



Parc éolien de Champagne Berrichonne (36)
Suivi environnemental post-implantation 2018 ciblé sur les chauves-souris et les oiseaux

Suivi de l'activité des oiseaux nicheurs

Suivi de l'activité des chauves-souris en nacelle

Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux



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

Octobre 2019

Parc éolien de Champagne Berrichonne (36)

Suivi environnemental post-implantation 2018 ciblé sur les chauves-souris et les oiseaux

Suivi de l'activité des oiseaux nicheurs

Suivi de l'activité des chauves-souris en nacelle

Suivi de la mortalité des chauves-souris et des oiseaux

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

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	3		
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	6		
1 OBJET.....	9		
2 CONTEXTE.....	10		
1.1. CONFIGURATION DU PARC EOLIEN ET CONTEXTE PAYSAGER	10		
3 SUIVI DE L'ACTIVITE DES OISEAUX.....	13		
3.1 METHODOLOGIE.....	13		
3.1.1 Généralités applicables à l'ensemble du suivi.....	13		
3.1.1.1 Recueil de données de terrain	13		
3.1.1.2 Présentation des données	13		
3.1.1.3 Points d'observation et d'écoute.....	14		
3.1.2 Dates et conditions de suivi.....	16		
3.1.3 Méthodes du suivi de l'avifaune nicheuse	17		
3.2 DIVERSITE SPECIFIQUE, CORTEGE D'ESPECES, PATRIMONIALITE.....	18		
3.2.1 Espèces protégées au titre de la loi du 10 juillet 1976.....	18		
3.2.2 Espèces inscrites à l'annexe 1 de la Directive « Oiseaux ».....	18		
3.2.3 Espèces menacées inscrites sur la liste des espèces menacées en France (UICN 2016)	20		
3.2.4 Espèces menacées inscrites sur la liste des espèces menacées en ex-région Centre (2013)	20		
3.3 AVIFAUNE NICHEUSE.....	21		
3.3.1 Critères d'évaluation, indicateurs d'évolution, et moyens de comparaison.....	21		
3.3.1.1 Rappel méthodologique utilisé lors de l'état initial (EXEN 2009)	21		
3.3.1.2 Méthodologie de suivi lors du suivi post-implantation 2018.....	23		
❖ Passereaux et assimilés	23		
❖ Suivi des rapaces nicheurs diurnes et autres grandes espèces.....	23		
3.3.2 Résultats du suivi des oiseaux nicheurs.....	24		
a) Rappel des résultats de suivis de nicheurs à l'état initial (EXEN 2009).....	24		
b) Résultats du suivi de la phase chantier (EXEN 2016).....	25		
c) Résultats des suivis des nicheurs (EXEN 2018).....	25		
❖ Passereaux et intermédiaires	26		
❖ Rapaces.....	29		
d) Densités et fréquences relatives	31		
e) Comparaison des cortèges d'espèces nicheuses entre l'état initial et le suivi post-implantation.....	33		
❖ Espèces nicheuses contactées avant et après implantation des éoliennes.....	33		
❖ Espèces nicheuses recensées uniquement avant implantation des éoliennes.....	34		
❖ Espèces nicheuses recensées uniquement après implantation des éoliennes.....	34		
f) Hauteur de vol de l'avifaune nicheuse	37		
3.4 CONCLUSIONS SUR LE SUIVI DE L'ACTIVITE DE L'AVIFAUNE	38		
4 SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS EN HAUTEUR.....	39		
4.1. METHODOLOGIE.....	39		
4.1.1. Suivi automatisé en continu (passif) : généralités et organisation	39		
4.1.2. Suivi passif depuis la nacelle de l'éolienne E4	39		
4.2. LIMITES DE LA METHODOLOGIE	41		
4.2.1. Suivi passif (Batcorder depuis la nacelle).....	41		
4.2.2. Difficultés d'identification acoustique de certaines espèces.....	41		
4.2.3. Une détection divergente selon les espèces.....	42		
4.2.4. Autres limites de détection acoustique	43		
4.3. RESULTATS DU SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES	45		
4.3.1. Cortège d'espèces	45		
4.3.2. Chronologie de l'activité au niveau de la nacelle E4	46		

4.3.3.	<i>Influence de la vitesse du vent</i>	50	5.3.3.3	Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations.....	65
4.3.4.	<i>Influence de la direction du vent</i>	51	5.3.4.	<i>Dispersion des cadavres sous les éoliennes</i>	67
4.3.6.	<i>Influence de la température</i>	52	5.3.5.	<i>Taux de mortalité des chauves-souris</i>	68
4.3.8.	<i>Rythme d'activité nocturne</i>	53	5.3.5.1	Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2018.....	68
5	SUIVI DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS ET DES OISEAUX	54	5.3.5.2	Les formules utilisées.....	69
5.1.	OBJECTIFS DU SUIVI DE LA MORTALITE.....	54	➤ Winkelmann (2005).....	69	
5.2.	METHODOLOGIE.....	54	➤ Erickson (2000).....	69	
5.2.1.	<i>Choix d'une méthode standardisée</i>	54	➤ Jones (2009).....	69	
5.2.2.	<i>Choix des périodes de suivis et fréquence des visites</i>	54	➤ Huso (2010).....	70	
5.2.4.	<i>Choix des éoliennes suivies</i>	56	5.3.5.3	Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules).....	71
5.2.5.	<i>Organisation des parcours de prospection</i>	56	➤ Taux de détection.....	71	
5.2.6.	<i>Définition des niveaux de difficulté de prospection</i>	56	➤ Taux de persistance.....	71	
5.2.7.	<i>Recueil des données et destination des cadavres</i>	58	➤ Coefficient de correction surfacique.....	72	
5.2.8.	<i>Détermination des coefficients correcteurs</i>	58	5.3.5.4	Présentation des 2 méthodes de calcul.....	73
5.2.8.1	Organisation générale.....	58	5.3.5.5	Calculs de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyenne »).....	74
5.2.8.2	Test de l'efficacité du chercheur (ou « test de détection »).....	59	5.3.5.6	Calcul de mortalité avec la seconde méthode (méthode « pondérée »).....	75
5.2.8.3	Tests de disparition (ou « test de persistance »).....	59	5.3.5.7	Calcul de mortalité avec l'application Shiny « EolApp ».....	75
5.2.8.4	Calculs.....	60	5.3.5.8	Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des chauves-souris en 2018.....	76
5.2.8.5	Intervalle de confiance.....	60	5.3.5.9	Simulation de résultats par regroupement des visites.....	77
5.3.	BILAN DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS.....	61	5.4.	BILAN DE LA MORTALITE DES OISEAUX.....	78
5.3.1.	<i>Bilan des mortalités par éolienne</i>	61	5.4.1.	<i>Bilan des mortalités par éolienne</i>	78
5.3.2.	<i>Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris</i>	61	5.4.2.	<i>Chronologies constatées et corrigées des mortalités d'oiseaux</i>	78
5.3.3.	<i>Typologie des cadavres découverts</i>	64	5.4.3.	<i>Typologie des cadavres découverts</i>	80
5.3.3.1	Proportion des mortalités estimées par espèce.....	64	5.4.4.	<i>Relation espèce / éolienne</i>	81
5.3.3.2	Relation espèce / éolienne et type de vol / éolienne.....	64	5.4.5.	<i>Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations</i>	81

5.4.6.	<i>Dispersion des cadavres sous les éoliennes</i>	83	7.1.3.	<i>Mesures de régulation de l'activité des éoliennes</i>	95
5.4.7.	<i>Taux de mortalité des oiseaux</i>	84	7.1.4.	<i>Mesure de suivi de l'activité en continu en nacelle</i>	98
5.4.7.1	Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2018	84	7.2.	MESURES CONCERNANT LES OISEAUX	98
5.4.7.2	Les formules utilisées	85	7.2.1.	<i>Mesure de régulation des machines</i>	98
5.4.7.3	Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)	85	7.3.	MESURES COMMUNES AUX CHIROPTERES ET AUX OISEAUX	98
➤	Taux de détection.....	85	7.3.1.	<i>Mesure de suivi de la mortalité au pied des éoliennes</i>	98
➤	Taux de persistance	85	8	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	99
➤	Coefficient de correction surfacique	86	8.1.	SUIVI DE L'ACTIVITE DES OISEAUX	99
5.4.7.4	Méthodes de calcul employées	86	8.2.	SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHIROPTERES.....	99
5.4.7.5	Calculs de mortalité avec la première méthode de calcul (méthode des « moyenne »)	86	8.3.	SUIVI DE MORTALITE DES CHIROPTERES	99
5.4.7.6	Calcul de mortalité avec la seconde méthode (méthode « pondérée »).....	88	8.4.	SUIVI DE MORTALITE DES OISEAUX.....	99
5.4.7.7	Calcul de la mortalité avec l'application Shiny « EolApp »	88	8.5.	NIVEAU D'IMPACT DU PARC EOLIEN DE CHAMPAGNE BERRICHONNE SUR LES OISEAUX ET LES CHAUVES-SOURIS ...	99
5.4.7.8	Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des oiseaux en 2018	89	8.6.	MESURES ET PERSPECTIVES	99
5.4.7.9	Simulation de résultats par regroupement des visites	90	BIBLIOGRAPHIE	101	
6	EVALUATION DES IMPACTS DU PARC EOLIEN DE CHAMPAGNE BERRICHONNE	91	ANNEXES	102	
6.1.	IMPACT SUR LES CHIROPTERES.....	91	ANNEXE 1 : PROFILS ET EXPERIENCES DE L'EQUIPE EXEN	103	
6.1.1.	<i>Analyse quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens</i>	91	ANNEXE 2 : FICHE DE RELEVÉ DE TERRAIN	114	
6.1.2.	<i>Analyse qualitative des impacts sur les chiroptères</i>	93	ANNEXE 3 : DONNEES BRUTES DE MORTALITES DECOUVERTES	116	
6.2.	IMPACT SUR L'AVIFAUNE.....	94	ANNEXE 4 : DONNEES SUIVIS OISEAUX	117	
6.2.1.	<i>Analyses quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens</i>	94			
6.2.2.	<i>Analyse qualitative des impacts sur l'avifaune</i>	94			
7	PROPOSITION DE MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS	95			
7.1.	MESURES CONCERNANT LES CHIROPTERES	95			
7.1.1.	<i>Limiter la fréquentation des chauves-souris autour des éoliennes</i>	95			
7.1.2.	<i>Veiller à l'absence d'éclairage du parc</i>	95			

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Carte de localisation du parc éolien sur fond de photographie aérienne	11	Figure 19 : Synthèse de la plage de fonctionnement du module en continu en éolienne E4, et nombre d'enregistrements.....	41
Figure 2 : Carte de localisation du parc éolien sur fond de carte IGN.....	12	Figure 20 : Exemple de recouvrements dans les signaux de plusieurs espèces (En haut : le groupe des Fréquences Modulées Aplanie > 30KHz, en bas : le groupe des « Sérotules »).....	42
Figure 3 : Carte de localisation des points d'observations utilisés pour le suivi de l'activité de l'avifaune en 2018.....	15	Figure 21 : 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)	42
Figure 4 : Tableau de synthèse des conditions de visites de terrain et des thèmes ciblés	16	Figure 22 : 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).....	43
Figure 5 : Liste et statuts de l'ensemble des espèces d'oiseaux contactées au cours du suivi post-implantation de 2018.....	19	Figure 23 : Tableau recensant l'ensemble des espèces contactées au cours du suivi en continu	45
Figure 6 : Localisation des points d'écoute utilisés en 2006	22	Figure 24 : Proportion d'activité par groupe d'espèces relevées au niveau du point d'enregistrement en continu sur l'éolienne E4 (à gauche détail par espèce, à droite par groupe de vol)	46
Figure 7 : Tableau de la liste d'espèces nicheuses lors du suivi de l'état initial de 2009	24	Figure 25 : Echelle de représentation du niveau d'activité par nuit en nacelle d'éolienne (basée sur l'expérience EXEN)	46
Figure 8 : Tableau de la liste d'espèces nicheuses lors du suivi post-implantation de 2018.....	25	Figure 26 : Synthèse des informations relatives aux pics d'activité identifiés en nacelle d'éolienne E4....	47
Figure 9 : Carte des données brutes des passereaux patrimoniaux en période de reproduction sur le parc éolien de Champagne Berrichone en 2018.....	28	Figure 27 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par espèce relevée en nacelle d'éolienne E4.....	48
Figure 10 : Carte des données brutes des rapaces en période de nidification de 2018 sur le parc éolien de Champagne Berrichone	30	Figure 28 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par groupe d'espèces relevé en nacelle d'éolienne E4	49
Figure 11 : Tableau des IPA par points d'écoute et par espèce lors du suivi de 2018.....	32	Figure 29 : 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 2018 en nacelle d'éolienne)	50
Figure 12 : Graphique des IPA moyens et fréquence relative par espèce	32	Figure 30 : Graphique présentant l'activité totale relevée et l'occurrence du vent enregistrée en fonction des directions du vent, en nacelle d'éolienne E4	51
Figure 13 : Liste des espèces contactées avant et / ou après implantation des éoliennes	33	Figure 31 : 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	52
Figure 14 : Tableau des IPA par points d'écoute et par espèce lors de l'état initial de 2009.....	35	Figure 32 : Rythme d'activité nocturne (en seconde d'activité cumulée) par groupe d'espèces mesuré au niveau de l'éolienne E4 (en 2018).....	53
Figure 15 : Graphique des indices IPA moyens par espèce et par point d'observation lors de l'état initial de 2009.....	36	Figure 33 : Calendrier de ciblage des périodes de suivi les plus judicieuses dans le contexte local	55
Figure 16 : Répartition du nombre d'individus par hauteur de vol en période nuptiale de 2018	37	Figure 34 : Schéma représentatif du transect de prospection théorique	56
Figure 17 : Zone de couverture acoustique des Batcorders sous les nacelles d'éoliennes.....	40		
Figure 18 : Distances de détection (min et max) pour des signaux de pipistrelles et noctules (20 et 40 kHz de fréquences)	40		

Figure 35 : Carte de l'orientation des carrés et de la surface prospectée lors du suivi mortalité sous les éoliennes de Champagne Berrichonne	57	Figure 54 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2018 (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)	74
Figure 36 : Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves-souris	58	Figure 55 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul	75
Figure 37 : Clichés d'un échantillon de « cadavres tests » (sur un autre site).....	59	Figure 56 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)	75
Figure 38 : Clichés témoignant de la difficulté de perception des cadavres dispersés (sur un autre site). 59		Figure 57 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »	75
Figure 39 : Bilan des mortalités de chauves-souris constatées en 2018 et répartition par éolienne	61	Figure 58 : Sortie de l'application Shiny EolApp (IC : Intervalle de confiance)	75
Figure 40 : Cliché d'exemple d'enfouissement d'une Pipistrelle de Kuhl (Pipistrellus kuhlii) par un couple de Nécrophore chasseur (Thanatophilus sinuatus), sous un autre parc	62	Figure 59 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des chauves-souris par la première méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) et par simulation de regroupement de visite.....	77
Figure 41 : Chronologie des mortalités de chauves-souris (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éolienne en 2018.....	63	Figure 60 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) et par simulation de regroupement de visite.....	77
Figure 42 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sous les éoliennes.....	64	Figure 61 : Bilan des mortalités des oiseaux constatées en 2018 et répartition par éolienne.....	78
Figure 43 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (effectifs constatés) en 2018	64	Figure 62 : Chronologie des mortalités des oiseaux (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éolienne en 2018 ; la période en bleu correspond à la période de mortalité estimée pour la plumée (non précise car difficilement estimable).....	79
Figure 44 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2018	64	Figure 63 : Chronologie des mortalités d'oiseaux estimées (corrigées) par mois en 2018	80
Figure 45 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2018 en fonction du type de vol	65	Figure 64 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes	80
Figure 46 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (d'après les dates de mortalité estimée) en 2018.....	66	Figure 65 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2018.....	80
Figure 47 : Cliché de la Noctule commune découverte le 31 août 2018.....	67	Figure 66 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2018.....	81
Figure 48 : Graphique de répartition des cadavres de 2018 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne	67	Figure 67 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2018.....	82
Figure 49 : 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)	68	Figure 68 : Représentation schématique du phénomène de concentration altimétrique des passages migratoires nocturnes (MEEDM 2010).....	83
Figure 50 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d	71	Figure 69 : Graphique de répartition des cadavres de 2018 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne.....	83
Figure 51 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance.....	71	Figure 70 : Tableau récapitulatif des proportions (%) de chaque niveau de prospection et de la mortalité constatée pour chaque visite (en fin de tableau : moyenne des proportions de chaque niveau de difficulté de prospection et nombre total de cadavres d'oiseaux découverts sous les éoliennes)	84
Figure 52 : Schéma de calcul du « nombre de cadavre encore présent après l jours » (exemple).....	72		
Figure 53 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul	74		

Figure 71 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d 85

Figure 72 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance..... 85

Figure 73 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul 86

Figure 74 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2018 (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) 87

Figure 75 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul..... 88

Figure 76 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des oiseaux par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) 88

Figure 77 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp » 88

Figure 78 : Sortie de l'application Shiny EolApp (IC : Intervalle de confiance) 89

Figure 79 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des oiseaux par la première méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) et par simulation de regroupement de visite 90

Figure 80 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des oiseaux par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) et par simulation de regroupement de visite 90

Figure 81 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour différents suivis des parcs éoliens référencés en France (mise à jour du tableau de l'ALEPE)..... 92

Figure 82 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour des parcs éoliens en Europe (Source ALEPE). 92

Figure 83 : Niveau d'intensité des risques de mortalité 93

Figure 84 : Grille de calcul des niveaux de risques d'impacts éoliens pour les chauves-souris (inspiré du protocole SER/SFEPM 2010)..... 93

Figure 85 : Évaluation des impacts du parc éolien de Champagne Berrichonne sur les chauves-souris ... 94

Figure 86 : Activité totale enregistrée en hauteur par groupe de vol (d'après les données de 2018) 95

Figure 87 : Synthèse des informations recueillies au cours des analyses (seuils et pics d'activité) 95

Figure 88 : Synthèse des chronologies de l'activité à risque restant selon les patterns de régulation..... 97

1 OBJET

L'opérateur éolien EDPR a mandaté le bureau d'étude EXEN pour définir un protocole de suivi de l'activité des chiroptères et un suivi de la mortalité de la faune volante (oiseaux et chiroptères) en 2018 sur le parc éolien de Champagne Berrichonne, situé sur les communes de Vouillon et d'Ambrault, dans l'Indre (36).

Ce suivi d'impacts in situ cible tout particulièrement les chauves-souris et les oiseaux, les principaux groupes d'espèces animales les plus sensibles aux effets des parcs éoliens. Le suivi doit permettre d'aboutir à une perception concrète et objective des effets du parc éolien sur la mortalité générée par les éoliennes sur les chauves-souris et sur les oiseaux.

Le parc éolien de Champagne Berrichonne a été mis en service en avril 2017. La réglementation ICPE mise en place depuis 2011 impose ce dernier type de suivi de la mortalité, à raison d'une année obligatoire durant les 3 premières suivant l'implantation des éoliennes, ainsi que tous les 10 ans suivants. L'arrêté d'autorisation d'exploiter du 24/09/2015 prévoit la réalisation d'un suivi axé sur la mortalité de l'avifaune nicheuse et migratrice et des populations de chiroptères sur une période minimale de 3 ans après l'installation des éoliennes.

Pour ce type de suivi, la société EDPR a alors missionné en 2017, 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 et le suivi de la mortalité au pied des éoliennes.

En ce qui concerne les chiroptères, l'étude d'impact réalisée par CERA-environnement en 2009, avait conclu sur des niveaux d'impact moyen à faible (en phase d'exploitation du parc).

En ce qui concerne les oiseaux, l'étude d'impact réalisée par EXEN en 2014, mettait en lumière des enjeux forts pour les espèces nicheuses et sédentaires déjà en déclin du fait de l'évolution des pratiques agricoles. Des enjeux modérés à forts ont été également avancés pour les autres espèces sédentaires, ainsi que pour les espèces migratrices.

Le présent document fait le bilan des résultats du suivi de l'activité des oiseaux nicheurs, des chauves-souris et du suivi de mortalité sous les éoliennes pour l'année 2018. 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

1.1. Configuration du parc éolien et contexte paysager

Le parc éolien de Champagne Berrichonne, suivi en 2018, est situé sur les communes de Vouillon et d'Ambraut, dans l'Indre (36).

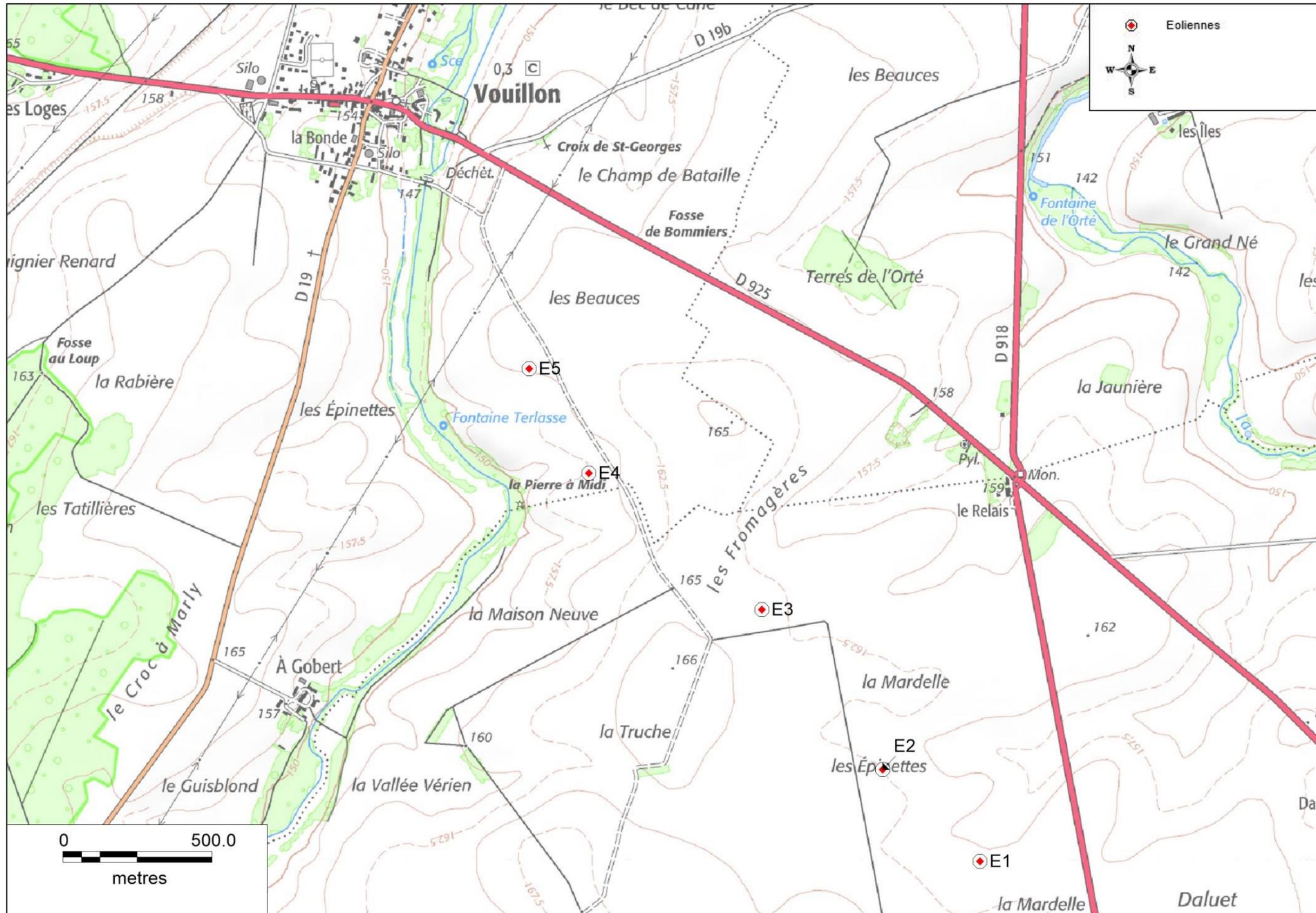
Le parc se situe dans un contexte majoritairement agricole, entouré de grandes cultures et longé à l'Ouest par un cours d'eau, le ruisseau du Liennet (à 250 mètres au plus près à l'éolienne E4).

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 OISEAUX

3.1 Méthodologie

3.1.1 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.

3.1.1.1 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 2018 repose sur les investigations partagées de plusieurs ornithologues au cours de la période de suivi (Frédéric ALBESPY, Fanny BONNET, Sylvain DAVROUT, Justine MOUGNOT et Laurie NAZON), 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 1.

3.1.1.2 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 Annexe 4 : Données suivis oiseaux. 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.

3.1.1.3 Points d'observation et d'écoute

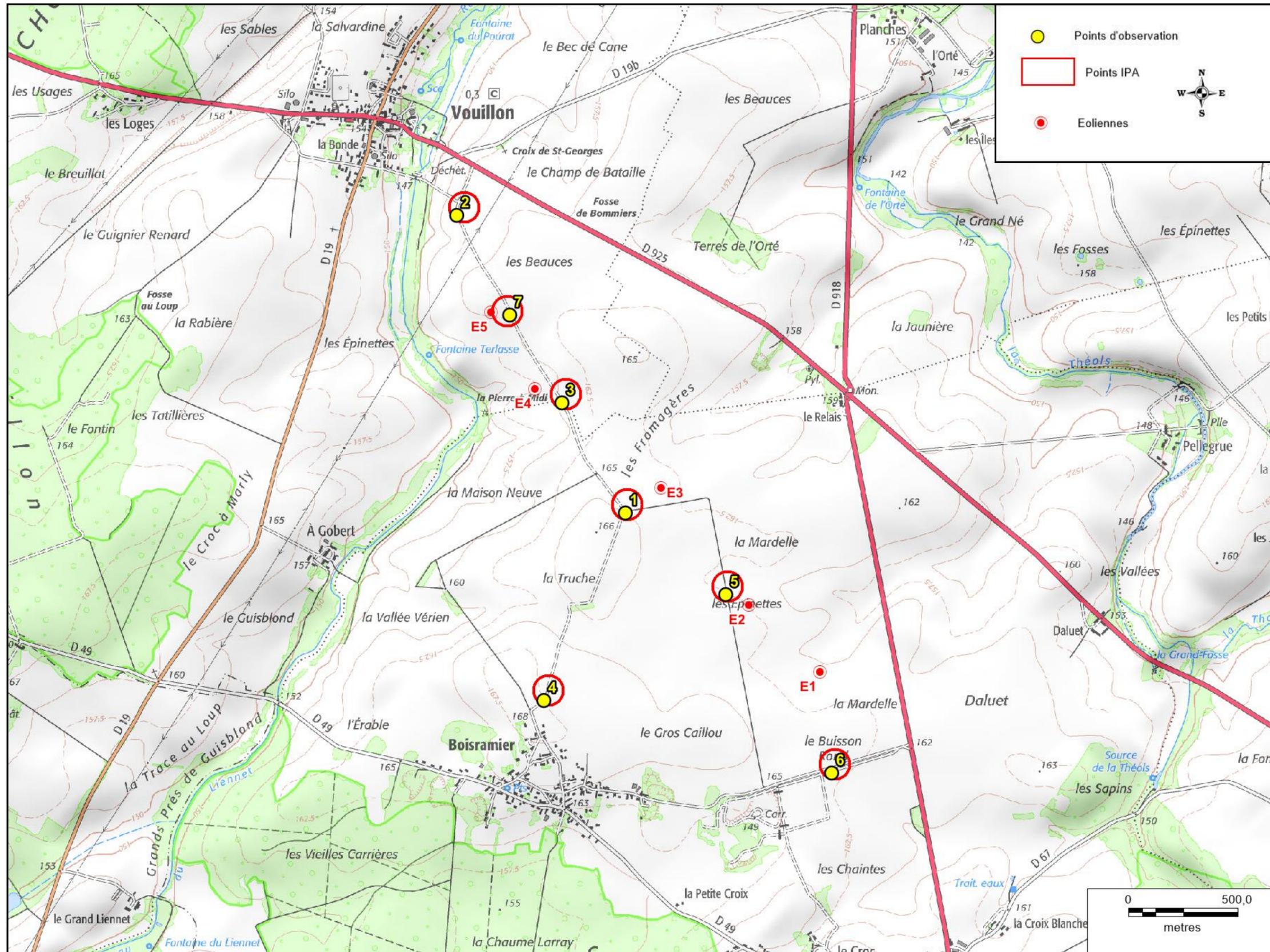
Le choix de l'emplacement des points d'observation s'est effectué en fonction du type de suivi à réaliser, mais aussi en fonction des conditions de visibilité et du type de milieux concerné. L'objectif était de couvrir l'ensemble de la diversité des habitats potentiels, tout en ayant une vision globale 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 3 : Carte de localisation des points d'observations utilisés pour le suivi de l'activité de l'avifaune en 2018



3.1.2 Dates et conditions de suivi

Le tableau de la Figure 4 page suivante 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 2018, 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 **19 h**.

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

Figure 4 : Tableau de synthèse des conditions de visites de terrain et des thèmes ciblés

Date	Conditions climatiques			Début de suivi	Durée du suivi	Observateur	Avifaune	
	Précipitations, nébulosités...	Force du vent	Direction du vent				Passereaux nicheurs (IPA)	Rapaces et autres nicheurs
18-avr.-18	Beau temps, bonne visibilité, de 6 à 20°C	Faible	SE	07:30	04:35	F. Albespy	X	X
15-mai-18	Ciel 100% couvert, pas de pluie, de 11 à 13°C	Faible	ONO	06:20	05:05	F. Bonnet	X	X
7-juin-18	Couvert à 70%, bonne visibilité	Nul		06:00	04:50	J. Mougnot	X	
21-juin-18	Très beau temps, pas un seul nuage, visibilité très bonne, 14°C à 6h10	Faible	ESE	06:10	05:00	L. Nazon	X	X

3.1.3 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.

3.2 Diversité spécifique, cortège d'espèces, patrimonialité

Le tableau page suivante montre que le suivi de 2018 a permis de mettre en évidence la présence de 43 **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 et de 2 espèces oiseaux d'eau.

3.2.1 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, **31 des 43 espèces** d'oiseaux identifiées (soit 72 %) 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.

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

3 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, de la Grue cendrée et du Milan noir.

Légende explicative pour le tableau du cortège d'espèces recensé (Figure 5 page 19) :

- **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 :
 - Préoc. 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 5 : Liste et statuts de l'ensemble des espèces d'oiseaux contactées au cours du suivi post-implantation de 2018

Nom Français	Nom Latin	Type	Statuts de protection			Statuts 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	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
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	Non applicable
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
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	Grand voilier	P	O.1	2	En danger critique	
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
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	Grand rapace	P	O.1	2	Préoc. mineure	Vulnérable
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 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		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 pâle	<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

3.2.3 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**.

- 1 des espèces identifiées sur le site et son entourage est considérée comme ayant une population nicheuse **en danger critique** en France. Il s'agit de la **Grue cendrée**. Cependant, cette espèce n'a pas été contactée en tant que nicheuse sur le site, mais en tant que migratrice.
- 4 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, de la Linotte mélodieuse, de la Tourterelle des bois et du Verdier d'Europe.
- 5 des espèces identifiées sur le site et son entourage sont considérées comme ayant une population nicheuse **quasi-menacée** en France. Il s'agit de l'Alouette des champs, du Faucon crécerelle, de l'Hirondelle rustique, du Martinet noir et du Tarier pâtre.

3.2.4 Espèces menacées inscrites sur la liste des espèces menacées en ex-région Centre (2013)

- 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 Milan noir
- 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 de l'Alouette des champs, du Bruant jaune, du Bruant proyer, du Busard Saint-Martin, de la Linotte mélodieuse et de la Perdrix grise.

3.3 Avifaune nicheuse

3.3.1 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 ...).

Pour pouvoir comparer objectivement les résultats, il s'agit de vérifier si les méthodologies de recueil de données sont bien comparables entre les deux campagnes de suivi...

3.3.1.1 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 journée, moment favorable à l'activité des chanteurs.

