



Parc éolien de Champagne Berrichonne (36)

Suivi environnemental post-implantation 2019 ciblé sur les chauves-souris et les oiseaux

Suivi de l'activité des chauves-souris en nacelle

Suivi de l'activité des oiseaux nicheurs

Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux



SARL EXEN
RD64, route de Buzeins, 12310 VIMENET
Tel : 05 81 63 05 99
Fax : 05 81 63 05 95
ybeucher@exen.pro

Février 2020

Parc éolien de Champagne Berrichonne (36)

Suivi environnemental post-implantation 2019 ciblé sur les chauves-souris et les oiseaux

Suivi de l'activité des chauves-souris en nacelle

Suivi de l'activité des oiseaux nicheurs

Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux

- **Rédaction, relecture** : C. Siccardi, E. Mourey, S. Dervaux, A. Langlois, Y. Beucher
- **Analyse des données, interprétations** : C. Siccardi, E. Mourey, A. Langlois, J. Mougnot.
- **Organisation, méthodes** : F. Albespy, Y. Beucher, A. Langlois, S. Davrout.
- **Recherches de mortalité sur site** : E. Bonichon, S. Dervaux, C. Giraud, E. Mourey, L. Nazon, C. Respaud.
- **Visites de terrain avifaune** : F. Bonnet, S. Davrout, L. Nazon, P. Petitjean

Mars 2020 (2^{ème} version)

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.....	13
3.1.1 Suivi automatisé en continu (passif) : généralités et organisation.....	13
3.1.2 Suivi passif depuis la nacelle de l'éolienne E4.....	13
3.2 LIMITES DE LA METHODOLOGIE.....	15
3.2.1 Suivi passif (Module Batcorder autonome depuis la nacelle).....	15
3.2.2 Difficultés d'identification acoustique de certaines espèces.....	15
3.2.3 Une détection divergente selon les espèces.....	16
3.2.4 Autres limites de détection acoustique.....	17
3.3 RESULTATS DU SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES.....	19
3.3.1 Cortège d'espèces.....	19
3.3.2 Chronologie de l'activité au niveau de la nacelle E4.....	21
3.3.3 Influence de la vitesse du vent.....	24
3.3.4 Influence de la direction du vent.....	25
3.3.5 Influence de la température.....	27
3.3.6 Rythme d'activité nocturne.....	27
3.3.7 Saisonnalité.....	28
4 SUIVI DE L'ACTIVITE DES OISEAUX.....	29
4.1 METHODOLOGIE.....	29
4.1.1 Généralités applicables à l'ensemble du suivi.....	29
4.1.1.1 Recueil de données de terrain.....	29
4.1.1.2 Présentation des données.....	29
4.1.1.3 Points d'observation et d'écoute.....	30
4.1.2 Dates et conditions de suivi.....	32
4.1.3 Méthodes du suivi de l'avifaune nicheuse.....	33
4.2 DIVERSITE SPECIFIQUE, CORTEGE D'ESPECES, PATRIMONIALITE.....	34
4.2.1.1 Espèces protégées au titre de la loi du 10 juillet 1976.....	34
4.2.1.2 Espèces inscrites à l'annexe 1 de la Directive « Oiseaux ».....	34
4.2.1.3 Espèces menacées inscrites sur la liste des espèces menacées en France (UICN 2016).....	35
4.2.1.4 Espèces menacées inscrites sur la liste des espèces menacées en ex-région Centre (2015).....	35
4.3 AVIFAUNE NICHEUSE.....	36
4.3.1 Critères d'évaluation, indicateurs d'évolution, et moyens de comparaison.....	36
4.3.1.1 Rappel méthodologique utilisé lors de l'état initial (EXEN 2009).....	36
4.3.1.2 Méthodologie de suivi lors du suivi post-implantation 2019.....	38
❖ Passereaux et assimilés.....	38
❖ Suivi des rapaces nicheurs diurnes et autres grandes espèces.....	38
4.3.2 Résultats du suivi des oiseaux nicheurs.....	39
4.3.2.1 Rappel des résultats de suivis de nicheurs à l'état initial (EXEN 2009).....	39
4.3.2.2 Rappel des résultats du suivi de la phase chantier (EXEN 2016).....	40
4.3.2.3 Rappel des résultats des suivis des nicheurs 2018 (EXEN 2018).....	40
4.3.2.4 Rappel des résultats des suivis des nicheurs 2019 (EXEN 2018).....	41
❖ Passereaux et intermédiaires.....	42
❖ Rapaces et grands voiliers.....	44
4.3.2.5 Densités et fréquences relatives.....	46
4.3.2.6 Comparaison des cortèges d'espèces nicheuses entre l'état initial et les suivis post-implantation de 2018 et 2019.....	48

❖ Espèces nicheuses contactées avant et après implantation des éoliennes.....	48	5.3.3 Typologie des cadavres découverts	65
❖ Espèces nicheuses recensées uniquement avant implantation des éoliennes	49	5.3.3.1 Proportion des mortalités estimées par espèce	65
❖ Espèces nicheuses recensées uniquement après implantation des éoliennes.....	49	5.3.3.2 Relation espèce / éolienne et type de vol / éolienne.....	66
4.3.2.7 Hauteur de vol de l'avifaune nicheuse de 2019	52	5.3.3.3 Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations	67
4.4 CONCLUSIONS SUR LE SUIVI DE L'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE	53	5.3.3.4 Interprétation par espèce (phénologie, comportement de vol...)	69
Enfin, en 2019, au niveau des rapaces et grands voiliers, aucun comportement à risque n'a été noté au niveau du parc éolien de Champagne Berrichonne. Seules les alouettes des champs ont été aperçues près des éoliennes à hauteur de vol des pales lors de leur vol chanté.....	53	5.3.5 Dispersion des cadavres sous les éoliennes	70
5 SUIVI DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX.....	54	5.3.6 Taux de mortalité des chauves-souris	71
5.1 OBJECTIFS DU SUIVI DE LA MORTALITE	54	5.3.6.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2019	71
5.2 METHODOLOGIE.....	54	5.3.6.2 Les formules utilisées	72
5.2.1 Choix d'une méthode standardisée.....	54	❖ Winkelmann (2005).....	72
5.2.2 Choix des périodes de suivis et fréquence des visites	54	❖ Erickson (2000).....	72
5.2.3 Choix des éoliennes suivies	57	❖ Jones (2009).....	72
5.2.4 Organisation des parcours de prospection.....	57	❖ Huso (2010)	73
5.2.5 Définition des niveaux de difficulté de prospection.....	57	5.3.6.3 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)	74
5.2.6 Recueil des données et destination des cadavres.....	59	❖ Taux de détection.....	74
5.2.7 Détermination des coefficients correcteurs	59	❖ Taux de persistance.....	74
5.2.7.1 Organisation générale	59	❖ Coefficient de correction surfacique	76
5.2.7.2 Test de l'efficacité du chercheur (ou « test de détection »).....	60	5.3.6.4 Présentation des 2 méthodes de calcul	77
5.2.7.3 Tests de disparition (ou « test de persistance »).....	61	5.3.6.5 Calculs de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyenne »).....	77
5.2.7.1 Calculs	61	5.3.6.6 Calcul de mortalité avec la seconde méthode (méthode « pondérée »).....	78
5.2.7.2 Intervalle de confiance.....	61	5.3.6.7 Calcul de mortalité avec l'application Shiny « EolApp »	79
5.3 BILAN DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS	62	5.3.6.8 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des chauves-souris en 2019.....	80
5.3.1 Bilan des mortalités par éolienne	62	5.4 BILAN DE LA MORTALITE DES OISEAUX	81
5.3.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris.....	62	5.4.1 Bilan des mortalités par éolienne.....	81
		5.4.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités d'oiseaux.....	81

5.4.3 Typologie des cadavres découverts	83	7 SYNTHÈSE ET INTERPRÉTATIONS	98
5.4.3.1 Proportion des mortalités estimées par espèce.....	83	7.1 LES MESURES DE RÉGULATION, POUR LES CHIROPTÈRES, ONT-ELLES ÉTÉ EFFICACES ?	98
5.4.3.2 Relation espèce / éolienne.....	84	7.1.1 Confrontation entre les résultats du suivi de la mortalité et du suivi d'activité avec les périodes de régulation des machines.....	98
5.4.3.3 Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations.....	84	7.1.2 Hypothèses pour expliquer la découverte des cas de mortalité de chiroptères en 2019	101
5.4.3.4 Interprétation par espèce (phénologie, comportement de vol...)	86	7.1.2.1 Cas de mortalité relevés lors de la régulation acoustique.....	101
5.4.4 Dispersion des cadavres sous les éoliennes	87	❖ Sous-dimensionnement du pattern de régulation	101
5.4.5 Taux de mortalité des oiseaux	88	❖ Inertie des pales d'éoliennes	101
5.4.5.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2019	88	7.1.2.1 Cas de mortalité relevés lors de la régulation spécifique aux chiroptères	101
5.4.5.2 Les formules utilisées	89	7.1.3 Etude de la mortalité exceptionnelle d'oiseaux la nuit du 22 octobre 2019.....	102
5.4.5.3 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)	89	8 PROPOSITION DE MESURES DE RÉDUCTION DES IMPACTS	106
❖ Taux de détection.....	89	8.1 CONCERNANT LES CHIROPTÈRES	106
❖ Taux de persistance	89	8.1.1 Re conduite de la mesure de régulation des machines	106
❖ Coefficient de correction surfacique.....	90	8.1.2 Suivi de l'activité en nacelle d'éolienne	106
5.4.5.4 Méthodes de calcul employées	90	8.1.3 Suivi de la mortalité	106
5.4.5.5 Calculs de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyenne »)	90	8.2 CONCERNANT LES OISEAUX.....	108
5.4.5.6 Calcul de mortalité avec la seconde méthode (méthode « pondérée »).....	92	8.2.1 Mesure de réduction à envisager.....	108
5.4.5.7 Calcul de la mortalité avec l'application Shiny « EolApp »	92	8.2.2 Suivi de la mortalité	108
5.4.5.8 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des oiseaux en 2019	93	BIBLIOGRAPHIE.....	110
6 ÉVALUATION DES IMPACTS DU PARC EOLIEN DE CHAMPAGNE BERRICHONNE	94	ANNEXES	112
6.1 IMPACT SUR LES CHIROPTÈRES	94	ANNEXE 1 : PROFILS ET EXPÉRIENCES DE L'ÉQUIPE EXEN	113
6.1.1 Analyse quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens	94	ANNEXE 2 : DONNÉES BRUTES DES OISEAUX NICHEURS EN 2019	121
6.1.2 Analyse qualitative des impacts sur les chiroptères	95	ANNEXE 3 : FICHE DE RELEVÉ DE TERRAIN	123
6.2 IMPACT SUR L'AVIFAUNE.....	97	ANNEXE 4 : DONNÉES BRUTES DE MORTALITÉS DÉCOUVERTES EN 2019	125
6.2.1 Analyse quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens	97		
6.2.2 Analyse qualitative des impacts sur l'avifaune.....	97		

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Carte de localisation du parc éolien sur fond de photographie aérienne	11	Figure 16 : Graphique présentant l'activité totale relevée et l'occurrence du vent enregistrée en fonction des directions du vent, en nacelle d'éolienne E4, sur fond de carte IGN.....	26
Figure 2 : Carte de localisation du parc éolien sur fond de carte IGN.....	12	Figure 17 : Décomposition de l'activité cumulée des chauves-souris en hauteur au niveau de l'éolienne E4 en fonction de la température relevée sur cette même éolienne et en parallèle des enregistrements d'activité	27
Figure 3 : Zone de couverture acoustique des Batcorders sous les nacelles d'éoliennes.....	14	Figure 18 : Rythme d'activité nocturne (en seconde d'activité cumulée) par groupe d'espèces mesuré au niveau de l'éolienne E4 (en 2018).....	28
Figure 4 : Distances de détection (min et max) pour des signaux de pipistrelles et noctules (20 et 40 kHz de fréquences)	14	Figure 19 : Décomposition de l'activité moyenne (en seconde d'activité par nuit) des chauves-souris au niveau de la nacelle de l'éolienne E4 en fonction de l'écart avec le lever ou le coucher du soleil	28
Figure 5 : Synthèse de la plage de fonctionnement du module en continu en éolienne E4, et nombre d'enregistrements	15	Figure 20 : Activité journalière moyenne (en seconde d'activité) relevée selon les espèces contactées et par mois, corrigé selon le nombre de jours d'enregistrement (E4)	28
Figure 6 : Exemple de recouvrements dans les signaux de plusieurs espèces (En haut : le groupe des Fréquences Modulées Aplanie > 30KHz, en bas : le groupe des « Sérotules »).....	16	Figure 21 Carte de localisation des points d'observations utilisés pour le suivi de l'activité de l'avifaune en 2019.....	31
Figure 7 : 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)	16	Figure 22 Tableau de synthèse des conditions de visites de terrain 2019.....	32
Figure 8 : 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)	17	Figure 23 Liste et statuts de l'ensemble des espèces d'oiseaux contactées au cours du suivi post-implantation de 2019	35
Figure 9 : Tableau recensant l'ensemble des espèces contactées au cours du suivi en continu (en blanc sont représentées les espèces dont la détermination reste incertaine).....	19	Figure 24 Localisation des points d'écoute utilisés en 2006.....	37
Figure 10 : Proportion d'activité par groupe d'espèces relevées au niveau du point d'enregistrement en continu sur l'éolienne E4	20	Figure 25 Tableau de la liste d'espèces nicheuses lors du suivi de l'état initial de 2009.....	39
Figure 11 : Echelle de représentation du niveau d'activité par nuit en nacelle d'éolienne (basée sur l'expérience EXEN).....	21	Figure 26 Tableau de la liste d'espèces nicheuses lors du suivi post-implantation de 2018.....	40
Figure 12 : Synthèse des informations relatives aux pics d'activité identifiés en nacelle d'éolienne E4 ...	21	Figure 27 Tableau de la liste d'espèces nicheuses lors du suivi post-implantation de 2019.....	41
Figure 13 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par espèce relevée en nacelle d'éolienne E4	22	Figure 28 Carte des données brutes des passereaux patrimoniaux en période de reproduction sur le parc éolien de Champagne Berrichonne en 2019.....	43
Figure 14 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par groupe d'espèces relevé en nacelle d'éolienne E4.....	23	Figure 29 Carte des données brutes des rapaces en période de nidification de 2019 sur le parc éolien de Champagne Berrichonne	45
Figure 15 : Corrélation inverse entre la vitesse du vent et l'activité cumulée des chauves-souris au niveau de l'éolienne E4 (sur la base des données relevées en 2019 en nacelle d'éolienne).....	24	Figure 30 Tableau des IPA par points d'écoute et par espèce lors du suivi de 2019.....	47
		Figure 31 Graphique des IPA moyens et fréquence relative par espèce	47
		Figure 32 Liste des espèces contactées avant et / ou après implantation des éoliennes	48
		Figure 33 Tableau des IPA par points d'écoute et par espèce lors de l'état initial de 2009.....	50
		Figure 34 Graphique des indices IPA moyens par espèce et par point d'observation lors de l'état initial de 2009.....	51

Figure 35 Répartition du nombre d'individus par hauteur de vol en période nuptiale de 2019.....	52	Figure 54 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d.....	74
Figure 36 : Calendrier de ciblage des périodes de suivi les plus judicieuses dans le contexte local et d'après les résultats de suivis menés en 2018.....	56	Figure 55 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance.....	74
Figure 37 : Schéma représentatif du transect de prospection théorique.....	57	Figure 56 : Schéma de calcul du « nombre de cadavre encore présent après 1 jours ».....	75
Figure 38 : Carte de l'orientation des carrés et de la surface prospectée lors du suivi mortalité sous les éoliennes de Champagne Berrichonne.....	58	Figure 57 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul.....	77
Figure 39 : Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves-souris.....	59	Figure 58 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2019 (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres).....	78
Figure 40 : Clichés des peluches utilisées pour la réalisation des tests de détection (sur un autre site) ...	60	Figure 59 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul.....	78
Figure 41 : Clichés témoignant de la difficulté de perception des peluches dispersées (sur un autre site).....	60	Figure 60 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2019 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres).....	79
Figure 42 : Bilan des mortalités de chauves-souris constatées en 2019 et répartition par éolienne.....	62	Figure 61 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp ».....	79
Figure 43 : Cliché d'exemple d'enfouissement d'une Pipistrelle de Kuhl (Pipistrellus kuhlii) par un couple de Nécrophore chasseur (Thanatophilus sinuatus), sous un autre parc.....	63	Figure 62 : Sortie de l'application Shiny EolApp (IC : Intervalle de confiance).....	79
Figure 44 : Chronologie des mortalités de chauves-souris (date de découverte en haut et date de mortalité estimée en bas) par éolienne en 2019.....	64	Figure 63 : Synthèse des taux de mortalités estimés en fonction des différentes méthodes de calcul.....	80
Figure 45 : Chronologie des mortalités de chauves-souris estimées (corrigées) par mois en 2019.....	65	Figure 64 : Bilan des mortalités des oiseaux constatées en 2019 et répartition par éolienne.....	81
Figure 46 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sous les éoliennes.....	65	Figure 65 : Chronologie des mortalités des oiseaux (date de découverte en haut et date de mortalité estimée en bas) par éolienne en 2019.....	82
Figure 47 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (effectifs constatés) en 2019.....	66	Figure 66 : Chronologie des mortalités d'oiseaux estimées (corrigées) par mois en 2019.....	83
Figure 48 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2019.....	66	Figure 67 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes.....	83
Figure 49 : Profil altimétrique entre le cours d'eau à l'ouest et l'éolienne E4 (source : Géoportail).....	66	Figure 68 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2019.....	84
Figure 50 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (d'après les dates de mortalité estimée) en 2019.....	68	Figure 69 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2019.....	84
Figure 51 : Cliché de la Noctule commune découverte le 18 septembre 2018 sous l'éolienne E4.....	69	Figure 70 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2019.....	85
Figure 52 : Graphique de répartition des cadavres de 2019 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne.....	70	Figure 71 : Clichés de Rouge-gorge familier le 23 octobre 2019.....	86
Figure 53 : 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).....	71	Figure 72 : Clichés des grives musiciennes découvertes le 23 octobre 2019.....	86
		Figure 73 : Cliché du Rougequeue noir découvert le 23 octobre 2019.....	86
		Figure 74 : Graphique de répartition des cadavres de 2019 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne.....	87

Figure 75 : 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 cadavres d'oiseaux découverts sous les éoliennes)..... 88

Figure 76 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d 89

Figure 77 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance..... 89

Figure 78 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul 90

Figure 79 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2019 (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)..... 91

Figure 80 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul..... 92

Figure 81 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2019 des oiseaux par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) 92

Figure 82 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »..... 92

Figure 83 : Sortie de l'application Shiny EolApp (IC : Intervalle de confiance) 93

Figure 84 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour différents suivis des parcs éoliens référencés en France (mise à jour du tableau de l'ALEPE)..... 94

Figure 85 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour des parcs éoliens en Europe (Source ALEPE). 95

Figure 86 : Niveau d'intensité des risques de mortalité (les chiffres entre parenthèses correspondent aux cadavres déterminés avec certitude à l'espèce en question avec les cadavres probables) 96

Figure 87 : Grille de calcul des niveaux de risques d'impacts éoliens pour les chauves-souris (inspiré du protocole SER/SFEPM 2010)..... 96

Figure 88 : Évaluation des impacts du parc éolien de Champagne Berrichonne sur les chauves-souris ... 96

Figure 89 : Synthèse du pattern de régulation mis en place en 2019 sur le parc de Champagne berrichonne 98

Figure 90 : Chronologies comparées de l'activité des chauves-souris mesurée au niveau du Batcorder passif et des mortalités constatées en 2019 99

Figure 91 : Chronologies d'activité comparées relevées en nacelle d'éolienne E4 en 2018 (en haut) et en 2019 (en bas)..... 100

Figure 92 : Activité cumulée relevée lorsque les éoliennes sont régulées par nombre de tours par minute 101

Figure 93: Historique de l'activité des éoliennes illustrée par le nombre de tour par minute du rotor enregistré mis en parallèle avec la vitesse de vent relevée sur chaque éolienne ceci au cours de la nuit du 22 octobre 2019.....104

Figure 94: Graphique présentant la température moyenne par heure (à gauche) et la direction de vent moyenne (à droite) lors de la nuit du 22 octobre 2019104

Figure 95 : Carte représentant la dispersion des cas de mortalité relevée lors du passage du 23 octobre dont la mort est estimée aux heures précédentes lors de la nuit du 22 octobre 2019105

Figure 96 : Calendrier des visites préconisé pour le suivi de la mortalité en 2020 pour les chauves-souris107

Figure 97 : Calendrier des visites préconisé pour le suivi de la mortalité en 2020 pour les chauves-souris et les oiseaux.....109

1 OBJET

Le développeur éolien EDP Renewables a mandaté le bureau d'étude EXEN pour définir un protocole de suivi de l'activité des chiroptères, un suivi des oiseaux nicheurs et un suivi de la mortalité de la faune volante (oiseaux et chiroptères) en 2019 sur le parc éolien de Champagne Berrichonne, situé sur les communes de Vouillon et d'Ambrault, dans l'Indre (36).

Ces suivis d'impacts in situ ciblent tout particulièrement les chauves-souris et les oiseaux, les principaux groupes d'espèces animales les plus sensibles aux effets des parcs éoliens. Les suivis doivent permettre de vérifier l'efficacité ou non de la régulation mis en place sur le parc éolien en 2018.

Pour ce type de suivi, EDP Renewables a missionné en 2019, la société EXEN, spécialisée dans l'étude de la faune sauvage et de ses rapports avec le développement éolien. Le bureau d'étude EXEN a donc pris en charge le suivi de l'activité des chauves-souris en nacelle d'éolienne, le suivi des oiseaux nicheurs et le suivi de la mortalité de la faune volante au pied des éoliennes.

La synthèse des résultats des suivis doit permettre d'aboutir à une évaluation de l'efficacité du pattern de régulation et une évaluation objective des impacts du parc éolien sur cette faune volante.

Le présent document fait le bilan des résultats du suivi de l'activité des chauves-souris, du suivi des oiseaux nicheurs et du suivi de mortalité sous les éoliennes pour l'année 2019. Les différentes études bibliographiques ainsi que l'expérience du bureau d'études EXEN soulignent la complexité des rapports entre la faune volante et les éoliennes.

2 CONTEXTE

Le parc éolien de Champagne Berrichonne, suivi en 2019, est situé sur les communes de Vouillon et d'Ambraut, dans l'Indre (36).

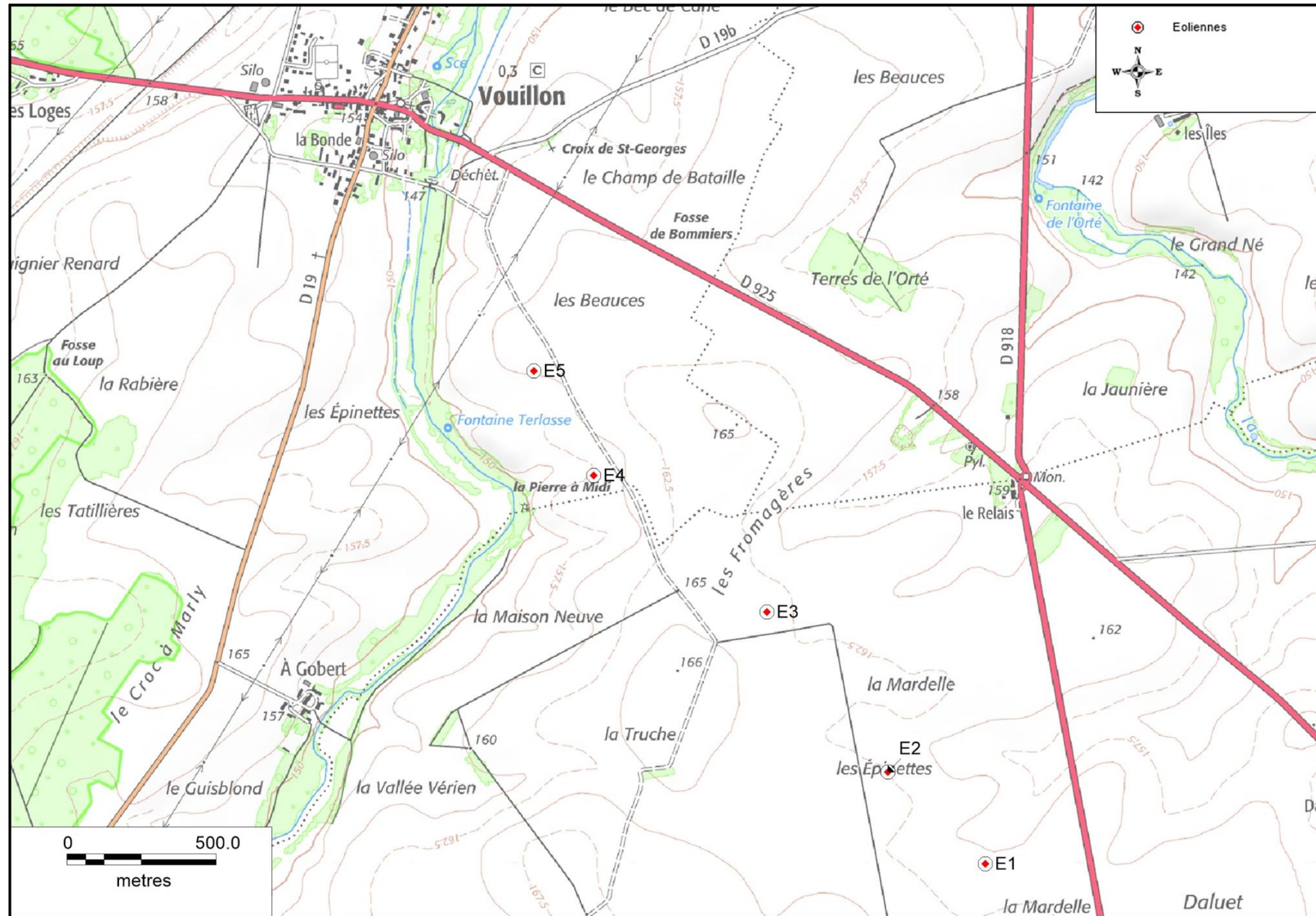
Le parc se situe dans un contexte majoritairement agricole, entouré de grandes cultures et longé à l'Ouest par un cours d'eau, le ruisseau du Liennet (à 250 mètres au plus près à l'éolienne E4).

Le parc éolien est composé de 5 machines implantées sous la forme d'une seule ligne, orientée dans un axe nord-ouest/sud-est. Les éoliennes sont de type Gamesa G114/2100 (puissance de 2100 kW, diamètre du rotor de 114 m) pour le parc de Champagne Berrichonne.

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



Figure 2 : Carte de localisation du parc éolien sur fond de carte IGN



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

3.1 Méthodologie

3.1.1 Suivi automatisé en continu (passif) : 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 EDP Renewables 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 spatiale que l'activité au sol).

L'éolienne choisie en 2019 pour l'installation d'un module Batcorder autonome fut la même que celle retenue en 2018, c'est-à-dire l'éolienne E4, située au plus près du cours d'eau à l'ouest du site. Le module Batcorder autonome fut installé du 9 mai au 29 octobre 2019.

Le suivi en continu a donc permis de couvrir les périodes printanière, estivale et automnale en 2019, soit une bonne partie de la période d'activité des chiroptères.

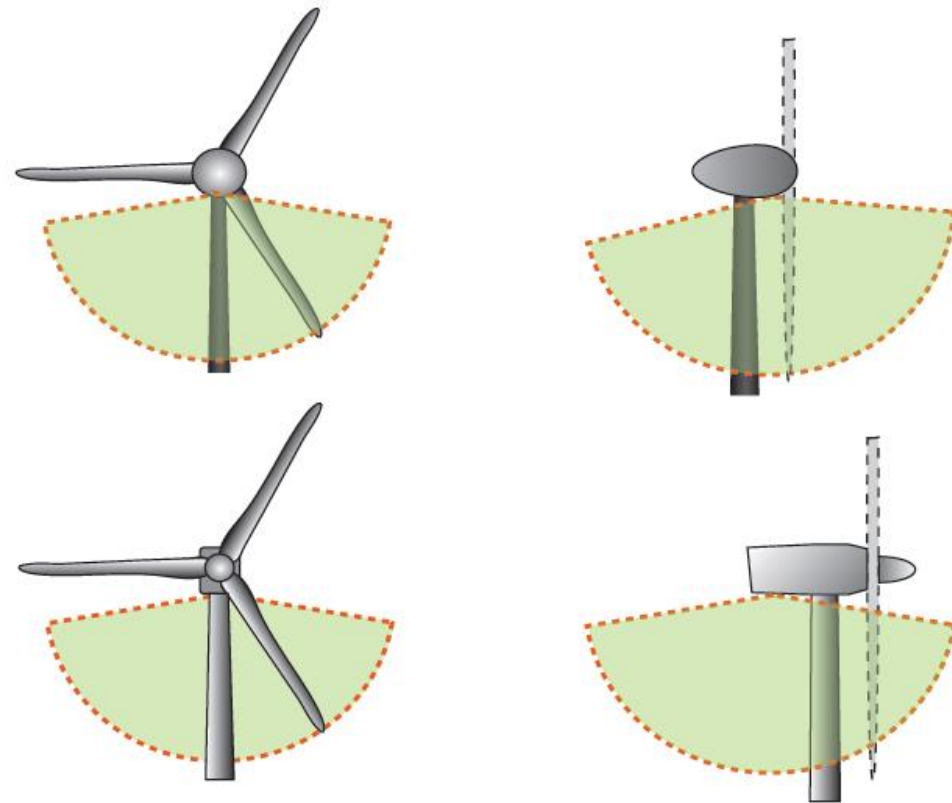
3.1.2 Suivi passif depuis la nacelle de l'éolienne E4

Pour suivre l'activité des chauves-souris en parallèle de la mortalité, un détecteur/enregistreur d'ultrasons de type *Batcorder* (version 1) a été utilisé au niveau de l'éolienne E4. 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 E4, 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.

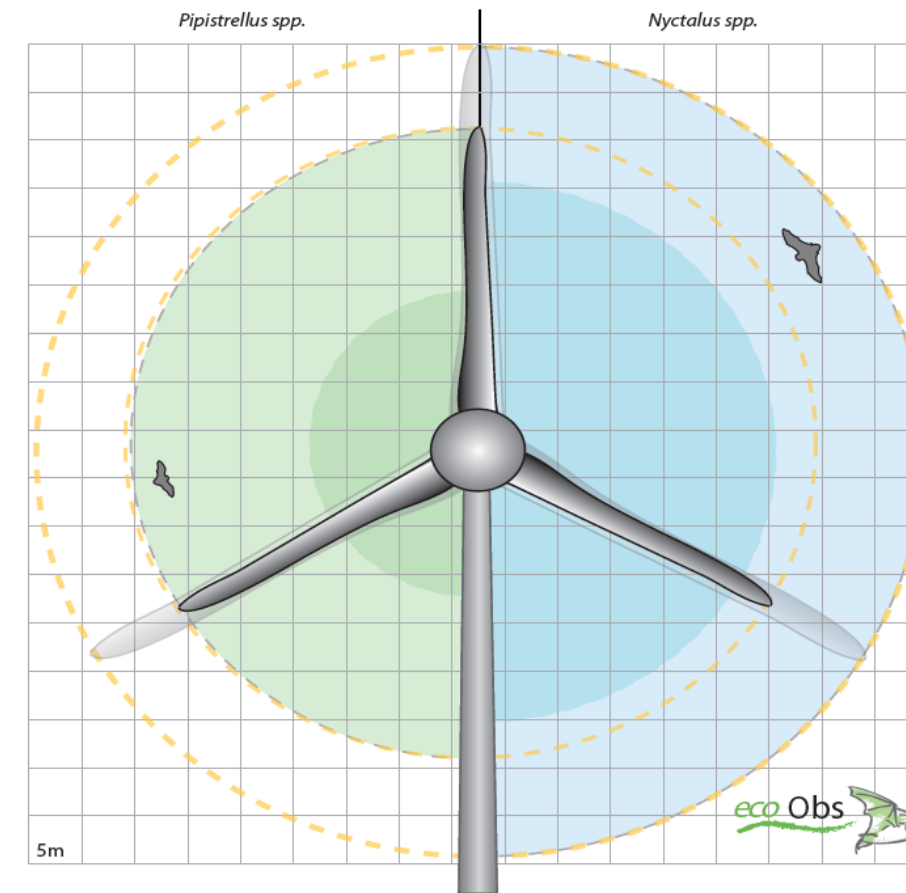
Figure 3 : Zone de couverture acoustique des Batcorders sous les nacelles d'éoliennes



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 (Batcorders). 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 4 : Distances de détection (min et max) pour des signaux de pipistrelles et noctules (20 et 40 kHz de fréquences)



Un autre intérêt du système Batcorder 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 5 : Synthèse de la plage de fonctionnement du module en continu en éolienne E4, et nombre d'enregistrements

Nom	Date d'intervention	Type d'intervention	Nombre total de séquences enregistrées	Nombre de séquences enregistrées correspondant à des chiroptères
Module Batcorder autonome en éolienne (E4)	09/05/2019	Installation	21 213	330
	26/06/2019	Changement de la sensibilité du micro		
	22/07/2019	Changement de la sensibilité du micro		
	31/07/2019	Changement de la sensibilité du micro et de la carte SD		
	29/10/2019	Désinstallation		

Cela représente un total de 21 213 données ultrasonores à analyser dont 330 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 6 mois (173 nuits, soit environ 2 420 heures de suivi).

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 (Module Batcorder autonome 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'aérologie, 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

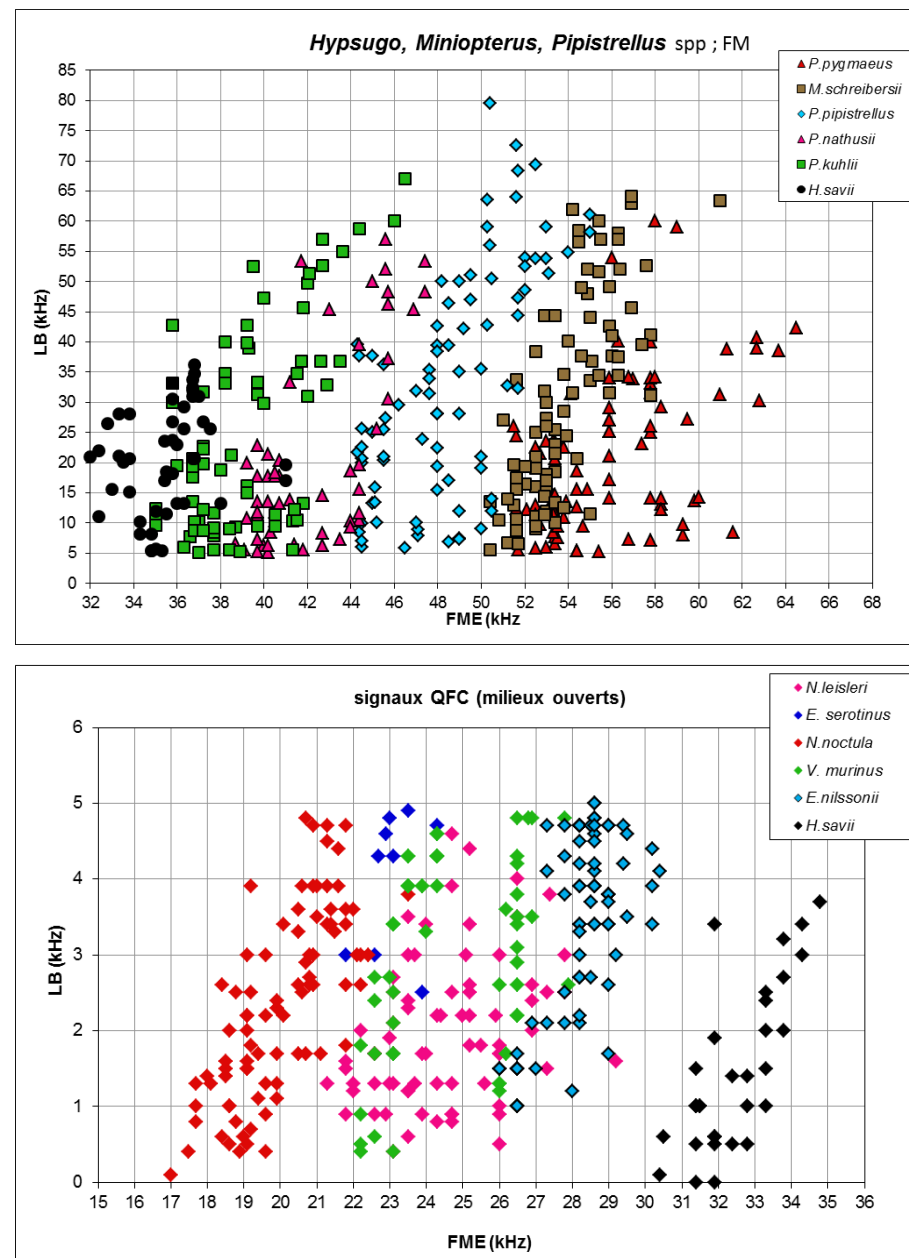
L'identification acoustique des chiroptères est une science encore en évolution et qui bénéficie d'avancées récurrentes ces dernières années. La plupart des espèces peuvent être déterminées précisément.

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 6 : 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 7 : 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		sous-bois			
Intensité d'émission	Espèces	distance de détection (m)	coefficient de détectabilité	Intensité d'émission	Espèces	distance de détection (m)	Coefficient de détectabilité
faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	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	3,10
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50		<i>Myotis nattereri</i>	8	3,10
	<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	1,70		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,70		<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteinii</i>	15	1,70		<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70		<i>Myotis bechsteinii</i>	10	2,50
moyenne	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	1,20	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,70	
	<i>Myotis myotis</i>	20	1,20	<i>Myotis oxygnathus</i>	15	1,70	
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00	<i>Myotis myotis</i>	15	1,70	
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	30	0,83	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20	1,20	
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	30	0,83	<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,20	
forte	<i>Pipistrellus nathusii</i>	30	0,83	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00	
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00	
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,71	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00	
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,71	<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83	
très forte	<i>Plecotus spp.</i>	40	0,71	<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83	
	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50	<i>Eptesicus nilssonii</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 :

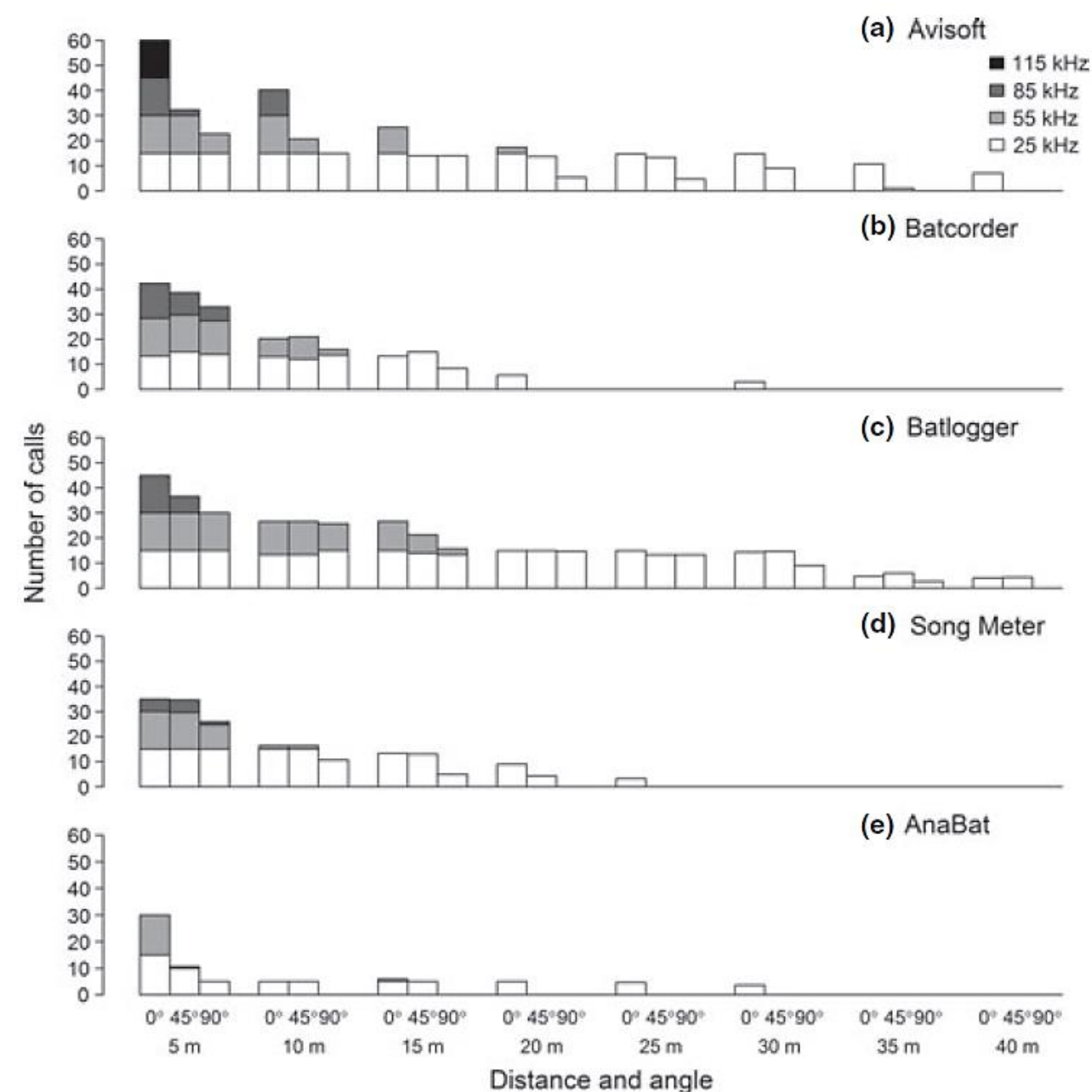
- Les limites liées à la qualité et à la fréquence de recalibrage des micros,
- Leur volume de détection (cône de détection) et à leur caractère directionnel ou multidirectionnel,
- Les paramétrages retenus (filtres des basses ou hautes fréquences, durée d'enregistrement depuis le déclenchement),
- Les 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 environnement. 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 8 : 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 E4.

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 6 mois en 2019 (9 mai au 29 octobre 2019).

Le tableau suivant synthétise le cortège d'espèces détectées à partir du module Batcorder autonome en continu placé au niveau de la nacelle de l'éolienne E4 en 2019. Il précise les statuts de protection et de conservation de ces différentes espèces. Au total, 5 espèces sont ainsi déterminées avec certitude.

Figure 9 : Tableau recensant l'ensemble des espèces contactées au cours du suivi en continu (en blanc sont représentées les espèces dont la détermination reste incertaine)

Espèce	Nom scientifique	Abréviation
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Nnoc
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Nlei
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Ppip
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pkuh
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pnat

Pour une meilleure lisibilité, un regroupement des espèces selon leur comportement de vol est réalisé. 3 groupes peuvent être dissociés, il s'agit :

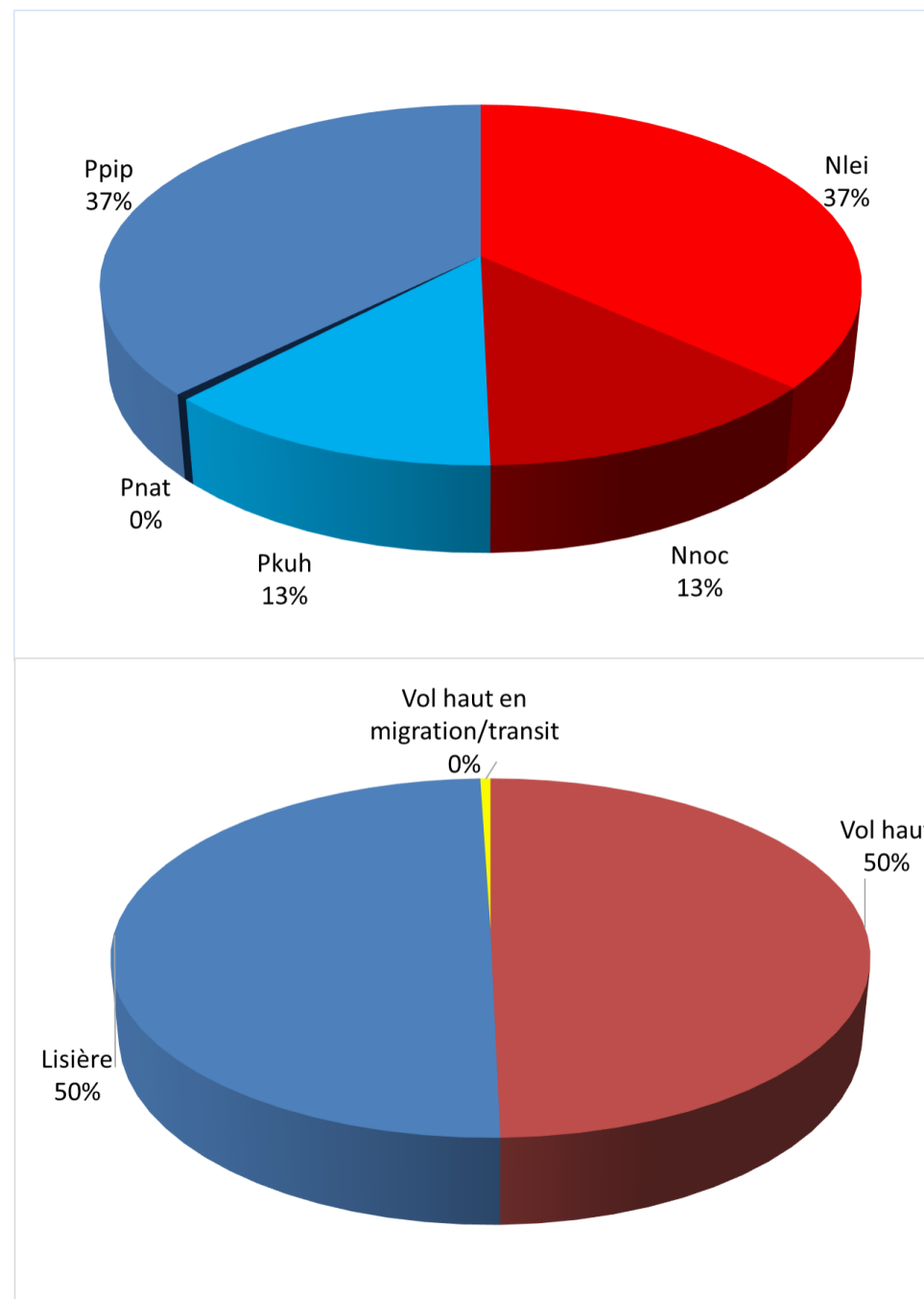
- **Du groupe des espèces de lisières** qui comprend l'ensemble des pipistrelles (hormis la Pipistrelle de Nathusius) et la Sérotine commune. On notera que ce groupe d'espèces correspond aux espèces évoluant à des hauteurs de vols modérées (moins de 50m) la plupart du temps en suivant les éléments structurants 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'essaimage 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), le Vespère de Savi et le Molosse de Cestoni. Ce groupe d'espèce 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 haut en migration**, qui comprend la Pipistrelle de Nathusius. Cette espèce utilise les secteurs plus ouverts lors de la phase de migration. Le reste de l'année l'espèce est plutôt considérée comme une espèce de lisière.

Les graphiques de la Figure 10 témoignent de la proportion de chacun des 3 grands groupes d'espèces dans l'activité totale relevée au niveau du Batcorder sur l'éolienne E4. On remarque des proportions similaires d'activité entre le groupe d'espèces de lisière et le groupe d'espèces de haut vol.

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

Figure 10 : Proportion d'activité par groupe d'espèces relevées au niveau du point d'enregistrement en continu sur l'éolienne E4
(En haut détail par espèce, en bas par groupe de vol)



Abréviation	Espèce
Nnoc	Noctule commune
Nlei	Noctule de Leisler
Ppip	Pipistrelle commune
Pkuh	Pipistrelle de Kuhl
Pnat	Pipistrelle de Nathusius

3.3.2 Chronologie de l'activité au niveau de la nacelle E4

Les graphiques de la Figure 13 à la Figure 14 de la page 22 à la page 23 synthétisent la chronologie de l'activité relevée par le module Batcorder autonome à hauteur de nacelle (E4), au cours de la période de suivi en 2019. Les résultats sont décomposés sous la forme de groupes de vol et par espèce. 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 ces graphiques 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 en complément de l'appréciation basée sur un échantillon de visites ponctuelles menées « à l'aveugle » vis-à-vis de ce cumul de facteurs d'influences. 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 E4 peut être qualifiée de faible à modérée globalement.

