



Parc éolien de Cuxac-Cabardès et de Grand-Bois (11)

Suivi environnemental post-implantation 2015 ciblé sur les oiseaux et les chauves-souris

Suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris



SARL EXEN
Mairie, bourg, 12310 Vimenet
Tel : 06 81 82 27 42 / 05 81 63 05 99
Fax : 05 81 63 05 94
www.sarlexen.fr
ybeucher.exen@gmail.com



S.A.R.L. NATECO
28 rue Alexandre Ansaldi
66100 Perpignan
Tel : 04 34 12 00 59
www.sarhnateco.fr/
contact@sarhnateco.fr



ABIES
7, avenue du Général Sarraill.
31290 VILLEFRANCHE-DE-LAURAGAIS
Tel : 05 61 81 69 00
Fax : 05 61 81 68 96
<http://www.abiesbe.com/>
info@abiesbe.com



Espace Nature Environnement (ENE)
Rue Moulin à huile
34210 Félines Minervois

Février 2016

Parc éolien de Cuxac-Cabardès et de Grand-Bois (11)

Suivi environnemental post-implantation 2015 ciblé sur les oiseaux et les chauves-souris

Suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris

- Rédaction : F. Albespy
- Analyse des données, interprétations : F. Albespy, Y. Beucher.
- Organisation, méthodes : F. Albespy.
- Recherches de mortalité sur site :
 - EXEN : Albespy F., Beucher Y., Dechartre J., Guiraud C., Louis M., Mougnot J., Nazon L., Respaud C.
 - NATECO : Pouclet A-G.
 - ABIES : Sauge A., Tirello L., Tonnetot V.
 - ENE : Medard P.

Février 2016

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	3	4.1.3 Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris.....	21
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	5	4.1.4 Typologie des cadavres découverts.....	23
1 OBJET.....	7	➤ Proportion des mortalités estimées par espèce.....	23
2 CONTEXTE.....	8	4.1.5 Relation espèce / éolienne et type de vol / éolienne.....	24
2.1 CONFIGURATION DU PARC ÉOLIEN ET CONTEXTE PAYSAGER.....	8	➤ Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations.....	26
2.2 ANALYSE DE L'ÉTAT INITIAL.....	8	4.1.6 Dispersion des cadavres sous les éoliennes.....	28
2.2.1 Problématique des oiseaux.....	8	4.2 TAUX DE MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS.....	29
2.2.2 Problématique des chauves-souris.....	9	4.2.1 Planning du suivi de la mortalité et évolution du type de végétation en 2015.....	29
3 METHODOLOGIE.....	13	4.2.2 Les formules utilisées.....	30
3.1 SUIVI DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS (ET DES OISEAUX).....	13	➤ Winkelmann (LPO 2005).....	30
3.1.1 Choix d'une méthode standardisée.....	13	➤ Erickson (2000).....	30
3.1.2 Choix des périodes de suivis et fréquence des visites.....	13	➤ Jones (2009).....	30
3.1.3 Choix des éoliennes suivies.....	15	➤ Huso (2010).....	31
3.1.4 Organisation des parcours de prospection.....	15	4.2.3 Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules).....	32
3.1.5 Recueil des données et destination des cadavres.....	17	➤ Taux de détection.....	32
3.1.6 Détermination des coefficients correcteurs.....	17	➤ Taux de persistance.....	32
➤ Organisation générale.....	17	❖ Paramètre p (formules de Winkelmann + Erickson adaptée).....	33
➤ Test de l'efficacité du chercheur (ou « test de détection »).....	18	❖ Paramètre Tm (formules de Erickson + Jones + Huso).....	33
➤ Tests de disparition (ou « test de persistance »).....	18	➤ Coefficient de correction surfacique.....	33
➤ Calculs.....	19	4.2.4 Présentation des 2 méthodes de calcul.....	34
4 BILAN DE LA MORTALITÉ DES CHAUVES-SOURIS.....	20	4.2.5 Calculs de mortalité avec la première méthode de calcul (non prise en compte de l'évolution de végétation).....	35
4.1 TYPOLOGIE DES MORTALITÉS.....	20	4.2.6 Calcul de mortalité avec la seconde méthode (prise en compte de l'évolution de la végétation).....	36
4.1.1 Bilan des mortalités par éoliennes.....	20	4.2.7 Analyses et comparaisons avec d'autres parcs éoliens.....	37
4.1.2 Répartition des mortalités de chauves-souris en fonction des ouvertures de boîsements.....	20	5 BILAN DE LA MORTALITÉ DES OISEAUX.....	40
		5.1 TYPOLOGIE DES MORTALITÉS.....	40

5.1.1	Bilan des mortalités par éoliennes	40	ANNEXES	57
5.1.2	Chronologies constatées et corrigées des mortalités d'oiseaux.....	40	6.1 ANNEXE 1 : FICHE DE RELEVÉ DE TERRAIN	58
5.1.3	Typologie des cadavres découverts	42	6.2 ANNEXE 2 : DONNÉES BRUTES DE MORTALITÉS DÉCOUVERTES	60
>	Proportion des mortalités estimées par espèces.....	42	6.2.1 Suivi 2015.....	60
5.1.4	Relation espèce / éolienne	43		
>	Chronologie des mortalités, phénoménologies des espèces et tentatives d'interprétations.....	44		
5.1.5	Dispersion des cadavres sous les éoliennes	46		
5.2	TAUX DE MORTALITÉ DES OISEAUX	47		
5.2.1	Planning du suivi de la mortalité et évolution du type de végétation en 2015	47		
5.2.2	Les formules utilisées	48		
5.2.3	Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules).....	48		
>	Taux de détection.....	48		
>	Taux de persistance.....	48		
❖	Paramètre p (formules de Winkelman + Erickson adaptée)	49		
❖	Paramètre Tm (formules de Erickson + Jones + Huso).....	49		
>	Coefficient de correction surfacique	49		
5.2.4	Présentation des 2 méthodes de calcul.....	50		
5.2.5	Calculs de mortalité avec la première méthode de calcul (non prise en compte de l'évolution de végétation). 51			
5.2.6	Calcul de mortalité avec la seconde méthode (prise en compte de l'évolution de la végétation)	52		
5.2.7	Analyses et comparaisons avec d'autres parcs éoliens.....	53		
6	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	54		
>	Suivi de mortalité des chiroptères	54		
>	Suivi de mortalité des oiseaux.....	54		
>	Mesures et perspectives.....	54		
	BIBLIOGRAPHIE.....	56		

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Carte de localisation du parc éolien sur une large échelle sur fond de photo aérienne	10
Figure 2 : Carte de localisation du parc éolien sur une large échelle sur fond de carte IGN.....	11
Figure 3 : Cliché de l'éolienne C1	12
Figure 4 : Cliché des éoliennes C6 (premier plan) et C5 (second plan).....	12
Figure 5 : Cliché de l'éolienne G4.....	12
Figure 6 : Cliché de l'éolienne G2 (dans quelques centimètres de neige le 16 mars 2015).....	12
Figure 8 : Schéma représentatif du transect de prospection théorique.....	15
Figure 10 : Carte de l'orientation des carrés et de la surface prospectée lors du suivi sous les éoliennes 16	
Figure 11 : Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves-souris	17
Figure 12 : Clichés d'un échantillon de « cadavres tests » (sur un autre site).....	18
Figure 13 : Clichés témoignant de la difficulté de perception des cadavres dispersés	18
Figure 14 : Bilan des mortalités de chauves-souris constatées en 2015 et répartition par éoliennes	20
Figure 15 : Bilan 2015 des mortalités de chauves-souris selon la typologie des structures arborées autour des éoliennes	20
Figure 16 : Cliché d'exemple d'enfouissement d'une Pipistrelle de Kuhl (Pipistrellus kuhlii) par un couple de Nécrophore chasseur (Thanatophilus sinuatus), sous un autre parc	21
Figure 17 : Chronologie des mortalités de chauves-souris (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éolienne en 2015	22
Figure 18 : Chronologie des mortalités de chauves-souris estimées (corrigées) par mois en 2015.....	23
Figure 19 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes	23
Figure 20 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (effectifs constatés) en 2015	24
Figure 21 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2015.....	24
Figure 22 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2015 en fonction du type de vol	25