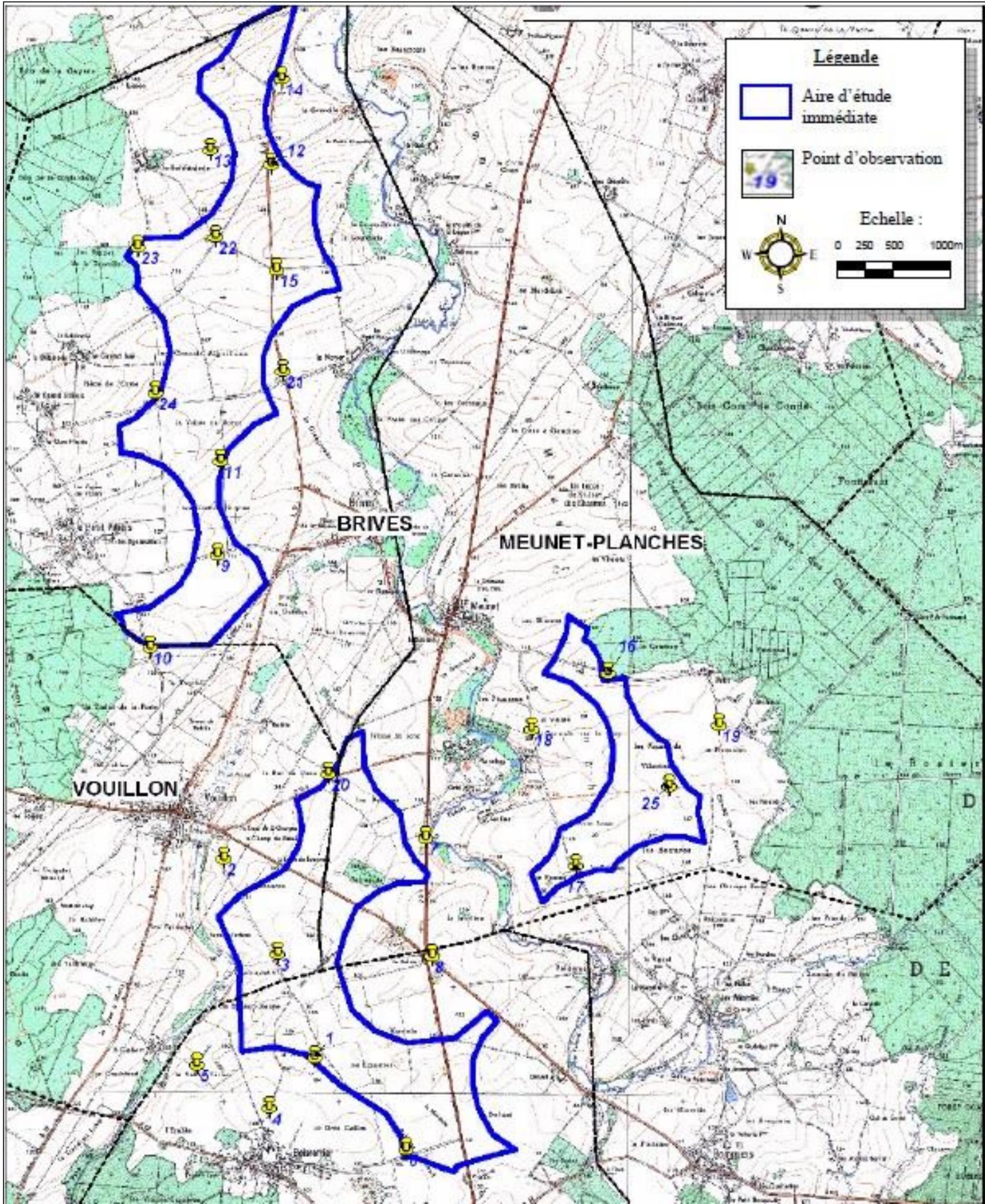
Concernant les rapaces, les IPA n'étant pas favorables à la détection de ces espèces, les suivis étaient les suivants :

- 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 6 : Localisation des points d'écoute utilisés en 2006



3.3.1.2 Méthodologie de suivi lors du suivi post-implantation 2018

■ ***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 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 2018.

La carte des points d'observations et des points IPA est présentée dans le chapitre 3.1 Méthodologie3.1

3.3.2 Résultats du suivi des oiseaux nicheurs

a) 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 les 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 aux milieux présents sur le site.

Figure 7 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	
			Protec. Fr.	Protec. 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
Rossignol 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
Serin 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 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

b) 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.

c) Résultats des suivis des nicheurs (EXEN 2018)

Concernant le cortège d'espèces nicheuses au niveau du parc éolien ou en périphérie, **41 espèces** différentes sont 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 initial, où 3 aires d'études étaient suivies, impliquant des habitats plus hétérogènes, donc des cortèges plus diversifiés.

Figure 8 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	
			Protéc. Fr.	Protéc. 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
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	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 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

En 2018, 12 espèces patrimoniales sont recensées comme espèces potentiellement nicheuses sur site ou son environnement. 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) ;

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).

■ *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 des prochaines années, ainsi qu'avec les résultats de l'état initial de 2009.

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 nationale 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 26 fois au cours de la saison de reproduction de 2018 et les observations ont été faites sur tout le parc éolien. Certains individus sont observés très proches des éoliennes, notamment de l'éolienne E2 et de l'éolienne E4. L'espèce ne semble donc pas dérangée par la présence des éoliennes, mais leur comportement est à risque pour cette espèce sensible au risque de collision (380 cas recensés par Dürr en 2019).

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 les champs de céréales). Il a été contacté 24 fois sur le site au cours de la période de nidification et les observations ont eu lieu partout autour des éoliennes, avec une répartition semblable à celle de l'Alouette des champs. Des observations ont lieu parfois très proches des éoliennes, 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).

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 7 fois au cours de la saison de reproduction de 2018. Les observations ont principalement été faites au niveau des chemins menant aux éoliennes et près de Boisramier. La présence des éoliennes ne semble pas les affecter dans l'utilisation du milieu, certains individus passant à moins de 100 m de celles-ci. 49 cas de mortalité sont recensés par Dürr en 2019.

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, mais non directement sur le parc, où elle chasse sur les milieux ouverts. Dans notre cas précis, les observations sont faites près des villages, sauf une observation qui a été faite entre l'éolienne E2 et l'éolienne E3. 45 cas de mortalité sont recensés par Dürr en 2019.

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 est observé uniquement le long du linéaire de boisement au nord-ouest de la ligne d'éoliennes, ce qui paraît logique puisque c'est la seule zone favorable à cette espèce. Hötter (2006) évoque des distances d'effarouchement de 89 mètres en moyenne en période de reproduction. Dans notre cas, les individus sont à plus de 300 m des éoliennes, mais leur localisation semble dépendre davantage de la présence de haies que des éoliennes. 49 cas de mortalité sont recensés par Dürr en 2019.

Le **Martinet noir** a sa population nicheuse quasi-menacée au niveau national et n'est pas considéré comme menacé au niveau régional. Les effectifs de Martinet noir ont diminué de 40% sur les dix dernières années en France (selon le STOC). Cette espèce niche principalement dans les milieux urbanisés et peut se déplacer loin de cet habitat pour aller chasser dans des milieux ouverts. Dans notre cas, deux groupes d'individus ont été notés, un au niveau du village de Boisramier et un autre se déplaçant au-dessus d'une zone ouverte à l'ouest de la ligne d'éoliennes. Cette espèce est particulièrement sensible à la collision, avec pas moins de 400 cas recensés par Dürr en 2019.

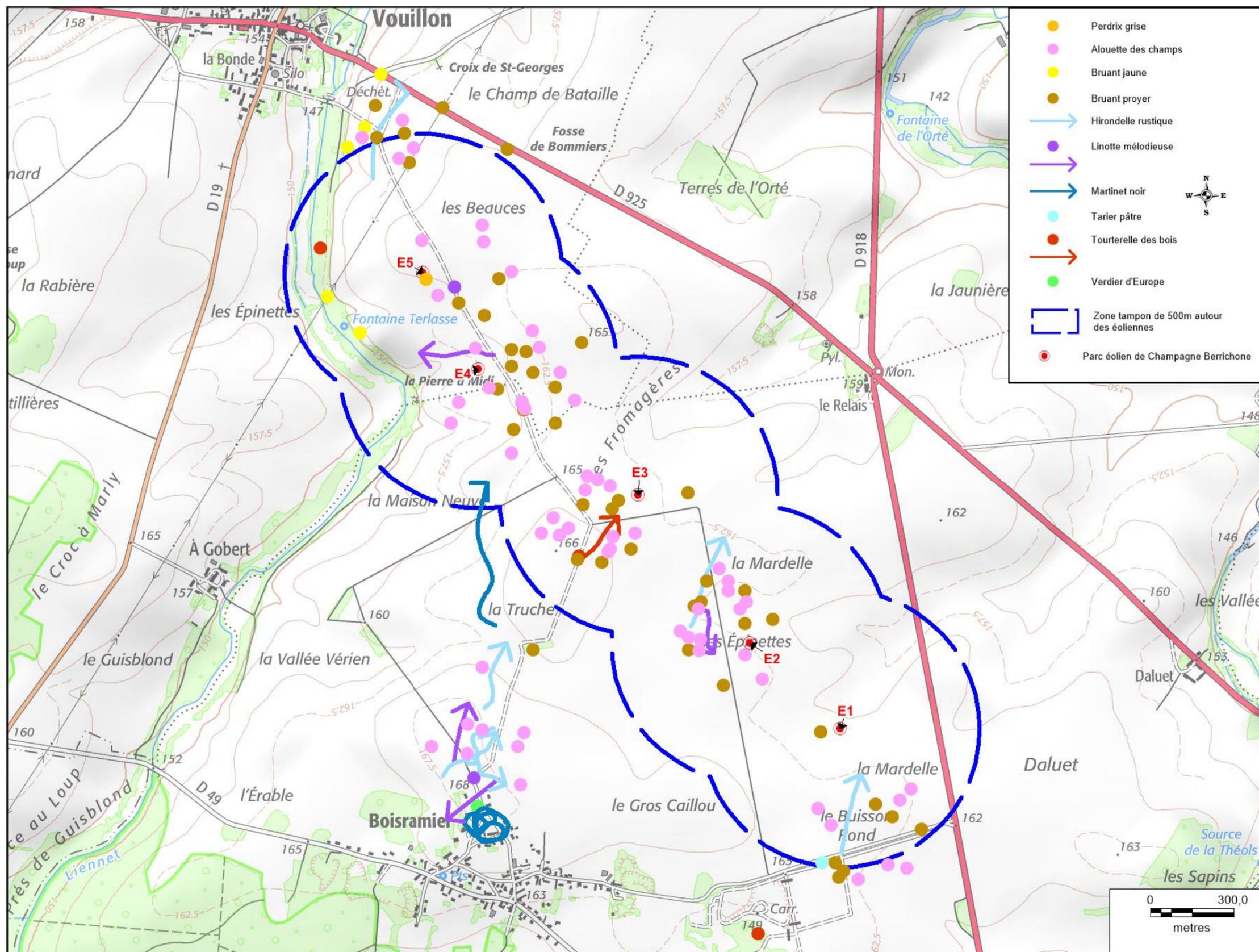
La **Tourterelle des bois** est classée quasi-menacée au niveau national, elle subit en effet un déclin de 48% de ses effectifs depuis 1989 (selon le STOC), avec un plus fort déclin sur les dix dernières années. On la retrouve en France dès le mois d'avril et jusqu'en septembre dans des habitats semi-ouverts, parfois cultivés à condition de conserver un maillage bocager. Dans notre cas, elle a été contactée 3 fois au cours du mois de juin, deux fois dans des zones boisées ou buissonnantes et une fois au niveau des zones ouvertes au sud-ouest de l'éolienne E3. 40 cas de mortalité sont recensés par Dürr en 2019.

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 était posé sur la plateforme de l'éolienne E5. 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 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, une seule observation a été réalisée, au sud-est du parc éolien, au bord d'une route, n'indiquant qu'une reproduction possible. 17 cas de mortalité sont recensés par Dürr en 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, soit à l'écart du parc éolien. 14 cas de mortalité sont recensés par Dürr en 2019.

Figure 9 Carte des données brutes des passereaux patrimoniaux en période de reproduction sur le parc éolien de Champagne Berrichonne en 2018



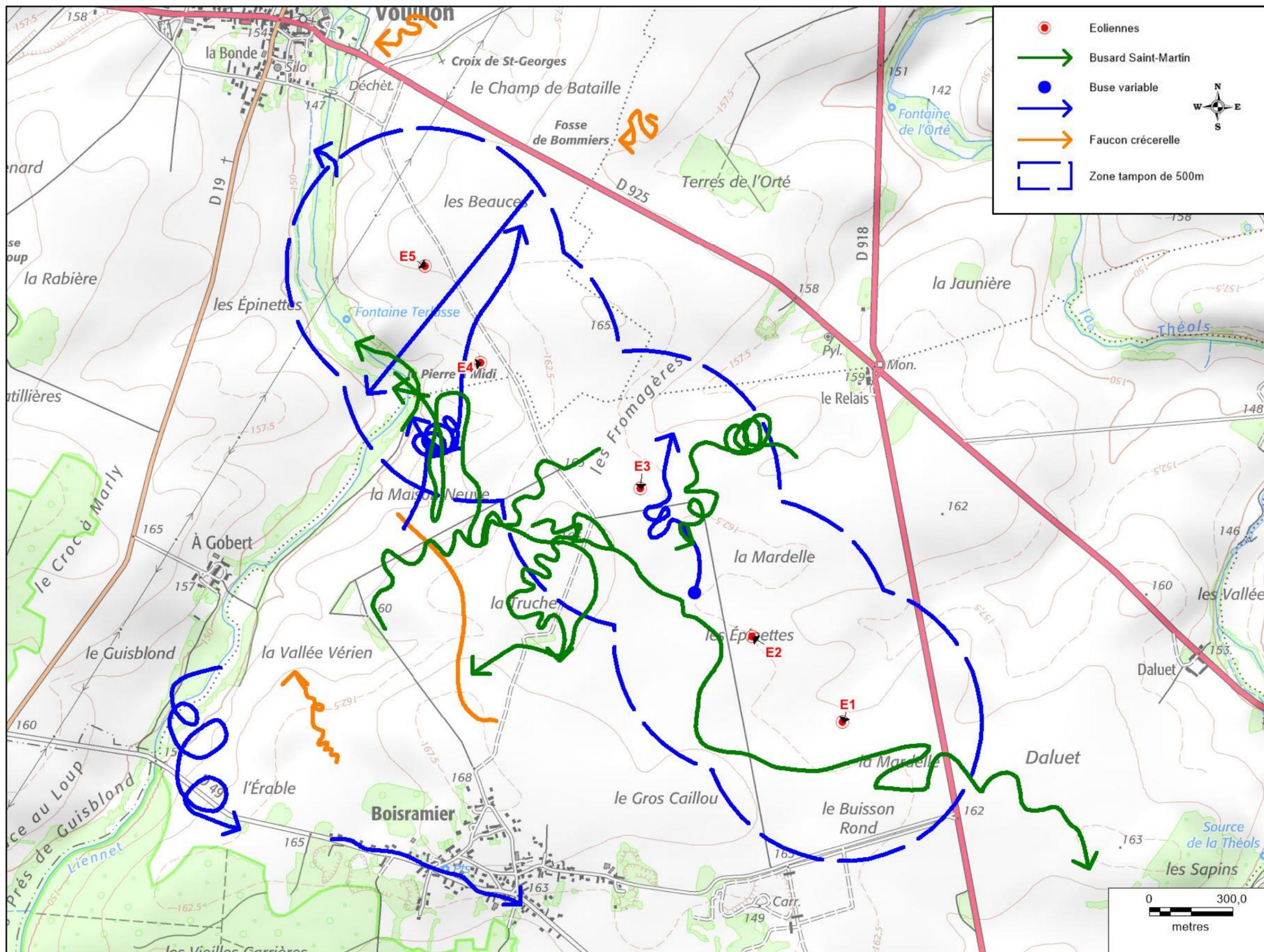
■ *Rapaces*

La Buse variable a été observée plusieurs fois au niveau du parc éolien avec des individus passant parfois très proches des éoliennes (deux individus passent à moins de 100 m des éoliennes E3 et E4). 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 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, l'espèce a été contactée 7 fois sur 4 dates différentes. Il s'agissait à chaque fois de mâles. Un individu a été noté en parade le long des éoliennes E1, E2 et E3. Cependant, le 15 mai, deux mâles différents ont été contactés, il y a donc potentiellement deux couples qui utilisent le secteur au moins pour chasser. Les observations sont faites surtout au niveau sud-ouest de la ligne d'éoliennes. Les individus ne semblent pas farouches à la présence des éoliennes, avec deux observations faites à environ 100 m des éoliennes.

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 a été noté 4 fois au cours de la saison de reproduction mais les observations sont faites en dehors de la zone tampon de 500 m autour des éoliennes. Il utilise donc les zones ouvertes autour du parc éolien pour chasser mais ne présente pas ici de comportement à risque. Cette espèce est très sensible à la collision, avec 592 cas recensés en Europe dont 103 en France (Dürr, 2019).

Figure 10 Carte des données brutes des rapaces en période de nidification de 2018 sur le parc éolien de Champagne Berrichonne



d) 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 Bruant proyer.

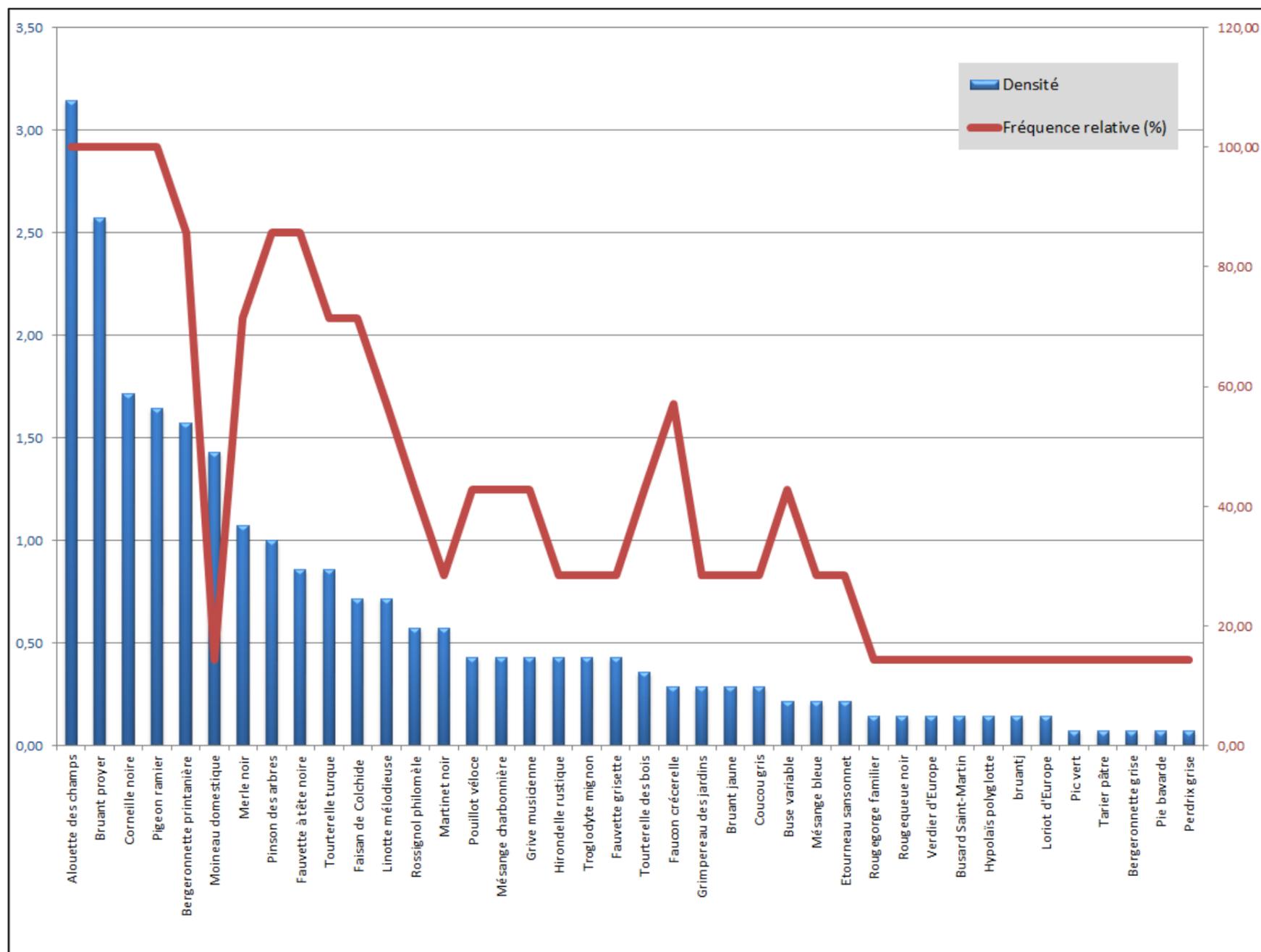
Au niveau du graphique de la figure page suivante, lorsque le profil de la fréquence relative présente un creux par rapport à celui de la densité, cela sous-entend une concentration des représentants de l'espèce de façon localisée. Lorsque le secteur sur lequel est observé cette densité importante présente 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, il est observé chez le Moineau domestique. Ceci est dû au fait qu'il s'agit à la fois d'une espèce grégaire avec des groupes jusqu'à 20 individus et qu'il se trouve dans un type d'habitat particulier, un hameau. En effet, toutes les observations de cette espèce ont eu lieu sur le même point d'écoute situé au niveau du hameau de Boisramier.

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 la présence d'une lisière, champs et habitations alors qu'il est plus homogène au niveau du point 5 avec seulement de grandes cultures.

Figure 11 Tableau des IPA par points d'écoute et par espèce lors du suivi de 2018

Espèce	1	2	3	4	5	6	7	IPA cumulé	Densité	Fréquence relative (%)
Alouette des champs	5	2	4	3	4	2	2	22,00	3,14	100,00
Bruant proyer	2	3	5	1	3	2	2	18,00	2,57	100,00
Corneille noire	2,5	1	1	1	2	1	3,5	12,00	1,71	100,00
Pigeon ramier	0,5	3	1,5	2	2	1	1,5	11,50	1,64	100,00
Bergeronnette printanière	4	2	2		1	1	1	11,00	1,57	85,71
Moineau domestique				10				10,00	1,43	14,29
Merle noir		2	1	2,5		1	1	7,50	1,07	71,43
Pinson des arbres	1	1	1	1		1	2	7,00	1,00	85,71
Fauvette à tête noire	1	1	1	1		1	1	6,00	0,86	85,71
Tourterelle turque	1	1		2	1	1		6,00	0,86	71,43
Faisan de Colchide	1	1	1	0,5			1,5	5,00	0,71	71,43
Linotte mélodieuse			1,5	1	0,5		2	5,00	0,71	57,14
Rossignol philomèle				1		2	1	4,00	0,57	42,86
Martinet noir	2,5			1,5				4,00	0,57	28,57
Pouillot véloce		1		1			1	3,00	0,43	42,86
Mésange charbonnière		1	1	1				3,00	0,43	42,86
Grive musicienne		1	1				1	3,00	0,43	42,86
Hirondelle rustique		0,5		2,5				3,00	0,43	28,57
Troglodyte mignon		2					1	3,00	0,43	28,57
Fauvette grisette		1	2					3,00	0,43	28,57
Tourterelle des bois	0,5	1					1	2,50	0,36	42,86
Faucon crécerelle	0,5		0,5	0,5			0,5	2,00	0,29	57,14
Grimpereau des jardins		1	1					2,00	0,29	28,57
Bruant jaune		1					1	2,00	0,29	28,57
Coucou gris	1				1			2,00	0,29	28,57
Buse variable	0,5	0,5	0,5					1,50	0,21	42,86
Mésange bleue		1		0,5				1,50	0,21	28,57
Etourneau sansonnet		1					0,5	1,50	0,21	28,57
Rougegorge familier		1						1,00	0,14	14,29
Rougequeue noir				1				1,00	0,14	14,29
Verdier d'Europe				1				1,00	0,14	14,29
Busard Saint-Martin	1							1,00	0,14	14,29
Hypolais polyglotte		1						1,00	0,14	14,29
Loriot d'Europe				1				1,00	0,14	14,29
Pic vert		0,5						0,50	0,07	14,29
Tarier pâtre						0,5		0,50	0,07	14,29
Bergeronnette grise						0,5		0,50	0,07	14,29
Pie bavarde				0,5				0,50	0,07	14,29
Perdrix grise							0,5	0,50	0,07	14,29
Points d'obs	1	2	3	4	5	6	7			
Richesse spécifique	15	25	17	21	8	13	18			

Figure 12 Graphique des IPA moyens et fréquence relative par espèce



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

e) **Comparaison des cortèges d'espèces nicheuses entre l'état initial et le suivi post-implantation**

Au total, 56 espèces d'oiseaux nicheurs ont été contactées avant et après implantation des éoliennes. 15 espèces n'ont été contactées qu'avant implantation des éoliennes (EXEN 2009). 2 espèces n'ont été contactées qu'après la mise en place des éoliennes. Les résultats des IPA de l'état initial sont rappelés p.35 et p.36.

Figure 13 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	Loriot d'Europe	Accenteur mouchet	Héron cendré
Bergeronnette grise	Merle noir	Busard cendré	Martinet noir
Bergeronnette printanière	Mésange bleue	Caille des blés	
Bruant jaune	Mésange charbonnière	Chardonneret élégant	
Bruant proyer	Moineau domestique	Courlis cendré	
Busard Saint-Martin	Perdrix grise	Epervier d'Europe	
Buse variable	Pic vert	Fauvette des jardins	
Canard colvert	Pie bavarde	Geai des chênes	
Corneille noire	Pigeon ramier	Gobemouche gris	
Coucou gris	Pinson des arbres	Grive draine	
Etourneau sansonnet	Pouillot véloce	Hirondelle de fenêtre	
Faisan de Colchide	Rosignol philomèle	Perdrix rouge	
Faucon crécerelle	Rougegorge familier	Pic épeiche	
Fauvette à tête noire	Rougequeue noir	Serin cini	
Fauvette grisette	Tarier pâle	Sitelle torchepot	
Grimpereau des jardins	Tourterelle des bois		
Grive musicienne	Tourterelle turque		
Hirondelle rustique	Troglodyte mignon		
Hypolaïs polyglotte	Verdier d'Europe		
Linotte mélodieuse			

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, 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 comparant le nombre de couples comptés sur les points d'écoute en commun entre les deux suivis, on obtient des résultats comparables. L'implantation 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. Les individus ne sont pas 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, 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. Il est noté les deux années sur tous les points en commun entre les deux suivis. Sa présence ne semble donc pas impactée par la présence du parc éolien.

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 le point 6, au sud-est du parc éolien actuel. En 2018, au moins 2 mâles sont observés en chasse sur tout le parc éolien. 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 Faucon crécerelle a été contacté sur 4 points d'écoute lors de l'état initial, dont 1 situé au niveau du parc éolien actuel (point 3). En 2018, il est contacté 4 fois en chasse autour du parc éolien. L'espèce n'est pas farouche à la présence des éoliennes, ce qui l'expose fortement à la mortalité avec 592 cas en 2019. Le Faucon crécerelle 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, elle est également contactée au niveau des hameaux avec quelques comportements de chasse au niveau

des zones ouvertes du parc éolien. Là encore, l'implantation 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. 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 une plateforme d'éolienne.

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 en 2018, mais un couple a été observé au sud-est de la ligne d'éoliennes cette année-là.

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 6. En 2018, elle est également contactée sur le point 6, mais aussi sur les points 1 et 2, et on estime la présence d'un couple à chaque fois. 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, c'est uniquement sur ce même point d'écoute qu'un couple a été noté.

■ *Espèces nicheuses recensées uniquement avant implantation des éoliennes*

Le Busard cendré a été observé sur 3 points d'écoute, 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 6. Il était supposé qu'un couple au maximum nichait dans les alentours de l'aire d'étude mais avec aucun indice de nidification. 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. Les prochains suivis permettront peut-être d'en savoir plus sur l'utilisation du site par cette espèce.

Le Chardonneret élégant était contacté sur 6 des 25 points d'écoute suivis lors de l'état initial, dont 2 suivis également en 2018, au niveau des deux hameaux. Au vu de la localisation des points où l'espèce était contactée, il paraît peu probable que le parc éolien ait eu un impact sur la présence du Chardonneret élégant. Il paraît plus probable que l'absence de l'espèce soit due à des facteurs divers telles que l'évolution naturelle des effectifs ou des variations dans la ressource alimentaire.

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 deux suivis.

L'Hirondelle de fenêtre a été observée uniquement au niveau du hameau de Boisramier lors de l'état initial. 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. Un seul couple y était estimé. L'absence d'un seul couple en 2018 ne permet pas d'établir un lien entre la présence du parc éolien et de ces espèces.

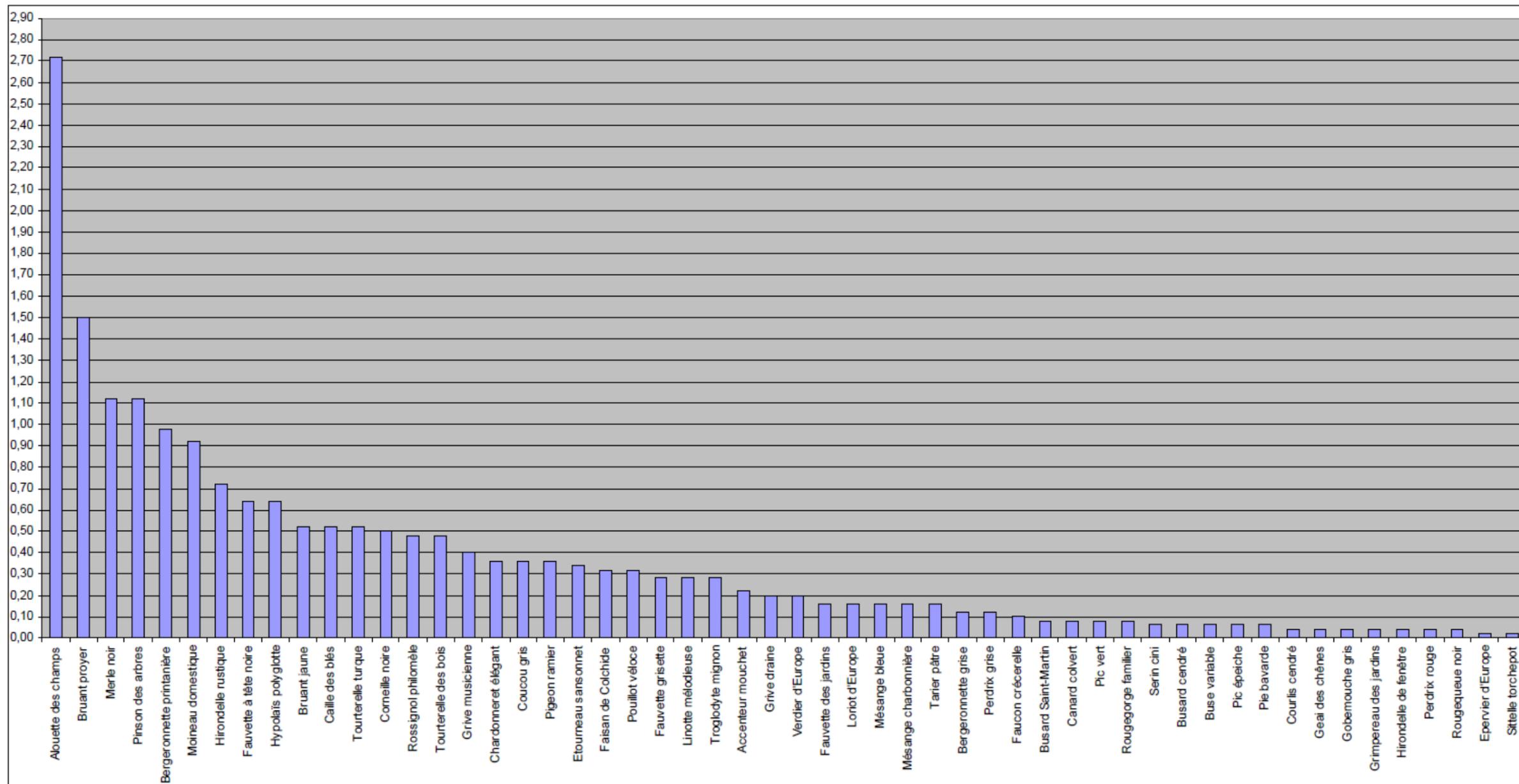
■ *Espèces nicheuses recensées uniquement après implantation des éoliennes*

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.

