

figure n° 46. Résultat des calculs par la seconde méthode de calcul pour le suivi 2010

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne
		adaptée	réelle			
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	15,35	9,10	9,13	8,71	7,88	10,04
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	1,40	0,83	0,83	0,79	0,72	0,91
Mortalité par éolienne et par mois	0,20	0,12	0,12	0,11	0,10	0,13
Mortalité par éolienne et pour une année	2,39	1,42	1,42	1,36	1,23	1,56
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	26,32	15,59	15,65	14,94	13,51	17,20

Finalement, devant la diversité de marges d'erreurs qui s'accroissent pour ce type de simulation, nous retenons qu'en 2010, le parc éolien d'Arfons aurait été à l'origine d'une mortalité de l'ordre de 17 oiseaux /an (pour les méthodes de calculs). Cela représenterait un **peu plus de 1,5 oiseaux/éolienne/an**, dans une fourchette de valeurs extrêmes de 1,23 à 2,39 oiseaux/an.

➤ Analyses

Ce taux de mortalité semble à nouveau comparable à ce qui a été observé sur d'autres parcs Français et Européens suivis dans les mêmes conditions. Si les résultats restent encore peu nombreux à l'échelle régionale, les évaluations à l'échelle nationale ou européenne montrent généralement un taux de mortalité variant de 0 à 10 oiseaux/éolienne/an. Les niveaux de mortalité varient considérablement selon les situations locales et notamment selon les milieux. Des taux de mortalité sont en effet bien plus élevés pour des parcs installés sur des sites fréquentés par des espèces sensibles et en forte densité (vautours espagnols, rapaces californiens, laridés de Vendée (parc de Bouin, DULAC 2008...)). Les parcs que nous suivons actuellement dans les départements de l'Aveyron ou du Cantal montrent des niveaux de mortalité généralement supérieurs pour les oiseaux, qu'il s'agisse de parcs situés dans des prairies de moyenne montagne (Parc de Talizat-Rézentières (15)), des paysages bocagers de polyculture-élevage (Parc de Canet de Salars (12)), ou des contextes forestiers et crête (Parc de Castelnaud Pegayrols (12)). En 2010, le parc d'Arfons aurait donc généré d'un niveau d'impacts plutôt faible sur les oiseaux en termes de taux de mortalité. Tant que les espèces impactées sont communes, on suppose que ce type de niveau d'impact n'aura pas d'effet sur

l'équilibre des populations impactées. Il aurait pu en être autrement pour des espèces rares et menacées et à faible taux de reproduction.

Comme pour les chauves souris, afin d'apprécier l'importance des difficultés à prospecter au niveau des milieux de type 3, nous avons également réalisé le calcul en considérant les secteurs de végétation de type 3 comme des zones boisées.

Les résultats pour cette méthode de calcul sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	Winkelmann	Erickson		Jones	Huso	Moyenne
		adaptée	réelle			
Mortalité pour les éoliennes suivies pour la période de suivi	43,43	14,41	14,43	8,49	7,22	17,60
Mortalité par éolienne pour la période de suivi	3,95	1,31	1,31	0,77	0,66	1,60
Mortalité par éolienne et par mois	0,56	0,19	0,19	0,11	0,09	0,23
Mortalité par éolienne et pour une année	6,77	2,25	2,25	1,32	1,13	2,74
Mortalité pour l'année et pour le parc éolien entier	74,45	24,70	24,74	14,55	12,38	30,16

La différence entre les différentes méthodes de calcul est ici plus importante que pour les chiroptères. Ceci peut être expliqué par le fait qu'il soit moins difficiles de détecter un oiseau (souvent plus gros qu'une chauve souris) dans la végétation de type 3. Ceci permet à nouveau d'apprécier la perte de précision d'analyse dans l'hypothèse d'un abandon des prospections sur de types de milieux. Cela conforte l'intérêt de favoriser un girobroyage de ces milieux avant la campagne de suivi.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La société Valbrem a développé un parc éolien sur la commune d'Arfons, dans le contexte forestier de la Montagne Noire. Un suivi de la mortalité sous les éoliennes des chauves souris et des oiseaux fut prescrit sur une durée de trois ans, comme condition d'obtention du permis de construire. Cette mesure est envisagée en parallèle du suivi de l'activité des oiseaux et des chauves souris, dans la continuité et par comparaison avec les résultats d'étude de l'état initial (études d'impacts d'avant implantation).

En 2010, ce suivi de la mortalité fut organisé sous la forme d'un partenariat entre quatre organismes spécialisés dans l'étude de la faune sauvage et de ses rapports avec les activités humaines (EXEN, LPO Tarn, ECOTONE, EKO-LOGIK). Un protocole d'étude standardisé conséquent a été appliqué pour non seulement couvrir l'ensemble des principales périodes d'activité de la faune volante, mais aussi pour permettre d'élargir les résultats bruts à l'estimation d'un taux de mortalité annuel théorique pour les chiroptères et pour les oiseaux.

En ce qui concerne les chauves souris, si le taux de mortalité estimé semble assez faible et comparable avec ce qui est classiquement observé pour des parcs situés dans des milieux plus ouverts, c'est plutôt au niveau de l'approche qualitative des mortalités que les sensibilités doivent pouvoir être précisées. Nous retiendrons en effet principalement :

- Un cas de mortalité du Minoptère de Schreibers dont la plupart des indices permettent de cibler les sensibilités vers une phase de transit migratoire automnale en plein ciel. La confrontation de ces données avec les résultats de suivi de l'activité des chauves souris en hauteur devrait permettre d'approfondir cette hypothèse d'explication. La précision de ce type de sensibilité est d'autant plus importante que cette espèce présente de forts intérêts patrimoniaux et qu'elle fait actuellement polémique à propos de ses rapports avec les éoliennes.
- Un cas de mortalité de la Noctule de Leisler témoignant également probablement d'une activité en plein ciel, mais là plutôt pour des individus en phase de chasse (males solitaires ou petits groupes monosexués liés aux forêts environnantes).
- 4 autres mortalités de chauves souris relevant du genre *pipistrellus*, probablement liées à des activités de chasse et de transit dans l'entourage de lisières situées à proximité des pales d'éoliennes.

En ce qui concerne les oiseaux, là non plus les estimations de taux de mortalité ne témoignent pas d'un effet particulièrement marqué du parc éolien d'Arfons en termes de mortalités. Pour

deux des espèces impactées, on suppose que les mortalités sont intervenues pour des comportements de migrations nocturnes, hypothèse renforcée par une situation du parc éolien sur la crête d'un relief dominant. Les migrants nocturnes volent en effet généralement au-delà du champ de rotation des pales d'éoliennes. Mais pour ce type de configuration de relief dominant, cette distance au sol se réduit au niveau d'une concentration altimétrique des passages.

Ces différentes hypothèses doivent être désormais plus finement confrontées aux résultats de suivi de l'activité des chauves souris (EKO LOGIK) et des oiseaux (LPO Tarn). Il s'agit d'aller plus loin dans la compréhension des différentes modalités d'impacts générées par le parc éolien, pour élargir ces résultats vers l'estimation des incidences sur l'équilibre des populations locales. Nous pourrions alors envisager en connaissance de causes, d'éventuelles mesures correctives pertinentes et proportionnées. Dans la mesure du possible, il serait également particulièrement intéressant d'être en mesure de confronter ces résultats avec les données climatiques et notamment de vent enregistrées au niveau du parc éolien. C'est notamment important pour le cas de la nuit du 27 au 28 septembre 2010, dont nous savons qu'il s'agit de la nuit de la mort du Minoptère de Schreibers.