Figure 23 : Répartition des mortalités de chauves-souris par espèce (effectifs constatés) en 2015.....	26
Figure 24 : Cliché de la Noctule de Leisler découverte le 7 juillet 2015 sous l'éolienne G4.....	27
Figure 25 : Graphique de répartition des cadavres de 2015 par classes de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne.....	28
Figure 26 : Tableau récapitulatif des proportions (%) de chaque type de végétation et de la mortalité constatée pour chaque visite (en fin de tableau= moyenne des proportions de chaque type de végétation pour les 2 périodes identifiées).....	29
Figure 27 : Tableau des résultats des tests de découverte et calcul du coefficient de détection d.....	32
Figure 28 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance.....	32
Figure 29 : Tableau des surfaces prospectées par éoliennes (en moyenne en 2015).....	34
Figure 30 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul.....	35
Figure 31 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2015 (première méthode de calculs, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)	36
Figure 32 : Paramètres pour le calcul des équations selon la deuxième méthode de calcul.....	36
Figure 33 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2015 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres)	36
Figure 34 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour différents suivis des parcs éoliens réferencés en France (mise à jour du tableau de l'ALEPE)	39
Figure 35 : Taux de mortalité de chiroptères calculés pour des parcs éoliens en Europe (Source ALEPE) 39	
Figure 36 : Bilan des mortalités des oiseaux constatées en 2015 et répartition par éolienne	40
Figure 37 : Chronologie des mortalités des oiseaux (mortalités constatées et estimées (corrigées)) par éoliennes en 2015.....	41
Figure 38 : Chronologie des mortalités d'oiseaux estimées (corrigées) par mois en 2015	42
Figure 39 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes	42
Figure 40 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2015	43
Figure 41 : Histogramme de la répartition des espèces impactées par éolienne en 2015	43
Figure 42 : Répartition des mortalités d'oiseaux par espèce (effectifs constatés) en 2015	44

Figure 43 : Représentation schématique du phénomène de concentration altimétrique des passages migratoires nocturnes (MEEDDM 2010)	45
Figure 44 : Cliché du martinet noir (Apus apus) découvert le 25 juillet 2015 sous G6.....	45
Figure 45 : Cliché du Rougequeue noir (Phoenicurus ochruros) découvert le 22 octobre 2015 sous C4.....	46
Figure 46 : Graphique de répartition des cadavres de 2015 par classes de distances vis-à-vis du mât de l'éolienne	46
Figure 47 : Tableau récapitulatif des proportions (%) de chaque type de végétation et de la mortalité constatée pour chaque visite (en fin de tableau= moyenne des proportions de chaque type de végétation pour les 2 périodes identifiées).....	47
Figure 48 : Tableau des résultats des tests de découverte et calcul du coefficient de détection d.....	48
Figure 49 : Tableau des résultats des tests de persistance ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance.....	48
Figure 50 : Tableau des surfaces prospectées par éoliennes (en moyenne en 2015)	50
Figure 51 : Paramètres de calcul des équations selon la première méthode de calcul.....	51
Figure 52 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2015 (première méthode de calcul, avec coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres).....	51
Figure 53 : Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2015 (première méthode de calcul, avec coefficient surfacique plus rationnel $\alpha = 1,95$)	51
Figure 54 : Paramètres pour le calcul des équations selon la deuxième méthode de calcul	52
Figure 55 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2015 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (coefficient surfacique pondéré par la dispersion des cadavres).....	52
Figure 56 : Résultats des calculs du taux de mortalité 2015 des chauves-souris par la seconde méthode de calcul (avec coefficient surfacique plus rationnel : $\alpha = 1,95$).....	52

1 OBJET

La société RES exploite les parcs éoliens de Cuxac-Cabardès (6 machines) et celui de Grand-Bois (6 machines), très proches l'un de l'autre, situés sur la Montagne noire, dans le nord du département de l'Aude (11), sur les communes de Cuxac-Cabardès, de Caudebronde et de Lacombe. Les projets ont obtenu respectivement un permis de construire pour l'implantation de 6 éoliennes pour le parc éolien de Cuxac-Cabardès en 2006 et de 6 éoliennes pour le parc éolien de Grand-Bois en 2014.

Pour apprécier objectivement les niveaux d'atteintes du parc éolien sur la biodiversité, RES a souhaité missionner des écologues pour organiser un suivi naturaliste ciblé sur les oiseaux et les chauves-souris, sur une période d'une année.

Ce suivi d'impacts in situ cible tout particulièrement les oiseaux et les chauves-souris, les deux 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 tant sur les oiseaux que sur les chauves-souris.

La réglementation ICPE mise en place depuis 2011 impose ce dernier type de suivi de la mortalité, mais à raison d'une année obligatoire durant les 3 premières suivant l'implantation des éoliennes, ainsi que tous les 10 ans suivants.

Pour ce type de suivi, RES a alors missionné en 2015, 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 la mortalité au pied des éoliennes, en collaboration avec les bureaux d'étude ABIES, ENE et NATECO.

La synthèse des résultats du suivi doit permettre d'aboutir à une évaluation objective des impacts du parc éolien sur cette faune volante.

Le présent document fait le bilan des résultats du suivi de la mortalité sous les éoliennes pour l'année 2015. Les différentes études bibliographiques ainsi que l'expérience des quatre bureaux d'études soulignent la complexité des rapports entre les chauves-souris, les oiseaux et les éoliennes.

Sur une plus large échelle, le paysage forestier s'ouvre ci et là au niveau des quelques petits hameaux les plus proches (Le Capxain, La Canade, Sié...). Ces derniers sont situés à au moins 550 à 650m au sud et sud-ouest des parcs éoliens.

2 CONTEXTE

2.1 Configuration du parc éolien et contexte paysager

Les parcs éoliens sont composés de deux fois 6 éoliennes, et se situent à cheval sur les communes de Cuxac-Cabardès, Caudebronde et Lacombe, dans la partie centre Nord du département de l'Aude (11), à environ 20 km au Nord-Nord-Ouest de Carcassonne.

Il est plus précisément implanté sur le versant Sud de la Montagne noire, sous influence plutôt méditerranéenne.

Le parc éolien est positionné en ligne sur deux secteurs proches (1 km d'écart) dans un axe globalement orienté sud-ouest vers nord-est, entre 780 et 805 m d'altitude.

On distingue 2 groupes d'éoliennes qui se répartissent sur ces deux secteurs ; le groupe situé à l'Ouest est composé de 4 éoliennes orientées dans un axe sud-ouest / nord-est. Plus à l'Est, les 8 autres éoliennes sont positionnées dans le même axe, et en deux lignes d'éoliennes. La première ligne est composée de 5 éoliennes et la ligne la plus à l'est de 3 éoliennes. Les distances inter-éoliennes sont de l'ordre de 150 à 300 m au sein de chaque groupe d'éoliennes. Les deux groupes d'éoliennes sont espacés de plus d'un kilomètre (1300m).

Sur la carte de la page suivante, on note que l'ensemble du parc est situé en contexte forestier. Le massif est en effet marqué par une exploitation sylvicole. La ligne d'éoliennes la plus à l'ouest (4 éoliennes) est située dans un contexte de peuplement mixte de feuillus et de résineux alors que le groupe d'éoliennes est (8 éoliennes) est situé dans un contexte de peuplement résineux.