Figure 14 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
Méris 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	0	1	2	1	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	0	1	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	0	1	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	0	1	0	1	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 nignon	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
Acrocorax 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
Verrier d'Europe	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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 pinne	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 bravaide	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 15 Graphique des indices IPA moyens par espèce et par point d'observation lors de l'état initial de 2009



f) Hauteur de vol de l'avifaune nicheuse

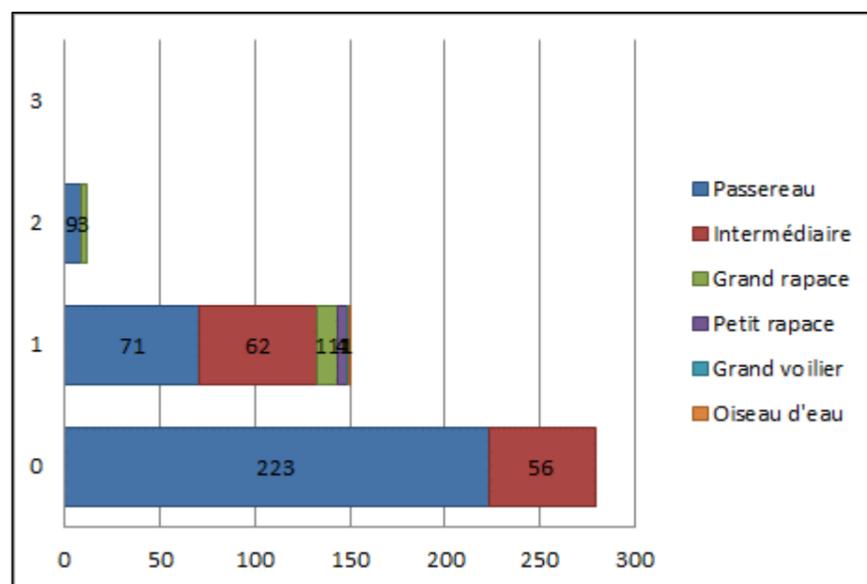
En ce qui concerne les 441 oiseaux observés lors de la période nuptiale de 2018, les oiseaux posés à hauteur H0 représentent plus de 63% des observations. Ce constat est logique puisque la majorité des espèces réduisent leurs déplacements en période nuptiale, qui s'apparentent uniquement à de la recherche de nourriture localement et au nourrissage des jeunes. Cela concerne uniquement les passereaux et intermédiaires qui ont des territoires assez restreints.

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 (Faucon crécerelle, Buse variable, Busard Saint-Martin), d'oiseaux d'eau (Canard colvert) 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. 12 observations se rapportent à cette hauteur. Au niveau des passereaux, on ne retrouve que l'Alouette des champs avec son vol chanté. Chez les rapaces, ce sont la Buse variable et le Busard Saint-Martin que l'on observe.

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

Figure 16 Répartition du nombre d'individus par hauteur de vol en période nuptiale de 2018



3.4 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. 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, quelques comportements à risque ont été notés sur le parc éolien, en particulier pour deux espèces de rapaces, la Buse variable et le Busard Saint-Martin, qui sont parfois passés très proches des éoliennes.

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

4.1. Méthodologie

4.1.1. 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'aérologie...). 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'aérologie... 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 d'EDPR prévoyait la mise en oeuvre d'un point d'enregistrement. Ce point sera considéré comme représentatif de l'activité en altitude du secteur (l'activité en hauteur est moins soumise à variation spatialement que l'activité au sol).

L'éolienne choisie en 2018 pour l'installation d'un Batcorder fut l'éolienne E4, située au plus près du cours d'eau à l'ouest du site. Le Batcorder fut installé du 24 avril au 19 décembre 2018.

Le suivi en continu a donc permis de couvrir les périodes printanière, estivale, automnale et le début de la période hivernale en 2018, soit une bonne partie de la période d'activité des chiroptères.

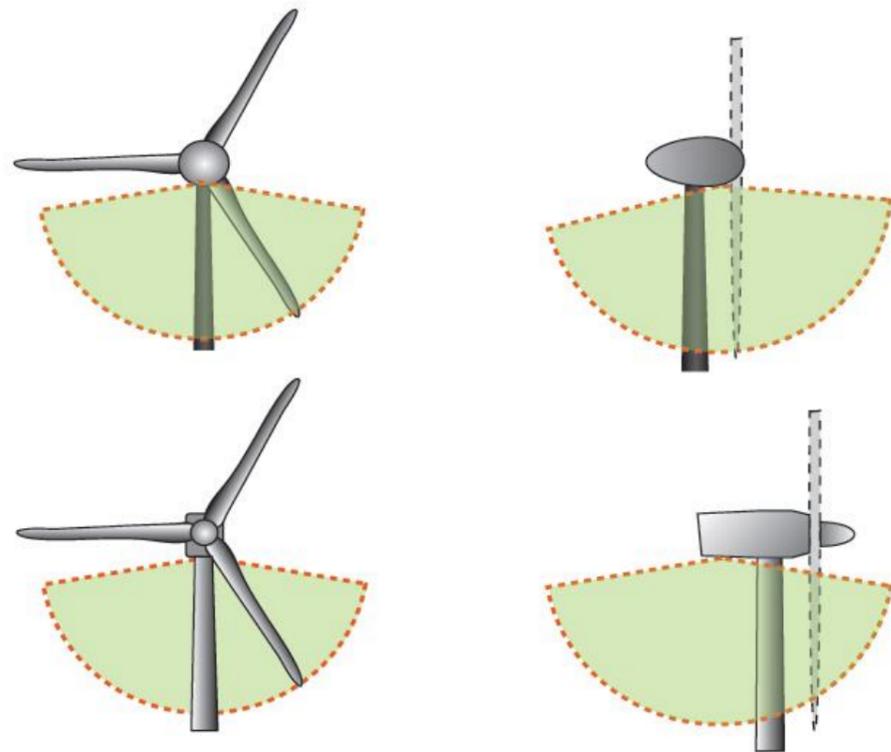
4.1.2. Suivi passif depuis la nacelle de l'éolienne E4

Pour suivre l'activité des chauves-souris en parallèle de la mortalité, un détecteur/enregistreur d'ultrasons de type *Batcorder* 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.

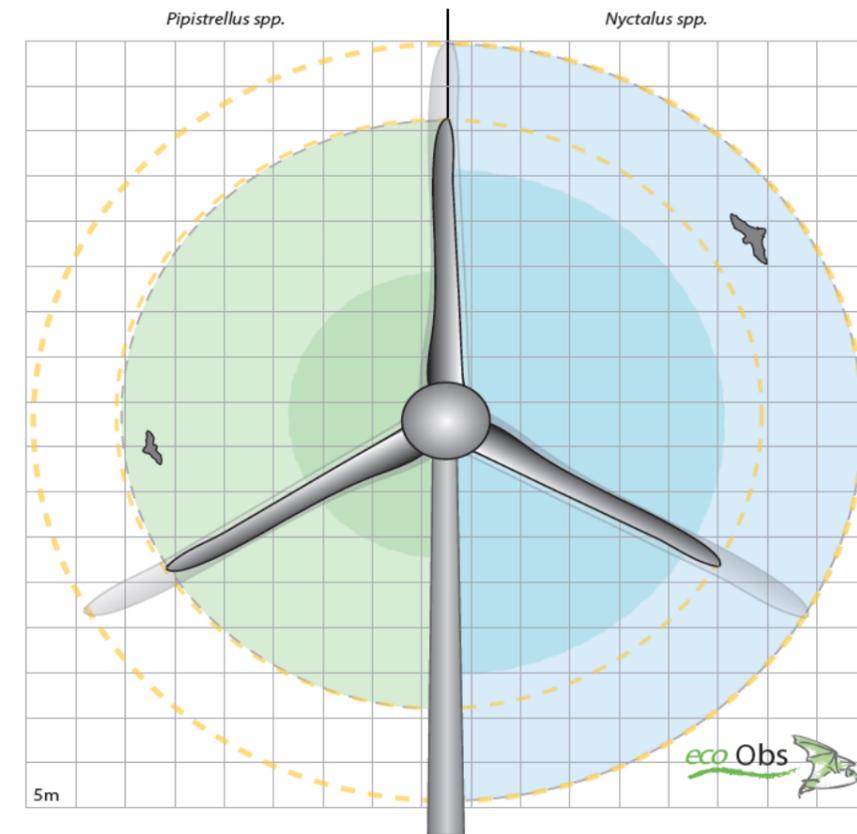
Figure 17 : Zone de couverture acoustique des Batcorders sous les nacelles d'éoliennes



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

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

Figure 18 : Distances de détection (min et max) pour des signaux de pipistrelles et noctules (20 et 40 kHz de fréquences)



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

Figure 19 : Synthèse de la plage de fonctionnement du module en continu en éolienne E4, et nombre d'enregistrements

Module Batcorder autonome	Date d'intervention	Type d'intervention	Nombre de séquences enregistrées	Nombre de séquences de chiroptère
65m	24/04/2018	Installation	7638	508
	19/12/2018	Désinstallation		

Cela représente un total de 7638 données ultrasonores à analyser dont 508 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 8 mois (239 nuits, soit environ 3346 heures de suivi).

4.2. 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.

4.2.1. Suivi passif (Batacorder 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.

4.2.2. Difficultés d'identification acoustique de certaines espèces

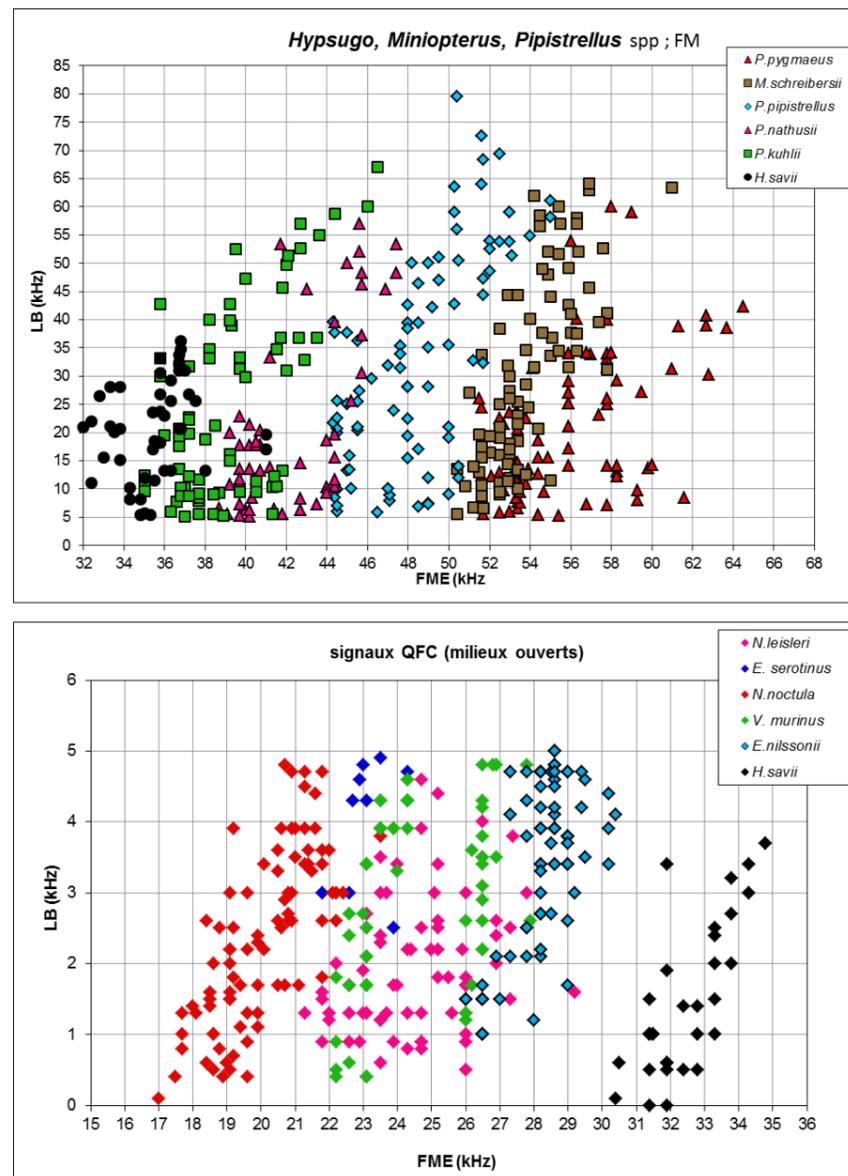
L'identification acoustique des chiroptères est une science encore en évolution et qui bénéficie d'avancées récurrentes ces dernières années. La plupart des espèces peuvent être déterminées précisément.

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



4.2.3. 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 21 : 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)

Intensité d'émission	milieu ouvert			sous-bois		
	Espèces	distance de détection (m)	coefficient de détectabilité	Espèces	distance de détection (m)	coefficient de détectabilité
faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	<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 alcaethoe</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 alcaethoe</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
	<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
	moyenne	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	30	0,83	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	20
<i>Pipistrellus kuhlii</i>		30	0,83	<i>Miniopterus schreibersii</i>	20	1,20
<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
forte	<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
	<i>Plecotus spp.</i>	40	0,71	<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
très forte	<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

4.2.4. 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 :

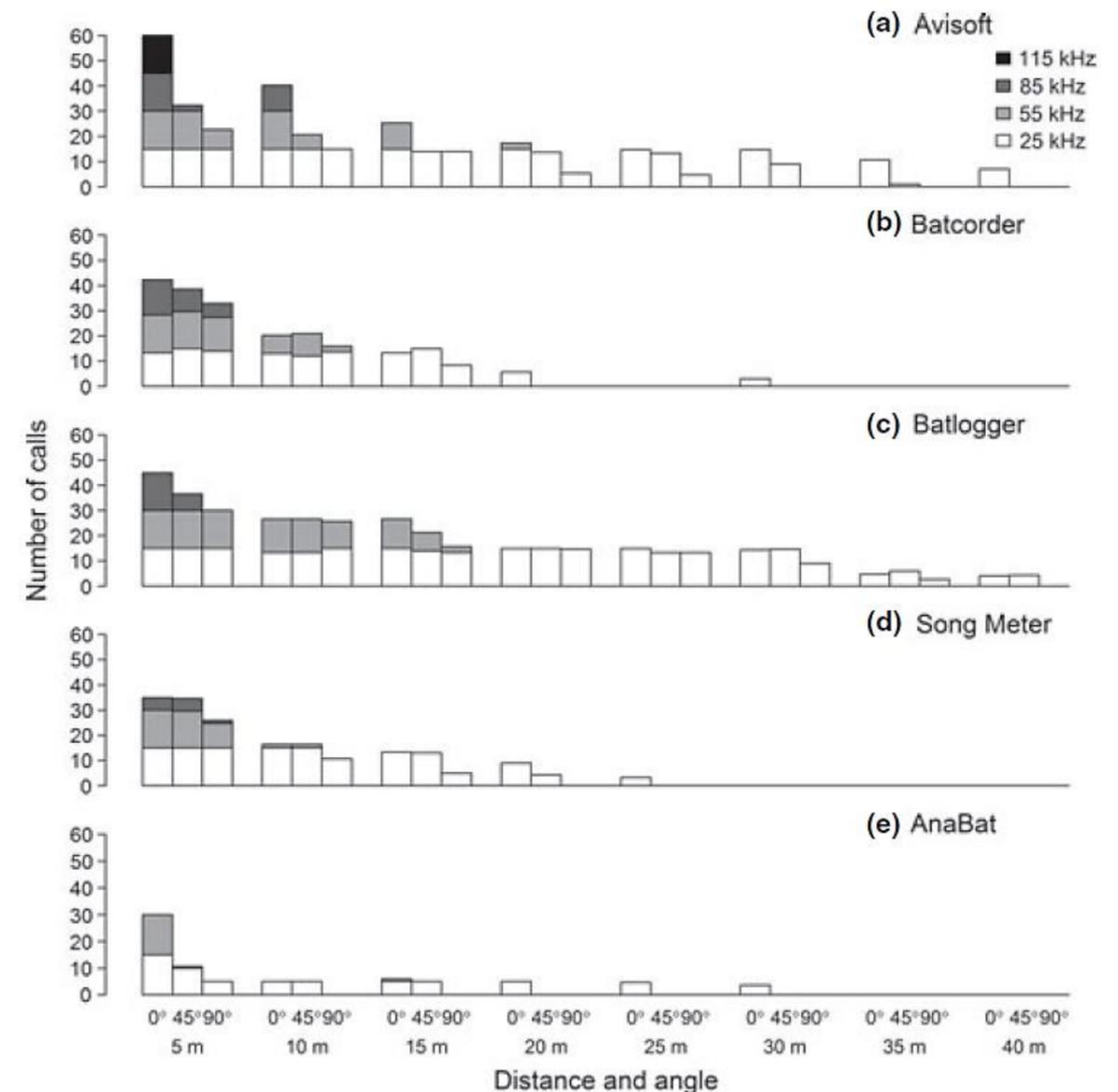
- les limites liées à la qualité et à la fréquence de recalibrage des micros,
- leur volume de détection (cône de détection) et à leur caractère directionnel ou multidirectionnel,
- les paramétrages retenus (filtres des basses ou hautes fréquences, durée d'enregistrement depuis le déclenchement),
- les 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 22 : 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).

4.3. Résultats du suivi de l'activité des chiroptères

4.3.1. 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 8 mois en 2018 (du 24 avril au 19 décembre 2018).

Le tableau suivant synthétise le cortège d'espèces détectées à partir de l'enregistreur automatique en continu placé au niveau de la nacelle de l'éolienne E4 en 2018. Il précise les statuts de protection et de conservation de ces différentes espèces. Au total, 5 espèces sont ainsi déterminées avec certitude.

Figure 23 : Tableau recensant l'ensemble des espèces contactées au cours du suivi en continu

Espèce	Nom scientifique	Abréviation	Protec. Fr.	Protec. U.E.	Conv Berne	Liste rouge UICN (Mondiale)	Liste rouge UICN (Europe)	Liste rouge nationale (Nov 2017)	Centre (2012)	Valeur patrimoniale
Noctule de Leisler	Nyctalus leisleri	Nlei	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Quasi menacé	Modéré à fort
Noctule commune	Nyctalus noctula	Nnoc	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Vulnérable	Quasi menacé	Modéré à fort
Pipistrelle de Kuhl	Pipistrellus kuhlii	Pkuh	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Preoc. Mineure	Très faible
Pipistrelle de Nathusius	Pipistrellus nathusii	Pnat	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Quasi menacé	Modéré
Pipistrelle commune	Pipistrellus pipistrellus	Ppip	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Preoc. Mineure	Modéré

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 la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl. 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 la Noctule de Leisler et la Noctule commune et le groupe des Nlei/Nnoc (Noctule de Leisler ou Noctule commune). Ce groupe d'espèce

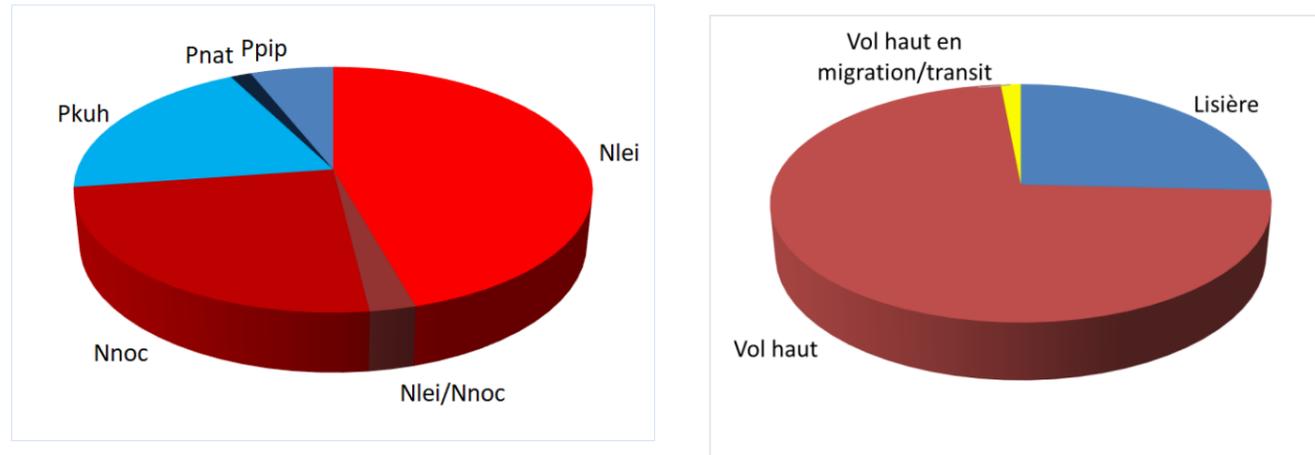
comprend donc des espèces qui utilisent les secteurs plus ouverts et donc régulièrement des hauteurs de vols plus importantes même lors de vols de chasse.

- **Du groupe des espèces de vol haut en migration/transit ou de lisières**, qui comprend le groupe des Pnat/Ppip correspondant soit à la Pipistrelle de Nathusius (espèce de vol haut en migration/transit), soit à la Pipistrelle commune (espèce de lisières).

Les graphiques de la Figure 24 témoignent de la proportion par grands groupes d'espèces dans l'activité totale relevée au niveau du Batcorder sur l'éolienne E4. On remarque que le groupe des espèces de haut vol (notamment la Noctule de Leisler et la Noctule commune) est le plus contacté en hauteur.

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

Figure 24 : Proportion d'activité par groupe d'espèces relevées au niveau du point d'enregistrement en continu sur l'éolienne E4 (à gauche détail par espèce, à droite par groupe de vol)



4.3.2. Chronologie de l'activité au niveau de la nacelle E4

Les graphiques de la Figure 27 de la page 48 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 2018. 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 globalement.

Figure 25 : 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 printanière (jusqu'à mi-mai), estivale (de mi-mai à mi-août), automnale (à partir de mi-août) et hivernale (à partir de novembre) sont très hétérogènes au cours du temps. Tout au long de la période de suivi, l'activité relevée par nuit oscille entre une activité très faible à une activité considérée comme modérée, comme c'est le cas pour la nuit de pic du 30 juillet, du 27 août ou du 27 octobre 2018. On note tout de même la présence continue d'espèces de haut vol, comme la Noctule de Leisler et la Noctule commune.

- **Pic d'activité du 30 juillet 2018**

Durant la nuit du 30 juillet 2018, 24 secondes d'activité cumulée ont pu être enregistrées. Ce pic se caractérise par une activité importante de Noctule commune et plus faiblement par l'activité de Noctule de Leisler. Durant ce pic, l'activité a été relevée par des vents inférieurs à 3,5 m/s. Les chauves-souris ont été actives par des températures comprises entre 24 et 27°C, et ont été enregistrées entre 22h et 2h (la majorité entre 23h et 00h00).

- **Pic d'activité du 27 août 2018**

Durant la nuit du 27 août 2018, 27 secondes d'activité cumulée ont pu être enregistrées. Le pic se caractérise par une activité importante de Noctule commune et plus faiblement par l'activité de Noctule de Leisler. Durant ce pic, l'activité a été relevée par des vents inférieurs à 3 m/s. Les chauves-souris ont été actives par des températures entre 21 et 23°C. Enfin, ce pic a été enregistré entre 22h et 4h (la majorité entre 00h00 et 1h).

- **Pic d'activité du 27 septembre 2018**

Durant la nuit du 27 septembre 2018, 49 secondes d'activité cumulée ont pu être enregistrées. Ce pic se caractérise par une activité importante de Pipistrelle de Kuhl et très faiblement par l'activité de Noctule de Leisler et de Noctule commune. Durant ce pic, l'activité a été relevée par des vents inférieurs à 3,5

m/s. Les chauves-souris ont été actives par des températures entre 21 et 26°C. Enfin, ce pic a été enregistré entre 21h et 5h (la majorité entre 2h et 3h)

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, ce 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 26 : Synthèse des informations relatives aux pics d'activité identifiés en nacelle d'éolienne E4

Date	Niveau d'activité	Espèces contactées	Vitesse de vent	Direction du vent	Température	Comportement
30/07/2018	Modéré	Noctule de leisler et Noctule commune	Entre 2,8 et 3,5 m/s	N, NO	Entre 24 et 27 °C	Chasse et social
27/08/2018	Modéré	Noctule de leisler et Noctule commune	Entre 1,5 et 3 m/s	NO	Entre 21 et 23 °C	Chasse et social
27/09/2018	Modéré à fort	Noctule de leisler et Pipistrelle de kuhl	Entre 1,5 et 3,5 m/s	SO	Entre 21 et 26 °C	Chasse et social

Figure 27 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par espèce relevée en nacelle d'éolienne E4

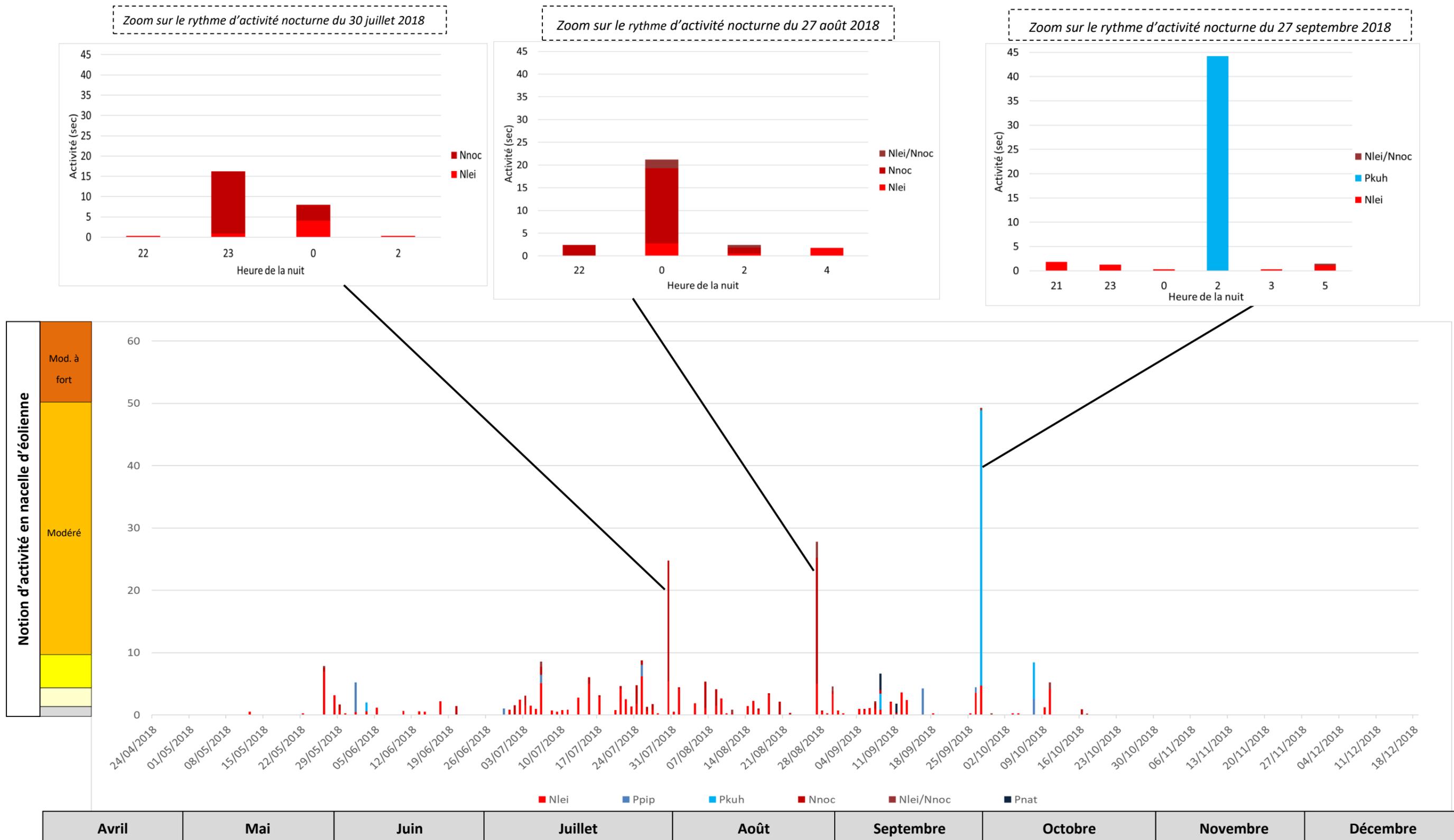
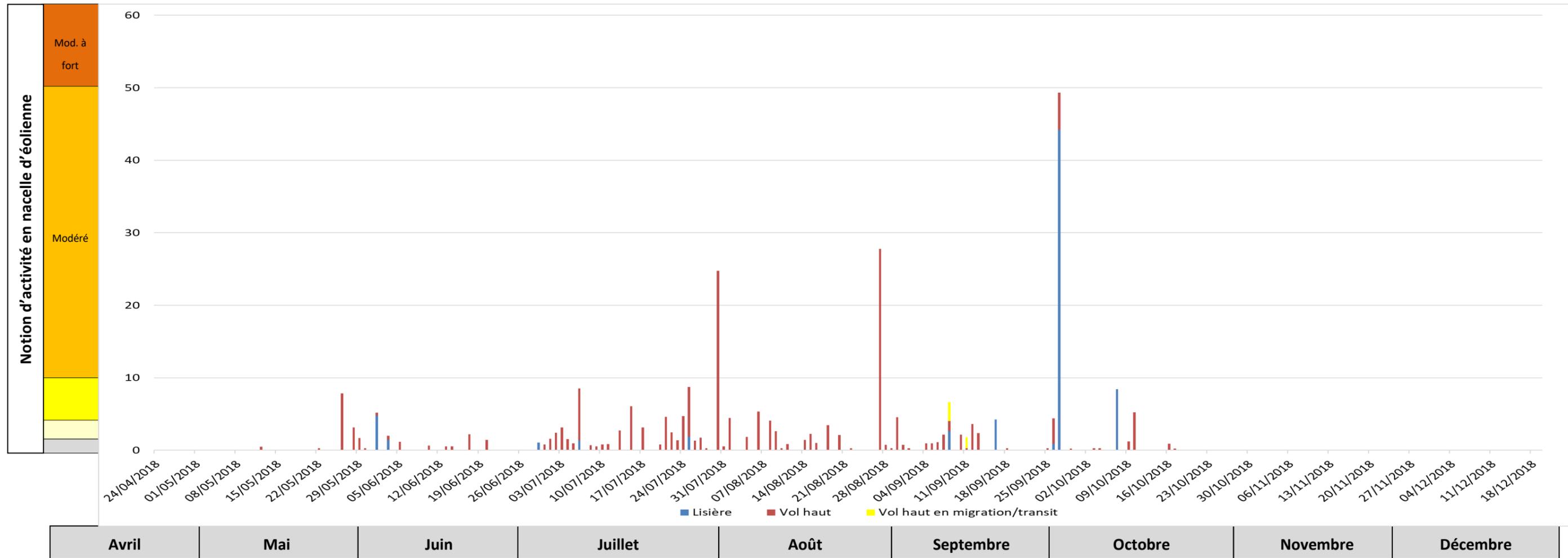


Figure 28 : Graphique de la chronologie de l'activité (en secondes d'activité cumulée par nuit) par groupe d'espèces relevé en nacelle d'éolienne E4



4.3.3. Influence de la vitesse du vent

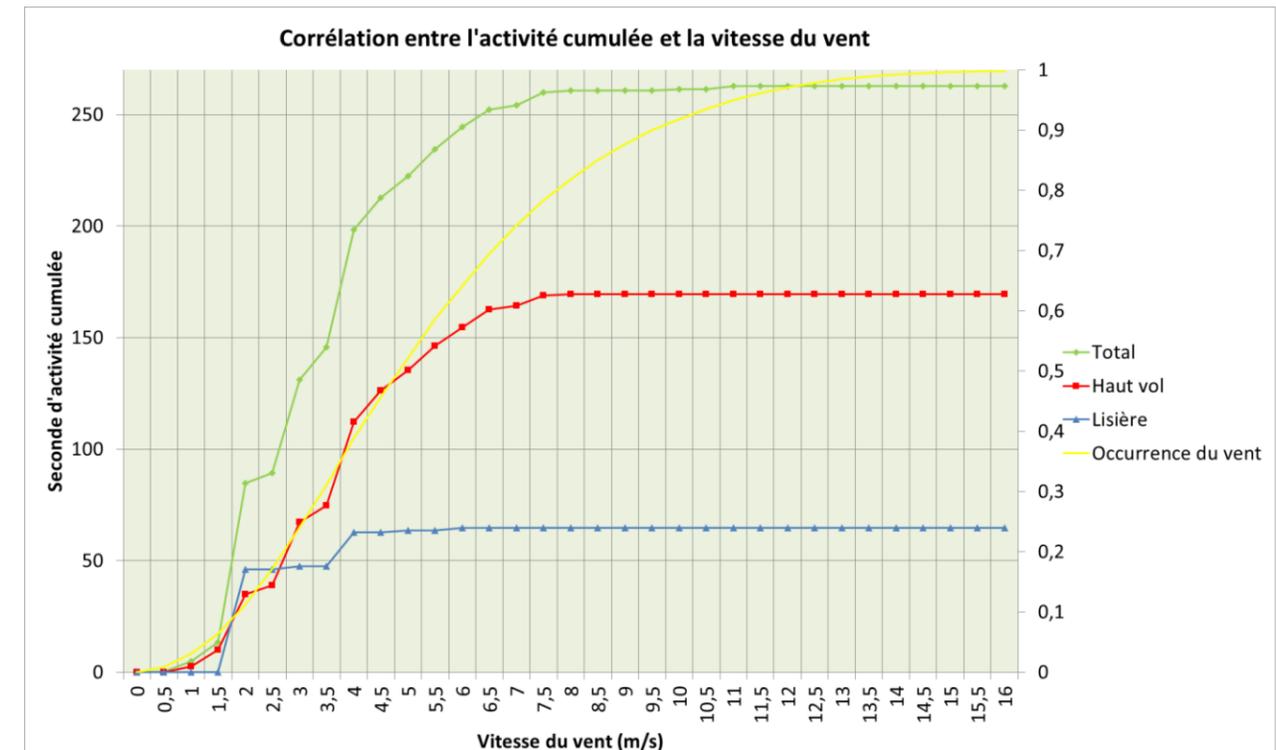
Le principal paramètre avancé à ce jour comme facteur d'influence de l'activité des chauves-souris est la vitesse du vent. L'expérience montre en effet que l'activité des chauves-souris chute de façon corrélée avec l'augmentation de la vitesse du vent. Cela s'explique surtout par le fait que les vents 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-dessous témoigne de la corrélation entre l'activité cumulée des chauves-souris en 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 témoigne d'une activité cumulée d'espèces de lisière qui a lieu en intégralité pour des vents inférieurs à 5 m/s, et la majorité de l'activité a lieu pour des vents inférieurs à 3 m/s. En ce qui concerne les espèces de haut vol, elles sont actives pour des vitesses de vent inférieures à 8 m/s, et elles sont en majorité actives pour des vitesses comprises entre 2,5 et 7 m/s.