Pour 2011, nous proposons de reprendre dans les mêmes conditions, l'organisation et les méthodes de suivi menées en 2010. L'estimation de perte de précision de calculs liée aux contraintes du couvert végétal des milieux de type 3 incite à envisager idéalement un girobroyage préalable. Le cas échéant, la marge d'erreur du calcul de taux de mortalité devrait augmenter progressivement.

BIBLIOGRAPHIE

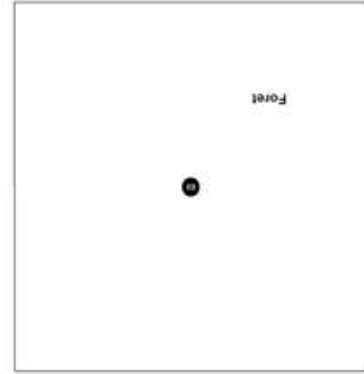
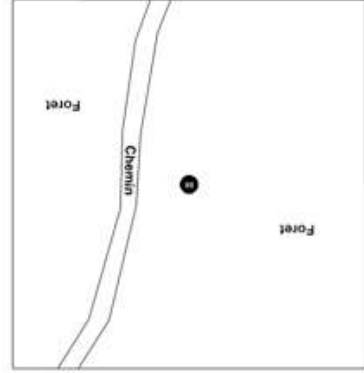
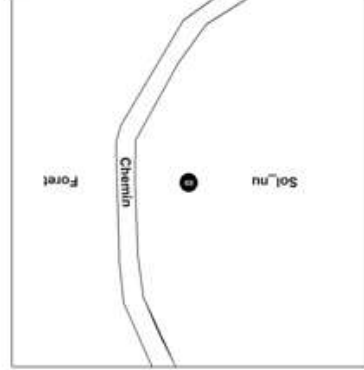
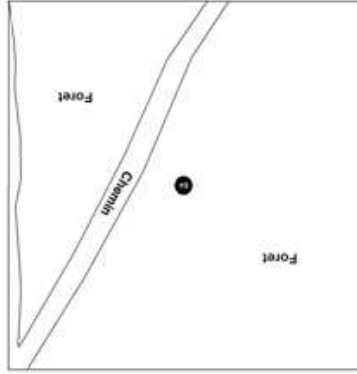
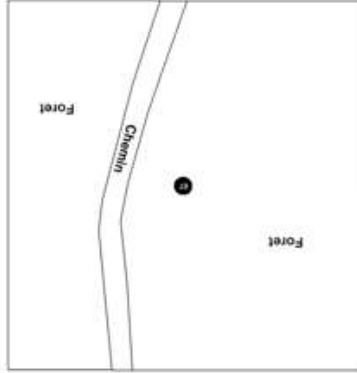
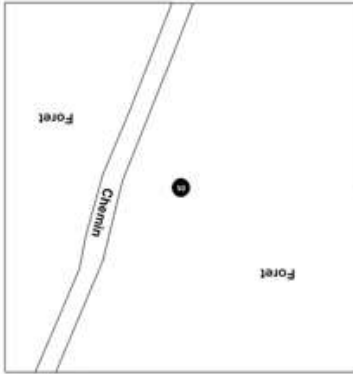
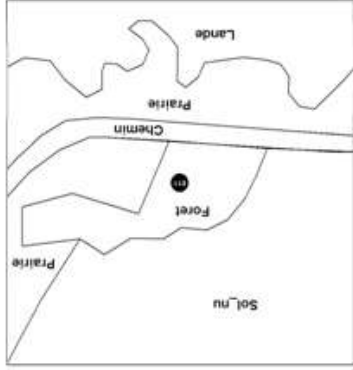
- **ADOMEIT U., WILLUTZKI F., BRINKMANN R., NIERMANN I., BEHR O.** (2009) : Caractérisation de l'activité des Chiroptères à proximité des éoliennes à l'aide d'enregistrements stéréoscopiques à infrarouge. Extrait d'une traduction des Synthèses des conférences tenues à Hanovre, le 09 juin 2009.
- **ALBOUY 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.** (2009) – Les chauves souris de France, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.
- **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
- **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. ALBESPY F., GEYELIN M., NAZON L.** (2010) - Suivi des impacts du parc éolien de Talizat-Rézentières (15) sur la faune volante. Bilan comparatif pré-implantation (2006/2007) et post-implantation (2009/2010) 41 p.
- **BEUCHER Y. KELM V., GEYELIN M. PICK D.** (2010) - Parc éolien de Castelhou-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).
- **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.
- **CERA Environnement** (2007) – Projet de parc éolien sur la commune d'Arfons (81). Evaluation des incidences sur les chiroptères. Rapport complémentaire, 15 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 Evaluation de l'impact du parc Eolien de Bouin, 2003 : Comparaison Etat initial et fonctionnement des Eoliennes. 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/Gomp 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.

- **DUBOIS P. J., LE MARECHAL P., OLIOSO G., YESOU P.** (2001) - Inventaire des oiseaux de France – Avifaune de la France métropolitaine — Ed° Nathan – Paris, 398 p.
- **DUBOURG-SAVAGE M.-J.**, (2005) : Impact des éoliennes sur les Chiroptères, de l'hypothèse à la réalité, Arvicola XVI n°2, SFEPM.
- **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) : Evaluation 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.** (2010). Relevé des cadavres de chiroptères. Statistique du bureau de l'environnement du Land de Brandebourg. Bilan du 06. 05.2010
- **HORN, J., ARNETT, E., KUNZ, T.** : (2008) : Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. Journal of Wildlife Management 72(1):123-132. 2008
- **HÖTKER H., THOMSEN K-M, JEROMIN H.** (2005). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. NABU Michael-Otto-Institut. 65 p.
- **KINGSLEY A., WHITTAM B.** (2007), - Les éoliennes et les oiseaux, revue de la littérature pour les évaluations environnementales. Version provisoire du 2 avril 2007. Etudes d'Oiseaux Canada pour Environnement Canada/ Service Canadien de la Faune. 93 p.
- **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.
- **MEEDDAT** (2010) - Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens. Actualisation 2010, 188p + annexes techniques.
- **MULLARNEY K., SVENSSON L., ZETTERSTRÖM D., GRANT P. J** (2004) - Le guide ornitho – Delachaux et Niestlé – Paris - 398 p.
- **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.
- **ROCAMORA G., YEATMAN-BERTHELOT D.** (1999) - Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouge et priorités. Société d'Etudes ornithologiques de France / Ligue pour la protection des oiseaux. Paris. 560p.

