de l'activité est mesurée entre 1 heure après le coucher du soleil et 1 heure avant le lever du soleil.

Le rythme d'activité nocturne est finalement variable entre les années de suivi. Par précaution, il est préférable de rester sur une régulation du coucher du soleil au lever du soleil. **Les horaires de fonctionnement sont donc pertinents.**

Grâce aux données d'activité et aux données climatiques relevées en nacelle d'éolienne E1, il est possible d'estimer l'activité cumulée théoriquement à risque (c'est-à-dire l'activité non protégée par le bridage, sur la base des paramètres de régulation). Le tableau suivant permet de visualiser cette activité cumulée.

Figure 86 : Estimation de l'activité cumulée théoriquement à risque et protégée

Activité	Groupe de vol					Total général
	Lisière ou vol haut	Vol haut	Lisière	Lisière ou vol haut en migration/transit	Vol bas	
Activité cumulée restante à risque	164,17	6,18	56,11	5,79	0,00	232,26
Activité cumulée protégée	305,59	175,61	3500,54	306,32	56,15	4344,22
Total	469,76	181,80	3556,66	312,11	56,15	4576,48
Pourcentage d'activité protégée	65,05	96,60	98,42	98,14	100,00	94,92

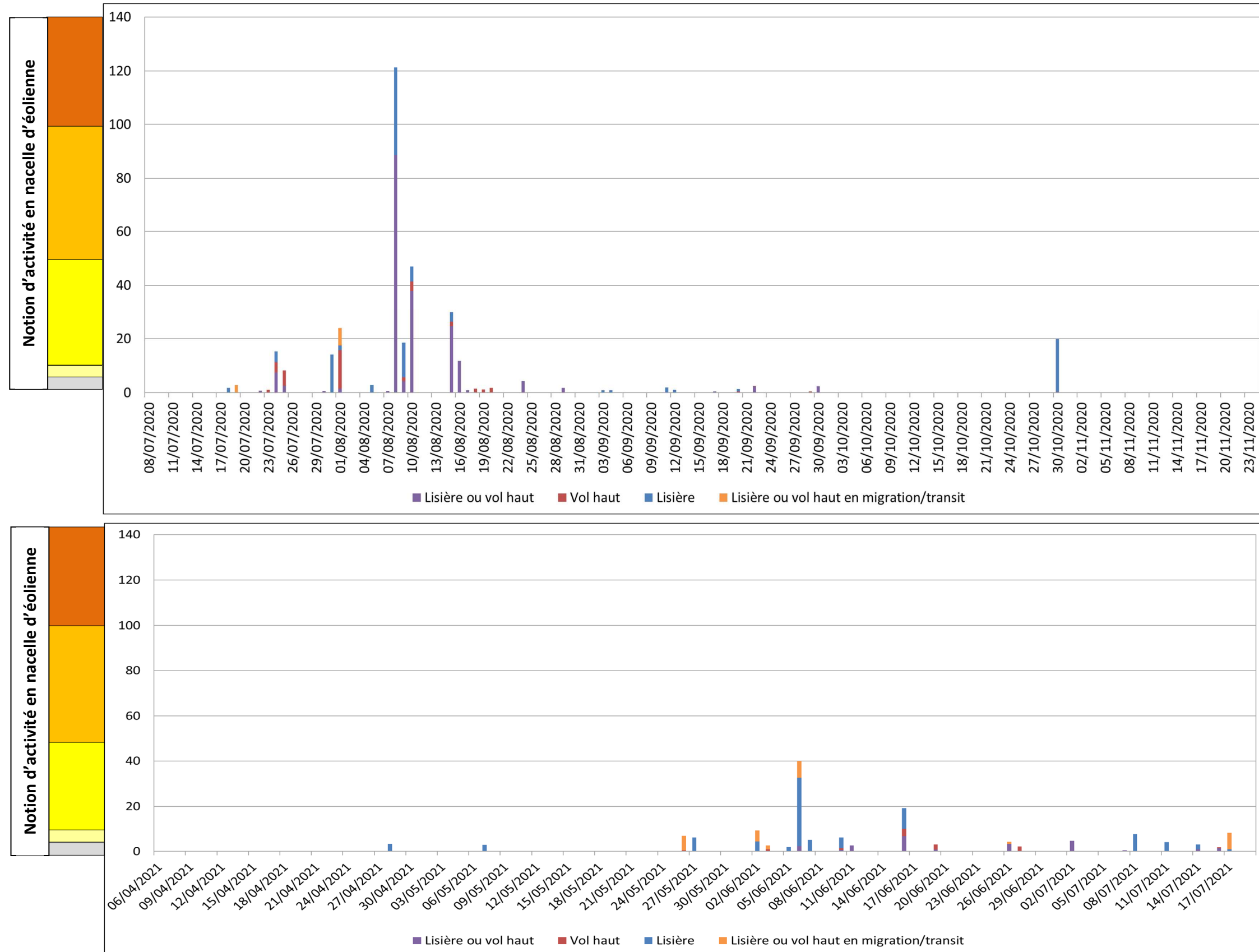
D'après les données récoltées en 2020-2021, 94% de l'activité des chauves-souris serait protégé par le pattern de régulation implémenté dans les machines en 2020-2021. Sur les 4 576 secondes d'activité cumulée, seulement 232 secondes ne seraient pas protégées par le bridage.

Le graphique de la page suivante permet de visualiser l'activité est relevée en dehors des conditions entraînant le bridage des éoliennes (sur la base de l'activité relevée en nacelle d'éolienne E1, en 2020-2021).

Mi-août, l'activité non protégée par le bridage atteint des niveaux d'activité modérés à forts au maximum (1 nuit). En dehors de cette nuit particulière (correspondant aux pics d'activité), l'activité non protégée est beaucoup plus faible (entre très faible et faible à modéré).

Finalement, il ne semble pas pertinent de revoir les paramètres de régulation mis en place sur le parc éolien des 3 Ormes. Les cas de mortalité ne sont pas franchement liés à une activité importante en hauteur. L'analyse des paramètres de régulation montre que la régulation est bien dimensionnée. Et la régulation permet d'aboutir à des niveaux d'activité à risque faible à modéré au maximum, la plupart du temps.

Figure 87 : Chronologie de l'activité estimée à risque selon le pattern de régulation de l'arrêté préfectoral (sur la base des données de 2020-2021)



6.2 Mesure ciblée sur le Faucon crécerelle

Pour rappel, 4 cas de mortalité de Faucon crécerelle ont été retrouvés sous les éoliennes du parc éolien des 3 Ormes au cours du suivi de la mortalité en 2018.

A l'issue des résultats de suivi de la mortalité en 2018, le bureau d'études EXEN a préconisé une mesure ciblée sur le Faucon crécerelle visant à créer un habitat attractif pérenne pour l'espèce, qu'il s'agisse des habitats de repos et de reproduction, des zones de chasse et des voies de transits. Ces habitats doivent être localisés à l'écart du parc éolien.

Une convention entre les 2 parties (VSB Energies Nouvelles et un propriétaire/exploitant de parcelles situées au Nord-est du parc éolien) est en cours de signature. L'efficacité de la mesure ne donc pas être évaluée pour le moment.

7 PROPOSITIONS DE MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS

7.1 Mesures concernant les chiroptères

7.1.1 Limiter la fréquentation des chauves-souris autour des éoliennes

Il s'agira d'éviter autant que possible de recréer des conditions favorables au développement des insectes dans l'entourage des éoliennes, ce qui pourrait créer de nouvelles zones de chasse et donc des niches écologiques. Il s'agit donc de limiter la création de talus enherbés sous les éoliennes, au niveau des chemins et plateformes de levage (c'est-à-dire sous le champ de rotation des pales soit 58,5 m de rayon autour du mât). A l'inverse, il s'agit de favoriser des aménagements les plus artificialisés sous les éoliennes, avec des revêtements inertes (gravillons) ne favorisant pas la repousse d'un couvert végétal. Il s'agira alors d'entretenir ces aménagements par des coupes mécaniques au moins 2 fois par an dont un passage mi-mai et un autre fin juin (excluant l'utilisation de pesticides).

Le dépôt de fumier à proximité des machines est aussi à proscrire car cela peut entraîner une augmentation du nombre d'insectes et donc la formation d'une zone de chasse à proximité des rotors.

7.1.2 Mesure de régulation de l'activité des éoliennes

L'expérience montre que la régulation de l'activité des éoliennes peut être un moyen particulièrement efficace de réduction du risque de mortalité, tout en limitant la perte de production électrique du parc. L'activité des chauves-souris chute en effet globalement de façon corrélée avec l'augmentation de la vitesse du vent. En limitant l'exploitation du parc sous des seuils de vents faibles, on peut alors « protéger » une partie plus ou moins importante de l'activité des chauves-souris (selon les espèces, leurs comportements vis-à-vis du vent, leur taille et leur abondance sur site).