Le contexte paysager varie légèrement d'une éolienne à une autre. La carte de la page suivante témoigne du contexte très forestier de l'ensemble du site. Mais même dans l'entourage d'éoliennes situées franchement en contexte forestier, l'ouverture des milieux relative aux aménagements éoliens (taille et orientation des plateformes de levage, positionnement par rapport au chemin d'accès...) diffère sensiblement d'une éolienne à une autre. Ainsi la distance entre les éoliennes et leurs rotors vis-à-vis des lisières environnantes varie donc également selon cette configuration paysagère. Cette distance est aussi tributaire de l'exploitation sylvicole dans l'entourage proche des éoliennes. Ainsi les éoliennes C5 et C6 par exemple sont situées proche de lisières de boisement de résineux sur une partie et beaucoup plus éloignées de ces lisières en direction des secteurs coupés. On retiendra que l'ensemble des éoliennes est situé à moins de 30 m des lisières les plus proches. Les rotors de ces éoliennes survolent donc en partie la canopée. Ces précisions sont importantes à apporter car l'expérience montre que cette diversité de milieux environnants peut jouer considérablement sur les risques de mortalité, notamment pour les chauves-souris de lisières. Au niveau de la page 12, quelques clichés sont proposés pour permettre de se faire une idée de ces différentes typologies de milieux dans l'entourage des éoliennes.

2.2 Analyse de l'état initial

2.2.1 Problématique des oiseaux

En ce qui concerne les oiseaux, les principaux enjeux convergent entre les différentes ZNIEFF vers des rapaces arboricoles et forestiers tels que le Circaète Jean le Blanc, l'Aigle des Palombes, ou l'Aigle botté. Plusieurs mentions du Grand-duc d'Europe sont également à souligner.

L'étude d'impact menée en 2004 par les Ecologistes de L'Euzière sur le site de Grand-Bois témoigne d'enjeux faibles localement, dans un contexte largement enrésiné peu favorable au cantonnement de ce type d'espèces. Les rapaces détectés en période nuptiale sont en effet plus communs (Buse variable, Faucon crécerelle, Bondrée apivore).

En ce qui concerne le phénomène migratoire, les données fournies par le site internet de la DREAL ne témoignent pas de l'existence d'une voie de passages concentrée ou diffuse dans le secteur. D'après le rapport d'étude d'impact du projet de Grand-Bois, la perception des enjeux et donc des risques d'impacts est également faible à modérée à ce niveau. C'est notamment le cas à l'automne ou les flux sont très faibles et concernent surtout des passereaux. Au printemps, le niveau de flux migratoire reste faible, mais le secteur est de l'aire d'étude initiale est identifié comme zone de prise d'ascendance thermique pour les quelques rapaces et grands voiliers qui transitent dans le secteur (et notamment des bondrées apivores).

En ce qui concerne l'avifaune nicheuse, de manière générale, les impacts touchent surtout les espèces évoluant assez haut, ce risque dépend de la proximité des éoliennes avec les principales zones d'activité des espèces en question, qu'il s'agisse de la proximité des zones de reproduction, des voies de transits, zones de prises d'ascendances thermiques ou zones d'alimentation... L'attention est alors plutôt ciblée ici vers les espèces de rapaces locaux (Circaète Jean le Blanc, Aigle botté, Autour des Palombes, Buse, Faucon crécerelle, ...), ou cantonnées plus loin mais à grande territoire vital (Aigle royal, Aigle de Bonelli, Grand-duc d'Europe...) ou d'hirondelles et martinets parmi les passereaux, espèces potentiellement plus sensibles localement à ce type de risques (utilisatrices d'ascendances un peu comme les grands voiliers). En ce qui concerne les rapaces, l'attention devra notamment être portée sur les périodes nuptiales, périodes essentielles dans le cycle biologique des oiseaux ou les risques peuvent notamment être plus importants lors de vas et viens des adultes élevant leurs petits, et au moment de l'émancipation des

jeunes encore peu agiles et peu méfiants des obstacles que peuvent représenter des pales d'éoliennes dans leur entourage.

A propos des migrants, les principaux risques de mortalité (collision, barotrauma...) interviennent si le champ de rotation des pales d'éoliennes correspond avec une microvoie de passage ou bien selon certaines conditions particulières (mauvaise visibilité, vent fort latéral...). Le cortège d'espèces sensibles est assez large et concerne principalement les espèces les moins farouches à l'approche d'éoliennes, et notamment les rapaces, grands voiliers ou encore les hirondelles et martinets en recherche d'ascendances thermiques, mais aussi les passereaux en phase de survol de canopée ou bien en migration active nocturne, ou encore les laridés très peu sensibles à l'effet barrière. D'après notre perception des sites, l'attention devra surtout porter sur les rapaces et grands voiliers potentiellement utilisateurs d'ascendances thermiques dans l'entourage des machines, et les passereaux dans certaines conditions favorisant les vols hauts (vent arrière) ou bien en phase de survol de canopée. L'attention portera également sur les risques de collision de migrants nocturnes lors d'une phase de franchissement de relief. Les migrants nocturnes volent en effet généralement bien plus haut que la taille d'éoliennes. Mais dans le cas de parcs éoliens situés sur des lignes de reliefs comme ça peut être le cas ici, il peut y avoir une augmentation du risque lié à une concentration altimétrique des passages. C'est en effet assez courant de trouver notamment des petites espèces de passereaux migrants nocturnes notamment à l'automne sous les éoliennes notamment au niveau des parcs éoliens de la Montagne noire.

2.2.2. Problématique des chauves-souris

En ce qui concerne les chiroptères, la perception d'enjeu converge entre les différents zonages d'intérêt écologique. On retrouve la mention récurrente de plusieurs espèces à fort enjeu patrimonial telles que la Barbastelle d'Europe, le Grand rhinolophe, ou le Minoptère de Schreibers. Plusieurs mentions de Petit rhinolophe, Murin à oreilles échancrées, Noctule de Leisler, ou Vespère de Savi sont aussi relevées.

En ce qui concerne le rapport d'étude d'impact menée sur le site de Grand-Bois, les enjeux ont été qualifiés de relativement faibles, liés aux faibles intérêts que représentent des milieux enrésinés tant en termes de gîtes arboricoles qu'en termes de biomasse d'insectes-proies. Un cortège restreint de 8 espèces fut mis en évidence, cortège largement dominé par la Pipistrelle commune, espèce de lisières caractéristique qui utilise les chemins forestiers comme voie de transit et de chasse (transit actif). Parmi les autres espèces, on notera la mention de la Barbastelle d'Europe comme espèce patrimoniale. Mais ce seront plutôt la Pipistrelle de Kuhl, le Vespère de Savi et la Pipistrelle de Nathusius qui retiendront notre attention pour leur niveau de sensibilité bien plus élevé en termes de risques de collisions avec les pales d'éoliennes. La Pipistrelle de Kuhl et le Vespère de Savi sont des espèces thermophiles qui risquent de fréquenter le site plutôt en période estivale. La Pipistrelle de Nathusius est clairement présente au mois de juillet au niveau de l'état initial, probablement en phase de début de transit migratoire d'après l'auteur.

En ce qui concerne les chauves-souris résidentes, les risques de mortalités devront être d'abord analysés concernant les espèces de lisières et notamment les pipistrelles probablement les plus exposées dans ce type de contexte de boisements de résineux. C'est notamment surtout en période de fin de printemps, été et début d'automne que l'attention devra être portée pour prendre en compte le fait que les nuits sont souvent froides en dehors de ces périodes en montagne. Cette plage de suivi centrée sur les températures douces permettra notamment de cibler également les risques de collision qui peuvent être liés à une fréquentation plus ponctuelle d'espèces résidentes mais à plus grand territoire vital telles que le Vespère de Savi, voire le Minoptère de Schreibers, le Molosse de Cestoni ou certaines noctules (Noctule de Leisler probablement, mais aussi éventuellement la Grande noctule ou la Noctule commune).