Figure 11 : 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 - 2,5
Faible	2,5 - 5
Faible à modéré	5 - 10
Modéré	10 - 50
Modéré à fort	50 - 100
Fort	100 - 200
Très fort	>> 200

L'activité 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 oscille entre un niveau d'activité très faible voire nul (mai, juin, juillet notamment) à modéré à fort (la nuit de pic du 11 octobre 2019).

Au cours de **la nuit du 11 septembre 2019** et selon la grille de hiérarchisation EXEN présentée en Figure 11, ce pic d'activité relève d'une activité qualifiée de modéré. Ce pic d'activité correspond à une activité qui s'étale entre 21h et 1h, avec une concentration de l'activité entre 21h et 23h. On notera que plusieurs espèces sont présentes : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule commune. La vitesse du vent durant ce pic d'activité varie de 2,5 à 4,5 m/s et sa direction est de nord et de nord-ouest. Enfin, la température enregistrée s'étale de 21°C à 22°C cette nuit-là.

Au cours de **la nuit du 11 octobre 2019** et selon la grille de hiérarchisation EXEN présentée en Figure 11, ce pic d'activité relève d'une activité qualifiée de modérée à forte. Ce pic d'activité correspond à une activité qui s'étale entre 4h et 7h30 du matin, mais qui est plus importante de 6h à 7h. La diversité relevée lors de ce pic est assez faible, puisque seule la Noctule de Leisler et la Noctule commune sont présentes lors de cette nuit. La Noctule de Leisler est tout de même responsable de la grande majorité de l'activité de cette nuit. La vitesse du vent durant ce pic d'activité varie de 2 à 4 m/s et sa direction est de sud-ouest. Enfin, la température enregistrée varie entre 18°C et 20°C.

Au cours de **la nuit du 25 octobre 2019** et selon la grille de hiérarchisation EXEN présentée en Figure 11, ce pic d'activité relève d'une activité qualifiée de modéré. Ce pic d'activité correspond à une activité qui s'étale entre 19h et 22h, mais qui est plus importante de 19h à 20h. La diversité relevée lors de ce pic est un peu plus importante avec 4 espèces : la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle commune, et la Pipistrelle de Kuhl. La vitesse du vent durant ce pic d'activité varie de 1,5 à 4,5 m/s et sa direction est variable entre l'ouest, le sud et le sud-ouest. Enfin, la température enregistrée était de 18°C.

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**. Dans notre cas précis, plusieurs phases d'approche (comportement de chasse) ont été enregistrés lors de la nuit de pic du 11 septembre qui permet de confirmer l'hypothèse d'exploitation d'un essaim d'insectes au niveau de l'éolienne E4. A noter que les cris sociaux peuvent être liés soit à la compétition alimentaire pour une même proie entre individus, soit à d'autres types de comportements sociaux.

Figure 12 : Synthèse des informations relatives aux pics d'activité identifiés en nacelle d'éolienne E4

Date	Niveau d'activité (seconde d'activité cumulée)	Espèce contactées	Vitesse du vent (en m/s)	Direction du vent	Température (en °C)	Comportement
11/09/2019	Modéré (27 secondes)	Pipistrelle commune Pipistrelle de kuhl Noctule commune	Entre 2,5 et 4,5 m/s au moment du pic	N-NO	Entre 21 et 22°C	Chasse et cri social
11/10/2019	Modéré à fort (52 secondes)	Noctule de Leisler Noctule commune	Entre 2 et 4 m/s au moment du pic	SO	Entre 18 et 20°C	Chasse et transit
25/10/2019	Modéré (23 secondes)	Noctule commune Noctule de Leisler Pipistrelle commune Pipistrelle de kuhl	Entre 1,5 et 4,5 m/s au moment du pic	O-S-SE	18°C	Chasse et cri social

Figure 13 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par espèce relevée en nacelle d'éolienne E4

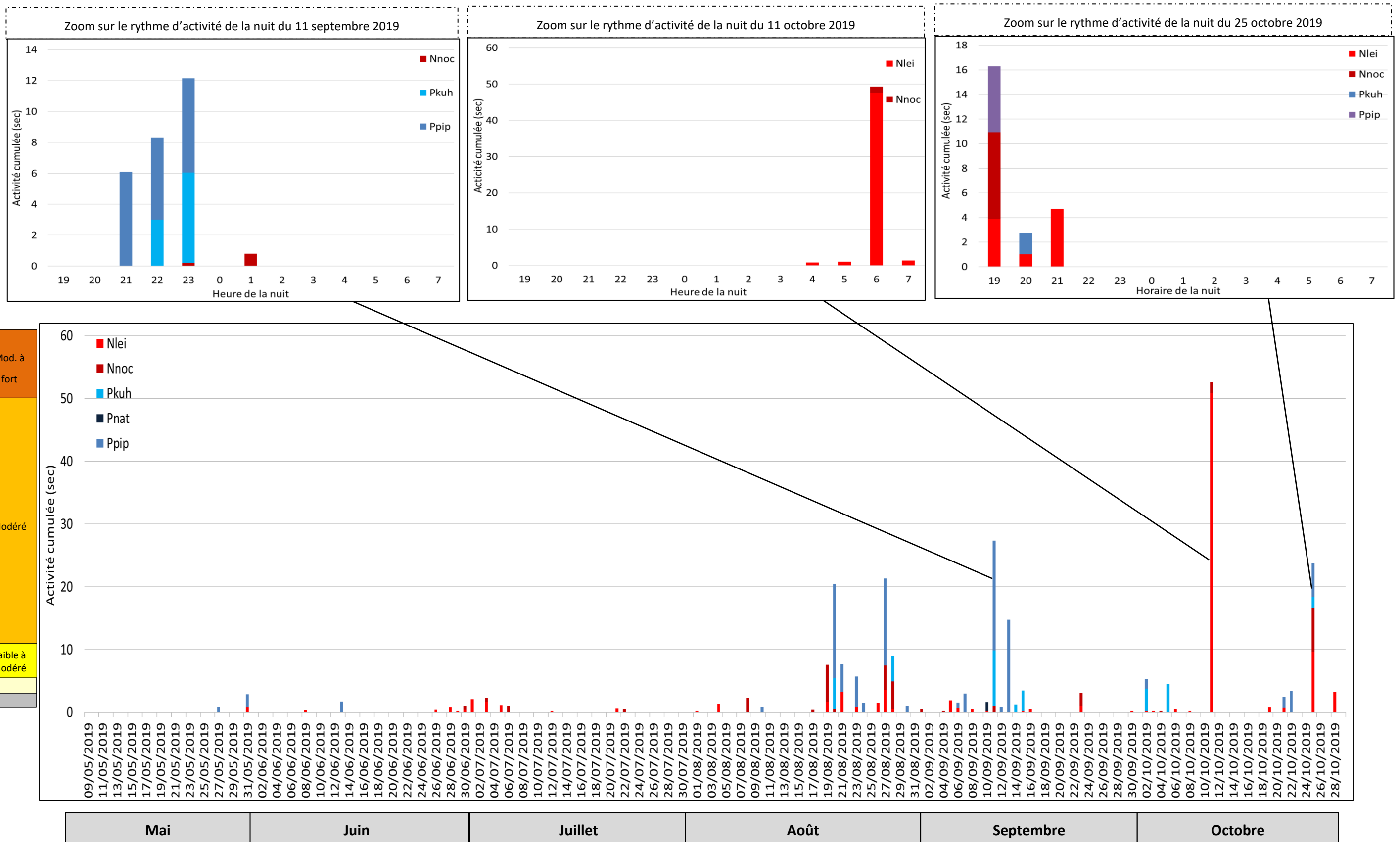
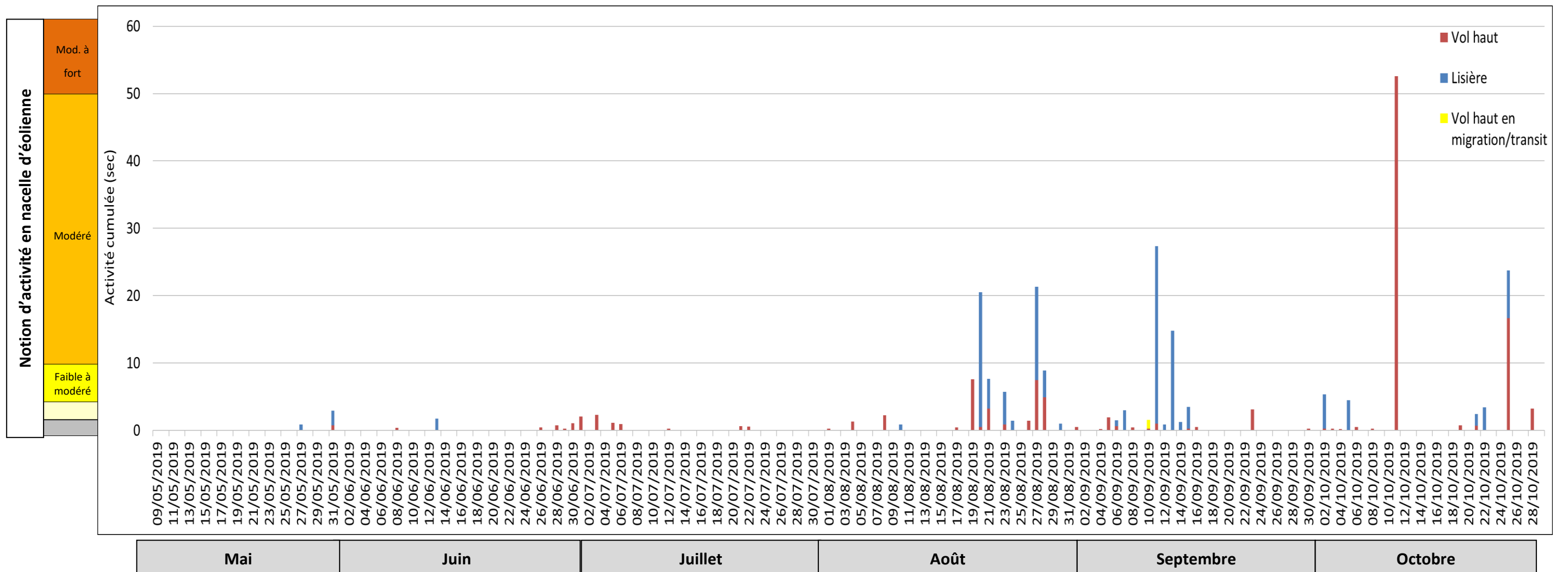


Figure 14 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par groupe d'espèces relevé en nacelle d'éolienne E4



3.3.3 Influence de la vitesse du vent

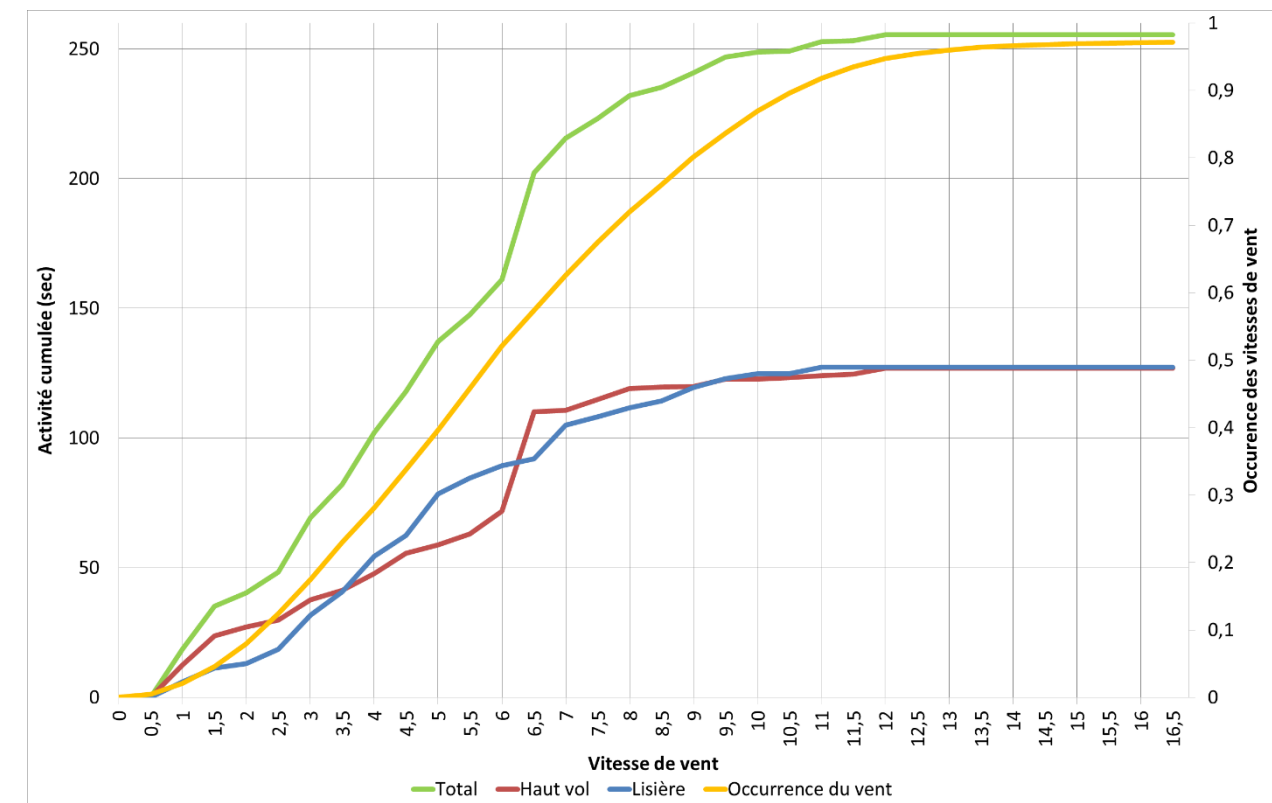
Le principal paramètre avancé à ce jour comme facteur d'influence de l'activité des chauves-souris est la vitesse du vent. L'expérience montre en effet que l'activité des chauves-souris chute de façon corrélée avec l'augmentation de la vitesse du vent. Cela s'explique surtout par le fait que les vents 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 des corrélations entre l'activité cumulée des chauves-souris en ordonnée (en seconde d'activité cumulée), le pourcentage des occurrences de vent au niveau de la nacelle de l'éolienne E4 sur le second axe d'ordonnée et les notions de vitesse de vent en abscisse (en m/s). 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 suivant témoigne d'une activité cumulée d'espèces de lisières de 127 secondes jusqu'à des vents de 11 m/s. Mais la plupart de l'activité de ce type d'espèce a lieu pour des vitesses de vent inférieures à 5,5 m/s. En ce qui concerne les espèces de haut vol, on obtient des résultats similaires aux espèces de lisières avec le maximum de l'activité qui apparaît par des vents inférieurs à 12 m/s, mais la plupart de l'activité des espèces de haut vol a lieu pour des vents inférieurs à 6 m/s.

Pour rappel, les vitesses de vent enregistrées lors des pics d'activité s'évaluent de 2 à 4 m/s (pic du 11 octobre 2019), et entre 2,5 et 4,5 m/s (pic du 11 septembre 2019).

Figure 15 : Corrélation inverse entre la vitesse du vent et l'activité cumulée des chauves-souris au niveau de l'éolienne E4 (sur la base des données relevées en 2019 en nacelle d'éolienne)



3.3.4 Influence de la direction du vent

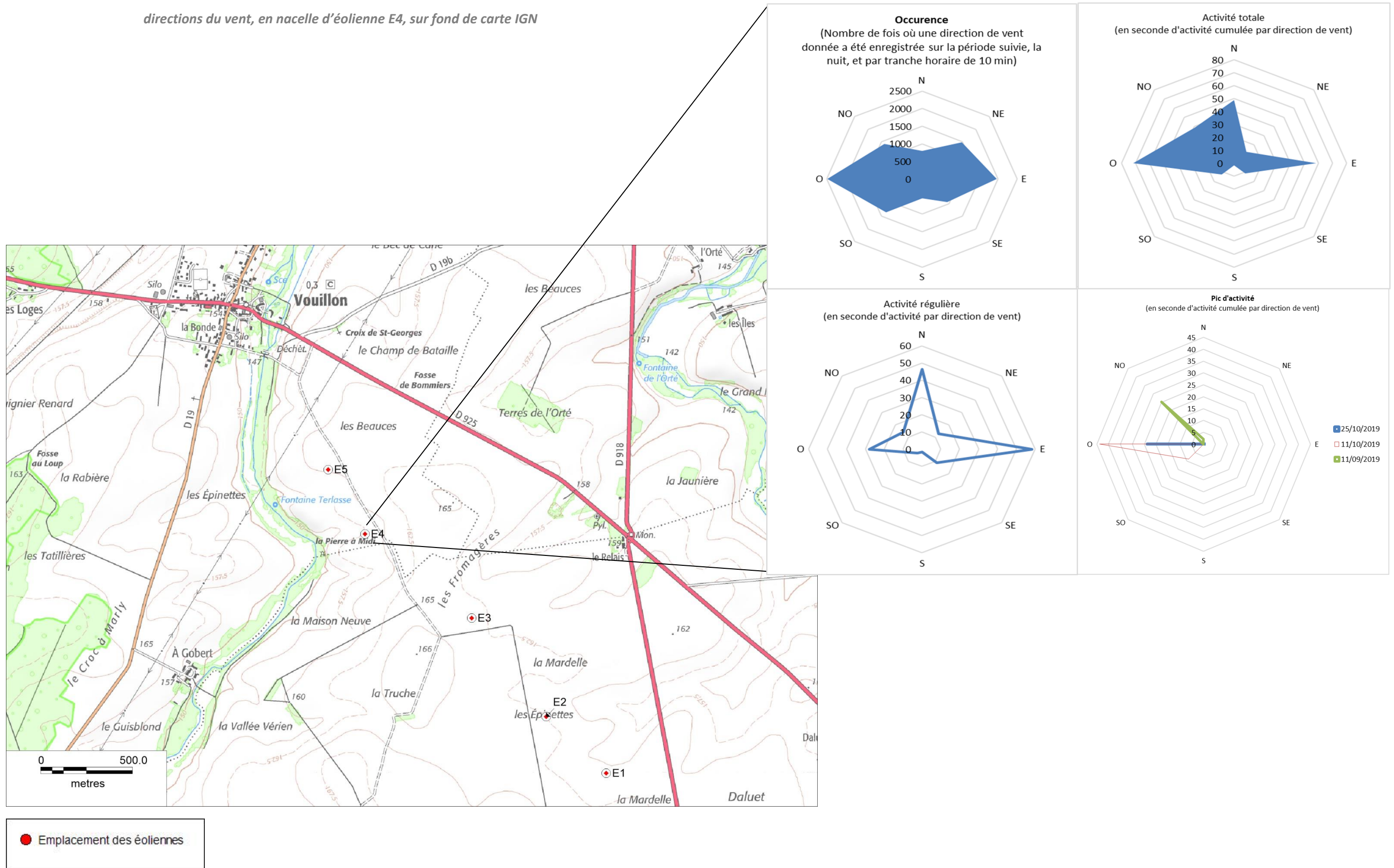
La direction du vent peut aussi être un facteur d'influence de l'utilisation du site par les chauves-souris. Au niveau de l'éolienne E4, on s'aperçoit que l'activité totale est plus importante pour certaines directions du vent. Ces résultats sont présentés sur les graphiques de la Figure 16 page suivante. Les graphiques en haut à gauche et en haut à droite, représentent l'activité totale enregistrée et l'occurrence du vent relevée sur l'éolienne E4, selon la direction du vent. Ceux en bas à gauche et en bas à droite, représentent respectivement l'activité « hors pic » ou « régulière » et l'activité enregistrée lors des nuits de pics en fonction de 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 (en haut) 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 (en haut) auraient alors des différences qu'il conviendra d'essayer d'expliquer.

Il semblerait que le vent de nord-est soit corrélé négativement avec l'activité des chiroptères ; En effet, le graphique d'occurrence des vents indique 1500 données de vent pour cette direction quand l'activité n'est que de 10 secondes d'activité cumulée sur l'année. A contrario, les vents de nord semblent moins fréquents sur le site, mais l'activité liée à cette direction est légèrement plus importante. En ce qui concerne les pics d'activité, ils semblent tous liés à une direction de vent d'ouest (nuits du 11 et du 25 octobre) et de nord-ouest (nuit du 11 septembre). Mais il s'agit aussi des directions de vent les plus fréquemment relevées sur le site. Même si, dans ces conditions, il est difficile d'affirmer que la direction de vent d'ouest induit la présence de pics d'activité en hauteur, il faut quand même reconnaître que les pics d'activité n'apparaissent que pour des vents en provenance de cet axe ouest. cette orientation ouest, ou ouest - nord- ouest est celle de la vallée du ruisseau du Liennet. Cette remarque est importante car, dans ce contexte paysager openfield théoriquement peu favorable aux chiroptères, cela pourrait en effet expliquer l'influence de ce corridor humide ; les éventuelles fonctionnalités écologiques du vallon (migrations, transits, chasse, comportements sociaux...) pourraient éventuellement être poussées vers le parc éolien. On peut notamment émettre l'hypothèse de nuées d'insectes ainsi drainées en hauteur par les vents faibles depuis ce vallon et vers l'éolienne E4 avec des chauves-souris dans leur sillage. Il faut préciser que la période de septembre – octobre pour laquelle ces pics sont observés correspond bien à une deuxième phénologie de reproduction de certaines familles d'insectes-proies.

Figure 16 : Graphique présentant l'activité totale relevée et l'occurrence du vent enregistrée en fonction des directions du vent, en nacelle d'éolienne E4, sur fond de carte IGN



3.3.5 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. On note que les périodes de chaleur s'accompagnent généralement d'une activité des chauves-souris plus importante que le reste de l'année. Dans ce contexte, ces conditions de température élevée sont cohérentes avec les périodes d'essaimage de beaucoup d'espèces d'insectes (fin de printemps/début d'été principalement, mais aussi en fin d'été/début d'automne). Il est d'ailleurs logique que cette période corresponde aussi assez bien à la phase de mise-bas de la plupart des espèces de chauves-souris, phase où il est important que les mères puissent trouver une nourriture abondante aussi bien en phase de gestation que de lactation. Si on ajoute à cette notion d'influence de température, le fait que cette période de chaleur peut encore plus favoriser la formation d'ascendances thermiques (après échauffement diurne des milieux ouverts exposés), on comprend que ces conditions pourront favoriser plusieurs modalités d'exploitation des essaimage pour différentes espèces entre le sol et les altitudes plus élevées.

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 des éoliennes. De ce fait, il s'agit de comparer la courbe d'occurrence à celle d'activité réelle :

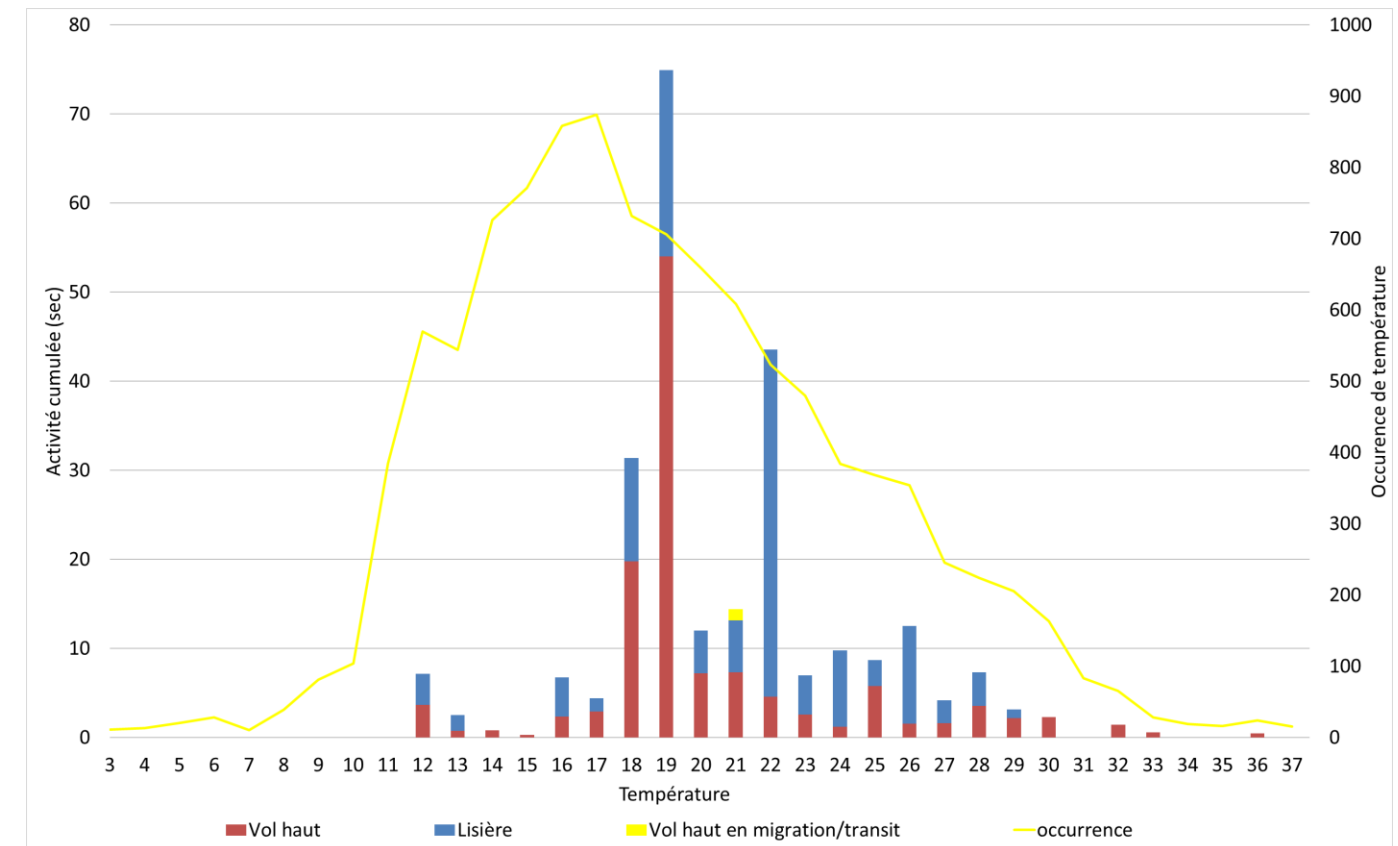
- Dans le cas d'une activité aucunement liée à la température, la forme des représentations sera similaire,
- Dans le cas d'une activité liée à certaines valeurs de température (les chiroptères sont connus pour avoir une activité plus faible par température basse), les deux représentations auraient alors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

Généralement, les chiroptères ont une activité plus importante par des températures élevées et de moins en moins importante par des températures faibles. Dans notre cas précis, la température ne semble pas avoir d'incidence particulière sur l'activité. La forme des 2 graphiques est relativement similaire (occurrence des températures et activité des chauves-souris). Seules les températures faibles ont un effet négatif, puisque les chauves-souris ont été actives seulement à partir de 12°C.

Au niveau du site, la température de 17°C est celle qui est la plus souvent relevée, mais ce n'est pas la température pour laquelle l'activité est la plus importante. Les activités les plus importantes ont été relevées pour des températures allant de 19 à 22°C.

En pourcentage d'activité, environ 80% de l'activité des chauves-souris s'effectue pour des températures situées au-dessus de 19°C.

Figure 17 : Décomposition de l'activité cumulée des chauves-souris en hauteur au niveau de l'éolienne E4 en fonction de la température relevée sur cette même éolienne et en parallèle des enregistrements d'activité

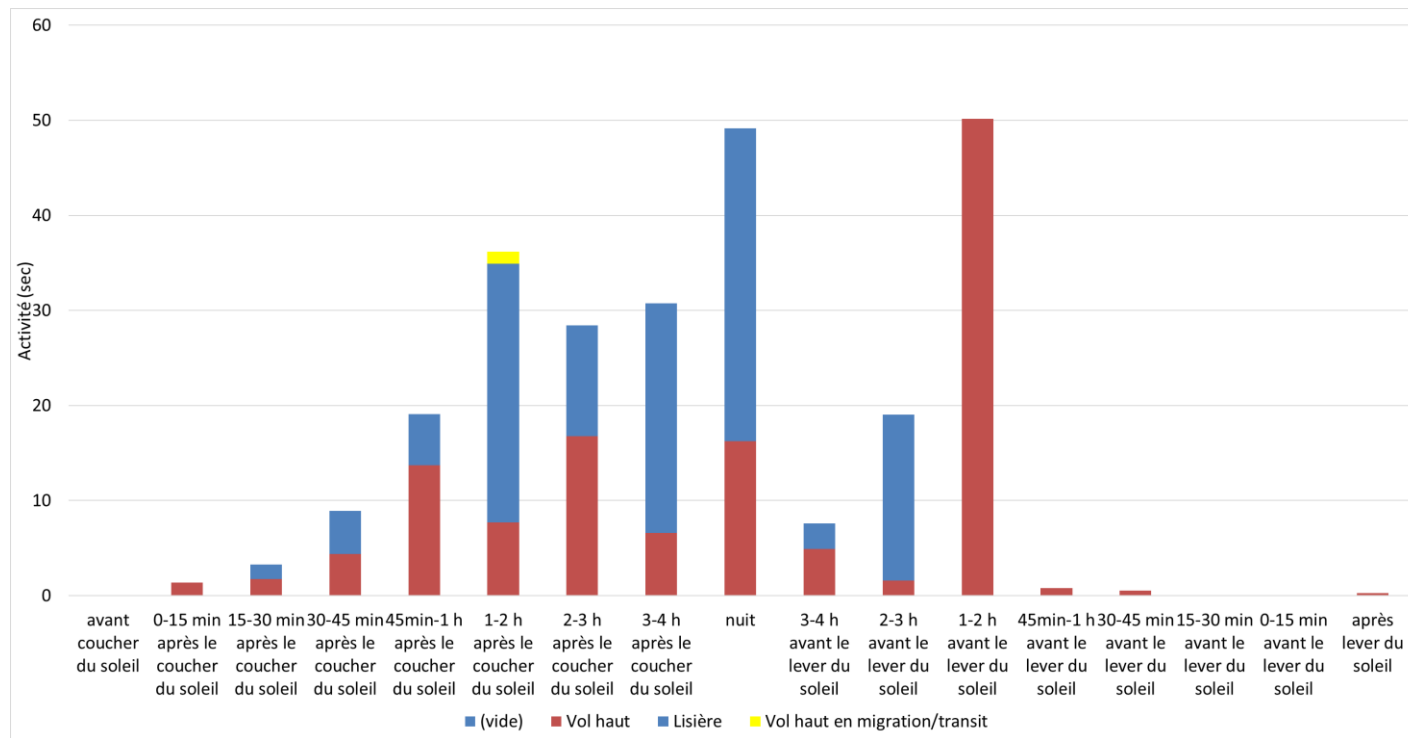


3.3.6 Rythme d'activité nocturne

De façon générale, sur l'ensemble de la période de suivi, la plupart des données ultrasonores sont enregistrées en début et en milieu de nuit pour l'éolienne E4. Quelques contacts ont été enregistrés en tout début de nuit, entre le coucher du soleil et 30 minutes après celui-ci. Cela pourrait indiquer la présence de gîte à proximité, soit dans la ripisylve à l'ouest du site, soit dans les villages à proximité immédiate du parc. Ce constat est représenté sur le graphique de la Figure 18.

Dans notre cas précis, on peut calculer que 86% de l'activité est mesurée **entre 1 heure après le coucher du soleil et 1 heure avant le lever du soleil**, et 97% de l'activité est mesurée entre 30 minutes après le coucher du soleil et 1 heure avant le lever du soleil. En termes de saisonnalité, on remarque sur la Figure 19 que l'activité en milieu de nuit est plus fréquente pendant les mois d'été et que les activités de début et fin de nuit sont plus fréquentes en période automnale, entre septembre et octobre notamment. Ce constat est probablement en lien avec le comportement de migration des noctules, qui semblent quitter leur gîte plus tôt pour migrer.

Figure 18 : Rythme d'activité nocturne (en seconde d'activité cumulée) par groupe d'espèces mesuré au niveau de l'éolienne E4 (en 2018)



3.3.7 Saisonnalité

Le graphique ci-dessous présente la répartition de l'activité par espèce et par mois. Habituellement, l'activité des chauves-souris augmente au fur et à mesure que le printemps avance, et diminue au fur et à mesure que l'automne avance. Dans notre cas précis, il est possible de distinguer deux périodes : la période de mai/juillet et celle d'août/octobre où l'activité chiroptérologique est plus importante. Contrairement à ce qui est habituellement relevé sur d'autres sites, l'activité enregistrée sur Champagne Berrichonne est essentiellement automnale.

On note également que le groupe des espèces de lisières (en bleu sur le graphique) est plus contacté lors des mois d'août et septembre. Les espèces de haut vol (en rouge sur le graphique) ont été surtout actives durant le mois d'octobre.

Figure 20 : Activité journalière moyenne (en seconde d'activité) relevée selon les espèces contactées et par mois, corrigé selon le nombre de jours d'enregistrement (E4)

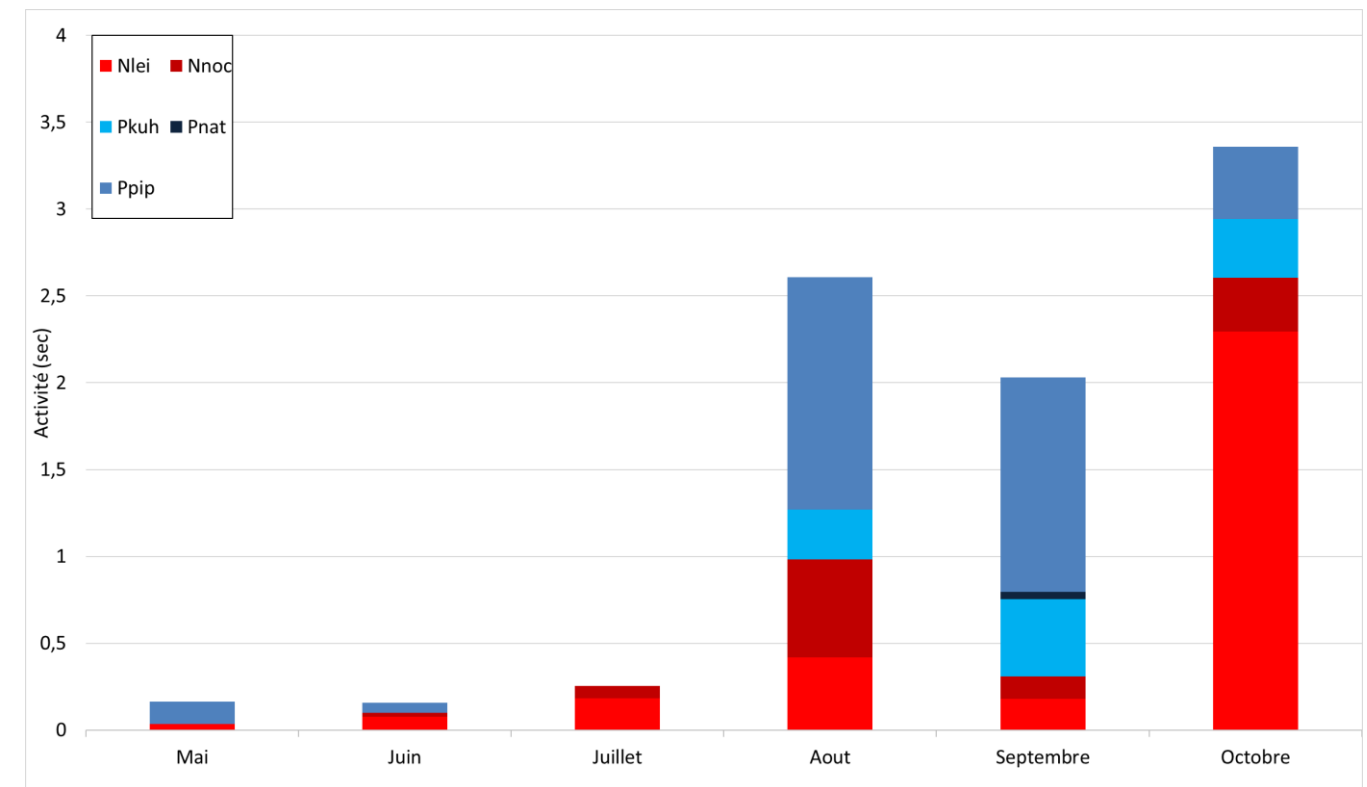
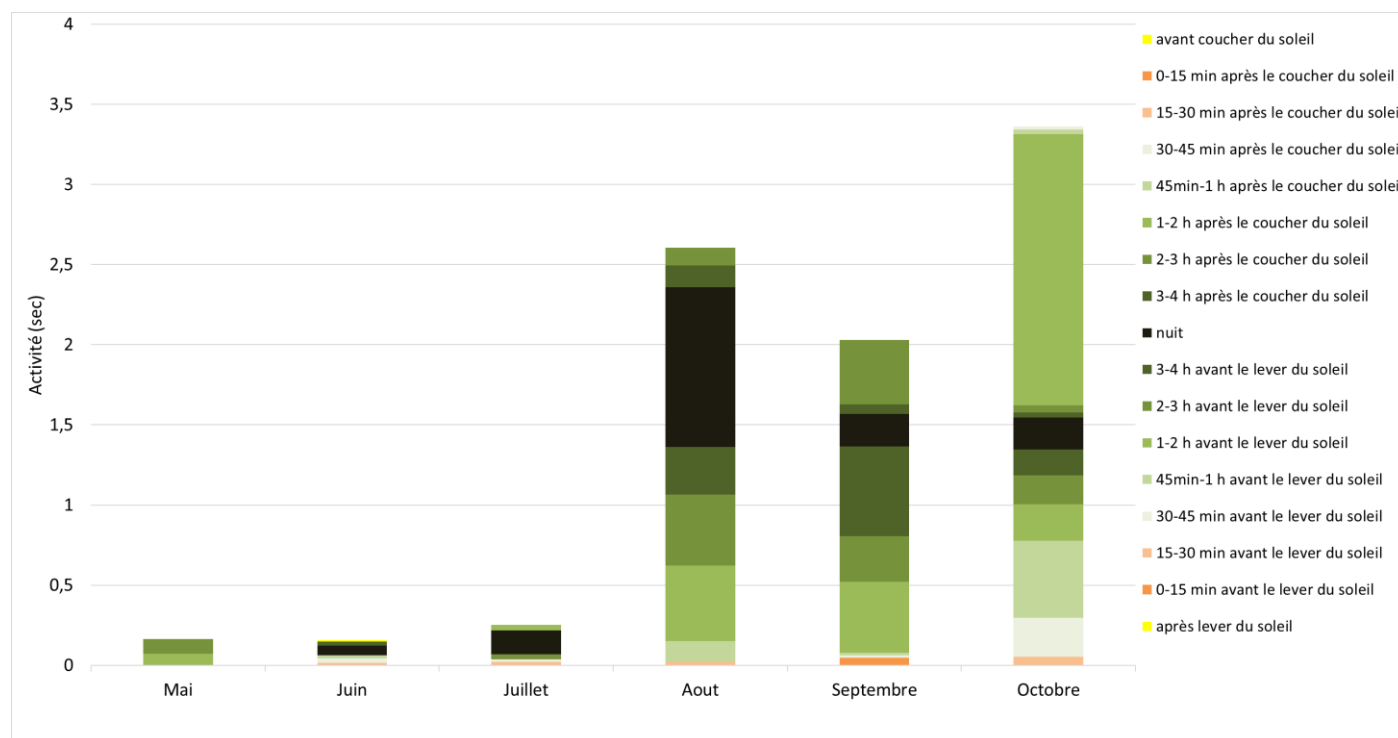


Figure 19 : Décomposition de l'activité moyenne (en seconde d'activité par nuit) des chauves-souris au niveau de la nacelle de l'éolienne E4 en fonction de l'écart avec le lever ou le coucher du soleil



4 SUIVI DE L'ACTIVITE DES OISEAUX

4.1 Méthodologie

4.1.1 Généralités applicables à l'ensemble du suivi

De façon générale, la méthodologie d'étude se décompose en une phase de recueil de données de terrain et une phase d'analyse.

4.1.1.1 Recueil de données de terrain

Le choix des méthodologies mises en œuvre est adapté à la fois aux caractéristiques du parc éolien et aux sensibilités des espèces potentiellement présentes. Ce ciblage méthodologique est ici favorisé à la fois par :

- l'expérience d'EXEN en termes de suivis d'impacts post-implantations ;
- l'expérience de ses partenaires écologues Franco-Allemands tels que KJM Conseil, également spécialisés dans les rapports entre le développement éolien et la biodiversité ;
- les références bibliographiques internationales de la littérature spécialisée internationale .
- les données de cadrage préalable propres au site des Monts de Lacaune, s'agissant des résultats de l'état initial ou des données bibliographiques disponibles au niveau de l'étude d'impact.

Le recueil des données de terrain 2019 repose sur les investigations partagées de plusieurs ornithologues au cours de la période de suivi (Fanny BONNET, Sylvain DAVROUT, Laurie NAZON et Pierre PETITJEAN), afin de favoriser à la fois la transparence et le regard croisé des expériences de chacun, essentiel à toute approche scientifique objective. Le profil et l'expérience de chaque intervenant est présenté en annexe.

4.1.1.2 Présentation des données

Toutes les données recueillies au cours des visites de terrain sont saisies sur une base de données Excel et sont listées en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Ces données précisent notamment :

- le numéro du contact ;
- les noms complets des espèces (français et latin) ;
- le type d'oiseau : classification EXEN des espèces de rapaces en 2 groupes, en fonction de la taille et des comportements : petits et grands rapaces (diurnes et nocturnes) ;
- la date et l'heure du contact ;
- le nombre d'individus : précision comportementale importante en période nuptiale pour apprécier l'avancement de la nidification (couples, couples + jeunes...) ;
- le sexe et l'âge ;
- les précisions diverses précisant également le comportement nuptial (défense de territoire, transport de matériaux pour la construction des nids, transport de nourriture pour le nourrissage des jeunes...) le lieu et l'heure du contact ;
- la hauteur de vol : précision importante pour un parc éolien. Cette hauteur théorique est codée par rapport à la hauteur des éoliennes :
 - H0 pour oiseau contacté posé ;
 - H1 pour un vol au ras du sol (sous les pales) ;
 - H2 pour un vol au niveau des pales (40-140 m) ;
 - H3 pour un vol juste au-dessus des éoliennes (140-250 m) ;
 - H4 pour un vol à très haute altitude (>> 250 m) ;





Précisons que l'appréciation des hauteurs de vols reste une notion approximative sur le terrain, dépendante des repères disponibles (éoliennes principalement) et de l'expérience de l'observateur. Il s'agit donc de considérer cette notion comme une valeur indicative large, à utiliser avec précautions.

Pour des contacts d'oiseaux évoluant à différentes hauteurs sur une même trajectoire, nous prenons en compte la classe H2 la plus défavorable si celle-ci est utilisée au moins une fois.

- le statut de l'individu contacté par rapport au site :
 - M pour migrateur ;
 - I pour internuptial ;
 - N pour nicheur potentiel ;
 - H pour hivernant ;
- les données de localisation (point d'observation) ;
- l'identification de l'observateur.

Toutes les observations sont relevées sur cartes de terrain. Elles sont ensuite saisies sur Système d'Information Géographique (Map Info v.11). L'analyse des résultats se base donc à la fois sur une approche statistique et cartographique, puis une réflexion pour mesurer les enjeux à l'aide d'éléments de comparaison, et par confrontation avec des éléments bibliographiques de la littérature spécialisée.

Les cartes présentent les données brutes issues des relevés de terrain (trajectoires de vols, points de contacts, prises d'ascendances thermiques ou dynamiques¹...). Les flèches représentent des rapaces en vols, avec des variations selon les comportements :

- vol cerclé représenté par des courbes concentriques (« en forme de ressort ») ; 
- vol de prospection par une flèche courbée ; 
- vol direct et migration active par flèche droite ; 
- les points représentent des contacts d'oiseaux posés. 

Les réels déplacements des oiseaux sont reportés sur une carte de terrain à la main par l'observateur, puis saisie par la suite sur l'ordinateur.

4.1.1.3 Points d'observation et d'écoute

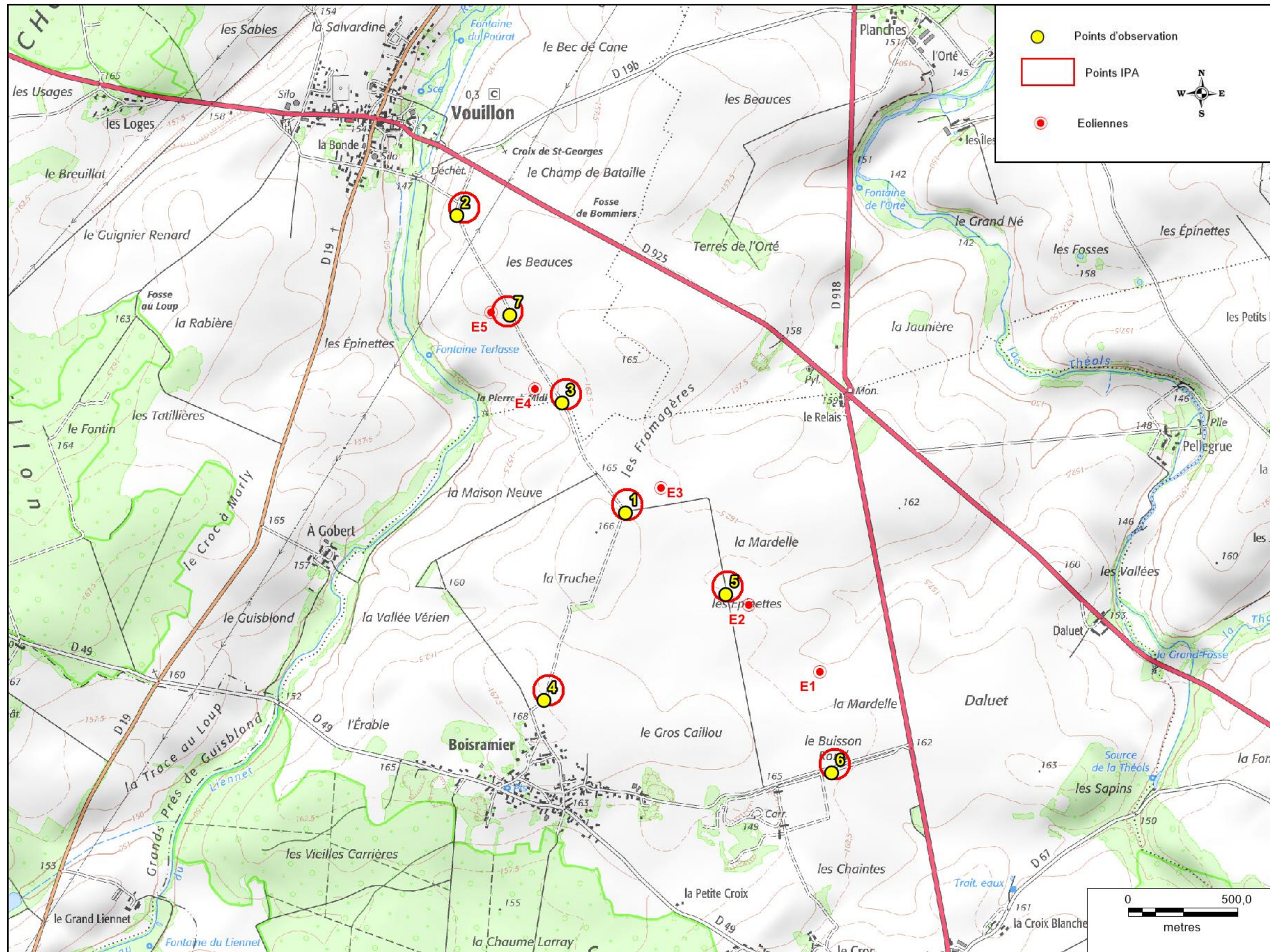
Le choix de l'emplacement des points d'observation s'est effectué en fonction du type de suivi à réaliser, mais aussi en fonction des conditions de visibilité et du type de milieux concerné. L'objectif était de couvrir l'ensemble de la diversité des habitats potentiels, tout en ayant une vision globale du parc éolien et de son entourage proche.