Concernant le parc éolien des 3 Ormes, il s'agira de poursuivre la régulation mise en place en 2020, tout en s'assurant de sa bonne mise en œuvre tout au long de la période. Le pattern de régulation est défini selon les paramètres suivants :

- **Sur la période du 1^{er} mai au 15 mai inclus :**
 - o Pour des vitesses de vent inférieures à 4 m/s et,
 - o Pour des températures supérieures à 10°C et,
 - o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
 - o Pour toutes les éoliennes et,
 - o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h,
- **Sur la période du 16 mai au 30 juin inclus :**
 - o Pour des vitesses de vent inférieures à 5 m/s et,

- o Pour des températures supérieures à 10°C et,
- o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
- o Pour toutes les éoliennes et,
- o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h,

- **Sur la période du 1^{er} juillet au 15 août inclus :**

- o Pour des vitesses de vent inférieures à 6 m/s et,
- o Pour des températures supérieures à 12°C et,
- o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
- o Pour toutes les éoliennes et,
- o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h,

- **Sur la période du 16 août au 20 septembre inclus :**

- o Pour des vitesses de vent inférieures à 5 m/s et,
- o Pour des températures supérieures à 12°C et,
- o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
- o Pour toutes les éoliennes et,
- o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h,

- **Sur la période du 21 septembre au 15 octobre inclus :**

- o Pour des vitesses de vent inférieures à 6,5 m/s et,
- o Pour des températures supérieures à 10°C et,
- o Du coucher du soleil au lever du soleil et,
- o Pour toutes les éoliennes et,
- o En cas de précipitations inférieures à 0,2 mm/h.

7.2 Mesure concernant les oiseaux

7.2.1 Limiter la fréquentation des oiseaux autour des éoliennes

Il s'agira, comme pour les chauves-souris d'éviter autant que possible de recréer des conditions favorables au développement des insectes et des micromammifères dans l'entourage des éoliennes, ce qui pourrait créer de nouvelles zones de chasse et donc des niches écologiques. Il s'agit donc de limiter la création de talus enherbés sous les éoliennes, au niveau des chemins et plateformes de levage (c'est-à-dire sous le champ de rotation des pales soit 58,5 m de rayon autour du mât). A l'inverse, il s'agit de favoriser des aménagements les plus artificialisés sous les éoliennes, avec des revêtements inertes (gravillons) ne favorisant pas la repousse d'un couvert végétal. Il s'agira alors d'entretenir ces aménagements par des coupes mécaniques au moins 2 fois par an dont un passage mi-mai et un autre fin juin (excluant l'utilisation de pesticides).

En accord avec les agriculteurs, il serait souhaitable de limiter la pousse de la végétation au niveau des rigoles entre les éoliennes, notamment dans la tranchée située entre l'éolienne E3 et l'éolienne E4. Cette quantité de végétation peut servir de refuge à des populations de micromammifères et d'orthoptères, et les champs bordant ces rigoles peuvent devenir des zones de chasses très attractives pour les rapaces, et notamment pour le Faucon crécerelle.

Au cours du suivi de la mortalité 2020-2021, du grain a été entreposé sur la plateforme de l'éolienne E3. Cette concentration de ressources alimentaires peut avoir pour effet d'attirer les oiseaux granivores, comme les Bruants proyers ou les Pigeons ramiers. Les céréales peuvent aussi attirer des micromammifères, qui sont la principale source de nourriture du Faucon crécerelle. Cette augmentation du nombre de rongeurs peut donc pousser les rapaces à chasser au plus près des éoliennes. Par conséquent, il est préconisé de ne pas entreposer du grain sous les éoliennes.

Figure 88 : Photo prise le 2 novembre 2020 présentant le tas de grains déposé à proximité de l'éolienne E3



7.2.2 Connaître et estimer l'activité de l'avifaune autour du parc éolien

Plusieurs cas de mortalité de Faucon crécerelle ont été recensés au cours des suivis de la mortalité. L'impact qualitatif pour cette espèce est jugé modéré. Plusieurs pistes pourraient expliquer ces constats :

- La proximité avec des possibles sites de nidification,
- Une végétation développée pouvant accueillir des proies ...

Pour une meilleure connaissance de l'utilisation du site par l'espèce, il serait fortement souhaitable d'effectuer un suivi ornithologique sur le parc éolien des 3 Ormes. Ce suivi, principalement axé sur le Faucon crécerelle, nous permettra de mettre en évidence de nombreuses données concernant l'espèce que sont :

- La fréquentation du site,
- Le niveau d'activité sur le site,
- Les différentes altitudes de vol,
- Le comportement des oiseaux vis-à-vis des éoliennes,
- Les différents sites d'intérêt pour l'espèce (site de nidification, zones de parade, zones de chasse ...).

L'ensemble des données récoltées sur le site permettra de mieux comprendre dans quelles conditions de risque le Faucon crécerelle s'expose. Selon les résultats obtenus, de nouvelles mesures de réduction ciblées sur cette espèce pourront être proposées.

Lors des différentes visites sur le site, les données concernant les autres espèces visitant le site pourront aussi être rapportées afin d'avoir une vision d'ensemble de l'activité ornithologique autour du parc éolien des 3 Ormes.

Pour rappel, 2 cas de mortalité ont été retrouvés entre le 17 août et le 18 septembre 2020. Au cours du suivi de la mortalité de 2018, 4 cas de mortalité ont été retrouvés entre le 23 août 2018 et le 25 septembre 2018. Il s'agirait donc de réaliser 6 visites comportementales entre mi-août (sem 33) et fin septembre (sem 38), à raison d'une visite par semaine.

7.2.3 Réduire l'attractivité du site en matière de reproduction pour le Bruant proyer

Le Bruant proyer (*Emberiza calandra*) est une espèce protégée en France et Quasi-menacée dans la Région Centre-Val-de-Loire. Cette espèce a été impactée à 4 reprises au cours des deux campagnes de suivi (2018 et 2020-2021), avec 3 mortalités reportées lors de la dernière campagne de suivi (2020-2021). Les différentes mortalités avaient été découvertes le 28 juillet 2020 sous E2, le 2 octobre 2020 sous E1 et le 4 mai 2021 sous E6. Un individu avait été retrouvé le 7 août 2018 sous l'éolienne E3. Les individus

impactés au printemps étaient sûrement des individus nicheurs sédentaires. L'impact du parc éolien a été considéré comme faible à modéré pour cette espèce.

Le Bruant proyer est un oiseau granivore qui apprécie particulièrement les buissons et les haies afin de pouvoir se reproduire à proximité des cultures qui vont pouvoir lui fournir une quantité importante de nourriture. Ces transits entre les zones de nourrissage et les zones de nidification entraînent une augmentation des risques de collision avec les éoliennes.

- **Défrichage des haies**

Il serait souhaitable de défricher plusieurs lignes de haies situées entre les machines afin de réduire l'attractivité du site en matière de reproduction pour le Bruant proyer. Pour cela, il faudrait supprimer les haies et les arbustes situés dans une zone de 300 mètres autour des éoliennes. Ces lieux de reproduction devront cependant être replantés à l'extérieur du parc éolien afin de compenser la perte de cet habitat pour cette espèce protégée. Ce défrichage représente une perte d'habitat de reproduction pour les espèces protégées, même si elle ne remet pas en cause le bon fonctionnement des populations.

Le linéaire principal à déplacer serait la ligne de haie de 120 mètres situé entre E3 et E4 dans un axe Nord-Sud. Même si les autres linéaires sont plus longs, ils sont bien plus épars, composés d'arbres espacés, ce qui rend leur destruction moins pertinente.

- **Replantation des haies**

Afin de compenser la destruction de cet habitat pour une espèce protégée, une longueur deux fois supérieure à la longueur détruite serait à replanter, soit 240 mètres. Afin de cibler la même population, le linéaire de haie devra être replanté dans le même secteur.

Etant donné le contexte paysager très ouvert du secteur, il serait intéressant de replanter le linéaire de haie au niveau d'éléments de corridors écologiques déjà existant. La figure ci-contre permet de visualiser une proposition de secteur de réimplantation, au nord-ouest du parc. La longueur de celle-ci est d'environ 500 mètres.