Lors des nuits de pics d'activité, les chauves-souris ont été actives par des vitesses de vent inférieures à 3,5 m/s le 27 juillet 2018, inférieures à 3 m/s le 27 août 2018, et inférieur à 3,5 m/s le 27 septembre 2018.

Figure 29 : 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 2018 en nacelle d'éolienne)



4.3.4. Influence de la direction du vent

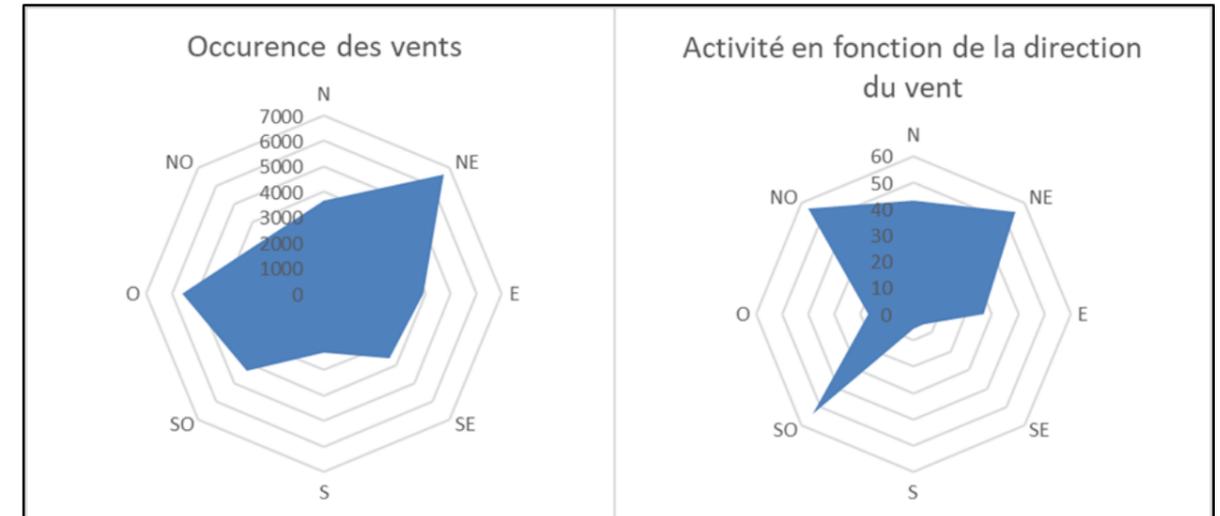
La direction du vent peut parfois aussi être un facteur d'influence de l'utilisation du site par les chauves-souris. Cette influence est recherchée au niveau du graphique ci-dessous qui permet une comparaison entre :

- l'orientation générale des vents sur le site au cours de la période suivie (occurrence),
- l'orientation du vent liée à l'activité cumulée des chauves-souris en hauteur.

On s'aperçoit que l'activité est généralement la plus importante par vent de nord-ouest, de nord et de nord-est, et de sud-ouest. Cette activité plus importante par ces directions de vent est à mettre en lien avec les pics d'activité relevés par vent de nord-ouest, de nord et de sud-ouest. Dans la mesure où les vents dominants proviennent aussi en partie du nord-est et du sud-ouest sur la période de référence (occurrence), il n'est pas possible de conclure sur un effet positif de ces directions de vent sur l'activité. On remarque également une forte occurrence des vents d'ouest et de sud-est, et une activité très faible pour ces mêmes directions de vent. Il semble donc y avoir une influence négative de certaines orientations de vent.

Au vu du contexte paysager du parc, il est possible que des essaimages d'insectes soient à l'origine des pics d'activité observés sur le parc. Le cours d'eau présent à l'ouest du site présente un méandre au niveau de l'éolienne E4, avec un axe nord-ouest/sud-est vers un axe nord-est/sud-ouest. Si l'on se réfère au graphique des vents, les activités les plus fortes ont lieu par des vents de nord-ouest, et de sud-ouest, qui correspondent aux orientations du méandre du cours d'eau. Il est possible que ces activités soient corrélées aux directions des vents.

Figure 30 : Graphique présentant l'activité totale relevée et l'occurrence du vent enregistrée en fonction des directions du vent, en nacelle d'éolienne E4



4.3.6. Influence de la température

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

La courbe d'occurrence de la température correspond au nombre de fois où chaque valeur de température a été relevée, par période de 10 min, la nuit et au niveau 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.

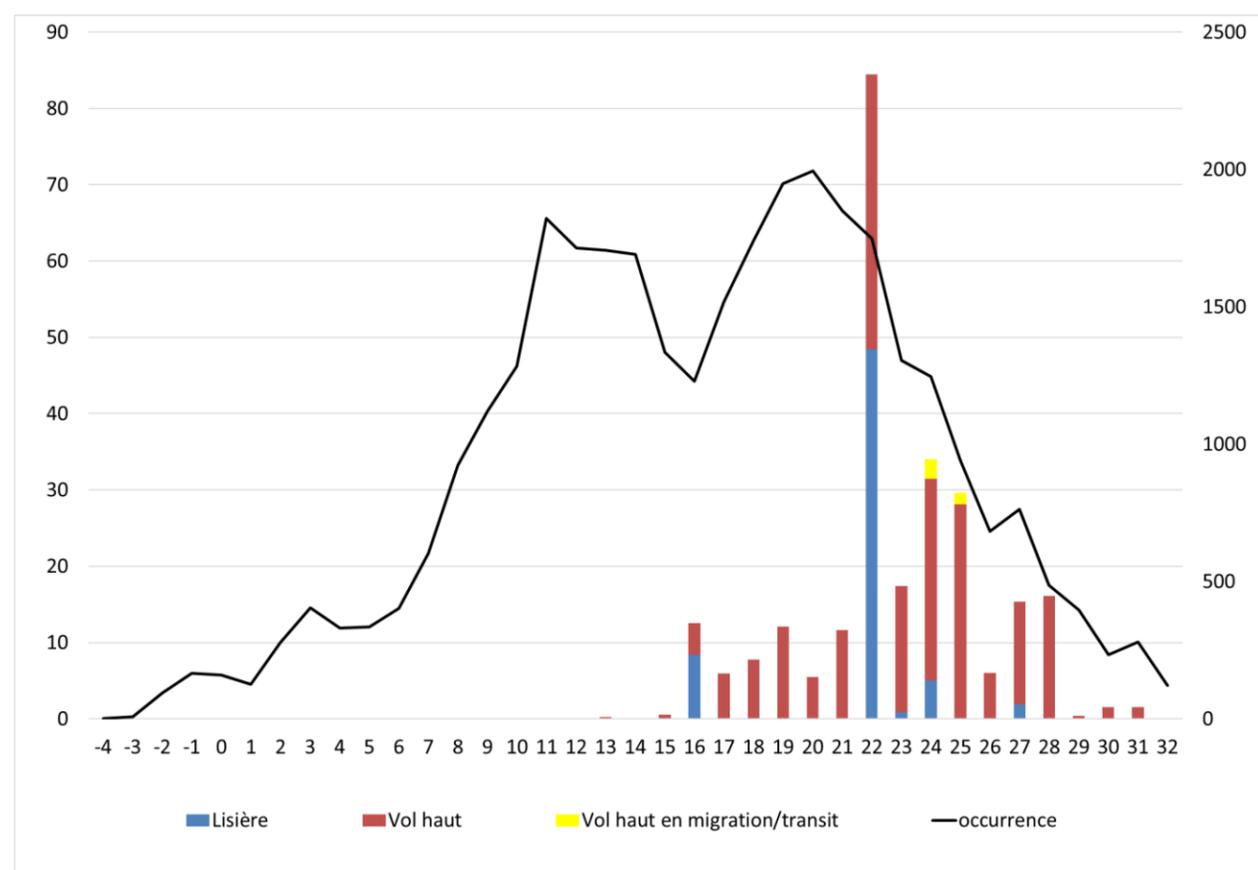
Les températures relevées sur l'éolienne E4 ont montré des fluctuations impossibles selon les périodes (température négative tout au long du mois d'août...), un problème de matériel en est sûrement à l'origine. Les températures relevées sur l'éolienne E5 ont donc été utilisées pour comparer l'activité chiroptérologique à ce paramètre. A noter également que la température est mesurée sur la nacelle de l'éolienne, qui produit de la chaleur. Il est donc probable que les résultats obtenus soient supérieurs à la température réelle à la date du relevé.

Le graphique suivant montre que l'activité des chauves-souris, relevée en hauteur, apparaît pour des températures situées entre 15 et 32°C. Les chauves-souris sont en général actives par des températures comprises entre 7 et 30°C pour les plus extrêmes. Les températures réelles sont probablement 5°C inférieurs à celles relevées. Dans ce cas, les chauves-souris ont potentiellement été actives entre 10 et 27°C.

D'après les données relevées, les chiroptères ont été plus actifs pour des températures comprises entre 22 et 26°C, avec un maximum d'activité à 23°C. Les températures les plus souvent relevées sur le parc sont comprises entre 10 et 22°C. Pour rappel, les pics d'activité ont été enregistrés par des températures entre 21 et 27°C.

Enfin, la courbe d'activité des chiroptères est légèrement décalée par rapport à la courbe d'occurrence des températures, il semble donc que la température influence l'activité des chauves-souris, elles semblent voler par des températures plus élevées que celles les plus souvent enregistrées sur le site.

Figure 31 : 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

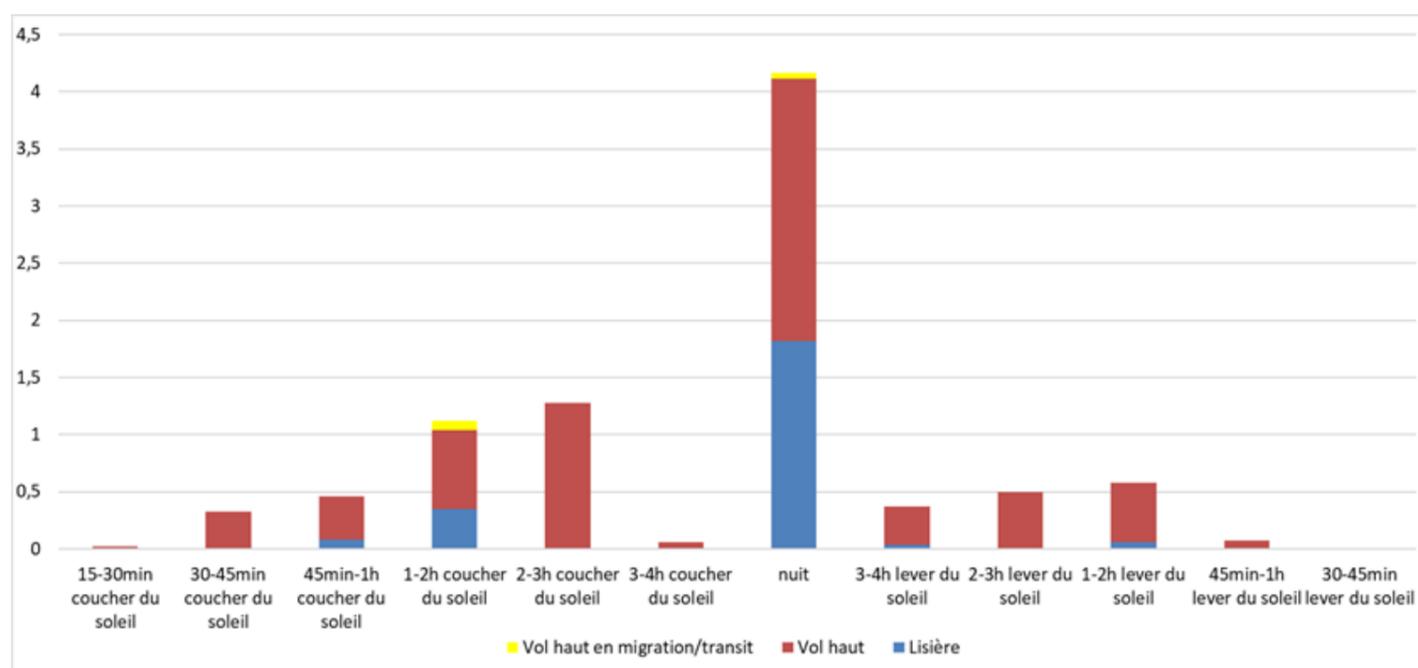


4.3.8. Rythme d'activité nocturne

De façon générale, sur l'ensemble de la période de suivi, la plupart des données ultrasonores sont enregistrées en milieu de nuit pour l'éolienne E4 ; On notera quand même plusieurs contacts de noctules en tout début de nuit, à partir de 15 minutes jusqu'à 45 minutes après le coucher du soleil. Il est donc possible que des gîtes soient présent à proximité de l'éolienne E4.

Pour conclure, on peut calculer que plus de 90% de l'activité est mesurée entre 1 heure après le coucher du soleil et 1 heure avant le lever du soleil.

Figure 32 : Rythme d'activité nocturne (en seconde d'activité cumulée) par groupe d'espèces mesuré au niveau de l'éolienne E4 (en 2018)



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 éolien de 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 2018 est présenté en 0 Annexe 3 page 116.

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.

5.2.4. Choix des éoliennes suivies

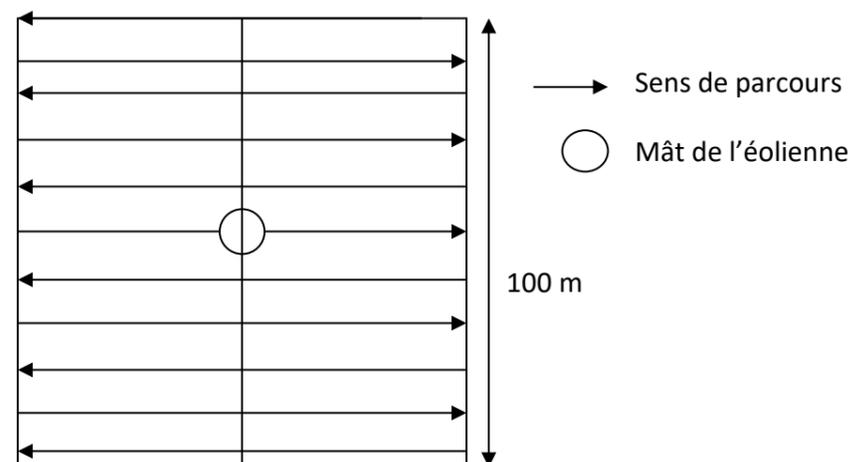
Par expérience, et devant le caractère très hétérogène de l'impact sur la faune volante généré d'une éolienne à une autre, le choix de suivre toutes les éoliennes du parc avec une même pression de suivi était la solution la plus pertinente. C'est ce qui fut retenu, avec, nous le verrons, cependant, quelques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

5.2.5. 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 34 : 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.

5.2.6. 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 :

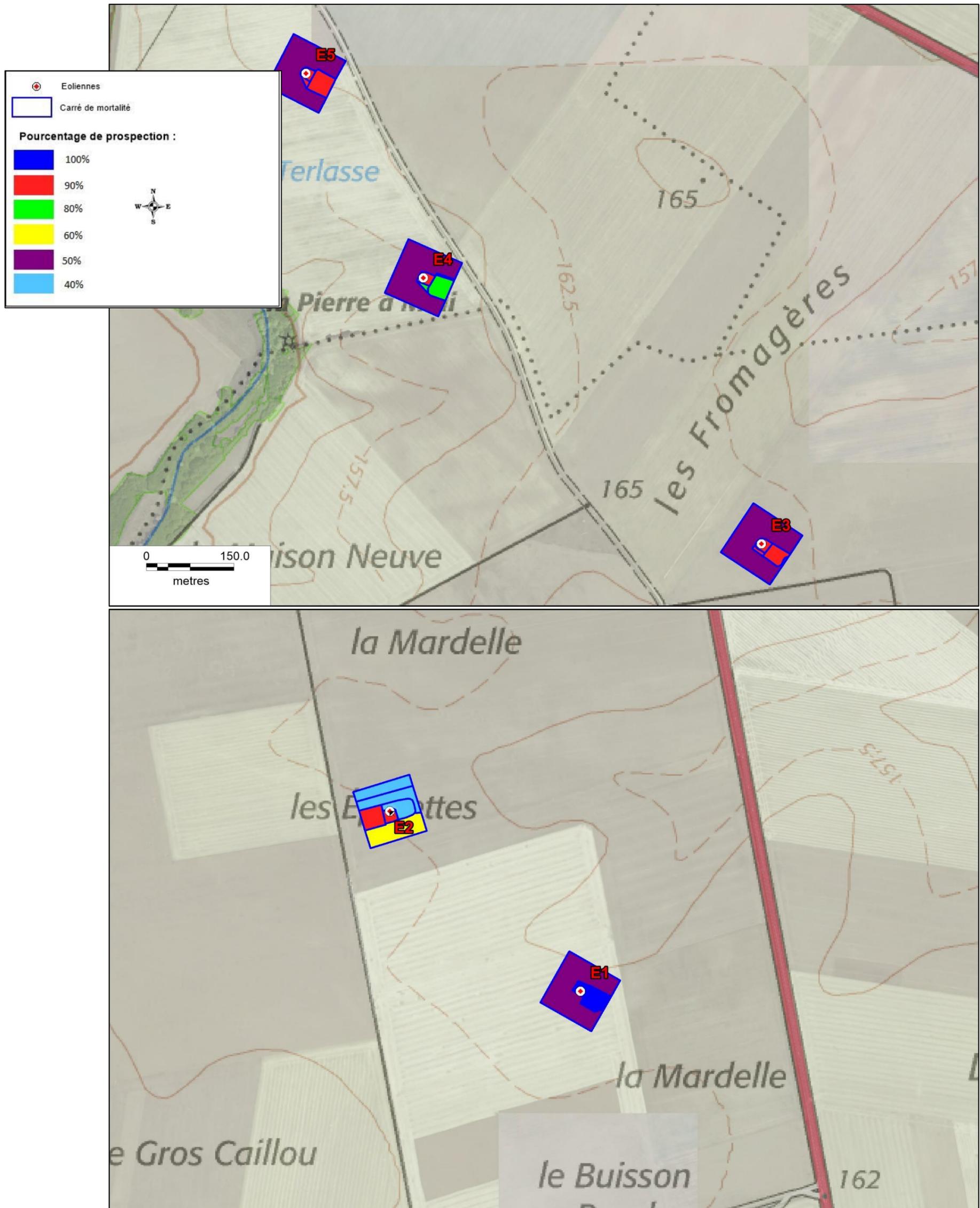
- « Très facilement prospectable » : gravier, terre battue, chemin d'accès (pas de végétation),
- « Facilement prospectable » : végétation éparse ou basse, labour, milieu homogène
- « Moyennement prospectable » : végétation d'une hauteur supérieure à 30 cm et dense, milieu hétérogène, ...
- « Non prospectable » : 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 35 de la page suivante propose de visualiser les surfaces prospectées ainsi que le pourcentage de prospection associé.

Figure 35 : 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)



5.2.7. 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 1 de la page 103.

Figure 36 : Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves-souris



5.2.8. Détermination des coefficients correcteurs

5.2.8.1 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...).

Trois sessions de détermination de ces coefficients correcteurs ont été réalisées durant la campagne de suivi (le 20 juin, 28 août et le 16 octobre 2018).

Figure 37 : Clichés d'un échantillon de « cadavres tests » (sur un autre site)

5.2.8.2 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).



Figure 38 : Clichés témoignant de la difficulté de perception des cadavres dispersés (sur un autre site)

Dans la pratique, un échantillon de cadavres d'oiseaux (poussins d'élevage) a été dispersé lors d'une journée de recherche de cadavres sous les éoliennes. Ne disposant que de poussins d'élevage de taille comparable, nous considérons qu'un poussin est le cadavre test de petite taille (de même gabarit qu'une chauve-souris ou un passereau). Pour les cadavres de grande taille, 2 cadavres de poussins ont été disposés l'un contre l'autre. Ces cadavres sont de tailles différentes (lot de 2 poussins : cadavre moyen, 1 poussin : petit cadavre) pour permettre d'affiner l'analyse, qu'il s'agisse de l'efficacité du chercheur ou de la vitesse de disparition des cadavres en fonction de ce paramètre de taille. Les résultats de ces différents tests seront développés plus bas.



Il faut être 2 personnes pour réaliser les tests, c'est-à-dire une personne qui disperse les cadavres (« disperseur ») et une autre qui les recherche par la suite (« chercheur »). Après avoir préparé les cadavres, le disperseur va les positionner sur la zone test en essayant de répartir le même nombre de cadavres entre les différents niveaux de difficulté de prospection (très facile, facile, moyen). Les limites de la zone test correspondent aux carrés de prospection. Le disperseur note alors sur sa carte de terrain la position de chaque cadavre en précisant le code affecté au cadavre (« P1 », pour premier cadavre de petite taille (ici, 1 poussin), « G2 » pour deuxième cadavre de grande taille (ici, 2 poussins côte à côte)...).

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

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 cadavres, 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 un cadavre, le disperseur enregistre cette découverte, puis le cadavre-test est retiré de la zone de prospection. En fin de session, les résultats permettent d'apprécier l'efficacité du chercheur, caractérisée par le « taux de détection » (nombre de cadavres découverts / nombre de cadavres déposés).

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.

Pour les tests de disparition, un nombre suffisant de cadavres-tests (poussins d'élevage) sont déposés sous l'ensemble du parc éolien, répartis équitablement entre les différents niveaux de difficulté de prospection la même journée. 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 toutes les éoliennes du parc.

Les cadavres-tests sont localisés précisément sur une carte de terrain, et pour chaque code affecté (P1, P2, G1, G2, ...) des informations sont données pour aider à trouver les cadavres-tests (Kern, cercle en pierre...).

Le lendemain du test, une visite est effectuée pour constater les éventuels effets de la prédation. Pour chaque cadavre-test, nous notons s'il est encore présent ou non. Cette démarche est la même au cours des différentes visites de prédation.

En effectuant ce travail à plusieurs reprises, on peut alors apprécier l'action des nécrophages par unité de temps.

5.2.8.4 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 5.3.5.2 page 69). 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.

5.2.8.5 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.

Par contre, 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.

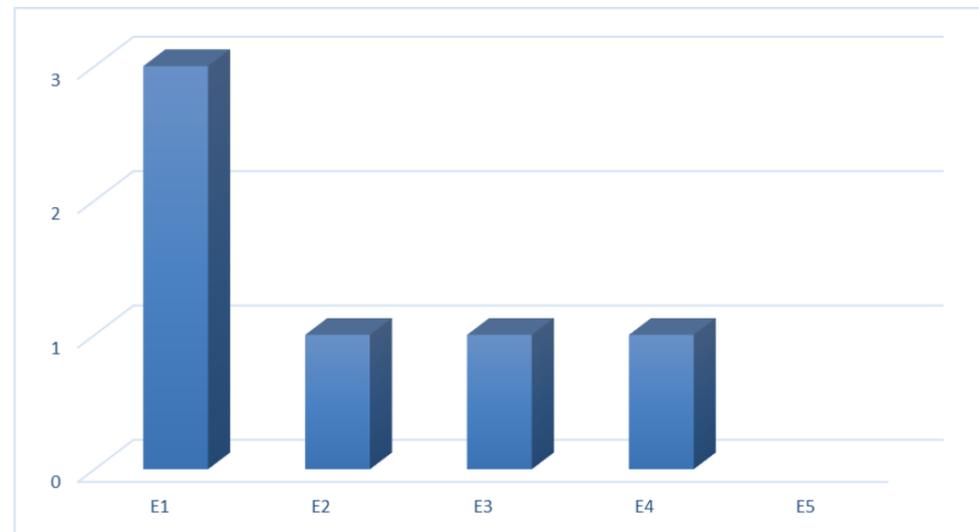
5.3. Bilan de la mortalité des chauves-souris

5.3.1. Bilan des mortalités par éolienne

6 chauves-souris furent retrouvées sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi menée en 2018.

On note que 4 des 5 éoliennes du parc ont été à l'origine de mortalités avérées en 2018. L'éolienne E1 a été la plus accidentogène avec 3 cadavres. Les éoliennes E2, E3 et E4 comptent chacune 1 cadavre.

Figure 39 : Bilan des mortalités de chauves-souris constatées en 2018 et répartition par éolienne



5.3.2. Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris

Le premier graphique de la Figure 41 page 63 représente la chronologie des découvertes de cadavres de chauves-souris sur l'ensemble du parc éolien en 2018.

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 2018 sur une ou deux visites 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 3-4 jours (en période de 2 visites 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 47 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.

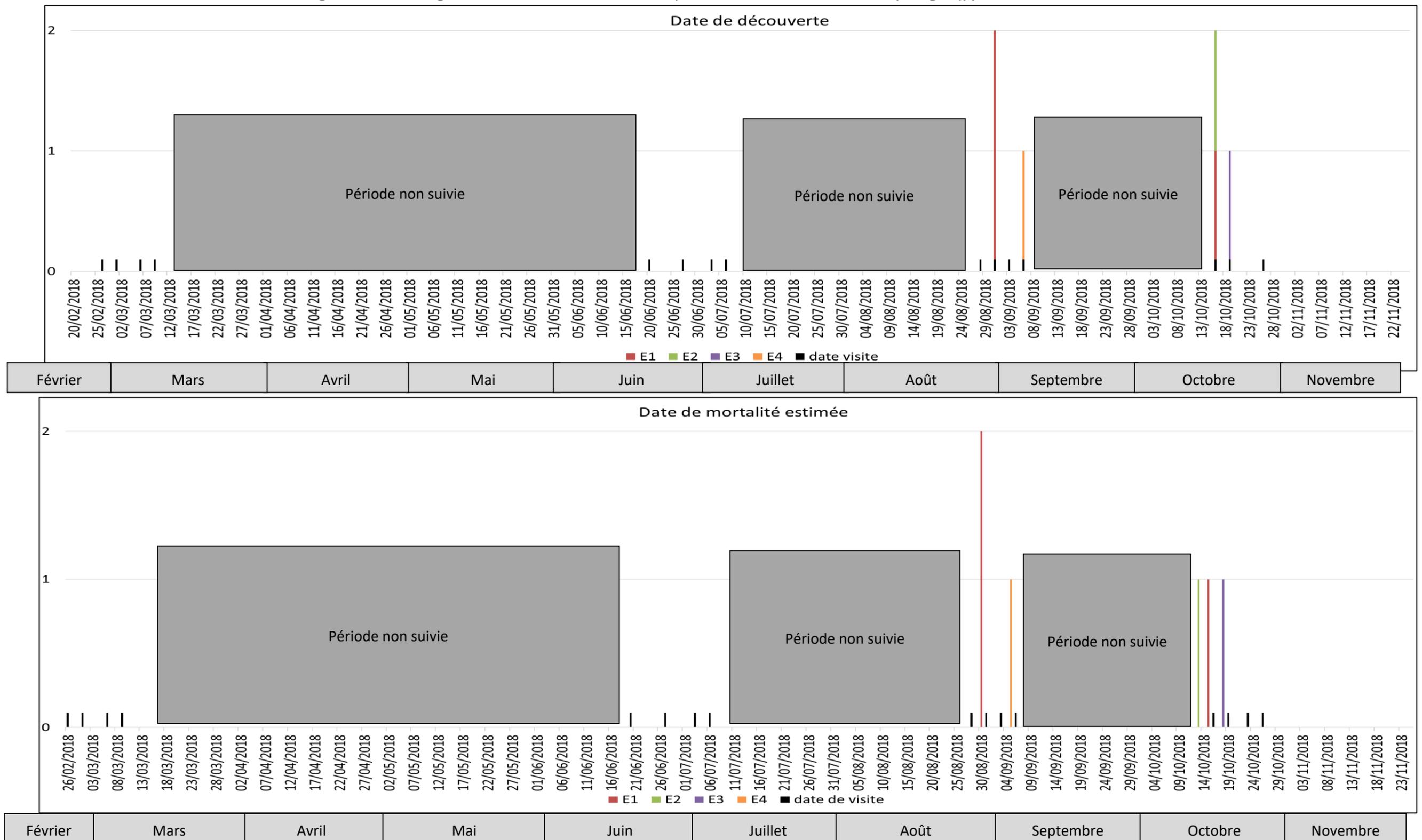
Précisons que, comparativement à d'autres parcs éoliens suivis dans la région avec la même méthodologie, les mortalités constatées sous ceux de Champagne Berrichonne ont apparemment été peu concernées par les effets de cette entomofaune nécrophage même si l'état de dégradation de certains cadavres était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

*Figure 40 : 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 41 : Chronologie des mortalités de chauves-souris (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éolienne en 2018



En ce qui concerne les rapports entre chronologie des mortalités et les éoliennes, 6 cas de mortalité sont apparus sous différentes éoliennes entre le 29 août et le 18 octobre 2018. Mais au vu de la pression d'observation séparé par des périodes assez longues, il est difficile d'en tirer des conclusions sur la réparation temporelle des mortalités.

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 2018 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 2018 est assez peu diversifié** puisque parmi les 6 cadavres découverts, nous avons pu distinguer 3 espèces différentes : la Noctule de Leisler (3 cas), la Noctule commune (2 cas) et la Pipistrelle de Nathusius (1 cas). Les statuts de conservation de ces 3 espèces sont assez similaires ; Elles sont classées en « préoccupation mineure » au niveau mondial et européen, « quasi-menacé » sur la liste rouge nationale pour la Noctule de Leisler et la Pipistrelle de Nathusius mais « vulnérable » pour la Noctule commune, et enfin « quasi-menacé » en région Centre Val de Loire.