La carte suivante représente la position de l'ensemble des points d'observation utilisés au cours de l'échantillon de visites. 7 principaux points ont ainsi été utilisés par le bureau d'étude EXEN. Les points ont été placés de façon à bénéficier d'une vue sur l'ensemble du parc éolien.

La plupart des points d'observation (5 points sur les 7) sont aussi les mêmes que ceux utilisés lors de l'étude d'impact afin de pouvoir comparer les résultats entre la situation avant implantation et post-implantation des éoliennes.

¹ Une **ascendance thermique** est formée par l'échauffement du sol sur les secteurs exposés au soleil et généralement dépourvus de végétation, alors qu'une **ascendance dynamique** est formée par l'effet du vent qui vient « buter » contre un relief.

Figure 21 Carte de localisation des points d'observations utilisés pour le suivi de l'activité de l'avifaune en 2019



4.1.2 Dates et conditions de suivi

Le tableau de la Figure 22 ci-dessous fait la synthèse des dates de visites de terrain, des thèmes ciblés pour chaque visite et des conditions météorologiques. **4 visites** ont ainsi été réalisées au cours de la période de nidification de 2019, soit de mi-avril à mi-juin. Il convient de rappeler que ces visites ne concernent que le suivi des oiseaux et ne comprennent pas les suivis de la mortalité ni de l'activité chiroptères, mêmes si parfois, les visites ciblées sur ces autres thèmes peuvent permettre de contacter des oiseaux et de relever certaines données de façon fortuite et non protocolisée.

Cet échantillon de visites représente une pression d'observation cumulée d'environ **21 h**.

Les conditions de suivis ont été plutôt favorables à l'observation des oiseaux avec un temps plutôt sec, plus ou moins couvert et peu de vent.

Figure 22 Tableau de synthèse des conditions de visites de terrain 2019

Date	Conditions climatiques			Début de suivi	Durée du suivi	Observateur	Avifaune	
	Précipitations, nébulosités...	Force du vent	Direction du vent				Passereaux nicheurs (IPA)	Busard
16-avr.-19	Ciel couvert, pluie fine, visibilité moyenne, 8°C	Modéré	NNO	07:10	04:10	S. DAVROUT	X	X
14-mai-19	Très beau temps, très bonne visibilité, 4°C à 6h15	Faible	NE	06:15	05:30	L. NAZON	X	X
6-juin-19	Ciel couvert, bonne visibilité, 10°C à 6h20	Faible	SO	06:25	07:00	P. PETITJEAN	X	X
18-juin-19	Beau temps, ciel couvert, 90 à 70%, 14 à 24°C	Très faible	SE	05:45	04:20	F. BONNET	X	X

4.1.3 Méthodes du suivi de l'avifaune nicheuse

L'objectif est d'évaluer l'impact du parc éolien sur la reproduction des oiseaux nicheurs, en particulier pour les espèces patrimoniales, sachant que les effets peuvent être divers, en fonction de la configuration, de la proximité des éoliennes, et selon les espèces :

- des dérangements au nid ;
- des contraintes voire des échecs de reproduction ;
- de la perte de l'habitat (territoire nuptial, zone d'alimentation...);
- des collisions (en phase de chasse, ou de transits quotidiens entre zones d'alimentation et zones de repos...);
- des effets indirects (diminution de l'abondance de proies...).

Le suivi de la nidification des espèces sensibles et remarquables s'effectue avec analyse plus fine des zones de reproduction, voies de transit et d'alimentation.

La méthode d'analyses vise à aboutir :

- à la biodiversité générale des espèces nicheuses ;
- au nombre de couples reproducteurs par espèces (abondance) ;
- à la répartition des espèces sur le parc éolien et à proximité ;
- autres faits marquants possibles (réussite de reproduction, nombre d'œufs, de jeunes, tendances démographiques ...),
- l'évolution comparée des populations et des comportements de l'avifaune nicheuse entre les situations avant et après construction du parc éolien.

L'exploitation des données se fera selon le même principe que les autres thèmes d'étude, à savoir un double traitement statistique et cartographique.

Les oiseaux chanteurs (passereaux et intermédiaires) sont inventoriés via la méthode des IPA, permettant la détermination des couples nicheurs basée sur le nombre de mâles chanteurs.

En ce qui concerne les rapaces nicheurs diurnes (et certaines autres grandes espèces), considérés comme faisant partie des espèces les plus sensibles au dérangement en période de reproduction et les plus exposées aux collisions avec les éoliennes, le suivi post-implantation est donc basé sur :

- l'occupation du site comme zone d'alimentation (observation des rapaces en poste fixe depuis un ou plusieurs points d'observation) ;
- la recherche des indices de nidification tels que les parades nuptiales, les accouplements, les cas de transport de matériaux de construction du nid, les cas de transports de nourriture, recherche des nids, fréquentation des nids, avec œufs, ou juvéniles (recherche par déplacements ciblés sur l'aire d'étude).

La recherche des indices de nidification et l'analyse de l'occupation du site comme zone d'alimentation sont généralement des investigations complémentaires.

4.2 Diversité spécifique, cortège d'espèces, patrimonialité

Le tableau page suivante montre que le suivi de 2019 a permis de mettre en évidence la présence de 46 **espèces d'oiseaux** sur ou dans l'entourage du parc éolien.

La grande majorité d'entre ces espèces sont des passereaux et oiseaux de taille intermédiaire. On note toutefois la mention de 4 espèces de rapaces, d'une espèce d'oiseaux d'eau et d'une de grand voilier.

4.2.1.1 Espèces protégées au titre de la loi du 10 juillet 1976

La majorité des espèces d'oiseaux est protégée en France. En ce qui concerne le suivi post-implantation de 2019, **31 des 46 espèces** d'oiseaux identifiées (soit 67 %) bénéficient d'un statut de protection au niveau national par la loi du 10 juillet 1976. Un arrêté ministériel a mis à jour cette loi le 29 octobre 2009.

4.2.1.2 Espèces inscrites à l'annexe 1 de la Directive « Oiseaux »

2 des 43 espèces identifiées sur le site et son entourage sont inscrites à l'annexe I de la Directive Européenne « Oiseaux » n°79/409/CE du 2 avril 1979, dont des mesures de conservation spéciales visent à préserver leurs habitats et leurs populations. Il s'agit du Busard Saint-Martin et du Busard cendré.

Légende explicative pour le tableau du cortège d'espèces recensé (Figure 23 Liste et statuts de l'ensemble des espèces d'oiseaux contactées au cours du suivi post-implantation de 2019 page 35) :

- **Colonne Protection Européenne** : lorsque **surligné en jaune** = espèce inscrite à l'annexe 1 de la directive Oiseaux
- **Colonne des listes rouges nationales des oiseaux nicheurs** :
 - **Précoc. Mineure** = Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)
 - **Quasi menacée** = espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
 - **Vulnérable** ; espèce menacée de disparition de France, niveau « vulnérable »
 - **En danger** ; espèce menacée de disparition de France, niveau « en danger »
 - **En danger critique d'extinction** ; espèce menacée de disparition de France, niveau « en danger critique d'extinction ».

Explication des abréviations de statut de protection :

Loi du 10 juillet 1976. P : espèce protégée, GC : gibier chassable, NC : non commercialisable, GN : gibier susceptible d'être classé comme nuisible par arrêté préfectoral, P-GC : protection et commercialisation de certaines espèces d'oiseaux sur le territoire français national (Article 3) et liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée (Premier).

- **Directive Européenne "oiseaux" 2009/147/du 30 novembre 2009** :
 - O.1 annexe 1 : espèces dont la conservation fait l'objet de mesures de conservations spéciales concernant leur habitat.
 - O.2.1 annexe 2.1 : espèces pouvant être chassées dans la zone géographique maritime et terrestre d'application de la directive.
 - O.2.2 annexe 2.2 : espèces pouvant être chassées seulement dans les états membres pour lesquelles elles sont mentionnées.
 - O.3.1 annexe 3.1 : espèces pouvant être commercialisées pour autant qu'elles aient été licitement tuées, capturées ou acquises.
- **Convention de Berne** du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe :
 - 2, annexe 2 : regroupe les espèces de faune strictement protégées, toute forme de destruction est interdite
 - 3, annexe 3 : regroupe les espèces de faune dont l'exploitation, sous quelque forme que ce soit, est réglementée.

Listes rouges :

- **nationales** : statut de conservation UICN des espèces nicheuses en France (selon la mise à jour de 2016)
- **régionales** : liste rouge régionale de l'ex-région Centre des oiseaux nicheurs (selon la mise à jour de 2013)

Figure 23 Liste et statuts de l'ensemble des espèces d'oiseaux contactées au cours du suivi post-implantation de 2019

Nom Français	Nom Latin	Type	Statut de protection			Statut de conservation	
			Protec. Fr.	Protec. UE	Conv. Berne	Listes rouges nationales (oiseaux nicheurs)	Liste Rouge Régionale Centre (oiseaux nicheurs 2013)
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Quasi menacée	Quasi menacée
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	Passereau	P		2	Vulnérable	Quasi menacée
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Passereau	P		3	Préoc. mineure	Quasi menacée
Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	Grand rapace	P	O.1	2	Quasi menacée	Vulnérable
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Grand rapace	P	O.1	2	Préoc. mineure	Quasi menacée
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Grand rapace	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	Intermédiaire	P-GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Oiseau d'eau	GC	O.2.1	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Passereau	P		2	Vulnérable	Préoc. mineure
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	Intermédiaire	GN	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	Intermédiaire	P		3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passereau	GN	O.2.2		Préoc. mineure	Préoc. mineure
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1	3	Préoc. mineure	NA
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Petit rapace	P		2	Quasi menacée	Préoc. mineure
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Geai des chênes	<i>Garulus glandarius</i>	Intermédiaire	GN	O.2.2		Préoc. mineure	Préoc. mineure
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Grand voilier	P		3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Passereau	P		3	Quasi menacée	Préoc. mineure
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Passereau	P		2	Vulnérable	Quasi menacée
Martinet noir	<i>Apus Apus</i>	Passereau	P		3	Quasi menacée	Préoc. mineure
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	Passereau	P			Préoc. mineure	Préoc. mineure
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	Passereau	P-SP			Préoc. mineure	Préoc. mineure
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1	3	Préoc. mineure	Quasi menacée
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	Intermédiaire	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	Intermédiaire	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	Intermédiaire	GN	O.2.2		Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire	GN	O.2.1		Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Passereau	P		3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Rosignol philomèle	<i>Luscinia</i>	Passereau	P			Préoc. mineure	Préoc. mineure
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquatus</i>	Passereau	P			Quasi menacée	Préoc. mineure
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	Intermédiaire	GC	O.2.2	3	Vulnérable	Préoc. mineure
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Intermédiaire	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Passereau	P		2	Quasi menacée	NA
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	Passereau	P			Vulnérable	Préoc. mineure

4.2.1.3 Espèces menacées inscrites sur la liste des espèces menacées en France (UICN 2016)

Les niveaux de menaces de ces espèces sont basés sur le statut de conservation UICN des espèces nicheuses en France, selon la mise à jour d'octobre 2016.

- 5 des espèces identifiées sur le site et son entourage sont considérées comme ayant une population nicheuse **vulnérable** en France. Il s'agit du Bruant jaune, du Chardonneret élégant, de la Linotte mélodieuse, de la Tourterelle des bois et du Verdier d'Europe.
- 7 des espèces identifiées sur le site et son entourage sont considérées comme ayant une population nicheuse **quasi-menacée** en France. Ce sont les espèces suivantes :

Nom français	Nom latin
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>
Martinet noir	<i>Apus Apus</i>
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquatus</i>
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>

4.2.1.4 Espèces menacées inscrites sur la liste des espèces menacées en ex-région Centre (2015)

- 1 des espèces identifiées sur le site et son entourage est considérée comme ayant une population nicheuse **vulnérable** en ex-région Centre. Il s'agit du Busard cendré.
- 6 des espèces identifiées sur le site et son entourage sont considérées comme ayant une population nicheuse **quasi-menacée** en ex-région Centre. Il s'agit des espèces suivantes :

Nom français	Nom latin
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>

4.3 Avifaune nicheuse

4.3.1 Critères d'évaluation, indicateurs d'évolution, et moyens de comparaison

Les deux analyses présentées plus loin visent à aboutir pour des types d'oiseaux différents, aux mêmes critères d'évaluation, à savoir principalement :

- la **biodiversité générale** des espèces nicheuses, variabilité géographique (par type d'habitat, par rapport à chaque éolienne), évolution interannuelle ;
- le **nombre de couples reproducteurs** par espèces (abondance), variabilité géographique, évolution interannuelle ;
- la **répartition des espèces** sur le site et à proximité, variabilité géographique, évolution interannuelle ;
- autres **faits marquants** possibles (réussite de reproduction, nombre d'œufs, de jeunes, tendances démographiques ...).

4.3.1.1 Rappel méthodologique utilisé lors de l'état initial (EXEN 2009)

Lors de l'état initial, les passereaux et oiseaux communs nicheurs ont été inventoriés via des points d'écoute, avec la méthode des Inventaires Ponctuels d'Abondance. Voici le détail des méthodes :

« Cette méthode consiste, à noter l'ensemble des oiseaux observés et / ou entendus durant 20 minutes à partir d'un point fixe du territoire. Tous les contacts sonores ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance. Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact. Sur la fiche de relevés, le point ou station peut être matérialisé par un cercle dont le centre est virtuellement occupé par l'observateur. Ce système de notation à l'intérieur d'un cercle facilite le repérage spatial des individus contactés, et sa retranscription cartographique.

Le dépouillement des sessions de dénombrements permet d'obtenir :

- le nombre d'espèces notées sur le point, ainsi que l'identité des différentes espèces
- l'Indice Ponctuel d'Abondance de chacune des espèces présentes.

Les fiches de dénombrement ont été adaptées par rapport au protocole national afin de permettre un recueil supplémentaire d'informations intéressantes dans le cas précis d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet éolien (notamment hauteur de vol quand les oiseaux sont identifiés en vol, précisions comportementales ou de localisation géographique). Dans le cas particulier du site éolien de la Champagne Berrichonne, l'importante superficie du territoire impose d'adapter la méthodologie en scindant la prospection sur deux matinées d'affilée, afin de ne tester que les premières heures de la journées, moment favorable à l'activité des chanteurs.

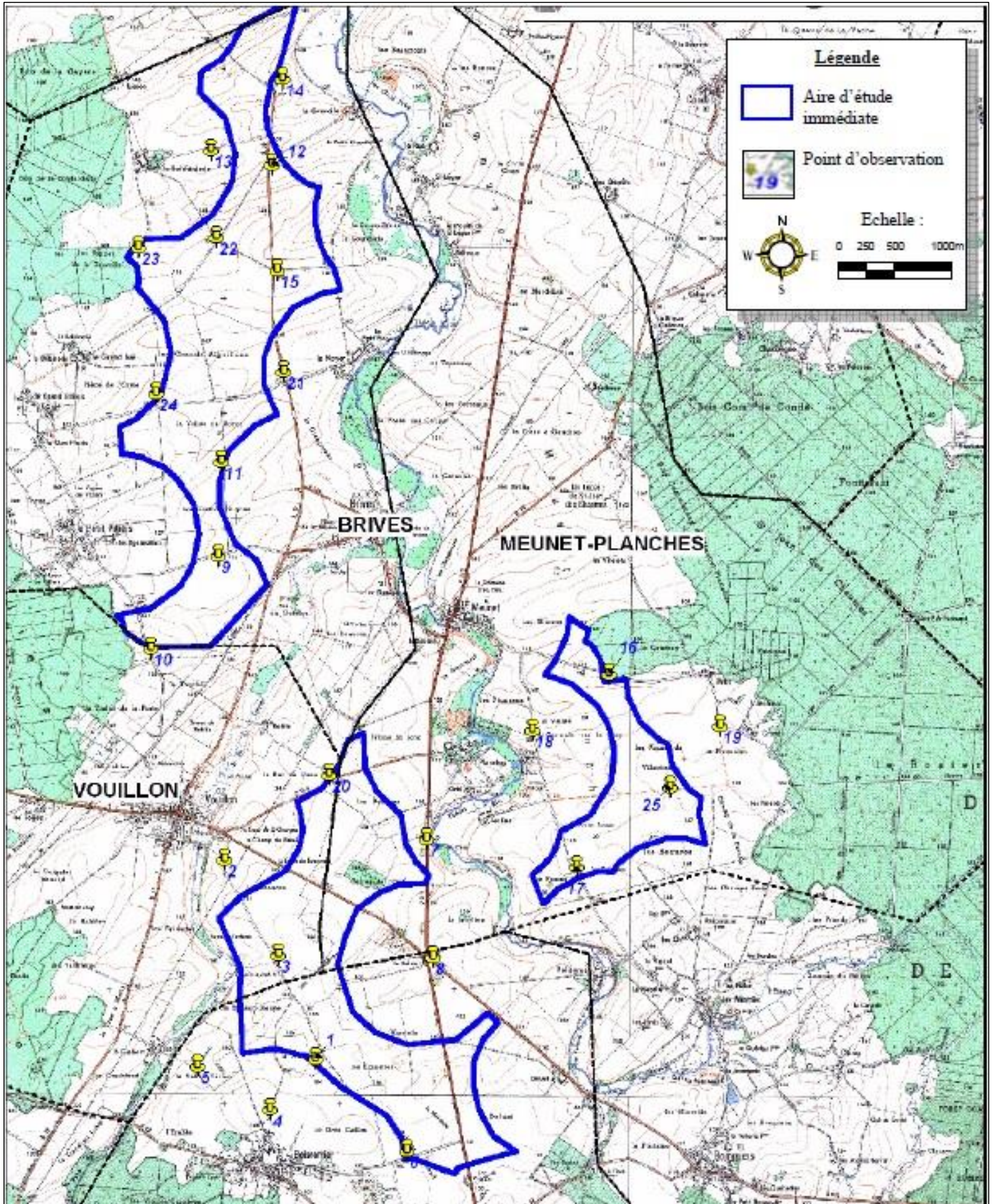
Concernant les rapaces, les IPA n'étant pas favorables à la détection de ces espèces, les suivis étaient les suivants :

- L'étude de l'occupation du site comme zone d'alimentation
- La recherche d'indices de nidification (parades, accouplement, transport de matériaux...)

Il y a également eu des recherches de la présence de nids de rapaces arboricoles dans les rares îlots boisés des aires d'étude immédiates ainsi que dans leur entourage proche.

Enfin, des suivis spécifiques ont eu lieu sur les busards : « l'attention fut plus poussée vers les deux espèces de busards mises en évidence sur le site (busard saint martin et busard cendré), susceptibles de nicher au sol dans les parcelles cultivées des aires d'étude immédiates. Il est pour autant difficile de localiser des nids et suivre la reproduction de busards en quelques heures de suivi. Il s'agissait donc d'identifier les zones de chasse le plus fréquentées, susceptibles de refléter l'éventuelle présence de nids, et par déduction, faire une estimation approximative du nombre de couples nicheurs.

Figure 24 Localisation des points d'écoute utilisés en 2006



4.3.1.2 Méthodologie de suivi lors du suivi post-implantation 2019

■ *Passereaux et assimilés*

La méthodologie privilégiée pour le suivi de la petite avifaune nicheuse est basée sur le **protocole des IPA** (Indices Ponctuels d'Abondance). Ce choix de méthode est basé sur le caractère territorial des oiseaux en période de nidification, et notamment sur leurs chants, dont l'un des objectifs principaux est justement de marquer les limites du territoire nuptial. Cette méthodologie standardisée permet des comparaisons chiffrées, et donc le suivi de l'évolution des notes de biodiversité ou d'abondance depuis l'état initial jusqu'à plusieurs années suivant l'implantation des éoliennes. Cette méthode consiste à noter l'ensemble des oiseaux observés et / ou entendus durant 20 minutes à partir d'un point fixe du territoire. Tous les contacts sonores ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance. Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact.

A la fin de chaque session de dénombrement, le nombre d'espèces et d'individus de chacune d'elles est totalisé en nombre de couples. Le dépouillement des sessions de dénombrements permet d'obtenir :

- le nombre d'espèces noté sur le point, ainsi que l'identité des différentes espèces ;
- l'Indice IPA de chacune des espèces présentes. Cet indice caractérise une valeur d'abondance et s'obtient en ne conservant que la plus forte des valeurs obtenues pour chaque espèce.

Logiquement, chaque point doit être suivi au moins 2 fois pendant la période de reproduction.

La méthode utilisée est donc la même que lors de l'état initial avec plusieurs points d'écoute en commun. Il devrait donc être possible de réaliser des comparaisons poussées entre les deux suivis.

■ *Suivi des rapaces nicheurs diurnes et autres grandes espèces*

En ce qui concerne les rapaces nicheurs diurnes (et certaines autres grandes espèces), considérés comme faisant partie des espèces les plus sensibles au dérangement en période de reproduction et les plus exposées au risque de collision avec les éoliennes, nous avons vu que la méthode des IPA était mal adaptée pour caractériser l'importance des nidifications (oiseaux non chanteurs, dynamiques, souvent en vol, risque de double comptage, aire de chasse très importante...).

Dans notre cas précis, le suivi des rapaces nicheurs, dont les deux espèces de busards, s'est effectué sur la base :

- de l'étude de l'occupation du site comme zone d'alimentation ;
- d'observations de comportements reproducteurs à distance pour chacune des visites ;
- d'une analyse biogéographique des potentialités de reproduction à partir des visites de terrain et de la lecture des cartes et photo aériennes (recherche des zones boisées à futaies larges, proximité des lisières, zones humides, essences des arbres...).

Les protocoles sont donc assez similaires entre l'étude d'impact et le suivi post-implantation de 2019.

La carte des points d'observations et des points IPA est présentée dans le chapitre 4.1 Méthodologie .

4.3.2 Résultats du suivi des oiseaux nicheurs

4.3.2.1 Rappel des résultats de suivis de nicheurs à l'état initial (EXEN 2009)

A l'état initial, 54 espèces ont été notées en période de reproduction sur et à proximité de l'aire d'étude dont 17 présentent une certaine valeur patrimoniale au regard des statuts de conservation le plus récents.

Le tableau ci-contre résume le cortège d'espèces identifiées. Ce cortège est principalement composé d'oiseaux de milieux ouverts et semi-ouverts ce qui correspond au type de milieux présents sur le site.

Figure 25 Tableau de la liste d'espèces nicheuses lors du suivi de l'état initial de 2009

Nom Français	Nom Latin	Type	Statut de protection			Statut de conservation	
			Prot. Fr.	Prot. UE	Conv. Berne	Listes rouges nationales (oiseaux nicheurs)	Liste Rouge Régionale Centre (oiseaux nicheurs 2013)
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	—
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Quasi menacé	Quasi menacé
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	Passereau	P	—	2	Vulnérable	Quasi menacé
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Passereau	P	—	3	Préoc. mineure	Quasi menacé
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	Grand rapace	P	O.1	2	Quasi menacé	Vulnérable
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Grand rapace	P	O.1	2	Préoc. mineure	Quasi menacé
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Grand rapace	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	Intermédiaire	P-GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Oiseau d'eau	GC	O.2.1 / O.3.1	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Passereau	P	—	2	Vulnérable	Préoc. mineure
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	Intermédiaire	GN	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	Intermédiaire	P	—	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	Limicole	P-GC	O.2.2	3	Vulnérable	En danger
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	Petit rapace	P-SP	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passereau	GN	O.2.2	—	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1 / O.3.1	3	Préoc. mineure	—
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Petit rapace	P	—	2	Quasi menacé	Préoc. mineure
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	Passereau	P	—	2	Quasi menacé	Préoc. mineure
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	Intermédiaire	GN	O.2.2	—	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>	Passereau	P	—	2	Quasi menacé	Préoc. mineure
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Passereau	P	—	3	Quasi menacé	Préoc. mineure
Hypolais polyglotte	<i>Hippolais polyglotta</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Passereau	P	—	2	Vulnérable	Quasi menacé
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>	Passereau	P	—	—	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	Passereau	P	—	—	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	Passereau	P-SP	—	—	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1 / O.3.1	3	Préoc. mineure	Quasi menacé
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1 / O.3.1	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	Intermédiaire	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	Intermédiaire	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	Intermédiaire	GN	O.2.2	—	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire	GN	O.2.1 / O.3.1	—	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Passereau	P	—	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Rosignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Passereau	P	—	—	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Serín cini	<i>Serinus serinus</i>	Passereau	P	—	2	Vulnérable	Préoc. mineure
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Tarier pâte	<i>Saxicola torquatus</i>	Passereau	P	—	—	Quasi menacé	Préoc. mineure
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	Intermédiaire	GC	O.2.2	3	Vulnérable	Préoc. mineure
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Intermédiaire	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Passereau	P	—	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	Passereau	P	—	—	Vulnérable	Préoc. mineure

4.3.2.2 Rappel des résultats du suivi de la phase chantier (EXEN 2016)

Ce suivi ne concerne qu'un seul jour, le 15 mars 2016, avant le début des travaux. Au niveau des rapaces, deux espèces nicheuses ont été contactées : la Buse variable et le Busard Saint-Martin. Les deux espèces ont été observées en chasse sur la zone d'étude. Au niveau des passereaux, seuls l'Alouette des champs et le Bruant proyer ont été contactés en tant que nicheur sur le site à cette date.

4.3.2.3 Rappel des résultats des suivis des nicheurs 2018 (EXEN 2018)

Concernant le cortège d'espèces nicheuses au niveau du parc éolien ou en périphérie, **41 espèces** différentes ont été contactées sur la période de reproduction de 2018, ce qui est ce qui est légèrement moins important que lors de l'état initial (54 espèces). Cette différence peut s'expliquer par une surface prospectée plus grande lors de l'état initiale car 3 aires d'études étaient suivies.

En 2018, 12 espèces patrimoniales sont recensées comme espèces potentiellement nicheuses sur site ou son entourage. C'est également légèrement inférieur au nombre d'espèces patrimoniales relevées en 2009. Il s'agit de ;

- 2 espèces de rapaces (Busard Saint-Martin et Faucon crécerelle) ;
- 10 espèces de passereaux et assimilés (Alouettes des champs, Bruant jaune, Bruant proyer, Hirondelle rustique, Linotte mélodieuse, Martinet noir, Perdrix grise, Tarier pâtre, Tourterelle des bois et Verdier d'Europe) ;

Figure 26 Tableau de la liste d'espèces nicheuses lors du suivi post-implantation de 2018

Nom Français	Nom Latin	Type	Statut de protection			Statut de conservation	
			Protec. Fr.	Protec. UE	Conv. Berne	Listes rouges nationales (oiseaux nicheurs)	Liste Rouge Régionale Centre (oiseaux nicheurs 2013)
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Quasi menacé	Quasi menacé
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	Passereau	P		2	Vulnérable	Quasi menacé
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Passereau	P		3	Préoc. mineure	Quasi menacé
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Grand rapace	P	O.1	2	Préoc. mineure	Quasi menacé
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Grand rapace	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Oiseau d'eau	GC	O.2.1 /O.3.1	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	Intermédiaire	GN	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	Intermédiaire	P		3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passereau	GN	O.2.2		Préoc. mineure	Préoc. mineure
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1 /O.3.1	3	Préoc. mineure	NA
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Petit rapace	P		2	Quasi menacé	Préoc. mineure
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Grand voilier	P		3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Passereau	P		3	Quasi menacé	Préoc. mineure
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Passereau	P		2	Vulnérable	Quasi menacé
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>	Passereau	P			Préoc. mineure	Préoc. mineure
Martinet noir	<i>Apus Apus</i>	Passereau	P		3	Quasi menacé	Préoc. mineure
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	Passereau	P			Préoc. mineure	Préoc. mineure
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	Passereau	P-SP			Préoc. mineure	Préoc. mineure
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Intermédiaire	GC	O.2.1 /O.3.1	3	Préoc. mineure	Quasi menacé
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	Intermédiaire	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	Intermédiaire	GN	O.2.2		Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire	GN	O.2.1 /O.3.1	-	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Passereau	P		3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Rosignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Passereau	P			Préoc. mineure	Préoc. mineure
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquatus</i>	Passereau	P			Quasi menacé	Préoc. mineure
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	Intermédiaire	GC	O.2.2	3	Vulnérable	Préoc. mineure
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Intermédiaire	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Passereau	P		2	Préoc. mineure	Préoc. mineure
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	Passereau	P			Vulnérable	Préoc. mineure

4.3.2.4 Rappel des résultats des suivis des nicheurs 2019 (EXEN 2018)

Concernant le cortège d'espèces nicheuses au niveau du parc éolien ou en périphérie, **44 espèces** différentes ont été contactées sur la période de reproduction de 2019, ce qui est similaire au nombre d'espèces relevées en période de nidification de 2018.

En 2019, 13 espèces patrimoniales sont recensées comme espèces potentiellement nicheuses sur site ou son entourage. C'est également proche de ce qui été noté en 2018. Cela correspond à :

- 3 espèces de rapaces (Busard cendré, Busard Saint-Martin et Faucon crécerelle) ;
- 10 espèces de passereaux et assimilés (Alouettes des champs, Bruant jaune, Bruant proyer, Chardonneret élégant, Hirondelle rustique, Linotte mélodieuse, Perdrix grise, Tarier pâtre, Tourterelle des bois et Verdier d'Europe) ;

Le parc éolien étant situé en zone agricole, les espèces inventoriées au niveau des éoliennes sont des espèces de milieux ouverts (Alouette des champs, Perdrix grise, etc) ou ubiquistes (Fauvette à tête noire, Merle noir, etc).

Figure 27 Tableau de la liste d'espèces nicheuses lors du suivi post-implantation de 2019

Nom Français	Nom Latin	Type	Statut de protection			Statut de conservation	
			Protec. Fr.	Protec. UE	Conv. Berne	Listes rouges nationales (oiseaux nicheurs)	Liste Rouge Régionale Centre (oiseaux nicheurs 2013)
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Passereau	GC	O 2.2	3	Quasi menacée	Quasi menacée
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	Passereau	P		2	Vulnérable	Quasi menacée
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Passereau	P		3	Préc. mineure	Quasi menacée
Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	Grand rapace	P	O.1	2	Quasi menacée	Vulnérable
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Grand rapace	P	O.1	2	Préc. mineure	Quasi menacée
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Grand rapace	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	Intermédiaire	P-GC	O 2.2	3	Préc. mineure	Préc. mineure
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Oiseau d'eau	GC	O 2.1	3	Préc. mineure	Préc. mineure
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Passereau	P		2	Vulnérable	Préc. mineure
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	Intermédiaire	GN	O 2.2	3	Préc. mineure	Préc. mineure
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	Intermédiaire	P		3	Préc. mineure	Préc. mineure
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Passereau	GN	O 2.2		Préc. mineure	Préc. mineure
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	Intermédiaire	GC	O 2.1	3	Préc. mineure	NA
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Petit rapace	P		2	Quasi menacée	Préc. mineure
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	Intermédiaire	GN	O 2.2		Préc. mineure	Préc. mineure
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	Passereau	GC	O 2.2	3	Préc. mineure	Préc. mineure
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	Passereau	GC	O 2.2	3	Préc. mineure	Préc. mineure
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Grand voilier	P		3	Préc. mineure	Préc. mineure
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Passereau	P		3	Quasi menacée	Préc. mineure
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Passereau	P		2	Vulnérable	Quasi menacée
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	Passereau	GC	O 2.2	3	Préc. mineure	Préc. mineure
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	Passereau	P			Préc. mineure	Préc. mineure
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	Passereau	P-SP			Préc. mineure	Préc. mineure
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	Intermédiaire	GC	O 2.1	3	Préc. mineure	Quasi menacée
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	Intermédiaire	GC	O 2.1	3	Préc. mineure	Préc. mineure
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	Intermédiaire	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	Intermédiaire	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	Intermédiaire	GN	O 2.2		Préc. mineure	Préc. mineure
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Intermédiaire	GN	O 2.1		Préc. mineure	Préc. mineure
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Passereau	P		3	Préc. mineure	Préc. mineure
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Rosignol philomèle	<i>Luscinia</i>	Passereau	P			Préc. mineure	Préc. mineure
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Tarier pâtre	<i>Saxicola torquatus</i>	Passereau	P			Quasi menacée	Préc. mineure
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	Intermédiaire	GC	O 2.2	3	Vulnérable	Préc. mineure
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Intermédiaire	GC	O 2.2	3	Préc. mineure	Préc. mineure
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Passereau	P		2	Préc. mineure	Préc. mineure
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	Passereau	P			Vulnérable	Préc. mineure

■ *Passereaux et intermédiaires*

Dans le tableau précédent, les espèces surlignées en orange correspondent aux espèces patrimoniales à l'échelle nationale et régionale (statut de protection et / ou de conservation particulier). Une brève analyse sera réalisée espèce par espèce. Celle-ci permettra des comparaisons avec les suivis de l'année 2018, ainsi qu'avec les résultats de l'état initial de 2009.

Le Bruant proyer est considéré comme ayant des populations nicheuses quasi-menacées au niveau de l'ex-région Centre à cause de la diminution de sa population. Il vit dans les milieux ouverts, en particulier dans les zones agricoles (surtout dans les pâtures ou champs de céréales). Il a été contacté 25 fois sur le site au cours de la période de nidification et les observations ont eu lieu partout autour des éoliennes, mais surtout en bordure de chemins. Des observations ont lieu parfois très proches des éoliennes (environ 60 m de l'éolienne E2 pour le plus proche), leur présence ne semble donc pas avoir d'impact sur la présence du Bruant proyer. Cependant, l'espèce reste sensible à la collision avec 320 cas de mortalité en Europe (Dürr, 2019).

L'Alouette des champs est considérée comme sensible à l'éolien, mais plutôt au risque de collision, et tout particulièrement au printemps, lors de vols de parades chantés. Elle est classée quasi-menacée sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de 2016, attestant d'un déclin de ses populations. Elle est également considérée comme quasi-menacée au niveau régional. D'après les données issues du Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC), ses effectifs auraient diminué de 33% depuis 1989 en France. Cette alouette est une spécialiste des milieux agricoles et se reproduit dans les monocultures même dépourvues de haies. Elle a été contactée à 24 reprises au cours de la saison de reproduction de 2019 et les observations ont été faites sur tout le parc éolien. Certains individus sont observés très proches des éoliennes, notamment des éoliennes E2, E3 et E5. L'espèce ne semble donc pas dérangée par la présence des éoliennes, mais le comportement observé est à risque pour cette espèce sensible au risque de collision.

La Linotte mélodieuse est considérée comme ayant des populations nicheuses vulnérables au niveau national et quasi-menacées au niveau régional. Ses effectifs ont diminué de 14% depuis 2001 (d'après les données du STOC). Elle affectionne les milieux semi-ouverts, notamment les steppes et landes buissonnantes. Ici, elle a été observée 5 fois au cours de la saison de reproduction de 2019 avec une majorité d'individus observés près de l'éolienne E2 (dont une observation à moins de 60 m de celle-ci). La présence des éoliennes ne semble donc pas les affecter dans l'utilisation du milieu.

L'Hirondelle rustique est une espèce classée quasi-menacée à l'échelle nationale et en danger au niveau régional. Vigie-nature fait état d'un déclin de 42% en France depuis 1989 d'après les données issues du STOC. Il s'agit d'une espèce sensible à l'éolien de par son type de vol puisqu'elle exploite les ascendances thermiques et dynamiques pour prendre de la hauteur et chasser les essaimages d'insectes. Elle se reproduit au sein des villages ou des villes et chasse sur divers milieux ouverts. Dans notre cas précis, la majorité des observations sont faites près des villages, et quelques individus sont également notés en chasse au niveau des zones cultivées au sud de la ligne d'éoliennes.

La **Tourterelle des bois** est classée quasi-menacée au niveau national, elle subit en effet un déclin de 48% de ses effectifs depuis 1989 (selon le STOC), avec un plus fort déclin sur les dix dernières années. On la trouve en France dès le mois d'avril et jusqu'en septembre dans des habitats semi-ouverts. Dans notre

cas, elle a été contactée 3 fois en mai et juin, deux fois au niveau de la ripisylve à l'ouest de la ligne d'éoliennes, et une fois au niveau d'un bosquet au sud de l'éolienne E3.

Le Bruant jaune bénéficie d'un statut de conservation vulnérable en France et quasi-menacé au niveau de l'ex-région Centre. Il est victime d'une forte diminution de ses effectifs estimé à 59% en France depuis 1989 d'après le STOC. Il se rencontre au sein des campagnes présentant des haies et des lisières de boisements. Dans notre cas précis, le Bruant jaune n'est observé que deux fois, à deux dates différentes et au même endroit. Il s'agit dans les deux cas d'un male chanteur. On peut donc supposer la présence d'un seul couple de cette espèce en 2019 aux abords du parc éolien de Champagne Berrichonne. Hötker (2006) évoque des distances d'effarouchement de 89 mètres en moyenne en période de reproduction. Dans notre cas, les individus sont à plus de 300m des éoliennes, mais leur localisation semble dépendre davantage de la présence de haies que de l'absence d'éoliennes.

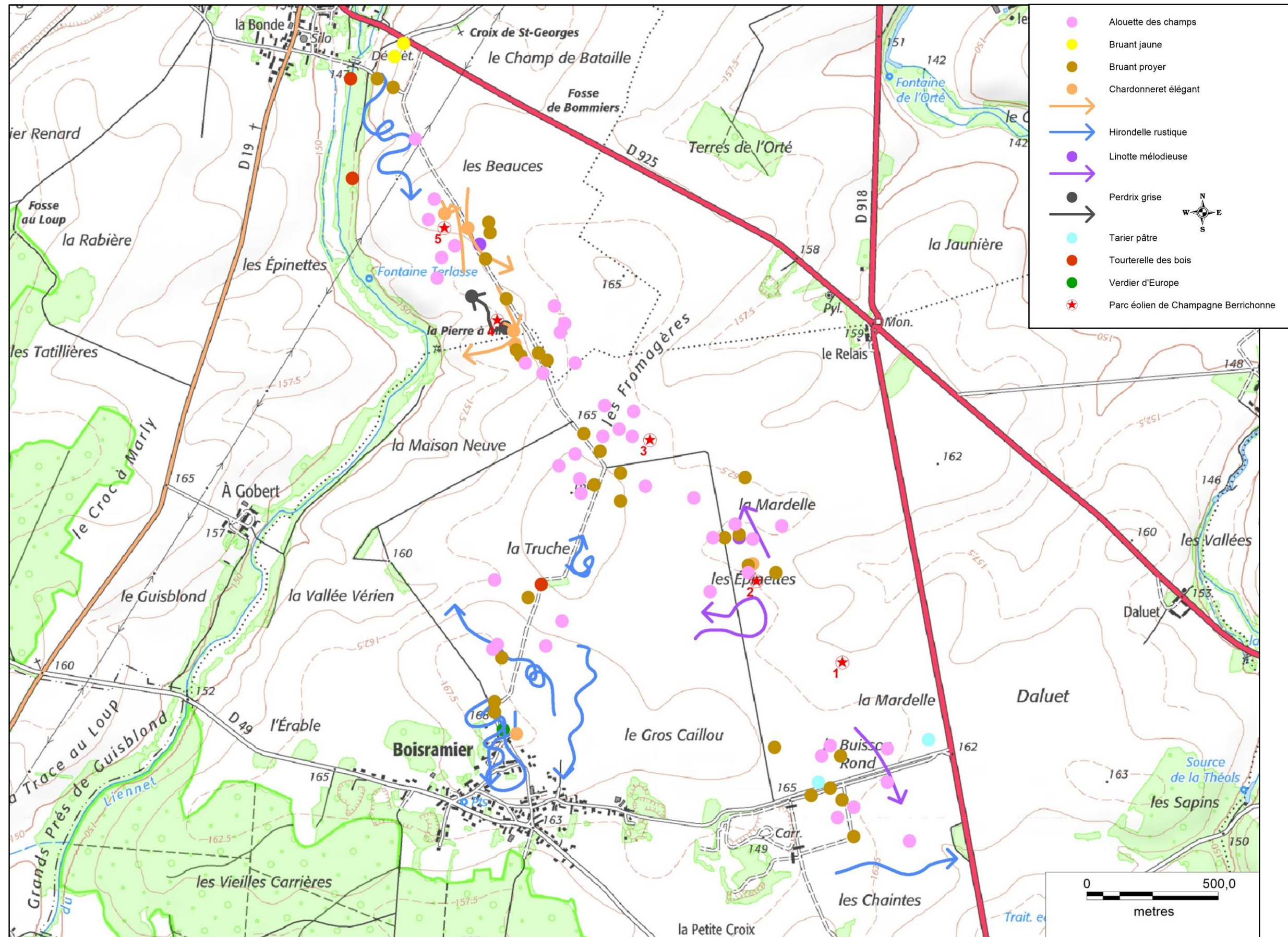
Le Tarier pâtre est quant à lui classé Quasi-menacé en France depuis l'actualisation de la liste rouge des oiseaux nicheurs de 2016. Ce passereau sensible aux hivers rigoureux, serait en diminution en France, de l'ordre de 10% depuis 1989 (diminution non significative) d'après les données issues du STOC. Il se reproduit au sein des landes, des friches ou sur les haies en marge des cultures. Dans notre cas, deux observations de cette espèce ont été réalisées, les deux individus ont été notés au bord du chemin au sud du parc éolien. Ces deux observations ont été faites à des dates différentes, il pourrait s'agir d'un même individu. Dans ce cas, il s'agirait d'un couple nicheur présent dans cette zone.

La **Perdrix grise** n'est pas considérée comme menacée au niveau national, mais sa population nicheuse l'est au niveau régional, elle est en effet considérée comme quasi-menacée, à cause de la réduction de ses effectifs. On la retrouve dans les milieux ouverts tels que les champs de céréales, avec une couverture végétale suffisante, et des haies proches. Dans notre cas, un seul individu a été contacté, il a contourné l'éolienne E4 à moins de 50 m de celle-ci et s'est posé dans le champ au nord de celle-ci. Ce comportement témoigne de l'absence d'effarouchement de cette espèce pour les éoliennes. Cependant, la Perdrix grise reste sensible au risque de collision avec les éoliennes, avec 64 cas de mortalités recensés en Europe (Dürr, 2019).

Le **Verdier d'Europe** est considéré comme ayant des populations nicheuses vulnérables au niveau national et n'est pas considéré comme menacé au niveau régional. Le verdier connaît un déclin de 51% de ses effectifs depuis 18 ans (2001) selon le STOC. Il vit plutôt au niveau de lisières, des linéaires de haies arborées, etc. Dans notre cas, il a seulement été observé au niveau du village de Boisramier.

Le **Chardonneret élégant** a ses populations nicheuses considérées comme vulnérables au niveau national à cause d'un déclin de 35% de ses effectifs depuis 2001, lié en partie par la destruction de ses ressources alimentaires en hiver (jachères). Cette espèce se reproduit en milieu semi-ouvert avec des haies ou grands arbres ainsi qu'une strate herbacée dense riche en graine pour son alimentation.

Figure 28 Carte des données brutes des passereaux patrimoniaux en période de reproduction sur le parc éolien de Champagne Berrichonne en 2019



■ *Rapaces et grands voiliers*

La Buse variable n'a été observée qu'une seule fois en période de reproduction de 2019. Il s'agit d'un seul individu au nord du parc éolien en vol en direction du village de Vouillon. Cette espèce n'est pas farouche vis-à-vis des éoliennes l'exposant fortement à la collision, les mortalités étant d'ailleurs élevées avec pas moins de 762 cas recensés par Dürr en Europe dont 76 en France (Dürr, 2019).

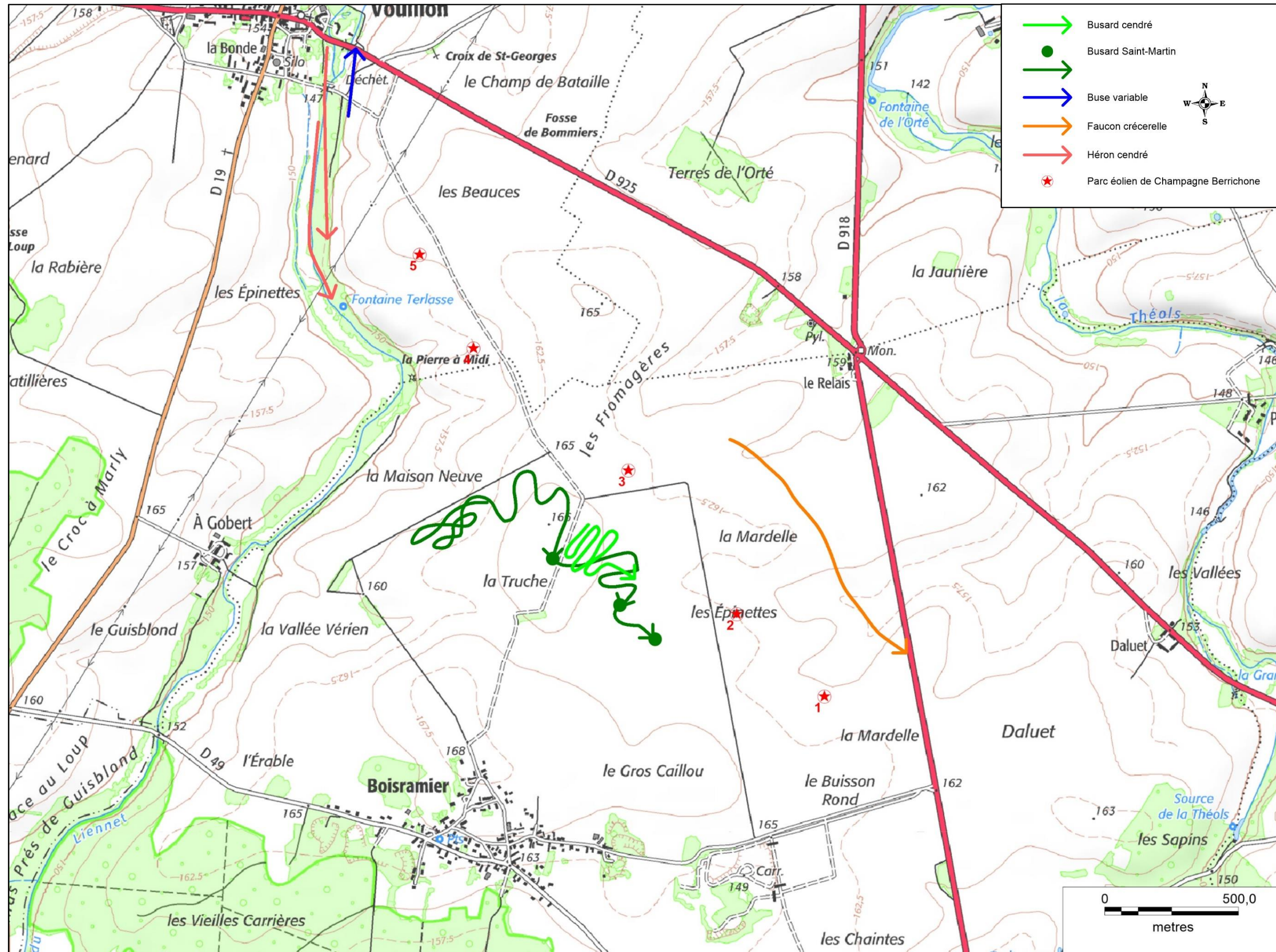
Le Héron cendré n'est pas considéré menacé au niveau national ni régional, mais est une espèce sensible à la collision. Il a été observé deux fois à deux dates différentes au niveau de la ripisylve à l'ouest du parc éolien. 36 cas de mortalité ont été recensés en Europe (Dürr, 2019).

Le **Busard cendré** est inscrit à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux. Il est considéré comme ayant ses populations nicheuses quasi-menacées au niveau national avec un déclin modéré de 27% depuis 2001 (STOC). Au niveau régional, ses populations nicheuses sont classées vulnérables à cause du faible nombre de males matures présents dans la région. En 2019, un seul individu a été contacté au sud de l'éolienne E3 en avril. Il s'agit d'une femelle en chasse.

Le Busard Saint-Martin est inscrit à l'annexe 1 de la Directive Oiseaux. Il n'est pas classé comme espèce menacée d'après la liste rouge des oiseaux nicheurs de 2016 même si Vigie-nature évoque un déclin de 44% depuis 2001. Ceci dit, les populations de busards sont largement dépendantes des cycles de pullulation des campagnols donc varient considérablement d'une année sur l'autre. Il se reproduit au sein des forêts claires, des landes et coupes forestières et parfois dans les cultures. En ex-région Centre, il est toutefois classé quasi-menacé. Dans notre cas précis, un seul individu a été noté en juillet 2019 au sud de l'éolienne E3, en chasse.