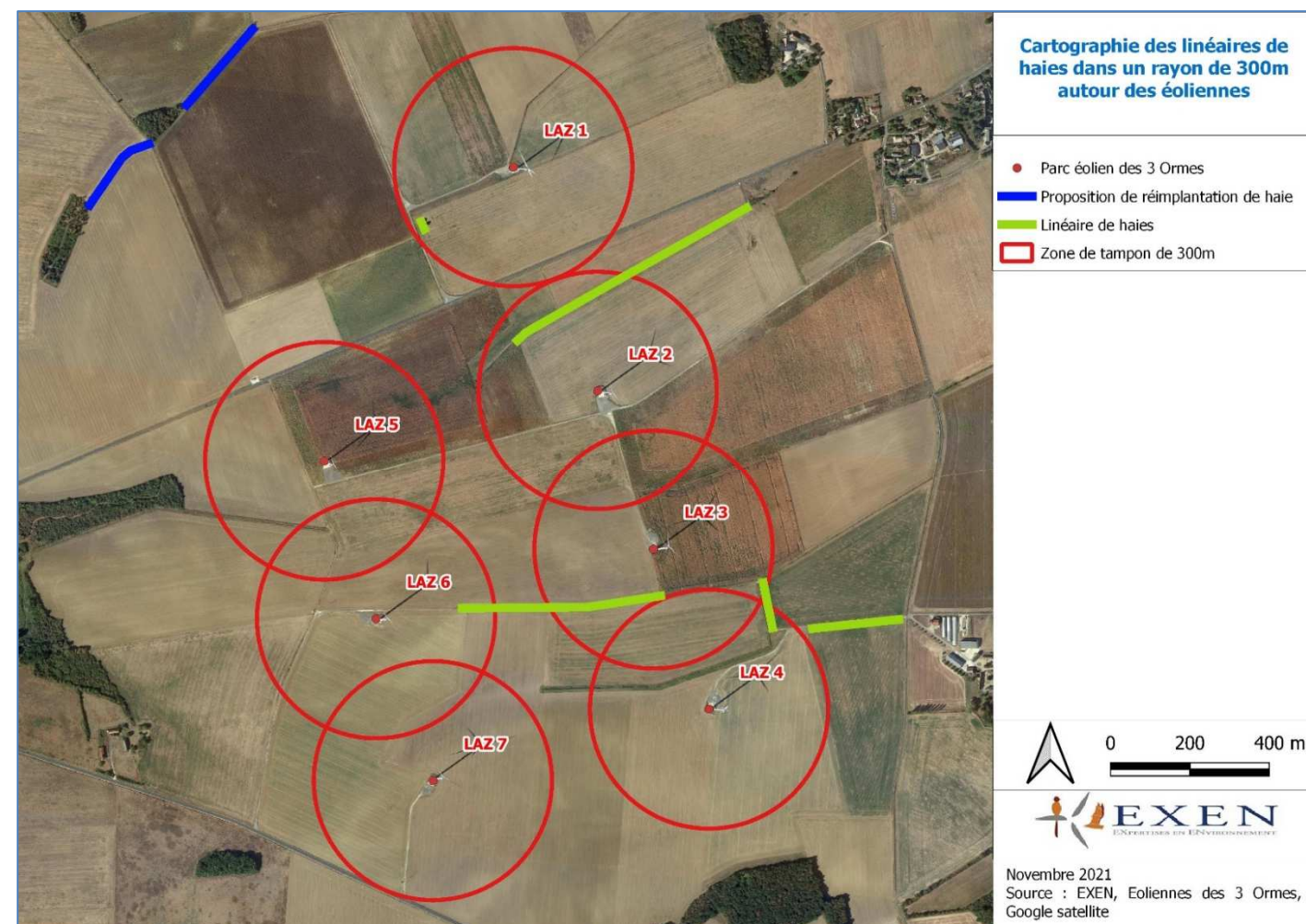
Ces haies permettraient de recréer des zones de reproduction en périphérie du parc, dans une zone ne présentant que peu de haies entre les différentes parcelles, si l'on compare avec la zone située à l'est du parc. De plus, la présence d'un axe de migration Nord-Est / Sud-Ouest est supposée au niveau du parc. La présence de ces haies permettrait de décaler légèrement cet axe vers le Nord afin de modifier la trajectoire des oiseaux migrateurs hors du parc, notamment pour les oiseaux effectuant une migration rampante.

Mais cette haie pourrait aussi avoir un effet bénéfique pour les chiroptères. On sait que les chauves-souris, notamment les pipistrelles, suivent les haies et les lisières lors de leurs transits entre leurs zones de chasse (comme l'étang à l'ouest du parc) et leurs zones de gîte (comme le village de Boistier au nord-est). Cette mesure pourra donc déplacer cette zone de transit vers le Nord et ainsi limiter des éventuelles

mortalités de chauves-souris, notamment les pipistrelles, impactées à 9 reprises entre 2018 et 2021, mais aussi les sérotines et les oreillards.

Ces haies auront aussi une vocation paysagère, la localisation d'une partie de ces plantations pourra en effet servir à une insertion paysagère dans les hameaux avoisinants. Elle sera à déterminer en concertation avec les propriétaires fonciers concernés.

Figure 89 : Cartographie du site présentant les différentes haies présentes dans un rayon de 300 mètres autour des éoliennes



L'implantation d'une haie arbustive coûte en moyenne 18 €/mètre (8 à 30 €), mais évolue en fonction de la nature des espèces végétales et de la densité des plantations. L'implantation d'une haie arborée coûte en moyenne 25 €/mètre (11,35 à 37 €), en fonction de la nature et de la dimension des espèces. L'implantation d'une haie multi-strate coûte en moyenne 30 €/mètre, avec une alternance entre arbustif et arboré et une densité de plants plus importante. Ces tarifs comprennent à la fois la fourniture, le transport et la plantation.

8 BIBLIOGRAPHIE

- **ADOMEIT U., WILLUTZKI F., BRINKMANN R., NIERMANN I., BEHR O.** (2009) : Caractérisation de l'activité des Chiroptères à proximité des éoliennes à l'aide d'enregistrements stéréoscopiques à infrarouge. Extrait d'une traduction des Synthèses des conférences tenues à Hanovre, le 09 juin 2009.
- **ADAMS A M., JANTZEN M K., HAMILTON RM., BROCKETT FENTON M.** (2012) – Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution* 2012, 3, 992-998.
- **ALBOUY S., DUBOIS Y. & PICQ H.** (1997-2001) Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (Aude). ABIES, LPO Aude, ADEME, 59 p. + annexes.
- **ANDRE Y.** (2005) – Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. (Avril 2005 en cours de validation MEDD) – LPO, 21 p.
- **ARTHUR L. & LEMAIRE M.** 2015. — *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Deuxième édition.* Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; Biotope, Mèze, 544 p. (Hors collection ; 38).
- **BAERWALD E.F., D'AMOURS G.H., KLUG B.J., BARCLAY R.** (2008) - Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. University of Calgary, Calgary
- **BARATAUD M.** 2015. – Écologie acoustique des chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportement de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et Biodiversité), 344 p.
- **BARCLAY, R.M.R., BAERWALD, E.F., AND GRUVER, J.C.** (2007). Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Can. J. Zool.* 85, 381–387.
- **BEHR, O., NIERMANN, I., MAGES, J., BRINKMANN, R.** (2009): Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen: Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen: 06.09.2009; Hannover
- **BEUCHER Y. KELM V., GEYELIN M. PICK D.** (2010) - Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12) ; suivi évaluation post-implantation de l'impact sur les chauves-souris. Bilan de campagne de la première et de la deuxième année d'exploitation (2009 2010).
- **BEUCHER Y., ALBESPY F., MOUGNOT J.** (2012) - Projet éolien de Gelles et Heume l'Eglise (63) Focus sur la Grande Noctule *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780). Prospections complémentaires visant la localisation de gîtes et la précision des enjeux. 62 p.
- **BUREAU DE COORDINATION ENERGIE EOLIENNE** (2009) – Méthodes pour l'analyse et la réduction du risque de collision de chiroptères avec des installations éoliennes terrestres. Synthèse de congrès chauves-souris. Hanovre, 9 juin 2009. 5 p.
- **CORNUT J. VINCENT S.** (2010) – Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du Sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme. 39 p.
- **COSSON, M., DULAC, P.** (2004) : Suivi Évaluation de l'impact du parc Éolien de Bouin, 2003 : Comparaison État initial et fonctionnement des Éoliennes. A.D.E.M.E. Pays de la Loire, Région Pays de la Loire, L.P.O., Rochefort, 91 p.
- **DEJEAN S.** (2007) – Clé de détermination des chauves-souris de Midi-Pyrénées – En main-Cren/Gcmp DS. 16 p.
- **DIETZ C., VON HELVERSEN O.** (2004) – Clé d'identification illustrée des chauves-souris d'Europe. Version 1. Tuebingen & Erlangen (Allemagne). Traduction JC Louis. 56 p.
- **DUBOURG-SAVAGE M-J.,** (2005) : Impact des éoliennes sur les Chiroptères, de l'hypothèse à la réalité, Arvicola XVI n°2, SFPEM.
- **DUBOURG-SAVAGE M-J, BACH ET AL.** (2005): Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations. Eurobats10th Meeting of the Advisory Committee Bratislava, Slovak Republic, 25 – 27 April 2005
- **DULAC, P.** (2008) : Évaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris Bilan des 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes, 106 pages.
- **DÜRR, T.** (2021). Relevé des cadavres de chiroptères. Statistique du bureau de l'environnement du Land de Brandebourg. Bilan de mai 2021.
- **EXEN** (2019). Parc éolien du Plateau de Savernat (03) Suivi environnemental post-implantation 2017 ciblé sur les chauves-souris et sur les oiseaux. 90 p.
- **HORN, J., ARNETT, E., KUNZ, T.:** (2008): Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. *Journal of Wildlife Management* 72(1):123-132. 2008
- **KUNZ, T., ARNETT, E.B, WALLACE P, ERICKSON, W.P., HOAR, A.R., JOHNSON G.D., LARKIN, R.P., STRICKLAND, THRESHER, R.W., TUTTLE, M.D.** (2007): Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front Ecol Environ* 2007; 5(6): 315–324.
- **LEKUONA, J.** (2001) : Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Informe Técnico. Dirección General de Medio Ambiente. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra.
- **MARMET J.** (2014) Cahier technique d'identification des chiroptères (2014) ...
- **MEEDDAT** (2010) - Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens. Actualisation 2010. 188p + annexes techniques.
- **NIERMANN I., BRINKMANN R., BEHR O., KORNER-NIEVERGELT F., MAGES J.** (2009) : Recherche systématique de cadavres –conditions méthodologiques, méthodes d'analyses statistique et résultats. Extrait d'une traduction des Synthèses des conférences tenues à Hanovre, le 09 juin 2009.
- **NORE T.** 1999. Vingt ans de marquage des nichées de buses variables *Buteo buteo* dans le centre de la France, *Alauda* 67, p307-318
- **ROCAMORA G., & YEATMAN-BERTHELOD D.,** (coord), 1999, Oiseaux menacés et à surveiller en France, SEOF, LPO.
- **SANE F. CHRISTOPHE F., MERLY S. (ALEPE)** (2012) - Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Paou sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères : bilan des 3 années de suivi (2008-2009-2010). 110 p.
- **THIOLLAY J.M. ET BRETAGNOLLE V.** (2004). Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation. Delachaux et Niestlé, Paris, 176 p.