En ce qui concerne les migrations de chauves-souris, la Pipistrelle de Nathusius mise en évidence par l'étude d'impact justifie aussi une attention particulière sur une activité apparemment principalement centrée sur le mois de juillet. Nous pensons que dans ce secteur, d'autres enjeux sont à prévoir en période migratoire et notamment à l'automne. Ce type de phénomène migratoire est en effet souvent difficile à détecter en phase d'étude d'impact et notamment en 2004 alors que les données ne provenaient pas de suivis en continu et en altitude. Pour information, les principaux enjeux révélés par le suivi de la mortalité interannuel mené sur le parc éolien d'Arfons situé plus à l'ouest concernent surtout des espèces migratrices et de hauts vols mis en évidence en période automnale (Grande noctule, Sérotine bicolor, Minoptère de Schreibers, Pipistrelle de Nathusius, Noctule de Leisler...).

Figure 1 : Carte de localisation du parc éolien sur une large échelle sur fond de photo aérienne



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

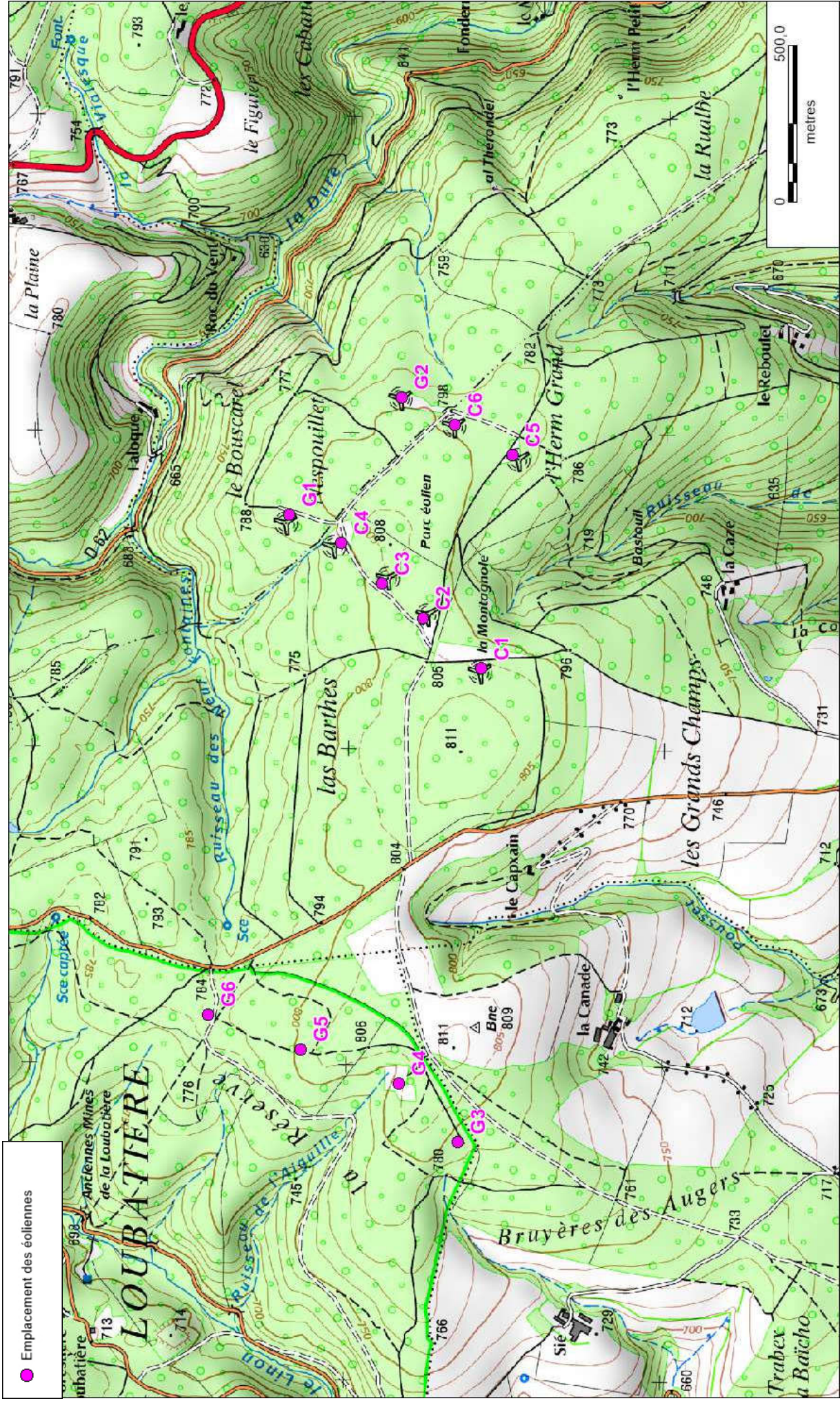


Figure 3 : Cliché de l'éolienne C1



Figure 5 : Cliché de l'éolienne G4

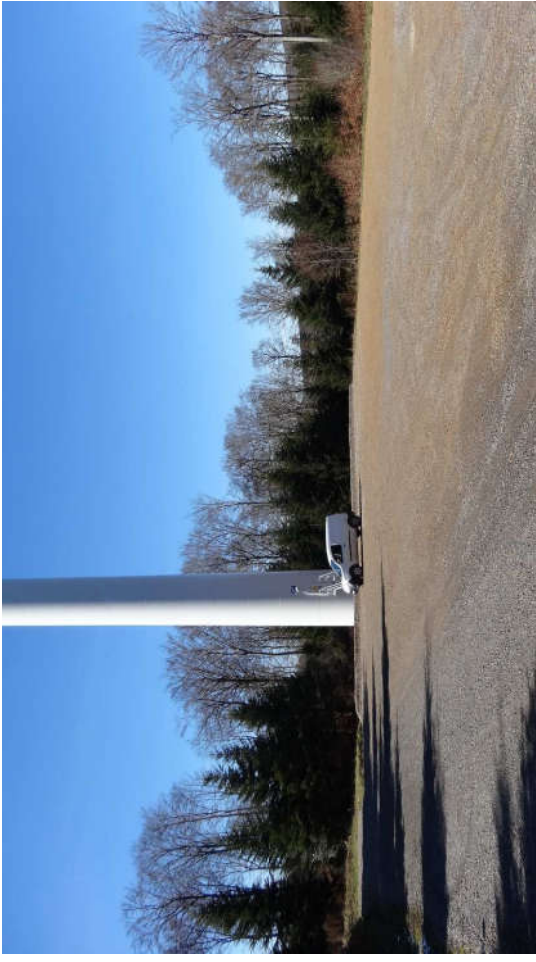


Figure 4 : Cliché des éoliennes C6 (premier plan) et C5 (second plan)



Figure 6 : Cliché de l'éolienne G2 (dans quelques centimètres de neige le 16 mars 2015)



3 METHODOLOGIE

En comparaison avec d'autres suivis thématiques, 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 la mortalité des chauves-souris prend de fait en compte le suivi de la mortalité des oiseaux puisque ceux-ci sont généralement plus facile à détecter (plus grosse taille) et que les méthodes de recherche restent les mêmes.

3.1 Suivi de la mortalité des chauves-souris (et des oiseaux)

3.1.1 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 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. A 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 des parcs de Cuxac-Cabardès et de Grand-Bois (choix des périodes de suivi, choix des cadavres test, délimitation des transects de recherche...).

Globalement, la méthode consiste en la recherche d'animaux morts (oiseaux et chauves-souris) 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.