Le Faucon crécerelle est classé quasi-menacé sur la liste rouge des oiseaux nicheurs de 2016, avec un déclin estimé à 62% depuis 1989. Il n'a été noté qu'une fois au cours de la saison de reproduction. Il s'agit d'une femelle volant parallèlement à la ligne d'éolienne, au nord de celle-ci. Cette espèce est très sensible à la collision, avec 592 cas recensés en Europe dont 103 en France (Dürr, 2019).

Figure 29 Carte des données brutes des rapaces en période de nidification de 2019 sur le parc éolien de Champagne Berrichonne



4.3.2.5 Densités et fréquences relatives

Les résultats d'inventaires issus des graphiques de la page suivante témoignent d'un cortège peu contrasté avec surtout des espèces de milieux ouverts et semi-ouverts:

- des espèces à grande valence écologique (Fauvette à tête noire, Merle noir, etc.) ;
- des espèces de milieux ouverts et bocager (Bruant proyer, Alouette des champs, Bruant jaune, Linotte mélodieuse, etc.).

En regardant les valeurs d'IPA cumulés, de densité et de fréquences relatives, les espèces qui sont les plus nombreuses sont l'Alouette des champs et le Pigeon ramier.

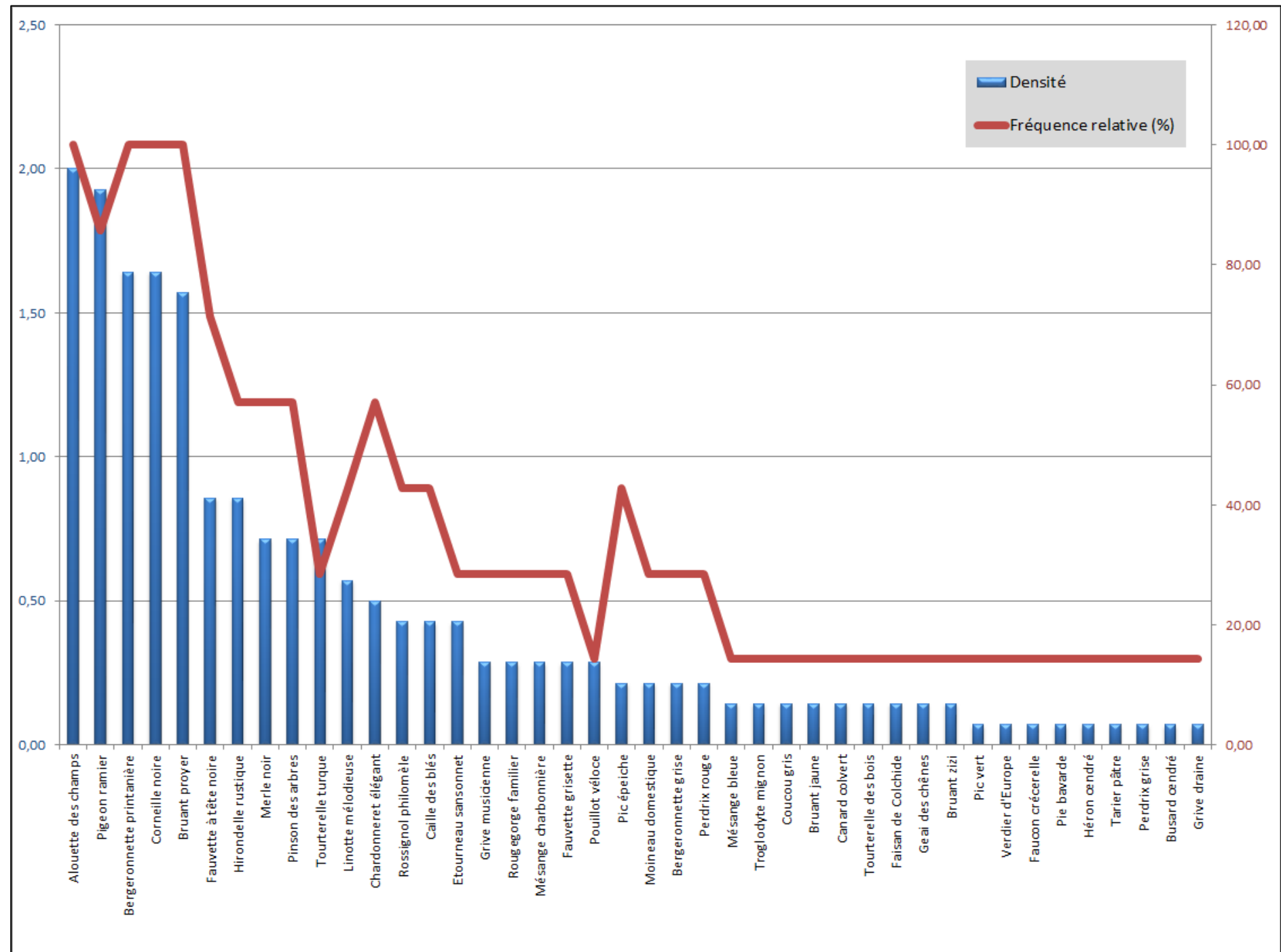
Au niveau du graphique de la figure page suivante, lorsque le profil de la fréquence relative présente un creux par rapport à celui de la densité, cela sous-entend une concentration des représentants de l'espèce de façon localisée. Lorsque le secteur sur lequel est observé cette densité importante présente une particularité d'habitats isolés, cela peut supposer la présence d'une niche écologique pour l'espèce en question, à moins que ces regroupements reflètent plutôt un comportement d'espèce grégaire. Dans notre cas, cela ne s'applique que pour le Pigeon ramier et la Tourterelle turque. Concernant le Pigeon ramier c'est le fait que l'espèce soit grégaire qui explique ce profil, alors que pour la Tourterelle turque, c'est le fait qu'elle soit présente dans un habitat particulier, ici le milieu urbain.

Les données des IPA nous permettent également de nous rendre compte que la richesse spécifique est la plus élevée au niveau du point 2 et la plus faible au niveau du point 5. Ceci peut être expliqué par un milieu hétérogène au niveau du point 2 avec lisière, champs et habitations alors qu'il est plus homogène au niveau du point 5 avec seulement de grandes cultures.

Figure 30 Tableau des IPA par points d'écoute et par espèce lors du suivi de 2019

Espèce	1	2	3	4	5	6	7	IPA cumulé	Densité	Fréquence relative (%)
Alouette des champs	3	1	2	2	2	2	2	14,00	2,00	100,00
Pigeon ramier	1	2,5	1,5	0,5	4	4		13,50	1,93	85,71
Bergeronnette printanière	1,5	1	2	2	2	1	2	11,50	1,64	100,00
Cornelle noire	4,5	1	1	1	2,5	0,5	1	11,50	1,64	100,00
Bruant proyer	3	1	1	1	2	2	1	11,00	1,57	100,00
Fauvette à tête noire	1	2		1	1	1	1	6,00	0,86	71,43
Hirondelle rustique	1,5	2		1,5		1		6,00	0,86	57,14
Merle noir		2		1		1	1	5,00	0,71	57,14
Pinson des arbres		1		2		1	1	5,00	0,71	57,14
Tourterelle turque		2		3				5,00	0,71	28,57
Linotte mélodieuse					2,5	0,5	1	4,00	0,57	42,86
Chardonneret élégant			1	1	0,5		1	3,50	0,50	57,14
Rossignol philomèle		1				1	1	3,00	0,43	42,86
Caille des blés	1		1	1				3,00	0,43	42,86
Etourneau sansonnet	2,5	0,5						3,00	0,43	28,57
Grive musicienne		1					1	2,00	0,29	28,57
Rougegorge familier		1		1				2,00	0,29	28,57
Mésange charbonnière		1		1				2,00	0,29	28,57
Fauvette grisette					1	1		2,00	0,29	28,57
Pouillot véloce		2						2,00	0,29	14,29
Pic épeiche		0,5	0,5	0,5				1,50	0,21	42,86
Moineau domestique		1		0,5				1,50	0,21	28,57
Bergeronnette grise	0,5	1						1,50	0,21	28,57
Perdrix rouge	1					0,5		1,50	0,21	28,57
Mésange bleue				1				1,00	0,14	14,29
Troglodyte mignon		1						1,00	0,14	14,29
Coucou gris				1				1,00	0,14	14,29
Bruant jaune		1						1,00	0,14	14,29
Canard colvert		1						1,00	0,14	14,29
Tourterelle des bois		1						1,00	0,14	14,29
Faisan de Colchide		1						1,00	0,14	14,29
Geai des chênes		1						1,00	0,14	14,29
Bruant zizi				1				1,00	0,14	14,29
Pic vert				0,5				0,50	0,07	14,29
Verdier d'Europe				0,5				0,50	0,07	14,29
Faucon crécerelle					0,5			0,50	0,07	14,29
Pie bavarde				0,5				0,50	0,07	14,29
Héron cendré		0,5						0,50	0,07	14,29
Tarier pâtre						0,5		0,50	0,07	14,29
Perdrix grise				0,5				0,50	0,07	14,29
Busard cendré				0,5				0,50	0,07	14,29
Grive draine				0,5				0,50	0,07	14,29
Points d'obs	1	2	3	4	5	6	7			
Richesse spécifique	11	26	10	23	9	14	11			

Figure 31 Graphique des IPA moyens et fréquence relative par espèce



■ **Espèces nicheuses contactées avant et après implantation des éoliennes**

4.3.2.6 Comparaison des cortèges d'espèces nicheuses entre l'état initial et les suivis post-implantation de 2018 et 2019

Au total, 57 espèces d'oiseaux nicheurs ont été contactées avant et après implantation des éoliennes. 8 espèces n'ont été contactées qu'avant implantation des éoliennes (EXEN 2009). 3 espèces n'ont été contactées qu'après la mise en place des éoliennes. Les résultats des IPA de l'état initial sont rappelés p.50 et p.51.

Figure 32 Liste des espèces contactées avant et / ou après implantation des éoliennes

Espèces contactées avant et après implantation des éoliennes		Espèces contactées uniquement avant implantation des éoliennes	Espèces contactées uniquement après implantation des éoliennes
Alouette des champs	Hypolaïs polyglotte	Accenteur mouchet	Bruant zizi
Bergeronnette grise	Linotte mélodieuse	Courlis cendré	Héron cendré
Bergeronnette printanière	Loriot d'Europe	Epervier d'Europe	Martinet noir
Bruant jaune	Merle noir	Fauvette des jardins	
Bruant proyer	Mésange bleue	Gobemouche gris	
Busard cendré	Mésange charbonnière	Hirondelle de fenêtre	
Busard Saint-Martin	Moineau domestique	Serin cini	
Buse variable	Perdrix grise	Sitelle torchepot	
Caille des blés	Perdrix rouge		
Canard colvert	Pic épeiche		
Chardonneret élégant	Pic vert		
Corneille noire	Pie bavarde		
Coucou gris	Pigeon ramier		
Etourneau sansonnet	Pinson des arbres		
Faisan de Colchide	Pouillot véloce		
Faucon crécerelle	Rosignol philomèle		
Fauvette à tête noire	Rougegorge familier		
Fauvette grisette	Rougequeue noir		
Geai des chênes	Tarier pâtre		
Grimpereau des jardins	Tourterelle des bois		
Grive draine	Tourterelle turque		
Grive musicienne	Troglodyte mignon		
Hirondelle rustique	Verdier d'Europe		

Cela concerne la grande majorité des espèces, dont certaines patrimoniales (en orange dans le tableau précédent).

L'Alouette des champs est bien représentée lors de l'état initial avec en moyenne 2,72 couples recensés par point d'écoute sur l'ensemble de l'aire d'étude. En 2018 et 2019, l'espèce est également bien présente dans les zones ouvertes tout autour des éoliennes, avec en moyenne 3,14 couples par point d'écoute en 2018 et 2 couples par point en 2019. En comparant le nombre de couples comptés sur les points d'écoute en commun entre les suivis pré et post-implantation, on obtient des résultats comparables. La présence des éoliennes ne semble donc pas avoir influencé la présence de cette espèce sur la zone. Cependant, il faut rappeler que l'Alouette des champs est sensible au risque de collision avec les pales des éoliennes lors des vols chantés, où les individus peuvent monter jusqu'au niveau des pales. Dürr (2019) recense 380 cas de mortalité de cette Alouette en Europe.

Le Bruant jaune est noté sur 8 des 25 points suivis lors de l'état initial, dans divers milieux (hameaux, ripisylves, lisières). En 2018 et 2019, les observations ont lieu au nord-ouest de la zone, au niveau de la ripisylve. Concernant les points d'écoute en commun, le Bruant jaune était observé sur les points 2, 4 et 6 lors de l'état initial, alors qu'il n'est contacté que sur le point 2 en 2018. Cependant, il ne s'agit à chaque fois que d'un seul couple par point.

Le Bruant proyer est bien présent sur l'ensemble de l'aire d'étude lors de l'état initial avec en moyenne 1,5 couple par point d'écoute. En 2018, il est aussi bien représenté avec 2,57 couples en moyenne par point d'écoute et en 2019, c'est environ 1,57 couple par point d'écoute. Il est noté à chaque fois sur tous les points en commun entre les suivis pré et post-implantation. Sa présence ne semble donc pas impactée par la présence du parc éolien.

Le Busard cendré a été observé sur 3 points d'écoute lors de l'état initial, deux étant situés au nord de l'aire d'étude utilisée lors de l'état initial et un au niveau du parc éolien actuel, il s'agit du point au sud de l'éolienne E1, lieu-dit « le Buisson ». Il était supposé qu'un couple au maximum nichait dans les alentours de l'aire d'étude mais avec aucun indice de nidification. En 2018, l'espèce n'a pas été observée, et elle a été notée une seule fois en 2019 au sud-ouest de l'éolienne E3 en chasse. La présence de cette espèce dépend fortement des ressources alimentaires et donc de la nature des cultures, qui peut varier d'une année à l'autre. Néanmoins, il semblerait que le site soit une zone de chasse occasionnelle pour cette espèce.

Le Busard Saint-Martin, lors de l'étude d'impact, a été contacté sur 4 points d'observation. Trois des points étaient situés dans la zone nord de l'aire d'étude et le dernier est au sud-est du parc éolien actuel. En 2018, au moins 2 males sont observés en chasse sur tout le parc éolien et en 2019, c'est un seul individu qui est contacté en chasse au sud-ouest de l'éolienne E3. Il est donc probable qu'au moins un

couple niche dans les environs du parc éolien. L'espèce est sensible au risque de collision avec 11 cas de mortalité recensés (Dürr, 2019).

Le Chardonneret élégant était contacté sur 6 des 25 points d'écoute suivis lors de l'état initial, dont 2 suivis également post-implantation, au niveau des deux hameaux. En 2018, l'espèce n'a pas été contactée alors qu'en 2019, elle a été notée à plusieurs reprises près des éoliennes E4 et E5. Il semblerait donc que l'absence de l'espèce en 2018 soit due à des facteurs divers telles que les variations dans la ressource alimentaire plutôt que par la présence des éoliennes.

Le Faucon crécerelle a été contacté sur 4 points d'écoute lors de l'état initial, dont 1 situé au niveau du parc éolien actuel (près de l'éolienne E4). En 2018, il est contacté 4 fois en chasse autour du parc éolien alors qu'en 2019, ce n'est qu'un seul individu qui est observé en transit au nord de la ligne d'éoliennes. L'espèce n'est pas farouche à la présence des éoliennes, elle semble donc toujours utiliser ponctuellement le site pour chasser ou se déplacer.

L'Hirondelle rustique est présente un peu partout sur l'aire d'étude lors de l'état initial. Concernant la zone où se trouvent actuellement les éoliennes, elle était notée surtout au niveau des hameaux. En 2018 et 2019, elle est également contactée au niveau des hameaux avec quelques comportements de chasse au niveau des zones ouvertes du parc éolien. Là encore, la mise en place du parc éolien ne semble pas avoir influencé la présence de cette espèce qui se reproduit dans les hameaux aux alentours du parc. Cependant, l'espèce est sensible au risque de collision avec les pales des éoliennes, Dürr (2019) recense en effet 45 cas de collision en Europe.

La Linotte mélodieuse a été contactée sur 6 points d'écoute lors de l'état initial, dont 3 autour du parc éolien actuel. En 2018, elle est contactée sur 4 des 6 points d'écoute et en 2019, elle est également présente près des éoliennes. L'espèce semble donc toujours bien présente au niveau du parc éolien.

La Perdrix grise était contactée sur plusieurs points mais dans la partie nord de l'aire d'étude utilisée lors de l'étude d'impact. Aucune observation n'avait été faite au niveau du parc éolien actuel. En 2018, elle n'est observée qu'une fois, sur la plateforme de l'éolienne E5. En 2019, elle n'est également contactée qu'une seule fois près de l'éolienne E4.

Le Tarier pâtre a été observé sur deux points différents lors de l'état initial, dont un point situé au sud-ouest du parc éolien actuel où 3 couples étaient notés. Ce point n'a pas été suivi après implantation des éoliennes, mais un couple a été observé au sud-est de la ligne d'éoliennes en 2018 et en 2019.

La Tourterelle des bois a été contactée sur 10 des 25 points d'écoute suivis lors de l'étude d'impact. Concernant les points d'écoute en commun entre les deux suivis, elle n'avait été contactée que sur le point au sud de la ligne d'éoliennes. Après implantation des éoliennes, elle est également contactée sur ce point, mais aussi au niveau de la ripisylve et dans un bosquet au sud de l'éolienne E3. L'espèce ne semble donc pas avoir été impactée par la présence des éoliennes sur l'utilisation du milieu pour la nidification.

Le Verdier d'Europe a été contacté sur 4 des 25 points étudiés lors de l'étude d'impact. Deux couples étaient notés au niveau du hameau de Boisramier. En 2018 et 2019, c'est uniquement sur ce même point d'écoute qu'un couple a été noté.

■ *Espèces nicheuses recensées uniquement avant implantation des éoliennes*

Le Courlis cendré a été contacté sur un seul point d'écoute situé en ripisylve tout au nord de l'aire d'étude utilisée lors de l'état initial. Le secteur étant assez éloignée de l'aire d'étude actuelle, aucun impact du parc éolien ne peut être établi.

La Fauvette des jardins a été contactée 3 fois mais sur des zones en dehors du parc éolien actuel. Il est donc là aussi difficile de comparer les résultats entre les suivis.

L'Hirondelle de fenêtre a été observée uniquement au niveau du hameau de Boisramier lors de l'état initial. Un seul couple était estimé. C'est une espèce qui niche dans les hameaux, villes ou village et se nourrit d'insectes dans les zones ouvertes.

Le Serin cini a été observé sur deux points lors de l'état initial, dont un au niveau du hameau de Boisramier. Comme pour l'Hirondelle de fenêtre, un seul couple y était estimé. Vu la distance entre le hameau et la ligne d'éoliennes, il paraît peu probable que la présence du parc éolien de Champagne Berrichonne ait impacté la présence de cette espèce.

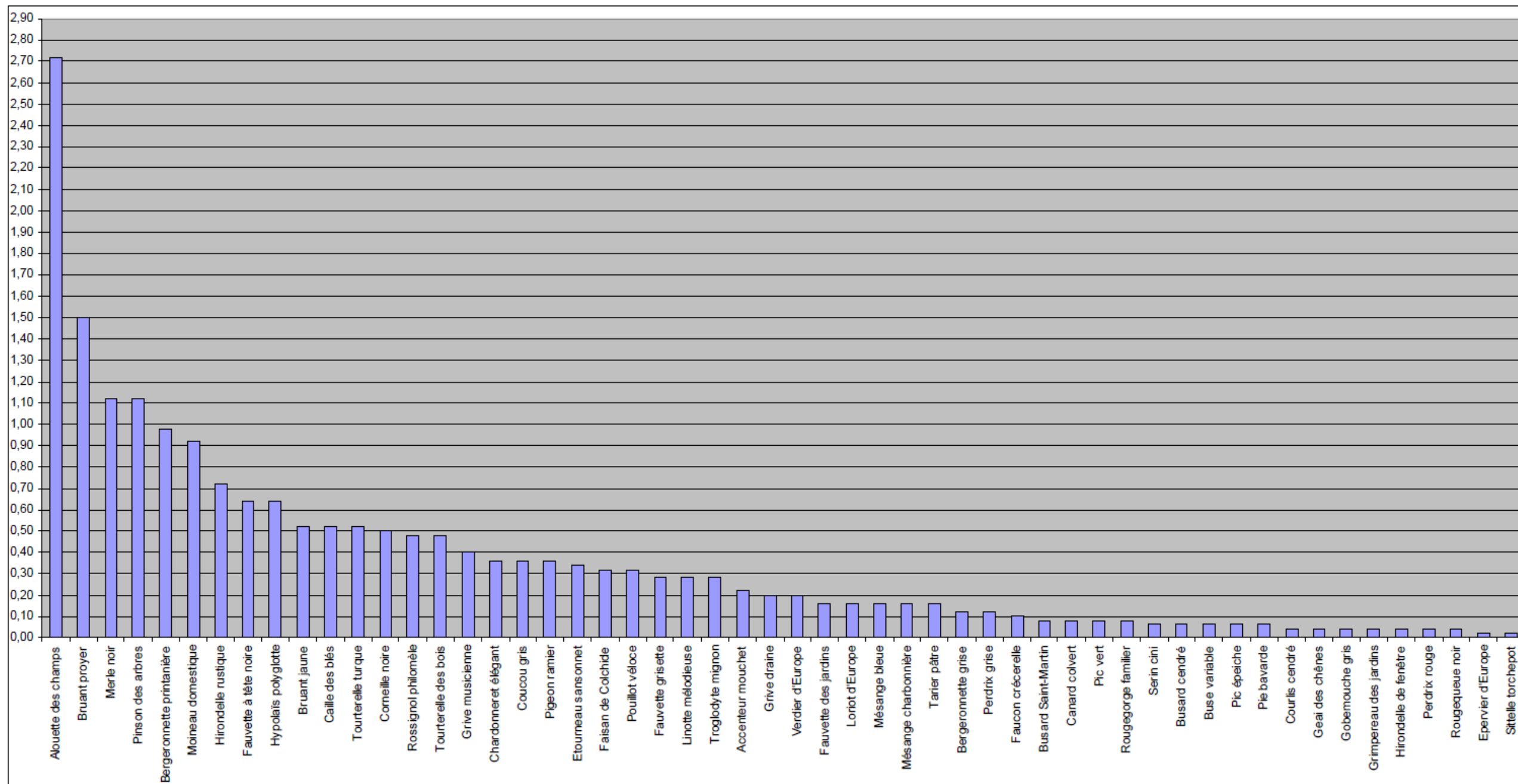
■ *Espèces nicheuses recensées uniquement après implantation des éoliennes*

Le Martinet noir a été observé à plusieurs reprises en 2018, en particulier au niveau du hameau de Boisramier qui peut être favorable à la nidification de cette espèce, ainsi qu'au niveau des zones ouvertes du parc éolien où il peut venir chasser. Cependant, le Martinet noir n'a pas été vu en 2019.

Figure 33 Tableau des IPA par points d'écoute et par espèce lors de l'état initial de 2009

Nom Français	pt 1	pt 2	pt 3	pt 4	pt 5	pt 6	pt 7	pt 8	pt 9	pt 10	pt 11	pt 12	pt 13	pt 14	pt 15	pt 16	pt 17	pt 18	pt 19	pt 20	pt 21	pt 22	pt 23	pt 24	pt 25	nb moyen de couples
Alouette des champs	3	2	4	2	3	2	2	2	3	3	3	2	5	3	3	2	3	2	3	5	2	2	3	2	2	2,72
Bruant proyer	2	2	2	2	3	1	1	1	2	1	1	1	2	0	2,5	2	2	2	1	2	2	2	0	1	0	1,50
Mélie noir	1,5	2	1	3	3	1	2	1,5	1	1,5	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	1	0,5	2	1	0	1,12
Pinson des arbres	1	1	0	4	3	0	3	2	0	4	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1,12
Bergaonnette printanière	1	0	1	0	0	1	0	0,5	1,5	1	3	0	1,5	0	1	1	3	1,5	2	1	0	0,5	0	2	2	0,98
Mouneau domestique	0	3	0	5	0	1,5	0	2	5	0	0	1	2,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	2,5	0	0,92
Hirondelle rustique	0	1	0	1,5	0	0,5	0	0	4	0	0	0	2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	2	1,5	5	0	0,72
Fauvette à tête noire	1	0	0	2	2	0	1	2	0	2	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,64
Hypolaïs polyglotte	0	0	0	2	2	1	2	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0,64
Bruant jaune	0	1	0	1	2	1	0	0	0	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,52
Caille des blés	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	0	2	1	0	0	0,52
Tourterelle turque	2	3	0	3	0	1	0	0,5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0	0,52
Cornelle noire	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0	1	1,5	0	0,5	0,5	0	0,5	1	0,5	0,5	0	1	0	1	0	1	1,5	0	0	0,50
Rozagnol philonèle	1	0	0	1	2	0	1	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,48
Tourterelle des bois	0	0	0	0	1	1	0	1,5	0	0	1	1	0	2,5	0	1,5	0	0	0	0	0,5	1	1	0	0	0,48
Grive musicienne	0	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40
Chardonnet élégant	0	1,5	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,36
Coucou gris	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0,36
Pigeon ramier	0	0	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,36
Brousseau saronnet	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	3	0	0	0,34
Faisan de Colchide	0	0,5	1	0	0,5	0	0	0	1	0,5	1	0	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0,32
Pouillot véloce	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,32
Fauvette grise	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,28
Linotte mélodieuse	0	0	0	0	1	1	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1	2	0	0	0,28
Troglodyte mignon	0	1	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28
Acocheur mouchet	1	0,5	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22
Grive draine	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20
Vercher d'Europe	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,20
Fauvette des jardins	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16
Laniot d'Europe	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16
Mésange bleue	0	0	0	0,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16
Mésange charbonnière	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,16
Tanais pâtre	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16
Bergaonnette grise	0	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0,12
Pardus grise	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	1	0,12
Faucon crécerelle	0	0	0,5	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10
Buzard Saint-Martin	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0,08
Canard colvert	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08
Pic vert	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08
Rougegorge familier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08
Savin cini	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,06
Buzard ocré	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06
Buze variable	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0,06
Pic épeche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,06
Pie bruvard	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06
Courlis ocré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04
Geai des chênes	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0,04
Gobemouche gris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04
Grimpereau des jardins	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04
Hirondelle de fenêtre	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04
Pardus rouge	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04
Rougequeue noir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04
Epervier d'Europe	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
Sittelle torchepot	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
Biodiversité par point	12	18	9	21	18	15	26	16	11	18	10	7	17	25	8	22	4	8	4	7	7	18	22	9	2	0,36

Figure 34 Graphique des indices IPA moyens par espèce et par point d'observation lors de l'état initial de 2009



4.3.2.7 Hauteur de vol de l'avifaune nicheuse de 2019

En ce qui concerne les 342 observations réalisées lors de la période nuptiale de 2019, les oiseaux posés (H0) représentent environ 60% des observations. Ce constat est logique puisque la majorité des espèces réduisent leurs déplacements en période nuptiale, qui s'apparentent uniquement à de la recherche de nourriture localement et au nourrissage des jeunes. Cela concerne uniquement les passereaux et intermédiaires qui ont des territoires assez retroints.

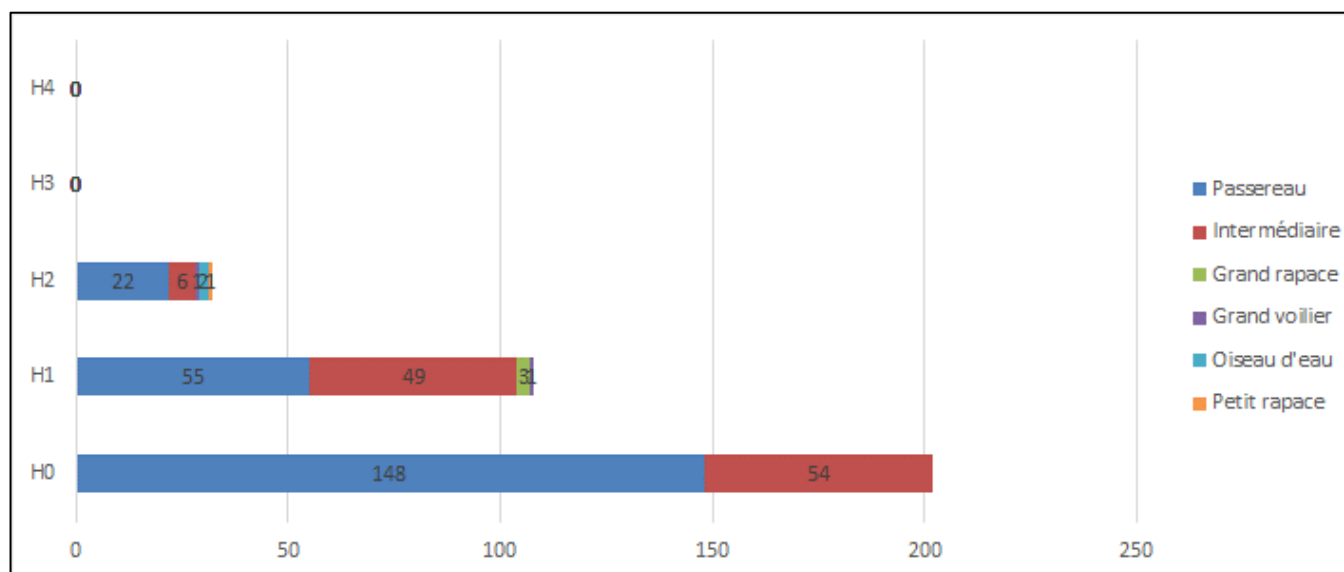
Au niveau des oiseaux observés en H1, ce sont également majoritairement des passereaux et intermédiaires qui effectuent des déplacements limités et qui n'ont donc pas forcément besoin de prendre de la hauteur. On retrouve également à cette hauteur de vol plusieurs espèces de rapaces (Busard cendré, Buse variable, Busard Saint-Martin) et de grands voiliers (Héron cendré).

Pour des contacts d'oiseaux évoluant à différentes hauteurs sur une même trajectoire, nous prenons en compte la classe **H2** la plus défavorable si celle-ci est utilisée au moins une fois. 32 observations se rapportent à cette hauteur. Au niveau des passereaux et oiseaux de taille intermédiaire, on ne retrouve que l'alouette des champs avec son vol chanté, la corneille noire ainsi qu'une observation de linotte mélodieuse en vol. Chez les rapaces, ce sont la buse variable, le faucon crécerelle et le busard Saint-Martin que l'on observe. On retrouve également une observation de héron cendré et de canard colvert.

Enfin, aucune observation n'a été faite au-dessus du niveau des pales des éoliennes.

En 2018, les hauteurs de vol étaient similaires à celles de 2019.

Figure 35 Répartition du nombre d'individus par hauteur de vol en période nuptiale de 2019



4.4 Conclusions sur le suivi de l'activité de l'avifaune

D'une façon générale, les observations sont assez similaires entre l'état initial avant implantation de 2009 et les suivis post-implantation de 2018 et 2019. Plus qu'un effet évident du parc éolien sur les populations, leur répartition ou leurs comportements, les disparités interannuelles semblent plus provenir d'une surface de prospection plus importante lors de l'état initial, d'une évolution des milieux au cours des dix années, d'une évolution des effectifs et de la répartition des espèces ou encore d'autres facteurs d'influence interannuels (climatiques notamment) induisant une certaine difficulté de comparaison objective.

Enfin, en 2019, au niveau des rapaces et grands voiliers, aucun comportement à risque n'a été noté au niveau du parc éolien de Champagne Berrichonne. Seules les alouettes des champs ont été aperçues près des éoliennes à hauteur de vol des pales lors de leur vol chanté.

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

5.1 Objectifs du suivi de la mortalité

Le suivi de la mortalité sous les éoliennes du parc éolienne Champagne Berrichonne 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 des chauves-souris et la mortalité de la faune volante (oiseaux et chiroptères).

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 un des thèmes d'étude prépondérants du suivi post-implantation, 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 :

- 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...);
- Le taux de mortalité estimé pour l'ensemble du parc éolien de Champagne Berrichonne, par unité de temps;
- Les espèces les plus exposées en fonction des milieux et en fonction des conditions météorologiques...

De façon plus générale, idéalement, les résultats du suivi de la mortalité doivent être analysés en parallèle des résultats d'activité des chauves-souris. Le tableau de synthèse général des données brutes de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux retrouvés lors du suivi 2019 est présenté en Annexe 4 page 125.

5.2 Méthodologie

5.2.1 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 de Champagne Berrichonne (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.

5.2.2 Choix des périodes de suivis et fréquence des visites

Le choix des périodes de suivi doit logiquement se faire en fonction des enjeux ou des notions de risques qui peuvent être parfois évalués difficilement au niveau de l'étude d'impact pré-implantation. Il s'agit alors de cibler tout particulièrement les périodes du cycle biologique des espèces qui peuvent apparaître comme les plus à risques ou du moins pour lesquels la maîtrise des risques pourrait être la plus délicate.

Aussi, nous nous référons ici aux références bibliographiques nationales et à notre importante expérience de suivis de mortalités pratiqués depuis 2008 en région Occitanie et qui nous permettent d'apprécier que les cadavres d'oiseaux et de chauves-souris sont clairement détectés principalement entre mai et novembre, avec une période plus à risque centrée sur la phase automnale, pour les deux taxons.

Le choix de la pression de suivi, c'est-à-dire le laps de temps entre 2 passages, est un élément fondamental de la qualité de l'étude. En effet, si ce délai de retour est supérieur à la durée moyenne de disparition des cadavres au sol, alors il sera impossible d'être conclusif sur le niveau de mortalité généré par les éoliennes. Concrètement, dans ces conditions, il sera tout simplement impossible d'appliquer les différentes formules mathématiques permettant d'estimer le « taux de prédation ». Or, par expérience, dans la grande majorité des sites étudiés, et selon les saisons, la vitesse de disparition des cadavres est généralement inférieure à une semaine. C'est la raison pour laquelle, la SFEPM, mais aussi nombre de

services de la DREAL s'opposent aujourd'hui à tout protocole de suivi de la mortalité qui se base sur un pas de temps de retour de moins de 2 visites par semaine.

Le calendrier de ciblage des périodes de suivi a été défini en fonction des résultats du suivi d'activité et des résultats du suivi de la mortalité de 2018 sur le parc éolien de Champagne Berrichonne. En 2018, 2 périodes de mortalité avaient pu être mis en évidence : fin août et mi-octobre, correspondant avec les périodes de plus forte activité relevée en hauteur. Au regard de notre expérience, des cas de mortalité peuvent être découverts dès le mois de mai. Mais la pression de suivi effectuée lors du suivis 2018 était assez faible, avec des périodes importantes non suivis, notamment entre mi-septembre et mi-octobre.

Afin de tenir compte des résultats du suivi d'activité en hauteur, mais aussi de ceux du suivi de la mortalité au sol, mais aussi des biais de prospection en 2018, **24 visites étalées entre mai et octobre** ont été effectuées en 2019, avec 1 visite par semaine.

Figure 36 : Calendrier de ciblage des périodes de suivi les plus judicieuses dans le contexte local et d'après les résultats de suivis menés en 2018

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.																											
Activité "classique" des chauves souris			Sortie de gîtes et transits printaniers		Transits et mises bas jusqu'à envol des jeunes				Comportements de sw arming et transits d'automne																														
Périodes à risque pour les espèces migratrices patrimoniales (Minioptère, Grande noctule, Sérotine bicolore, Pipistrelle de Nathusius...)			Sortie d'hibern.	Transits migratoires de printemps	Mise bas		Envol jeunes	Transits migratoires d'automne (+ sw arming)			Entrée hivern.																												
Facteurs d'influence théoriques selon les années					Essaimages d'insectes + orages				Essaimages d'insectes + orages																														
Activité "classique" des oiseaux	Hivernants		Migrations printanières et nicheurs précoces			Nicheurs tardifs			Migrations automnales			Hivernants																											
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.																											
Nombre de visites ciblées sur le suivi de la mortalité oiseaux et chauves souris (pour environ)					1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0																	
Réalisation des tests pour calcul des coefficients correcteurs du taux de mortalité (2 demi-jours en binome)										1,0	1,0																												

5.2.3 Choix des éoliennes suivies

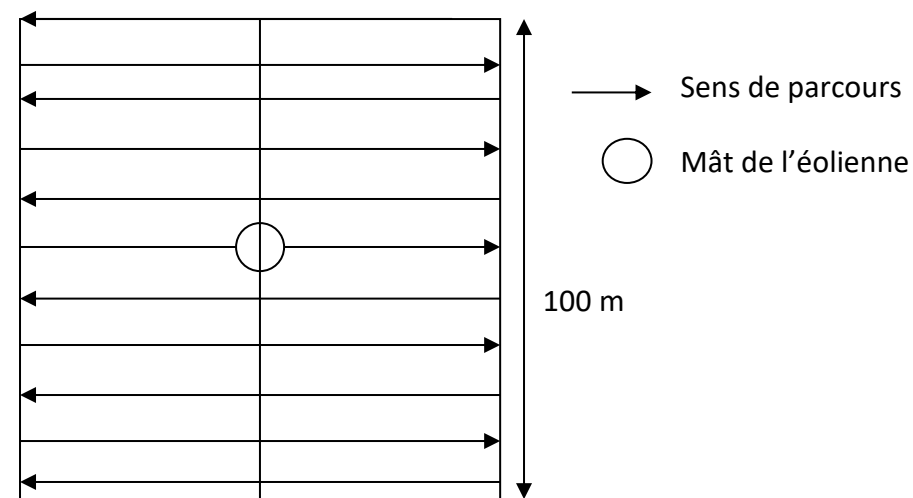
Par expérience, et devant le caractère très hétérogène de l'impact sur la faune volante généré d'une éolienne à une autre, le choix de suivre toutes les éoliennes du parc avec une même pression de suivi était la solution la plus pertinente. C'est ce qui fut retenu, avec, nous le verrons, cependant, quelques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

5.2.4 Organisation des parcours de prospection

Le parcours de prospection (transect) sous chaque éolienne a été préétabli afin d'avoir 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.

La surface de recherche est de forme carrée. Les études de Kerns, Erickson et Arnett (2005) montrent que près de 80 % des carcasses pouvaient être trouvées à l'intérieur de la moitié de la distance mesurée du bout de pale jusqu'au sol. De façon plus générale, les différents suivis de la mortalité montrent logiquement l'existence d'un gradient croissant de la densité des cadavres en s'approchant du mât de l'éolienne. La surface prospectée idéale fut de 10 000 m² (un hectare), représentée par un carré de 100 m de côté, et une distance minimum de 50 m par rapport au mât de l'éolienne (distance supérieure à celle de la projection au sol du champ de rotation des pales d'éoliennes).

Figure 37 : Schéma représentatif du transect de prospection théorique



Concrètement, avant la première visite de mortalité et à partir de l'implantation des éoliennes et des fonds de carte Ortho fournis par le développeur éolien, nous matérialisons ces carrés de prospection de 1 ha sur un logiciel SIG. Par photo-interprétation, des entités délimitant les boisements, les haies denses, les plans d'eau, etc, sont créés au sein des carrés concernés par ce type d'élément paysager.

Lors de la première visite mortalité, le chercheur matérialise les 4 coins de chaque carré de mortalité, à l'aide de piquets fluos et d'un télémètre laser.

Puis, il vérifie que les zones délimitées sur carte (zones boisées, haies, ...) correspondent à ce qui se trouve sur le terrain et les corrige ou en crée des nouvelles si besoin.

La prospection se fait le long d'un transect de lignes virtuelles espacées de 3 à 10 m chacune selon la typologie des milieux au sein des carrés.

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 se repérer plus aisément dans le carré de prospection.

5.2.5 Définition des niveaux de difficulté de prospection

Selon le contexte paysager du parc, la prospection est plus ou moins difficile. 4 niveaux de difficulté de prospection ont donc été créés :

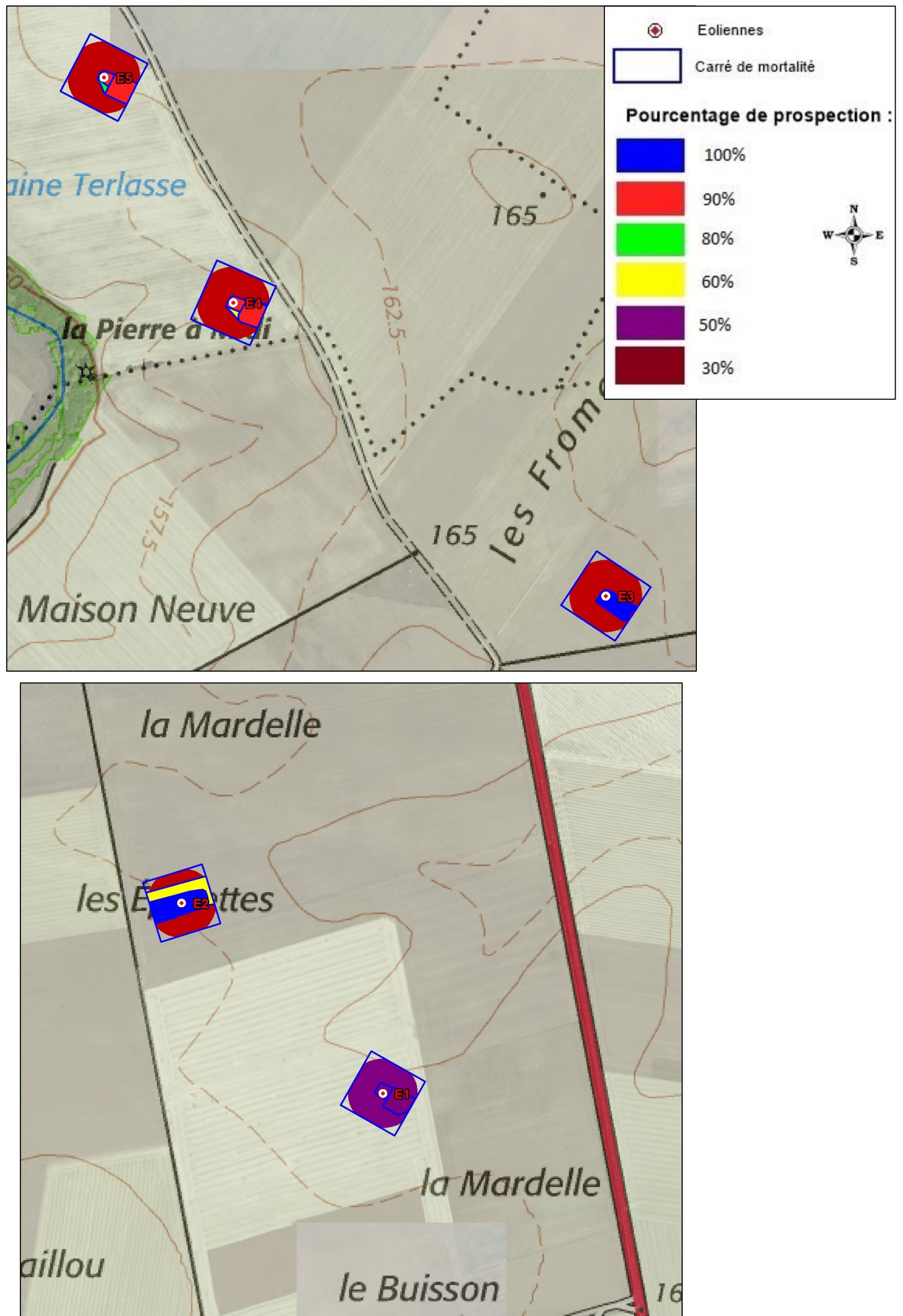
- « Très facilement prospectable » : gravier, terre battue, chemin d'accès (pas de végétation),
- « Facilement prospectable » : végétation éparse ou basse, labour, milieu homogène
- « Moyennement prospectable » : végétation d'une hauteur supérieure à 30 cm et dense, milieu hétérogène, ...
- « Non prospectable » : boisements, cultures, fougères épaisses, ronces denses, genêts...

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

Certaines zones ne sont pas prospectées (zones non prospectables) puisqu'on ne peut pas exclure, par exemple, que certains cadavres soient restés bloqués au niveau des branchages dans leur chute. Ces surfaces non prospectées seront alors évaluées pour prendre en compte ce biais au niveau des calculs du taux de mortalité (coefficient surfacique).

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 38 de la page suivante propose de visualiser les surfaces prospectées ainsi que le pourcentage de prospection associé.

Figure 38 : Carte de l'orientation des carrés et de la surface prospectée lors du suivi mortalité sous les éoliennes de Champagne Berrichonne
(en haut : la moitié nord, en bas : la moitié sud)



5.2.6 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 clefs 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 clefs 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., 2015) ...).

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

La fiche type de saisie de données de terrain est présentée en Annexe 3 de la page 123.

Figure 39 : Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves-souris



5.2.7 Détermination des coefficients correcteurs

5.2.7.1 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 (le 6 juin et le 9 septembre 2019).

5.2.7.2 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 plus ou moins haute, plus ou moins dense, etc). A ce propos, les zones « non prospectables » ne font pas l'objet du test.

Deux tests de détection sont effectués au cours du suivi de la mortalité, répartis sur des saisons différentes. Ces derniers sont faits grâce à des peluches de taille et de couleur différente afin de mimer des cadavres de chauves-souris et d'oiseaux. Les peluches souris miment les chauves-souris, les peluches oiseaux (petite autruche et moineaux) miment les passereaux et les peluches de grande taille (type rapace) miment les rapaces (cf. Figure 40). Autrement dit, les coefficients correcteurs utilisés pour calculer le taux de mortalité des chiroptères se baseront sur les résultats de test liés aux 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 souris, 7 peluches oiseaux et 3 gros gabarits de peluches oiseaux sont dispersés (soit un total de 10 peluches pour mimer les chauves-souris et 10 peluches pour mimer les oiseaux). Les résultats de ces différents tests seront développés plus bas.

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

Cas particulier d'une surface à prospecter inférieure à 50% de 1 hectare : Il s'agit alors d'effectuer ce test de détection sur 2 éoliennes différentes.

Les peluches doivent être dispersés de manière la plus équitable possible au niveau de chaque type de revêtement prospectable (ex : sur les 10 peluches souris, on en place 3 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 perception des peluches (mimant des cadavres) en fonction de la taille ou de la couleur des peluches mais aussi du substrat au sol.

Figure 40 : Clichés des peluches utilisées pour la réalisation des tests de détection (sur un autre site)



Figure 41 : Clichés témoignant de la difficulté de perception des peluches dispersées (sur un autre site)



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. En fin de session, les résultats permettent d'apprécier l'efficacité du chercheur,

caractérisée par le « taux de détection » (nombre de peluches découvertes / nombre de peluches déposées).

5.2.7.3 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.

2 tests sont effectués au cours de la période de suivi. Environ 10 cadavres-tests sont disposés sous les éoliennes, pour chaque test. Ce choix se justifie par la nécessité d'avoir assez de données pour avoir une idée précise du taux de prédation sur le site.

Pour une meilleure efficacité lors de la recherche des cadavres ultérieures, 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 se faire, des poussins d'élevage sont placés sous les éoliennes de manière la plus équitable possible au niveau de chaque type de revêtement prospectable (Type 1, 2 et 3), comme pour le test de détection.

Afin d'être plus représentatif et afin d'éviter l'effet selon lequel un seul prédateur pourrait prélever l'ensemble des cadavres déposés sous une seule éolienne, les cadavres ont été dispersés sous l'ensemble du parc pour tester cette persistance en fin de test d'efficacité du chercheur. Pas plus de 3 cadavres tests sont disposés sous la même éolienne.

Ne disposant actuellement que de poussins d'élevage de taille comparable, nous considérons qu'un poussin est le cadavre test de petite taille (chauves-souris ou passereaux). Pour les cadavres de grande taille, 2 cadavres de poussins ont été 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, la parcourir de façon méthodique (comme lors du test de l'efficacité du chercheur) et de s'aider de la carte de terrain pour remarquer la disparition ou le déplacement des cadavres par rapport aux positions initiales. En effectuant ce travail à plusieurs reprises, on peut alors apprécier l'action des nécrophages 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 entre eux à chaque fois. Ces retours-tests sont réalisés jusqu'à l'ensemble des cadavres-test ont 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.

5.2.7.1 Calculs

Nous verrons que 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. Nous développerons un peu plus les particularités de chacune des formules par la suite (cf. chapitre 5.3.6.2 page 72). 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, nous présenterons les résultats obtenus avec chacune des formules. Mais nous proposerons également une moyenne entre ces formules qui sera la base de la comparaison interannuelle des résultats.

Précisons également 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.