- EXEN. 2020. Parcs éoliens de Montloubay I et II (15), Suivi environnemental post-implantation 2019-2020 ciblé sur la faune volante. 84p
- Harel R., Duriez O., Spiegel O., Fluhr J., Horvitz N., Getz W.M., Bouten W., Sarrazin F., Hatzofe O, Nathan R. 2016 Decision-making by a soaring bird: time, energy and risk considerations at different spatio-temporal scales. Royal Society. Volume 371 Issue 1704. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0397>
- Treep, J., G. Bohrer, J. Shamoun-Baranes, O. Duriez, R. Prata de Moraes Frasson, and W. Bouten, 2016: Using High-Resolution GPS Tracking Data of Bird Flight for Meteorological Observations. Bull. Amer. Meteor. Soc., 97, 951–961, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00234.1>.
- Bruderer, B., & Boldt, A. 2001. Flight characteristics of birds: I. Radar measurements of speeds. Ibis, 143(2), 178-204.

9 ANNEXES

9.1 Annexe 1 : Profils et expérience des auteurs (équipe EXEN)

L'équipe est constituée de 21 personnes en CDI, 19 écologues, ingénieurs (14), et techniciens (5) et d'une assistante de direction. L'équipe est également appuyée par une dizaine des salariés saisonniers pour les suivis de mortalités de parcs éoliens.

Si les parcours de formation et les spécialités naturalistes sont très diversifiés, selon ses compétences et sensibilités, chacun d'entre nous peut être amené à intervenir sur chaque projet entre les investigations de terrain, le traitement des données ou la rédaction des rapports. Toutefois, chaque affaire est prise en charge par un cadre Chargé d'affaire référent, interlocuteur privilégié du donneur d'ordre, qui assure le suivi du déroulement du projet, et veille au respect de nos engagements en termes de consultations, méthodologie, ou échéances....

L'équipe est organisée en 5 pôles thématiques (cf. organigramme ci-contre). Chacun peut dépendre de plusieurs pôles selon ses compétences et fonctions dans l'entreprise. Le profil de chacun est proposé au niveau des pages suivantes, avec précision des principaux pôles de compétence pour chacun, sur la base de jeu de couleurs correspondant.

Cette organisation en pôle vise à entretenir la cohésion d'équipe et la cohérence des investigations par thèmes (partage des observations de terrain, protocoles et méthodes d'inventaires, évolution des modèles de rapports, veille technologique et réglementaire...). Le responsable de pôle est garant de cette cohérence thématique. Il réunit les membres de son équipe tous les mois. L'ensemble de l'équipe se réunit également chaque mois pour faciliter une cohésion plus transversale de l'ensemble des salariés.

Notre choix de dédier un pôle à part entière à l'instrumentation en hauteur souligne notre engagement depuis plus de 10 ans à être parfaitement autonomes et réactifs sur la gestion d'outils de mesures d'activité des chiroptères en continu (nacelle d'éolienne, mât de mesure, arbres, suivi de cavités...).

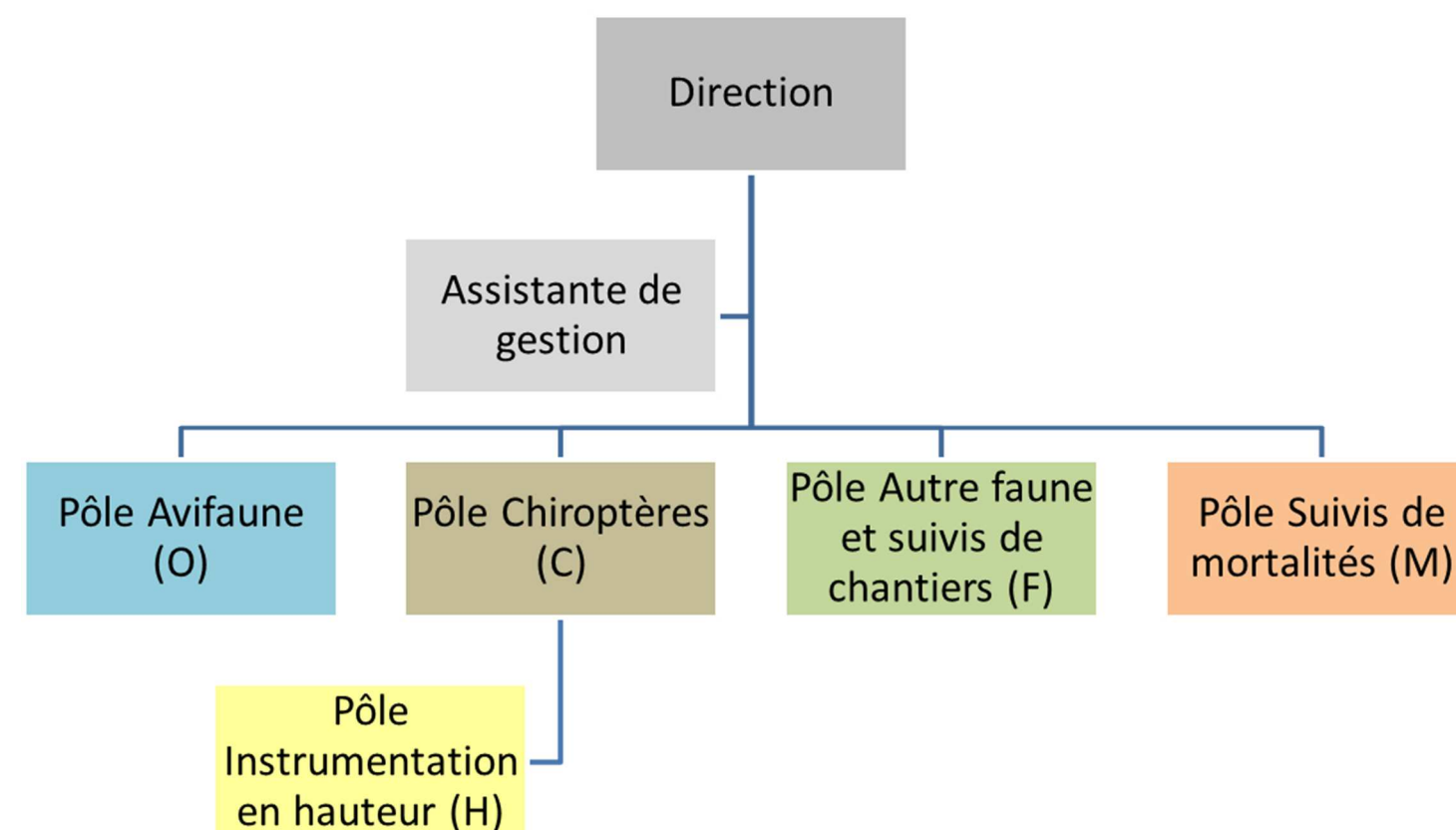
Cette orientation précoce vers les travaux en hauteur induit une réflexion constante sur les notions de sécurité, démarche dont l'ensemble de l'équipe profite également (formations SST, managements extincteurs...).

Les formations sont au cœur de la stratégie d'expertises d'EXEN avec un engagement d'entreprise fort. Elles visent à la fois à confirmer la spécialisation naturaliste de chacun et à

diversifier ses compétences, tout en permettant le maintien des complémentarités naturalistes larges de l'ensemble de l'équipe. Elles permettent aussi l'ouverture aux innovations technologiques (ex. télépilotes drone pro), la maîtrise des techniques de gestion d'entreprise, et s'inscrivent enfin vers le maintien de réflexes de sécurité indispensables pour l'ensemble des activités de l'équipe (SST, travaux en hauteur...).

Enfin, certaines de nos activités naturalistes extraprofessionnelles (ex. suivi de la grande noctule, sur fond propres) et les échanges réguliers et mises à disposition avec nos homologues Allemands (KJM Conseil Environnement) contribuent aussi à entretenir l'ouverture d'esprit formatrice et la culture d'entreprise.

Organigramme EXEN



Direction

Yannick BEUCHER

Ing. écologue-cordiste, chiroptérologue / ornithologue.

Fondateur - gérant. 19 ans d'expérience.