ANNEXES

5.1 Annexe 1 : fiche de relevé de terrain

FICHE DE TERRAIN MORTALITE OIS/ CS parc éolien de ARFONS - Campagne 2010			
Chercheur :		Météo (%couvert, pluie...)	Orages récents ?
Date :		Vent (direction, force...)	Visibilité
H début recherche		Surface (%) , ou milieu non prospecté (B=bois, G=gravillons, T=terre nue, R=végét. rase (<10cm), B=végét. basse (>10<50cm), H=végét. haute >50 cm), et pourquoi ?	Rq par éolienne (traces prédát, maintenance...)
H fin recherche			
Eol tourment ? (0, 1/2, 1)			
E1			
E2			
E3			
E4			
E5			
E6			
E7			
E8			
E9			
E10			
E11			
Contexte			
Code (Initiales + C ou O + n°)			
Code Eolienne			
Distance par rapport au mat			
Orientation par rapport au mat			
Localisation GPS			
Etat (vivant, frais, avancé, sec)			
Mort depuis (nb j)			
Blessure, description ?			
Espèce (1 ou ?)			
Taille Avant bras pour CS (mm)			
Age (ad, jeune)			
Sexe (male, fem) ?			
fem allaitante/gestante CS?			
Reserve de graisse, plaque incubatrice oiseau			
Remarques générales			



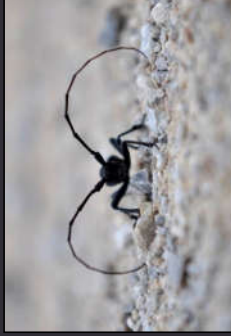
Date :
Chercheur :

Parc éolien de Artons
Suivi de la mortalité
2010

5.1 Annexe 2 : données brutes de mortalités découvertes en 2010

Espèce	Eolienne	Nombre	Date de découverte	Découvreur	Organisation	Distance/mat (m)	Orientation /mat	Sexe	Fem allaitante ou gestante ?	ab (mm)	Age	Etat	Date mort estimée	Blessures ?	Baro/ collision / ?
plumée sp.	E3	1	14-juin	M. GEYELIN	EXEN	36	SE								
Noctule de Leisler	E9	1	28-juin	A. CALVET	LPO	19	S	Mâle		45	Adulte	Sec		Fracture aux deux ailes + thorax ouvert -> collision ?	collision
Pipistrelle commune	E4	1	2-juil.	A. CALVET	LPO	18	ENE	?		29	Adulte ?	frats mais écrasé par véhicule	02/07/2010	Fractures multiples liées au passage de véhicule	?
Pipistrelle commune	E7	1	12-juil.	M. GEYELIN	EXEN	39	N	Mâle		29	adulte	Sec en décomposition	Plus de 3 jours	orifice sur le dos	collision
Pipistrellus sp.	E11	1	12-aout	A. JAMMES	ECOTONE	22	E/SE			26		Avancé	max 10/08/2010	Ecrasé, découpé, que le reste du dos	collision
Gobemouche noir	E6	1	2-sept.	F. ALBESPY	EXEN	34	NNE				Adulte	Avancé/sec (plus de globe oculaire)	Plus de 5 jours	une sur le dos	
pp sp.probable commune	E11	1	2-sept.	F. ALBESPY	EXEN	19	SE	?		29,5	?	Avancé	2-3 jours		?
Minioptère de Schreibers	E2	1	28-sept.	A. CALVET	LPO	22	S (SE)	Femelle	non ?	45	immature ? (groses articulations et ossements bien irrigués)	Frais	nuit précédente	Intact	barotraumatisme
Pigeon domestique	E8	1	1-oct.	F. LOIRET et N. DELAYS	ECOTONE	40	E				adulte	Assez frais	Moins de 5 jours	Trou au niveau du bréchet	
Fauvette à tête noire	E4	1	15-oct.	A. CALVET	LPO	7	WNW	Femelle ou 1ere année			Femelle ou 1ere année	frais	14 ou 15 oct	Rien de visible-> baro ?	

10.4.6 Parc éolien de Arfons (suivi 2011)



Parc éolien d'Arfons (81)

Suivi post-implantation de l'activité des chauves-souris et de la mortalité sur les oiseaux et les chauves-souris.

Bilan de campagne de la 1^{ère} et 2^{ème} année d'exploitation (2010-2011)

Mai 2012



LPO Délégation Tarn
Place de la Mairie, Aile du
château - BP 27 -
81290 LABRUGUIERE

EXEN
Mairie, bourg, 12310 VIMENET
0960366951 / 0683091239
www.satlexen.fr



ECOTONE
recherche et environnement

ECOTONE
Résidence des Coteaux, Bâtiment
Esterei, Appart. 417
31520 RAMONVILLE ST AGNE



EKO LOGIK
12 Rue de l'Université Catalane
66500 Prades
www.ekologik.fr

Parc éolien d'Arffons (81)

Suivi post-implantation de l'activité des chauves-souris et de la mortalité sur les oiseaux et les chauves-souris.

Bilan de campagne de la 1^{ère} et 2^{ème} année d'exploitation (2010-2011)

Programme de suivi concerté entre 4 bureaux d'étude et associations naturalistes ;

Rédaction : Y. Beucher, F. Albespy (EXEN)

Organisation, méthodes, recueil et analyses des données : Y. Beucher, F. Albespy (EXEN)

Recherches de mortalité sur site et relecture du rapport :

- EXEN (Albespy F., Beucher Y., Geyelin M., Nazon L.)
- LPO Tarn (Calvet A.)
- ECOTONE (Chasle JP., Delays N., Jammes A., Loiret F., Orth M., Thauvin N.)
- EKO LOGIK (Lecoq V., Durand M.O.)

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	4
1 OBJET	5
1.1 CONTEXTE.....	5
1.1.1 <i>Historique du projet (de l'analyse de l'état initial aux mesures d'accompagnement pour l'implantation des éoliennes)</i>	5
> Problématique des chauves-souris.....	5
> Problématique des oiseaux.....	5
> Prescriptions de suivi évaluation post-implantation.....	6
> <i>Configuration du parc éolien et contexte paysager</i>	7
1.1.2 <i>Configuration du parc éolien et contexte paysager</i>	7
1.2 OBJECTIFS DU SUIVI.....	10
1.2.1 <i>Objectifs généraux d'un suivi écologique post-implantation</i>	10
1.2.2 <i>Objectifs spécifiques du suivi de la mortalité sur le parc éolien d'Arfons</i>	10
2 METHODOLOGIE	12
2.1 SUIVI DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS (ET DES OISEAUX).....	12
2.1.1 <i>Choix d'une méthode standardisée</i>	12
2.1.2 <i>Choix des périodes de suivis</i>	12
2.1.3 <i>Pression et fréquence des visites</i>	12
2.1.4 <i>Choix des éoliennes suivies</i>	13
2.1.5 <i>Organisation des parcours de prospection</i>	13
2.1.6 <i>Recueil des données et destination des cadavres</i>	15
2.1.7 <i>Détermination des coefficients correcteurs</i>	16
> Organisation générale.....	16
> Test de l'efficacité du chercheur (ou « test de détection »).....	16
> Tests de disparition (ou « test de persistance »).....	17
> Calculs.....	17
2.2 SUIVI DE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS.....	17
3 BILAN DE LA MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS	18
3.1 RESULTATS.....	18
3.1.1 <i>Bilan des mortalités par éoliennes</i>	18
3.1.2 <i>Répartition géographique des mortalités de chauves-souris</i>	18
3.1.3 <i>Répartition des mortalités de chauves-souris en fonction des ouvertures de boisements</i>	19
3.1.4 <i>Répartition des mortalités de chauves-souris par distance de la lisière</i>	20
3.1.5 <i>Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris</i>	20
3.1.6 <i>Chronologies des mortalités de chauves-souris et types de milieux</i>	23
3.1.7 <i>Typologie des cadavres découverts</i>	24
> Proportion des mortalités estimées par espèces.....	24
> Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations.....	25
> Type de blessures constatées.....	30
3.1.8 <i>Dispersion des cadavres sous les éoliennes</i>	31
3.2 TAUX DE MORTALITE DES CHAUVES-SOURIS.....	32
3.2.1 <i>Les formules utilisées</i>	32
> Winkelmann (LPO 2005).....	32
> Erickson (2000).....	32
> Jones (2009).....	32
> Huso (2010).....	33
3.2.2 <i>Calculs des coefficients correcteurs (paramètres de formules)</i>	33
> Taux de détection.....	33
> Taux de persistance.....	34
> Coefficient de correction surfacique.....	34
> Planning du suivi et type de végétation en 2010.....	35
> Planning du suivi et type de végétation en 2011.....	36
> Les 2 méthodes de calcul.....	37