5.2.7.2 Intervalle de confiance

Nous avons été en mesure d'exploiter l'outil d'analyse de l'intervalle de confiance « EolApp » proposé par le CNRS (A. Besnard) pour apprécier la robustesse statistique du protocole de suivi de la mortalité mis en œuvre pour estimer le taux de mortalité.

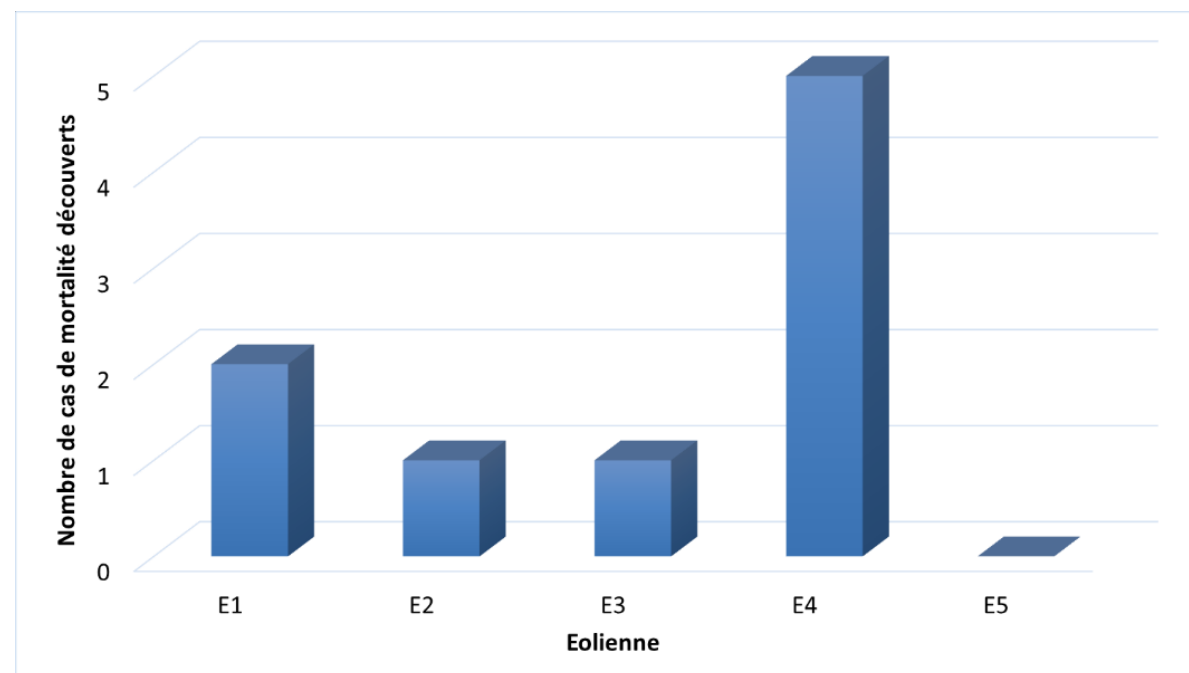
Cependant, nous tenons à souligner que cette approche des intervalles de confiance ne concerne qu'une approche quantitative des mortalités. Or, le constat de l'impact et donc, la nécessité et la façon de mettre en œuvre des mesures correctives repose aussi et surtout sur une perception qualitative de l'impact (quelles espèces concernées, quels statuts biologiques ou de patrimonialité ? ...). Autrement dit, au-delà de l'approche statistique du nombre de mortalités estimées, l'analyse fine des données brutes est tout aussi essentielle dans le processus de maîtrise des impacts éoliens.

5.3 Bilan de la mortalité des chauves-souris

5.3.1 Bilan des mortalités par éolienne

9 chauves-souris mortes furent retrouvées sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi menée entre le 13 mai et le 23 octobre 2019. Pour 24 visites de recherche réalisées au cours de cette période de 6 mois, cela représente une moyenne de 1,5 chauves-souris découvertes par mois pour l'ensemble du parc éolien (soit 5 éoliennes).

Figure 42 : Bilan des mortalités de chauves-souris constatées en 2019 et répartition par éolienne



On note que 4 des 5 éoliennes du parc éolien de Champagne Berrichonne ont été à l'origine de mortalités avérées en 2019. L'éolienne E4 a été la plus mortifère avec 5 cadavres retrouvés. L'éolienne E1 a été à l'origine de 2 cas de mortalité, et les éoliennes E2 et E3 ont été à l'origine de 1 cas de mortalité constaté. Aucun cas de mortalité n'a été retrouvé sous l'éolienne E5.

5.3.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris

Le premier graphique de la Figure 44 page 64 représente la chronologie des découvertes de cadavres de chauves-souris sur l'ensemble du parc éolien en 2019.

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 2019 sur une visite de terrain par semaine selon la période, 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 6-7 jours (une visite par semaine),
- Parfois plus pour les cadavres qui n'auraient été trouvés qu'après plusieurs passages des équipes de chercheurs.

Si on veut tenter d'analyser même grossièrement cette chronologie des mortalités avec différents facteurs d'influence, nous cherchons à 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 en effet l'objet d'une description de son état de décomposition, avec estimation approximative de la date de la mort.

Plusieurs critères d'appréciation peuvent être utilisés en parallèle comme :

- L'aspect général du cadavre (raideur cadavérique, état de déshydratation des chairs, yeux vitreux, décomposition, putréfaction des chairs, ...)
- La fréquentation d'insectes nécrophages et nécrophiles. Sans aller à une datation précise, nous distinguons grossièrement sur les cadavres les phases de :
 - Colonisation par les diptères les plus précoces, et les premières pontes quelques minutes après la mort ; pupes non écloses -> la mort date de moins de 8-20h, c'est-à-dire la nuit précédant la découverte pour un suivi matinal.
 - L'évolution des pontes des diptères ; présence d'asticots -> mort antérieure à 8-20h, c'est-à-dire que la mort a pu se produire deux ou trois nuits en arrière.
 - Les phases plus tardives, de l'ordre du jour ou quelques jours après la mort, de colonisation des coléoptères et hyménoptères, avec notamment la présence de Silphes non fousseurs tels que le Bouclier sinué (*Thanatophilus sinuatus*) intervenant au stade de putréfaction (digestion extra orale des cadavres).
 - Ou du Nécrophore chasseur (*Necrophorus investigator*) qui creuse des galeries sous les cadavres et les enterre progressivement. L'état d'avancement de l'enfouissement précise aussi un délai de plusieurs heures (ou jours).
- Et l'analyse comparative que nous pouvons faire du processus de décomposition des cadavres tests dispersés sur le site et suivis au cours des deux sessions de test de la campagne de suivi.

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 64 synthétise cette estimation corrigée de la date des mortalités. La différence est peu significative sur une large échelle de temps, mais elles pourront avoir certains intérêts pour d'éventuelles confrontations a posteriori entre ces mortalités et les conditions climatiques par exemple.

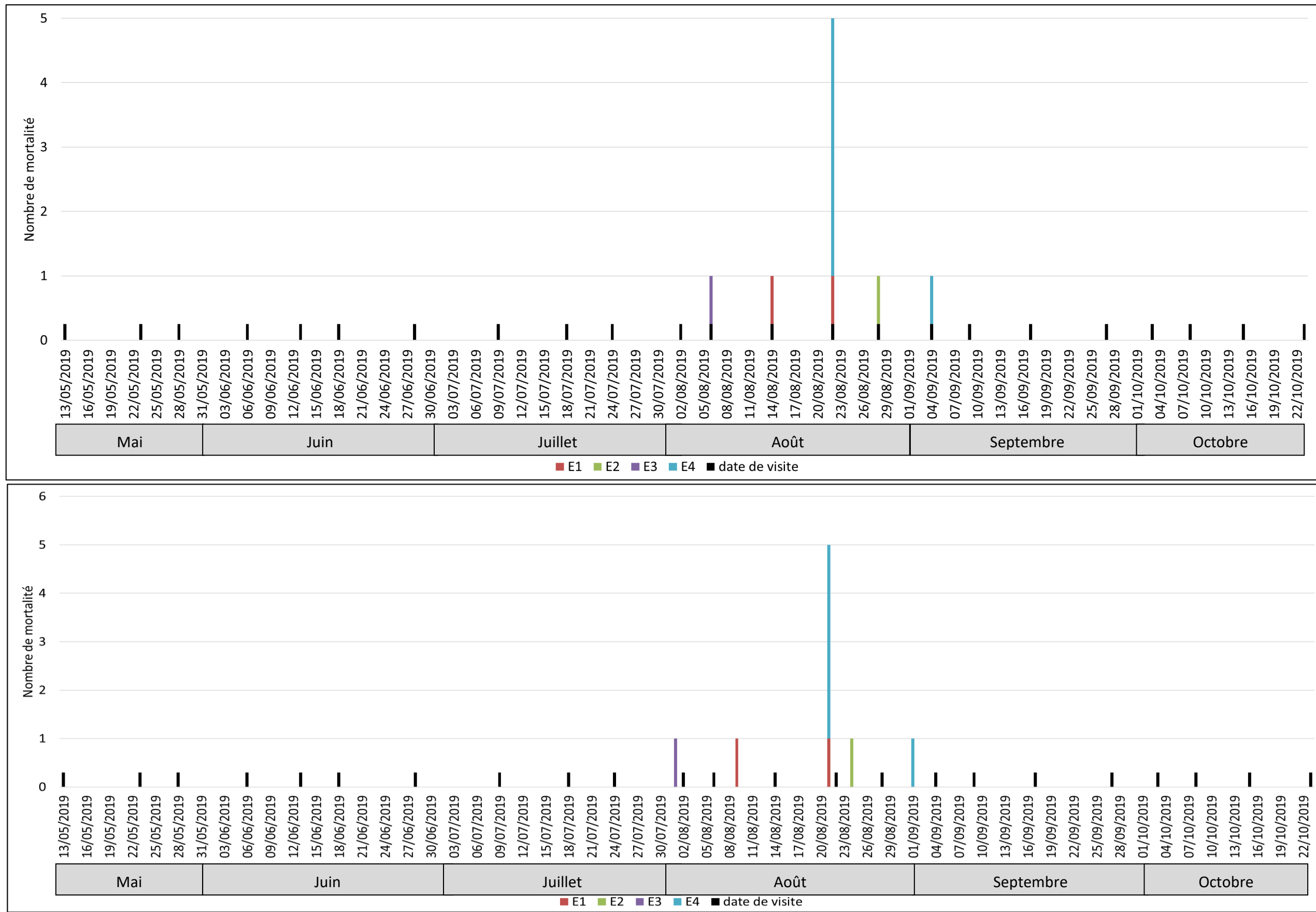
Précisons que, comparativement à d'autres parcs éoliens suivis dans la région avec la même méthodologie, les mortalités constatées sous ceux de Champagne Berrichonne ont apparemment été peu concernées par les effets de cette entomofaune nécrophage même si l'état de dégradation de certains cadavres était avancé.

*Figure 43 : Cliché d'exemple d'enfouissement d'une Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) par un couple de Nécrophore chasseur (*Thanatophilus sinuatus*), sous un autre parc*



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 44 : Chronologie des mortalités de chauves-souris (date de découverte en haut et date de mortalité estimée en bas) par éolienne en 2019

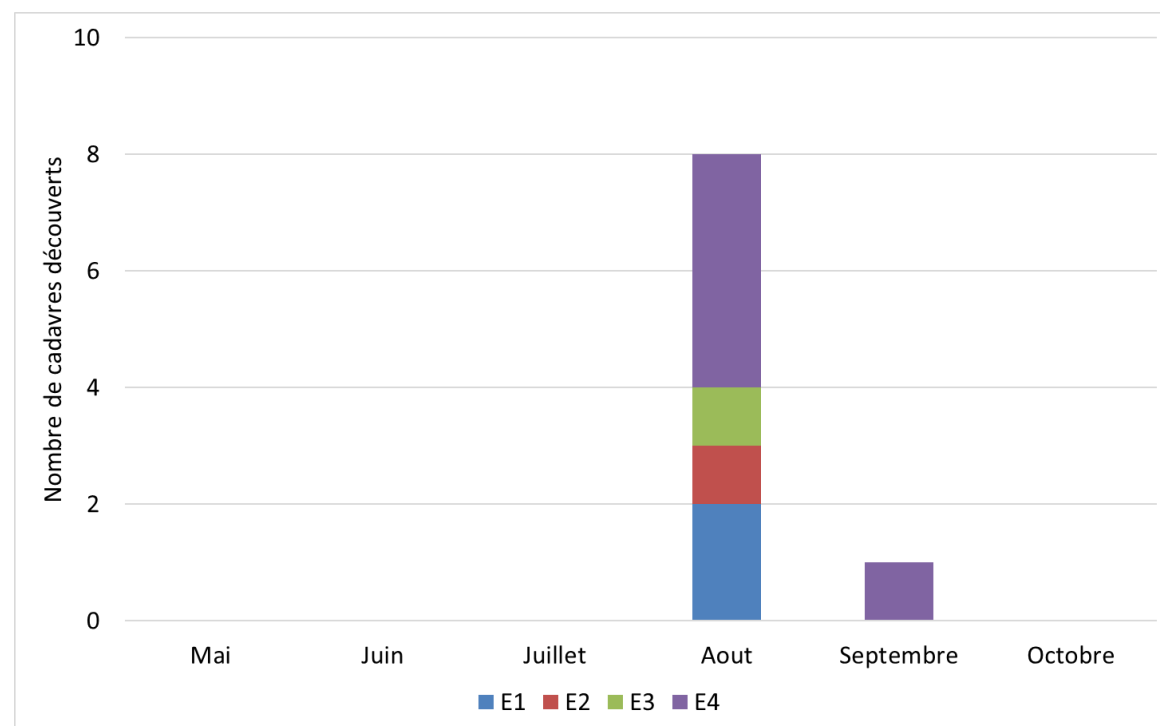


En ce qui concerne les rapports entre chronologie des mortalités et les éoliennes, 9 cas de mortalité sont apparus sous différentes éoliennes entre le 13 mai et le 23 octobre 2019 ; La période séparant ces cas de mortalité varie entre 6 et 8 jours. Ces mortalités sont très rapprochées dans le temps puisqu'elles ont été découvertes entre la 6 août et le 4 septembre ; Aucun cas de mortalité n'a été relevé en dehors de cette période.

Nous analyserons par la suite à quelle phénologie du cycle biologique des espèces correspondent ces périodes de mortalités et dans quelles conditions climatiques générales ont-elles pu avoir lieu.

De ce fait, les mortalités s'expliquent plutôt par des conditions bien particulières, qui peuvent aussi interagir entre elles ; on peut évoquer des conditions climatiques, jouant sur l'activité des chauves-souris comme celle des éoliennes, des situations phénologiques particulières qui pourraient augmenter ponctuellement le niveau d'activité des chauves-souris, ou encore certains comportements précis qui pourraient plus les exposer au risque de mortalité à un moment donné. Nous chercherons par la suite si cette concentration de mortalités s'exprime aussi pour des espèces ou des comportements comparables.

Figure 45 : Chronologie des mortalités de chauves-souris estimées (corrigées) par mois en 2019



5.3.3 Typologie des cadavres découverts

5.3.3.1 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 2019 sur certains cadavres mais la plupart étaient bien conservés au moment de la détermination. Dans notre cas précis, tous les cadavres ont fait l'objet de plusieurs analyses biométriques.

Le **cortège d'espèces impactées en 2019 est assez diversifié** puisque parmi les 9 cadavres découverts, nous avons pu distinguer au moins 4 espèces différentes. La Pipistrelle commune représente 5 cas. La Noctule de Leisler est la seconde espèce la plus retrouvée au sol après la Pipistrelle commune (2 cas). Les autres cadavres correspondent à de la Noctule commune (1 cas) et à de la Pipistrelle de Kuhl (1 cas).

Parmi ces espèces, la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont celles dont les statuts de conservation sont les plus défavorables à l'échelle nationale et régionale (niveau de patrimonialité modéré à fort), suivie de la Pipistrelle commune (niveau de patrimonialité modéré). Les statuts de conservation de la Pipistrelle de Kuhl ne sont pas défavorables à l'échelle nationale ou régionale. Son niveau de patrimonialité est considéré comme très faible.

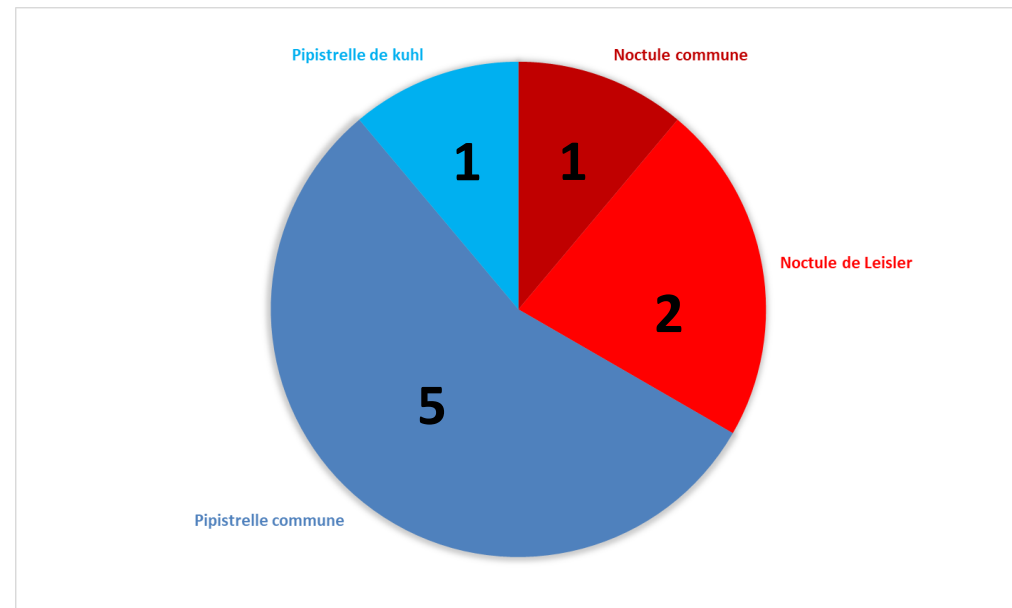
Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection, les statuts des espèces pour le plan national d'action pour les chiroptères, les statuts de conservation des espèces retrouvées sous les éoliennes, et les niveaux de patrimonialité qui en découlent.

Figure 46 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sous les éoliennes

Espèce	Nom scientifique	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	
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	P	H4	2	oui	oui	?	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Vulnérable	Quasi menacé	Modéré à fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	P	H4	2	oui	oui	-	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Quasi menacé	Modéré à fort
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	P	H4	2	oui	oui	-	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Preoc. Mineure	Modéré
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	P	H4	2			+	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Preoc. Mineure	Très faible

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

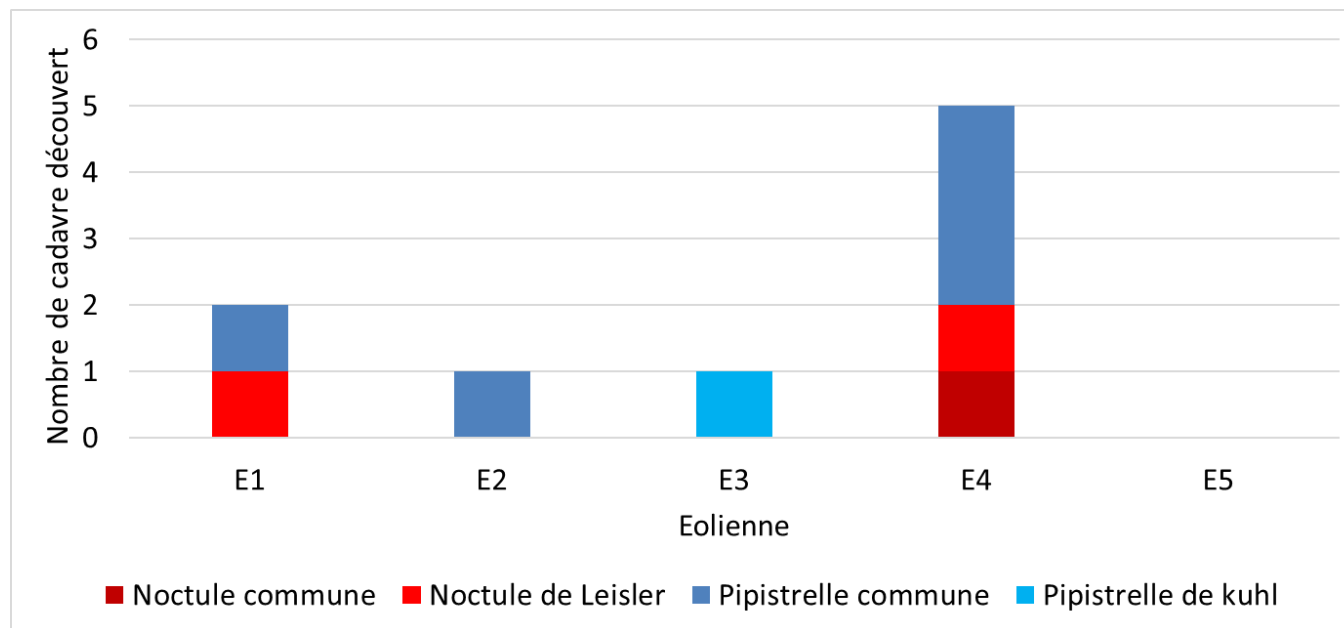
Figure 47 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (effectifs constatés) en 2019



5.3.3.2 Relation espèce / éolienne et type de vol / éolienne

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

Figure 48 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2019

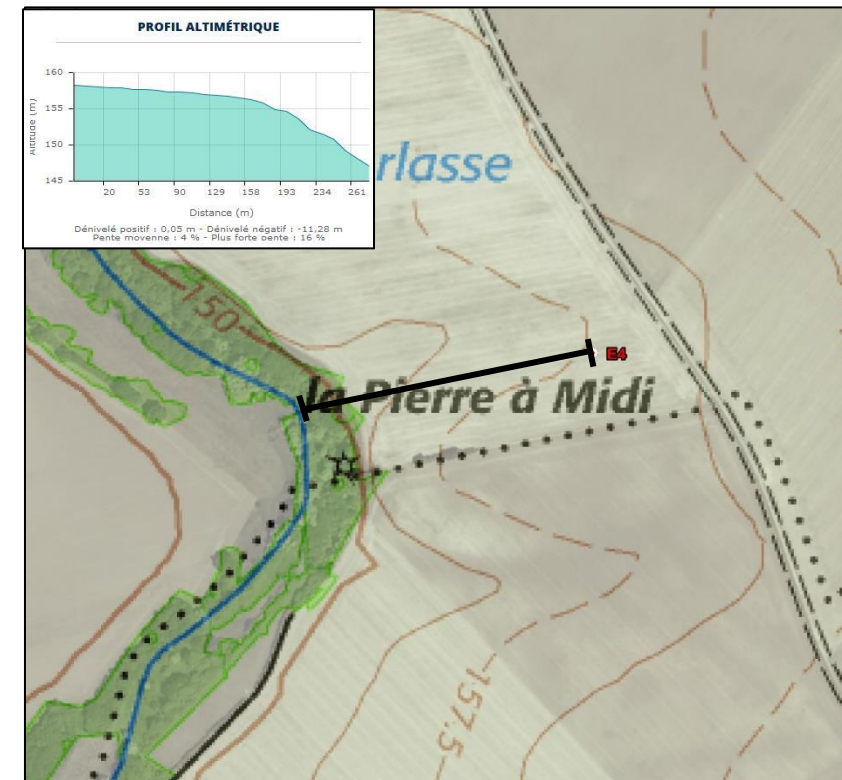


Le graphique précédent montre une surmortalité sous l'éolienne E4, mais une certaine homogénéité dans la répartition par espèce. Les espèces de lisière (Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl) sont retrouvées sous les éoliennes E1 à E4 et les espèces de haut vol (Noctule commune et Noctule de Leisler)

sont retrouvées sous les éoliennes E1 et E4. Le nombre de cadavres étant assez faible par éolienne, il est assez hasardeux de tirer des conclusions sur la répartition des espèces pas éolienne.

Concernant l'éolienne E4, les hypothèses avancées pour expliquer les cas de mortalités sous cette éolienne peuvent être liées au contexte paysager environnant : proximité avec une ripisylve donc avec un cours d'eau et un relief légèrement marqué pouvant favoriser des ascendances dynamiques drainant des insectes du cours d'eau vers l'éolienne E4. En 2018, les mortalités étaient plus importantes sous l'éolienne E1, mais il est difficile de comparer ces deux années au vu des différences de pression d'observation d'une année à l'autre. Il se peut que les conditions de risques de mortalité par éolienne varient en fonction des années (conditions climatiques et fréquentation des chauves-souris variables d'une année à l'autre) ou bien qu'une éventuelle surmortalité sous l'éolienne E4 en 2018 soit passée inaperçue (du fait de périodes de prospections discontinues).

Figure 49 : Profil altimétrique entre le cours d'eau à l'ouest et l'éolienne E4 (source : Géoportail)



Au vu de la configuration du parc éolien proche d'un milieu humide (cours d'eau) les risques pourraient apparaître ponctuellement selon certaines conditions climatiques (conditions orageuses, vitesse de vent faible ou par vent de sud-ouest, d'ouest ou de nord-ouest) mais aussi certaines opportunités alimentaires comme l'essaimage des insectes. Pour rappel, une activité importante d'espèces de lisières a été relevée en hauteur par vent d'ouest et de nord-ouest (pics d'activité), ce qui suppose que ce phénomène apparaît sur le parc.

5.3.3.3 Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations

La figure suivante représente les dates estimées (corrigées) des mortalités par espèce en 2019. Il s'agit de rechercher l'expression de certaines explications phénologiques (migration, dispersion des jeunes...) ou comportementales spécifiques (chasse en groupe, comportements sociaux...).

Deux types de mortalité peuvent être définis :

- La mortalité dite « régulière » correspond à une mortalité étalée sur la période de suivi et qui apparaît par hasard due à une activité régulière (mais très faible) des chiroptères en hauteur,
- Les pics de mortalité sont quant à eux brefs dans le temps et correspondent à plusieurs cas de mortalité consécutifs. Il s'agit d'une forte mortalité très ponctuelle qui est due à plusieurs facteurs climatiques dont la durée dans le temps ne dépasse pas quelques minutes ou quelques heures et qui augmente le risque de mortalité pour les chiroptères (conditions orageuses, essaimages d'insectes...).

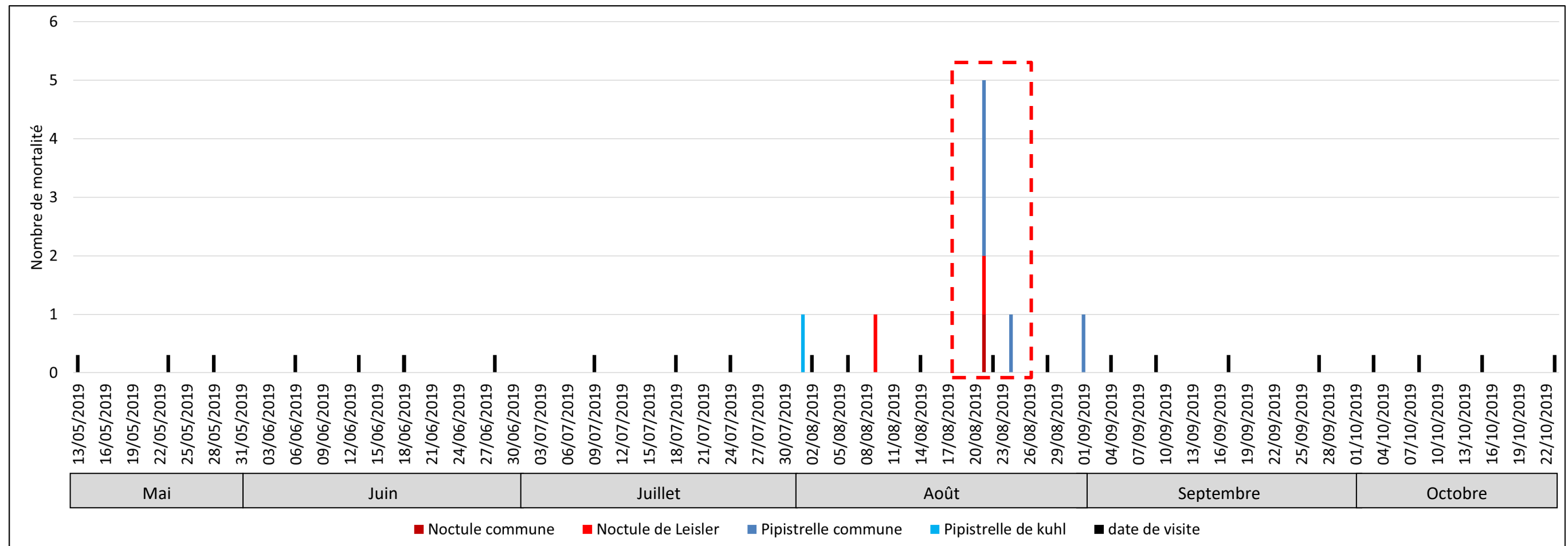
- Pics de mortalité

Le pic de mortalités a eu lieu vraisemblablement de mi-août à fin août (6 cas de mortalités). Généralement, on considère que selon les espèces, la période de fin d'été/début d'automne peut aussi bien correspondre à une phase de pariades (regroupements pour accouplements) qu'à une phase de transits automnaux vers des secteurs d'hibernation. Ces types de comportements peuvent théoriquement être propices à des déplacements à une altitude plus élevée que lors des déplacements habituels (chasse, transit). Cependant, on ne peut pas écarter les comportements de chasse habituels, lors des dernières nuits chaudes. Dans notre cas précis, le pic de mortalité concerne les espèces de lisières, ce qui pourrait correspondre avec des comportements de chasse d'insectes en hauteur liés à des fortes chaleurs lors de ces périodes (essaimages portés en hauteur par effet d'ascendances dynamiques par vent d'ouest depuis le vallon du Liennet), mais aussi les espèces de haut vol, ce qui pourrait correspondre avec des comportements de chasse voire des comportements migratoires.

- Mortalité dite régulière

En dehors de cette période de surmortalité, 3 cas de mortalités sont plus étalés dans le temps en août et en septembre.

Figure 50 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (d'après les dates de mortalité estimée) en 2019
(en pointillé rouge, le pic de mortalité constaté)



5.3.3.4 Interprétation par espèce (phénologie, comportement de vol...)

➤ Pipistrelle commune (5 cas de mortalité)

En ce qui concerne la Pipistrelle commune, les 5 cadavres identifiés avec certitude en 2019 sont notés entre début août et début septembre dont 3 individus le 21 août (2 femelles et 1 mâle).

Il est probable que ces individus aient été impactés lors de comportement de chasse, mais on ne peut exclure d'éventuels mouvements de transits notamment pour ces mois.

➤ Pipistrelle de Kuhl (1 cas de mortalité)

En ce qui concerne la Pipistrelle de Kuhl, 1 cas de mortalité constaté en 2019 est noté début août (1 femelle).

A cette période de l'année, il est probable que ces individus aient été impactés lors de comportement de chasse.

➤ Noctule de Leisler (2 cas de mortalité)

En ce qui concerne la Noctule de Leisler, 2 cas de mortalité sont intervenus mi-août, dont un le 21 août au moment du pic de mortalité de Pipistrelle commune. Il s'agit d'un mâle et d'un individu dont le sexe n'a pas pu être déterminé. Dans notre cas précis, l'individu impacté pouvait soit être en transit, soit être en chasse au niveau du rotor. Les 2 hypothèses sont possibles.

➤ Noctule commune (1 cas de mortalité)

En ce qui concerne la Noctule commune, le cas de mortalité est intervenu mi-août au même moment que le pic de mortalité de Pipistrelle commune. Il s'agit d'une femelle. A cette période de l'année, l'individu impacté pouvait soit être en transit, soit être en chasse au niveau du rotor. Les 2 hypothèses sont possibles.

Figure 51 : Cliché de la Noctule commune découverte le 18 septembre 2018 sous l'éolienne E4

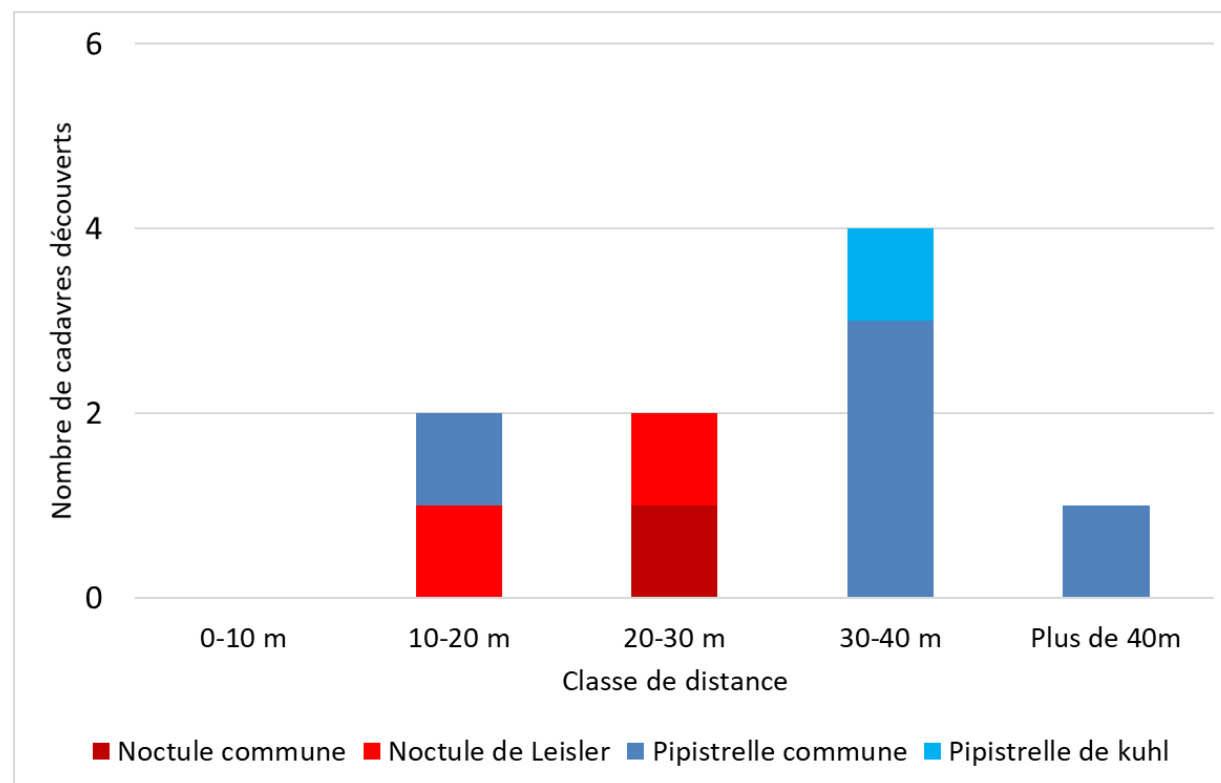


5.3.5 Dispersion des cadavres sous les éoliennes

L'expérience montre que la précision de la distance de dispersion des cadavres vis-à-vis des mâts des éoliennes peut permettre de préciser la nature des causes de mortalité. Ainsi sous le parc éolien de Castelnau Pégayrols ce paramètre était apparu caractéristique des mortalités occasionnées dans la partie basse du champ de rotation des pales, mortalités alors dues en partie à l'allumage automatique de lumières au passage des chauves-souris (BEUCHER et KELM, 2010).

Lors du suivi de 2019, le graphique suivant témoigne d'une dispersion hétérogène (les cadavres sont découverts à différentes distances de 10 m du mât à plus de 40 m). Souvent, plus on s'éloigne du mât, plus le nombre de cadavres retrouvés est faible. La moitié des cadavres découverts en 2019 sont retrouvés à plus de 20 m du mât de l'éolienne. Cette remarque est peu courante. Elle laisse présager des causes ou des conditions de mortalités particulières pour ces cadavres.

Figure 52 : Graphique de répartition des cadavres de 2019 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne



Pour préciser cette notion de dispersion selon les espèces, on peut ajouter que :

- La Pipistrelle commune est retrouvée aux différentes classes de distances, 1 cas entre 10 et 20 m, et les autres cas à plus de 30 m du mât, ce qui peut laisser penser qu'un cas de mortalité peut être lié à un vol à la base du rotor et pour les autres cas, des individus volant bien plus haut,
- La Pipistrelle de Kuhl est retrouvée entre 30 et 40 m du mât de l'éolienne, ce qui peut laisser penser que le cas de mortalité peut avoir eu lieu pour un individu volant en hauteur,
- Les Noctule de Leisler ont été retrouvées entre 10 et 30 m du mât de l'éolienne, ce qui peut laisser penser qu'au moins une des deux mortalités peut avoir eu lieu pour un individu volant à la base du rotor,
- La Noctule commune a été retrouvée entre 20 et 30 m du mât de l'éolienne, ce qui peut laisser penser que la mortalité peut avoir eu lieu pour un individu volant en hauteur.

La distance moyenne de dispersion pour les 9 cadavres est d'environ 27 m. Finalement, nous retiendrons que les dispersions permettent de supposer qu'au moins la moitié des mortalités constatées peut être liée à des vols dans la partie basse du rotor, l'autre moitié peut avoir eu lieu lors de vols en hauteur.

On peut aussi supposer que la force du vent influe sur la dispersion des cadavres : par faible vitesse de vent, le cadavre est faiblement dispersé ; A contrario, par vent plus fort, le cadavre est plus dispersé.

Les deux hypothèses sont possibles.

Dans tous les cas, il semble évident que les mortalités s'expliquent surtout par une activité en hauteur, potentiellement favorisée par d'une orientation des vents depuis l'axe du corridor de Liennet.

5.3.6 Taux de mortalité des chauves-souris

5.3.6.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2019

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.

Trois périodes ont été créés afin de prendre en compte l'évolution de la hauteur de végétation.

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

Figure 53 : 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	
13-mai	Période 1	55,06	44,94	0,00	
22-mai	Période 1	70,83	13,33	15,83	
28-mai	Période 1	62,00	38,00	0,00	
6-juin	Période 1	43,14	53,92	2,94	
13-juin	Période 1	44,17	53,33	2,50	
18-juin	Période 1	57,26	41,03	1,71	
28-juin	Période 1	55,83	25,00	19,17	
3-juil.	Période 1	29,81	56,52	13,66	
09-juil	Période 1	4,06	92,46	3,48	
18-juil	Période 2	16,41	67,44	16,15	
24-juil	Période 2	38,25	61,25	0,50	
02-août	Période 2	14,63	84,77	0,60	
06-août	Période 2	13,45	86,35	0,20	1
14-août	Période 2	15,40	84,00	0,60	1
22-août	Période 2	12,63	54,51	32,87	5
28-août	Période 2	12,68	87,32	0,00	1
04-sept	Période 3	20,72	78,55	0,72	1
09-sept	Période 3	77,40	20,67	1,92	
17-sept	Période 3	38,24	59,80	1,96	
27-sept	Période 3	86,87	12,12	1,01	
03-oct	Période 3	0,00	40,56	59,44	
08-oct	Période 3	42,07	57,32	0,61	
15-oct	Période 3	28,96	69,95	1,09	
23-oct	Période 3	31,10	65,85	3,05	
	Moyenne	36,29	56,21	7,50	9,00
Pondérée	Période 1	46,91	46,50	6,59	0,00
	Période 2	17,63	75,09	7,27	8,00
	Période 3	40,67	50,60	8,73	1,00

5.3.6.2 Les formules utilisées

■ **Winkelman (2005)**

Cette équation est celle conseillée par le protocole LPO (ANDRE, 2005) et c'est la formule la plus simpliste des quatre que nous ayons utilisées :

$$N = \frac{C}{p \times d} \times a$$

Avec N : Le nombre de cadavres estimés total sur la période et les éoliennes considérées.

C : Le nombre de cadavres comptés.

p : Le taux de persistance durant l'intervalle, équivalent à la proportion de cadavres qui restent sur le terrain après x jours (x étant le nombre de jours séparant 2 visites, par exemple si on effectue 2 visites par semaine, x = 3,5).

d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection.

a : Coefficient de correction surfacique

L'inconvénient de cette formule, et pas des moindres, est l'impossibilité d'effectuer le calcul si le taux de persistance est égal à 0 (si tous les cadavres disparaissent entre 2 visites). Ce cas peut être assez courant sur des sites où la prédation est très marquée notamment à proximité de fermes où des chiens errants peuvent être présents. L'expérience montre également que cette formule surestime la réalité.

■ **Erickson (2000)**

Cette équation ressemble à celle de Winkelman, mais permet de faire le calcul même lorsque le taux de prédation est très élevé (donc le taux de persistance nul). Pour cela, deux paramètres sont ajoutés, I (Fréquence de passage) et tm (durée de persistance en jours)

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d} \times a$$

Avec N : Le nombre de cadavres estimés total sur la période et les éoliennes considérées.

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours).

C : Le nombre de cadavres comptés.

tm : Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection.

a : Coefficient de correction surfacique

Une équation adaptée de cette dernière est aussi utilisée (Aves & Groupe chiroptère Provence 2010) :

$$N = \frac{I \times (C - C \times p)}{tm \times d} \times a$$

Avec N : Le nombre de cadavres estimés total sur la période et les éoliennes considérées.

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours).

C : Le nombre de cadavres comptés.

tm : Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection.

p : Le taux de persistance durant l'intervalle, équivalent à la proportion de cadavres qui restent sur le terrain après x jours (x étant le nombre de jours séparant 2 visites, par exemple si on effectue 2 visites par semaine, x = 3,5).

a : Coefficient de correction surfacique

■ **Jones (2009)**

Cette méthode repose sur plusieurs hypothèses, le taux de mortalité est constant sur l'intervalle. La durée de persistance suit une variable exponentielle négative et la probabilité de disparition moyenne sur l'intervalle correspond à la probabilité de disparition d'un cadavre tombé à la moitié de l'intervalle. Le taux de persistance est alors remplacé par la formule suivante :

$$p = e^{-0.5 \times I / tm}$$

La notion d'intervalle effectif est aussi ajoutée par Jones et al. (2009). Plus l'intervalle I est long et plus le taux de persistance tend vers 0. Un cadavre découvert au bout d'un I très long n'est certainement pas mort au début de cet intervalle. Il est plus vraisemblablement mort dans « l'intervalle effectif » qui correspond à la durée au-delà de laquelle le taux de persistance est inférieur à 1%.

L'intervalle effectif \hat{I} est donc égal à : $-\log(0.01) \times tm$

D'où :

$$N = \frac{C}{d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I/tm)}} \times a$$

On notera que dans l'équation, I prendra la valeur minimale entre I et \hat{I} .

Avec N : Le nombre de cadavres estimés total sur la période et les éoliennes considérées.

C : Le nombre de cadavres comptés.

a : Coefficient de correction surfacique

d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection.

\hat{I} : Intervalle effectif.

\hat{e} : Coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à : $\frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours).

tm : Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

a : Coefficient de correction surfacique

d : L'efficacité de l'observateur ou taux de détection.

\hat{I} : Intervalle effectif.

\hat{e} : Coefficient correcteur de l'intervalle équivalent à : $\frac{\text{Min}(I;\hat{I})}{I}$

I : La durée de l'intervalle (entre 2 visites), équivalent à la fréquence de passage (en jours).

tm : Durée moyenne de persistance d'un cadavre (en jours).

■ Huso (2010)

Comme Jones, Huso considère une mortalité constante sur l'intervalle et que la probabilité de disparition au point moyen de l'intervalle, n'est pas égale à la probabilité moyenne de persistance d'un cadavre. Le

coefficient proposé est plus élevé : $p = \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I}$

D'où :

$$N = \frac{C}{d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I} \times \hat{e}} \times a$$

On notera que dans l'équation, I prendra la valeur minimale entre I et \hat{I} .

Avec N : Le nombre total de cadavres estimés sur la période et les éoliennes considérées.

C : Le nombre de cadavres effectivement découverts.

5.3.6.3 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)

En 2019, deux tests ont été menés le 6 juin et le 9 septembre 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 54 : 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	33	24	0,73
Type 1	Moyenne	Moyenne	16	12	0,75
Type 2	Moyenne	Moyenne	14	10	0,71
Type 3	Moyenne	Moyenne	3	2	0,67
Moyen	E2	06/06/2019	17	15	
Type 1	E2	06/06/2019	9	8	
Type 2	E2	06/06/2019	7	7	
Type 3	E2	06/06/2019	1	0	
Moyen	E4	09/09/2019	16	9	
Type 1	E4	09/09/2019	7	4	
Type 2	E4	09/09/2019	7	3	
Type 3	E4	09/09/2019	2	2	

	d	Pourcentage de prospection		
		Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	0,72	36,29	56,21	7,50
Période 1	0,73	46,91	46,50	6,59
Période 2	0,72	17,63	75,09	7,27
Période 3	0,72	40,67	50,60	8,73

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 :

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

$$d = 0,75 * (36,29/100) + 0,71 * (56,21/100) + 0,67 * (7,50/100) = 0,72$$

Autrement dit, environ 3 cadavres sur 4 sont trouvés. En 2018, le taux de détection était de 0,73. Les niveaux de détection sont donc similaires d'une année sur l'autre.

■ Taux de persistance

Figure 55 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance

Type végétation	Eolienne	Date test	Dépôt	Nombre de jours après dépôt					Tm	p moyen	p période 1	p période 2	p période 3
				1	3	7	8	12					
Moyen		Moyenne	26	22	13	4	0	0	2,46	0,14	0,10	0,18	0,15
Type 1		Moyenne	10	7	3	0	0	0	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Type 2		Moyenne	11	10	6	1	0	0	2,36	0,08	0,06	0,10	0,09
Type 3		Moyenne	5	5	4	3	0	0	5,00	0,55	0,40	0,69	0,60
Moyen	Toute	06/06/2019	11	9	9	0	0	0					
Type 1	Toute	06/06/2019	5	3	3	0	0	0					
Type 2	Toute	06/06/2019	5	5	5	0	0	0					
Type 3	Toute	06/06/2019	1	1	1	0	0	0					
Moyen	Toute	09/09/2019	15	13	4	4	0	0					
Type 1	Toute	09/09/2019	5	4	0	0	0	0					
Type 2	Toute	09/09/2019	6	5	1	1	0	0					
Type 3	Toute	09/09/2019	4	4	3	3	0	0					

	Tm	p	Pourcentage de prospection		
			Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	2,46	0,14			
Période 1	2,04	0,05	46,91	46,50	6,59
Période 2	2,37	0,13	17,63	75,09	7,27
Période 3	2,16	0,10	40,67	50,60	8,73

- Paramètre p (formules de Winkelman + Erickson adaptée)

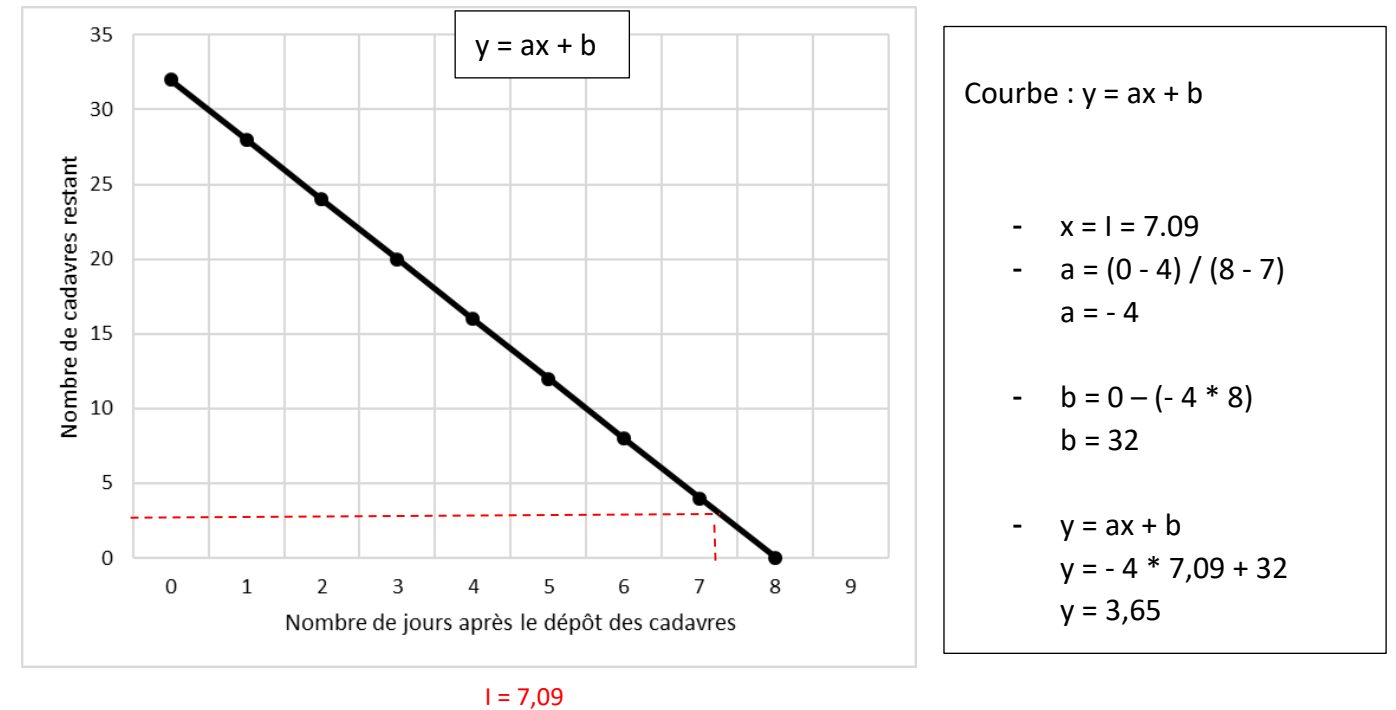
« p », utilisé pour la formule de Winkelman (+ Erikson adaptée), caractérise un taux de persistance sur la base de l'intervalle de temps de retours moyen entre deux visites au cours de la campagne de suivi (I).