C O M H

- **Profil :**
 - Ing. Agronome VetAgro Sup. Clermont Ferrand, 1998, « Environnement et territoires »,
 - Maîtrise d'Ecologie (Université d'Aix Marseille II, 1995).
- **Expérience avant EXEN :**
 - Ing. Eau / Environnement Chambre d'Agriculture 64 (1999-2001)
 - Ing. Environnement-agriculture. Bureau d'étude GAUDRIOT (2001-2003)
- **Fonctions chez EXEN :** Gestion du personnel, sécurité, relations commerciales, gestion comptable, contrôle qualité des productions, méthodes de terrain, R&D et innovations techniques, relationnel, communication et représentation.
- **Autre fonction :** depuis 2016, coordonnateur du Groupe Technique Eolien de la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFPEM).
- **Spécialités naturalistes :** chauves-souris, oiseaux.
- **Formations professionnelles :**
 - Niveau 1 bioacoustique des chauves-souris (ATEN, formé par M. Barataud, Y. Tupinier, 2007),
 - Niveau 2 bioacoustique des chauves-souris (CPIE Pays d'Azay) (formé par T. Disca, 2012).
 - Apprenti capture chiroptères : formation CEN MP 2014-2019.
 - Evolution et travail en hauteur, (CCI Aveyron 2009, recyclages 2013, 2017, 2021),
 - Vérificateur équipement EPI, (Hauteur et Sécurité 2013),
 - Sauveteur Secouriste du Travail (CCI12 2013, recyclages 2015-17-19-21),
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019),
 - Risque électrique (HO BO HOV) (CCI Aveyron 2020),
 - Evacuation d'urgence et sauvetage en éolienne GWO (ABCYSS 2021)
 - Outils de pilotage de l'entreprise (CCI Aveyron / TBS Business School 2021),
 - Télépilote drone professionnel DGAC (Drone 12, 2021).

Justine MOUGNOT

Ing. écologue - ornithologue / chiroptérologue.

Chargée d'affaires. Coordinatrice de production. Responsable du Pôle Avifaune. 9 ans d'expérience.

Management production, protocoles scientifiques, encadrement.



C O M

- **Profil :** Master II pro de Biodiversité, écologie, environnement (Université J. Fournier de Grenoble), mention bien.
- **Expérience avant EXEN :**
 - 2011 : Service civique Suivi des populations de Gravelots à collier interrompus. Station de Bagueage de Trouvel.
 - 2010 : Diagnostic écologique des roselières de Haute Normandie pour PNA Butor étoilé. Observatoire avifaune de la maison estuaire du Havre.
 - 2009 : Inventaires de chauves-souris communes et orthoptères par ultrasons. MNHN Paris 2010,
- **Fonctions chez EXEN :** Coordinatrice de production et responsable de pôle Avifaune. Inventaires, organisation et traitement des données, rédaction des rapports, relectures, organisation et encadrement du pôle, gestion administrative, gestion du planning.
- **Spécialités naturalistes :** oiseaux et chauves-souris.
- **Formations professionnelles :**
 - Niveau 2 de bioacoustique des chauves-souris (CPIE Brenne 2012).
 - Evolution et travail en hauteur, (Hauteur et Sécurité 2013).
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI 12 2013, recyclage 2015-17-19).
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019).
 - Gestion du temps et des priorités (CCI Aveyron 2020).
 - Manager son équipe (Niveau 1) (CCI Aveyron 2020).

Hélène CARADEC

Assistante de direction.

9 ans d'expérience.



- **Profil :** Licence Lettres Modernes avec mention. Paris la Sorbonne.
- **Expérience avant EXEN :**
 - 2011-2018 : Secrétaire administrative ATED, ADMR.
 - 2005 : Chargée de partenariats FOX INTERNATIONAL CHANNELS France
 - 2003-2005 : Attachée de presse. NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL
 - 2000-2003 : Chargée relations presse. CANALSAT outre-mer / Afrique
- **Fonctions chez EXEN :**
 - Gestion administrative, facturation, appui à la gestion des ressources humaines, gestion des contrats, sécurité (document unique) ...
 - Secrétariat, accueil téléphonique, gestion de planning, prise de RDV, organisation des déplacements, suivi du parc de véhicules...
- **Formations professionnelles :**
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2019).
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019),
 - Adapter la politique formation aux évolutions légales (CCI Aveyron, 2020)

Ecologues - responsables de pôles naturalistes

Frédéric ALBESPY

Ing. écologue - biostatisticien / cartographe / chiroptérologue.
Chargé d'affaires. **Responsable du Pôle Chiroptères**. 11 ans d'expérience.
Management production, protocoles scientifiques, encadrement.



C O M

- **Profil** : Master II de Télédétection + Master II de biostatistiques (Université de Toulouse 3), mention bien et assez bien. (2008 – 2010)
- **Expérience avant EXEN** : Biostatisticien à ONCFS / Tour du Valat (2008), Modélisation de la propagation du virus de la grippe aviaire chez les sarcelles d'hiver en Europe, à partir de la Camargue.
- **Fonctions chez EXEN** : Inventaires, organisation et traitement des données, traitements statistiques, rédaction des rapports, relectures, référent informatique / cartographie, organisation et encadrement du pôle.
- **Spécialités naturalistes** : chauves-souris, oiseaux.
- **Formations professionnelles** :
 - Formé aux méthodes d'inventaires naturalistes réserve de St Quentin en Yvelines (2009)
 - Niveau 1 bioacoustique des chauves-souris (2011) et niveau 2 (2012) (approche Barataud, formé par M. Barataud, Y. Tupinier, T. Disca). CPIE Pays d'Azay.
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2013, recyclage 2015-17-19-21).

Justine MOUGNOT

Ing. écologue - ornithologue / chiroptérologue.
Chargée d'affaires. Coordinatrice de production. **Responsable du Pôle Avifaune**. 9 ans d'expérience.

Cf. page précédente

Aurélien LANGLOIS

Ing. écologue-biostatistique. Chiroptérologue.
Chargée d'affaires. **Responsable Pôle suivis des mortalités**. 5 ans d'expérience.
Management production, protocoles scientifiques, encadrement.



C F M

- **Profil** : Master II Gestion de la Biodiversité (Université P. Sabatier, Toulouse, 2016), mention bien.
- **Expérience avant EXEN** : Stage de Master 1. Rédaction du plan de gestion d'une cavité, CEN de Midi-Pyrénées (2015)
- **Fonctions chez EXEN** : Organisation et traitement des données chiroptères et suivis de mortalités, traitements statistiques, rédaction des rapports, relectures, méthodes et analyses des suivis de mortalités, organisation et encadrement du pôle.
- **Spécialités naturalistes** : mammifères (dont chiroptères) et entomofaune.
- **Formations professionnelles** :
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2017-2019-2021).
 - Apprentie capture chiroptères : formation théorique CEN MP 2016.
 - Niveaux 1 et 2 bioacoustiques des chauves-souris (2017). CPIE Pays d'Azay.

Arnaud RHODDE

Ing. écologue. Ornithologue / Entomologue
Chargé d'affaires. **Responsable du pôle Petite faune et suivis de chantiers**. 7 ans d'expérience



O F M

- **Profil** : Master II Gestion de la Biodiversité Aquatique et Terrestre (Université P. Sabatier, Toulouse, 2014).
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2015 : Chargé d'études faune chez BIOTOPE PACA, Hyères (83).
 - 2014 : Assistant chargé d'étude faune, ETEN (82).
- **Fonctions chez EXEN** : Encadrement du pôle, méthodes d'inventaires et analyses du volet Petite faune et Suivis de chantiers. Chargé d'études faune. Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, relectures, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : oiseaux, rhopalocères, odonates, orthoptères (référent entomofaune), herpétofaune.
- **Formations professionnelles** :
 - Formation orthoptères, NMP 2016.
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2020),
 - Papillons de nuit – initiation (OPIE 2021).

Ecologues

Mathieu LOUIS

Ing. écologue - ornithologue / chiroptérologue.

Chargée d'affaires. Référent bioacoustique des chiroptères. 11 ans d'expérience.



- **Profil** : Master II de Gestion et Evolution de la Biodiversité (Université Lille 1).
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2010-2014 : chargé d'études environnement chez ENVOL ENVIRONNEMENT.
 - Stage 2010 amphibien au CPIE Chaîne des Terrils.
- **Fonctions chez EXEN** : Inventaires (avifaune, chiroptères, autre faune), traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : chiroptères (réf. acoustique), oiseaux, amphibiens, reptiles
- **Formations professionnelles** :
 - Formation ornithologique (GON Pas de Calais 2013-2014)
 - Niveaux 2 de bioacoustique des chauves-souris (formé par Y. Tupinier, M. Barataud). 2014, CPIE Pays d'Azay.
 - Evolution et travail en hauteur, (Hauteur et Sécurité 2014)
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2015, 2017, 2019-2021),
 - Formation reptiles, NMP 2018.

C O F M

Laurie NAZON

Technicienne écologue - ornithologue / entomologue.

Chargée de gestion BDD avifaune. 11 ans d'expérience.



- Profil** : BTS Gestion et Protection de la Nature.
- **Expérience avant EXEN** : Suivi des nichées de grands vautours, bagage en Aveyron / Lozère (LPO Grands Causse 2010)
 - **Fonctions chez EXEN** : Gestion de base de données Avifaune. Inventaires ornithologiques, et autre faune, spécialité grands rapaces, saisie de données, organisation BDD format SINP.
 - **Spécialités naturalistes** : grands rapaces, oiseaux, odonates, orchidées.
 - **Formations professionnelles** :
 - Méthodes d'inventaire d'Odonates, (CPIE Pays d'Azay 2011)
 - Evolution et travail en hauteur, (Hauteur et Sécurité 2013, recyclage 2017).
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2013, recyclage 2015-17-19-21).
 - Détermination et connaissance des papillons de jour (Opie 2021).

O F M

Cédric SICCARDI

Ing. écologue. Chiroptérologue / entomologue / herpétologue.