3.2.3 <i>Calcul de mortalité avec la première méthode (Suivi 2010 et 2011)</i>	38
3.2.4 <i>Calcul de mortalité avec la seconde méthode (Suivi 2010 seulement)</i>	40
3.2.5 <i>Analyses</i>	40
4 BILAN DE LA MORTALITE DES OISEAUX	42
4.1.1 <i>Bilan des mortalités par éoliennes</i>	42
4.1.2 <i>Espèces, chronologies et caractéristiques des mortalités</i>	42
4.1.3 <i>Taux de mortalité des oiseaux</i>	45
> Calcul de mortalité avec la première méthode (Campagne 2010).....	45
> Calcul de mortalité avec la première méthode (Campagne 2011).....	46
> Calcul de mortalité avec la seconde méthode (Campagne 2010).....	47
> Analyses.....	48
5 ACTIVITE CHIROPTERE	49
5.1 ACTIVITE GLOBALE.....	49
5.2 CORTEGE DE GROUPES D'ESPÈCES.....	49
5.1 CORTEGE D'ESPÈCES.....	50
5.2 CHRONOLOGIE DE L'ACTIVITE.....	51
5.3 CONCLUSION.....	54
6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES	55
BIBLIOGRAPHIE	58
ANNEXES	60
6.1 ANNEXE 1 : FICHE DE RELEVÉ DE TERRAIN.....	61
6.1 ANNEXE 2 : DONNÉES BRUTES DE MORTALITÉS DÉCOUVERTES EN 2010.....	63
6.1 ANNEXE 2 : DONNÉES BRUTES DE MORTALITÉS DÉCOUVERTES EN 2011.....	64

© Crédits photographiques de la page de garde :

- Cliché panoramique ; recherche de cadavres dans la partie centrale du parc éolien, le 19 avril 2010
- Contexte boisé du parc éolien, partie Sud du parc
- Cadavre de Gombouche noir (*Ficedula hypoleuca*) découvert le 2 septembre 2010 (Albespy F.)
- Morime rugueux (*Morinus asper*) mâle.
- Cadavre de Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*), femelle, découvert le 28 septembre 2010 (Calvet A.)
- Contexte boisé du parc éolien, partie Sud du parc

Tous les clichés présentés dans ce rapport ont été pris sur le site d'étude.
Ils sont protégés par le droit d'auteur (art. L. 112-2 du Code de la Propriété Intellectuelle).
Leur utilisation est limitée à la mission d'étude d'impact sur l'environnement.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

figure n° 1.	Carte de localisation du parc éolien sur une large échelle.....	8
figure n° 2.	Cliché de la partie centrale du parc (éoliennes E7 à E4), pris depuis E8	9
figure n° 3.	Cliché du versant Ouest du relief, donnant une idée de l'importance des déboisements réalisés	9
figure n° 4.	Cliché de la partie Nord ouverte du parc éolien (éoliennes E6 à E1)	9
figure n° 5.	Cliché du pied de l'éolienne E7, entourée de boisements.....	9
figure n° 6.	Planning de répartition des visites par organisme et par semaine (2010)	13
figure n° 7.	Planning de répartition des visites par organisme et par semaine (2011)	13
figure n° 8.	Graphique de répartition du nombre de visites par organisme.....	13
figure n° 9.	Schéma représentatif du transect de prospection théorique	13
figure n° 10.	Clichés des types de balisages utilisés pour délimiter les carrés de prospection.....	14
figure n° 11.	Clichés explicatifs de l'organisation du transect par la méthode des piquets (sur un autre parc éolien)	14
figure n° 12.	Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves souris..	15
figure n° 13.	Clichés du matériel de terrain, et de la prospection sous les éoliennes	15
figure n° 14.	Clichés de l'échantillon des « cadavres tests »	16
figure n° 15.	Clichés témoignant de la difficulté de perception des cadavres dispersés sur ce site 16	
figure n° 16.	Zone de couverture acoustique des Batcorders sous les nacelles d'éoliennes.....	17
figure n° 17.	Bilan des mortalités de chauves-souris constatées lors de 2 campagnes de suivi (2010 et 2011) sous l'ensemble du parc éolien.....	18
figure n° 18.	Bilan des mortalités des chauves-souris selon les trois lignes d'éoliennes Nord (en bleu), centre (en jaune) et Sud (en rouge).....	18
figure n° 19.	Bilan des mortalités de chauves-souris selon la typologie des structures arborées autour des éoliennes	19
figure n° 20.	Graphique des moyennes de mortalités constatées selon la typologie des structures arborées autour des éoliennes	19
figure n° 21.	Bilan des mortalités de chauves-souris selon la distance à la lisière des éoliennes. 20	
figure n° 22.	Cliché d'exemple d'enfouissement d'une Pipistrelle de Kuhl (Pipistrellus kuhlii) par un couple de Nécrophore chasseur (Thanatophilus sinuatus), sous un autre parc éolien de la région 21	
figure n° 23.	Chronologie des mortalités de chauves-souris (mortalités constatées et estimées) (corrigees)	22
figure n° 24.	Chronologie des mortalités selon la typologie des milieux arborés autour des éoliennes	23
figure n° 25.	Répartition des mortalités de chauves-souris par espèces (effectifs constatés) et tableau récapitulatif des mortalités en 2010 et 2011	24
figure n° 26.	Répartition des mortalités de chauves-souris par espèces (effectifs constatés).....	25
figure n° 27.	Schématisation de la voie la plus directe de transit entre les gîtes connus de Mimioptère de Schreibers, et position du parc éolien à cet égard	28
figure n° 28.	Répartition des types de blessures constatées sur les cadavres	30
figure n° 29.	Proportion de classes de distances de cadavres autour des maïs des éoliennes (%) 31	
figure n° 30.	Tableau des résultats du test de découverte du 19 avril 2010 et du 9 mai et 17 Octobre 2011 et calcul du coefficient de détection d	33
figure n° 31.	Tableau des résultats du test de persistance du 19 avril 2010 et du 9 mai et 17 Octobre 2011 ainsi que le calcul du coefficient de persistance et de la durée moyenne de persistance. 34	
figure n° 32.	Tableau des surfaces prospectées par éoliennes et totale	34