3.1.2 Choix des périodes de suivis et fréquence des visites

Le choix des périodes de suivi se fait généralement en fonction des thèmes d'étude à cibler prioritairement et en fonction des résultats de l'étude d'impact, des préconisations administratives et globalement des sensibilités des espèces et des comportements, qu'elles soient supposées ou mal maîtrisées initialement.

De façon générale, [...] le suivi doit idéalement être basé sur un nombre représentatif de visites, et sur un intervalle de temps réduit entre chaque visite afin de limiter les biais liés à la disparition progressive des cadavres. L'intervalle de temps entre chaque visite doit idéalement être proportionnée à la vitesse de disparition des cadavres, qui doit idéalement être évalué préalablement sur chaque site car elle lui est spécifique et varie selon les saisons et le type de cadavres. [...] (MEEDDM, 2010). Autrement dit, plus le délai entre chaque visite est important et moins l'estimation du taux de mortalité est fiable et précise.

Dans notre cas précis, le calendrier de la page suivante rappelle sur un calendrier annuel, les principales périodes sur lesquelles il nous semble judicieux de cibler tout particulièrement les suivis tant pour les chauves-souris que pour les oiseaux.

Deux principales périodes sont relevées en foncé dans la dernière ligne du calendrier :

- Une période de fin d'hiver et début de printemps (mars – avril) pour laquelle s'expriment à la fois les problématiques
 - de pics des passages migratoires des rapaces, grands voiliers et passereaux migrateurs diurnes et nocturnes
 - le début de la période de reproduction des éventuels rapaces nicheurs avec parades nuptiales, et vas et viens pour construction de nids...
 - de sortie d'hibernation des chauves-souris et notamment celle ponctuelle mais potentiellement sensible du Minitoptère de Schreibers,
- une longue période continue à la fois estivale et de début d'automne (juin à novembre) pour laquelle se concentrent presque l'ensemble des autres problématiques potentielles à cibler dans ce contexte, à savoir :

- la période de mise-bas puis la dispersion des jeunes chauves-souris résidentes depuis les nurseries,
- la fin de la période de reproduction des rapaces avec la phase de nourrissage des jeunes (vas et viens des adultes), puis l'émancipation des jeunes peu agiles.
- l'ensemble de la période migratoire post-nuptiale des oiseaux, non seulement pour les rapaces et grands voiliers, mais aussi pour les passereaux dont les migrateurs nocturnes
- la principale phase de risque vis-à-vis des chauves-souris de lisières (groupe des pipistrelles, selon la configuration du parc éolien vis-à-vis des corridors de lisières et chemins forestiers environnant) dont l'activité devrait être accrue à cette période où les nuits sont les moins froides en moyenne montagne et qui pourrait même être ponctuellement importante à la faveur d'essaimage d'insectes.

- o les périodes de swarming puis de transits migratoires pour les chiroptères, et donc la principale période de risque vis-à-vis des espèces patrimoniales à haut vol (noctules, pipistrelle de Nathusius, Vespère de Savi, Molosse...).
- Enfin, nous retenons également la période de fin mai comme un moment plus spécifiquement ciblé sur les passages migratoires de rapaces tardifs tels que les bondrées apivores.

Enfin, au vu de la diversité des sensibilités prévisibles, de la longue plage d'activité que cela représente sur l'année et de la difficulté à les hiérarchiser les unes par rapport aux autres (en l'absence notamment de données d'étude d'impact pour l'un des deux parcs éoliens), nous choisissons de privilégier un suivi de la mortalité multithématique, avec une pression de suivi ciblée sur certaines

sensibilités par une approche plus fine. Ainsi, aux périodes de plus fortes sensibilités potentielles (migrations et période estivale-automne), la pression de suivi sera basée sur 2 visites par semaine. Le reste du temps, nous nous limiterons à une visite par semaine. Les tests de coefficients correcteurs seront réalisés au moment des suivis à 2 visites par semaine, pour pouvoir extrapoler objectivement par la suite les éventuelles mortalités constatées lors de suivis à 1 visite par semaine. Finalement, le suivi de la mortalité est basé sur un échantillon de 45 visites entre mars et la fin novembre, soit 28 semaines suivies, dont 17 sur la base de 2 visites par semaines. Ce seront les deux périodes de suivi continu qui serviront de base à l'estimation du taux de mortalité.

Figure 7 : Calendrier de ciblage des périodes de suivi les plus judicieuses dans le contexte local

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Chauves-souris	Activité "classique" des chauves souris dont période automnale potentiellement à risque pour les migrants d'automne											
	Périodes potentiellement à risque pour le Minioptère de Schreïbers (sorties ou entrées en gîte hivernal, envol des jeunes), et période automnale potentiellement à risque pour les migrants d'automne											
Oiseaux	Hivernants											
	Migrations printanières et nicheurs précoces											
	Périodes à risque sur ce site (début de phase nuptiale des rapaces, émancipation des jeunes), migrations de rapaces au printemps, migrations pré-nuptiales pour les passereaux											
Périodes foncées les plus pertinentes pour le suivi de la mortalité												
Nombre de visites ciblées sur le suivi de la mortalité oiseaux et chauves souris (pour les 2 parcs suivis en parallèle)												
Réalisation des tests pour calcul des coefficients correcteurs du taux de mortalité (2 demi-jours en binôme)												
Janvier												
Février												
Mars												
Avril												
Mai												
Juin												
Juillet												
Août												
Sept.												
Oct.												
Nov.												
Dec.												

3.1.3 Choix des éoliennes suivies

Par expérience, 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 (présence de boisement, milieux défavorables à la recherche...).

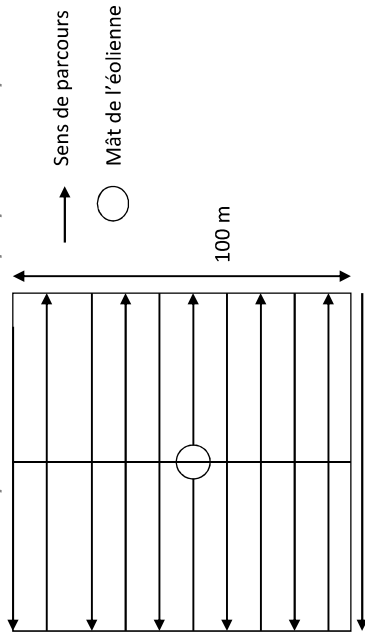
3.1.4 Organisation des parcours de prospection

Le parcours de prospection (transect) sous chaque éolienne a été préétabli afin d'avoir une pression de prospection égale pour chaque zone de prospection (en temps et en linéaire parcouru), et pour pouvoir faire des comparaisons pertinentes au sein du parc éolien.

La surface de recherche est de forme carrée. Les études de Kerns, Erickson et Arnett (2005) montrent que près de 80 % des carcasses pouvaient être trouvées à l'intérieur de la moitié de la distance mesurée du bout de pale jusqu'au sol. De façon plus générale, les différents suivis de la mortalité montrent logiquement l'existence d'un gradient croissant de la densité des cadavres en s'approchant du mât de l'éolienne. La surface prospectée idéale fut de 10000 m² (un hectare), représentée par un carré de 100 m de côtés, 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).

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

Figure 8 : Schéma représentatif du transect de prospection théorique



Pour les éoliennes proches des lisières, les parties de carrés localisées sous couvert de boisements ne sont pas prospectées puisqu'on ne pourra pas exclure que certains cadavres soient restés bloqués au niveau de la canopée dans leur chute. La surface non prospectée sera alors évaluée pour prendre en compte ce biais au niveau des calculs du taux de mortalité (coefficient surfacique). La Figure 10 de la page suivante propose de visualiser les surfaces prospectées.