Chargé d'affaires. Référent bioacoustique des chiroptères. 5 ans d'expérience.



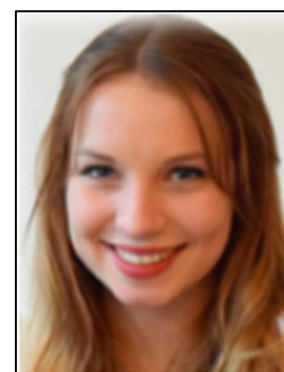
- **Profil** : Master Biodiversité et Développement durable, Perpignan 2015
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2016-17 : Chiroptérologue, études acoustiques, projets éoliens et divers. CALIDRIS.
 - 2016 : Chiroptérologue. Recherche de gîtes en bâtis. LPO Drome.
 - 2015 : stagiaire chiroptérologue, recherche et suivi de colonies de Rhinolophes Euryales, LPO Anjou.
- **Fonctions chez EXEN** : Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : chiroptères (co-référent acoustique, capture), entomofaune, herpétofaune.
- **Formations professionnelles** :
 - Capture chiroptères : habilitation de capture 2016. Forte expérience.
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron, 2019, 2021).
 - Formations Travail en hauteur (2019),
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019),
 - Odonates initiation (OPIE 2021, CPIE Brenne-Berry).

C F M H

Alix THUROW

Ing. écologue. Chiroptérologue – ornithologue apprentie

Chargée d'affaires. 3 ans d'expérience.



- **Profil** : Master pro Écologie. Ingénierie en Ecologie et Gestion de la Biodiversité (IEGB). Université de Montpellier. 2018-19
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2019 : Apprentissage de Master 2 : ingénieure écologue chiroptérologue. EXEN
 - 2018 : Stage de Master 1. Suivi de l'activité nocturne d'une population de Grandes noctules par GPS-métrie. EXEN
 - 2017 : Stage chargée d'études environnement. Bureau d'étude Ecotope.
- **Fonctions chez EXEN** : Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : chiroptères, micromammifères.
- **Formations professionnelles** :
 - Apprentie capture chiroptères : formation théorique en 2019.
 - Niveau 1 et 2 de bioacoustique des chiroptères (M. Barataud 2019),
 - Sauveteur secouriste du travail (CCI Aveyron 2021),
 - Reptiles et amphibiens (Melotopic, 2021, CPIE Brenne Berry).

C F M

Sandra DERVAUX

*Ing. écologue. Chiroptérologue / herpétologue - ornithologue apprentie.
Chargée d'affaires. 5 ans d'expérience.*



- **Profil** : Licence pro. Espaces Naturels, Biologie appliquée aux Ecosystèmes exploités. UPPA 64 (2015).
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2018 : Chargée d'étude environnement mammalogue-chiroptérologue. Cabinet Barbanson environnement (34).
 - 2017 : Tech. mammalogue-chiroptérologue. ECOMED Marseille (13).
 - 2016 : Service civique Ambassadeur de Biodiversité. LPO Loire (42)
 - 2015 : Stagiaire Chargée d'études ornitho/entomologue, Inventaire de l'avifaune et de l'entomofaune de la ZPS de Méron, LPO Anjou.
- **Fonctions chez EXEN** : Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : mammifères (dont chiroptères), herpétofaune.
- **Formations professionnelles** :
 - Niveau 1 et 2 de bioacoustique des chiroptères (M. Barataud 2019),
 - Bioacoustique chiroptères niveau 3 (M. Barataud 2021),
 - Apprenti capture chiroptères : formation théorique 2018,
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2018-2021),
 - Mise à disposition pour inventaires chiroptérologiques en Allemagne (programme d'échange EXEN / KJM 2021).

Amélia ROZELLE

*Ing. écologue. Chiroptérologue / ornithologue
Chargée d'affaires. 4 ans d'expérience.*



- **Profil** : Master professionnel Gestion et Conservation de la Biodiversité (GCBio). Université de Bretagne Occidentale, Brest (2016).
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2017 : Rédactrice environnementale. Lha Charitable Trust (Inde).
 - 2017 : Assistante de recherche sur l'écologie et la conservation de la Hyène rayée, Népal. Université Tribhuvan et Himalayan Biodiversity Network (Népal).
 - 2016 : Chargée d'étude en écologie, chiroptérologue - ornithologue. Auddicé Environnement.
- **Fonctions chez EXEN** : Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : chiroptères, ornithologie, entomologie.
- **Formations professionnelles** :
 - Niveau 1 et 2 de bioacoustique des chauves-souris (formée par M. Barataud). CPIE Pays d'Azay, 2019 et 2020.
 - Formation RhoMéo, CEN Rhône-Alpes, 2016.
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2020),
 - Niveau 1 et 2 de bioacoustique des chiroptères (M. Barataud 2020)

Marie FRAIKIN

*Ing. écologue. Ornithologue
Chargée d'affaires. 3 ans d'expérience*



- **Profil** : Master Mixte Dynamique et Conservation de la Biodiversité (DyCoB). Université de Bourgogne Franche-compté (2018).
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2018 : Stage chargé d'étude au CEBC (centre de recherche biologique de Chizé)
 - 2017 : Stage chargée d'étude en ornithologie à la LPO aveyron
 - 2016 : Stage chargé d'étude en hérapétofaune dans Réserve Naturel de France
- **Fonctions chez EXEN** : Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : ornithologie, herpétofaune et mammifères hors chiroptères.
- **Formations professionnelles** :
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2020),
 - Formation orthoptères (CPIE Brenne 2020),
 - Mise à disposition pour inventaires ornithologiques en Allemagne (programme d'échange EXEN / KJM 2021).

Benjamin BOULAIRE

*Ing. écologue. Entomologue / herpétologue/ornithologue.
Chargé d'affaires. 4 ans d'expérience*



- **Profil** : Licence pro Forêt, gestion et préservation de la ressource en eau. UFR Sciences et Techniques de Tours et LEGTA Le Chesnoy-Les Barres (2015).
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2018 : Chargé d'études faune et écologie au CDPNE, Blois (41)
 - 2017 : Chargé d'études faune et écologie au CDPNE, Blois (41)
 - 2017 : Vacataire, à l'ONCFS Délégation régionale Grand Est
 - 2016 : Service civique à la LPO France, RNN de la Casse de la Belle Henriette (85)
- **Fonctions chez EXEN** : Encadrement du pôle, méthodes d'inventaires et analyses du volet Petite faune et Suivis de chantiers. Chargé d'études faune. Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : ornithologie, entomofaune, herpétofaune et mammifères hors chiroptères
- **Formations professionnelles** :
 - Formation Rhopalocères, LPO (2019).
 - Formation Herpétologie, Nature Midi-Pyrénées (2020).
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2020).
 - Formation Orthoptères (Nature en Occitanie 2021)

Elissia MOUREY

*Ing. écologue. Ornithologue/entomologue.
Chargée d'affaires. 2 ans d'expérience*



- **Profil :**
 - Master Expertise Faune Flore (E2F). Muséum national d'histoire naturelle, Paris (2017)
 - Master Ecologie Fonctionnelle Comportementale et Evolutive (EFCE). Université de Rennes 1, Rennes (2016)
- **Expérience avant EXEN :**
 - 2017 : Stage chargée d'études ornithologue, chez Auddicé Environnement (59)
- **Fonctions chez EXEN :** Méthodes d'inventaires et analyses du volet avifaune. Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes :** ornithologie, entomofaune, herpétofaune et mammifères hors chiroptères
- **Formations professionnelles :**
 - Formation ornithologie avancée, GON (2018)
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2020),
 - Formation orthoptères (Nature en Occitanie 2020)
 - Formation orthoptères – perfectionnement (Opie 2021).

Arnaud COMBY

*Tech. écologue. Ornithologue
Chargé d'études. 19 ans d'expérience*



- **Profil :**
 - Master II Gestion Sociale de l'Environnement et Valorisation des Ressources Territoriale GSE VRT Université Champollion, Albi (2010).
 - Licence sciences de l'environnement / biologie-écologie, Université Champollion, Albi (2008)
 - Eco-interprète / écologie – animation – gestion de projets
 - URCPIE, Franche Comté (1998)
- **Expérience avant EXEN :**
 - 2010-2018 : Chargé de mission développement durable – guide animateur (Rouergue Vacances Loisirs, Salles la Source, 12)
 - 2001-2010 : Chargé d'étude ornithologue – animateur LPO Aveyron (12).
 - 2000-2001 : Resp. Maison natale de J-H Fabre (Entomologie-Aveyron)
- **Fonctions chez EXEN :** Gestion de base de données Avifaune. Inventaires ornithologiques, et autre faune, spécialité rapace.
- **Spécialités naturalistes :** rapaces, oiseaux, mammifères terrestres.
- **Formations professionnelles :**
 - Sauveteur Secouriste du travail (2015 recyclages 2017-2019),
 - Formation orthoptères (CPIE Brenne 2020),
 - Mise à disposition pour inventaires ornithologiques en Allemagne (programme d'échange EXEN / KJM 2021).