figure n° 33.	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).....	35
figure n° 34.	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) 36	
figure n° 35.	Paramètres pour le calcul des équations selon la première méthode de calcul (Suivi 2010)	38
figure n° 36.	Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2010 (première méthode de calculs)	38
figure n° 37.	Paramètres pour le calcul des équations selon la première méthode de calcul (Suivi 2011)	39
figure n° 38.	Résultats des calculs de taux de mortalité pour le suivi 2011 (première méthode de calculs)	39
figure n° 39.	Paramètres pour le calcul des équations selon la deuxième méthode de calcul	40
figure n° 40.	Résultats des calculs du taux de mortalité 2010 des chauves souris par la seconde méthode de calcul	42
figure n° 41.	Bilan des mortalités de d'oiseaux constatées sur 7 mois de suivi (2010 et 2011).....	42
figure n° 42.	Représentation schématique du phénomène de concentration altimétrique des passages migratoires nocturnes (MEEDDM 2010).....	43
figure n° 43.	Chronologie des mortalités d'oiseaux (constatées).....	44
figure n° 44.	Chronologie des mortalités d'oiseaux (dates estimées)	44
figure n° 45.	Paramètres pour le calcul des équations selon la première méthode de calcul	45
figure n° 46.	Résultat des calculs par la première méthode de calculs pour le suivi 2010	46
figure n° 47.	Paramètres pour le calcul des équations selon la première méthode de calcul	46
figure n° 48.	Résultat des calculs par la première méthode de calculs pour le suivi 2010	47
figure n° 49.	Paramètres pour le calcul des équations selon la deuxième méthode de calcul	47
figure n° 50.	Résultat des calculs par la seconde méthode de calcul pour le suivi 2010	48
Figure 6	Tableau récapitulatif de l'activité chiroptérologique mesurée par le Batcorder.....	49
figure n° 51.	Répartition de l'activité par groupes d'espèces	49
figure n° 52.	Répartition de l'activité par d'espèces.....	50
figure n° 53.	Chronologie de l'activité enregistrée par famille d'espèce	52
figure n° 54.	Chronologie de l'activité enregistrée par espèce	53
figure n° 55.	Chronologie de l'activité enregistrée par espèces et mortalité relevé sur le parc éolien d'Arfons (81)	57

1 OBJET

La société Valorem a développé, pour le compte des sociétés SOR ENERGIES et ARFONS ENERGIES un projet éolien sur la commune d'Arfons, sur la partie sommitale de la Montagne Noire, au sud du département du Tarn. Le projet a abouti à un permis de construire pour l'implantation de 11 éoliennes sous réserve (entre autres) que les impacts du parc éolien sur la faune sauvage soient suivis pendant au moins les 3 premières années d'exploitation du parc.

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. Il s'intéresse alors aux effets du parc éolien générés à la fois :

- au niveau de l'activité des oiseaux
- au niveau de l'activité des chauves souris
- et au niveau de la mortalité des oiseaux et des chauves souris.

Devant l'éventail des thèmes d'études et l'importante mobilisation nécessaire à ce type de suivis, la société Valorem a alors missionné pour la première année de suivi (2010), un groupement d'organismes régionaux spécialisés dans l'étude de la faune sauvage et de ses rapports avec le développement éolien. Les bureaux d'étude EXEN, EKOLOGIK, ECOTONE et l'association LPO délégation Tarn ont ainsi collaborés pour organiser ces 2 premières années de suivi post-implantation. La LPO Tarn a plus particulièrement suivi l'activité des oiseaux autour du parc éolien. Le bureau d'étude EKO-LOGIK (en 2010), et le bureau d'étude EXEN (en 2011) fut chargé du suivi de l'activité des chauves souris au sol et en hauteur (mat de mesure). En ce qui concerne le suivi de la mortalité au pied des éoliennes, il fut prit en charge par le bureau d'étude EXEN, mais avec l'aide des 3 autres organismes.

La synthèse des résultats des différents suivis thématiques, et leurs comparaisons interannuelles doit permettre d'aboutir à une évaluation objective des impacts du parc éolien sur cette faune volante. Il s'agit également de favoriser éventuellement la mise en place de mesures d'intégration pertinentes et proportionnées, tant au niveau du parc éolien en place que dans un contexte de développement éolien plus large, en contribuant à améliorer les connaissances encore lacunaires des sensibilités de certaines espèces vis-à-vis des parcs éoliens.

Le présent document fait le bilan des résultats de suivi de la mortalité sous les éoliennes pour ces campagnes de suivi de 2010 et 2011 et le suivi de l'activité des chauves-souris en 2011. En confrontation avec les rapports de suivis de l'activité des chauves souris (EKOLOGIK en 2010), il sera l'occasion de souligner la complexité des rapports entre les chauves souris, les oiseaux et les éoliennes, et de tout un univers d'études aussi souvent passionnant que mal compris.

1.1 Contexte

1.1.1 Historique du projet (de l'analyse de l'état initial aux mesures d'accompagnement pour l'implantation des éoliennes)

➤ *Problématique des chauves souris*

En ce qui concerne les chauves souris, l'étude d'impact avant implantation avait été réalisée par le bureau d'étude CERA Environnement sur la base d'un diagnostic et de compléments d'étude étendus sur trois cycles biologiques d'affilée (campagne 2005 à 2007). Les milieux étant alors principalement forestiers sur site, le cortège d'espèces concernait principalement des espèces de vol bas évoluant sous ou à proximité de la canopée ou en lisières (Barbastelle commune, Murin de Natterer, Pipistrelle commune, Oreillard sp., Grand rhinolophe). Mais deux espèces de plus grande taille avaient également été détectées, la Noctule commune et Minioptère de Schreibers. Les deux espèces sont susceptibles de voler plus haut et donc présentent des sensibilités théoriques plus élevées vis-à-vis du champ de rotation des pales d'éoliennes. D'autre part, la pipistrelle commune, dominant largement le cortège d'espèces fréquentant le site, était également jugée comme sensible au risque de mortalité, mais sans que cela n'entraîne d'impact significatif sur des populations probablement bien représentées localement.

En ce qui concerne le Minioptère de Schreibers, une colonie de reproduction est identifiée au niveau de la grotte du Castellans à Dourgne, à 8 km au nord est du site éolien, ce qui place le site éolien dans le rayon de chasse théorique. Cette activité de chasse avait été confirmée par des enregistrements au sol réalisés au niveau de micro-habitats situés dans la partie Nord du site. L'activité des Minioptères avait été enregistrée entre juillet et septembre, c'est-à-dire à cheval entre la fin de la période d'envol des jeunes (comportements de chasse dans l'entourage de des zones de reproduction) et les phases de migrations d'automne. En ce qui concerne ce dernier point, il a été envisagé que la fréquentation automnale soit liée à un transit entre la colonie de la grotte du Castellans au Nord Est et un important gîte d'hivernage au Sud Est (gouffre de Cabrespine). Cette hypothèse fut notamment étayée par des enregistrements de vols en hauteur en septembre. Pour autant, les incidences du projet éolien avait finalement été envisagées comme peu importantes pour la population reproductrice en raison des faibles effectifs rencontrés sur le site, sauf au niveau de zones de chasses et de transit. Il en va un peu de même pour la Noctule commune, compte tenu des faibles enregistrements effectués et de leur localisation principalement dans les mêmes secteurs que le Minioptère de Schreibers, au niveau de couloirs de vols. Pour ces raisons, CERA Environnement avait préconisé de maintenir sans éoliennes les différents cols et notamment celui situé entre E3 et E4 (cols et lisières protégées des vents dominants et donnant sur l'Ouest). Par ailleurs, les autres mesures d'intégration préconisées concernaient ;

- le respect de certains habitats forestiers (secteurs de hêtraies et de taillis denses et saulaies) dans la perspective des opérations de déboisement autour du parc,
- un éloignement des lisières au-delà de la longueur des pales (éviter que le champ de rotation des pales survole la canopée),
- et un suivi de la mortalité en raison de la présence d'espèces sensibles et notamment du Miniopière.