Au moment des phases de prospection, plusieurs techniques sont utilisées à tour de rôle pour permettre une recherche méthodique. Lorsque nous disposons du GPS de terrain, la carte, le GPS et les repères de terrain permettent de se positionner constamment au sein du carré préenregistré, de visualiser le transect en cours, et orienter la suite du parcours en fonction. Lorsque nous ne disposons pas de GPS, nous utilisons deux piquets métalliques que nous déplaçons régulièrement en bout de chaque ligne de parcours (d'une distance de 6 à 20m par rapport à la ligne précédente), permettant de donner l'axe à suivre pour la nouvelle ligne. Cette méthode est apparue plus efficace que le GPS de façon générale, et notamment dans les secteurs proches des zones boisées. 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 moins avoir recours à la méthode des piquets.

Figure 9 : Clichés explicatifs de l'organisation du transect par la méthode des piquets (sur un autre parc éolien)

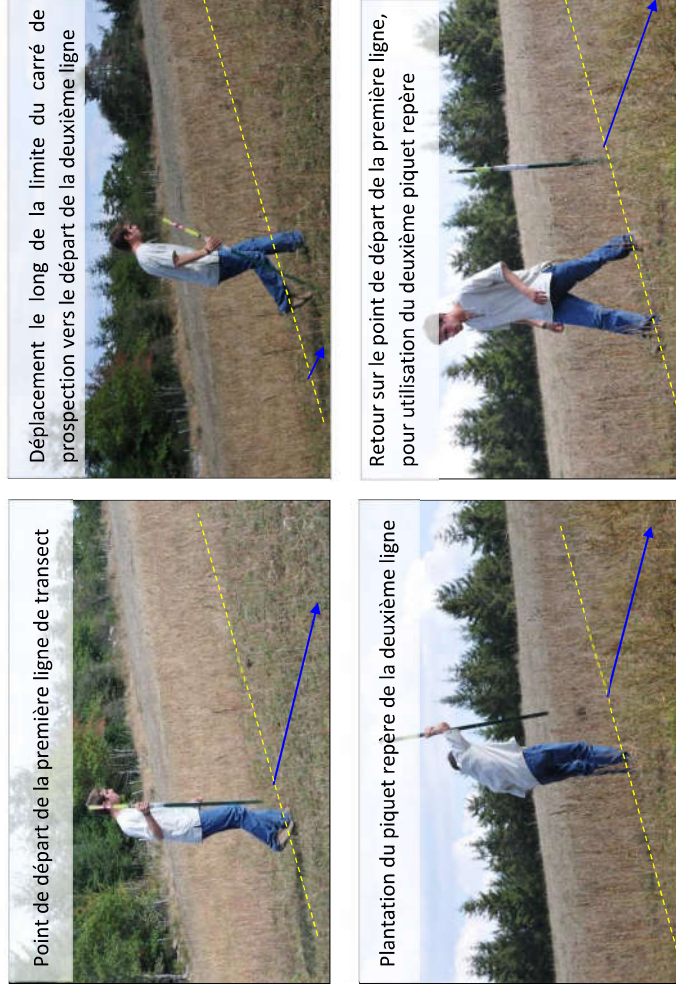
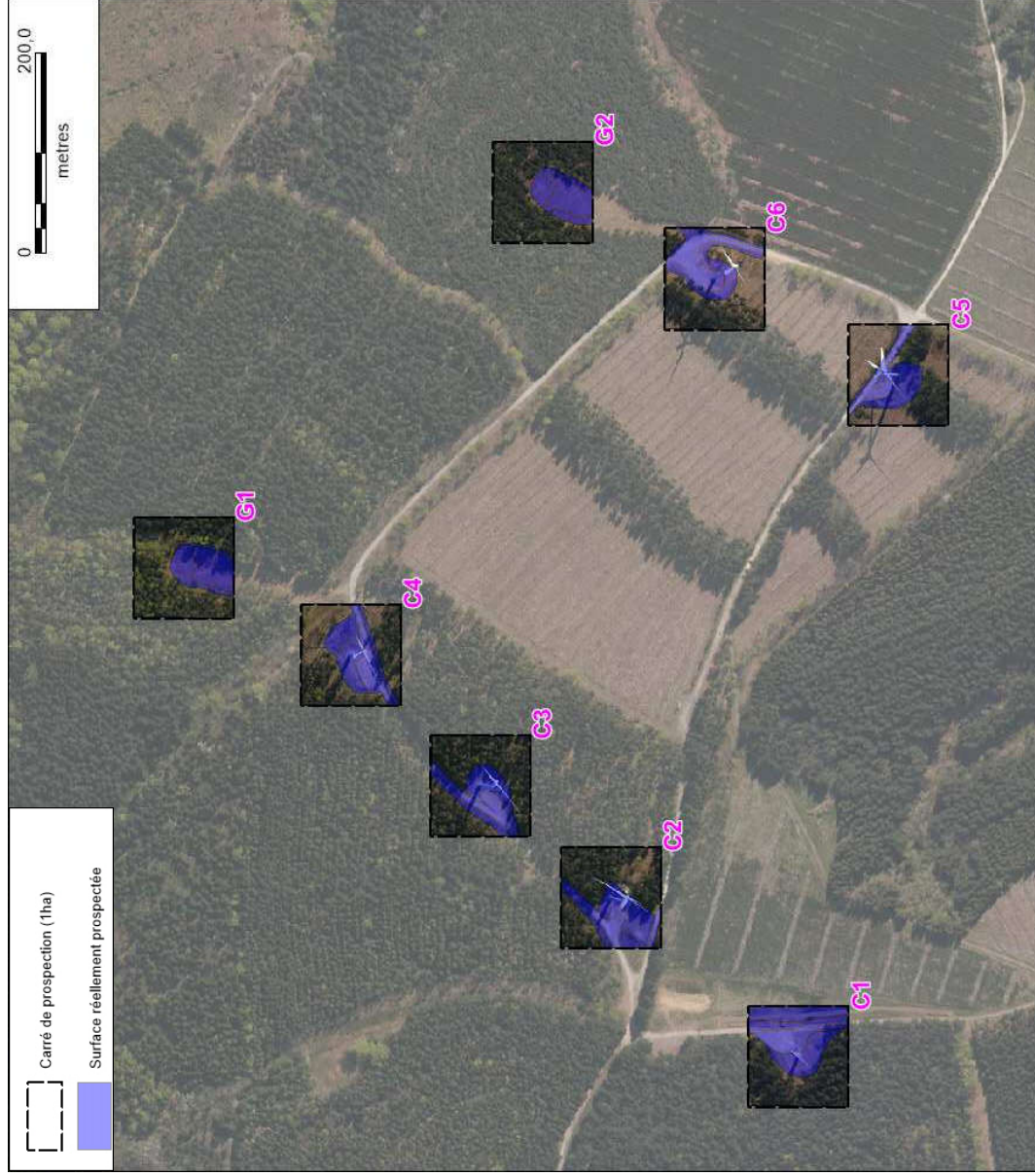


Figure 10 : Carte de l'orientation des carrés et de la surface prospectée lors du suivi sous les éoliennes



3.1.5 Recueil des données et destination des cadavres

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

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

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

Il est alors généralement prélevé pour procéder aux analyses à postériori.

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), Clef de détermination illustrée des chauves-souris d'Europe (DIETZ C. & HELVERSEN O. 2004), Cahier technique d'identification des chiroptères (MARMET J. 2014...).

La fiche type de saisie de données de terrain est présentée en Annexe 1 de la page 58.

Figure 11 : Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves-souris



3.1.6 Détermination des coefficients correcteurs

➤ Organisation générale

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

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

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

Deux sessions de détermination de ces coefficients correcteurs ont été réalisées durant la campagne de suivi (30 mars et 14 septembre 2015).