Xavier NARDOU

*Ing. écologue généraliste
Chargé d'affaires. 1 an d'expérience*



- **Profil :**
 - Master en Biologie, Ecologie, Evolution et Biodiversité. Université F. Rabelais de Tours, Mention Très Bien. (2018)
 - Licence en Biologie des Organismes et des Populations. Université des Sciences et Techniques de Limoges, Mention Bien (2016)
- **Expérience avant EXEN :**
 - 2020 : Technicien de recherche en ornithologie, UMR CNRS 6282 Biogéosciences, Dijon.
 - 2019 : Service civique PNR Chartreuse, UMR CNRS 5558, LBBE Lyon.
 - 2018 : Stage Master . Behavioural Ecology Groupe, Budapest, Hongrie.
- **Fonctions chez EXEN :** Méthodes d'inventaires et analyses du volet avifaune. Etudes transverses, innovation, R&D. Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes :** ornithologie.
- **Formations professionnelles :**
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2021).
 - Télépilote drone professionnel DGAC (Drone 12, 2021).

Coline MURER

*Ing. écologue Faune tropicale
Chargée d'affaires.*



- **Profil :**
 - Master 2 Expertises Faune-Flore- MNHN, Paris. Mention Bien. (2019)
 - Master 1 Gestion et Conservation de la Biodiversité. Université Bretagne Occidentale. Mention Bien (2018)
 - Licence pro. Métiers du Diagnostic de la Gestion et de la Protection des Milieux Naturels- Univ. De Franche Comté (2016). Mention Bien.
- **Expérience avant EXEN :**
 - 2019 : Stage Master 2 Etat initial de la faune du programme de restauration des landes « LIFE Avaloirs » PNR Normandie-Maine..
 - 2018 : Trame Verte et Bleue, Comcom Arbois, Poligny, Salins, Coeur du Jura, stage Master 1.
- **Fonctions chez EXEN :**
 - Représentante EXEN en Guadeloupe et Martinique
 - Gestion des suivis de mortalités des parcs éoliens des petites Antilles,
 - Organisation d'un suivi scientifique large « chiroptères de Guadeloupe ».
- **Spécialités naturalistes :** ornithologie, chiroptères et herpétofaune de Guadeloupe en cours,
- **Formations professionnelles :**
 - Bioacoustique des chiroptères initiation (MNHN 2021),
 - Bioacoustique des chiroptères : formation interne EXEN (2021).

Ecologues cordistes (pôle instrumentation en hauteur)

Julien CAYLET

*Tech. écologue –cordiste. Ornithologue.
4 ans d'expérience*



O M H

- **Profil** : BTS Production aquacole
- **Expérience avant EXEN** : restaurateur, naturaliste amateur.
- **Fonction chez EXEN** : Gestion et maintenance du parc d'enregistreurs à ultrasons en suivis passifs (sur arbres, mâts de mesures, nacelles d'éoliennes). Inventaires de terrain avifaune. Relevés de suivis de chantiers. Participations aux relevés IBP et suivis de mesures de gîtes / nichoirs artificiels.
- **Spécialités naturalistes** : oiseaux, poissons.
- **Formations professionnelles** :
 - Evolution et travail en hauteur, (Hauteur et Sécurité 2017, recyclage EXEN 2018, recyclage GWO Abcyss formation 2020)
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2017, recyclage 2019),
 - Habilitation électrique BO (CCI 12, 2017),
 - Evacuation d'urgence en éolienne,
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019),
 - Perfectionnement Ornitho niveau 1 et niveau 2 (LPO Aquitaine, 2019),
 - Reptiles et amphibiens (Melotopic, 2021, CPIE Brenne Berry).

Emilien BONICHON

*Tech. écologue –cordiste. Ornithologue.
3 ans d'expérience*



O M H

- **Profil** : Formation CQP1 ouvrier cordiste (2017). Brevet supérieur fusilier-commando (2013). Aguerissement centre national d'entraînement commando (2007).
- **Expérience avant EXEN** : parachutiste, fusilier-commando, armée de l'air. Chef de groupe et de section.
- **Fonction chez EXEN** : Gestion et maintenance du parc d'enregistreurs à ultrasons en suivis passifs (sur arbres, mâts de mesures, nacelles d'éoliennes). Tests de relevés de données à distances (BATmode, GSM-Batcorder). Participations aux relevés IBP et suivis de mesures de gîtes / nichoirs artificiels.
- **Spécialités naturalistes** : oiseaux
- **Formations professionnelles** :
 - Evolution et travail en hauteur, (formation cordiste, recyclage EXEN 2018, recyclage GWO Abcyss formation 2020)
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2018),
 - Habilitation électrique BO (CCI 12, 2018),
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019),
 - Perfectionnement Ornitho niveau 1 et niveau 2 (LPO Aquitaine, 2019),
 - Télépilote drone professionnel DGAC (Drone 12, 2021).

Pierre PETITJEAN

*Technicien écologue – cordiste. Ornithologue / herpétologue / chiroptérologue.
Responsable du Pôle instrumentation en hauteur. 9 ans d'expérience.*



C O M H

- **Profil** : BTS Gestion et Protection de la Nature.
- **Expérience avant EXEN** : Paysagiste, naturaliste amateur.
- **Fonction chez EXEN** : Gestion et maintenance du parc d'enregistreurs à ultrasons en suivis passifs (sur arbres, mâts de mesures, nacelles d'éoliennes). Encadrement de l'équipe de cordistes. Gestion des formations travail en hauteur. Inventaires de terrain avifaune, petite faune, chiroptères. Evaluation Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Pose et suivis de gîtes artificiels, nichoirs. Rédaction de rapports de suivis (IBP, microhabitats arboricoles et suivi des gîtes / nichoirs).
- **Spécialités naturalistes** : oiseaux, herpétofaune, chauves-souris, flore.
- **Formations professionnelles** :
 - Evolution et travail en hauteur, (Hauteur et Sécurité 2013, recyclage H&S 2017, recyclage GWO Abcyss formation 2018, 2021),
 - Vérificateur équipement EPI, (Hauteur et Sécurité 2013),
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2013, recyclage 2015-17-19),
 - Evolution et travail en éolienne, évacuation d'urgence (2015-19),
 - Formation / habilitation électrique CCI 2017,
 - Niveau 1 bioacoustique des chauves-souris (2014) et niveau 2 (2014) (formé par M. Barataud, Y. Tupinier.). CPIE Pays d'Azay,
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019),
 - Mise à disposition pour inventaires ornithologiques en Allemagne (programme d'échange EXEN / KJM 2021).

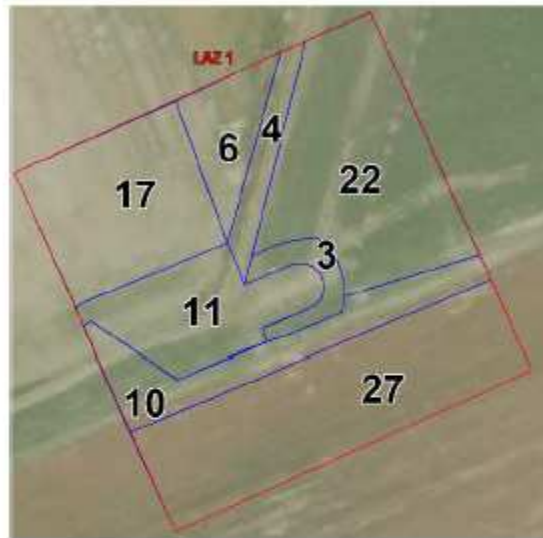
9.2 Annexe 2 : Fiche de relevé de terrain



FICHE DE TERRAIN MORTALITE
Suivi mortalité du parc éolien de LAZENAY 2021

Chercheur :		Heure d'embauche :		Heure début suivi :		Temps de pause :		
Date :		Heure de débauche :		Heure fin suivi :		Orages depuis dernière visites ?		
	Durée de prospection	Surface prospectée (%)	Type 1 (%) Gravier	Type 2 (%) <30cm	Type 3 (%) >30cm	Type 4 (%) Non prospectable	Assolement : culture, prairie, lande ...	Rq par éolienne (traces prédat, maintenance...)
CONTEXTE	LAZ1							
	LAZ2							
	LAZ3							
	LAZ4							
	LAZ5							
	LAZ6							
	LAZ7							
DECOUVERTES IN PROTOCOLE	Oiseau ou Chauve-souris (OIS ou CS)							
	Numéro éolienne							
	Distance au mât							
	Direction au mât							
	Type dans lequel le cadavre a été trouvé (type 1, type 2...)							
	Etat (vivant, frais, avancé, sec)							
	Mort depuis (nb j)							
	Insectes dans la bouche ?							
	Blessure (non/oui et quoi)							
	Espèce (ou genre...)							
	Taille Avant bras (mm)							
	Age (ad, jeune)							
	Sexe (male, fem) ?							
Si fem allaitante? (mamelles pelées)								
Si fem, gestante ?								