En parallèle de l'étude d'impact menée par Cera environnement, Valorem avait également financé une étude entre juin 2006 et juin 2007 basée sur un enregistrement en continu en hauteur (Chiroptech, Biotope) à partir d'un Anabat placé à 50m sur le mat de mesure. L'étude avait globalement montré :

- une très faible activité, puisque seulement 118 contacts avaient été enregistrés pour l'entière année de suivi
- une diversité d'espèce moyenne (7), correspondant à un cortège « classique »
- un cortège largement dominé par la Pipistrelle commune
- la présence de quelques espèces de haut vol (« sérotule ») mais en très faible proportion. En l'absence de contacts de Sérotine au sol (Cera environnement), il y a de fortes chances que ce terme concerne plus des Noctules de Leisler.
- Une concentration des contacts en période estivale

En outre, l'enregistrement des données climatiques du système Chirotech en parallèle de l'activité des chauves souris avait également permis de constater que la grande majorité des contacts (94%) avaient été enregistrée pour des vents inférieurs à 6 m/s (64.4% pour des vents inférieurs à 4 m/s).

Il faut enfin noter que les enregistrements ne mettaient pas en évidence la présence du Miniopière de Schreibers, l'auteur concluant que cette espèce se cantonnait simplement à de faibles hauteurs de vols. Cette hypothèse semblait d'ailleurs confirmer la perception déjà évoquée par Biotope sur d'autres sites du Sud de la France (vallée du Rhône, Plateau du Lévezou...).

Au vu des résultats du suivi, Biotope conduait sur l'absence de la nécessité d'envisager d'ores et déjà une régulation des éoliennes, mais plutôt de l'envisager éventuellement sur quelques nuits d'été selon les résultats du suivi de la mortalité.

➤ *Problématique des oiseaux*

En ce qui concerne les oiseaux, l'étude d'impact avait été réalisée par la LPO Tarn en 2004, sur la base de suivis ciblés sur l'avifaune nicheuse et sur l'avifaune migratrice.

En ce qui concerne l'avifaune nicheuse, tant d'un point de vue de la diversité des espèces que de leur patrimonialité, le site présentait peu d'enjeux. Même si quelques espèces patrimoniales ou sensibles furent contactées (faucon pèlerin, circaète jean le Blanc, busard Saint Martin...), leur présence occasionnelle n'était pas de nature à représenter un risque fort pour la LPO. Pour d'autres espèces dignes d'intérêt (pic noir, bécasse des bois), les enjeux de conservation étaient plus à mettre en relation la gestion de la forêt et notamment avec les perspectives de coupes rases qui étaient envisagées, même si le parc éolien n'était pas mis en place.

En ce qui concerne les migrations, les observations ont confirmées les connaissances antérieures de la LPO sur une localisation du site un peu à l'écart des principales voies de passages. Même si le site est survolé par un flux régulier et un cortège d'espèces notable, les enjeux sont moindres que les situations environnantes.

Malgré ce constat d'enjeux modérés de l'avifaune pour le site en question, la LPO a estimé que les risques d'impacts du projet éolien étaient quand même forts, et ce pour 3 raisons :

- D'une part, l'appréciation de l'état initial fut réalisée dans un contexte de plantations résineuses peu propices à l'expression d'une forte biodiversité. Mais, comme les milieux sont voués à être ouverts par coupes rases importantes, (non liées à la mise en place du projet éolien), la situation avifaunistique locale pouvait évoluer de façon importante, avec notamment l'afflux d'espèces de lisières et de milieux ouverts, dont certaines pourraient être exposées (busards, circaète...).
- D'autre part, les risques d'impacts restent aussi très dépendants des conditions climatiques, alors que celles-ci sont souvent défavorables sur ce site (mauvaise visibilité récurrente liée à un plafond bas, problématique des migrations nocturnes...).
- Et enfin parce que la configuration du parc elle-même, ne correspondait pas avec les préconisations de la LPO. Elle proposait en effet de diminuer le nombre d'éoliennes pour les espacer et permettre les franchissements

➤ *Prescriptions de suivi évaluation post-implantation*

Au moment de la délivrance du permis de construire, eu égard aux éléments précédents concernant les enjeux et risques d'impacts évoqués pour la faune sauvage volante, la DIREN (ancienne DREAL) a prescrit tout une série de mesures très précises que le porteur de projet devait s'engager à mettre en œuvre pour limiter les risques d'impacts et les quantifier (courrier DIREN du 22/02/2007).

Vis-à-vis de notre mission, nous évoquerons principalement ;

- Une série de mesures destinées à limiter les impacts liés à la phase de déboisement (éviter des périodes de reproduction des oiseaux, préserver la hêtraie, respect de distance de 50 m des éoliennes pour les hêtraies, et de 75m pour les plantations de résineux,
- Maintenir une végétation de faible hauteur au niveau des zones déboisées pour faciliter le suivi de la mortalité sous les éoliennes,
- Assurer un suivi de la migration post-nuptiale des oiseaux pendant les deux premières années d'exploitation
- Suivi de l'activité par les chiroptères autour du parc éolien, suivi notamment en partie ciblé sur le Minioptère de Schreibers et intégrant des relevés en altitude à partir du mat de mesure.
- Assurer un suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves souris au moins pendant deux saisons, entre mi-mars et fin octobre, avec autoévaluation de l'efficacité des recherches et appréciation de la pression de prédation par les nécrophages.
- Financer une étude sur la présence du Minioptère de Schreibers sur la partie Occidentale de la commune d'Arfons, afin d'envisager une extension du site Natura 2000 « Montagne noire occidentale ».
- Equiper les nacelles d'éoliennes de filets au niveau des orifices de ventilation.
- Mettre en place des mesures d'atténuation en fonction des résultats des suivis (arrêt de certaines machines aux périodes les plus sensibles).
- Rendre compte à la DIREN des différentes opérations.

1.1.2 Configuration du parc éolien et contexte paysager

Le parc éolien se situe sur la commune d'Arfons, au Sud Est du bourg, au sein de la vaste forêt domaniale de la Montagne Noire.

Le parc éolien est positionné en ligne le long d'une crête orientée dans un axe Nord Nord Est – Sud Sud Ouest, entre 780 et 840m d'altitude. On distingue 3 groupes d'éoliennes, situés sur 3 reliefs dominants successifs et séparés par de petits cols Est-Ouest. Les deux groupes les plus méridionaux sont composés de 4 éoliennes alors que le groupe d'éoliennes situé le plus au Nord n'en comprend que 3. Les distances inter-éoliennes sont de l'ordre de 150 m au sein de chaque groupe d'éoliennes, et de 350 à 400m au niveau des cols qui les séparent.