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

Dans la pratique, un échantillon de cadavres d'oiseaux (gibier d'élevage) a été dispersé lors d'une journée de recherche de cadavres sous les éoliennes. Ces cadavres sont de 2 tailles différentes (moyens, petits) 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. Pour favoriser un échantillon important de cadavres de petite taille, les têtes de perdrix (ou des poussins) sont coupées et utilisées à la place de petits oiseaux et de chauves-souris. 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 les lançant (pour essayer de représenter au mieux les conditions d'une chute post-collision). Les limites de la zone test correspondent aux carrés de prospection. Les cadavres sont dispersés de manière aléatoire dans les limites du carré, y compris sur des zones de pierriers ou de buissons. Le disperseur enregistre alors sur GPS et sur carte de terrain les positions de chaque cadavre en précisant le code affecté au cadavre (« M1 », pour premier cadavre de taille moyenne, « P2 » pour deuxième cadavre de petite taille (tête de perdrix ou poussins ici)...) .

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 le GPS ou 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 pendant que le chercheur fixe un morceau de ficelle de couleur au cadavre. En fin de session, les résultats permettent d'apprécier l'efficacité du chercheur, caractérisée par le 'taux de détection' (Nb de cadavres découverts / nb de cadavres déposés).



Figure 12 : Clichés d'un échantillon de « cadavres tests » (sur un autre site)



Figure 13 : Clichés témoignant de la difficulté de perception des cadavres dispersés



➤ **Tests de disparition (ou « test de persistance »)**

Pour apprécier la vitesse de disparition des cadavres, il suffit de revenir sur chaque parcelle après un délai variable, le parcours de façon méthodique (comme lors du test de découverte) et de s'aider du GPS et/ou des piquets repères, de la carte de terrain et des marquages à la ficelle pour remarquer la disparition ou le déplacement des cadavres par rapport aux points préenregistrés. En effectuant ce travail à plusieurs reprises, on peut alors apprécier l'action des nécrophages par unité de temps. Dans notre cas précis, une visite le lendemain de la dispersion des cadavres est effectuée. 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 (cas possible lors du premier test du 30 mars), les cadavres ont été dispersés sous toutes les éoliennes du parc lors du second test (14 septembre).

➤ 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 4.2.2 page 30). 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. Ainsi, au niveau de la fiche de relevés de terrain (annexe 1 de la page 58), la localisation des différents types de végétation est pré remplie. 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.

4 BILAN DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS

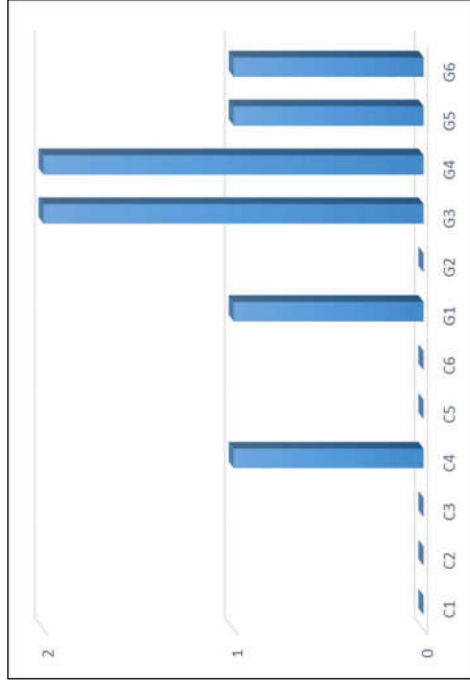
4.1 Typologie des mortalités

4.1.1 Bilan des mortalités par éoliennes

8 chauves-souris furent retrouvées sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi menée entre le 6 mars et le 3 novembre 2015 (période tronquée en avril et en mai). Pour 45 visites de recherches réalisées au cours de cette période de 6 mois, cela représente une moyenne de 1,33 chauves-souris découvertes par mois pour l'ensemble des 2 parcs éoliens (soit 12 éoliennes).

Figure 14 : Bilan des mortalités de chauves-souris constatées en 2015 et répartition par éoliennes

Eolienne	Nombre de cas de mortalité
C4	1
G1	1
G3	2
G4	2
G5	1
G6	1



On note que 6 des 12 éoliennes ont été à l'origine de mortalités avérées en 2015. Deux éoliennes ont été à l'origine de 2 mortalités constatées (les éoliennes G3 et G4). Quatre autres à l'origine d'une mortalité (C4, G1, G5 et G6). Finalement, ces mortalités sont découvertes **principalement au niveau de la ligne ouest**.

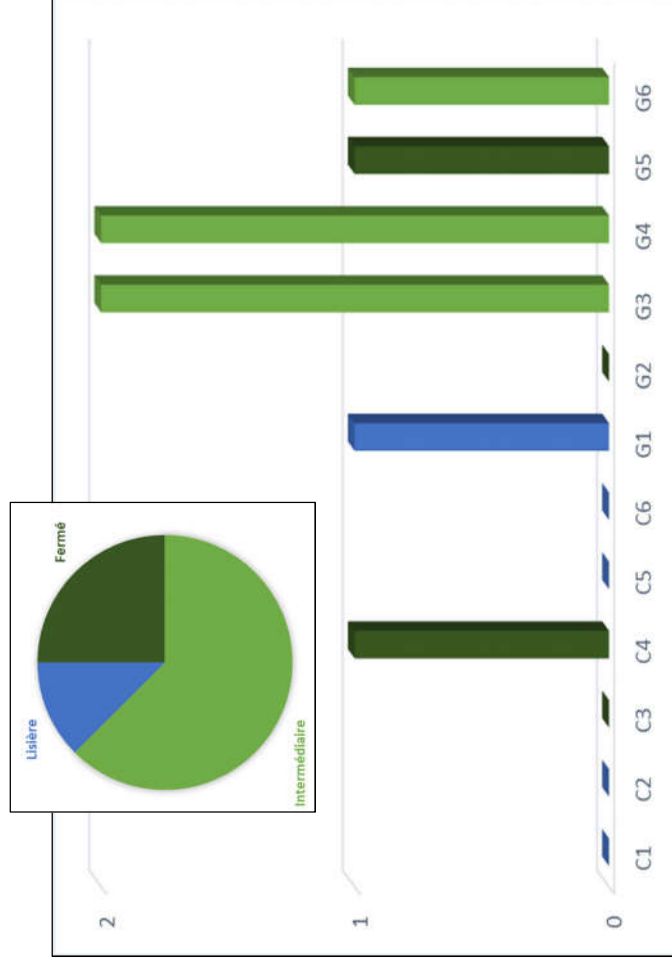
4.1.2 Répartition des mortalités de chauves-souris en fonction des ouvertures de boisements

La répartition des mortalités constatées est étudiée en fonction des différents types d'ouvertures de milieux différenciés autour des éoliennes.

- Le **contexte boisé** est défini par une présence de boisement tout autour de l'éolienne (à moins de 50m) (éoliennes C3, C4, G2, G5)
- Le **contexte de lisière** est défini par une zone boisée à moins de 50m de l'éolienne, sur un côté, l'éolienne donne sur une zone ouverte (C1, C2, C5, C6, G1).
- Le **contexte intermédiaire**, est un peu à part, avec un contexte **boisé** (boisement tout autour de l'éolienne), mais un boisement éparé sur au moins un côté de l'éolienne (éolienne G3, G4, G6).

Le graphique suivant montre que les mortalités se répartissent sous chacun de ces types de contextes de milieux. Mais, près de deux tiers sont situés sous des éoliennes en contexte intermédiaire. Il est cependant difficile de trancher sur le milieu environnant ces éoliennes car il n'est pas distinct. Cette analyse par type d'ouverture autour des éoliennes, sur ce site semble donc trop hasardeuse pour conclure à un type d'ouverture plus accidentogène qu'une autre de façon stricte.

Figure 15 : Bilan 2015 des mortalités de chauves-souris selon la typologie des structures arborées autour des éoliennes



4.1.3 Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris

Le premier graphique de la **Figure 17** page 22 représente la chronologie des découvertes de cadavres de chauves-souris sur l'ensemble du parc éolien en 2015.