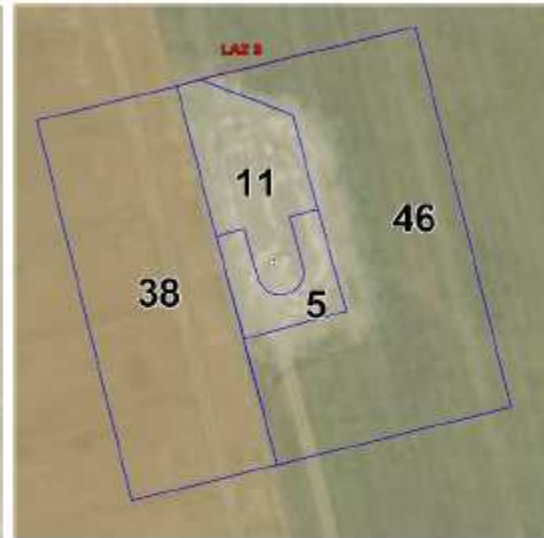
LAZ 1



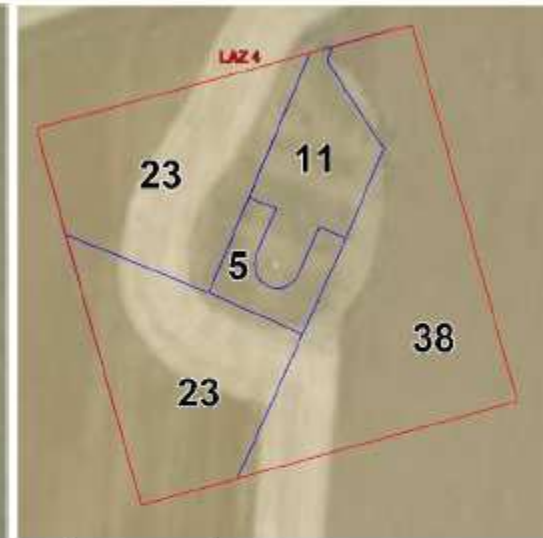
LAZ 2



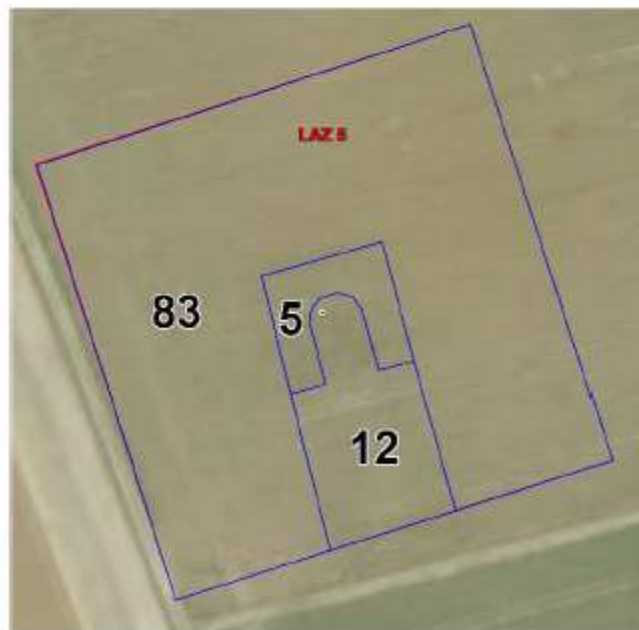
LAZ 3



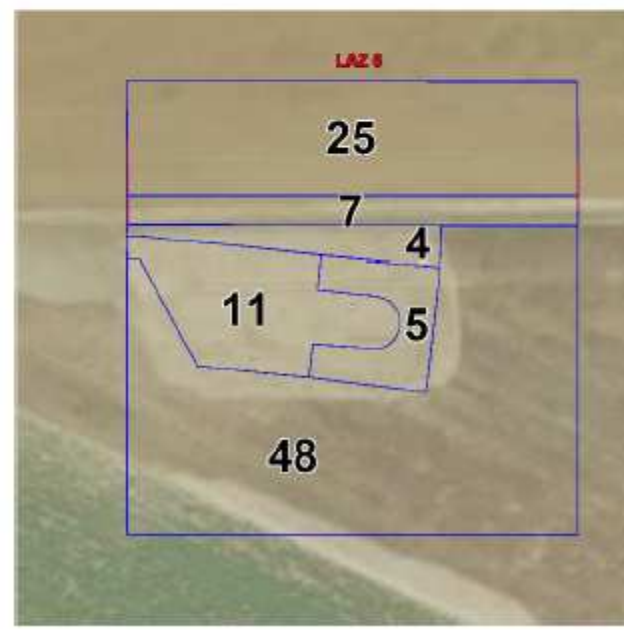
LAZ 4



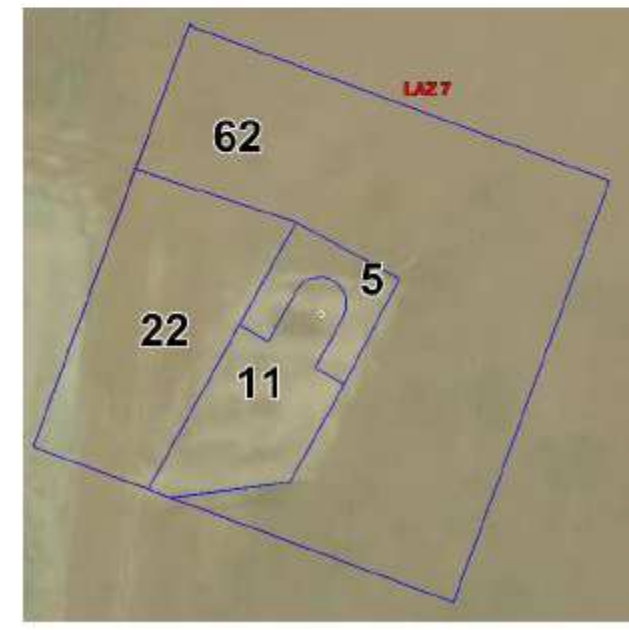
LAZ 5



LAZ 6



LAZ 7



9.3 Annexe 3 : Données brutes de mortalités découvertes en 2020-2021

Date	Découvreur	Plumée ou cadavre	Eolienne	Distance au mat (m)	Direction par rapport au mat	Oiseau (OIS) ou Chauve-souris (CS)	Date de mortalité estimée	Barotrauma / blessure	Espèce	Nom latin	Type de vol	Sexe	Age	Mesure de l'avant-bras (mm)
23/07/2020	DC	Cadavre	E6	47	NO	OIS	20/07/2020	-	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire	-	-	
28/07/2020	DC	Cadavre	E2	0,5	NO	OIS	24/07/2020	-	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Passereau	-	-	
28/07/2020	DC	Plumée	E1	20	O	OIS		-	Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Intermédiaire	-	-	
11/08/2020	JC	Plumée	E4	41	NO	OIS		-	Goéland brun très probable	<i>Larus fuscus</i>	Grand Voilier		Immature	
17/08/2020	CS+DC	Aile	E3	30	S	OIS		-	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Petit rapace			
17/08/2020	CS+DC	Cadavre	E1	2	S	OIS	12/08/2020	-	Merle noir ou étourneau		Passereau	-	-	
25/08/2020	SD	Plumée	E1	34	SO	OIS		-	Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passereau	-	-	
25/08/2020	SD	Cadavre	E6	40	NE	CS	19/08/2020	-	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Lisière	?	?	30 (cassé)
04/09/2020	AR	Cadavre	E4	1	O	OIS	02/09/2020	-	Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	Intermédiaire	-	-	
18/09/2020	DC	Cadavre	E6	53	E	OIS	16/09/2020	Coupé en 2, partie supérieure retrouvée	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Petit rapace	-	-	
18/09/2020	DC	Plumée	E7	39	S	OIS		-	Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Passereau	-	-	
18/09/2020	DC	Cadavre	E1	1	N	CS	16/09/2020		Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Lisière	?	Adulte	34,5
22/09/2020	CR	Cadavre	E2	35	S	OIS	21/09/2020	-	Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	Passereau	Femelle	Ad	
29/09/2020	CS+SD	Plumée	E6	15	E	OIS		-	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Intermédiaire			
02/10/2020	DC	Cadavre	E1	31	SE	OIS	30/09/2020	-	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Passereau	-	-	
02/10/2020	DC	Cadavre	E3	25	N	OIS	30/09/2020	-	Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passereau	-	-	
12/10/2020	CR	Cadavre	E2	10	E	OIS	11/10/2020	-	Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	Passereau	Mâle	Ad	
12/10/2020	CR	Cadavre	E5	15	S	OIS	11/10/2020	-	Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	Passereau	Mâle	Ad	
12/10/2020	CR	Cadavre	E5	20	S	OIS	11/10/2020	coupé en 2, partie inférieure récupérée	Roitelet sp.	<i>Regulus sp.</i>	Passereau	Indéterminé	-	
16/10/2020	DC	Cadavre	E7	24	O	CS	15/10/2020		Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Vol haut	Mâle	Adulte	42
27/10/2020	RD	Cadavre	E6	17	NE	OIS	25/10/2020	-	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire	-	-	
04/05/2021	CM/CR	Plumée	E6	2	S	OIS		-	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Passereau	-	-	
04/05/2021	CM/CR	plumée	E3	5	N	OIS		-	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire	-	-	
11/05/2021	DC	Cadavre	E5	8	S	CS	07/05/2021		Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Lisière	?	?	32
18/05/2021	MF	Plumée	E1	47	NNE	OIS		-	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire			
03/06/2021	CR	Cadavre	E6	3	E	OIS	01/06/2021	-	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	Intermédiaire	Femelle	Ad	
09/06/2021	RD	Cadavre	E6	3	O	CS	09/06/2021		Pipistrelle sp.	<i>Pipistrellus sp.</i>	Lisière ou vol haut en migration/transit			31
01/07/2021	JC	Plumée	E1	13	NO	OIS		-	Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passereau	-	-	