Sur la carte de la page suivante, le parc semble être intégralement situé en forêt. Initialement, le site était en effet couvert d'une forêt dense, composée principalement de résineux (plantés), mais également en partie de feuillus (hêtres, chênes...). Or, cette carte n'est pas à jour et ne représente pas les coupes franches réalisées sur la plupart de l'entourage du parc. Ces coupes ont été réalisées par l'ONF¹ (gestionnaire du massif forestier), en partie pour les besoins du parc éolien et ses infrastructures annexes (routes, poste de livraison, plateformes), mais aussi pour arracher de grandes zones où les arbres étaient malades. Ainsi, au cours de l'année de suivi, au-delà des chemins d'accès et des plateformes de levage gravillonnées, la plupart de l'environnement proche des éoliennes était en effet ouvert, composé à la fois de milieux nouvellement remaniés, parsemés d'andains de restes de coupes, parfois récemment replantés, et de zones en friches progressives. Ce n'est que dans la partie Sud du parc éolien (éoliennes E7 à E11) que quelques lisières de boisements sont encore situées à moins de 100m des mats. Mais, seules les éoliennes E7 et E8 présentent réellement un contexte boisé qui les entoure en grande partie. Ces précisions sont importantes car l'expérience montre que cette diversité de milieux environnants peut jouer considérablement sur les risques de mortalité, notamment pour les chauves souris. Au niveau de la page 9, quelques clichés permettent de se faire une idée de ces différentes typologies de milieux dans l'entourage des éoliennes.

Sur une plus large échelle, le paysage forestier au relief assez marqué est assez comparable. Il faut toutefois noter des zones plus ouvertes (secteurs de prairies) à l'ouest, au niveau du bourg d'Arfons, ainsi que quelques retenues collinaires environnantes (bassin du Lamy Neuf au Sud Ouest notamment). Le paysage de l'Est et du Sud du parc est largement boisé.

Les éoliennes sont de type Ecotecnia Eco 80, hautes de 70 m (moyeu) avec un diamètre de rotor de 80 m. La distance minimale entre la base du champ de rotation et le sol est donc de 40m. Mais cette distance régresse rapidement vis-à-vis des structures arborées lorsque les éoliennes sont situées dans l'entourage d'îlots boisés.

¹ ONF : Office National des Forêts

figure n° 1. Carte de localisation du parc éolien sur une large échelle

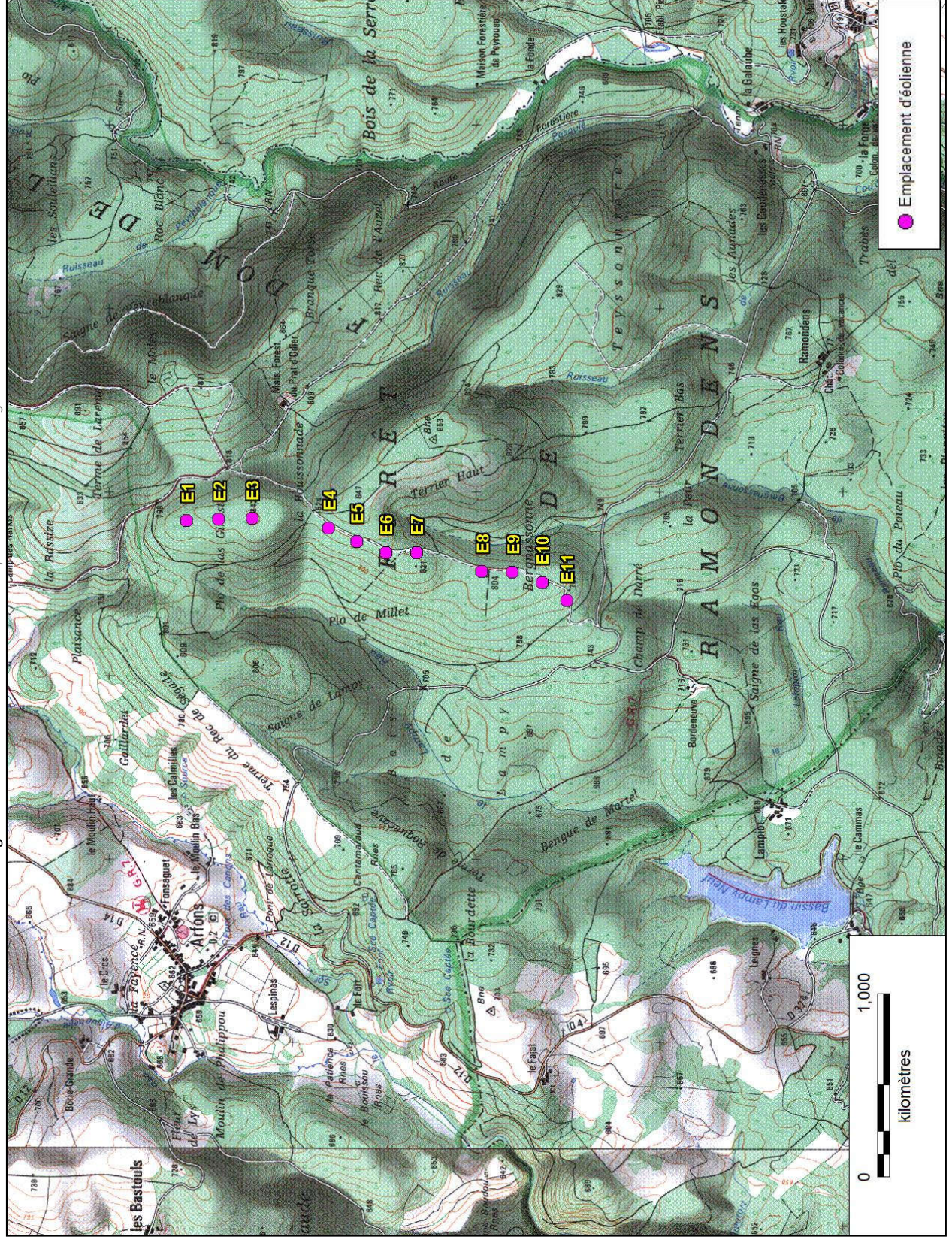


figure n° 2.

Cliché de la partie centrale du parc (éoliennes E7 à E4), pris depuis E8



figure n° 4.

Cliché de la partie Nord ouverte du parc éolien (éoliennes E6 à E1)



figure n° 3.

Cliché du versant Ouest du relief, donnant une idée de l'importance des déboisements réalisés

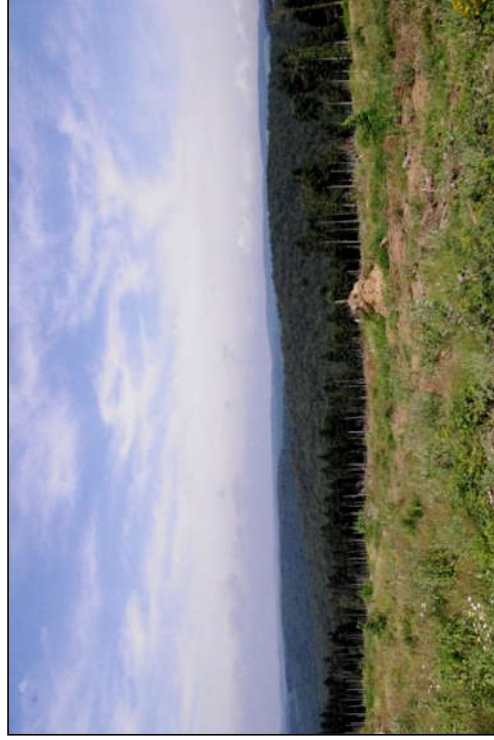


figure n° 5.