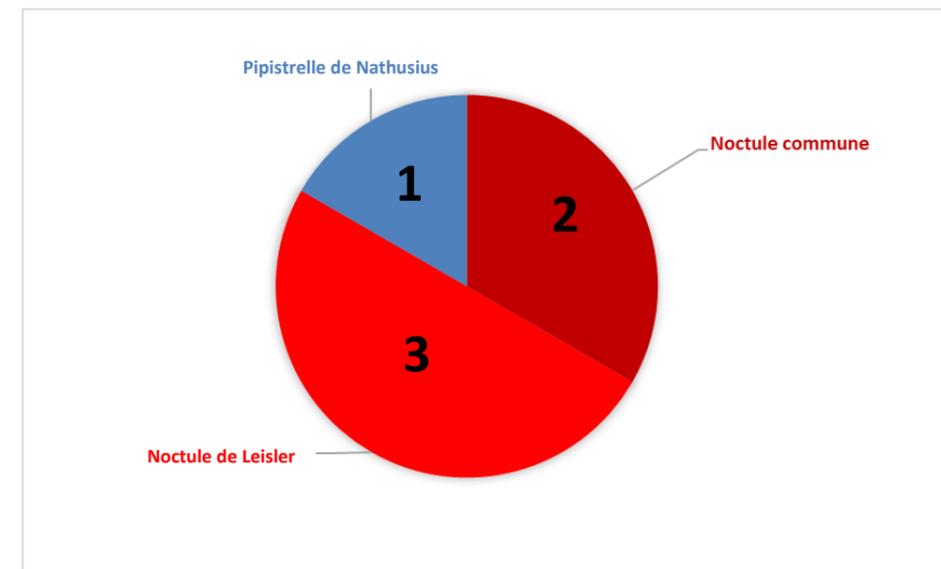
Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces retrouvées sous les éoliennes.

Figure 42 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces de chauves-souris retrouvées sous les éoliennes

Espèce	Nom scientifique	Abréviation	Statut de protection			Statut de conservation			
			Protec. Fr.	Protec. U.E.	Conv Berne	Liste rouge UICN (Mondiale)	Liste rouge UICN (Europe)	Liste rouge nationale (Nov 2017)	Centre (2012)
Noctule commune	Nyctalus noctula	Nnoc	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Vulnérable	Quasi menacé
Noctule de leisler	Nyctalus leisleri	Nlei	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Quasi menacé
Pipistrelle de nathusius	Pipistrellus nathusii	Pnat	P	H4	2	Préoc. Mineure	Préoc. Mineure	Quasi menacé	Quasi menacé

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

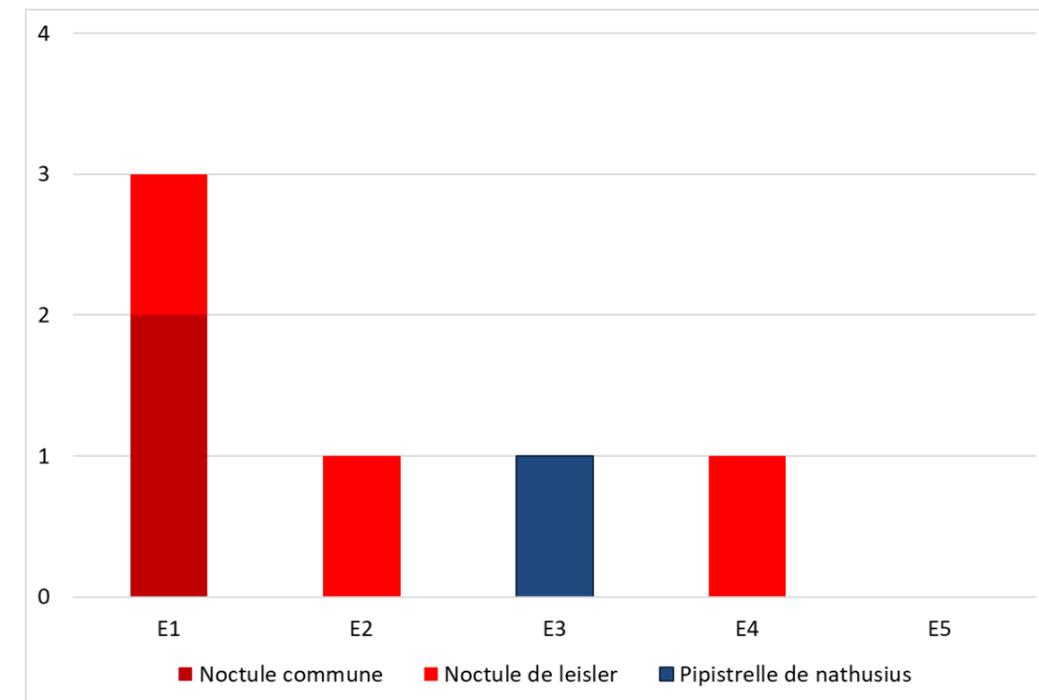
Figure 43 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (effectifs constatés) en 2018



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 44 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2018

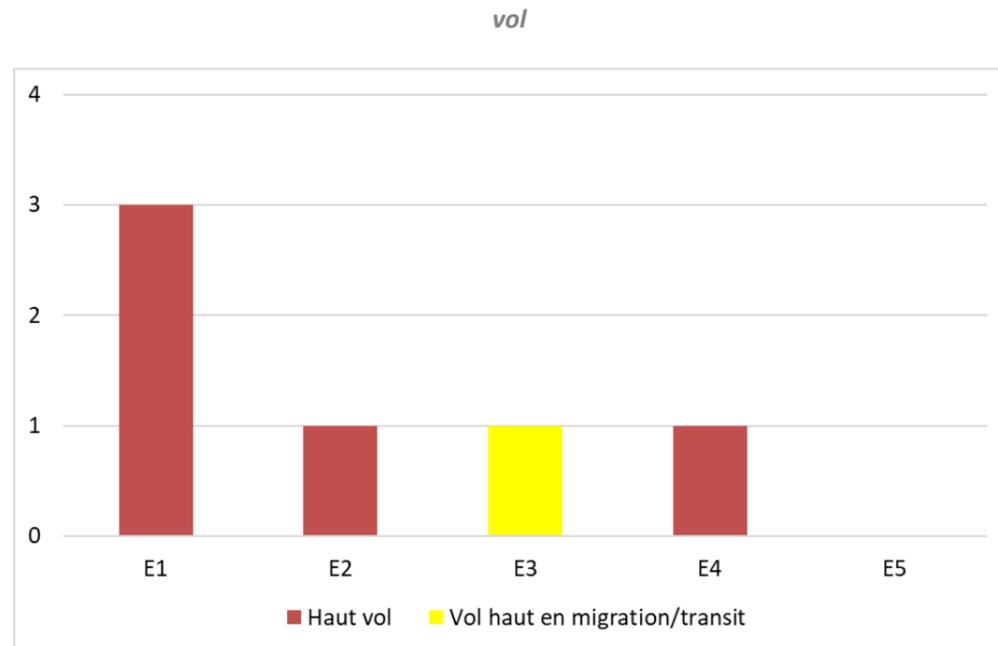


Le graphique précédent montre une répartition assez uniforme des cadavres sous les éoliennes, avec notamment les 3 cadavres de Noctules de Leisler répartis sous trois éoliennes différentes.

Le graphique suivant représente, pour chaque cas de mortalité, le type de vol de l'espèce concernée, de manière à y rechercher l'expression de certaines explications phénologiques (migration, dispersion des jeunes...) ou comportementales (chasse en groupe, comportements sociaux...) par éolienne.

On considère ainsi que la Noctule commune et la Noctule de Leisler sont des espèces de haut-vol (vols de plein ciel, sans support d'écholocation particulier), et que la Pipistrelle de Nathusius est une espèce de haut vol uniquement lors des périodes de migration et de transit.

Figure 45 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2018 en fonction du type de



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 2018. 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 :

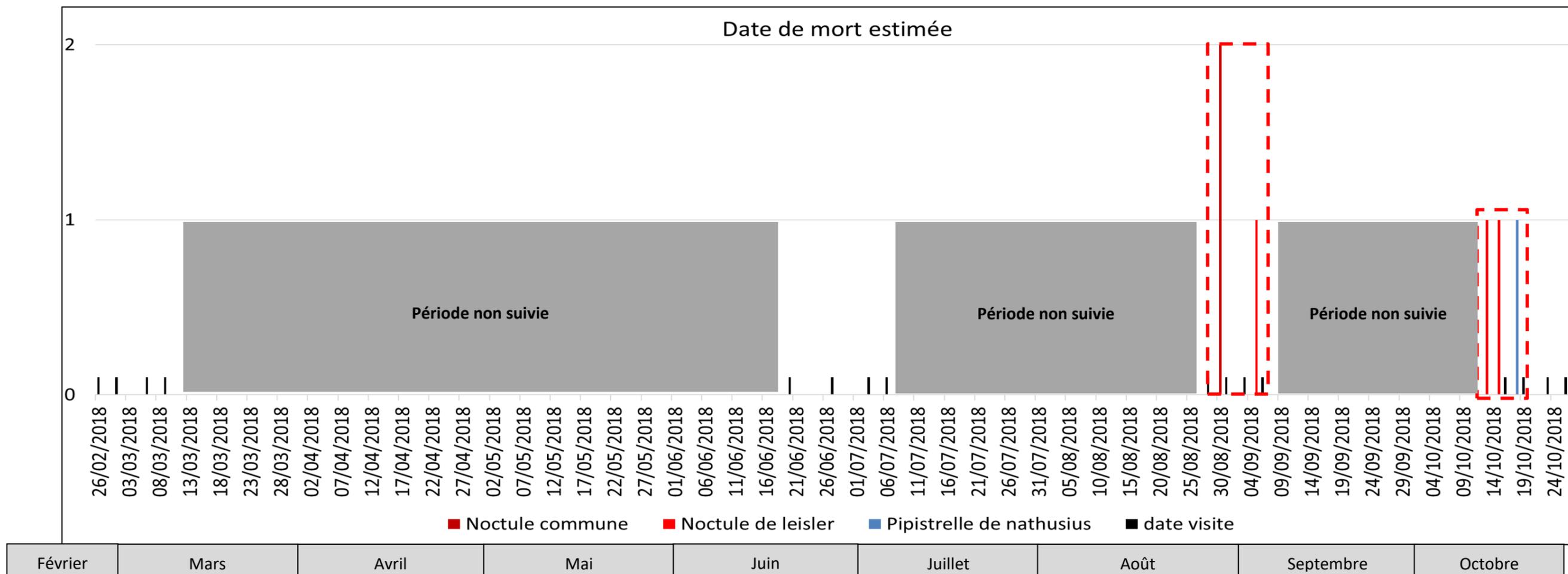
- La mortalité dite « régulière » correspond à une mortalité étalée sur la période de suivi et qui apparaît par hasard due à une activité régulière (mais très faible) des chiroptères en hauteur,
- Les pics de mortalité sont quant à eux brefs dans le temps et correspondent à plusieurs cas de mortalité 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

On remarque deux regroupements de mortalité, 3 cas lors des sessions de recherche de fin août/début septembre et 3 cas mi-octobre. Mais au vu de la pression d'observation, il est impossible de dire si ces cas sont isolés ou si une mortalité régulière a lieu sur le site entre ces périodes de mortalité avérée.

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, les pics de mortalité concernent les espèces de lisières, mais aussi d'espèces de haut vol, pourraient correspondre avec des comportements de chasse d'essaimages insectes liés à des fortes chaleurs lors de ces périodes voire à des comportements migratoires.

Figure 46 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (d'après les dates de mortalité estimée) en 2018
(en pointillé rouge, les pics de mortalité constatés)



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

➤ Noctule de Leisler (3 cas de mortalité)

En ce qui concerne la Noctule de Leisler, les cas de mortalité sont répartis entre début septembre (1 cas) et mi-octobre (2 cas). Il s'agit d'un mâle et de deux individus de sexe indéterminé. Les individus impactés pouvaient soit être en transit automnal, soit être en chasse au niveau du rotor. Les 2 hypothèses sont possibles.

➤ Noctule commune (2 cas de mortalité)

En ce qui concerne la Noctule commune, les 2 cas de mortalité sont intervenus fin août. Il s'agit probablement de deux femelles. A cette période de l'année, les individus impactés pouvaient soit être en transit automnal, soit être en chasse au niveau du rotor.

Figure 47 : Cliché de la Noctule commune découverte le 31 août 2018



➤ Pipistrelle de Nathusius (1 cas de mortalité)

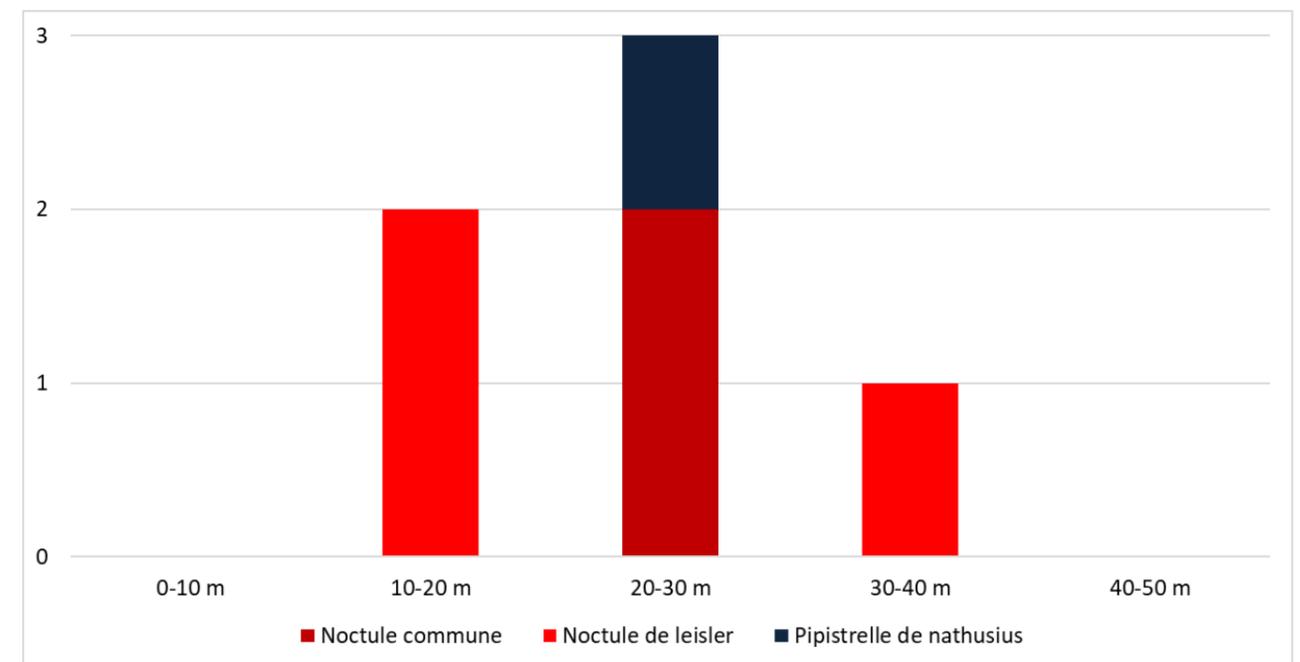
1 individu de Pipistrelle de Nathusius a été trouvé mi-octobre. Il s'agit d'une femelle. A cette période de l'année, l'individu impacté pouvait soit être en transit automnal, soit être en chasse au niveau du rotor.

5.3.4. 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, mortalités alors dues en partie à l'allumage automatique de lumières au passage des chauves-souris (BEUCHER et KELM, 2010).

La figure suivante permet de voir la distance au mât des cadavres retrouvés lors du suivi de mortalité de 2018.

Figure 48 : Graphique de répartition des cadavres de 2018 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne



La distance moyenne de dispersion pour les 6 cadavres est d'environ 25 m. On peut alors plutôt supposer qu'environ la moitié des mortalités a été occasionnée à des hauteurs de vols correspondant à la partie basse du champ de rotation des pales d'éoliennes (faible dispersion) et l'autre moitié dans la partie haute du rotor ou par fortes vitesses du vent (forte dispersion).

5.3.5. Taux de mortalité des chauves-souris

5.3.5.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2018

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 correspondent au type 1 et 0,2 hectares correspondent au type 2, nous aurons alors prospecté 50% en type 1 et 50% en type 2.

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

Figure 49 : 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)

	Végétation			Mortalité CS
	Type 1	Type 2	Type 3	
26-févr.	72,38	27,62	0,00	
1-mars	67,62	31,43	0,00	
6-mars	84,29	1,90	0,00	
9-mars	19,05	32,38	37,14	
20-juin	80,95	17,14	2,86	
27-juin	64,76	48,57	4,76	
3-juil.	53,33	76,19	2,86	
6-juil.	64,76	187,62	5,71	
28-août	64,76	239,05	1,90	
31-août	64,76	310,48	2,86	2
3-sept.	160,00	260,95	4,76	
6-sept.	80,95	387,62	4,76	1
16-oct.	274,29	154,29	4,76	2
19-oct.	80,95	388,57	4,76	1
23-oct.	80,95	389,52	5,71	
26-oct.	80,95	387,62	4,76	
Moyenne	31,53	66,49	1,98	6,00
Pondérée	31,53	66,49	1,98	6,00

5.3.5.2 Les formules utilisées

➤ **Winkelmann (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 Winkelmann, 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

Nous appliquerons un coefficient surfacique à cette formule par la suite selon la prospection effectuée sur le terrain (cf. paragraphe « Coefficient de correction surfacique » page 51).

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).

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.

a : Coefficient de correction surfacique

5.3.5.3 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)

En 2018, trois tests ont été menés le 20 juin, le 28 août et le 16 octobre 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 50 : Tableau des résultats du test de découverte et calcul du coefficient de détection d

Type végétation	Eolienne	Date test	Nb CS déposée	Nb CS découverte	Taux de détection (d)
Moyen	Moyenne	Moyenne	30	21	0,70
Type 1	Moyenne	Moyenne	11	10	0,91
Type 2	Moyenne	Moyenne	15	10	0,67
Type 3	Moyenne	Moyenne	4	1	0,25
Moyen	E2	20/06/2018	10	7	0,70
Type 1	E2	20/06/2018	5	5	1,00
Type 2	E2	20/06/2018	3	1	0,33
Type 3	E2	20/06/2018	2	1	0,50
Moyen	E1	28/08/2018	10	7	0,70
Type 1	E1	28/08/2018	4	4	1,00
Type 2	E1	28/08/2018	4	3	0,75
Type 3	E1	28/08/2018	2	0	0,00
Moyen	E2	16/10/2018	10	7	0,70
Type 1	E2	16/10/2018	2	1	0,50
Type 2	E2	16/10/2018	8	6	0,75
Type 3	E2	16/10/2018			0,00

	d	Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	0,73	31,53	66,49	1,98
Pondérée	0,73	31,53	66,49	1,98

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 :

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

$$d = 0,91 * (31,53/100) + 0,67 * (66,49/100) + 0,25 * (1,98/100) = 0,73$$

Autrement dit, environ 70% des cadavres-tests déposés ont été retrouvés.

➤ **Taux de persistance**

Figure 51 : 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
				1	3	6	7	9	13	16			
Moyen		Moyenne	39	29	14	5	4	2	1	1	2,23	0,42	
Type 1		Moyenne	22	15	9	4	3	2	1	1	2,68	0,05	
Type 2		Moyenne	15	12	4	1	1	0	0	0	1,60	0,00	
Type 3		Moyenne	2	2	1	0	0	0	0	0	2,00	0,00	
Moyen	Toutes	20/06/2018	12	11	7	4	4	2	1	1			
Type 1	Toutes	20/06/2018	6	5	4	3	3	2	1	1			
Type 2	Toutes	20/06/2018	6	6	3	1	1	0	0	0			
Type 3	Toutes	20/06/2018											
Moyen	Toutes	28/08/2018	10	5	4	1	0	0	0	0			
Type 1	Toutes	28/08/2018	9	5	4	1	0	0	0	0			
Type 2	Toutes	28/08/2018	1	0	0	0	0	0	0	0			
Type 3	Toutes	28/08/2018											
Moyen	Toutes	16/10/2018	17	13	3	0	0	0	0	0			
Type 1	Toutes	16/10/2018	7	5	1	0	0	0	0	0			
Type 2	Toutes	16/10/2018	8	6	1	0	0	0	0	0			
Type 3	Toutes	16/10/2018	2	2	1	0	0	0	0	0			

	Tm	p	Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	2,23	0,42			
Pondérée	1,95	0,01	31,53	66,49	1,98

- Paramètre p (formules de Winkelman + Erickson adaptée)

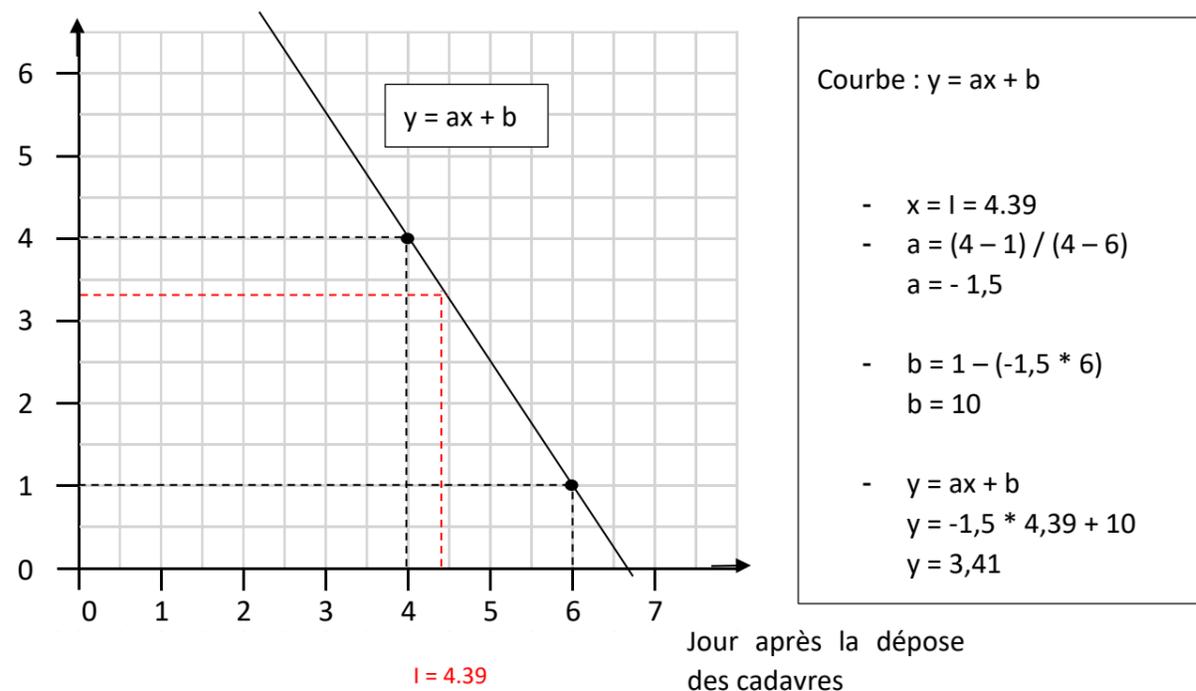
« p », utilisé pour la formule de Winkelman (+ Erikson adaptée), caractérise un taux de persistance sur la base de l'intervalle de temps de retours moyen entre deux visites au cours de la campagne de suivi (I).

Dans notre cas précis, cet intervalle I moyen entre deux visites est calculé précisément en fonction du planning de suivi de l'année 2018 (cf. Figure 49 page 68). Le tableau suivant détaille ce calcul. On obtient un intervalle moyen de l'ordre de **I = 16.13 jours**.

Durée intervalle (en jours)	Nombre d'intervalles	Total
1	0	0
2	0	0
3	8	24
4	1	4
5	1	5
6	1	6
7	1	7
11	0	0
40	1	40
53	1	53
103	1	103
Total	15	242
Intervalle pondéré (tot)		16,13

En considérant que la diminution du nombre de cadavres est linéaire entre les retours tests de 1 à 23 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 52 : Schéma de calcul du « nombre de cadavre encore présent après I jours » (exemple)



De ce fait,

$$p = \frac{\text{Nombre de cadavres encore présents après } I \text{ jours}}{\text{Nombre de cadavres déposés au départ}} = \frac{1}{39} = 0,29$$

Ainsi, on obtient une valeur de **p = 0,03**.

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**.

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

Le paramètre Tm traduit la durée moyenne de persistance d'un cadavre. Tm se calcule sur la durée au bout de laquelle tous les cadavres test ont disparu. Dans notre cas précis, **Tm est égal à 2,23**.

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

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

Pour la seconde méthode de calcul, nous avons pondéré 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 égale à 1,95**. Nous retiendrons qu'en moyenne les cadavres disparaissent entre 1 et 3 jours.

➤ **Coefficient de correction surfacique**

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

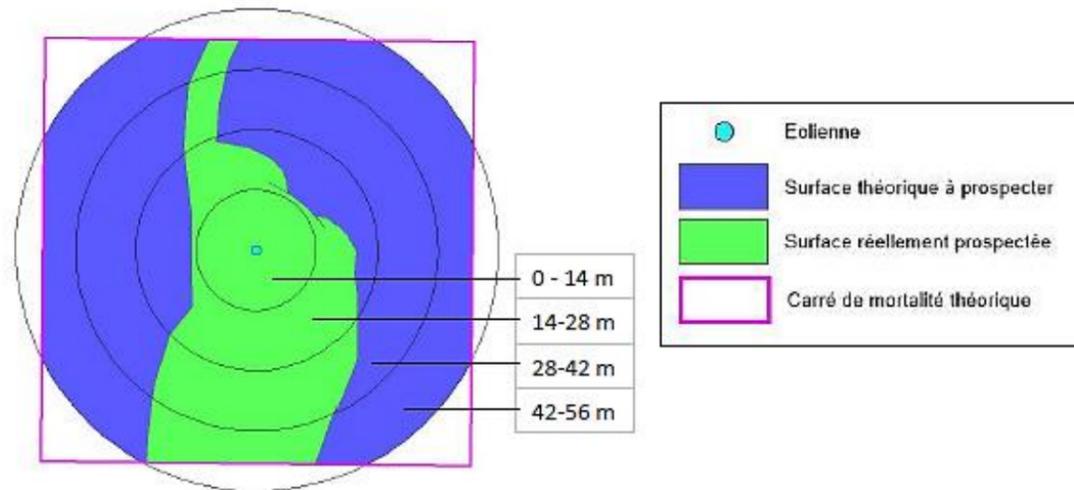
Arnett (2005) propose un mode de calcul du coefficient surfacique qui prend en compte à la fois la dispersion des cadavres découverts sous les éoliennes et la proportion de surfaces prospectées par classes de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne. Cette estimation est basée sur la formule suivante, revue par CORNU & VINCENT 2010. Il s'agit de subdiviser la surface prospectable en cercles centrés sur l'éolienne et dont les rayons respectifs sont de 14, 28, 42 et 56 m, de sorte de la surface considérée soit proche des 1ha de prospection réalisée sous la plupart des parcs éoliens (pour permettre des comparaisons). La proportion de surface prospectée sur chacune des tranches de cercle est calculée et pondérée par le nombre de cadavres retrouvés sur ces tranches.

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

Avec :

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

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



Le tableau suivant détaille la base de calculs pour la dispersion des cadavres découverts en 2018 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
42-56	0,4308	5	2,154	0,92	42,88	0
28-42	0,3077	5	1,5385	0,87	56,37	2
14-28	0,1846	5	0,923	0,56	60,88	4
0-14	0,0615	5	0,3075	0,24	78,60	0

a = 1.69

5.3.5.4 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.

5.3.5.5 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 53 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	6,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,73	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,03	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	2,23	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
I	16,13	Pas de temps du suivi
Î	4,46	Î = - log(0.01) * tm
ê	0,28	ê = Min(I/Î) / I
a	1,69	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 :

$$N = \frac{C}{p \times d} \times a = \frac{6}{0,03 \times 0,73} \times 1,69 = \mathbf{537,02}$$

Erickson adaptée :

$$N = \frac{I \times (C - C \times p)}{tm \times d} \times a = \frac{16,13 \times (6 - 6 \times 0,03)}{2,23 \times 0,73} \times 1,69 = \mathbf{99,56}$$

Erickson réelle :

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d} \times a = \frac{16,13 \times 6}{2,23 \times 0,73} \times 1,69 = \mathbf{99,58}$$

Jones :

$$N = \frac{C}{d \times \hat{e} \times e^{(-0,5 \times I / tm)}} \times a = \frac{6}{0,73 \times 0,28 \times e^{(-0,5 \times 16,13 / 2,23)}} \times 1,69 = \mathbf{135,35}$$

Huso :

$$N = \frac{C}{d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I/tm})}{I} \times \hat{e}} \times a = \frac{6}{0,73 \times \frac{2,23 \times (1 - e^{-16,13/2,23})}{16,13} \times 0,28} \times 1,69 = \mathbf{115,17}$$

Tous ces résultats correspondent aux différentes estimations du nombre de chauves-souris mortes sur la période allant du 26 février 2018 au 26 octobre 2018 et pour les 5 éoliennes suivies du parc éolien. Ces résultats sont basés sur 16 visites (représentant 2 mois de suivi en continu, à 2 visites par semaine), soit une partie 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 2 (2 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 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 suivant synthétise les résultats pour chacune des formules utilisées. Il aboutit à un **résultat moyen de l'ordre de 89.93 cas de mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 79.65 et 108.28 (429.61 pour la formule de Winkelman) mortalités par éolienne et par an selon les formules utilisées.

Figure 54 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2018 (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	537,02	99,56	99,58	135,35	115,17	197,34	112,42
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	107,40	19,91	19,92	27,07	23,03	39,47	22,48
Mortalité par éolienne et par mois	53,70	9,96	9,96	13,54	11,52	19,73	11,24
Mortalité par éolienne et pour une année	429,61	79,65	79,67	108,28	92,14	157,87	89,93
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	2148,07	398,24	398,34	541,40	460,69	789,35	449,67

Ce taux de mortalité très important s'explique par un intervalle entre 2 visites importants entre chaque période, et par un taux de prédation important.

5.3.5.6 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 55 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	6,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,73	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,01	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	1,95	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
l	16,13	Pas de temps du suivi
\hat{l}	3,90	$\hat{l} = -\log(0.01) * tm$
\hat{e}	0,24	$\hat{e} = \text{Min}(l/\hat{l}) / l$
a	1,69	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 102.94 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 91.17 et 123.93 (768.58 pour la formule de Winkelmann) mortalités selon les formules utilisées avec prise en compte de la dispersion des cadavres dans le coefficient surfacique.

Figure 56 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 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	960,72	113,96	113,98	154,91	131,82	295,08	128,67
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	192,14	22,79	22,80	30,98	26,36	59,02	25,73
Mortalité par éolienne et par mois	96,07	11,40	11,40	15,49	13,18	29,51	12,87
Mortalité par éolienne et pour une année	768,58	91,17	91,18	123,93	105,46	236,06	102,94
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	3842,88	455,85	455,92	619,66	527,28	1180,32	514,68

5.3.5.7 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 57 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »

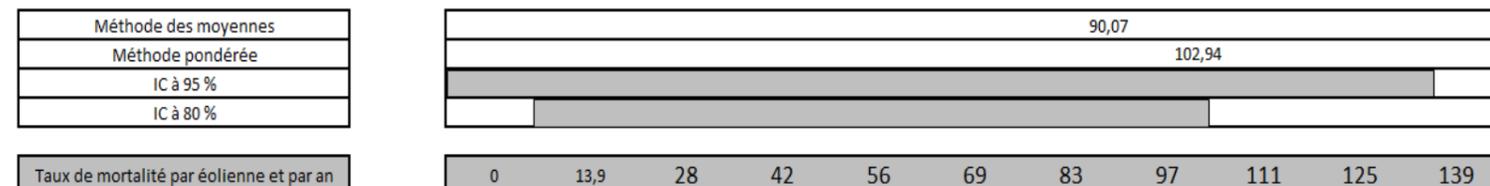
Paramètres	Valeur
Intervalle de temps entre les passages	16,13
Nombre de cadavres déposés pour l'étude de détection	30
Nombre de cadavres découverts pour l'étude de détection	21,00
Pourcentage de la surface prospectée	0,53

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.

Figure 58 : 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	46,66	0,00	147,03	9,51	106,01
Huso	55,58	0,00	166,61	11,41	122,45
Winkelmann	204,12	0,00	824,80	40,09	554,03
Jones	64,44	0,00	207,32	13,12	147,37
Moyenne par éolienne	18,54	0,00	67,29	3,71	46,49
Moyenne par éolienne (sans Winkelmann)	11,11	0,00	34,73	2,27	25,06

5.3.5.8 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des chauves-souris en 2018



En considérant les 4 modèles, il y a 80% de chance que le nombre réel de chauves-souris impactées se situe entre 2.27 et 25.05 cas de mortalité (entre 3.71 et 46.49 si on prend en compte la formule de Winkelmann). De même, il y a 95% de chance que le nombre réel de chauves-souris impactées se situe entre 1 et 34.73 cas de mortalité (entre 1 et 67.29 si on prend en compte la formule de Winkelmann).