Dans notre cas précis, cet intervalle I moyen entre deux visites est calculé précisément en fonction du planning de suivi de l'année 2019 (cf. Figure 53 page 71). Le tableau suivant détaille ce calcul. On obtient un intervalle moyen de l'ordre de **I = 7,09 jours**.

Durée intervalle (en jours)	Nombre d'intervalles	Total
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	1	4
5	4	20
6	5	30
7	3	21
8	4	32
9	4	36
10	2	20
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
Total	23	163
Intervalle pondéré (tot)		7,09

En considérant que la diminution du nombre de cadavres est linéaire entre les retours tests de 1 à 12 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 56 : Schéma de calcul du « nombre de cadavre encore présent après I jours »



De ce fait,

$$p = \frac{\text{Nombre de cadavres encore présents après } I \text{ jours}}{\text{Nombre de cadavres déposés au départ}} = \frac{3,65}{26} = 0,14$$

Ainsi, on obtient une valeur de **p = 0,14**.

Pour la seconde méthode de calcul, nous avons pondéré p en fonction des niveaux de difficulté de prospection 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 = 0,05** pour la première période, de **p = 0,13** pour la seconde période, et un **p = 0,10** pour la dernière période.

- 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 égale à 2,46**.

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

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

Pour la seconde méthode de calcul, nous avons pondéré p en fonction des niveaux de difficulté de prospection 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 = 2,04** pour la première période, de **Tm = 2,37** pour la seconde période, et un **Tm = 2,16** pour la dernière période.

Nous retiendrons qu'en moyenne les cadavres disparaissent entre 2 et 3 jours.

En 2018, la vitesse de disparition des cadavres était d'environ 1 à 2 jours. Cette année, les cadavres mettent donc un peu plus de temps à disparaître, ce qui pourrait s'expliquer par exemple par une diminution du nombre de nécrophages.

■ 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.

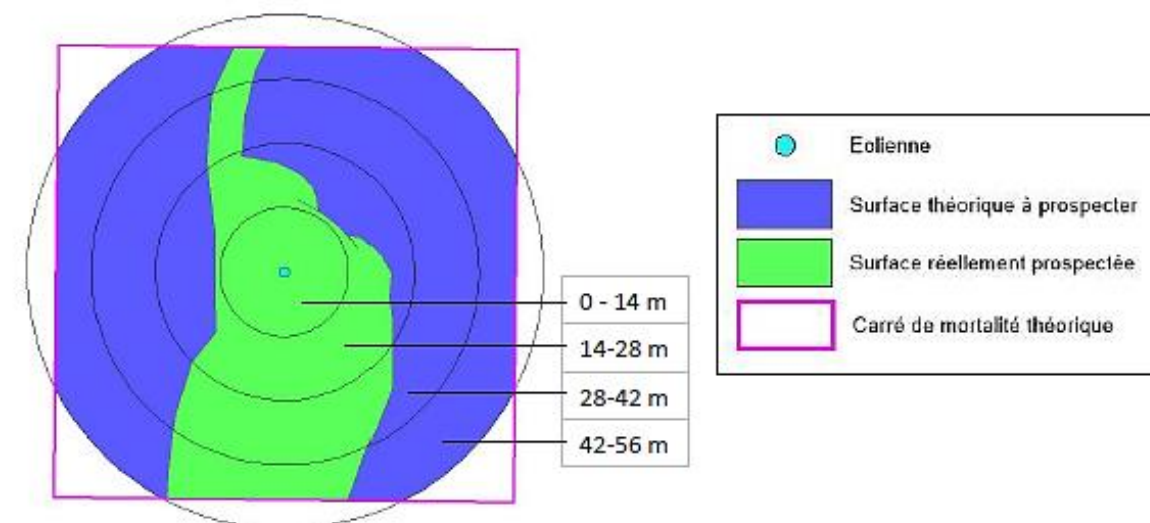
$$A = \frac{\sum_k C_k / S_k}{\sum_k C_k}$$

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.

a = 2,04

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 2019 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	5	2,154	0,69	32,10	0
28m - 42m	0,3077	5	1,5385	0,71	45,96	5
14m - 28m	0,1846	5	0,923	0,50	53,72	4
0m - 14m	0,0615	5	0,3075	0,23	74,79	0

5.3.6.4 Présentation des 2 méthodes de calcul

Nous avons utilisé 2 méthodes distinctes 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 les niveaux de difficulté de prospection (p et tm notamment)
 - Le taux de détection est quant à lui issu d'une pondération entre les taux de détection sur chacun des niveaux de difficulté de prospection et le pourcentage de prospection de ces niveaux.

Ces paramètres sont ici calculés une fois, pour toute la période de suivi, quel 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 niveaux de prospection et de l'évolution éventuelle de ces niveaux de difficulté durant la période de suivi.
 - Dans le cas d'une faible évolution de la hauteur de végétation durant le suivi, ce qui est notre cas ici, 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 issu 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 issu 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.

5.3.6.5 Calculs de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyenne »)

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

Figure 57 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	9,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,72	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,14	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	2,46	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
I	7,09	Pas de temps du suivi
\hat{I}	4,92	$\hat{I} = -\log(0.01) * tm$
\hat{e}	0,69	$\hat{e} = \text{Min}(I/\hat{I}) / I$
a	2,04	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 :

$$N = \frac{C}{p \times d} \times a = \frac{9}{0.14 \times 0.72} \times 2.04 = 180.26$$

Erickson adaptée :

$$N = \frac{I \times (C - C \times p)}{tm \times d} \times a = \frac{7.09 \times (9 - 9 \times 0.14)}{2.46 \times 0.72} \times 2.04 = 72.80$$

Erickson réelle :

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d} \times a = \frac{7.09 \times 9}{2.46 \times 0.72} \times 2.04 = 72.90$$

Jones :

$$N = \frac{C}{d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I/tm)}} \times a = \frac{9}{0.72 \times 0.69 \times e^{(-0.5 \times 7.09/2.46)}} \times 2.04 = \mathbf{99.08}$$

Huso :

$$N = \frac{C}{d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I} \times \hat{e}} \times a = \frac{9}{0.72 \times \frac{2.46 \times (1 - e^{-7.09/2.46})}{7.09} \times 0.69} \times 2.04 = \mathbf{84.31}$$

Tous ces résultats correspondent aux différentes estimations du nombre de chauves-souris mortes sur la période allant du 13 mai au 23 octobre 2019 et pour les 5 éoliennes suivies du parc éolien. Ces résultats sont basés sur 6 mois, soit une partie (période estivale et période automnale) 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 de Champagne Berrichonne.

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne,

- On divise ces résultats par 5 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne pour la période de suivi**
- On divise par 6 (6 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 5 → 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 21,94 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 19,41 et 26,42 (48,07 pour la formule de Winkelmann) mortalités par éolienne et par an selon les formules utilisées.

Figure 58 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2019 (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	180,26	72,80	72,90	99,08	84,31	101,87	82,27
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	36,05	14,56	14,58	19,82	16,86	20,37	16,45
Mortalité par éolienne et par mois	6,01	2,43	2,43	3,30	2,81	3,40	2,74
Mortalité par éolienne et pour une année	48,07	19,41	19,44	26,42	22,48	27,17	21,94
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	240,35	97,06	97,20	132,11	112,42	135,83	109,70

5.3.6.6 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 59 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul

Paramètres	Période	Valeurs	Explications
C	Période 1	0,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
	Période 2	8,00	
	Période 3	1,00	
d	Période 1	0,73	Valeur du taux de détection pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	0,72	
	Période 3	0,72	
p	Période 1	0,05	Valeur du taux de persistance pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	0,13	
	Période 3	0,10	
tm	Période 1	2,04	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain pondérée selon le type de
	Période 2	2,37	
	Période 3	2,16	
I	Période 1	7,33	Pas de temps du suivi
	Période 2	6,86	
	Période 3	7,00	
î	Période 1	4,08	î = - log(0.01) * tm
	Période 2	4,74	
	Période 3	4,32	
ê	Période 1	0,56	ê = Min(I/î) / I
	Période 2	0,69	
	Période 3	0,62	
a	Période 1	2,04	Coefficient de correction surfacique

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 22,54 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 19,94 et 27,14 (54,97 pour la formule de Winkelmann) mortalités selon les formules utilisées avec prise en compte de la dispersion des cadavres dans le coefficient surfacique.

Figure 60 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2019 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	206,15	74,78	74,88	101,77	86,60	108,84	84,51
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	41,23	14,96	14,98	20,35	17,32	21,77	16,90
Mortalité par éolienne et par mois	6,87	2,49	2,50	3,39	2,89	3,63	2,82
Mortalité par éolienne et pour une année	54,97	19,94	19,97	27,14	23,09	29,02	22,54
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	274,87	99,71	99,84	135,69	115,46	145,11	112,68

5.3.6.7 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 61 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »

Paramètre	Valeur
Intervalle de temps entre les passages	7,09
Nombre de cadavre déposé pour l'étude de détection	33
Nombre de cadavre découvert pour l'étude de détection	24
Pourcentage de la surface prospectée	0,43

Les résultats sont présentés sous forme d'un tableau, pour chaque formule utilisée (Erickson, Huso, Winkelmann 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. Les résultats pour la formule de Winkelmann ne sont pas présentés dans le tableau ci-dessous car l'application ne donnait pas d'estimation pour cette formule.

Figure 62 : 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	74,33	14,17	208,21	25,91	152,34
Huso	79,54	15,43	219,06	27,93	161,14
Jones	109,27	19,83	338,76	37,35	234,99
Moyenne par éolienne	17,54	3,30	51,07	6,08	36,56

En considérant les 3 modèles, il y a 80% de chance que le nombre réel de chauves-souris impactées se situe entre 6,08 et 36,56 cas de mortalité. De même, il y a 95% de chance que le nombre réel de chauves-souris impactées se situe entre 3,30 et 51,07 cas de mortalité.

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne :

- on divise par 6 (6 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).

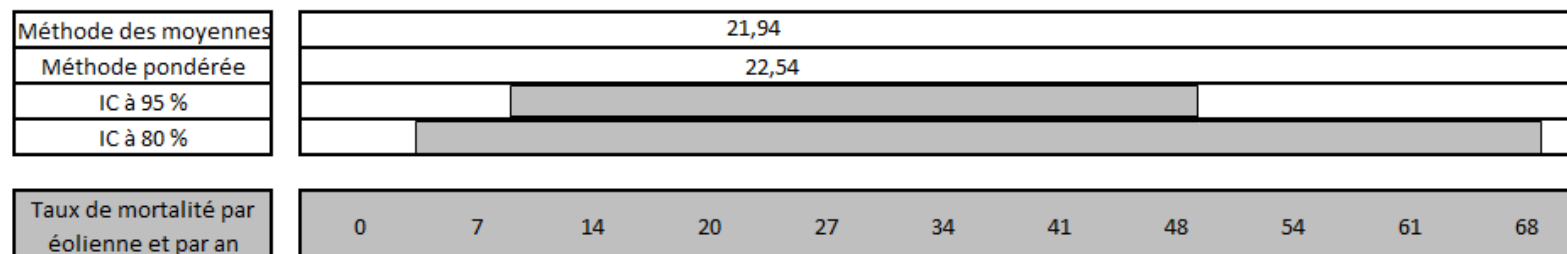
On aboutit à un résultat à un intervalle de confiance de 95% de l'ordre de 4 à 68 mortalités par éolienne et par an. A un intervalle de confiance de 80%, le résultat est de l'ordre de 8 à 49 mortalités par éolienne et par an.

En tenant compte de médiane moyennée (17,54 mortalités par éolienne), on aboutit à un résultat de l'ordre de 23 mortalités/éolienne/an.

5.3.6.8 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des chauves-souris en 2019

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 4 à 68 cas de mortalité par éolienne et par an, soit entre 20 et 340 mortalités par an pour le parc éolien de Champagne Berrichonne.**

Figure 63 : Synthèse des taux de mortalités estimés en fonction des différentes méthodes de calcul

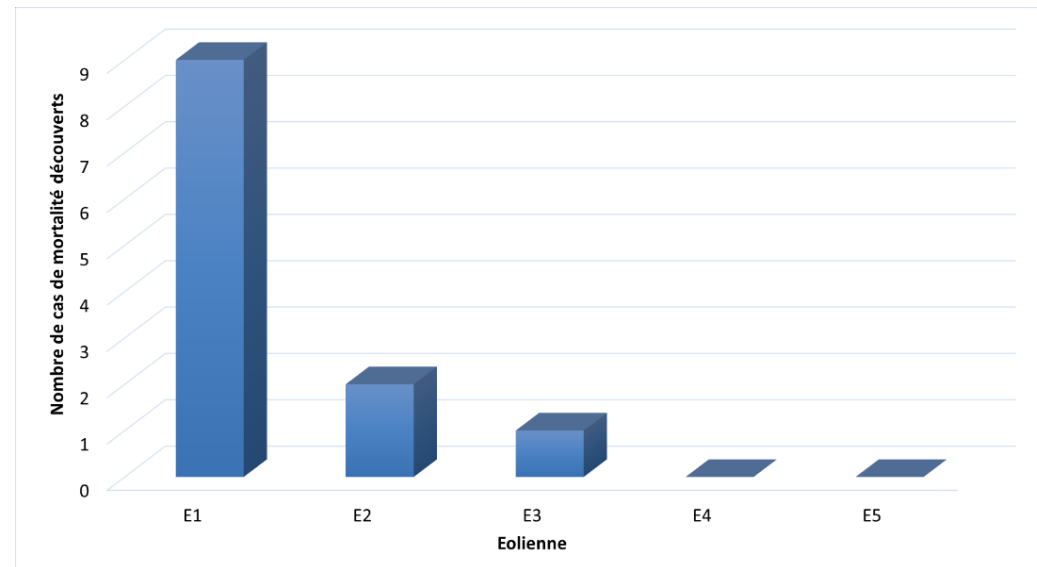


5.4 Bilan de la mortalité des oiseaux

5.4.1 Bilan des mortalités par éolienne

12 oiseaux furent retrouvés sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi menée entre le 13 mai et le 23 octobre 2019. Pour 24 visites de recherches réalisées au cours de cette période de 6 mois, cela représente une moyenne de 2 oiseaux découverts par mois pour l'ensemble du parc éolien (soit 5 éoliennes).

Figure 64 : Bilan des mortalités des oiseaux constatées en 2019 et répartition par éolienne



On note que 3 des 5 éoliennes ont été à l'origine de mortalités avérées en 2019. L'éolienne E3 a été à l'origine de 1 d'un cas de mortalité, l'éolienne E2 a été à l'origine de 2 cas de mortalité et l'éolienne E1 a été à l'origine de 9 cas de mortalité. Aucun cas de mortalité n'a été découvert sous les éoliennes E4 et E5.

5.4.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités d'oiseaux

Le premier graphique de la Figure 65 page 82 représente la chronologie des découvertes de cadavres d'oiseaux sur l'ensemble du parc éolien en 2019.

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 2019 sur une visite de terrain par semaine, 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 6-7 jours (une visite par semaine),
- Parfois plus pour les cadavres qui n'auraient été trouvés qu'après plusieurs passages des équipes de chercheurs.

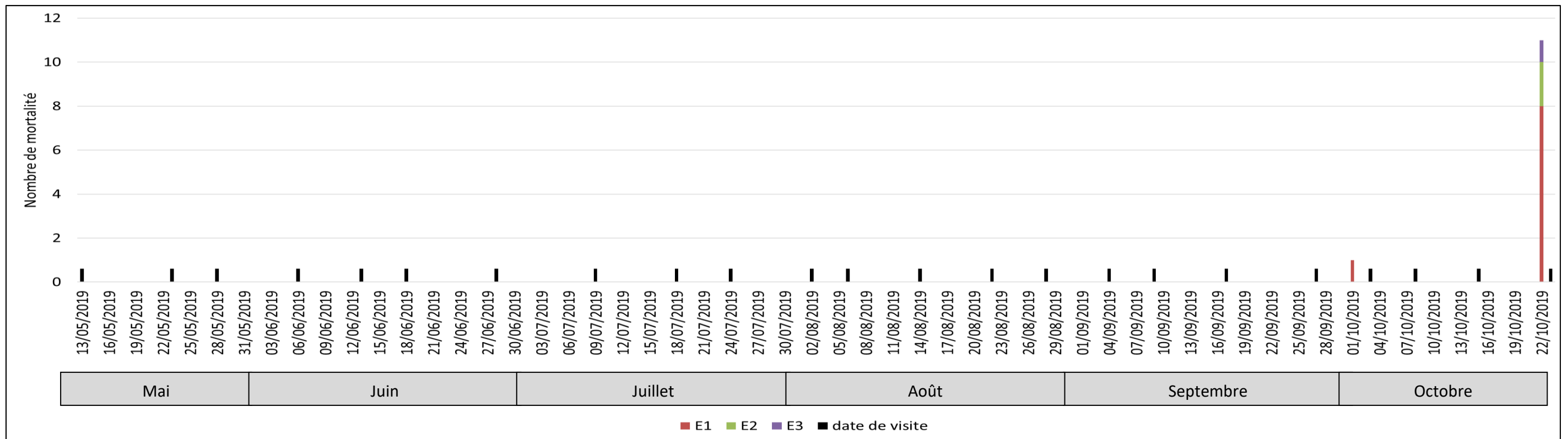
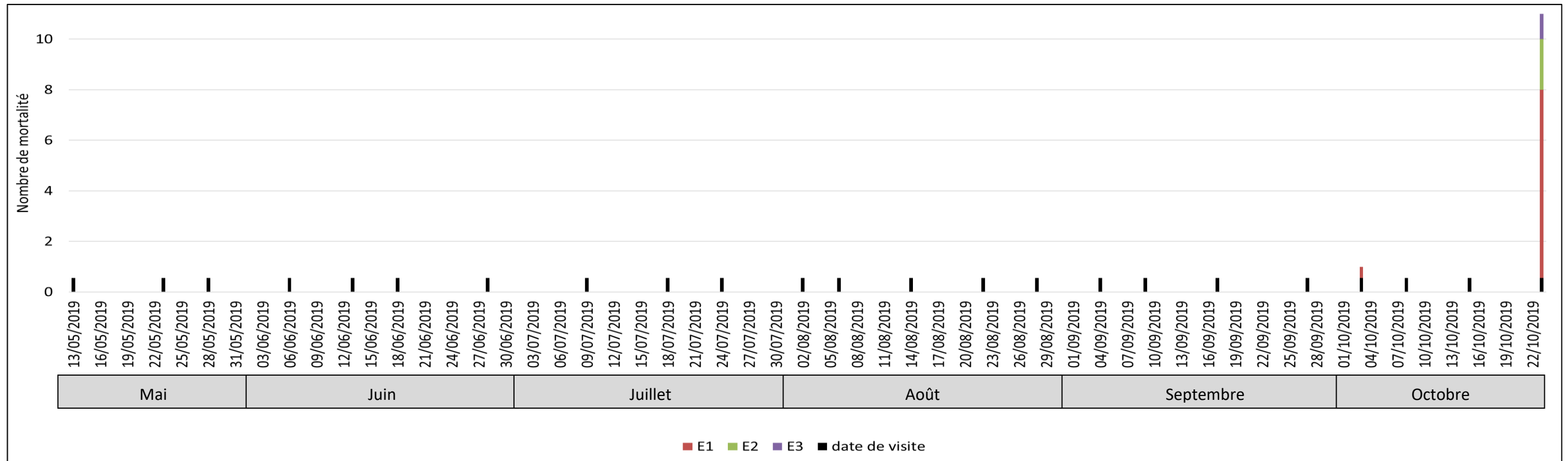
Si on veut tenter d'analyser même grossièrement cette chronologie des mortalités avec différents facteurs d'influence, nous cherchons à estimer la date de la mortalité de chaque cadavre en fonction de son état au moment de la découverte. Quand il est trouvé, chaque cadavre fait en effet l'objet d'une description de son état de décomposition, avec estimation approximative de la date de la mort.

Comme pour les chauves-souris, plusieurs critères d'appréciation peuvent être utilisés en parallèle (cf. : 5.3.2 Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris).

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 82 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.

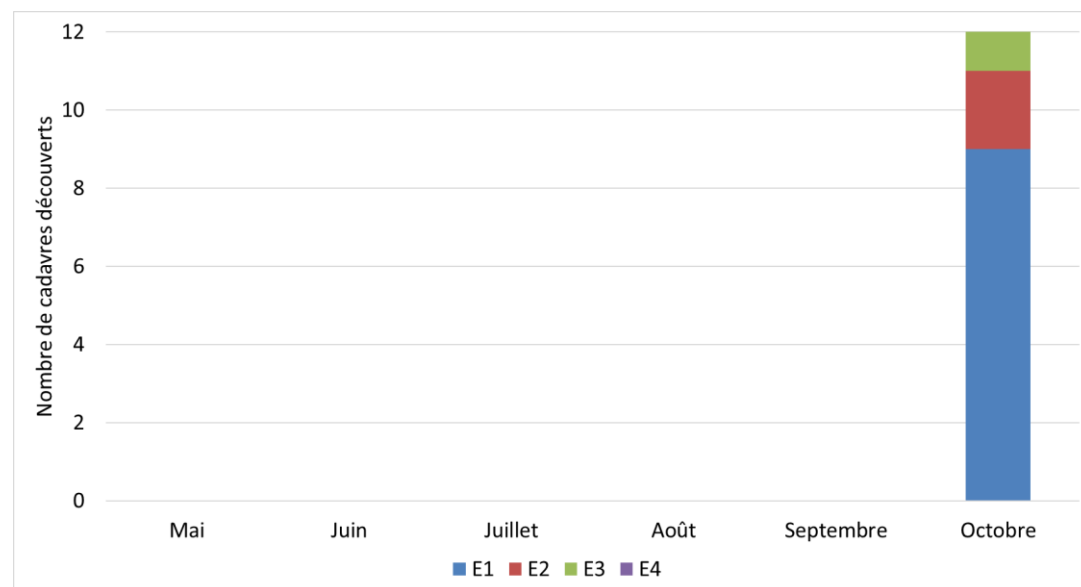
Précisons que, comparativement à d'autres parcs éoliens suivis dans la région avec la même méthodologie, les mortalités constatées sous celui de Champagne Berrichonne ont apparemment été peu concernées par les effets de cette entomofaune nécrophage.

Figure 65 : Chronologie des mortalités des oiseaux (date de découverte en haut et date de mortalité estimée en bas) par éolienne en 2019



En ce qui concerne les rapports entre les cas de mortalité et leur chronologie, et les éoliennes, nous relevons une surmortalité sous l'éolienne E1 (8 cas) et l'éolienne E2 (2 cas) en octobre. La grande majorité des cadavres (11 cas sur 12) ont été retrouvés lors de la dernière visite de prospection le 23 octobre 2019, et leur état de conservation semble indiquer que tous les cas dataient de la même période, c'est-à-dire la nuit du 22 octobre.

Figure 66 : Chronologie des mortalités d'oiseaux estimées (corrigées) par mois en 2019



5.4.3 Typologie des cadavres découverts

5.4.3.1 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 n'a pas été le cas en 2019, les cadavres étaient bien conservés au moment de la détermination. Seul 1 individu n'a pas pu être déterminé à l'espèce, du fait de l'état de dégradation avancé du cadavre.

Le cortège d'espèces impactées en 2019 est assez diversifié puisque parmi les 12 cadavres découverts, au moins 5 espèces différentes sont représentées. Ces 5 espèces déterminées sont tous des passereaux correspondant à :

- Des espèces présentes localement tout au long de l'année mais possible migratrices aussi (Rougegorge familier, Grive musicienne, Rougequeue noir, Pouillot véloce) ;
- Une espèce migratrice (Roitelet à triple bandeau).

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

Figure 67 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes

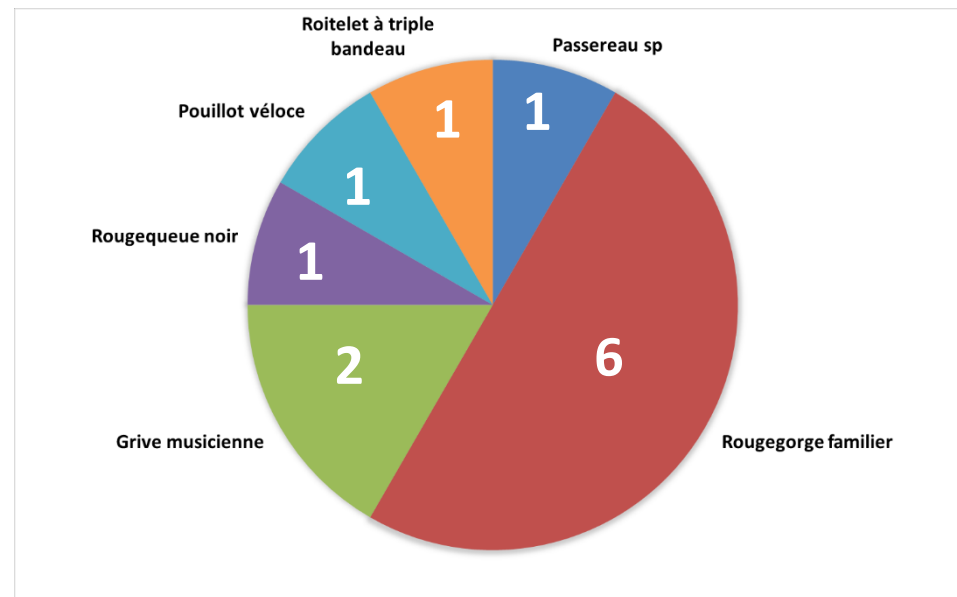
Espèce	Nom scientifique	Type	Statut de protection			Liste rouge		Niveau de patrimonialité
			Protec. Fr.	Protec. U.E.	Conv. Berne	Nationale (Nov 2017)	Centre val de Loire	
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	Passereau	GC	O.2.2	3	Préoc. mineure	Préoc. mineure	Très faible
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Passereau	P	-	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure	Faible
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	Passereau	P	-	-	Préoc. mineure	Préoc. mineure	Faible
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	Passereau	P	-	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure	Faible
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Passereau	P	-	2	Préoc. mineure	Préoc. mineure	Faible

La diversité spécifique est plus importante que l'année précédente, puisqu'en 2018 seules 3 espèces ont pu être discriminées. Seul le Roitelet à triple bandeau est commun aux deux années de suivi.

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

5.4.3.3 Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations

Figure 68 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2019



La figure suivante représente les dates estimées (corrigées) des mortalités par espèce en 2019. Il s'agit de rechercher l'expression de certaines explications phénologiques (migration, vol de parade, dispersion des jeunes...) ou comportementales spécifiques (chasse, transit, migration ...).

Un pic important de mortalité a été relevé le 23 octobre 2019. En tout, 11 cas de mortalité ont été retrouvés dont 6 rougegorges familiaux et 2 grives musiciennes.

5.4.3.2 Relation espèce / éolienne

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

Figure 69 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2019

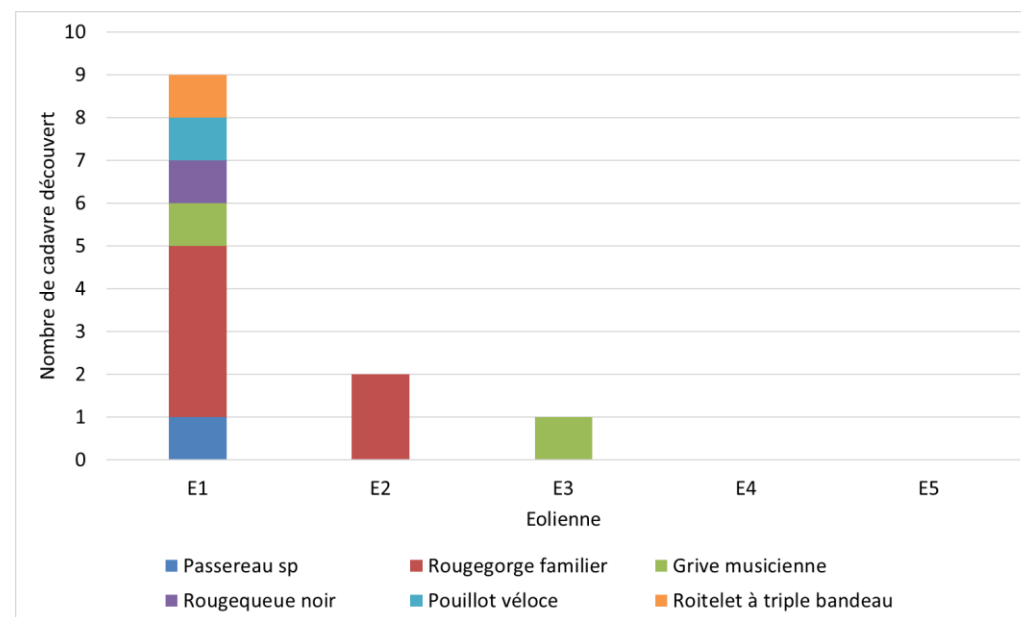
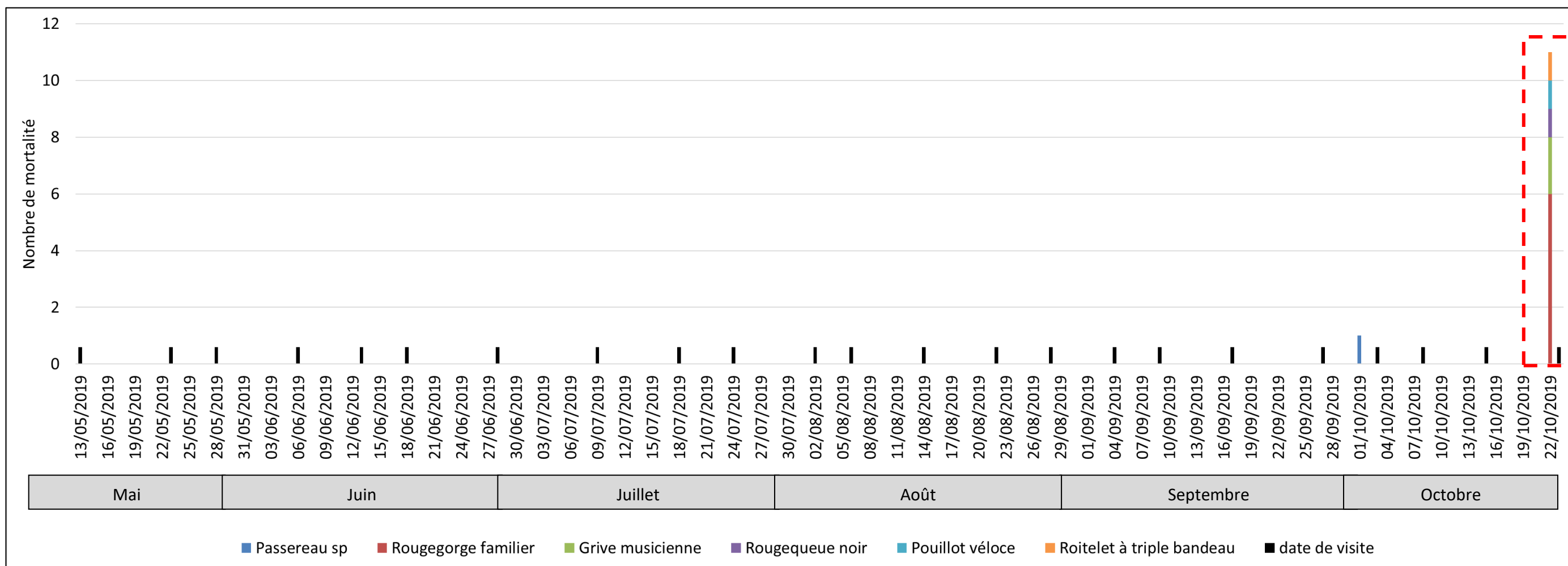


Figure 70 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2019
(En pointillé rouge, les pics de mortalité constatés)



5.4.3.4 Interprétation par espèce (phénologie, comportement de vol...)

- Rouge-gorge familier (6 cadavres)

6 cadavres de Rougegorge familier (*Erithacus rubecula*) ont été découverts en 2019 sous les éoliennes du parc de Champagne Berrichonne. Cette espèce est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables à l'échelle nationale et régionale (classée en préoccupation mineure). Les 6 individus ont été retrouvés le 23 octobre dont 4 sous l'éolienne E1 et 2 cas sous l'éolienne E2. Leur date de mortalité est estimée à la veille de leur découverte (très bon état de conservation au moment de la découverte des cadavres).

Tous ces individus peuvent être migrateurs. En effet, la migration postnuptiale débute fin août/début septembre et s'intensifie en fin septembre/début octobre pour se terminer fin du mois.

Figure 71 : Clichés de Rouge-gorge familier le 23 octobre 2019



- Grive musicienne (2 cadavres)

2 cadavres de Grive musicienne (*Turdus philomelos*) ont été découverts en 2019 sous les éoliennes du parc de Champagne Berrichonne. Cette espèce est chassable, et ses statuts de conservation ne sont pas défavorables à l'échelle nationale et régionale (classée en préoccupation mineure). Les deux cadavres ont été retrouvés le 23 octobre 2019 sous les éoliennes E1 et E3. Leur date de mortalité est estimée à la veille de leur découverte (très bon état de conservation au moment de la découverte des cadavres).

Il s'agit probablement d'individus migrants. En effet, la migration de cette espèce commence fin août et se termine fin novembre, avec un pic de migration en octobre.

Figure 72 : Clichés des grives musiciennes découvertes le 23 octobre 2019



- Rougequeue noir (1 cadavre)

1 cadavre de Rougequeue noir (*Phoenicurus ochruros*) a été découvert en 2019 sous les éoliennes du parc de Champagne Berrichonne. Cette espèce est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables à l'échelle nationale et régionale (classée en préoccupation mineure). Il a été retrouvé le 23 octobre 2019 sous l'éolienne E1. La date de mortalité est estimée à la veille de sa découverte (très bon état de conservation au moment de la découverte du cadavre).

Il est probable que cet individu soit un individu migrant. La migration de cette espèce culmine en octobre.

Figure 73 : Cliché du Rougequeue noir découvert le 23 octobre 2019



➤ Roitelet à triple bandeau (1 cadavre)

1 cadavre de Roitelet à triple bandeau (*Regulus ignicapilla*) a été découvert le 23 octobre 2019, sous l'éolienne E1. La date de mortalité est estimée à la veille de sa découverte (très bon état de conservation au moment de la découverte du cadavre). Cette espèce est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables à l'échelle nationale et régionale (classée en préoccupation mineure).

Il s'agit ici certainement d'un individu migrateur. La période de migration postnuptiale du Roitelet à triple bandeau commence dès la fin du mois d'août et culmine dans la première moitié d'octobre. Comme la plupart des insectivores migrateurs nocturnes, le Roitelet à triple bandeau est supposé migrer assez haut pour s'affranchir des obstacles de relief. Les éoliennes de Champagne Berrichonne étant placées en plaine agricole, il est difficile d'imaginer ici que les mortalités soient du à un effet de concentration altimétrique du parc éolien sur un relief isolé. Il faudra donc chercher la cause de ces mortalités sur la base d'une autre hypothèse.

➤ Pouillot véloce (1 cadavre)

1 cadavre de Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*) a été découvert le 23 octobre 2019, sous l'éolienne E1. La date de mortalité est estimée à la veille de sa découverte (très bon état de conservation au moment de la découverte du cadavre). Cette espèce est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables à l'échelle nationale et régionale (classée en préoccupation mineure).

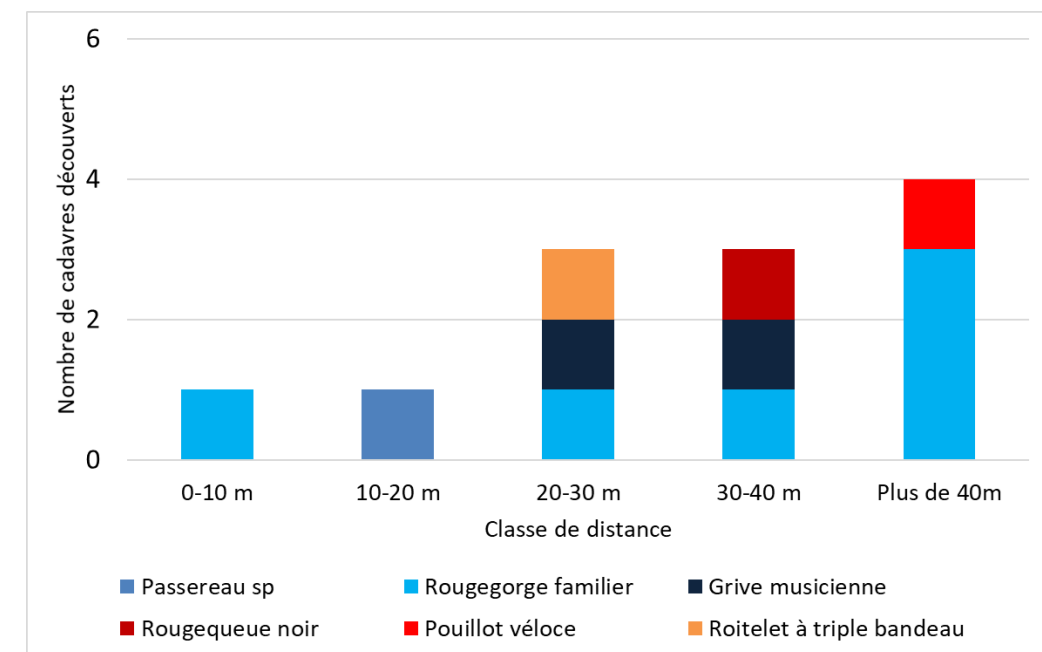
A cette période, il doit s'agir d'un individu migrateur. Le Pouillot véloce migre de mi-août à fin octobre avec un maximum d'activité fin septembre/début octobre.

5.4.4 Dispersion des cadavres sous les éoliennes

L'expérience montre que la précision de la distance de dispersion des cadavres vis-à-vis des mâts des éoliennes peut permettre de préciser la nature des causes de mortalité. Ainsi sous le parc éolien de Castelnau Pégayrols ce paramètre était apparu caractéristique des mortalités occasionnées dans la partie basse du champ de rotation des pales (BEUCHER et KELM 2010).

Lors du suivi de 2019, le graphique suivant témoigne d'une dispersion hétérogène. En effet, des cadavres ont été retrouvés entre 1 m et plus de 40 m du mât de l'éolienne. Comme évoqué précédemment, on remarque souvent que plus on s'éloigne du mât, moins le nombre de cadavres retrouvés est important. La dispersion des cadavres ici est particulière, puisque le nombre de cadavres retrouvés croît en s'éloignant des éoliennes. Elle laisse présager **des causes ou des conditions de mortalités particulières.**

Figure 74 : Graphique de répartition des cadavres de 2019 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne



La distance moyenne de dispersion pour les 12 cadavres est de 31 m. La plupart des cadavres ont été découverts à plus de 20 m du mât. Seul un Rouge-gorge et le passereau indéterminé sont tombés plus près du mât. Nous retiendrons que les dispersions permettent de supposer qu'une minorité des cas de mortalité constatée peut être liée à des vols bas, au niveau de la partie basse du rotor, le reste pouvant avoir été occasionné, soit à des hauteurs de vols correspondant à la partie haute du champ de rotation des pales d'éoliennes.

5.4.5 Taux de mortalité des oiseaux

5.4.5.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2019

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.

Trois périodes ont été créées afin de prendre en compte l'évolution de la hauteur de végétation.

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 75 : 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 cadavres d'oiseaux découverts sous les éoliennes)

Date des visites	Période	Végétation			Mortalité oiseaux
		Type 1	Type 2	Type 3	
13-mai	Période 1	55,06	44,94	0,00	
22-mai	Période 1	70,83	13,33	15,83	
28-mai	Période 1	62,00	38,00	0,00	
6-juin	Période 1	43,14	53,92	2,94	
13-juin	Période 1	44,17	53,33	2,50	
18-juin	Période 1	57,26	41,03	1,71	
28-juin	Période 1	55,83	25,00	19,17	
3-juil.	Période 1	29,81	56,52	13,66	
09-juil	Période 1	4,06	92,46	3,48	
18-juil	Période 2	16,41	67,44	16,15	
24-juil	Période 2	38,25	61,25	0,50	
02-août	Période 2	14,63	84,77	0,60	
06-août	Période 2	13,45	86,35	0,20	
14-août	Période 2	15,40	84,00	0,60	
22-août	Période 2	12,63	54,51	32,87	
28-août	Période 2	12,68	87,32	0,00	
04-sept	Période 3	20,72	78,55	0,72	
09-sept	Période 3	77,40	20,67	1,92	
17-sept	Période 3	38,24	59,80	1,96	
27-sept	Période 3	86,87	12,12	1,01	
03-oct	Période 3	0,00	40,56	59,44	1
08-oct	Période 3	42,07	57,32	0,61	
15-oct	Période 3	28,96	69,95	1,09	
23-oct	Période 3	31,10	65,85	3,05	11
	Moyenne	36,29	56,21	7,50	12,00
Pondérée	Période 1	46,91	46,50	6,59	0,00
	Période 2	17,63	75,09	7,27	0,00
	Période 3	40,67	50,60	8,73	12,00

5.4.5.2 Les formules utilisées

Les formules utilisées sont identiques à celles du calcul du taux de mortalité des chauves-souris (cf. : 5.3.6.2 Les formules utilisées page 72).

5.4.5.3 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)

En 2019, deux tests ont été menés le 6 juin et le 9 septembre 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 76 : 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	39	29	0,74
Type 1	Moyenne	Moyenne	18	14	0,78
Type 2	Moyenne	Moyenne	16	12	0,75
Type 3	Moyenne	Moyenne	5	3	0,60
Total	E2	06/06/2019	20	17	
Type 1	E2	06/06/2019	10	9	
Type 2	E2	06/06/2019	8	8	
Type 3	E2	06/06/2019	2	0	
Total	E4	09/09/2019	19	12	
Type 1	E4	09/09/2019	8	5	
Type 2	E4	09/09/2019	8	4	
Type 3	E4	09/09/2019	3	3	

	d	Pourcentage de prospection		
		Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	0,75	36,29	56,21	7,50
Période 1	0,75	46,91	46,50	6,59
Période 2	0,74	17,63	75,09	7,27
Période 3	0,75	40,67	50,60	8,73

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 :

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

$$d = 0,78 * (36,29/100) + 0,75 * (56,21/100) + 0,60 * (7,50/100) = 0,75$$

Autrement dit, 75% des peluches dispersées ont été retrouvées. En 2018, le coefficient de détection était de 0,63. La détection a donc été meilleure cette année.

■ Taux de persistance

Figure 77 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance

Type végétation	Eolienne	Date test	Dépôt	Jour de dépôt					Tm	p moyen	p période 1	p période 2	p période 3
				1	3	7	8	12					
Moyen		Moyenne	34	29	16	6	1	0	2,53	0,16	0,13	0,20	0,18
Type 1		Moyenne	10	7	3	0	0	0	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Type 2		Moyenne	18	16	9	3	1	0	2,61	0,16	0,13	0,18	0,17
Type 3		Moyenne	6	6	4	3	0	0	4,33	0,46	0,33	0,57	0,50
Moyen	Toute	06/06/2019	14	11	11	1	1	0					
Type 1	Toute	06/06/2019	5	3	3	0	0	0					
Type 2	Toute	06/06/2019	8	7	7	1	1	0					
Type 3	Toute	06/06/2019	1	1	1	0	0	0					
Moyen	Toute	09/09/2019	20	18	5	5	0	0					
Type 1	Toute	09/09/2019	5	4	0	0	0	0					
Type 2	Toute	09/09/2019	10	9	2	2	0	0					
Type 3	Toute	09/09/2019	5	5	3	3	0	0					

	Tm	p	Pourcentage de prospection		
			Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	2,53	0,16			
Période 1	2,11	0,08	46,91	46,50	6,59
Période 2	2,51	0,18	17,63	75,09	7,27
Période 3	2,23	0,13	40,67	50,60	8,73

- 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 = 7,09 jours**.

En considérant que la diminution du nombre de cadavres est linéaire entre les retours tests de 1 à 12 jours, on estime le nombre de cadavres restant à I jours.

De ce fait,

$$p = \frac{\text{Nombre de cadavres encore présents après I jours}}{\text{Nombre de cadavres déposés au départ}} = \frac{5,56}{34} = 0,16$$

Ainsi, on obtient une valeur de **p = 0,16**.

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 = 0,08** pour la première période, de **p = 0,18** pour la seconde période, et un **p = 0,13** pour la dernière période.

- 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 égale à 2,53**.

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

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

Pour la seconde méthode de calcul, nous avons pondéré 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 = 2,11** pour la première période, de **Tm = 2,51** pour la seconde période, et un **Tm = 2,53** pour la dernière période. Autrement dit, les cadavres d'oiseaux disparaissent entre 2 et 3 jours.

En 2018, on obtenait une valeur de Tm = 1,57. Cette année, les cadavres mettent donc un peu plus de temps à disparaître, ce qui pourrait s'expliquer par exemple par une diminution du nombre de nécrophages.

■ 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 2019 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	5	2,15	0,69	32,10	1
28m - 42m	0,3077	5	1,54	0,71	45,96	6
14m - 28m	0,1846	5	0,92	0,50	53,72	4
0m - 14m	0,0615	5	0,31	0,23	74,79	1

a = 2,08

5.4.5.4 Méthodes de calcul employées

Les méthodes de calcul employées sont identiques à celles du calcul du taux de mortalité des chauves-souris (cf. 5.3.6.4 Présentation des 2 méthodes de calcul page 77).

5.4.5.5 Calculs de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyenne »)

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

Figure 78 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	12,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,75	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,16	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	2,53	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
I	7,09	Pas de temps du suivi
î	5,06	î = - log(0.01) * tm
ê	0,71	ê = Min(I/î) / I
a	2,08	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).

Winkelman :

$$N = \frac{C}{p \times d} \times a = \frac{12}{0.16 \times 0.75} \times 2.08 = \mathbf{203.57}$$

Erickson adaptée :

$$N = \frac{I \times (C - C \times p)}{tm \times d} \times a = \frac{7.09 \times (12 - 12 \times 0.16)}{2.53 \times 0.75} \times 2.08 = \mathbf{93.21}$$

Erickson réelle :

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d} \times a = \frac{7.09 \times 12}{2.53 \times 0.75} \times 2.08 = \mathbf{93.36}$$

Jones :

$$N = \frac{C}{d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I / tm)}} \times a = \frac{12}{0.75 \times 0.71 \times e^{(-0.5 \times 7.09 / 2.53)}} \times 2.08 = \mathbf{126.89}$$

Huso :

$$N = \frac{C}{d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I / tm})}{I} \times \hat{e}} \times a = \frac{12}{0.75 \times \frac{2.53 \times (1 - e^{-7.09 / 2.53})}{7.09} \times 0.71} \times 2.08 = \mathbf{107.97}$$

Tous ces résultats correspondent aux différentes estimations du nombre d'oiseaux morts sur la période allant du 13 mai au 23 octobre 2019 et pour les 5 éoliennes suivies du parc éolien. Ces résultats sont basés sur 6 mois, soit une partie (période estivale et période automnale) de la période d'activité du cycle biologique des oiseaux.