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 2015 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)
- entre 0 (cas d'une chauve-souris tombée la nuit précédant la visite) et 6-7 jours (en période d'une seule visite par semaine)
- parfois plus pour les cadavres qui n'auraient été trouvés qu'après plusieurs passages des équipes de chercheurs.

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 22 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 postériori entre ces mortalités et les conditions climatiques par exemple.

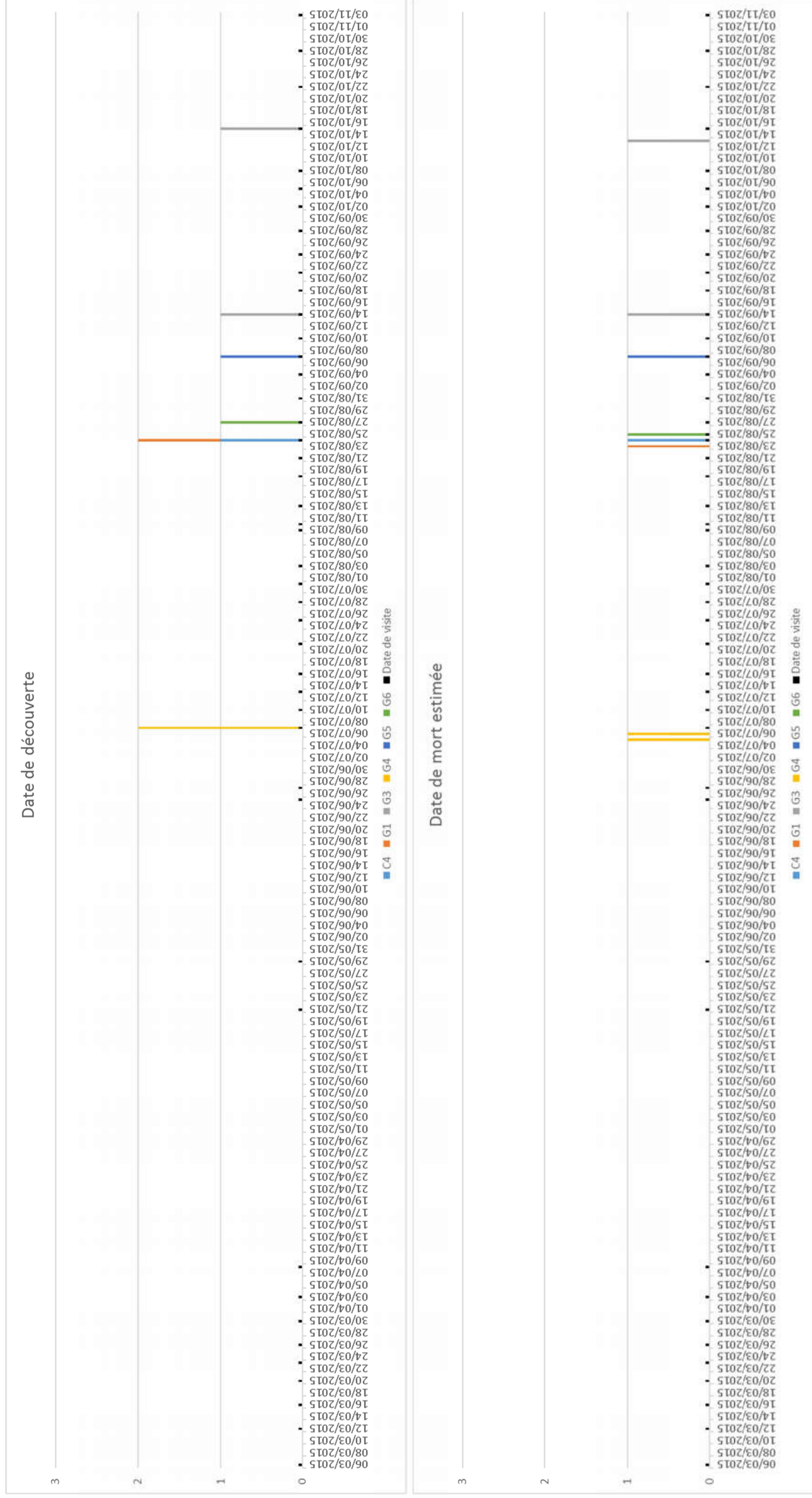
Précisons que, comparativement à d'autres parcs éoliens suivis dans la région avec la même méthodologie, les mortalités constatées sous ceux de Cuxac-Cabardès et Grand-Bois ont apparemment été peu concernées par les effets de cette entomofaune nécrophage même si l'état de dégradation de certains cadavres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

Figure 16 : 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 17 : Chronologie des mortalités de chauves-souris (mortalités constatées et estimées (corrrigées)) par éolienne en 2015



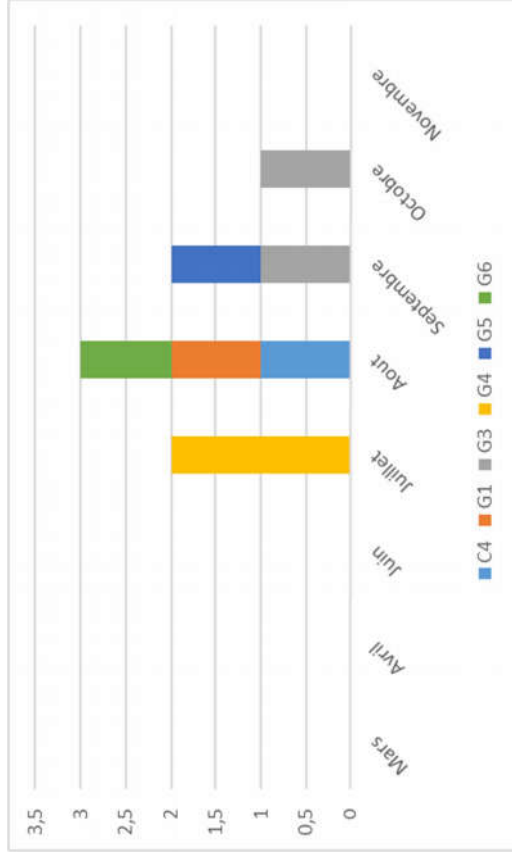
En ce qui concerne les rapports entre chronologie des mortalités et les éoliennes, nous relevons une possible concentration des mortalités sur l'éolienne G4 début juillet (2 cas de mortalité). D'autre part, 3 cas de mortalité sont apparus sous différentes éoliennes mais durant une période assez courte, entre le 20 et le 25 août.

Les autres cas de mortalité se répartissent quant à eux assez uniformément dans le temps au cours de la période automnale.

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

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

Figure 18 : Chronologie des mortalités de chauves-souris estimées (corrigées) par mois en 2015



4.1.4 Typologie des cadavres découverts

➤ 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 2015 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 2015 est peu diversifié puisque parmi les 8 cadavres découverts, la Pipistrelle commune représente au minimum 2 cas (mais 4 cas correspondent probablement à cette espèce). Les autres cadavres correspondent à de la Noctule commune (1 cas) et de La noctule de Leisler (1 cas).

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

Figure 19 : Tableau représentant les statuts de protection et de conservation des espèces d'oiseaux retrouvées sous les éoliennes

Espèce	Nom scientifique	Statuts de protection		Statuts de conservation				Espèce	Type de station
		Protéc. Fr.	Protéc. U.E.	Liste rouge UICN (Mondiale)	Liste rouge UICN (Europe)	Liste rouge nationale	EFFECTIFS		
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	P	H4	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure	Quasi menacé	Tous gîtes	
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	P	H4	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure	Quasi menacé		
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	P	H4	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure		
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	P	H4	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure	Précoc. Mineure		