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne :

- on divise par 2 (2 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 269,2 mortalités par éolienne et par an (et de **0 à 138,9 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 14,8 à 186 mortalités par éolienne et par an (et de **9,1 à 100,2 mortalités par éolienne et par an** sans prendre en compte la formule de Winkelmann).

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 1 à 138 cas de mortalité par éolienne et par an, soit entre 5 et 690 mortalités par an pour le parc éolien de Champagne Berrichonne.**

5.3.5.9 Simulation de résultats par regroupement des visites

La pression d'observation effectuée pour le protocole de suivi 2018 ne permet pas d'obtenir des résultats satisfaisant pour les taux de mortalité calculés. Du fait d'un intervalle entre 2 visites important, les taux de mortalité estimés apparaissent surestimés.

Les résultats présentés ci-dessous correspondent à une simulation, dans le cas où les visites terrain seraient regroupées, ce qui correspondrait à une pression de suivi de 4 mois, avec une visite par semaine.

Figure 59 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des chauves-souris par la première méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) et par simulation de regroupement de visites

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelmann)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	46,70	23,59	23,66	32,51	28,83	31,06	27,15
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	9,34	4,72	4,73	6,50	5,77	6,21	5,43
Mortalité par éolienne et par mois	2,33	1,18	1,18	1,63	1,44	1,55	1,36
Mortalité par éolienne et pour une année	18,68	9,44	9,46	13,01	11,53	12,42	10,86
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	93,39	47,18	47,32	65,03	57,67	62,12	54,30

Figure 60 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) et par simulation de regroupement de visites

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelmann)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	960,72	27,08	27,08	36,81	31,49	216,64	30,62
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	192,14	5,42	5,42	7,36	6,30	43,33	6,12
Mortalité par éolienne et par mois	48,04	1,35	1,35	1,84	1,57	10,83	1,53
Mortalité par éolienne et pour une année	384,29	10,83	10,83	14,73	12,59	86,65	12,25
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	1921,44	54,16	54,16	73,63	62,97	433,27	61,23

On remarque que la formule de Winkelmann surestime également les résultats par rapport aux autres méthodes de calculs. Les autres méthodes de calculs montrent des résultats nettement plus faibles que dans la présentation des résultats hors simulation. Pour rappel, la première méthode de calcul obtenait une estimation de mortalité de 89 chiroptères tués par éolienne et par an (sans prendre en compte la

méthode de Winkelmann), et la seconde méthode de calculs obtenait 102 chiroptères tués par éolienne et par an.

Avec cette simulation, les résultats obtenus sont 10 fois moins importants, avec un taux de mortalité estimé entre 10 et 12 chauves-souris/éolienne/an.

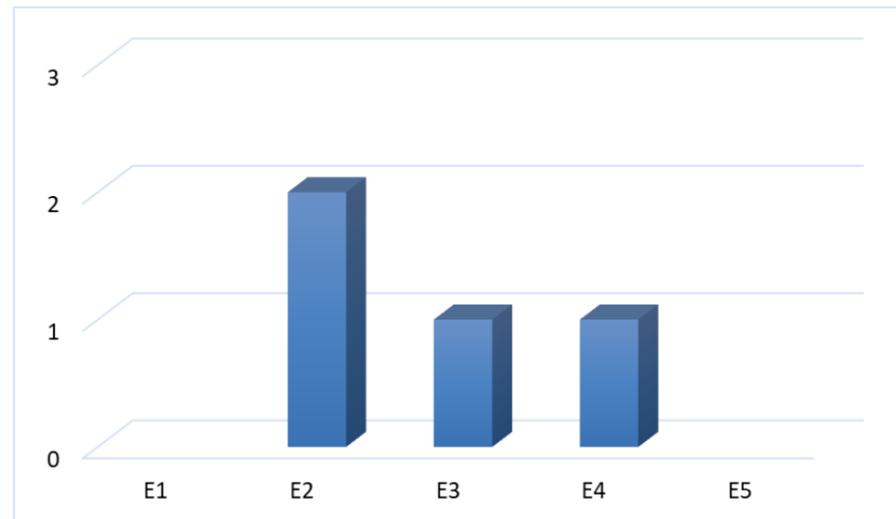
5.4. Bilan de la mortalité des oiseaux

5.4.1. Bilan des mortalités par éolienne

3 cadavres et 1 plumée d'oiseaux furent retrouvés sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi menée en 2018.

On note que 3 des 5 éoliennes du parc ont été à l'origine de mortalités avérées en 2018 avec 2 cas sur l'éolienne E2 et 1 cas sur les éoliennes E3 et E4.

Figure 61 : Bilan des mortalités des oiseaux constatées en 2018 et répartition par éolienne



5.4.2. Chronologies constatées et corrigées des mortalités d'oiseaux

Le premier graphique de la Figure 62 page 79 représente la chronologie des découvertes de cadavres d'oiseaux sur l'ensemble du parc éolien en 2018.

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 2018 sur deux visites de terrain par semaine sur quatre périodes (en mars, en juin/juillet, en août/septembre, et en octobre) le décalage entre la date de la découverte et la date de la mortalité effective pourra varier :

- entre 0 (cas d'un oiseau tombé la nuit précédant la visite) et 3-4 jours (en période de 2 visites 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

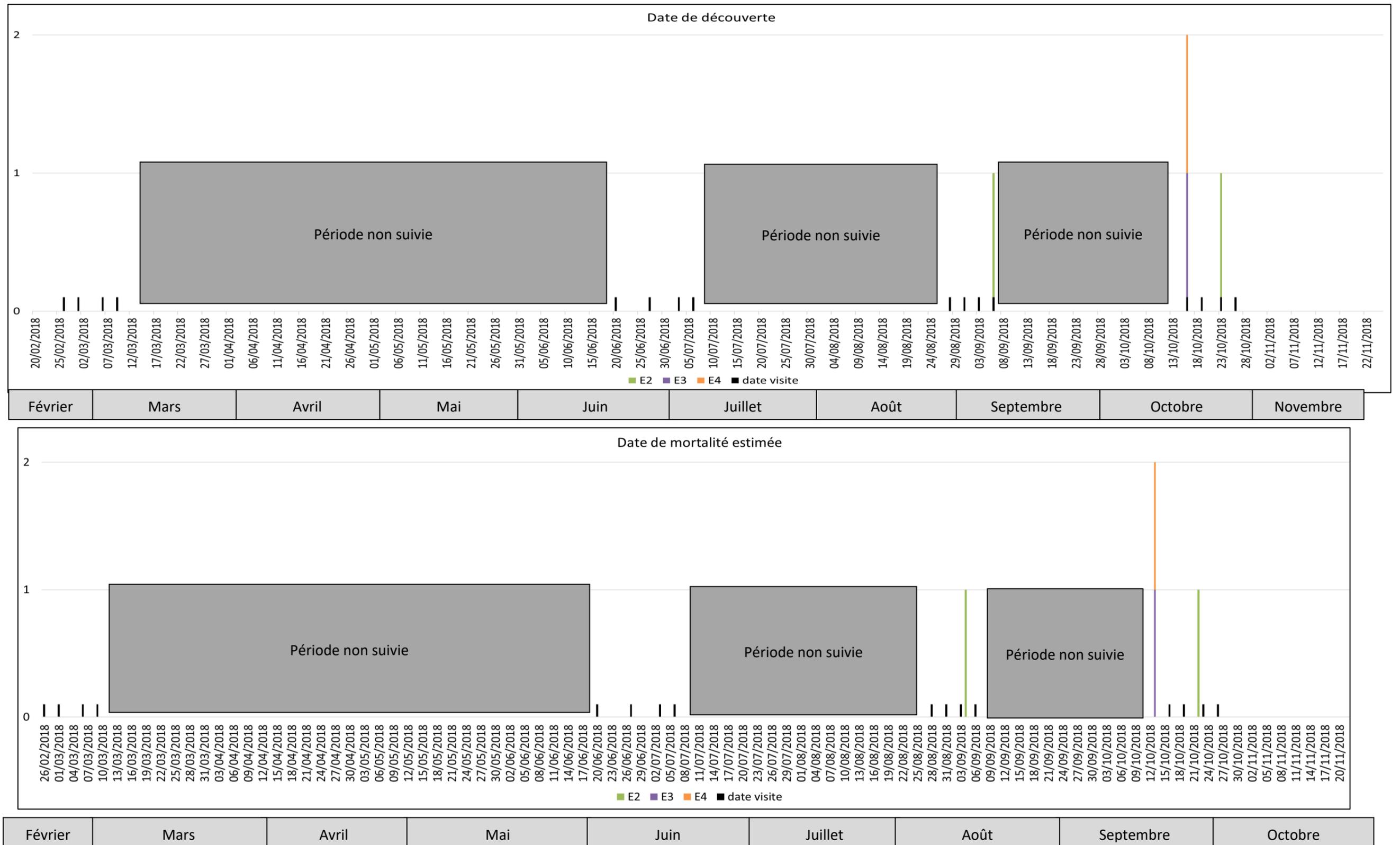
son état au moment de la découverte. Quand il est trouvé, chaque cadavre fait en effet l'objet d'une description de son état de décomposition, avec estimation approximative de la date de la mort.

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 79 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 ; Même si un cadavre a été prédaté, les plumes restantes ont permis d'identifier le genre de l'espèce impactée.

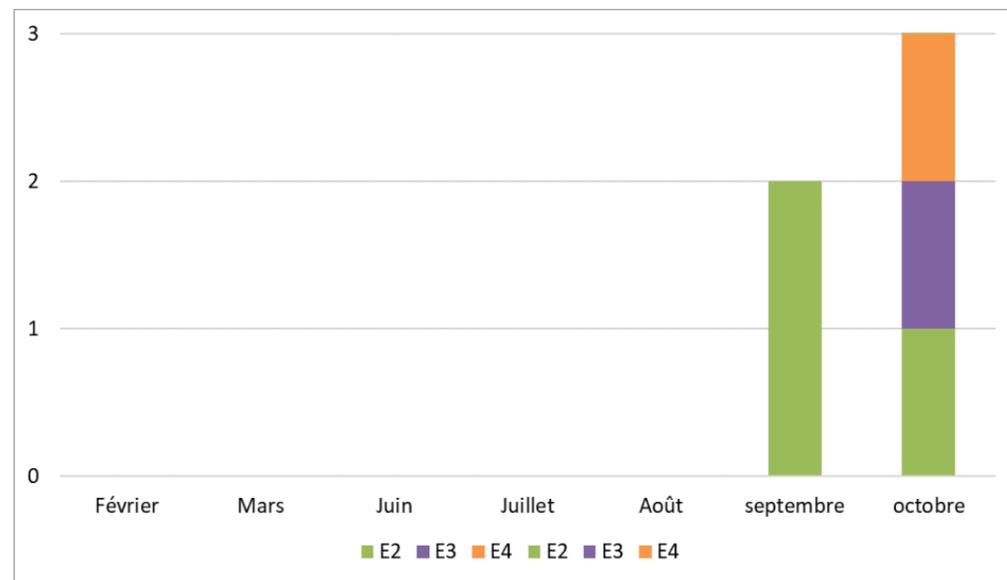
Figure 62 : Chronologie des mortalités des oiseaux (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éolienne en 2018 ; la période en bleu correspond à la période de mortalité estimée pour la plumée (non précise car difficilement estimable)



En ce qui concerne les rapports entre les cas de mortalité et leur chronologie, et les éoliennes, nous relevons une concentration des mortalités sous 3 éoliennes : les éoliennes E2, E3 et E4 en octobre ; l'autre cas de mortalité est réparti uniformément dans le temps.

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.

Figure 63 : Chronologie des mortalités d'oiseaux estimées (corrigées) par mois en 2018



5.4.3. Typologie des cadavres découverts

La détermination des espèces n'est pas toujours aisée selon l'état des cadavres au moment de leur découverte. Cela a été le cas en 2018 pour la plumée où l'identification a pu se faire seulement jusqu'au genre.

Le **cortège d'espèces impactées en 2018 est assez diversifié** puisque parmi les 3 cadavres et la plumée découverts, au moins 3 espèces différentes sont représentées. Ces 3 espèces déterminées sont tous des passereaux correspondant à :

- Des espèces présentes localement tout au long de l'année mais possible migratrices aussi (Troglodyte mignon, Pic épeichette),
- Une espèce migratrice (Roitelet à triple bandeau).

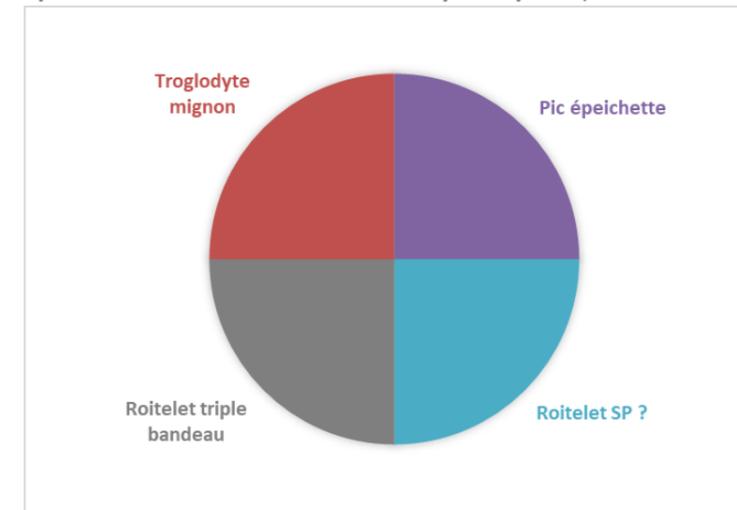
Le tableau ci-dessous présente les statuts de protection et de conservation des espèces retrouvées sous les éoliennes.

Figure 64 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes

Nom Français	Nom Latin	Type	Statut de protection			Statut de conservation		
			Protec. Fr.	Protec. UE	Conv. Berne	Listes rouges nationales	Liste Rouge Régionale Centre (oiseaux nicheurs 2013)	Liste Rouge Régionale Centre (oiseaux hivernants)
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	Intermédiaire	P	-	2	Vulnérable	Quasi menacé	-
Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus</i>	Passereau	P	-	2	Préc. mineure	Préc. mineure	-
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Passereau	P	-	2	Préc. mineure	Préc. mineure	-

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

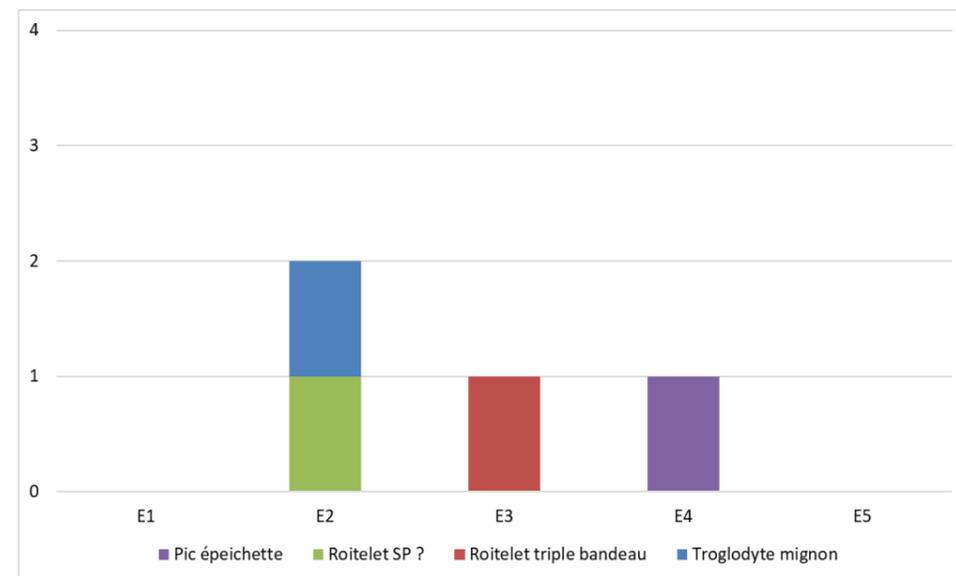
Figure 65 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2018



5.4.4. Relation espèce / éolienne

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

Figure 66 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2018



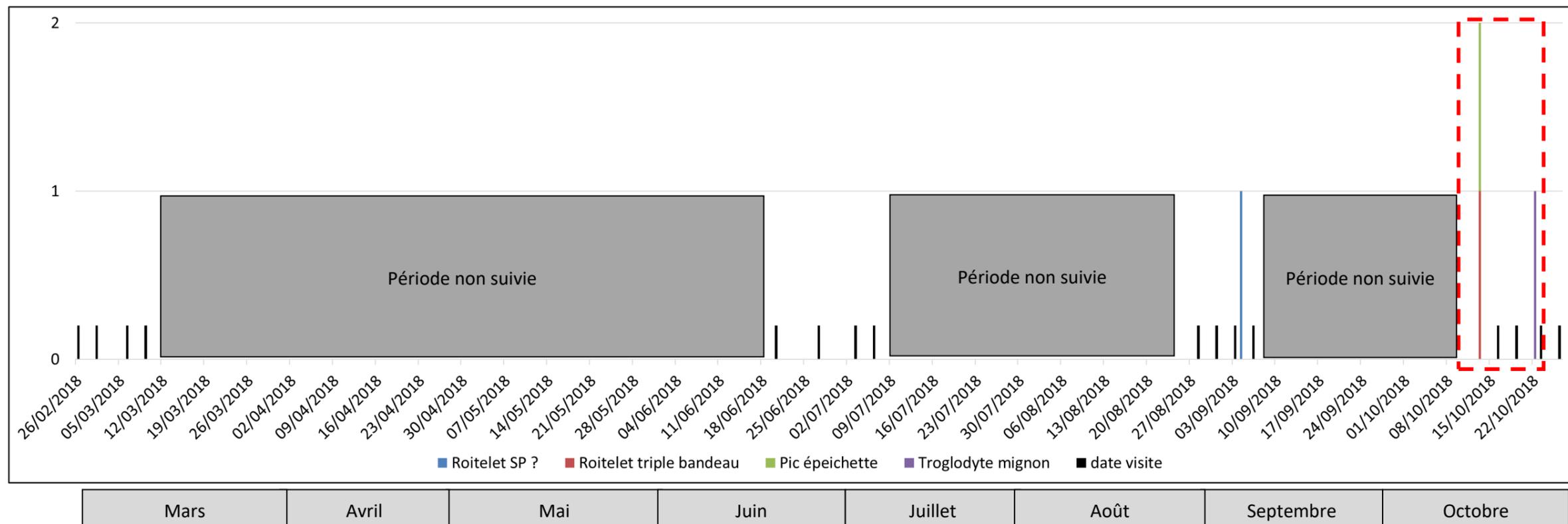
On note que l'éolienne E2 est la plus mortifère avec 2 cas de mortalité, mais le nombre de cas de mortalité n'est pas assez important pour en tirer une tendance de mortalité par éolienne.

5.4.5. Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations

La figure suivante représente les dates estimées (corrigées) des mortalités par espèce en 2018. 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 de mortalités a été relevé au cours du suivi en octobre avec 3 cas de mortalité.

Figure 67 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2018
(en pointillé rouge, le pic de mortalité constaté)



- Pic épeichette (1 cadavre)

Un cadavre de Pic épeichette (*Dryobates minor*) a été retrouvé le 16 octobre sous l'éolienne E4. La date de mort est estimée au 13 octobre 2018. Cette espèce est protégée, et est classé vulnérable à l'échelle nationale et quasi menacé à l'échelle régionale.

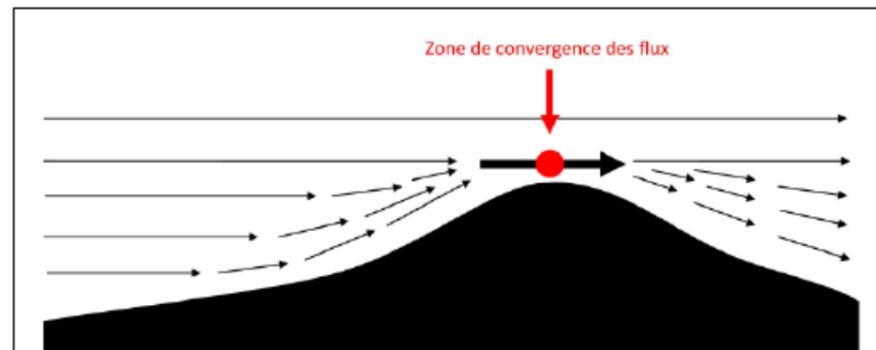
C'est une espèce essentiellement sédentaire, mais qui peut se disperser en automne pour gagner des zones où elle ne se reproduit pas. Ici, il peut donc s'agir d'un individu local ou d'un individu se dispersant.

- Roitelet à triple bandeau (1 cadavre et 1 plumée probable)

Un Roitelet à triple bandeau (*Regulus ignicapilla*) a été découvert le 16 octobre 2018 sous l'éolienne E3. La date de mort estimée est le 13 octobre 2018. Une plumée identifiée en Roitelet sp. retrouvée le 6 septembre sous l'éolienne E2, pourrait correspondre aussi à cette espèce. Celle-ci est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables à l'échelle nationale et régionale (classé préoccupation mineure).

A cette période, il peut s'agir d'individus migrants. En effet, les premiers mouvements sont notés dès la fin du mois d'août, mais c'est surtout dans la première moitié d'octobre que la migration est intense. Comme la plupart des migrants nocturnes, le Roitelet à triple bandeau est supposé migrer assez haut pour s'affranchir des obstacles de relief.

Figure 68 : Représentation schématique du phénomène de concentration altimétrique des passages migratoires nocturnes (MEEDM 2010)



- Troglodyte mignon (1 cadavre)

Un cadavre de Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*) a été découvert le 23 octobre 2018 sous l'éolienne E2. La date de mort a été estimée au 22 octobre. Cette espèce est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables, elle est classée en préoccupation mineure à l'échelle nationale et régionale.

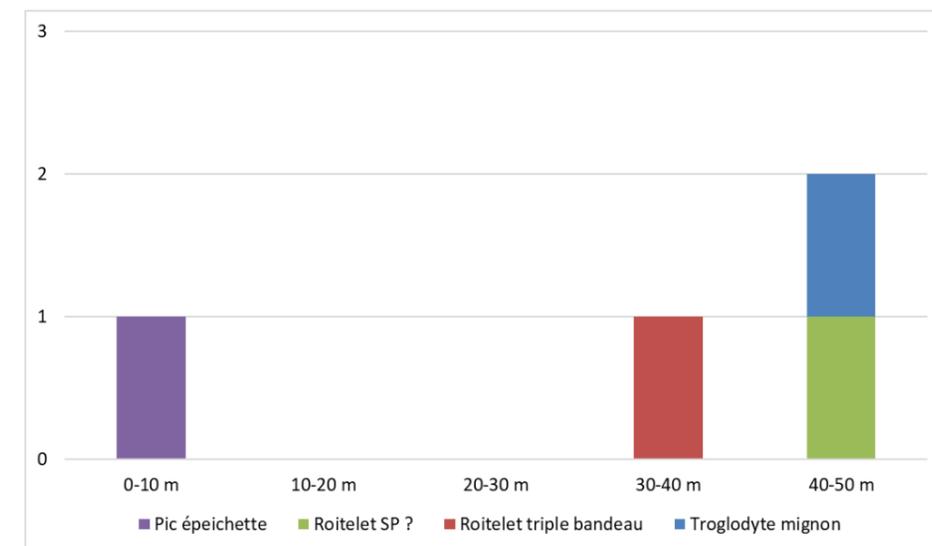
L'espèce est plutôt sédentaire, il pourrait donc s'agir d'un individu local. Cependant, à partir de septembre, certains individus réalisent une dispersion postnuptiale et à partir d'octobre, des individus

venant de la Suède à la République Tchèque hivernent en France, et traversent donc ainsi le pays. Il pourrait donc également s'agir d'un individu migrateur.

5.4.6. 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 Castelnaud Pégayrols ce paramètre était apparu caractéristique des mortalités occasionnées dans la partie basse du champ de rotation des pales (BEUCHER et KELM 2010).

Figure 69 : Graphique de répartition des cadavres de 2018 par classe de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne



La distance moyenne de dispersion pour les 4 oiseaux est d'environ 32 m. Trois d'entre eux ont été retrouvés à plus de 30 mètres du mât, et un seul proche du mât. Environ la moitié des cadavres a été retrouvée proche du mât et l'autre plus éloignée. On peut alors supposer que la plupart des mortalités a été occasionnée à des hauteurs de vols correspondant à la partie haute du champ de rotation des pales d'éoliennes ou par fortes vitesses du vent (forte dispersion).

5.4.7. Taux de mortalité des oiseaux

5.4.7.1 Planning du suivi de la mortalité et niveau de difficulté de prospection en 2018

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

4 niveaux de difficulté de prospection ont donc été créés :

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

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

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

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

	Végétation			Mortalité OIS
	Type 1	Type 2	Type 3	
26-févr.	72,38	27,62	0,00	
1-mars	67,62	31,43	0,00	
6-mars	84,29	1,90	0,00	
9-mars	19,05	32,38	37,14	
20-juin	80,95	17,14	2,86	
27-juin	64,76	48,57	4,76	
3-juil.	53,33	76,19	2,86	
6-juil.	64,76	187,62	5,71	
28-août	64,76	239,05	1,90	
31-août	64,76	310,48	2,86	
3-sept.	160,00	260,95	4,76	
6-sept.	80,95	387,62	4,76	
16-oct.	274,29	154,29	4,76	2
19-oct.	80,95	388,57	4,76	
23-oct.	80,95	389,52	5,71	1
26-oct.	80,95	387,62	4,76	
Moyenne	31,53	66,49	1,98	3,00
Pondérée	31,53	66,49	1,98	3,00

5.4.7.2 Les formules utilisées

Les formules utilisées sont identiques à celles du calcul du taux de mortalité des chauves-souris (cf. 5.3.5.2 page 69).

5.4.7.3 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)

En 2018, trois tests ont été menés le 20 juin, le 28 août et le 16 octobre pour apprécier les coefficients correcteurs nécessaires au calcul du taux de mortalité.

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

➤ Taux de détection

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

Type végétation	Eolienne	Date test	Nb OIS déposé	Nb OIS découvert	Taux de détection (d)
Moyen	Moyenne	Moyenne	46	28	0,61
Type 1	Moyenne	Moyenne	15	13	0,87
Type 2	Moyenne	Moyenne	23	12	0,52
Type 3	Moyenne	Moyenne	8	3	0,38
Total	E2	20/06/2018	16	11	0,69
Type 1	E2	20/06/2018	7	7	1,00
Type 2	E2	20/06/2018	5	1	0,20
Type 3	E2	20/06/2018	4	3	0,75
Total	E1	28/08/2018	15	8	0,53
Type 1	E1	28/08/2018	5	4	0,80
Type 2	E1	28/08/2018	6	4	0,67
Type 3	E1	28/08/2018	4	0	0,00
Total	E2	16/10/2018	15	9	0,60
Type 1	E2	16/10/2018	3	2	0,67
Type 2	E2	16/10/2018	12	7	0,58
Type 3	E2	16/10/2018	0	0	0,00

	d	Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	0,63	31,53	66,49	1,98
Pondérée	0,63	31,53	66,49	1,98

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 :

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

Ici, d = 0.63

➤ Taux de persistance

Figure 72 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance

Type végétation	Eolienne	Date test	Dépôt	Jour de dépôt							Tm	p
				1	3	6	7	9	13	16		
Moyen		Moyenne	54	39	17	6	5	2	1	1	1,98	0,02
Type 1		Moyenne	25	17	10	4	3	2	1	1	2,08	0,04
Type 2		Moyenne	24	17	5	1	1	0	0	0	1,29	0,00
Type 3		Moyenne	5	5	2	1	1	0	0	0	2,60	0,00
Moyen	Toutes	20/06/2018	16	13	9	5	5	2	1	1		
Type 1	Toutes	20/06/2018	6	5	4	3	3	2	1	1		
Type 2	Toutes	20/06/2018	9	7	4	1	1	0	0	0		
Type 3	Toutes	20/06/2018	1	1	1	1	1	0	0	0		
Moyen	Toutes	28/08/2018	15	7	5	1	0	0	0	0		
Type 1	Toutes	28/08/2018	11	6	5	1	0	0	0	0		
Type 2	Toutes	28/08/2018	4	1	0	0	0	0	0	0		
Type 3	Toutes	28/08/2018	0	0	0	0	0	0	0	0		
Moyen	Toutes	16/10/2018	23	19	3	0	0	0	0	0		
Type 1	Toutes	16/10/2018	8	6	1	0	0	0	0	0		
Type 2	Toutes	16/10/2018	11	9	1	0	0	0	0	0		
Type 3	Toutes	16/10/2018	4	4	1	0	0	0	0	0		

	Tm	p	Type 1	Type 2	Type 3
Moyenne	1,98	0,02			
Pondérée	1,57	0,01	31,53	66,49	1,98

-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 = 16,63 jours**.

En considérant que la diminution du nombre de cadavres est linéaire entre les retours tests de 1 à 23 jours, on estime le nombre de cadavres restant à I jours.

De ce fait,

$$p = \frac{\text{Nombre de cadavres encore présents après } I \text{ jours}}{\text{Nombre de cadavres déposés au départ}} = \frac{1}{54} = 0,02$$

Ainsi, on obtient une valeur de **p = 0,02**.

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 égale à 0,01**.

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

Le paramètre Tm traduit la durée moyenne de persistance d'un cadavre. Tm se calcule sur la durée au bout de laquelle tous les cadavres test ont disparu. Dans notre cas précis, **Tm est égal à 1,98**

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 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 égale à 1,57**.

➤ **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 2018 en fonction des surfaces prospectées (en hectare).

Pour rappel, la plumée n'est pas prise en compte dans le calcul du taux de mortalité.

	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
42-56	0,4308	5	2,15	0,92	42,88	1
28-42	0,3077	5	1,54	0,87	56,37	1
14-28	0,1846	5	0,92	0,56	60,88	0
0-14	0,0615	5	0,31	0,24	78,60	1

a = 1,98

5.4.7.4 Méthodes de calcul employées

Les méthodes de calcul employées sont identiques à celles du calcul du taux de mortalité des chauves-souris (cf. 5.3.5.4 Présentation des 2 méthodes de calcul page 73).

5.4.7.5 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 73 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	3,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,63	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,02	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	1,98	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
I	16,13	Pas de temps du suivi
î	3,96	î = - log(0.01) * tm
ê	0,25	ê = Min(I/î) / I
a	1,98	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 :

$$N = \frac{C}{p \times d} \times a = \frac{3}{0.02 \times 0.63} \times 1.98 = \mathbf{852.98}$$

Erickson adaptée :

$$N = \frac{I \times (C - C \times p)}{tm \times d} \times a = \frac{16.13 \times (3 - 3 \times 0.02)}{1.98 \times 0.63} \times 1.98 = \mathbf{128.59}$$

Erickson réelle :

$$N = \frac{I \times C}{tm \times d} \times a = \frac{16.13 \times 3}{1.98 \times 0.63} \times 1.98 = \mathbf{128.61}$$

Jones :

$$N = \frac{C}{d \times \hat{e} \times e^{(-0.5 \times I / tm)}} \times a = \frac{3}{0.63 \times 0.65 \times e^{(-0.5 \times 8.16 / 1.93)}} \times 1.98 = \mathbf{174.80}$$

Huso :

$$N = \frac{C}{d \times \frac{tm \times (1 - e^{-I / tm})}{I} \times \hat{e}} \times a = \frac{3}{0.63 \times \frac{1.98 \times (1 - e^{-16.13 / 1.98})}{16.13} \times 0.25} \times 1.98 = \mathbf{148.74}$$

Tous ces résultats correspondent aux différentes estimations du nombre d'oiseaux morts sur la période allant du 26 février 2018 au 26 octobre 2018 et pour les 5 éoliennes suivies du parc éolien. Ces résultats sont basés sur 2 mois (16 visites réparties sur 9 mois), soit une partie de la période d'activité du cycle biologique des oiseaux.