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne,

- On divise ces résultats par 5 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne pour la période de suivi**
- On divise par 6 (6 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 5 → on aura une estimation de la **mortalité pour le parc entier et par an**.

La formule de Winkelman surestime très souvent le taux de mortalité. Elle ne sera donc pas prise en compte dans le calcul de la moyenne. Finalement, le tableau page suivante synthétise les résultats pour chacune des formules utilisées. Il aboutit à un **résultat moyen de l'ordre de 42,14 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 37,28 et 50,76 (81,43 pour la formule de Winkelman) mortalités par éolienne et par an selon les formules utilisées.

Figure 79 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2019 (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)

	Winkelman	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelman)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	203,57	93,21	93,36	126,89	107,97	125,00	105,36
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	40,71	18,64	18,67	25,38	21,59	25,00	21,07
Mortalité par éolienne et par mois	6,79	3,11	3,11	4,23	3,60	4,17	3,51
Mortalité par éolienne et pour une année	81,43	37,28	37,34	50,76	43,19	50,00	42,14
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	407,15	186,42	186,72	253,78	215,95	250,00	210,72

5.4.5.6 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 80 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul

Paramètres	Période	Valeurs	Explications
C	Période 1	0,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
	Période 2	0,00	
	Période 3	12,00	
d	Période 1	0,75	Valeur du taux de détection pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	0,74	
	Période 3	0,75	
p	Période 1	0,08	Valeur du taux de persistance pondérée selon le type de recouvrement moyen de la période
	Période 2	0,18	
	Période 3	0,13	
tm	Période 1	2,11	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	
	Période 3	2,23	
l	Période 1	7,33	Pas de temps du suivi
	Période 2	6,86	
	Période 3	7,00	
î	Période 1	4,22	$\hat{i} = -\log(0.01) * tm$
	Période 2	5,01	
	Période 3	4,46	
ê	Période 1	0,58	$\hat{e} = \text{Min}(l/\hat{i}) / l$
	Période 2	0,73	
	Période 3	0,64	
a	Période 1	2,08	Coefficient de correction surfacique

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 47,30 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 41,85 et 56,96 (104,24 pour la formule de Winkelmann) mortalités selon les formules utilisées avec prise en compte de la dispersion des cadavres dans le coefficient surfacique.

Figure 81 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2019 des oiseaux 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	260,60	104,64	104,77	142,40	121,17	146,71	118,24
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	52,12	20,93	20,95	28,48	24,23	29,34	23,65
Mortalité par éolienne et par mois	8,69	3,49	3,49	4,75	4,04	4,89	3,94
Mortalité par éolienne et pour une année	104,24	41,85	41,91	56,96	48,47	58,69	47,30
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	521,20	209,27	209,54	284,79	242,34	293,43	236,48

5.4.5.7 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 82 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »

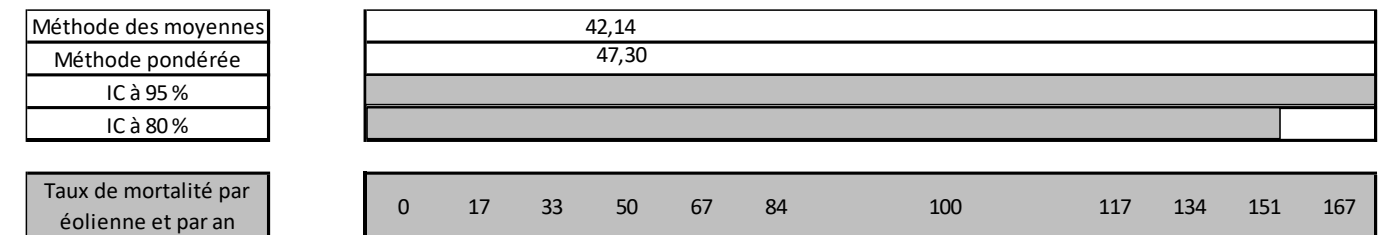
Paramètre	Valeur
Intervalle de temps entre les passages	7,09
Nombre de cadavre déposé pour l'étude de détection	39
Nombre de cadavre découvert pour l'étude de détection	29
Pourcentage de la surface prospectée	0,43

Figure 83 : 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	96,18	0,00	349,04	0,00	242,25
Huso	104,03	0,00	370,45	0,00	255,65
Winkelmann	124,71	0,00	912,64	0,00	670,85
Jones	136,75	0,00	535,35	0,00	358,86
Moyenne par éolienne	23,08	0,00	108,37	0,00	76,38
Moyenne par éolienne (sans Winkelmann)	22,46	0,00	83,66	0,00	57,12

5.4.5.8 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des oiseaux en 2019

La fourchette de résultats fournie par l'application Shiny « Eol App » concorde avec nos calculs. Aussi, nous retiendrons que **théoriquement nous aboutissons à entre 0 et 167 cas de mortalité par éolienne et par an, soit entre 0 et 835 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 0 et 76,38 cas de mortalité (entre 0 et 57,12 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 0 et 108,37 cas de mortalité (entre 0 et 83,66 si on ne prend pas en compte la formule de Winkelmann).

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne :

- on divise par 6 (6 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).

On aboutit à un résultat à un intervalle de confiance de 95% de l'ordre de 0 à 216 mortalités par éolienne et par an (et de **0 à 167 mortalités par éolienne et par an** sans prendre en compte la formule de Winkelmann).

A un intervalle de confiance de 80%, le résultat est de l'ordre de 0 à 152 mortalités par éolienne et par an (et de **0 à 114 mortalités par éolienne et par an** sans prendre en compte la formule de Winkelmann).

En tenant compte de médiane moyennée (22,46 mortalités par éolienne), on aboutit à un résultat de l'ordre de 45 mortalités/éolienne/an.

6 EVALUATION DES IMPACTS DU PARC EOLIEN DE CHAMPAGNE BERRICHONNE

6.1 Impact sur les chiroptères

6.1.1 Analyse quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens

Selon la méthode des moyennes et la méthode « pondérée », le taux de mortalité est estimé à environ 22 chauves-souris/éolienne/an. D'après l'application Shiny EolApp, il y a 80% de chance pour que le taux de mortalité se trouve entre 8 et 49 chauves-souris/éolienne/an. En se basant sur la médiane de ces estimations, on aboutit à un résultat de l'ordre de 23 chauves-souris/éolienne/an. **Finalement, le taux de mortalité est estimé à entre 22 et 23 mortalités par éolienne et par an (soit entre 110 et 115 mortalités pour le parc entier et par an).**

D'après les données disponibles actuellement en France mais aussi et surtout à l'étranger (Europe, voir tableaux de la page 94), cette estimation de la mortalité témoignerait **d'une valeur de mortalité par éolienne et par an forte vis-à-vis des chauves-souris**. Cette estimation tend vers la présence d'un niveau de mortalité jugé hors norme. Pour les parcs éoliens français dont le niveau de mortalité est exceptionnellement haut, ils 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.

En 2019, 9 cadavres ont été découverts et sur une courte période (août), l'estimation de la mortalité annuelle (entre 22 et 23 mortalités par éolienne et par an) peut être qualifiée de forte et atteint un seuil de surmortalités par rapport à d'autres parcs moins impactant. En 2018, le taux de mortalité était estimé à entre 10 et 12 cas de mortalité par éolienne et par an.

Finalement, du point de vue quantitatif, l'impact du parc éolien de Champagne Berrichonne peut être qualifié de fort par rapport à d'autres parcs suivis en France ou en Europe.

Au-delà de l'évaluation quantitative du taux de mortalité soumis à de nombreux biais, il s'agit aussi d'analyser aussi qualitativement les impacts sur les chiroptères (en partie liés au pic de mortalité du 22 août).

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 Pégayrols	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 Pégayrols	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 Pégayrols	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

Figure 84 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour différents suivis des parcs éoliens référencés en France (mise à jour du tableau de l'ALEPE)

Figure 85 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour des parcs éoliens en Europe (Source ALEPE)

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 – Seladolinho (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

6.1.2 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 résultats du suivi de la mortalité ;
- Des résultats du suivi automatisé (permettant de préciser le statut local de l'espèce et les modalités de fréquentation du site) ;
- Des données bibliographiques (base de données mortalité, éléments d'écologie liés aux comportements de vol) renseignant sur la sensibilité des espèces ;

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.

Quatre 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 : activité pouvant être élevée ponctuellement et espèce contactée régulièrement sur le site

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 :

- Forte pour la Pipistrelle commune ;
- Modérée à forte pour la Noctule de Leisler,
- Faible à modérée pour la Pipistrelle pygmée et la Noctule de Leisler ;
- Très faible pour la Pipistrelle de Nathusius.

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 Noctule de Leisler a été retrouvé 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 86 : Niveau d'intensité des risques de mortalité (les chiffres entre parenthèses correspondent aux cadavres déterminés avec certitude à l'espèce en question avec les cadavres probables)

Espèce	Nom scientifique	Sensibilité théorique vis-à-vis de l'éolien	Niveau de fréquentation	Mortalité relevée sur le site éolien	Risque d'occurrence sur le site
Noctule commune	Nyctalus noctula	Forte	Faible à modéré	1	Faible à modéré
Noctule de Leisler	Nyctalus leisleri	Forte	Modéré à fort	2	Modéré à fort
Pipistrelle commune	Pipistrellus pipistrellus	Forte	Modéré à fort	5	Fort
Pipistrelle de kuhl	Pipistrellus kuhlii	Modérée à forte	Faible à modéré	1	Faible à modéré
Pipistrelle de Nathusius	Pipistrellus nathusii	Forte	Très faible	0	Très faible

➤ Evaluation des impacts du parc éolien de Champagne Berrichonne

Les niveaux d'impact attendus sont évalués proportionnellement à leur intensité et aux niveaux d'enjeux. Finalement, cinq niveaux d'impact (Très Fort, Fort, Moyen, Faible, Très 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 87 : Grille de calcul des niveaux de risques d'impacts éoliens pour les chauves-souris (inspiré du protocole SER/SFEPM 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	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 88 : Évaluation des impacts du parc éolien de Champagne Berrichonne sur les chauves-souris

Espèce	Nom scientifique	Niveau de patrimonialité	Risque d'occurrence sur le site	Niveau d'impact théorique
Noctule commune	Nyctalus noctula	Modéré à fort	Faible à modéré	Modéré
Noctule de Leisler	Nyctalus leisleri	Modéré à fort	Modéré à fort	Modéré à fort
Pipistrelle commune	Pipistrellus pipistrellus	Modéré	Fort	Modéré à fort
Pipistrelle de kuhl	Pipistrellus kuhlii	Très faible	Faible à modéré	Faible
Pipistrelle de Nathusius	Pipistrellus nathusii	Modéré	Très faible	Faible

Finalement, il apparaît que les espèces au niveau d'impact théorique le plus important sont la Pipistrelle commune et la Noctule de Leisler avec un niveau d'impact modéré à fort, suivie de la Noctule commune avec un niveau d'impact modéré. La Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle de Kuhl ont un niveau d'impact théorique faible.

6.2 Impact sur l'avifaune

6.2.1 Analyse quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens

Selon la méthode des moyennes et la méthode « pondérée », le taux de mortalité est estimé à entre 42 et 47 oiseaux/éolienne/an. D'après l'application Shiny EolApp, il y a 80% de chance pour que le taux de mortalité se trouve entre 0 et 114 oiseaux/éolienne/an. En se basant sur la médiane de ces estimations, on aboutit à un résultat de l'ordre de 45 oiseaux/éolienne/an.

Finalement, le **taux de mortalité est estimé à entre 42 et 47 oiseaux par éolienne et par an** (soit entre 210 et 235 mortalités pour le parc entier et par an).

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. Sur cette base, le taux de mortalité peut être considéré comme élevé par rapport à ce qui a été observé sur d'autres parcs éoliens.

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.

Les parcs que nous avons suivi dans les départements de l'Aveyron, du Tarn, de l'Hérault ou du Cantal montrent des niveaux de mortalité généralement plus faibles pour les oiseaux. Le parc éolien de Champagne Berrichonne comporte 5 éoliennes, de ce fait, le nombre total de mortalités causées par ce parc serait très fort (hypothèse haute 235 cas de mortalité pour le parc entier et par an).

Du 13 mai au 23 octobre 2019, le parc éolien de Champagne Berrichonne aurait donc généré **un niveau d'impacts très fort sur les oiseaux en termes de taux de mortalité/éolienne/an** (en partie lié au pic de mortalité du 23 octobre).

En 2018, le taux de mortalité était estimé à entre 12 et 16 cas de mortalité par éolienne et par an.

Au-delà de l'évaluation quantitative du taux de mortalité soumis à de nombreux biais, il s'agit aussi d'analyser aussi qualitativement les impacts sur les oiseaux. Le paragraphe suivant se concentrera plus sur les espèces impactées et le niveau d'impact par espèce.

6.2.2 Analyse qualitative des impacts sur l'avifaune

5 espèces d'oiseaux ont été impactées, il s'agit du Rougegorge familier, de la Grive musicienne, du Rougequeue noir, du Pouillot véloce et du Roitelet à triple bandeau. 4 de ces 5 espèces sont protégées, mais aucune ne possède de statut de conservation défavorable à l'échelle nationale et régionale. Une espèce est chassable et ses statuts de conservation ne sont pas défavorables.

Le Rouge-gorge familier fait partie des espèces les plus sensibles à l'éolien. 161 cas de mortalité sont recensés en Europe (T. Dürr, 2020). Cette espèce est protégée mais ses populations ne sont pas menacées au niveau national ni au niveau régional (en préoccupation mineure). 6 cadavres de cette espèce ont été retrouvés sous les éoliennes du parc éolien de Champagne Berrichonne le 23 octobre 2019. 4 ont été retrouvés sous l'éolienne E1 et 2 sous l'éolienne E2. A cette période de l'année, et avec autant d'individus impactés sur une nuit, il s'agit probablement d'individus en migration postnuptiale.

La Grive musicienne fait partie des espèces les plus sensibles à l'éolien. 196 cas de mortalités concernent cette espèce en Europe (T. Dürr, 2020). Cette espèce est chassable et ses statuts de conservation ne sont pas défavorables (préoccupation mineure à l'échelle nationale et régionale). 2 individus ont été retrouvés le 12 octobre 2019. Un des individus a été trouvé sous l'éolienne E1 et l'autre sous l'éolienne E3. A cette période de l'année, il s'agit certainement d'individus migrateurs.

Le Rougequeue noir ne fait pas partie des espèces les plus sensibles à la collision avec les éoliennes. Seuls 14 cas de mortalité sont recensés en Europe (T. Dürr, 2020). Cette espèce est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables (préoccupation mineure à l'échelle nationale et régionale). Un individu a été retrouvé sous l'éolienne E1 le 23 octobre 2019. Il s'agit probablement d'un individu migrateur.

Le Pouillot véloce fait partie des espèces les plus sensibles à l'éolien. 56 cas de mortalité sont recensés en Europe (T. Dürr, 2020). Cette espèce est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables (préoccupation mineure à l'échelle nationale et régionale). Un individu a été retrouvé sous l'éolienne E1 du parc éolien de Champagne Berrichonne le 23 octobre 2019. A cette période de l'année, il est probable qu'il s'agisse d'un individu migrateur.

Le Roitelet à triple bandeau fait partie des espèces les plus sensibles à l'éolien, avec 261 cas de mortalité liés aux éoliennes relevés en Europe (T. Dürr, 2020). Il est protégé en France mais ses populations ne sont pas menacées au niveau national ou régional (en préoccupation mineure). Un individu a été retrouvé sous l'éolienne E1 le 21 octobre 2019. A cette période de l'année, il s'agit probablement d'un individu migrateur.

Finalement, du point de vue qualitatif, l'impact du parc éolien de Champagne Berrichonne peut être qualifié de modéré (6 cas de Rougegorge familier, 1 cas de Rougequeue noir, 1 cas de Pouillot Véloce, 1 cas de Roitelet à triple bandeau), vis-à-vis de l'avifaune.

7 SYNTHÈSE ET INTERPRÉTATIONS

7.1 Les mesures de régulation, pour les chiroptères, ont-elles été efficaces ?

D'après les données fournies par EDP Renewables, un pattern de régulation a été mis en place au niveau du parc de Champagne Berrichonne en 2019.

Le pattern a combiné une régulation liée à l'acoustique et une régulation spécifique aux chiroptères. Le pattern de régulation du parc a été défini selon les paramètres suivants :

- Depuis avril 2018 (régulation acoustique) :
 - **Toute l'année**
 - **Vitesses de vents inférieures à 4 m/s** (à hauteur de moyeu des éoliennes),
 - **Toute la nuit (du coucher du soleil au lever du soleil),**
 - **Toutes les éoliennes,**
- Depuis le 27 août 2019 (régulation spécifique aux chiroptères) :
 - **Du 26 juin au 15 septembre,**
 - **Vitesses de vents inférieures à 6 m/s** (à hauteur de moyeu des éoliennes),
 - **Température > 10°C,**
 - **De 30 min après le coucher du soleil à 30 min avant lever du soleil,**
 - **Toutes les éoliennes,**
 - Uniquement s'il n'y a **pas de précipitation notable.**

ET

- **Du 16 septembre au 21 octobre,**
- **Vitesses de vents inférieures à 5 m/s** (à hauteur de moyeu des éoliennes),
- **Toute la nuit,**
- **Toutes les éoliennes,**
- Uniquement s'il n'y a **pas de précipitation notable.**

Figure 89 : Synthèse du pattern de régulation mis en place en 2019 sur le parc de Champagne berrichonne

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Type de régulation	Régulation acoustique			Régulation spécifique aux chiroptères + régulation acoustique		
Vitesse de vent	4 m/s			6 m/s	5 m/s	
Plage de fonctionnement nocturne	Toute la nuit			30 min après le coucher du soleil à 30 minutes avant le lever du soleil	Toute la nuit	
Eoliennes concernées	Toutes					
Précipitations	-			Uniquement s'il n'y a pas de précipitations notables		

7.1.1 Confrontation entre les résultats du suivi de la mortalité et du suivi d'activité avec les périodes de régulation des machines

La figure page suivante précise les plages de couverture de la régulation, du suivi d'activité en nacelle et du suivi de la mortalité au sol.

- Régulation acoustique (depuis avril 2018 au 26 août 2019)

8 cas de mortalité ont été découverts au cours de cette période de régulation sous 4 m/s. Ces cas de mortalité, dans la majorité des cas, correspondent bien avec les périodes d'activité importantes en hauteur. En 2018, aucun cadavre n'avait été retrouvé sur cette période. Mais l'effort de prospection était aussi nettement inférieur (période non suivie allant de mi-mars à mi-juin et de mi-juillet à fin août). Il est donc difficile d'évaluer l'efficacité du pattern de régulation comparé à 2018. Par contre, l'absence de mortalité entre les mois de mai à juillet semble indiquer l'efficacité de ces paramètres sur cette période. En revanche, le nombre de cadavres retrouvés sur le mois d'août est important et se concentre sur ce mois. **Il s'agira de revoir le pattern de régulation sur cette période (pattern insuffisant).**

- Régulation acoustique + régulation spécifique aux chiroptères (depuis le 27 août au 21 octobre 2019)

1 cas de mortalité a été découvert au cours de cette période de régulation à 6 ou 5 m/s (selon les périodes). Ce cas de mortalité est apparu potentiellement lorsque les chauves-souris étaient faiblement actives en hauteur (sur la base de la date de mortalité estimée). En 2018, 6 cadavres avaient été retrouvés sur cette période, avec une période non suivie au sol entre début septembre et début octobre. Malgré un effort de prospection insuffisant en 2018, le nombre de cadavres retrouvés en 2019 sur cette période est beaucoup plus faible comparé à 2018., d'autant plus qu'aucun cadavre n'a été retrouvé lors des visites suivant le pic d'activité du 11 octobre 2019. **Le pattern de régulation semble efficace sur cette période.**

- Estimations du taux de mortalité pour les chiroptères (2018/2019)

Pour rappel, le taux de mortalité était estimé en 2018 à entre 10 et 12 cas de mortalité par éolienne et par an. En 2019, il est estimé à entre 22 et 23 cas de mortalité par éolienne et par an (soit le double). Sur la base des données brutes, 6 cadavres avaient été retrouvés en 2018 contre 9 en 2019. Par contre, la pression de prospection a été nettement plus importante en 2019. On peut donc supposer que la mortalité a tout de même diminué pour ce parc, malgré les estimations de taux de mortalité.

- Comparaison interannuelle (2018/2019)

Enfin, les chronologies d'activité relevées en hauteur en 2018 et 2019 sur l'éolienne E4 montrent une cohérence des périodes de plus fortes activités (à 15 jours près, du fait des variations climatiques interannuelle) (cf. Fig 93). En revanche, le cortège d'espèces varie en fonction des années, avec une présence marquée d'espèces de haut vol de fin mai à mi-septembre 2018 puis des espèces de lisières jusqu'à la fin du suivi. En 2019, les espèces de lisières ont été très actives en mi-août et mi-septembre, puis ce sont les espèces de haut vol qui ont été plus actives en hauteur.

Figure 90 : Chronologies comparées de l'activité des chauves-souris mesurée au niveau du Batcorder passif et des mortalités constatées en 2019

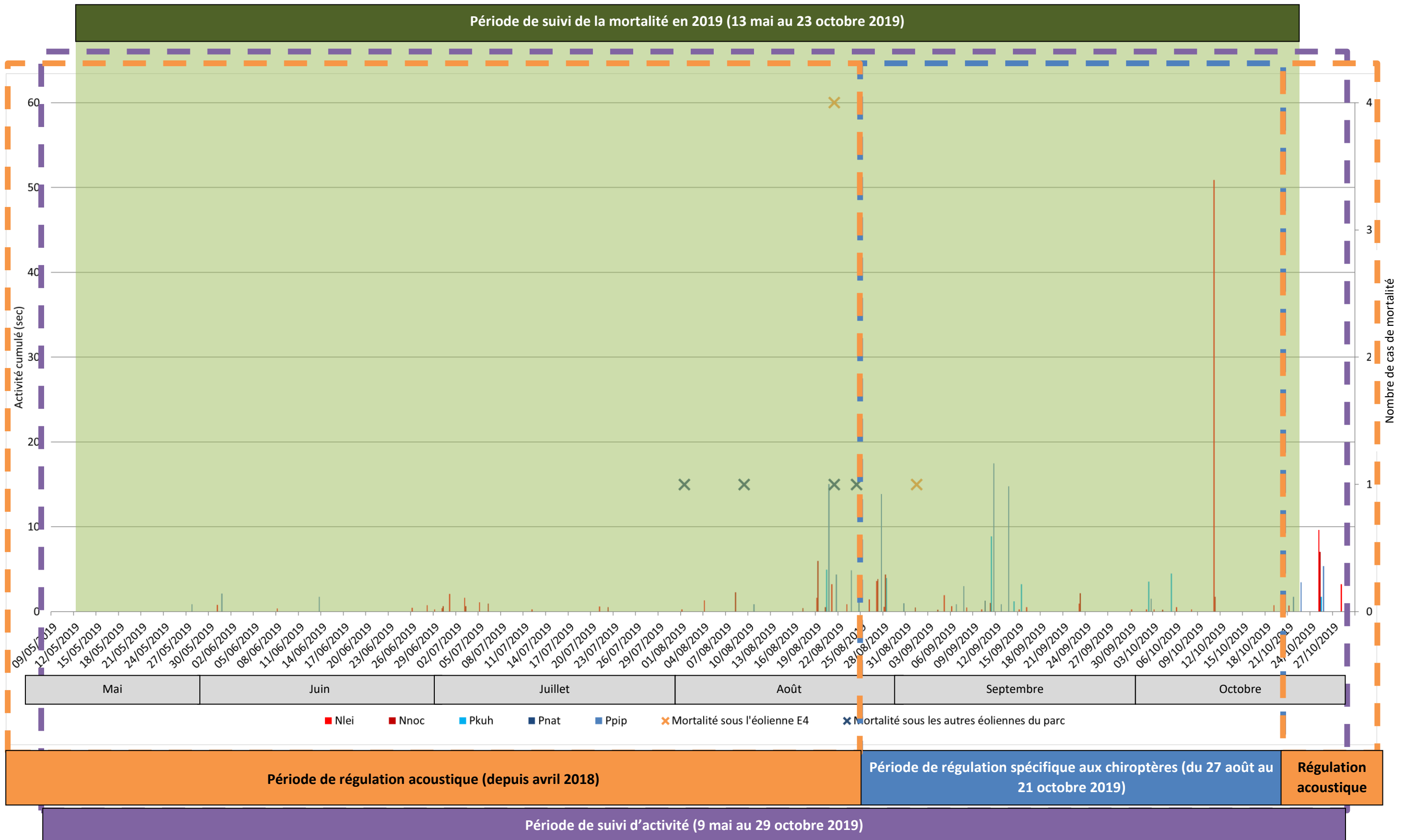
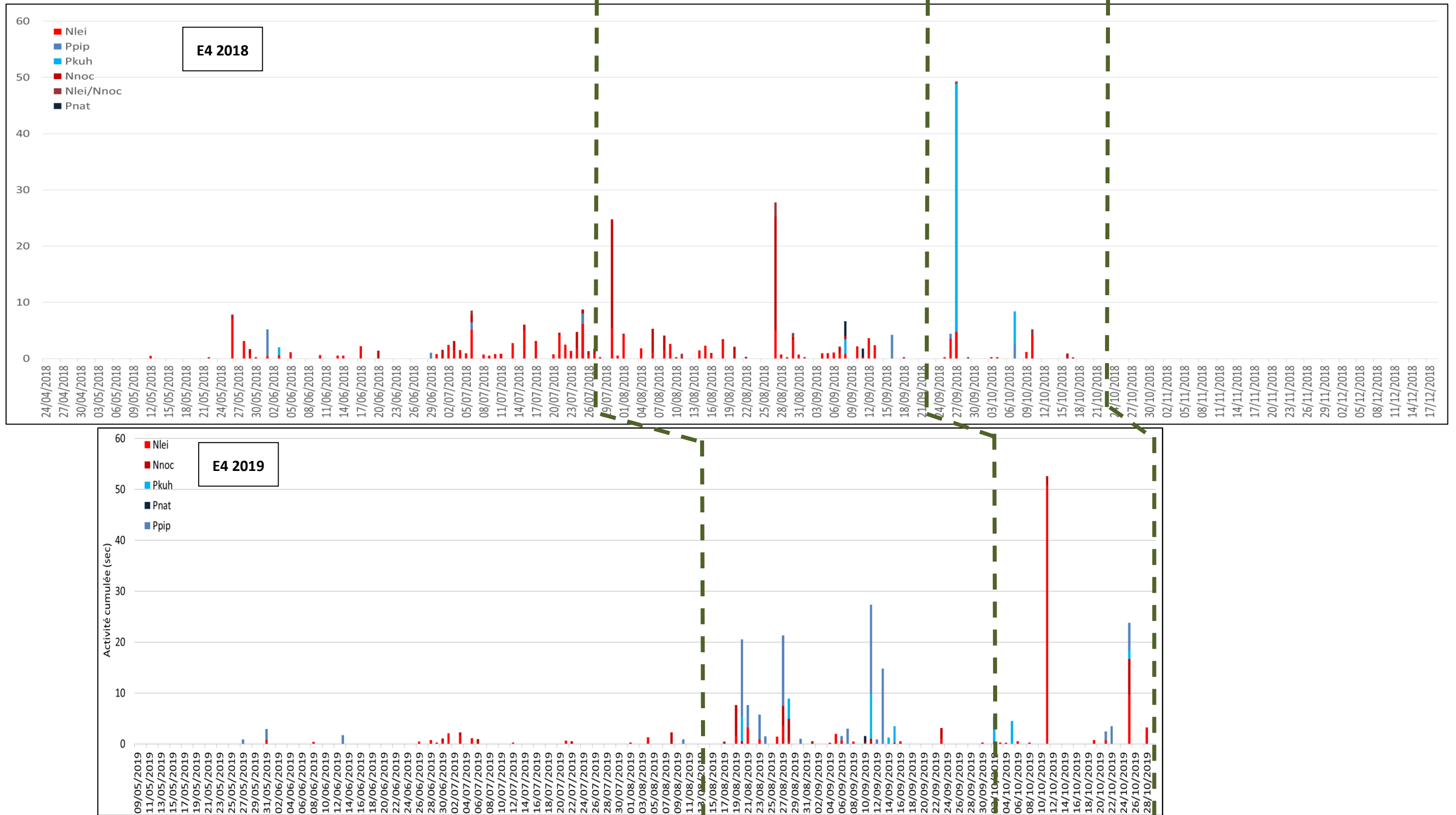


Figure 91 : Chronologies d'activité comparées relevées en nacelle d'éolienne E4 en 2018 (en haut) et en 2019 (en bas)



7.1.2 Hypothèses pour expliquer la découverte des cas de mortalité de chiroptères en 2019

7.1.2.1 Cas de mortalité relevés lors de la régulation acoustique

8 cadavres ont été retrouvés au sol en août 2019, lors de la période de régulation acoustique (4 m/s). Deux hypothèses sont avancées pour expliquer ce constat.

■ Sous-dimensionnement du pattern de régulation

- Vitesse du vent

Sur le mois d'août, les chauves-souris ont été actives par des vitesses de vent variant entre 0,5 m/s et 11 m/s. Sur les 81 secondes d'activité cumulées relevées, 30 secondes d'activité ont été relevées pour des vitesses de vent supérieures à 4 m/s. Sur toute la période de suivi en hauteur, la plupart de l'activité des espèces de lisière a été relevée pour des vitesses de vent inférieures à 5,5 m/s contre 6 m/s pour les espèces de haut vol.

Au vu de ces résultats, les seuils de vent de 6 m/s du 26 juin au 15 septembre et de 5 m/s du 16 septembre au 31 octobre semble suffisant pour « protéger » l'activité des chauves-souris, à condition que la régulation soit effective sur l'ensemble de la période préconisée.

- Température

En ce qui concerne la température, les résultats des suivis des années 2018 et 2019 montrent des résultats assez similaires avec des activités relevées pour des températures supérieures à 12°C (température au niveau de la nacelle d'éolienne) le pattern de régulation préconisant une température seuil de 10°C semble donc suffisant pour une protection optimale des chiroptères.

- Rythme nocturne

A propos du rythme nocturne, les chauves-souris ont été actives surtout en pleine nuit entre 1 heure après le coucher du soleil et 1 heure avant le lever du soleil. Très peu d'activité a été relevée entre 1 heure avant le lever du soleil jusqu'au lever du soleil. En début de nuit au contraire, un peu plus d'activité a été relevée, mais la majorité de l'activité reste tout de même relevée 30 minutes après le coucher du soleil. Ce paramètre ne semble pas impliquer dans la découverte de ces 8 cas de mortalité.

- Période de régulation

La Figure 91 page 100 permet de comparer la chronologie d'activité relevée en hauteur (en nacelle d'éolienne E4) en 2018 et en 2019. Comme évoqué précédemment, on observe une similarité entre les deux années de suivi. Les espèces contactées sont les mêmes (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Noctule de Leisler, Noctule commune et Pipistrelle de Nathusius). La saisonnalité est aussi comparable avec 3 périodes principales : une période de mai à août où l'activité est très faible, mais assez régulière, une période d'août à mi-septembre où l'activité est plus importante avec l'apparition de petits pics d'activité, et finalement une dernière période de mi-septembre à fin octobre où l'activité est très hétérogène (pics d'activité et nuits où l'activité est nulle). Les périodes sont légèrement décalées, l'année

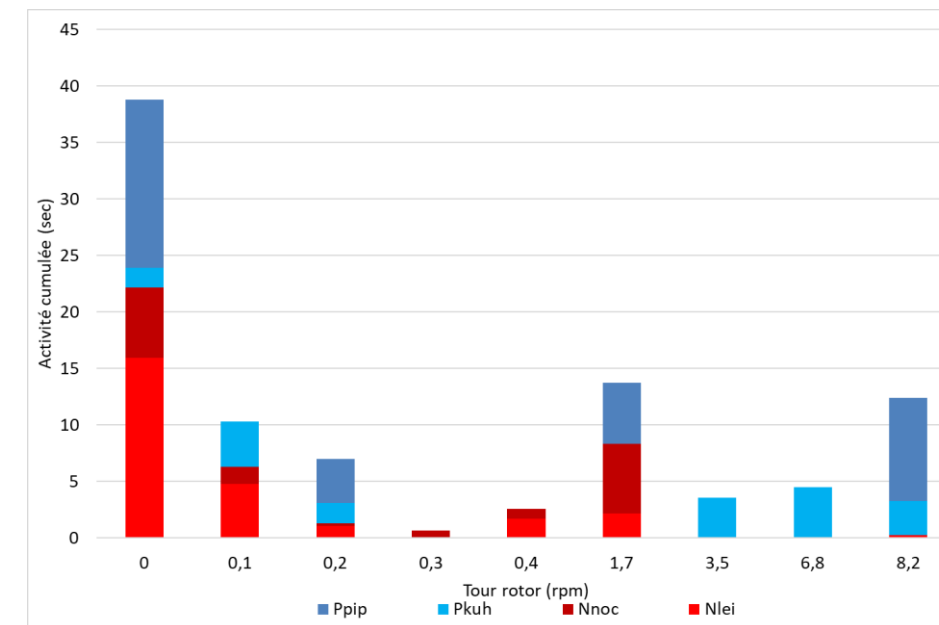
2018 montrant des variations un peu plus précoces. Cette analyse témoigne d'une variabilité interannuelle assez faible entre 2018 et 2019.

Finalement, seul le seuil de vent utilisé dans le pattern de régulation pourrait expliquer la découverte de ces cas de mortalité au sol. Les autres paramètres de régulation semblent bien dimensionnés.

■ Inertie des pales d'éoliennes

L'analyse de la vitesse de rotation des pales (nombre de tours par minute) lorsque les éoliennes sont régulées permet également de mettre en lumière le phénomène d'inertie des pales d'éoliennes. Le graphique suivant montre l'activité chiroptérologique en fonction des vitesses de rotation des pales en période de régulation. Il apparaît que le nombre de tours par minute peut être parfois important en période de régulation avec une vitesse de rotation de pales qui varie entre 3,5 trs/min (soit 75 km/h) et 8,2 trs/min (soit 176 km/h). On ne peut pas non plus écarter l'hypothèse que ces cas de mortalité soient intervenus lors de cette phase de transition vers le ralentissement/l'arrêt des pales d'éolienne.

Figure 92 : *Activité cumulée relevée lorsque les éoliennes sont régulées par nombre de tours par minute*



7.1.2.1 Cas de mortalité relevés lors de la régulation spécifique aux chiroptères

Le cas de mortalité de Pipistrelle commune retrouvé sous les éoliennes début septembre est **théoriquement « protégée » par les mesures de régulation ciblées sur les chiroptères.**

Pour ce cas de mortalité, la piste d'un sous-dimensionnement du pattern de régulation sur cette période est écartée. Par contre, on peut supposer que le cas de mortalité est intervenu en phase de ralentissement/arrêt des machines (inertie). **Dans tous les cas, cette mortalité relève plutôt d'un cas de mortalité « accidentel ».**

7.1.3 Etude de la mortalité exceptionnelle d'oiseaux la nuit du 22 octobre 2019

Lors du dernier passage du suivi de mortalité réalisé sur le parc éolien de Champagne Berrichonne, le 23 octobre 2019, un cas de sur-mortalité d'oiseaux a été relevé. Durant ce passage, 11 cadavres de passereaux migrateurs ont été répertoriés dont 9 sous l'éolienne E1 (seule éolienne couverte entièrement lors de la recherche du fait de l'absence de couvert végétale). Sous la plateforme de l'éolienne E2, 2 autres cadavres ont été trouvés et 1 sur la plateforme de l'éolienne E3. Les cultures présentes sous les éoliennes E2, E3 et E5 n'ont permis de ne prospecter que les plateformes. L'éolienne E4 étant en maintenance au moment du passage, elle n'a pas non plus été prospectée. L'état des oiseaux étant très frais, la date de leur mortalité a été estimée à quelques heures seulement auparavant pendant la nuit précédente la nuit, le 22 octobre 2019. L'absence de rosée sur certains cadavres laissait même penser que les mortalités ont eu lieu en toute fin de nuit.

Tous les cadavres répertoriés ce jour-là étaient situés à l'ouest des éoliennes concernées, exceptée la mortalité retrouvée sous l'éolienne E3. Leur répartition est visible sur la carte de la Figure 95 page 105.

Une analyse plus fine des conditions climatiques a été effectuée pour essayer d'interpréter les causes de ces mortalités ponctuelles de la nuit du 22 octobre 2019, phénomène jugé exceptionnel d'après l'expérience d'EXEN qui mène des suivis dans de nombreuses régions depuis plus de 10 ans.

La Figure 93 de la page suivante permet de visualiser l'historique de fonctionnement du parc sur cette nuit du 22 octobre 2019. Les cinq éoliennes du parc semblent avoir fonctionné toute la nuit avec un régime équivalent. La vitesse de vent captée par chacune des éoliennes est globalement similaire. La moyenne enregistrée varie de 9,5 m/s à 6 m/s suivant l'heure de la nuit. Par conséquent, la régulation mise en place pour les chiroptères (arrêt des machines pour une vitesse de vent inférieure à 5 m/s) ne couvre pas ces conditions de vent mesurées lors de la nuit de surmortalité des oiseaux migrateurs.

Concernant la direction de vent, celle-ci est similaire sur toutes les éoliennes. L'activité migratoire de la nuit du 22 octobre a globalement eu lieu par vent d'est dominant (cf.

Figure 94). Cette direction du vent peut éventuellement expliquer la localisation des mortalités à l'ouest des éoliennes. Les cadavres ne semblent pas présenter de blessure particulière, ce qui laisse supposer des cas de barotraumatisme.

Concernant la température, dernier paramètre exploitable avec les données enregistrées, celle-ci varie entre 15 et 9°C durant la nuit (cf.

Figure 94).

Globalement, l'étude des conditions climatiques ne permet pas de mettre en évidence de particularité marquante pouvant expliquer des conditions de risques particulièrement marquées pour des phénomènes de transits migratoires nocturnes de passereaux insectivores. Mais l'analyse est d'autant plus difficile que les comportements et les conditions de vols des passereaux en phase de migration nocturne sont globalement encore très mal connus.

Pour autant, il est intéressant de noter que ce phénomène de surmortalités ponctuelles de passereaux migrateurs insectivores a aussi été remarqué pour un parc éolien situé à proximité ouest de celui de Champagne Berrichonne pour la même nuit en 2019. Indre Nature, en charge de ce suivi, évoque même une mortalité ponctuelle bien plus importante que celle notée sur le parc de Champagne Berrichonne. La confrontation des expériences respectives permet rapidement de mettre en évidence des conditions très comparables entre les deux sites voisins (même type d'espèces impactées, mêmes dates, même orientation des dispersions, mêmes impressions de mortalités occasionnées tardivement en fin de nuit...).

Dans les deux cas, il semble que la présence de brouillard prégnant localement sur quelques jours / nuits d'affilé aura pu jouer un rôle notable dans le phénomène. Il est aussi possible que la présence de lumière joue aussi un rôle attractif déterminant dans ce contexte de brouillard. L'expérience montre en effet que la nuit, les passereaux migrateurs peuvent être très influencés, voire désorientés par ces deux paramètres (un peu à la manière de papillons qui s'épuisent autour d'une source lumineuse). Indre Nature a ainsi pu noter a plusieurs reprises que par nuit de brouillard, des turdidés (et même parfois des grues cendrées), peuvent tourner longtemps au-dessus du halo lumineux de l'agglomération de Châteauroux. Certains cas de mortalités nocturnes massives d'oiseaux sont aussi relayés par la littérature spécialisée au niveau d'immeubles éclairés lors de périodes migratoires et conditions de faible luminosité. Ce phénomène est aussi connu en mer pour les navires ou autres sources de lumière isolée. Un cas marquant est mis en évidence sur une plateforme de suivi de l'activité des oiseaux et chiroptères en mer baltique (projet financé par le gouvernement Allemand en amont des implantations Offshore), où la simple présence d'un phare lumineux a généré une mortalité de plusieurs centaines de grives relevées sur la plateforme de quelques dizaines de mètres.

Dans notre cas précis, même s'il est difficile de préciser les conditions réelles à l'origine de ce phénomène, la présence de brouillard et de sources de lumières peuvent donc avoir conditionné ensemble le risque de mortalité. Les sources de lumières attractives doivent probablement être plus celles liées aux villages environnants que le balisage lumineux intermittent des éoliennes. En cours de migrations active de nuit, les groupes de passereaux seraient donc attirés par ces lumières dont le halo serait renforcé par le brouillard, alors qu'à l'inverse, que le manque de visibilité ne leur permet pas de s'orienter sur le ciel étoilé. On peut alors supposer ;

- soit que ces conditions induisent des vols plus bas que d'habitudes avec une exposition exceptionnelle aux hauteurs de rotors d'éoliennes,
- soit que c'est plutôt en fin de nuit, c'est-à-dire au moment de la recherche de zones de haltes diurnes, que les groupes de migrants réduisent leurs hauteurs de vols et s'exposent plus au risque de mortalités avec les éoliennes.

Dans notre cas précis, cela suppose en tout cas que le site est propice aux passages nocturnes de passereaux migrateurs (probablement le long de l'axe du vallon du Liennet orienté favorablement).

Figure 93: Historique de l'activité des éoliennes illustrée par le nombre de tour par minute du rotor enregistré mis en parallèle avec la vitesse de vent relevée sur chaque éolienne ceci au cours de la nuit du 22 octobre 2019

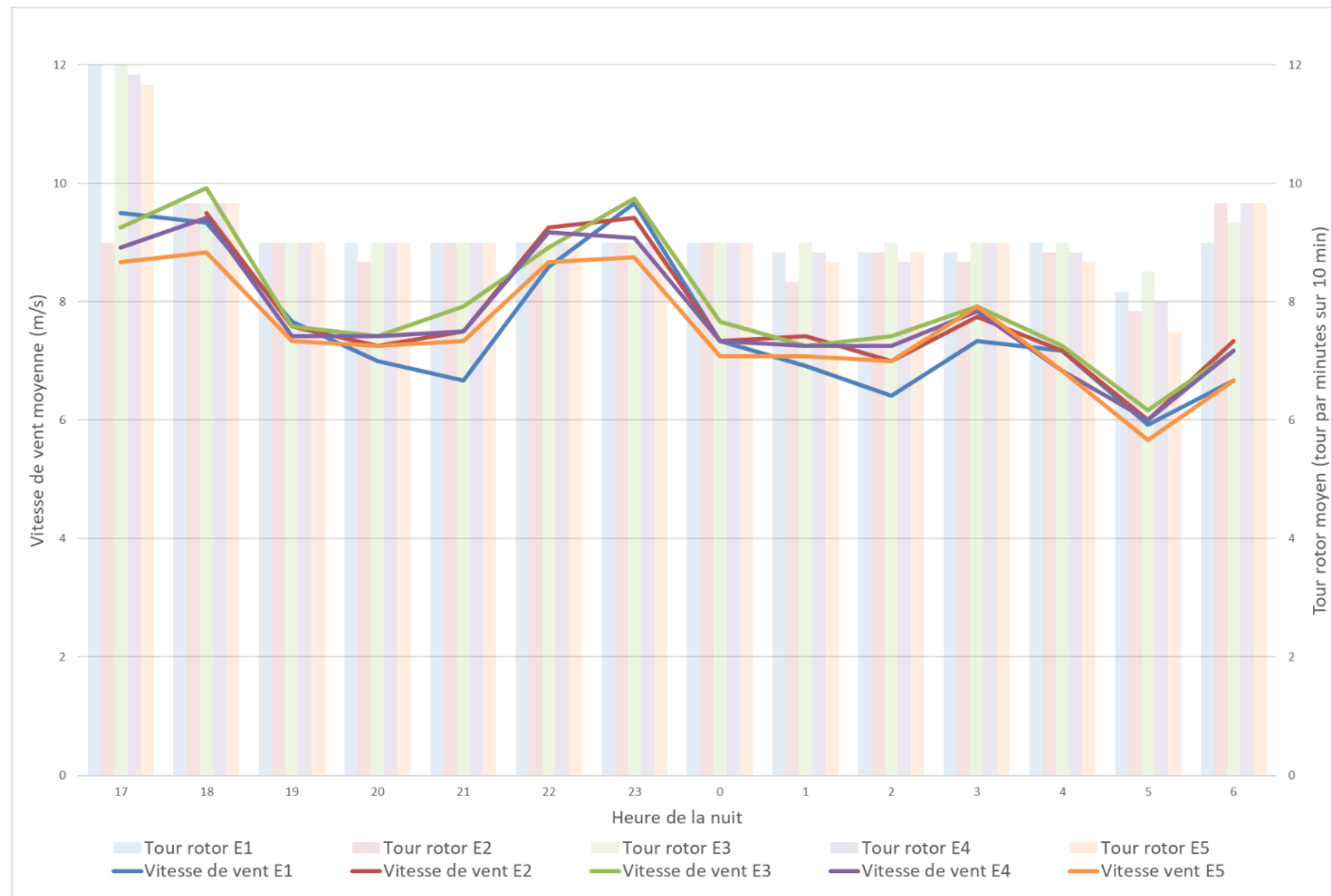


Figure 94: Graphique présentant la température moyenne par heure (à gauche) et la direction de vent moyenne (à droite) lors de la nuit du 22 octobre 2019

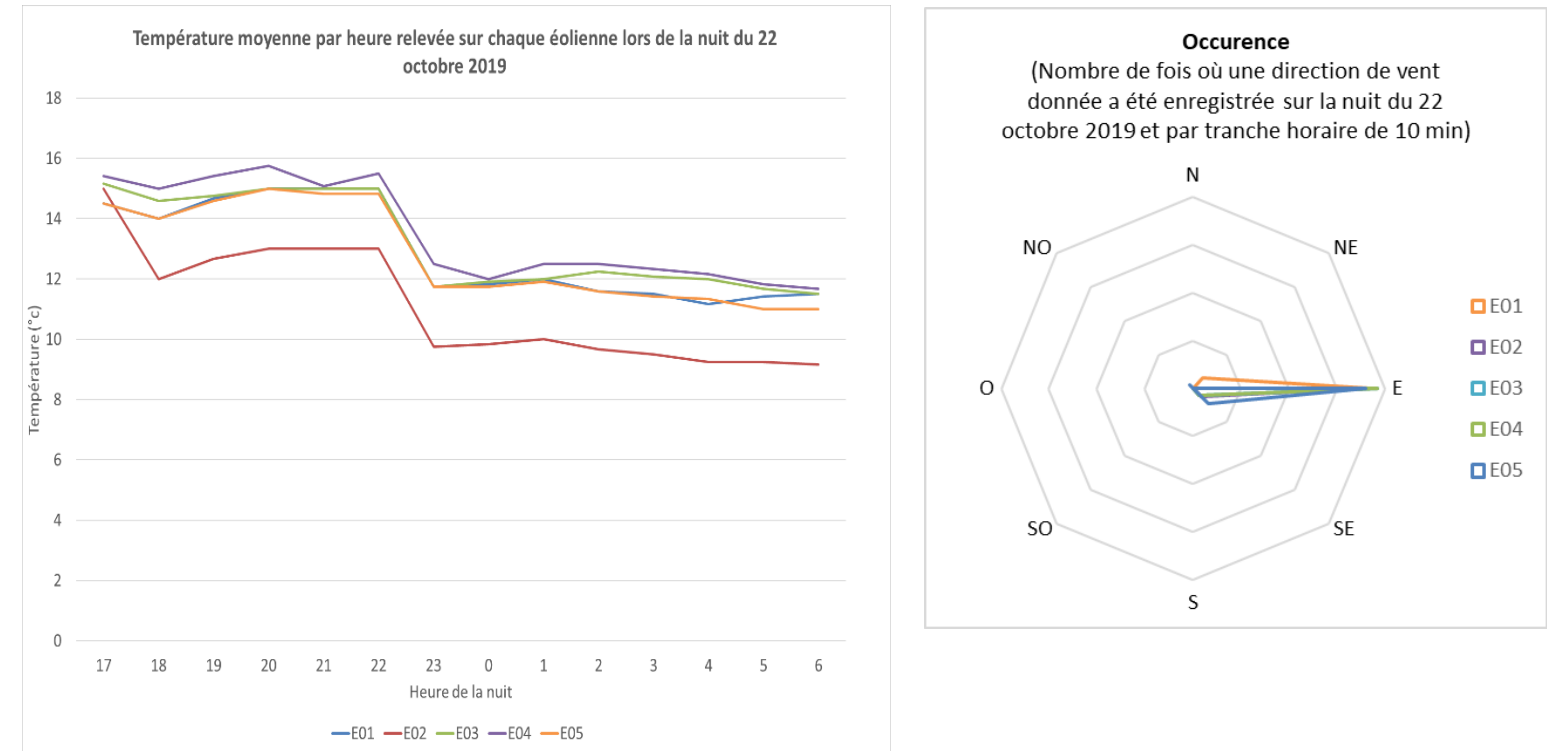
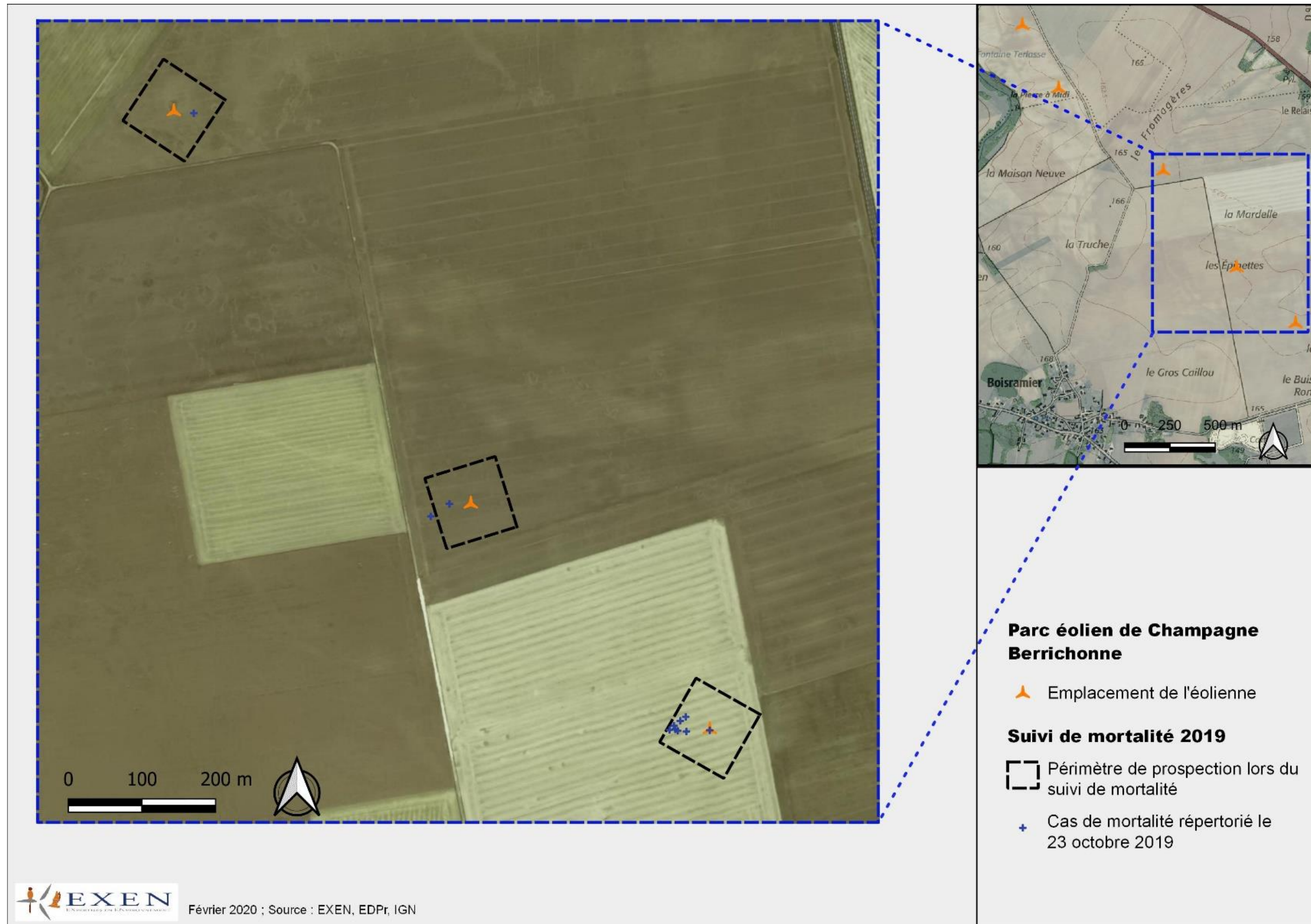


Figure 95 : Carte représentant la dispersion des cas de mortalité relevée lors du passage du 23 octobre dont la mort est estimée aux heures précédentes lors de la nuit du 22 octobre 2019



8 PROPOSITION DE MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS

8.1 Concernant les chiroptères

8.1.1 Re conduite de la mesure de régulation des machines

D'après les résultats de suivi d'activité et de mortalité de 2018 et de 2019, le bureau d'étude EXEN préconise le pattern de régulation suivant :

- Régulation spécifique aux chiroptères :
- **Pour la période allant du 1er mai au 25 juin :**
- **Vitesse de vent inférieures ou égales à 4 m/s,**
- **Température supérieures ou égal à 7°C,**
- **Toute la nuit (du coucher du soleil au lever du soleil),**
- **Pour toutes les éoliennes,**
- **Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notable,**

- **Du 26 juin au 15 septembre,**
- **Vitesses de vents inférieures ou égales à 6 m/s (à hauteur de moyeu des éoliennes),**
- **Températures supérieures ou égales à 10°C,**
- **De 30 min après le coucher du soleil à 30 min avant lever du soleil,**
- **Pour toutes les éoliennes,**
- **Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notable.**

ET

- **Du 16 septembre au 31 octobre,**
- **Vitesses de vents inférieures ou égales à 5 m/s (à hauteur de moyeu des éoliennes),**
- **Températures supérieures ou égales à 10°C,**
- **Toute la nuit,**
- **Pour toutes les éoliennes,**
- **Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notable.**

8.1.2 Suivi de l'activité en nacelle d'éolienne

Comme évoqué dans les paragraphes précédents, le pattern de régulation préconisé semble être correctement proportionné, car une seule mortalité est survenue après la mise en place du bridage sur le parc de Champagne Berrichonne. La majorité des cas de mortalité sont survenus avant la mise en place de ce pattern (8 cas sur 9). Afin de s'assurer de l'efficacité réel du pattern de régulation, il s'agira de le mettre en place aux périodes préconisée, soit du 26 juin au 31 octobre 2020.