- on divise ces résultats par 5 → on aura une estimation de la **mortalité par éolienne pour la période de suivi**
- on divise par 2 (2 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 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 page suivante synthétise les résultats pour chacune des formules utilisées. Il aboutit à un **résultat moyen de l'ordre de 104.33 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 92.40 et 125.61 (612.94 pour la formule de Winkelmann) mortalités par éolienne et par an selon les formules utilisées.

Figure 74 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2018 (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	510,78	77,00	77,02	104,67	89,07	171,71	86,94
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	102,16	15,40	15,40	20,93	17,81	34,34	17,39
Mortalité par éolienne et par mois	51,08	7,70	7,70	10,47	8,91	17,17	8,69
Mortalité par éolienne et pour une année	612,94	92,40	92,42	125,61	106,88	206,05	104,33
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	3064,69	462,00	462,09	628,05	534,42	1030,25	521,64

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne,

5.4.7.6 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 75 : Paramètres de calcul des équations selon la seconde méthode de calcul

Paramètres	Valeurs	Explications
C	3,00	Nombre de cadavres découverts sous les éoliennes suivies
d	0,63	Valeur du taux de détection globale tout type de recouvrement confondu
p	0,01	Valeur du taux de persistance globale tout type de recouvrement confondu
tm	1,57	Valeur du temps de séjour moyen (en jours) des cadavres sur le terrain globale tout type de recouvrement confondu
l	16,13	Pas de temps du suivi
î	3,13	$\hat{i} = -\log(0.01) * tm$
ê	0,19	$\hat{e} = \text{Min}(l/\hat{i}) / l$
a	1,98	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 132 mortalités par éolienne et par an**, avec une fourchette qui oscille entre 116.91 et 158.92 (899.94 pour la formule de Winkelmann) mortalités selon les formules utilisées avec prise en compte de la dispersion des cadavres dans le coefficient surfacique.

Figure 76 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des oiseaux par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelman)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	749,95	97,43	97,44	132,43	112,69	237,99	110,00
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	149,99	19,49	19,49	26,49	22,54	47,60	22,00
Mortalité par éolienne et par mois	74,99	9,74	9,74	13,24	11,27	23,80	11,00
Mortalité par éolienne et pour une année	899,94	116,91	116,93	158,92	135,23	285,58	132,00
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	4499,69	584,56	584,63	794,59	676,14	1427,92	659,98

Là encore, le taux de mortalité obtenu est important, lié à un intervalle entre les périodes de mortalité important et un taux de prédation également élevé.

5.4.7.7 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.

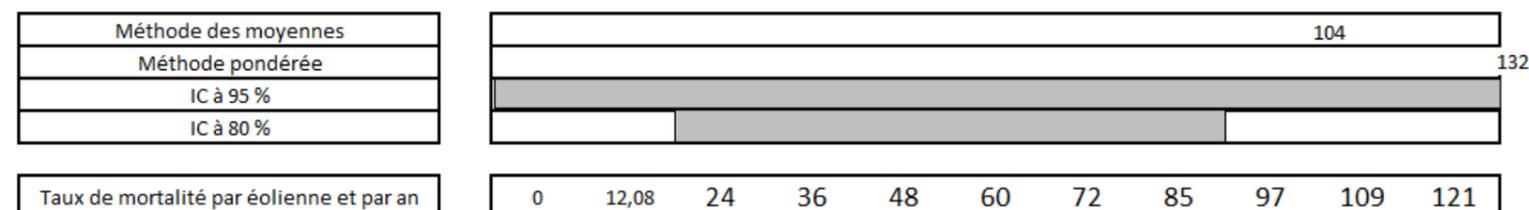
Figure 77 : Paramètres à renseigner dans l'application Shiny « EolApp »

paramètre	valeur
Intervalle de temps entre les passages	16,13
Nombre de cadavre déposé pour l'étude de détection	46
Nombre de cadavre découvert pour l'étude de détection	28
Pourcentage de la surface prospectée	0,53

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

Formule	Médiane	IC à 95%		IC à 80%	
		IC 2.5	IC 97.5	IC 0.10	IC 0.90
Erickson	26,66	0,00	69,24	9,00	51,41
Huso	33,63	0,00	82,72	11,46	63,13
Winkelmann	136,82	0,00	557,95	42,51	335,97
Jones	37,46	0,00	95,36	12,66	71,34
Moyenne par éolienne	11,73	0,00	40,26	3,78	26,09
Moyenne par éolienne (sans Winkelmann)	6,52	0,00	16,49	2,21	12,39

5.4.7.8 Comparaison entre les différents calculs du taux de mortalité des oiseaux en 2018



En considérant les 4 modèles, il y a 80% de chance que le nombre réel d'oiseaux impactés se situe entre 3.78 et 26.09 cas de mortalité (entre 2.21 et 12.39 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 40.26 cas de mortalité (entre 0 et 16.49 si on ne prend pas en compte la formule de Winkelmann).

Pour ramener ces résultats par an et par éolienne :

- on divise par 2 (2 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 241,6 mortalités par éolienne et par an (et de **0 à 98,9 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 22,7 à 156,6 mortalités par éolienne et par an (et de **13,3 à 74,4 mortalités par éolienne et par an** sans prendre en compte la formule de Winkelmann).

La fourchette de résultats fournie par l'application Shiny « Eol App » est légèrement inférieure aux résultats obtenus avec nos calculs. Rappelons toutefois que nos calculs et les résultats de l'application Shiny se basent sur des intervalles de visites importants compte tenu de la pression d'observation du protocole effectué en 2018.

5.4.7.9 Simulation de résultats par regroupement des visites

La pression d'observation effectuée pour le protocole de suivi 2018 ne permet pas d'obtenir des résultats satisfaisant pour les taux de mortalité calculés. Du fait d'un intervalle entre 2 visites important, les taux de mortalité estimés apparaissent surestimés.

Les résultats présentés ci-dessous correspondent à une simulation, dans le cas où les visites terrain seraient regroupées, ce qui correspondrait à une pression de suivi de 4 mois, avec une visite par semaine.

Avec cette simulation, les résultats obtenus sont 10 fois moins important, avec un taux de mortalité estimé entre 12 et 16 oiseaux/éolienne/an.

Figure 79 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des oiseaux par la première méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) et par simulation de regroupement de visites

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelmann)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	36,63	18,25	18,30	24,88	21,39	23,89	20,71
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	7,33	3,65	3,66	4,98	4,28	4,78	4,14
Mortalité par éolienne et par mois	1,83	0,91	0,91	1,24	1,07	1,19	1,04
Mortalité par éolienne et pour une année	21,98	10,95	10,98	14,93	12,83	14,33	12,42
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	109,89	54,76	54,90	74,65	64,17	71,67	62,12

Figure 80 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2018 des oiseaux par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres) et par simulation de regroupement de visites

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne	Moyenne (Sans Winkelmann)
		adaptée	réelle				
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	749,95	23,15	23,15	31,47	26,78	170,90	26,14
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	149,99	4,63	4,63	6,29	5,36	34,18	5,23
Mortalité par éolienne et par mois	37,50	1,16	1,16	1,57	1,34	8,54	1,31
Mortalité par éolienne et pour une année	449,97	13,89	13,89	18,88	16,07	102,54	15,68
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	2249,85	69,45	69,46	94,40	80,33	512,69	78,41

On remarque que la formule de Winkelmann surestime également les résultats par rapport aux autres méthodes de calculs. Les autres méthodes de calculs montrent des résultats nettement plus faibles que dans la présentation des résultats hors simulation. Pour rappel, la première méthode de calcul obtenait une estimation de mortalité de 104 oiseaux tués par éolienne et par an (sans prendre en compte la méthode de Winkelmann), et la seconde méthode de calculs obtenait 132 oiseaux tués par éolienne et par 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

Les estimations du taux de mortalité fournies par l'application Shiny EolApp et les premiers résultats se basant sur une pression d'observation faible donnent des résultats probablement surestimés. Ainsi, nous baserons l'analyse des résultats sur la simulation du regroupement des visites qui semble plus proche de la réalité, tout en gardant à l'esprit que le suivi regroupé représente un suivi de 4 mois sur les 8 mois d'activité des chiroptères. D'après nos méthodes de calcul, le taux de mortalité varierait entre 10 et 12 cas de mortalité par éolienne et par an, soit 50 à 60 cas de mortalité par an pour le parc entier, ce qui reste assez élevé.

D'après les données disponibles actuellement en France mais aussi et surtout à l'étranger (Europe, voir tableaux de la page suivante), cette estimation de la mortalité témoignerait **d'une valeur de mortalité par éolienne et par an modérée vis-à-vis des chauves-souris**. 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 2018, 6 cadavres ont été découverts et sur une assez courte période (d'août à septembre), l'estimation de la mortalité annuelle peut être qualifiée de « modéré » sachant que cette appréciation se base sur une simulation.

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

Figure 81 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour différents suivis des parcs éoliens référencés en France (mise à jour du tableau de l'ALEPE)

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

Figure 82 : 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 - Seladolino (Portugal)	2006	0,8	Alves et al., 2009 et 2010 in Dubourg-Savage et al., 2011
Pinhal Interior - Proença I e II (Portugal)	2006	1,8	Lopes et al., 2008, Alves et al., 2010 in Dubourg-Savage et al., 2011
Grèce (Soros)	2010	2,2	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Mosqueiros I (Portugal)	2008	3,6	Barreiro et al., 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Gardunha	2007	4,2	Alves et al., 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Steinberg (Autriche)	09/2003 - 09/2004	5,3	Traxler et al. 2004 in Brinkmann et al. 2006
Grèce (Dydimos Lofos)	2010	5,5	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Grèce (Monastiri)	2010	6,5	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Candal Coelheira (Portugal)	2006, 2007	7,8	Alves et al., 2007, Amorim 2009 in Dubourg-Savage et al., 2011
Prellenkirchen (Autriche)	09/2003 - 09/2004	8,00	Traxler et al. 2004 in Brinkmann et al. 2006
Cantons de Berne et de Lucerne (Suisse)	06 - 10/2007	8,2	Leuzinger, 2008
Grèce (Mati)	2010	10,8	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
District de Fribourg (Allemagne)	Début 04 - mi-05 et mi-07 - mi-10/2005	11,8*	Brinkmann et al. 2006
S. Pedro (Portugal)	2006	12	Alves et al., 2007 in Dubourg-Savage et al., 2011
Grèce (Sapka)	2010	13,2	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Navarre (Espagne)	03/2000 - 03/2001	13,3	Lekuona, 2001
Grèce (Kerveros)	2010	13,9	Geogiakis P., Fapadatou E. et WWF Hellas 2010
Caramulo (Portugal)	2006, 2007	14,2	Hortencio et al., 2007, Silva et al., 2008
District de Fribourg (Allemagne)	fin 07 - fin 10/2004	20,9	Brinkmann et al. 2006
Outeiro (Portugal)	2006, 2008	26,3	in Dubourg-Savage et al., 2011

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 :

- Modéré à fort pour la Noctule de Leisler et la Noctule commune ;
- Faible pour la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl et la Pipistrelle commune.

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, 3 cadavres de Noctule de Leisler ont été retrouvés mais il est possible qu'en réalité un nombre plus important d'individus aient été impactés.

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

Figure 83 : Niveau d'intensité des risques de mortalité

Espèce	Nom scientifique	Sensibilité théorique vis-à-vis de l'éolien	Niveau de fréquentation	Mortalité constatée sur le parc de Champagne berrichonne	Risque d'occurrence sur le site
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Forte	Modéré à fort	2	Modéré à fort
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Forte	Fort	3	Modéré à fort
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Forte	Très faible	1	Faible
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Modérée à forte	Faible à modéré	0	Faible
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Forte	Faible	0	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. Au final, 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 84 : Grille de calcul des niveaux de risques d'impacts éoliens pour les chauves-souris (inspiré du protocole SER/SFPEM 2010)

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

Figure 85 : Évaluation des impacts du parc éolien de Champagne Berrichonne sur les chauves-souris

Espèce	Niveau de patrimonialité	Risque d'occurrence sur le site	Niveau d'impact théorique
Noctule commune	Modéré à fort	Modéré à fort	Modéré à fort
Noctule de Leisler	Modéré	Modéré à fort	Modéré
Pipistrelle de Nathusius	Modéré à fort	Faible	Faible à modéré
Pipistrelle commune	Modéré	Faible	Faible à modéré
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Faible	Faible

Finalement, il apparaît que l'espèce au niveau d'impact théorique le plus important est la **Noctule commune**. Celle-ci est suivie de la Noctule de Leisler, puis de la Pipistrelle de Nathusius et de la Pipistrelle commune, et enfin de la Pipistrelle de Kuhl.

6.2. Impact sur l'avifaune

6.2.1. Analyses quantitative et comparaisons avec d'autres parcs éoliens

Les estimations du taux de mortalité fournies par l'application Shiny EolApp et les premiers résultats se basant sur une pression d'observation faible donnent des résultats probablement surestimés. Ainsi, nous baserons l'analyse des résultats sur la simulation du regroupement des visites qui semble plus proche de la réalité, tout en gardant à l'esprit que le suivi regroupé représente un suivi de 4 mois sur les 12 mois d'activité des oiseaux. D'après nos méthodes de calcul, le taux de mortalité varierait entre 12 et 16 cas de mortalité par éolienne et par an, soit 60 à 80 cas de mortalité par an pour le parc entier, ce qui est assez élevé.

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. En tenant compte des résultats de la simulation le taux de mortalité peut bien être considéré comme plus important 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 Champagne Berrichonne comporte 5 éoliennes, de ce fait, le nombre total de mortalités causées par ce parc serait plutôt modéré, 80 cas de mortalité par an pour le parc entier dans l'hypothèse haute.

En 2018, le parc éolien de Champagne Berrichonne aurait donc généré **un niveau d'impacts modéré sur les oiseaux en termes de taux de mortalité/éolienne/an**.

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

Au moins 3 espèces d'oiseaux ont été impactées, il s'agit de du Pic épeichette, du Troglodyte mignon et du Roitelet à triple bandeau. Ces 3 espèces sont protégées, et le Pic épeichette possède des statuts de conservation défavorables à l'échelle nationale (classé vulnérable) et régionale (quasi menacé).

Le Pic épeichette n'est pas considéré comme sensible à l'éolien. D'après les données de mortalité recueillies par Dürr (2019), aucun cas de mortalité n'avait jusqu'à maintenant été relevé en Europe. Cette espèce est protégée en France et est considérée comme ayant des populations nicheuses vulnérables au niveau national et quasi-menacées au niveau régional (ex-région centre). Un individu a été retrouvé le 16 octobre 2018 sous l'éolienne E4. L'espèce est essentiellement sédentaire, mais dès l'automne certains individus peuvent se disperser sur des zones où ils ne se reproduisent pas. Ici, l'espèce n'a pas été contactée sur le site ni lors de l'état initial, ni en période de nidification de 2018. Cependant, c'est une espèce discrète et donc difficile à détecter. Il est donc possible qu'elle niche près du parc éolien, comme par exemple dans la ripisylve qui est un endroit favorable pour cette espèce, sans avoir été détectée. A cette période donc, il peut s'agir d'un individu se dispersant ou d'un individu local.

Le Troglodyte mignon est sensible à l'éolien. 10 cas de mortalité ont été recensés en Europe, dont 4 en France (Dürr, 2019). Cette espèce est protégée, mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables (préoccupation mineure à l'échelle nationale et régionale). 1 individus correspondant à cette espèce a été retrouvé sous l'éolienne E2 le 23 octobre 2018. Même si l'espèce est plutôt sédentaire, il est possible que ce soit ici un individu migrateur. En effet, dès l'automne, les populations françaises sont renforcées par des individus venant de la Suède à la République Tchèque. De plus, il existe également de la dispersion postnuptiale qui a également lieu à partir de septembre. Il est donc ici difficile de dire s'il s'agit d'un individu local, sachant que l'espèce est présente en période de reproduction, ou d'un individu de passage sur le site.

Le Roitelet à triple bandeau fait partie des espèces les plus sensibles à l'éolien. Il correspond à la 14^{ème} espèce la plus impactée en Europe (d'après les tableaux de T. Dürr 2019). 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'éoliennes E3 le 16 octobre 2018. A cette période, il peut s'agir d'individus migrants. En effet, les premiers mouvements sont notés dès la fin du mois d'août, mais c'est surtout dans la première moitié d'octobre que la migration est intense. Il est possible que la plumée retrouvée le 6 septembre corresponde également à cette espèce.

Finalement, du point de vue qualitatif, l'impact du parc éolien Champagne Berrichonne peut être qualifié de modéré (1 cas de Pic épeichette, 1 à 2 cas de Roitelet à triple bandeau), vis-à-vis de l'avifaune.

7 PROPOSITION DE MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS

7.1. Mesures concernant les chiroptères

7.1.1. Limiter la fréquentation des chauves-souris autour des éoliennes

Il s'agira d'éviter autant que possible de recréer des conditions favorables au développement des insectes dans l'entourage des éoliennes, ce qui pourrait créer de nouvelles zones de chasse et donc des niches écologiques. Il s'agit donc de limiter la création de talus enherbés sous les éoliennes, au niveau des chemins et plateformes de levage (c'est-à-dire sous le champ de rotation des pales). A l'inverse, il s'agit de favoriser des aménagements les plus artificialisés sous les éoliennes, avec des revêtements inertes (gravillons) ne favorisant pas la repousse d'un couvert végétal.

7.1.2. Veiller à l'absence d'éclairage du parc

Parmi les autres mesures de réduction d'impact classiques, nous insistons sur l'importance de veiller à ce qu'aucune source lumineuse n'attire les insectes et donc les chauves-souris au sein du parc (au-delà du balisage aéronautique obligatoire). Ce point est d'autant plus important à respecter que beaucoup des espèces contactées sur site ont l'habitude de venir chasser autour de lampadaires (pipistrelles, noctules...).

Cette mesure pourra être mise en place soit par l'installation de cellules à détection de mouvement qui devront être réglées de façon à ce que les chiroptères ne déclenchent pas l'allumage des spots, soit par la mise en place d'interrupteurs. Dans l'idéal, il s'agirait de réduire au maximum la distance de détection de mouvement, mais aussi le halo lumineux, pour avoir une lumière qui éclaire seulement l'escalier et la porte de service. Sur un parc éolien Aveyronnais en forêt et lisières forestières, le taux de mortalité a chuté de façon drastique une fois l'éclairage des portes d'entrée éteintes (Beucher et Kelm 2009).

7.1.3. Mesures de régulation de l'activité des éoliennes

L'expérience montre que la régulation de l'activité des éoliennes peut être un moyen particulièrement efficace de réduction du risque de mortalités, tout en limitant la perte de production électrique du parc. Ici, nous proposons une régulation multicritère et proportionnée basée sur les données du suivi en hauteur sur l'année de référence (2018). Ce type de régulation est proportionné aux risques présents sur le site et vise une protection des chiroptères tout en essayant au maximum d'optimiser la production électrique. Le suivi en continu en altitude est le seul type de suivi permettant une prise en compte des risques de mortalité proportionnée.

Sur la base des données d'activité recueillies en hauteur en 2018 et des données de fonctionnement de l'éolienne E4 (nombre de tours par minute supérieur à 0), l'activité à risque est estimée à 142 secondes d'activité cumulée en 2018.

Figure 86 : Activité totale enregistrée en hauteur par groupe de vol (d'après les données de 2018)

groupe de vol	Activité cumulée
Lisière	18
Vol haut en migration transit	4
Vol haut	120
total général	142

A partir des analyses précédentes, il s'agit de définir un pattern de régulation qui permet de réduire les impacts sur les chiroptères. Les différents seuils de 80%, de 95%, et les conditions de pics identifiés précédemment sont rassemblés dans le tableau ci-dessous. Ces éléments permettront d'avancer dans la définition du pattern de régulation.

Figure 87 : Synthèse des informations recueillies au cours des analyses (seuils et pics d'activité)

Paramètres	Seuil de 80%	Seuil de 95 %	Pics d'activité
Vitesse de vent	entre 3 et 4,5 m/s selon les types de vol	entre 4 et 7 m/s selon les types de vol	Inférieur à 3,5 m/s
Température	>12°C	>7°C	entre 21 et 26°C selon les pics
Direction du vent	Activité total moins importante par vent d'Ouest		Variable selon les pics
Rythme nocturne	De 1 à 2 heures après le coucher du soleil, et de 2 à 3 heures avant le lever du soleil	De 30 à 45 minutes après le coucher du soleil, et de 1 à 2 heures avant le lever du soleil	Variable selon les pics, mais le plus souvent en milieu de nuit

A propos de la période de mise en œuvre de la régulation, celle-ci s'étalera du 1^{er} mai au 31 octobre. Elle permet de tenir compte de l'ensemble de la période d'activité des chiroptères (du 12 mai au 18 octobre en 2018) mais aussi d'une possible variabilité interannuelle (à 15 jours près). Cette période de régulation tiendra compte aussi de la période de mortalité des chauves-souris (août et septembre).

Afin de diminuer les risques d'impact sur les chiroptères, plusieurs simulations ont été testées sur la base des données d'activité et de météo de 2018.

Finalement, l'exploitant a retenu le scénario défini selon les conditions suivantes :

- **Pour la période allant du 1^{er} mai au 25 juin :**
 - Vent < 4 m/s (correspondant aussi au bridage acoustique mis en place depuis avril),
 - Température > 7°C,
 - De 1 heure après le coucher du soleil à 2 heures avant le lever du soleil,
 - Pour toutes les éoliennes,
 - Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notable,
- **Pour la période allant du 26 juin au 15 septembre :**
 - Vent < 6 m/s,
 - Température > 10°C,
 - De 30 minutes après le coucher du soleil jusqu'à 30 minutes avant le lever du soleil,
 - Pour toutes les éoliennes,

- Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notoire,
- **Pour la période allant du 16 septembre au 31 octobre :**
 - Vent < 5 m/s,
 - Température > 10°C,
 - Toute la nuit,
 - Pour toutes les éoliennes,
 - Uniquement s'il n'y a pas de précipitation notoire.

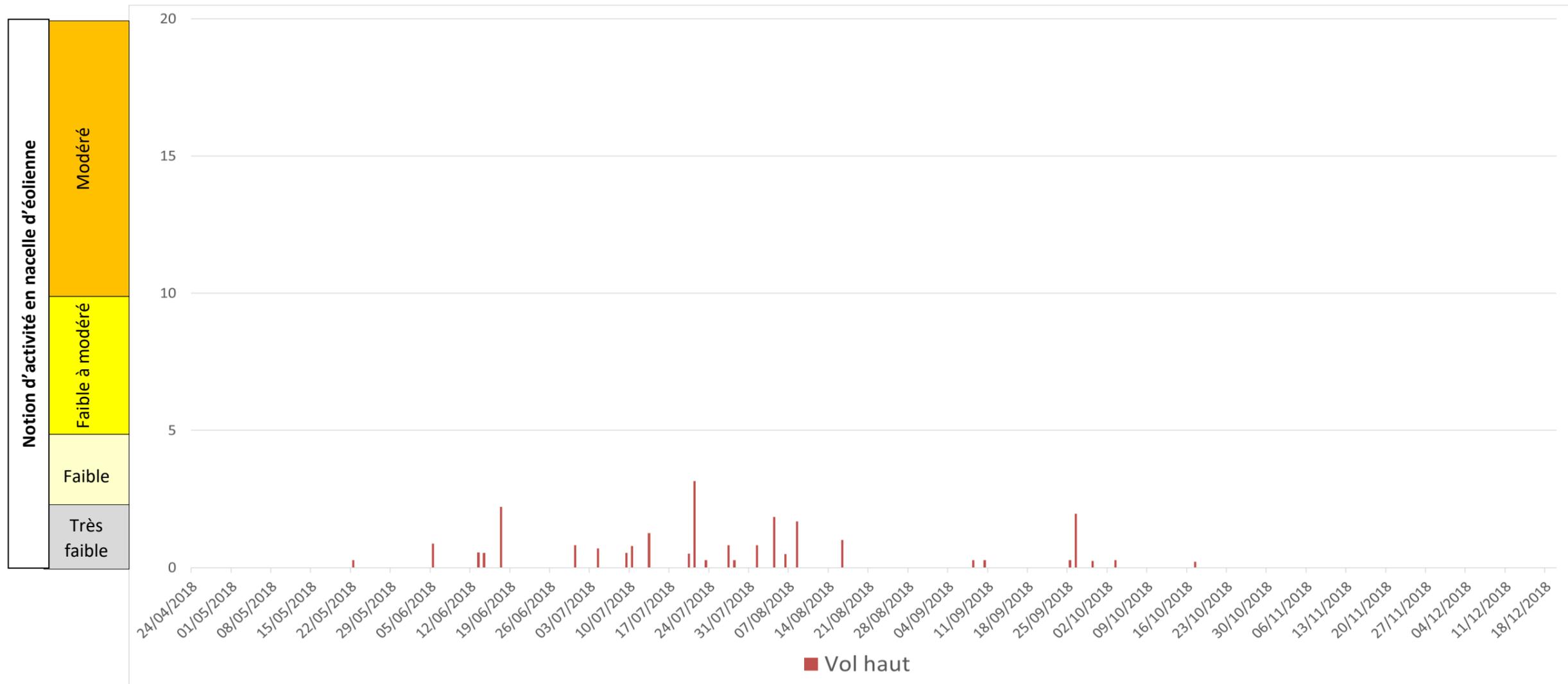
Figure 88 : Synthèse de l'évolution des paramètres de régulation au cours de l'année

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Vitesse du vent	< 4 m/s		< 6 m/s			5 m/s
Température	> 7°C		> 10°C			> 10°C
Rythme nocturne	1 heure après le coucher du soleil à 2 heures avant le lever du soleil		30 minutes après le coucher du soleil à 30 minutes avant lever du soleil			Toute la nuit
Eoliennes concernées	Toutes les éoliennes					
Précipitations	S'il n'y a pas de précipitations notoires					

Avec ce pattern, l'activité à risque restant de 2018 diminuerait de 84 % par rapport à celle estimée en 2018. Avec 100% de l'activité des espèces de lisières protégée et 80 % de l'activité des espèces de haut vol (espèces les plus rencontrées lors du suivi mortalité).

Finalement, le bureau d'études EXEN propose ce pattern, qui affine le bridage sur trois périodes, et permet également de protéger plus de 80% de l'activité des chiroptères et qui tient compte des conditions d'apparition de pics d'activité en hauteur, mais aussi des conditions de vol des noctules (espèces à fort enjeu sur ce site) et de façon plus générale, des différents types de risques identifiés sur ce site.

Figure 89 : Chronologie de l'activité à risque restante en fonction des groupes de vol (en l'occurrence vol haut ici)



Activité	groupe de vol			Total général
	Lisière	Vol haut	Vol haut en migration/transit	
Activité cumulée protégée	17,2	97,24756	4,132	118,57956
Activité cumulée restante à risque	0	22,53683	0	22,53683
total	17,2	119,78439	4,132	141,11639
Pourcentage d'activité protégée	100,00%	81,19%	100,00%	84,03%

7.1.4. Mesure de suivi de l'activité en continu en nacelle

Comme évoqué dans les paragraphes précédents, la mise en place d'une régulation des éoliennes à partir de 2019 devrait entraîner une diminution des impacts du parc éolien de Champagne-Berrichonne sur les chiroptères. Mais afin de vérifier l'efficacité de cette mesure de régulation, il sera nécessaire d'effectuer en parallèle du suivi de mortalité (cf. paragraphe suivant) un suivi d'activité en nacelle.

Il s'agira 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 afin d'optimiser le pattern de régulation.

La période retenue pour le suivi s'étalera du 13 mai au 27 octobre 2019 (cf. devis n°181206).

7.2. Mesures concernant les oiseaux

7.2.1. Mesure de régulation des machines

1 Roitelet à triple bandeau a été découvert le 13 octobre sous l'éolienne E3 et un Roitelet sp. a été découvert le 4 septembre sous l'éolienne E1. Les individus retrouvés étaient très certainement en migration. Cette espèce migre principalement de nuit et les premiers mouvements sont notés dès la fin du mois d'août, mais c'est surtout dans la première moitié d'octobre que la migration est intense. Le Roitelet triple bandeau étant l'espèce d'oiseau la plus impactée en France (141 cas de mortalité depuis 1999 d'après T. Dürr), il convient de mettre en place une mesure de réduction du risque de mortalité ciblée sur cette problématique. La mesure la plus adaptée à ce cas d'activité de migration nocturne, en dehors d'éviter les voies de migration de cette espèce, semble la régulation des éoliennes.

La régulation mise en place pour les chiroptères pourrait permettre de réduire la mortalité de cette espèce. Dans le cas où d'autres individus devaient être retrouvés sous les éoliennes en 2019, il s'agira de réfléchir à des mesures de régulation plus importantes.

7.3. Mesures communes aux chiroptères et aux oiseaux

7.3.1. Mesure de suivi de la mortalité au pied des éoliennes

Aux vues des impacts qualitatifs concernant les chiroptères et les oiseaux, et si on veut s'assurer que les mesures mises en place en 2019 soient efficaces pour diminuer l'impact du parc éolien de Champagne-Berrichonne sur la faune volante, il faudrait poursuivre un suivi de mortalité sur ce parc en 2019.

Ce suivi de mortalité devra être effectué sur la base des résultats d'activité et de mortalité de 2018, c'est-à-dire une période de suivi de 7 mois aux périodes ciblées pour les chiroptères et pour les oiseaux. Ce suivi de mortalité devra se dérouler de mi-mai (semaine 20) à fin octobre 2019 (semaine 43), à raison d'une visite par semaine (cf. devis n°181206).

8 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Un suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris a été réalisé sur le parc éolien de Champagne Berrichonne par le bureau d'étude EXEN, missionné par EDPR. Le suivi s'est déroulé de février à octobre.

Parallèlement à ce suivi des mortalités, deux suivis ont été réalisés, un suivi d'activité des chiroptères au niveau d'une nacelle d'éolienne (suivi en continu au niveau de l'éolienne E4 d'avril à décembre) et un suivi de l'activité des oiseaux.

8.1. Suivi de l'activité des oiseaux

Lors de ce suivi d'oiseaux nicheurs de 2018, nous pouvons retenir les points suivants :

- 41 espèces contactées dont 12 patrimoniales en période de nidification, avec une large dominance des espèces de milieux ouverts ;
- L'Alouette des champs et le Bruant proyer sont les espèces les plus représentées sur le site
- Trois espèces de rapaces fréquentent le parc éolien, la Buse variable, le Busard Saint-Martin et le Faucon crécerelle. Parmi ces espèces, les deux premières ont présenté des comportements à risque. La Buse variable est passée à moins de 100 m des éoliennes E3 et E4 mais en dessous du niveau des pales. Le Busard Saint-Martin quant à lui est passé à hauteur de pales à environ 180 m de l'éolienne E3 et à 120 m de l'éolienne E2. Il est également passé à une centaine de mètres de l'éolienne E4, mais en dessous du niveau des pales.

Enfin, au cours de cette première année de suivi de l'activité des oiseaux nicheurs sur le parc éolien de Champagne Berrichonne, il semblerait que la présence des éoliennes n'ait pas eu d'impact majeur sur les différentes espèces présentes lors de l'état initial.

8.2. Suivi de l'activité des chiroptères

Lors de ce suivi, nous pouvons retenir les points suivants :

- Une activité très hétérogène et très faible en fin de période printanière/début de période estivale,
- Des pics d'activité importants fin-juillet et octobre, caractérisés par des séquences de chasse laissant penser à une exploitation d'essaimage d'insectes en hauteur et quelques cris sociaux laissant penser à une compétition alimentaire,
- Une diversité d'espèce moyenne mais avec principalement la Noctule de Leisler et la Noctule commune.

8.3. Suivi de mortalité des chiroptères

Finalement, à propos de la mortalité des chiroptères, nous retiendrons principalement des résultats de ce suivi les points suivants :

- 6 cas de mortalité découverts en 2018 dont 2 cas de Noctule commune, 3 cas de Noctule de Leisler, 1 cas de Pipistrelle de Nathusius,
- Des périodes de mortalité assez concentrées (6 cas découverts entre mi-septembre et fin septembre),
- Des périodes considérées comme potentiellement à risque (d'après le suivi d'activité en nacelle) mais non suivies par le suivi de mortalité,
- D'après nos simulations de calcul, un taux de mortalité estimé à environ 10 à 12 chauves-souris/éolienne/an.

8.4. Suivi de mortalité des oiseaux

En ce qui concerne le suivi de mortalité des oiseaux en 2018, nous pouvons retenir les points suivants :

- 4 cas de mortalité d'oiseaux découverts en 2018 (dont 1 plumée),
- Seulement 3 espèces retrouvées : le Pic épeichette (1 cas), le Roitelet à triple bandeau (1 à 2 cas) et le Troglodyte mignon (1 cas),
- Les espèces impactées devaient être nicheuses à proximité immédiate du site ou migratrices,
- D'après nos simulations de calcul, un taux de mortalité estimé à environ 12 à 16 oiseaux/éolienne/an.

8.5. Niveau d'impact du parc éolien de Champagne Berrichonne sur les oiseaux et les chauves-souris

En ce qui concerne l'avifaune et d'après notre méthode de calcul, l'impact quantitatif serait d'un niveau modéré (entre 12 et 16 oiseaux par éolienne et par an). De même au niveau qualitatif, Roitelet à triple bandeaux a potentiellement été impacté à 2 reprises mais ses statuts de conservation ne sont pas défavorables. L'impact qualitatif est jugé modéré pour les oiseaux.

En ce qui concerne les chiroptères et d'après notre méthode de calcul, l'impact quantitatif serait d'un niveau modéré (entre 10 et 12 chauves-souris par éolienne et par an). Concernant l'impact d'un point de vue qualitatif, la Noctule commune et la Noctule de Leisler seraient les espèces dont les populations seraient les plus touchées (risque modéré à fort et modéré), suivi de la Pipistrelle de Nathusius, de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle de Kuhl.

En définitive, le parc éolien de Champagne Berrichonne entraîne un impact d'un point de vue qualitatif et quantitatif concernant les chiroptères mais aussi l'avifaune en 2018.

8.6. Mesures et perspectives

Devant les impacts mesurés par les suivis réalisés en 2018, le bureau d'étude EXEN préconise la réalisation de plusieurs mesures au niveau du parc éolien de Champagne Berrichonne à partir de 2019 :

-L'entretien des abords des éoliennes afin de ne pas créer d'habitat qui pourrait attirer les chiroptères ainsi que la poursuite de l'extinction des spots lumineux aux entrées des éoliennes toujours dans le même objectif,

- La mise en place d'une régulation des machines,

- Un suivi de mortalité en 2019 qui permettrait de contrôler l'efficacité des mesures de régulation (niveaux des différents seuils, période de régulation, éoliennes à réguler...),

- Parallèlement à ce suivi de mortalité, un suivi de l'activité en hauteur est préconisé pour vérifier l'efficacité de la régulation. Il s'agira de vérifier si même avec de l'activité en hauteur (conditions à risque pour les chiroptères), peu de mortalité sera observée. Il s'agira aussi éventuellement de modifier les paramètres de régulations à la hausse ou à la baisse selon les impacts relevés en 2019.

Il s'agira donc avec ces suivis de vérifier l'efficacité des mesures mises en place concernant les chiroptères.

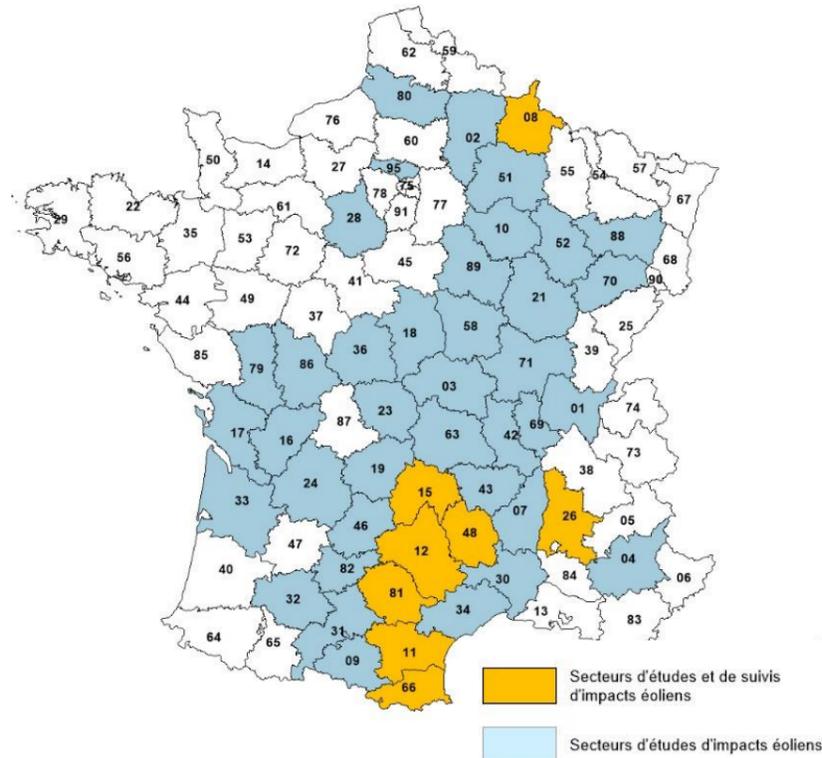
BIBLIOGRAPHIE

- **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.
- **DÜRR, T.** (2019). Relevé des cadavres d'oiseaux. Statistiques du bureau de l'environnement du Land de Brandebourg. Bilan de janvier 2019
- **EXEN** (2018). Parc éolien du Plateau de Savernat (03) Suivi environnemental post-implantation 2017 ciblé sur les chauves-souris et sur les oiseaux. 90 p.
- **HORN, J., ARNETT, E., KUNZ, T.:** (2008) : Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. *Journal of Wildlife Management* 72(1):123-132. 2008
- **KUNZ, T., ARNETT, E.B, WALLACE P, ERICKSON, W.P., HOAR, A.R., JOHNSON G.D., LARKIN, R.P., STRICKLAND, THRESHER, R.W., TUTTLE, M.D.** (2007): Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front Ecol Environ* 2007; 5(6): 315–324.
- **LEKUONA, J.** (2001) : Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Informe Técnico. Dirección General de Medio Ambiente. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra.
- **MARMET J.** (2014) Cahier technique d'identification des chiroptères (2014)...
- **MEEDDAT** (2010) - Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens. Actualisation 2010. 188p + annexes techniques.
- **NIERMANN I., BRINKMANN R., BEHR O., KORNER-NIEVERGELT F., MAGES J.** (2009) : Recherche systématique de cadavres –conditions méthodologiques, méthodes d'analyses statistique et résultats. Extrait d'une traduction des Synthèses des conférences tenues à Hanovre, le 09 juin 2009.
- **NORE T.** 1999. Vingt ans de marquage des nichées de buses variables *Buteo buteo* dans le centre de la France, *Alauda* 67, p307-318
- **ROCAMORA G., & YEATMAN-BERTHELOD D.,** (coord), 1999, Oiseaux menacés et à surveiller en France, SEOF, LPO.
- **SANE F. CHRISTOPHE F., MERLY S. (ALEPE)** (2012) - Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Paou sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères : bilan des 3 années de suivi (2008-2009-2010). 110 p.
- **THIOLLAY J.M. ET BRETAGNOLLE V.** (2004). Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation. Delachaux et Niestlé, Paris, 176 p.
- **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 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...

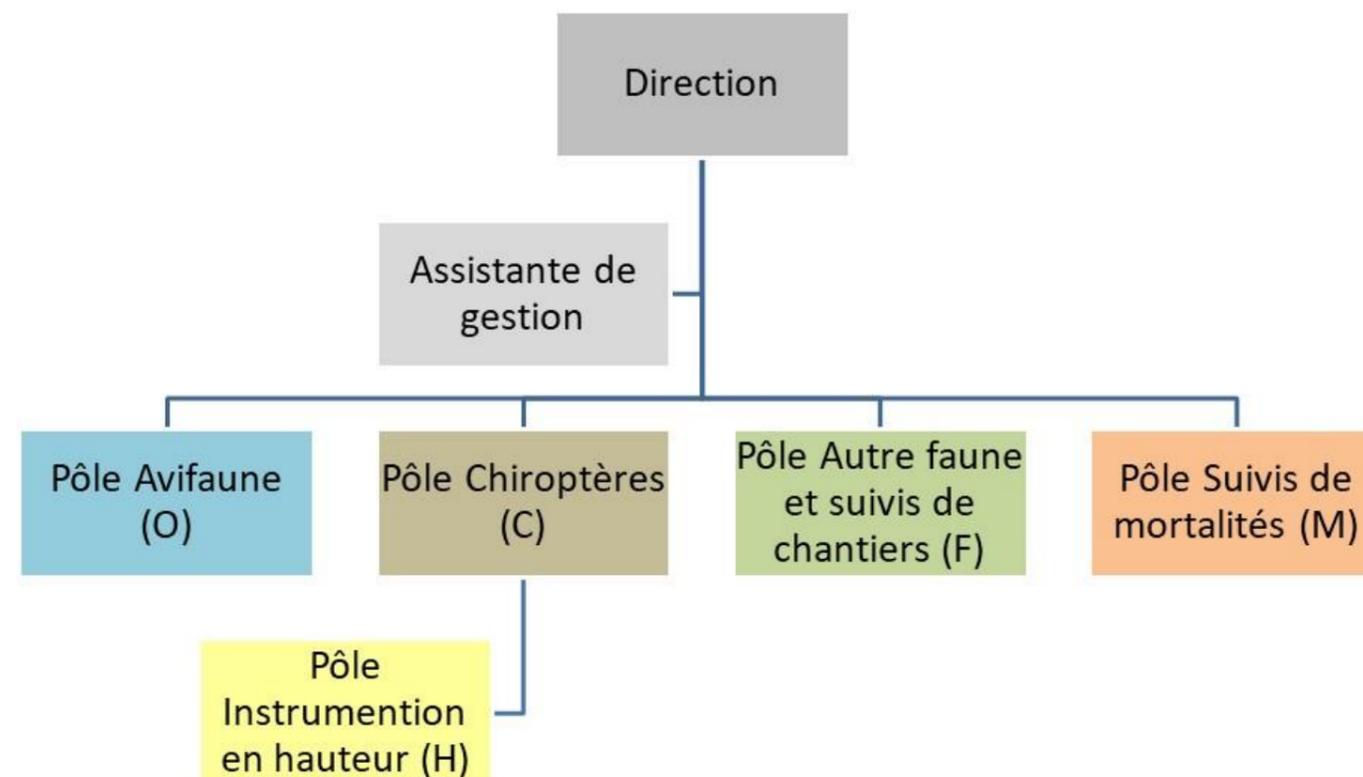
L'équipe est organisée en 5 pôles thématiques (cf. organigramme ci-contre). Chacun peut dépendre de plusieurs pôles selon ses compétences et fonctions dans l'entreprise. Le profil de chacun est proposé au niveau des pages suivantes, avec précision des principaux pôles de compétence pour chacun, sur la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

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 SFPEM.
- **Spécialités naturalistes** : chauves-souris, oiseaux.
- **Formations professionnelles** :
 - Niveau 1 bioacoustique des chauves-souris (ATEN , formé par M. Barataud, Y. Tupinier , 2007) ,
 - Niveau 2 bioacoustique des chauves-souris (CPIE Pays d'Azay) (formé par T. Disca, 2012).
 - Apprenti capture chiroptères : formation CEN MP 2014, 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



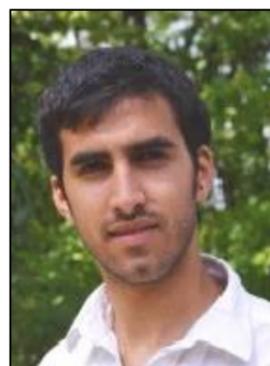
C O M

- **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

Chargée d'affaires. 6 ans d'expérience.

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



C O F M

- **Profil** : Master professionnel Écologie et Éthologie. Université Jean Monnet, Saint-Etienne
- **Expérience avant EXEN** :
 - 2015-16 : Assistante de recherche chiroptérologue. Sarapiqi, 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.

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

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 : Fiche de relevé de terrain



FICHE DE TERRAIN MORTALITE

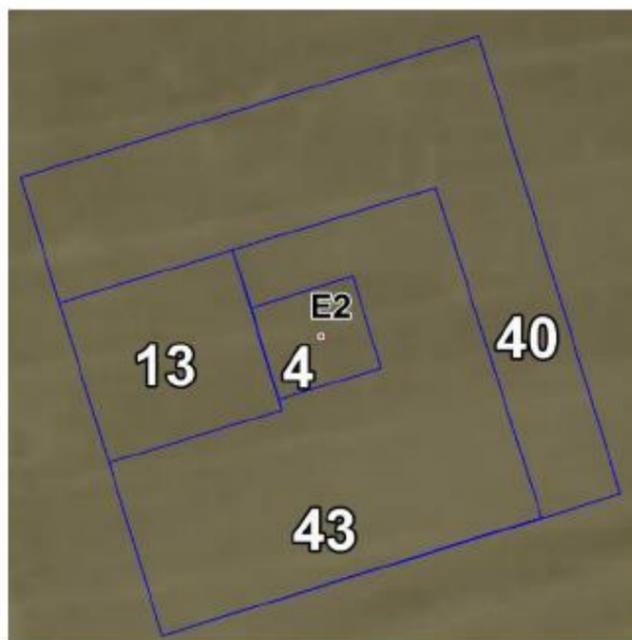
Suivi mortalité du parc éolien de CHAMPAGNE BERRICHONNE (2018)

Chercheur :		Heure début suivi :		Météo (%couvert, pluie...)				
Date :		Heure fin suivi :		Vent (direction, force...)			Orages depuis dernière visites ?	
	Durée de prospection	Surface prospectée (%)	Type 1 (%) Gravier	Type 2 (%) <30cm	Type 3 (%) >30cm	Type 4 (%) Non prospectable	Assolement Culture (Blé, Mais...), prairie, pâturage, Garrigue...	Rq par éolienne (traces prédation, maintenance...)
CONTEXTE	E1							
	E2							
	E3							
	E4							
	E5							
DECOUVERTES IN PROTOCOLE	Oiseau ou Chauve-souris (OIS ou CS)							
	Numéro éolienne							
	Distance au mat							
	Direction/ mat							
	Etat (vivant, frais, avancé, sec)							
	Mort depuis (nb j)							
	Blessure (non/oui et quoi)							
	Espèce (ou genre...)							
	Taille Avant bras (mm)							
	Age (ad, jeune)							
	Sexe (male, fem) ?							
	Si fem allaitante? (mamelles pelées)							
Si fem, gestante ?								

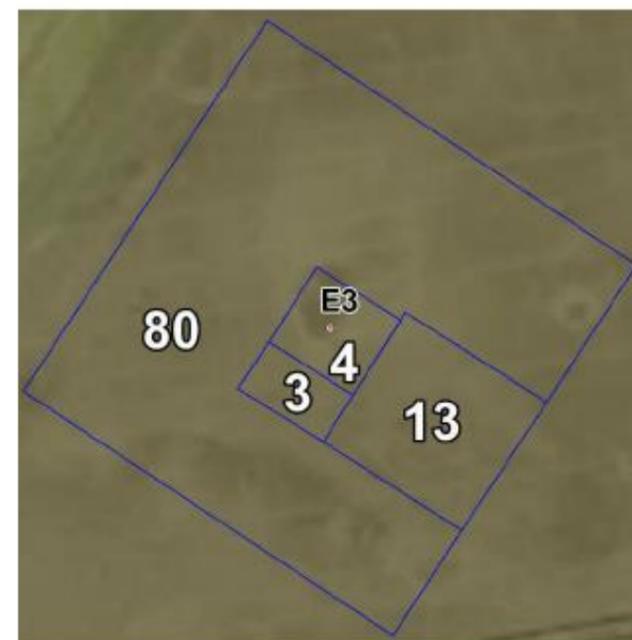
E1 Sud



E2



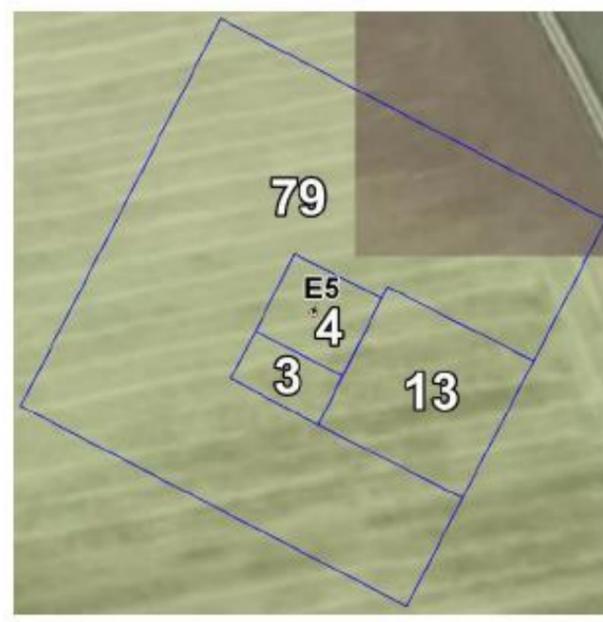
E3



E4



E5 Nord



Annexe 3 : Données brutes de mortalités découvertes

Date	Découvreur	Mortalité (Oui ou non)	Plumée / cadavre	Eolienne	Distance du mat (m)	Direction du mat	Ois ou CS	Date mort estimée	Espèce	Nom latin
31/08/2018	AL	Oui	Cadavre	E1	26	NW	CS	30/08/2018	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>
31/08/2018	AL	Oui	Cadavre	E1	29	NW	CS	30/08/2018	Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>
06/09/2018	EB	Oui	Cadavre	E4	19	S	CS	05/09/2018	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>
06/09/2018	EB	Oui	Plumée	E2	50	O	OIS	04/09/2018	Roitelet sp.	<i>Regulus sp</i>
16/10/2018	CV	Oui	Cadavre	E1	33	S	CS	15/10/2018	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>
16/10/2018	CV	Oui	Cadavre	E2	18	S-SO	CS	13/10/2018	Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>
16/10/2018	CV	Oui	Cadavre	E3	31	SE	OIS	13/10/2018	Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>
16/10/2018	CV	Oui	Cadavre	E4	0	S	OIS	13/10/2018	Pic épeichette	<i>Dryobates minor</i>
19/10/2018	JM	Oui	Cadavre	E3	24	SO	CS	18/10/2018	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>
23/10/2018	LN	Oui	Cadavre	E2	50	O	OIS	22/10/2018	Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>

Annexe 4 : Données suivis oiseaux

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 méthode)	Statut	IPA	Secteur Migration	Observateur
2	Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	3076	3076	Grand volier	2018-03-01	Modéré	S	Pré-Nuptial	14:50	Vers E1	150				2	M			DAVROUT Sylvain
3	Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	3076	3076	Grand volier	2018-03-01	Modéré	S	Pré-Nuptial	14:50	Vers E1	100				2	M			DAVROUT Sylvain
4	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		3				0	N	3		ALBESPY Frederic
5	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	1		ALBESPY Frederic
6	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	2		ALBESPY Frederic
7	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	1		ALBESPY Frederic
8	Pic vert	<i>Picus viridis</i>	3603	3603	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	0,5		ALBESPY Frederic
9	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	2		ALBESPY Frederic
10	Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	534742	534742	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	1		ALBESPY Frederic
11	Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	3967	3967	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	2		ALBESPY Frederic
12	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2623	2623	Grand rapace	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
13	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	1		ALBESPY Frederic
14	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	1		ALBESPY Frederic
15	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	4001	4001	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	1		ALBESPY Frederic
16	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	2		ALBESPY Frederic
17	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	1		ALBESPY Frederic
18	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3764	3764	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				0	N	1		ALBESPY Frederic
19	Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
20	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:35		2				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
21	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:57		7				0	N	1		ALBESPY Frederic
22	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:57		7				0	N	2		ALBESPY Frederic
23	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:57		7				0	N	1		ALBESPY Frederic
24	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:57		7				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
25	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:57		7				0	N	1		ALBESPY Frederic
26	Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:57		7				0	N	1		ALBESPY Frederic
27	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	07:57		7				0	N	0,5		ALBESPY Frederic
28	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:19		3			Surtout dans le colza	0	N	5		ALBESPY Frederic
29	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:19		3				0	N	4		ALBESPY Frederic
30	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:19		3				0	N	1		ALBESPY Frederic
31	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:19		3				0	N	1		ALBESPY Frederic
32	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3764	3764	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:19		3				0	N	1		ALBESPY Frederic
33	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:40		1				0	N	1		ALBESPY Frederic
34	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:40		1				0	N	5		ALBESPY Frederic
35	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:40		1				0	N	1		ALBESPY Frederic
36	Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	3465	3465	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	08:40		1				0	N	1		ALBESPY Frederic
37	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:02		5				0	N	4		ALBESPY Frederic
38	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:02		5				0	N	2		ALBESPY Frederic
39	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:02		5				0	N	1		ALBESPY Frederic
40	Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:02		5				1	N	1		ALBESPY Frederic
41	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:30		6				0	N	2		ALBESPY Frederic
42	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:30		6				0	N	2		ALBESPY Frederic
43	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:30		6				0	N	1		ALBESPY Frederic
44	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:30		6				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
45	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	3941	3941	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:30		6				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
46	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:30		6				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
47	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:30		6				0	N	1		ALBESPY Frederic
48	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				0	N	1		ALBESPY Frederic
49	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4			H0-H1	1	N	1,5		ALBESPY Frederic
50	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	4588	4588	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
51	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				0	N	2		ALBESPY Frederic
52	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				0	N	1		ALBESPY Frederic
53	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				0	N	1		ALBESPY Frederic
54	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				0	N	3		ALBESPY Frederic
55	Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	4580	4580	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				0	N	1		ALBESPY Frederic
56	Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				1	N	1		ALBESPY Frederic
57	Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	4035	4035	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				0	N	1		ALBESPY Frederic
58	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				1	N	1		ALBESPY Frederic
59	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3764	3764	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				0	N	1		ALBESPY Frederic
60	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	2669	2669	Petit rapace	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	09:58		4				1	N	0,5		ALBESPY Frederic
61	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	10:25		5				1	N			ALBESPY Frederic
62	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	2881	2881	Grand rapace	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	11:00		3			1 mâle, en chasse	1	N			ALBESPY Frederic
63	Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	2840	2840	Grand rapace	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	11:00		3				1	M			ALBESPY Frederic
64	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	2881	2881	Grand rapace	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	11:00		3			1mâle, en chasse (BSM ligne 62??)	1	N			ALBESPY Frederic
65	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	2881	2881	Grand rapace	2018-04-18	Faible	SE	Pré-Nuptial	11:32		1			1 mâle, en chasse	1	N			ALBESPY Frederic
66	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:22		6			Chant	0	N	2		BONNET Fanny
67	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:22		6			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
68	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:22		6			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
69	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:22		6			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
70	Cornille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:22		6				0	N	0,5		BONNET Fanny
71	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:22		6			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
72	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:54		5			Chant	0	N	2		BONNET Fanny
73	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:54		5			Chant	2	N	2		BONNET Fanny
74	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	06:54		5			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
75	Lin																			

Observation n°	Espèce	Nom latin	Code espèce 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 méthodo)	Statut	IPA	Secteur Migration	Observateur
101	Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	1966	1966	Oiseau d'eau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	08:08	2	1			1 mâle, tourne en rond, dérangé??	1	N			BONNET Fanny
102	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	08:40	1	2			Chant	2	N	2		BONNET Fanny
103	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	08:40	1	1			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
104	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	08:40	1	1				1	N	0,5		BONNET Fanny
105	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	08:40	1	2			H1-H0	1	N	1		BONNET Fanny
106	Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	4474	4474	Intermédiaire	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1				1	N	0,5		BONNET Fanny
107	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1			Chant	2	N	1		BONNET Fanny
108	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
109	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
110	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
111	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1				1	N			BONNET Fanny
112	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
113	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	3				1	N			BONNET Fanny
114	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	4588	4588	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	2				1	N	1		BONNET Fanny
115	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
116	Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	534742	534742	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1				0	N	0,5		BONNET Fanny
117	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1			Chant	0	N	1		BONNET Fanny
118	Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	4525	4525	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:09	4	1				0	N	0,5		BONNET Fanny
119	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:37	6	2			Chant	2	N			BONNET Fanny
120	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:37	6	1				1	N			BONNET Fanny
121	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:37	6	1				1	N			BONNET Fanny
122	Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	2506	2506	Grand volatile	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	09:37	6	1				1	N			BONNET Fanny
123	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2623	2623	Grand rapace	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	10:27	3	1			H1-H0 / plonge dans le boisement	1	N			BONNET Fanny
124	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2623	2623	Grand rapace	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	10:27	3	1				1	N			BONNET Fanny
125	Faisan de Colchide	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	2018-05-15	Faible	ONO	Nuptial	10:27	3	2			1 couple	0	N			BONNET Fanny
126	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
127	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
128	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	2				0	N	1,5		MOUGNOT Justine
129	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	3439	3439	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
130	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
131	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3764	3764	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
132	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	0,5		MOUGNOT Justine
133	Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	3967	3967	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
134	Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	3791	3791	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
135	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	2				0	N	1		MOUGNOT Justine
136	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	2				0	N	2		MOUGNOT Justine
137	Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>	4215	4215	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
138	Grive muscienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
139	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
140	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
141	Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	4657	4657	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
142	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:03	2	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
143	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	2			H0-H1	1	N	1,5		MOUGNOT Justine
144	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
145	Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	3967	3967	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
146	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	3				0	N	1,5		MOUGNOT Justine
147	Grive muscienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	1			Même femelle ligne 138 (pt 2)	0	N	1		MOUGNOT Justine
148	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	2				0	N	2		MOUGNOT Justine
149	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
150	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
151	Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	4657	4657	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
152	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	2				0	N	2		MOUGNOT Justine
153	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
154	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:26	7	7				1	N	3,5		MOUGNOT Justine
155	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	4				0	N	3		MOUGNOT Justine
156	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	3				0	N	3		MOUGNOT Justine
157	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
158	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	2				0	N	1		MOUGNOT Justine
159	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
160	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
161	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
162	Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	3791	3791	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
163	Grive muscienne	<i>Turdus philomelos</i>	4129	4129	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
164	Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	4252	4252	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	2				0	N	2		MOUGNOT Justine
165	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	2				0	N	2		MOUGNOT Justine
166	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	4588	4588	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	3				1	N	1,5		MOUGNOT Justine
167	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	06:49	3	1				0	N	0,5		MOUGNOT Justine
168	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	07:11	1	3				0	N	3		MOUGNOT Justine
169	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	07:11	1	4				0	N	4		MOUGNOT Justine
170	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	07:11	1	2				0	N	1		MOUGNOT Justine
171	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	07:11	1	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
172	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	07:11	1	2				0	N	2		MOUGNOT Justine
173	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	07:11	1	1			Loin	0	N	1		MOUGNOT Justine
174	Cornelle noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	07:11	1	4				1	N	2		MOUGNOT Justine
175</																				

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	Precisions de comportement ou d'identification	Hauteur de vol (cf note méthode)	Statut	IPA	Secteur Migration	Observateur
201	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	08:23	4	4				1	N	2		MOUGNOT Justine
202	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	08:23	4	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
203	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	08:23	4	3				0	N	2.5		MOUGNOT Justine
204	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	08:23	4	1				0	N	0.5		MOUGNOT Justine
205	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	08:23	4	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
206	Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	4525	4525	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	08:23	4	15				0	N	7.5		MOUGNOT Justine
207	Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	4474	4474	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	08:23	4	1				0	N	0.5		MOUGNOT Justine
208	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	09:03	E1	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
209	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	09:03	E1	2				0	N	2		MOUGNOT Justine
210	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	2881	2881	Grand rapace	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	09:22	1	1			1 mâle, parade non stop	2	N	1		MOUGNOT Justine
211	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	2669	2669	Petit rapace	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	09:22	1	1			Soaring	1	N	0.5		MOUGNOT Justine
212	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	2669	2669	Petit rapace	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	10:01	7	1			Soaring	1	N	0.5		MOUGNOT Justine
213	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	10:01	7	1				0	N	1		MOUGNOT Justine
214	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	10:01	7	1				1	N	0.5		MOUGNOT Justine
215	Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	2989	2989	Intermédiaire	2018-06-07	Nul	0	Nuptial	10:01	7	1			Sur plateforme, au pied de l'éolienne 5	0	N	0.5		MOUGNOT Justine
216	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	2				0	N	2		NAZON Laurie
217	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	4280	4280	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
218	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	3				0	N	3		NAZON Laurie
219	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
220	Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	4657	4657	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
221	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	4257	4257	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
222	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
223	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	3429	3429	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	1				0	N	1		NAZON Laurie
224	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:12	2	2			Ensemble	0	N	1		NAZON Laurie
225	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:33	7	1			H0-H1 / Était sur le cadavre du poussin test	1	N	0.5		NAZON Laurie
226	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:33	7	2				0	N	2		NAZON Laurie
227	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:33	7	2				0	N	2		NAZON Laurie
228	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	4117	4117	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:33	7	1				0	N	1		NAZON Laurie
229	Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	4013	4013	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:33	7	1				0	N	1		NAZON Laurie
230	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:33	7	2			H1-H0 / une se pose sur la plateforme, l'autre file	1	N			NAZON Laurie
231	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:33	7	2				1	N			NAZON Laurie
232	Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	4657	4657	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:33	7	1				0	N	1		NAZON Laurie
233	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:51	3	3				0	N	1.5		NAZON Laurie
234	Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3003	3003	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:51	3	1				0	N	1		NAZON Laurie
235	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:51	3	2				0	N	2		NAZON Laurie
236	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:51	3	1				0	N	1		NAZON Laurie
237	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:51	3	1				0	N	1		NAZON Laurie
238	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:51	3	1			H0-H1 / Posé à coté du cadavre du poussin test. Mange peut-être les insectes qui sont dessus???	1	N			NAZON Laurie
239	Loriot d'Europe	<i>Onolus onolus</i>	3803	3803	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:51	3	1				0	N	1		NAZON Laurie
240	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	06:51	3	2			Cris	0	N	1		NAZON Laurie
241	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:10	1	2			H0-H1	1	N	2		NAZON Laurie
242	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:10	1	1				0	N	1		NAZON Laurie
243	Martinet noir	<i>Apus Apus</i>	3551	3551	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:10	1	5				1	N	2.5		NAZON Laurie
244	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:10	1	1			Pas le même endroit	0	N	1		NAZON Laurie
245	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:10	1	5			H0-H1	1	N	2.5		NAZON Laurie
246	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:32	5	4			H0-H1	1	N	2		NAZON Laurie
247	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:32	5	3			H0-H1	1	N	3		NAZON Laurie
248	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:32	5	1				0	N	1		NAZON Laurie
249	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:54	6	2			H0-H1	1	N	2		NAZON Laurie
250	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:54	6	1				1	N	1		NAZON Laurie
251	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	3741	3741	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	07:54	6	1			H1-H0	1	N	1		NAZON Laurie
252	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3424	3424	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	2				1	N	1		NAZON Laurie
253	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	4564	4564	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	1				0	N	1		NAZON Laurie
254	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	3696	3696	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	5				1	N	2.5		NAZON Laurie
255	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3676	3676	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	2			H0-H1	1	N	2		NAZON Laurie
256	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	1				0	N	1		NAZON Laurie
257	Martinet noir	<i>Apus Apus</i>	3551	3551	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	3				1	N	1.5		NAZON Laurie
258	Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	4525	4525	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	20			H0-H1	1	N	10		NAZON Laurie
259	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	1				1	N	1		NAZON Laurie
260	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:27	4	1				1	N	1		NAZON Laurie
261	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	3439	3439	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:56	1	1			H0-H1	1	N	0.5		NAZON Laurie
262	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	4686	4686	Passereau	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:56	1	1			La bouche pleine	0	N	1		NAZON Laurie
263	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2623	2623	Grand rapace	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:56	1	1			Loin au sud	1	N	0.5		NAZON Laurie
264	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2623	2623	Grand rapace	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	08:56	1	1			pattes	1	N	0.5		NAZON Laurie
265	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	2669	2669	Petit rapace	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	09:44	3	1				1	N	0.5		NAZON Laurie
266	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2623	2623	Grand rapace	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	09:44	3	1				2	N	0.5		NAZON Laurie
267	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	2881	2881	Grand rapace	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	10:02	Vers 5	1			H2-H3 / chasse, je le perds quand il monte	2	N			NAZON Laurie
268	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	10:02	Vers 5	3			H0-H1 / posés sur la bute derrière l'éolienne	1	N	1.5		NAZON Laurie
269	Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	4503	4503	Intermédiaire	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	10:25	5	4			H0-H1 / posé dans le champs, s'envole et chasse	1	N			NAZON Laurie
270	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2623	2623	Grand rapace	2018-06-21	Faible	ESE	Nuptial	10:53	Vers 5	1				1	N			NAZON Laurie