La mise en place effective de ce pattern devrait entraîner une diminution importante de la mortalité des chiroptères sur le parc (sur le mois d'août). Mais afin de vérifier l'efficacité de cette mesure de régulation, il serait nécessaire d'effectuer en parallèle du suivi de mortalité (cf. paragraphe suivant) et un suivi d'activité en nacelle.

Il s'agirait donc de mettre en relation les résultats de mortalité avec l'activité au niveau d'une nacelle et les conditions climatiques. Ainsi, dans l'hypothèse défavorable de niveaux d'impacts supérieurs aux prévisions, la connaissance des niveaux d'activité en fonction de la vitesse du vent pourra permettre de réorienter le choix d'un seuil de vitesse de vent ou d'un éventuel autre facteur pour la modification des mesures de régulation. Et à l'inverse, si des niveaux d'impacts très faibles sont observés, cela permettrait de réfléchir à des mesures de régulations moins restrictives.

Il s'agira de suivre l'activité des chauves-souris en hauteur de mi-juin à fin septembre.

8.1.3 Suivi de la mortalité

Au vu des impacts autant quantitatifs que qualitatifs concernant les chiroptères, il serait nécessaire de poursuivre un suivi de mortalité sur le parc éolien de Champagne Berrichonne en 2020 afin de s'assurer que les mesures mises en place en 2020 soient efficaces pour diminuer l'impact du parc éolien sur les chiroptères.

En 2019, un suivi de la mortalité complet a pu être effectué du 13 mai au 23 octobre avec au moins une visite par semaine. Les résultats de ce suivi, en parallèle du suivi acoustique en nacelle, ont montré l'absence de mortalité et une activité faible en hauteur pendant la première partie de l'année. Le suivi de mortalité de l'année 2020 peut alors être allégé par rapport à l'année 2019. Il s'agirait de vérifier qu'en 2020, les impacts sur les chiroptères reste faible sur les mois de juin et de juillet et qu'ils diminuent pour les mois d'août et de septembre.

Ce suivi de mortalité devrait se dérouler de la semaine 25 (mi-juin) à la semaine 40 (fin septembre), avec un suivi accru (2 visites par semaine) pendant les semaines 31 à 37 (période accidentogène en 2019) ce qui correspond à 23 sessions de prospection.

Ce suivi permettra à la fois de visualiser le niveau d'impact quantitatif et qualitatif sur les espèces, mais aussi de vérifier l'efficacité de la correction du pattern de régulation.

8.2 Concernant les oiseaux

8.2.1 Mesure de réduction à envisager

En l'absence de suivi de migration postnuptiale nocturnes, il reste difficile d'évaluer les conditions accidentogènes pour ces flux migratoires nocturnes de passereaux.

A l'image de la régulation fixée pour les chiroptères, une régulation peut être mise en place pour les passereaux migrateurs pendant la période postnuptiale qui apparaît comme critique. En l'absence de conditions climatiques, précises et mesurables, influençant l'activité migratoire des passereaux, le Bureau d'étude EXEN préconise l'arrêt des machines durant les phases migratoires les plus à risque afin de réduire le risque de collision nocturne sur cette période. C'est-à-dire le début de nuit, **de l'heure du coucher du soleil à 30 minutes après** (la phase de décollage des groupes de passereaux) et la fin de nuit, **2h avant et jusqu'au lever du soleil** (phase d'atterrissage). Ceci sur la période de migration postnuptiale des passereaux insectivores, **de mi-septembre à mi-novembre**.

Ces créneaux horaires correspondent au début et à la fin des mouvements des flux migratoires dont on suppose qu'ils s'opèrent à plus faible altitude qu'en pleine nuit. Il est toutefois difficile de tester l'efficacité de cette mesure autrement que par le suivi de la mortalité.

8.2.2 Suivi de la mortalité

Au vu des impacts quantitatifs concernant les oiseaux, il serait nécessaire de compléter le suivi de mortalité effectué pour les chauves-souris par des visites supplémentaires en période de flux migratoire postnuptiaux sur la période du mois d'octobre 2020. Cela permettrait d'évaluer si cet impact est de nouveau constaté.

Le suivi de mortalité complémentaire devrait se dérouler de la semaine 42 (début octobre) à la semaine 44 (fin octobre), avec une visite par semaine, ce qui correspond à 3 sessions supplémentaires.

Figure 97 : Calendrier des visites préconisé pour le suivi de la mortalité en 2020 pour les chauves-souris et les oiseaux

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	
Activité "classique" des chauves souris	Sortie de gîtes et transits printaniers			Transits et mises bas jusqu'à envol des jeunes				Comportements de swarming et transits d'automne		
Périodes à risque pour les espèces migratrices patrimoniales (Minoptère, Grande noctule, Sérotine bicolore, Pipistrelle de Nathusius...)	Sortie d'hibern.	Transits migratoires de printemps		Mise bas		Envol jeunes	Transits migratoires d'automne (+ swarming)			Entrée hivern.
Facteurs d'influence théoriques selon les années				Essaimages d'insectes + orages			Essaimages d'insectes + orages			

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre		
Nombre de visites ciblées sur la suivi de la mortalité des chauve-souris				1 1 1 1 1 1		2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1					
Nombre de visites ciblées sur la suivi de la mortalité des oiseaux migrateurs								1 1 1			
Suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris				1 1 1 1 1 1		2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1	1 1 1				
Réalisation des tests pour calcul des coefficients correcteurs du taux de mortalité					2		1				
Suivi de l'activité des chauves-souris en hauteur (au moins un point de suivi en continu sur une éolienne)				[Barre bleue continue]							
Installation, maintenance et désinstallation des batcorders											
Semaine	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 42 43 44 45 46 47 48 49										

BIBLIOGRAPHIE

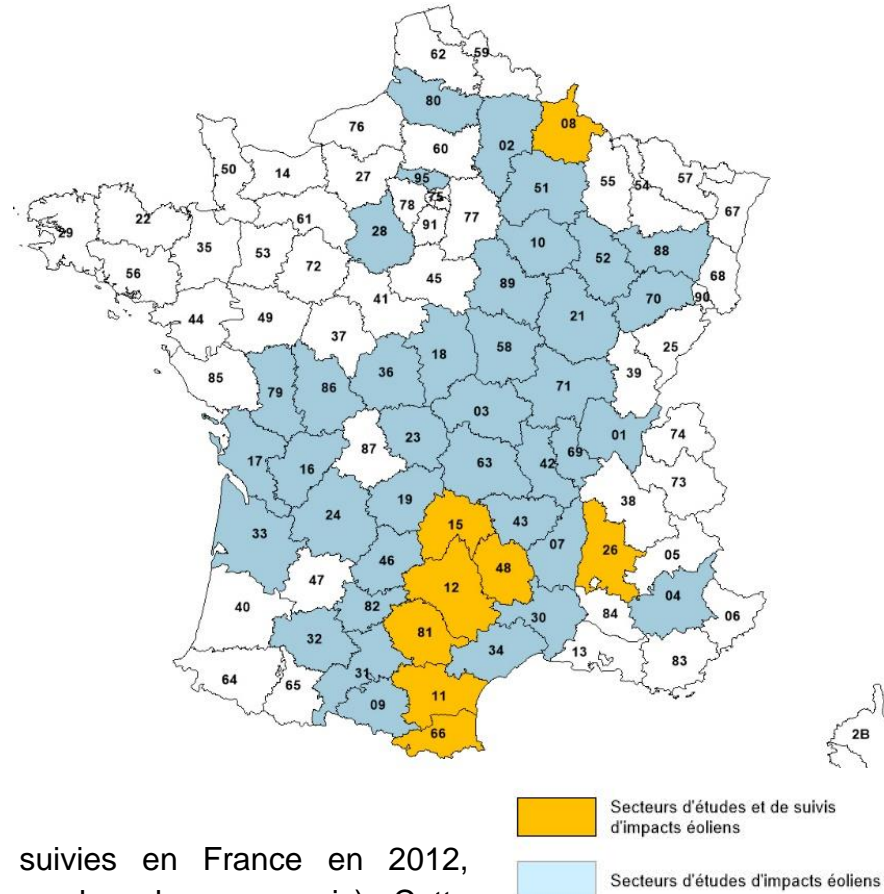
- **ADOMEIT U., WILLUTZKI F., BRINKMANN R., NIERMANN I., BEHR O.** (2009) : Caractérisation de l'activité des Chiroptères à proximité des éoliennes à l'aide d'enregistrements stéréoscopiques à infrarouge. Extrait d'une traduction des Synthèses des conférences tenues à Hanovre, le 09 juin 2009.
- **ADAMS 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.** (2014). Relevé des cadavres de chiroptères. Statistique du bureau de l'environnement du Land de Brandebourg. Bilan de mars 2014.
- **EXEN** (2018). Parc éolien de Champagne Berrichonne (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.

- **ULDRY V. (2013)** – Comparaison entre deux détecteurs d’ultrasons automatiques (Batcorder et Batlogger) dans le domaine de l’éolien. 36 p.

ANNEXES

Annexe 1 : Profils et expériences de l'équipe EXEN

EXEN est un bureau d'étude d'écologues spécialisés depuis 2003 dans les rapports entre le développement des énergies renouvelables et la faune sauvage. Notre équipe comprend 11 ingénieurs écologues, 4 techniciens écologues et 1 assistante de gestion. Historiquement ciblés sur l'éolien, nous avons développé nos compétences grâce à la confiance renouvelée de développeurs qui ont mesuré l'intérêt de faire le choix d'une approche professionnelle et objective pour les accompagner dans leurs projets. Nos références sont présentées sur le portail Internet d'EXEN www.sarlexen.fr. Y figurent non seulement de nombreuses missions d'étude d'impact avant implantation dans des milieux très variés (plus d'une centaine en 2011), mais également plusieurs suivis évaluation post-implantation sur plusieurs années dont les résultats font désormais référence au niveau international (110 éoliennes suivies en France en 2012, concernant tant les oiseaux que les chauves-souris). Cette expérience de suivis *in situ* parmi les plus riches de France nous fait bénéficier à la fois d'une appréciation concrète de la sensibilité des espèces et de la pertinence des mesures d'intégration mises en place.



A l'échelle internationale, les compétences d'EXEN sont aussi reconnues au travers d'un partenariat que nous entretenons au quotidien avec des homologues Franco - Allemands du bureau d'étude KJM Conseil et Corieaulys, spécialisés eux aussi dans les rapports entre éolien et biodiversité depuis les années 2000. Notre partenariat permet les avantages ... :

- d'une mise en commun des expériences, des références bibliographiques, de techniques et matériels, des réseaux de partenaires réciproques. Les données mises en commun sont

d'autant plus nombreuses et précieuses que le développement éolien allemand est plus précoce et important qu'en France... ;

- d'une organisation souple pour intervenir rapidement sur un même site et mutualiser à tour de rôle les visites thématiques ;
- d'une ouverture d'esprit sur le choix de la méthodologie de suivi la plus pertinente ;
- d'un regard croisé aussi bien pour une appréciation objective des enjeux que pour des propositions de mesures pertinentes.

Plus largement, notre partenariat s'inscrit dans une volonté de participer à l'amélioration des connaissances scientifiques des impacts éoliens sur l'avifaune en Europe, notamment à travers une professionnalisation des expertises. Il vise ainsi une approche à la fois :

- globale (regard croisé, mutualisation des connaissances...);
- objective (raisonnement scientifique, usage de références et démonstrations chiffrées) ;
- désengagée (indépendance, notamment vis-à-vis des associations naturalistes) ;
- professionnelle (méthodes et outils d'ingénierie efficaces et innovants, proximité, réactivité, respect des délais, SIG, rapport qualité prix ...).

Au jour le jour, nous perfectionnons notre expertise tant sur le fond que sur la forme, dans le respect des règles déontologiques de la profession, et notamment du Code déontologique élaboré par l'Association Française des Ingénieurs Ecologues (A.F.I.E.).

Gage de reconnaissance de notre place parmi les acteurs du développement éolien intégré, nous avons été missionnés en 2009 par le MEEDDM² pour coordonner la réactualisation des volets liés à la « Biodiversité » du Guide Méthodologique de l'étude d'impact sur l'environnement de parcs éoliens (MEEDDM 2010). Le Guide ainsi que les fiches techniques associées sont disponibles à l'adresse suivante :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=10866 .

Nous participons aussi activement aux colloques et séminaires internationaux relatifs aux rapports entre éolien et biodiversité (Berlin 2008, Hanovre 2009, Reims 2010, Corogne 2010, Paris 2011, Dusseldorf 2012, Bourges 2012...), pour valoriser le partage et la mise en réseau des connaissances.

² MEEDDM : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer

L'équipe d'EXEN

L'équipe est constituée de 15 écologues, ingénieurs (11), et techniciens (4) et d'une assistante de direction. L'équipe est également appuyée par des salariés saisonniers pour les suivis de mortalités.

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...

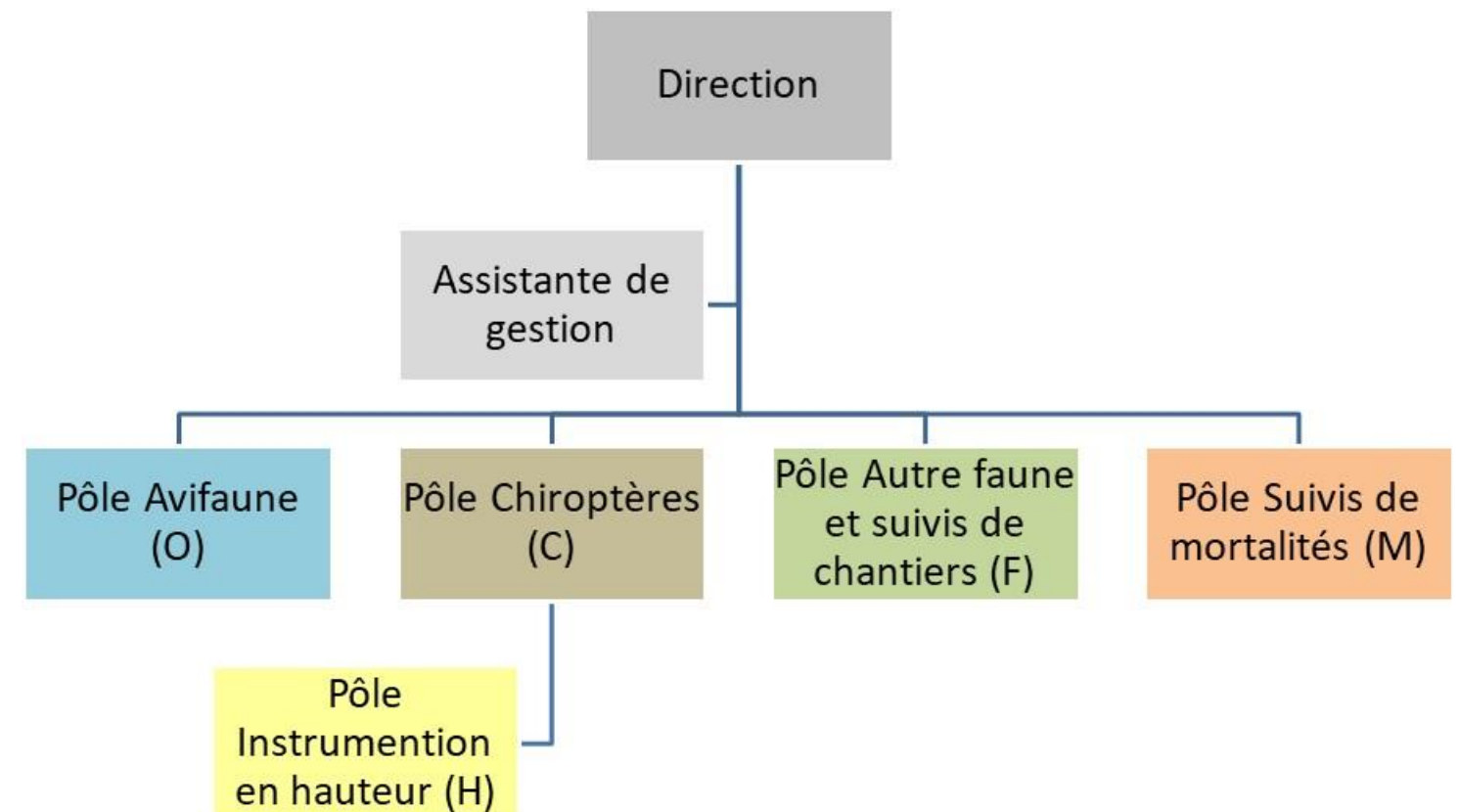
L'équipe est organisée en 5 pôles thématiques (cf. organigramme ci-contre). Chacun peut dépendre de plusieurs pôles selon ses compétences et fonctions dans l'entreprise. Le profil de chacun est proposé au niveau des pages suivantes, avec précision des principaux pôles de compétence pour chacun, sur la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

Organigramme EXEN



Direction

Yannick BEUCHER

*Ing. écologue-cordiste, chiroptérologue / ornithologue.
Fondateur-gérant. 15 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), mention assez bien.
- **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** : co-coordonateur du Groupe Technique Eolien de la SFEPM.
- **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, en cours de pratique.
 - Evolution et travail en hauteur, (CCI Aveyron 2009, recyclage 2013 et 2017),
 - Vérificateur équipement EPI, (Hauteur et Sécurité 2013),
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2013, recyclage 2015-17-19),
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019).

Hélène CARADEC

*Assistante de direction.
8 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. CANALSATELLITE outre-mer / Afrique
- **Fonctions chez EXEN** :
 - Gestion administrative, suivi des facturations, 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 prévue 2019).
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019)

Ecologues - responsables de pôles naturalistes

Justine MOUGNOT

Ing. écologue - ornithologue / chiroptérologue.

Chargée d'affaires. **Responsable du Pôle Avifaune**. 7 ans d'expérience.

Management production, protocoles scientifiques, encadrement, gestion administrative



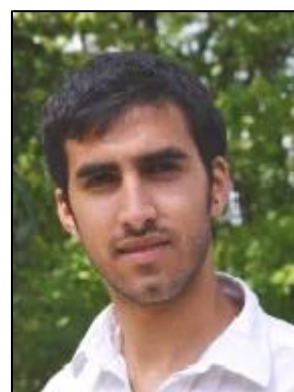
C O M

- **Profil** : Master II pro de Biodiversité, écologie, environnement (Université J. Fournier de Grenoble), mention bien.
- **Expérience avant EXEN** : i
 - 2011 : Service civique Suivi des populations de Gravelots à collier interrompus. Station de Bague 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** : **Responsable Pôle Avifaune**. Inventaires, organisation et traitement des données, rédaction des rapports, relectures,
- organisation et encadrement du pôle, gestion administrative.
- **Spécialités naturalistes** : oiseaux, chauves-souris, orthoptères.
- **Formations professionnelles** :
 - Niveau 2 de bioacoustique des chauves-souris (approche Barataud, formée par Y.Tupinier, T. Disca). 2012.
 - Evolution et travail en hauteur, (Hauteur et Sécurité 2013).
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2013, recyclage 2015-17-19).

Arnaud RHODDE

Ing. écologue. Ornithologue / entomologue

Chargé d'affaires. **Responsable du pôle Petite faune et suivis de chantiers**. 5 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, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes** : oiseaux, rhopalocères, odonates, orthoptères (réfèrent entomofaune), herpétofaune.
- **Formations professionnelles** :

Frédéric ALBESPY

Ing. écologue - biostatisticien / cartographe / chiroptérologue.

Chargé d'affaires. **Responsable du Pôle Chiroptères**. 8 ans d'expérience.

Management production, protocoles scientifiques, encadrement.



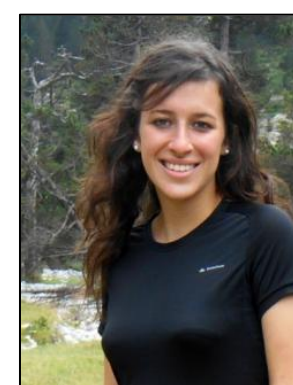
C O M

- **Profil** : Master II de Télédétection + Master II de biostatistique (Université de Toulouse 3), mention bien et assez bien. (2008 – 2010)
- **Expérience avant EXEN** : Biostatisticien à ONCFS / Tour du Valat (2008), suivi de propagation du virus de la grippe aviaire chez les sarcelles d'hiver.
- **Fonctions chez EXEN** : Inventaires, organisation et traitement des données, traitements statistiques, rédaction des rapports, relectures, réfèrent 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).

Aurélien LANGLOIS

Ing. écologue-biostatistique. Chiroptérologue.

Chargée d'affaires. **Responsable Pôle suivis des mortalités**. 3 ans d'expérience.



C M

- **Profil** : Master II Gestion de la Biodiversité (Université P. Sabatier, Toulouse, 2016), mention bien
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2015 : stage au CEN de Midi-Pyrénées, Toulouse (31) –plan de gestion
- **Fonctions chez EXEN** : Organisation et traitement des données chiroptères et suivis de mortalités, traitements statistiques, rédaction des rapports, encadrement du pôle, méthodes et analyses des suivis de mortalités.
- **Spécialités naturalistes** : chiroptères.
- **Formations professionnelles** :
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2017-2019).
 - Apprentie capture chiroptères : formation théorique CEN MP 2016.
 - Niveaux 1 et 2 bioacoustique des chauves-souris (2017). CPIE Pays d'Azay.

Ecologues

Mathieu LOUIS

Ing. écologue - ornithologue / chiroptérologue.

Chargée d'affaires. Référent bioacoustique des chiroptères. 8 ans d'expérience.



C O F M

- **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 amphibiau 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),
 - Formation reptiles, NMP 2018.

Laurie NAZON

Technicienne écologue - ornithologue / entomologue.

Chargée de gestion BDD avifaune. 8 ans d'expérience.



O F M

- 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).

Fanny BONNET

Ing. écologue. Chiroptérologue / ornithologue

Chargée d'affaires. 6 ans d'expérience.



C O F M

- **Profil :** Master professionnel Écologie et Éthologie. Université Jean Monnet, Saint-Etienne
- **Expérience avant EXEN :**
 - 2015-16 : Assistante de recherche chiroptérologue. Sarapiquí, Costa Rica. Institut d'écologie évolutive. Université d'Ulm (All.).
 - 2014-15 : Assistante de recherche chiroptérologue. Barro Colorado nature, Panama. Université d'Ulm (All.) et Smithsonian Tropical Research Institut (Panama).
 - 2013 : service civique animation Natura 2000. Syndicat mixte des caps d'Erquy Frehel, Plévenon, Bretagne.
- **Fonctions chez EXEN :** Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes :** chiroptères (acoustique, capture), oiseaux, herpétofaune.
- **Formations professionnelles :**
 - Captures chiroptères : forte expérience au Costa Rica et Panama.
 - Niveau 2 de bioacoustique des chauves-souris (formée par M. Barataud, Y. Tupinier). CPIE Pays d'Azay. 2017
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron prévu 2017).

Sylvain DAVROUT

Ing. écologue. Ornithologue / entomologue

Chargé d'affaires. 3 ans d'expérience.



O F M

- **Profil :** Master pro Écologie. Ingénierie en Ecologie et Gestion de la Biodiversité (IEGB). Université de Montpellier.
- **Expérience avant EXEN :**
 - 2016 : Chargé d'étude faune. Bureau d'étude ECOSPHERE, Mérignac (33).
 - 2015 : Ingénieur de recherche MNHN, CEFE CNRS Montpellier. Suivis télémétrie GPS de l'Aigle de Bonelli et du Vautour fauve.
- **Fonctions chez EXEN :** Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes :** avifaune, référent Grands rapaces, entomofaune
- **Formations professionnelles :**
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2018),
 - Formation Orthoptères, LPO Aquitaine 2018.

Cédric SICCARDI

Ing. écologue. Chiroptérologue / entomologue / herpétologue.
Chargé d'affaires. **Référent bioacoustique des chiroptères.** 3 ans d'expérience.



C F M H

- **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 prévue 2019).
 - Formations Travail en hauteur (prévue 2019),
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019).

Sandra DERVAUX

Ing. écologue. Chiroptérologue / herpétologue.
Chargé d'affaires. 4 ans d'expérience.



C M

- **Profil :** Licence pro. Espaces Naturels, Biologie appliquée aux Ecosystèmes exploités. UPPA 64. Mention assez bien.
- **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).
- **Fonctions chez EXEN :**
 - Inventaires, traitement et analyse des données, rédaction des rapports, gestion d'affaires.
- **Spécialités naturalistes :** chiroptères, herpétofaune.
- **Formations professionnelles :**
 - Niveau 1 et 2 de bioacoustique des chiroptères (formation prévue 2019)
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron prévue 2019).

Alix THUROW

Apprentie Ing. écologue. Chiroptérologue.



C F M

- **Profil :** Master pro Écologie. Ingénierie en Ecologie et Gestion de la Biodiversité (IEGB). Université de Montpellier. 2018-19
- **Expérience avant 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'étude environnement (1 mois). Bureau d'étude Ecotope.
- **Fonctions chez EXEN :**
 - Apprentie ingénieure écologue chiroptérologue.
- **Spécialités naturalistes :** chiroptères, micromammifères.
- **Formations professionnelles :**
 - Niveau 1 et 2 de bioacoustique des chiroptères (formation prévue 2019)
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron prévue 2019).

Ecologues cordistes

Pierre PETITJEAN

Technicien écologue – cordiste. Ornithologue / herpétologue / chiroptérologue.

Responsable du Pôle instrumentation en hauteur. 6 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, EXEN 2018),
 - 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 (ALPIC 2015),
 - Formation / habilitation électrique CCI 2017,
 - Niveau 1 bioacoustique des chauves-souris (2014) et niveau 2 (2014) (approche Barataud, formé par M. Barataud, Y. Tupinier.). CPIE Pays d'Azay,
 - Maniement des extincteurs (CCI Aveyron, 2019).

Julien CAYLET

Tech. écologue – cordiste. Ornithologue.

3 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)
 - 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).

Emilien BONICHON

Tech. écologue – cordiste. Ornithologue.

1 an 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 :** apprenti ornithologue.
- **Formations professionnelles :**
 - Evolution et travail en hauteur, (formation cordiste, recyclage EXEN 2018)
 - Sauveteur Secouriste du travail (CCI Aveyron 2018),
 - Habilitation électrique BO (CCI 12, 2018),
 - Evacuation d'urgence en éolienne (2018),

Annexe 2 : Données brutes des oiseaux nicheurs en 2019

Observation n°	Espèce	Nom latin	Code espèce INPN (voir cd_nom de TAXREF v11.0)	Code INPN (voir cd_ref de TAXREF v11.0)	Type	Date	Force du vent	Direction du vent	Période	Heure du début d'observation ou d'écoute	N° du point d'observation ou d'écoute	Nombre	Sexe	Age	Précisions de comportement ou d'identification	Hauteur de vol (cf note méthodo)	Statut	IPA	Secteur Migration	Observateur
271	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:15	1	1				1	N	0,5		DAVROUT Sylvain
272	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:15	1	3				0	N	3		DAVROUT Sylvain
273	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:15	1	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
274	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:15	1	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
275	Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	2887	2887	Grand rapace	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:40	4	1	2		chasse	1	N	0,5		DAVROUT Sylvain
276	Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	534742	534742	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:45	4	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
277	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:45	4	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
278	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3764	3764	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:45	4	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
279	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:45	4	3				0	N	3		DAVROUT Sylvain
280	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:45	4	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
281	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:45	4	3				1	N	1,5		DAVROUT Sylvain
282	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:45	4	1				0	N	0,5		DAVROUT Sylvain
283	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	07:45	4	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
284	Tarier pâle	<i>Saxicola torquatus</i>	199425	199425	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:10	6	1				1	N	0,5		DAVROUT Sylvain
285	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:10	6	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
286	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:10	6	2				0	N	2		DAVROUT Sylvain
287	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:10	6	8			H0-H1	1	N	4		DAVROUT Sylvain
288	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:10	6	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
289	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:10	6	1				1	N	0,5		DAVROUT Sylvain
290	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:35	5	2				0	N	2		DAVROUT Sylvain
291	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:35	5	2				0	N	1		DAVROUT Sylvain
292	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:35	5	8			H0-H1 champs petit pois	1	N	4		DAVROUT Sylvain
293	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	08:35	5	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
294	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:05	3	2				0	N	2		DAVROUT Sylvain
295	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:05	3	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
296	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:05	3	2				1	N	1		DAVROUT Sylvain
297	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3764	3764	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
298	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	2				0	N	1		DAVROUT Sylvain
299	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
300	Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	4064	4064	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1			sur tas de pierre	0	M			DAVROUT Sylvain
301	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
302	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
303	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
304	Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	1966	1966	Oiseau d'eau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	2				2	N	1		DAVROUT Sylvain
305	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
306	Etourneau sansonnet	<i>Stumus vulgaris</i>	4516	4516	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				1	N	0,5		DAVROUT Sylvain
307	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
308	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	2				1	M			DAVROUT Sylvain
309	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
310	Rougegorge familier	<i>Eriothacus rubecula</i>	4001	4001	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:30	2	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
311	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:55	7	2				0	N	1		DAVROUT Sylvain
312	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:55	7	2				0	N	2		DAVROUT Sylvain
313	Grive muscienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:55	7	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
314	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	09:55	7	2				1	M			DAVROUT Sylvain
315	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	10:25	1	3				1	N	1,5		DAVROUT Sylvain
316	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	10:25	1	1				0	N	1		DAVROUT Sylvain
317	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-04-16	Modéré	NNO	Pré-Nuptial	10:25	1	2				1	N	1		DAVROUT Sylvain
318	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	3941	3941	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	2			H0-H1	1	N	1		NAZON Laurie
319	Rougegorge familier	<i>Eriothacus rubecula</i>	4001	4001	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
320	Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	4466	4466	Intermédiaire	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
321	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	0,5		NAZON Laurie
322	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
323	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
324	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3764	3764	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
325	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
326	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
327	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	2				0	N	2		NAZON Laurie
328	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
329	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:15	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
330	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	4588	4588	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:45	7	2			H0-H1	1	N	1		NAZON Laurie
331	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:45	7	1				0	N	1		NAZON Laurie
332	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	06:45	7	1				0	N	1		NAZON Laurie
333	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:08	3	2			H0-H1	1	N	1		NAZON Laurie
334	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:08	3	1				0	N	0,5		NAZON Laurie
335	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:08	3	3				1	N	1,5		NAZON Laurie
336	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:08	3	1				1	N	1		NAZON Laurie
337	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:30	1	3				0	N	3		NAZON Laurie
338	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:30	1	1			H0-H1	1	N	0,5		NAZON Laurie
339	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:30	1	3			H1-H0	1	N	1,5		NAZON Laurie
340	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:30	1	2				1	N	2		NAZON Laurie
341	Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>	2975	2975	Intermédiaire	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:30	1	2				0	N	1		NAZON Laurie
342	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial	07:54	5	2			H0-H1	1	N	2		NAZON Laurie
343	Martinet noir	<i>Apus Apus</i>	3551	3551	Passereau	2019-05-14	Faible	NE	Nuptial											

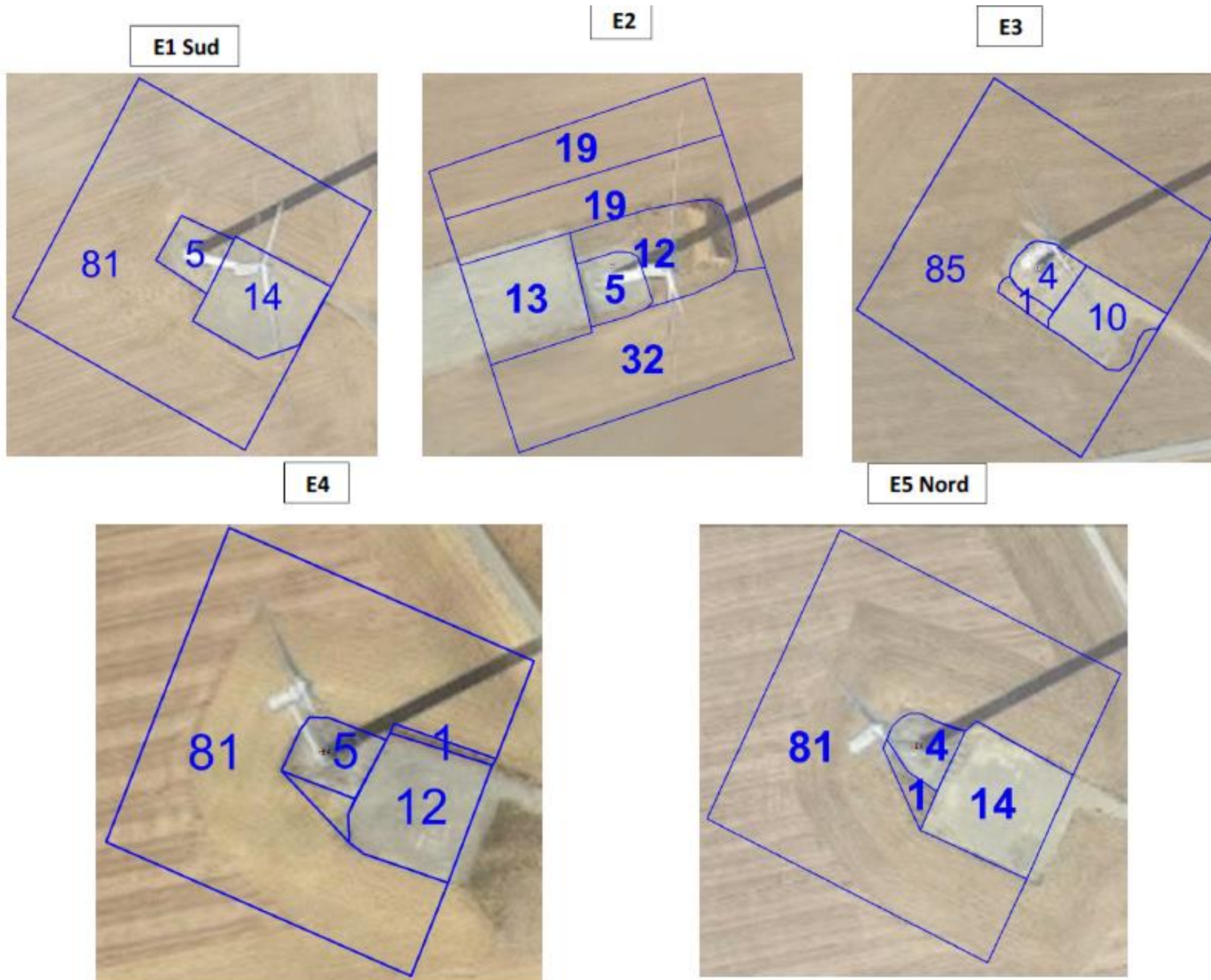
Observation n°	Espace	Nom latin	Code espace INPN (voir cd_ref de TAXREF v11.0)	Code INPN (voir cd_ref de TAXREF v11.0)	Type	Date	Force du vent	Direction du vent	Période	Heure du début d'observation ou d'écoute	N° du point d'observation ou d'écoute	Nombre	Sexe	Age	Précisions de comportement ou d'identification	Hauteur de vol (cf note méthode)	Statut	IPA	Secteur Migration	Observateur
372	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	3439	3439	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:26	2	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
373	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:26	2	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
374	Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	4657	4657	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:26	2	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
375	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:26	2	1			H0-H2	2	N	1		PETITJEAN Pierre
376	Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	4525	4525	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:26	2	2				0	N	1		PETITJEAN Pierre
377	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:26	2	4				1	N	2		PETITJEAN Pierre
378	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:26	2	1				0	N	0,5		PETITJEAN Pierre
379	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:51	7	2				0	N	1		PETITJEAN Pierre
380	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:51	7	2			H0-H2	2	N	2		PETITJEAN Pierre
381	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:51	7	2				0	N	2		PETITJEAN Pierre
382	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:51	7	1				1	N	0,5		PETITJEAN Pierre
383	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:51	7	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
384	Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	4583	4583	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	06:51	7	2			H1-H0	1	N	1		PETITJEAN Pierre
385	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:12	3	5			3 jeunes	0	N	2		PETITJEAN Pierre
386	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:12	3	1			H0-H2-H0	2	N	1		PETITJEAN Pierre
387	Perdrix grise	<i>Pardix perdix</i>	2989	2989	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:12	3	1			H0-H1-H0	1	N	0,5		PETITJEAN Pierre
388	Pic épeiche	<i>Dendrocoptes major</i>	3611	3611	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:12	3	1				0	N	0,5		PETITJEAN Pierre
389	Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	4583	4583	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:12	3	2			H1-H0-H1	0	N	1		PETITJEAN Pierre
390	Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	4142	4142	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:12	3	1				0	N	0,5		PETITJEAN Pierre
391	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:12	3	3				0	N	1,5		PETITJEAN Pierre
392	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:12	3	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
393	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:34	1	2			H0-H2	2	N	2		PETITJEAN Pierre
394	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:34	1	1				0	N	0,5		PETITJEAN Pierre
395	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	3941	3941	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:34	1	1				0	N	0,5		PETITJEAN Pierre
396	Caillie des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	2996	2996	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:34	1	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
397	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:34	1	2				1	N	1		PETITJEAN Pierre
398	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	2				0	N	2		PETITJEAN Pierre
399	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	2			H0-H2	2	N	2		PETITJEAN Pierre
400	Pic épeiche	<i>Dendrocoptes major</i>	3611	3611	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	1				0	N	0,5		PETITJEAN Pierre
401	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
402	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
403	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	2				0	N	2		PETITJEAN Pierre
404	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
405	Pic vert	<i>Picus viridis</i>	3603	3603	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	1				0	N	0,5		PETITJEAN Pierre
406	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	07:58	4	3				1	N	1,5		PETITJEAN Pierre
407	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:24	5	2			H0-H2	2	N	2		PETITJEAN Pierre
408	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:24	5	2				0	N	2		PETITJEAN Pierre
409	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:24	5	2				0	N	2		PETITJEAN Pierre
410	Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	4252	4252	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:24	5	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
411	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	4588	4588	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:24	5	1				1	N	0,5		PETITJEAN Pierre
412	Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	4252	4252	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:48	6	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
413	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:48	6	2				0	N	2		PETITJEAN Pierre
414	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:48	6	2				1	N	1		PETITJEAN Pierre
415	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:48	6	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
416	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:48	6	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
417	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:48	6	2			H0-H2	2	N	2		PETITJEAN Pierre
418	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	08:48	6	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
419	Façon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	2669	2669	Petit rapace	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	09:12	5	1		2		2	N	0,5		PETITJEAN Pierre
420	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	09:12	5	5			H2-H0	2	N	2,5		PETITJEAN Pierre
421	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	10:18	7	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
422	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	10:18	7	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
423	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-06-06	Faible	SO	Nuptial	10:18	7	1				0	N	1		PETITJEAN Pierre
424	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2623	2623	Grand rapace	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:45	mmt				H1-H0 en arrivant à 5h45 se pose sur le fil	1	N	0,5		BONNET Fanny
425	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	2				0	N	2		BONNET Fanny
426	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	2				0	N	2		BONNET Fanny
427	Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	4657	4657	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				0	N	1		BONNET Fanny
428	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				0	N	1		BONNET Fanny
429	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	4001	4001	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				0	N	1		BONNET Fanny
430	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	4				0	N	2,5		BONNET Fanny
431	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				0	N	1		BONNET Fanny
432	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				0	N	1		BONNET Fanny
433	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	2				0	N	2		BONNET Fanny
434	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	2				0	N	1		BONNET Fanny
435	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				0	N	1		BONNET Fanny
436	Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	2506	2506	Grand volier	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				1	N	0,5		BONNET Fanny
437	Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	4516	4516	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				1	N	0,5		BONNET Fanny
438	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1			H1-H0	1	N	0,5		BONNET Fanny
439	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	3439	3439	Intermédiaire	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	05:55	2	1				0	N	1		BONNET Fanny
440	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	06:21	7	1				2	N	1		BONNET Fanny
441	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	06:21	7	1				0	N	0,5		BONNET Fanny
442	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	06:21	7	1				0	N	1		BONNET Fanny
443	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	06:21	7	1				1	N	0,5		BONNET Fanny
444	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2019-06-18	Très faible	SE	Nuptial	06:21	7	1				0	N	0,5		BONNET Fanny
445	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau															

Annexe 3 : Fiche de relevé de terrain



FICHE DE TERRAIN MORTALITE
Suivi mortalité du parc éolien de CHAMPAGNE BERRICHONNE (2019)

Chercheur :		Heure début suivi :						
Date :		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	Asselement : culture, prairie, lande ...	Rq par éolienne (traces prédat, maintenance...)
CONTEXTE	E1							
	E2							
	E3							
	E4							
	E5							
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)							
	Blessure (non/oui et quoi)							
	Insectes dans la bouche ?							
	Espèce (ou genre...)							
	Taille Avant bras (mm)							
	Age (ad, jeune)							
	Sexe (male, fem) ?							
	Si fem allaitante? (mamelles pelées)							
Si fem gestante ?								



Annexe 4 : Données brutes de mortalités découvertes en 2019

Chiroptères

Date	Découvreur	Eolienne	Distance au mat (m)	Date de mortalité estimée	Espèce	Nom latin	Sexe	Mesure de l'avant-bras (mm)
06/08/2019	EB	E3	31	01/08/2019	Pipistrelle de kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	F	34,5
14/08/2019	CG	E1	15	09/08/2019	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	?	45
22/08/2019	CR	E4	20	21/08/2019	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	F	53
22/08/2019	CR	E4	25	21/08/2019	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	M	44
22/08/2019	CR	E4	30	21/08/2019	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	F	32
22/08/2019	CR	E1	37	21/08/2019	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	M	31
22/08/2019	CR	E4	40	21/08/2019	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	F	32
28/08/2019	EM	E2	18	24/08/2019	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	F	32
04/09/2019	LN	E4	33	01/09/2019	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	F	30

Oiseaux

Date	Découvreur	Eolienne	Distance au mat (m)	Date de mortalité estimée	Espèce	Nom latin
03/10/2019	SDe	E1	15	43739	Passereau sp	#N/A
08/10/2019	EM					
15/10/2019	BB					
23/10/2019	EB	E1	2	43760	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>
23/10/2019	EB	E1	23	43760	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>
23/10/2019	EB	E3	26	43760	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>
23/10/2019	EB	E1	28	43760	Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>
23/10/2019	EB	E1	30	43760	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>
23/10/2019	EB	E1	38	43760	Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>
23/10/2019	EB	E2	38	43760	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>
23/10/2019	EB	E1	40	43760	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>
23/10/2019	EB	E1	40	43760	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>
23/10/2019	EB	E1	42	43760	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>
23/10/2019	EB	E2	60	43760	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>