Cliché du pied de l'éolienne E7, entourée de boisements



1.2 Objectifs du suivi

1.2.1 Objectifs généraux d'un suivi écologique post-implantation

De façon générale, un suivi faunistique post implantation vise à :

- évaluer concrètement (*in situ*) les impacts réels des éoliennes sur la faune sauvage,
- apprécier l'importance de ces impacts par comparaison avec d'autres parcs éoliens, ou au regard des enjeux de conservation des populations locales
- apprécier l'évolution interannuelle de ces impacts au sein du parc

Plus largement les résultats du suivi permettent aussi d'apprécier l'efficacité de l'exercice de prévision de sensibilités au niveau de l'étude d'impact et la pertinence des mesures qui avaient été prises pour intégrer le projet dans son contexte écologique local. C'est d'ailleurs la principale motivation dans notre cas précis, où les prescriptions DREAL interviennent justement pour tenter de valider les enjeux évalués en amont du projet.

Parfois, ces résultats de suivis peuvent permettre de fournir des éléments fiables permettant de réduire les impacts à postériori et de façon proportionnée si ceux-ci sont avérés. Les mesures d'intégration envisagées avant implantation peuvent ainsi être revues, et d'autres peuvent éventuellement être proposées.

Le suivi vise également à apporter des informations précieuses aux connaissances actuelles encore peu nombreuses dans ce domaine, et faciliter ainsi à l'avenir l'interprétation des états initiaux en termes de sensibilités.

Cette évaluation se fait :

- par comparaison entre l'état initial pré-implantation et l'état post-implantation,
- par l'étude des comportements / mortalités au regard des éoliennes nouvellement installées.

1.2.2 Objectifs spécifiques du suivi de la mortalité sur le parc éolien d'Arfons

Nous avons vu que le suivi de la mortalité sous les éoliennes du parc d'Arfons rentrait dans le cadre d'un ensemble de suivis thématiques ciblés sur les effets du parc éolien sur l'activité et la mortalité des oiseaux et des chauves souris.

D'après les éléments fournis par VALOREM, les recommandations de la DREAL de Midi

Pyrénées, et notre propre expérience en la matière, nous retenons plus précisément comme principaux objectifs de suivi de la mortalité du parc d'Arfons de **mesurer l'impact du parc éolien sur les chauves souris à travers l'importance de la mortalité générée par les pales en rotation (collision directe, ou barotrauma), et son évolution pluriannuelle**. La mortalité des chauves souris générée par les éoliennes dans les secteurs boisés fait en effet aujourd'hui l'objet d'une attention toute particulière, dans une perspective de développement éolien de plus en plus important dans ces milieux, et devant les retours récents de plusieurs cas de surmortalités mal expliquées par rapport aux situations des parcs éoliens en milieu plus ouverts. Dans ce type de milieu, les interrogations portent notamment sur les risques de mortalités liés aux différentes modalités de fréquentation de l'espace, notamment entre des espèces qui utilisent les structures arborées comme supports d'écholocation dans leurs déplacements, et d'autres de plus hauts vols, qui s'en écartent plus facilement.

Dans notre cas précis, l'analyse des impacts devra notamment tenter de **prendre en compte l'influence des déboisements précédant l'implantation du parc éolien sur ses modalités de fréquentation**. C'est d'autant plus important que le débat est toujours ouvert sur les préconisations d'ouvertures des milieux autour d'éoliennes dans le cadre d'un nouveau projet. Faut-il ainsi mieux favoriser l'ouverture des milieux pour éloigner les corridors de déplacement comme ce fut préconisé dans le cadre du projet éolien d'Arfons ? Dans ce cas, quelle distance vis-à-vis des lisières semble pertinente à retenir ? Ou bien au contraire, est-ce qu'il ne faudrait pas plutôt fermer au maximum le paysage autour des éoliennes pour limiter l'accès à de nouveaux territoires de chasse ? L'ouverture d'un boisement revient en effet à modifier profondément tout un écosystème. On ne peut alors exclure que l'ouverture du paysage induise la création de nouvelles zones de chasse ou de transit selon les milieux et l'évolution de l'entomofaune. Sur certains coteaux, ces ouvertures pourraient aussi éventuellement favoriser la formation d'ascendances thermiques entraînant le plançon aérien en surplomb des lignes de crêtes, et donc certains chiroptères. La taille des éoliennes et notamment les distances entre le champ de rotation des pales et les structures arborées ou arbustives pourraient alors jouer considérablement sur les risques de mortalité. Les récents retours d'expériences tendent à montrer que les situations sont très différentes d'un parc éolien à un autre (voire même au sein d'un même parc éolien) selon la configuration du parc, la taille des éoliennes, les types de boisements, et la typologie du cortège d'espèces présentes. Il s'agira donc d'appréhender cette problématique au regard des résultats de suivis d'activité des chauves souris menés en parallèle au sol et en hauteur (EKO-LOGIK).

Nous porterons également notre **attention sur le cas du Minioptère de Schreibers**, détecté depuis le sol sur site en chasse avant implantation (CERA) et dont nous avons également rappelé précédemment les enjeux liées à la présence de gîtes de reproduction et d'hivernage de part et d'autre du site éolien, laissant supposer l'hypothèse de voies de migration à proximité. Au-delà du caractère patrimonial important de cette espèce (annexe II de la directive Habitats), sa sensibilité vis-à-vis des parcs éoliens est actuellement mal connue. Constitué pour voler en plein ciel, il fait théoriquement partie des espèces les plus exposées au

champ de rotation des pales d'éoliennes, notamment lors de nombreux comportements de transits inter-gîtes, ou en chasse de plancton aérien emporté par les ascendances thermiques. Mais les suivis de mortalités réalisés jusqu'alors ne montrent que peu de cas avérés, même dans l'entourage de parcs régulièrement fréquentés. Il est en fait aussi tout à fait capable de manœuvrer avec une grande habilité dans les espaces étroits, et est d'ailleurs aussi plutôt réputé comme un chasseur proche de la végétation. Il s'agira donc de prendre en compte cette complexité de comportements dans le cas du parc d'Arfons pour préciser ces sensibilités.

La noctule commune et la pipistrelle commune devront également faire l'objet d'attentions particulières vis-à-vis des sensibilités envisagées initialement.

En ce qui concerne les oiseaux, au regard des résultats de l'étude d'impact, le suivi vise particulièrement à vérifier que le parc éolien ne génère pas une surmortalité qui aurait été potentiellement liée à :

- **L'influence de l'ouverture des milieux boisés** et l'attraction d'espèces de milieux ouverts potentiellement sensibles et patrimoniales (circaète, busards...)
- **L'influence de conditions climatiques défavorables**, et notamment une mauvaise visibilité en phase de migrations diurnes et nocturnes
- **Le choix d'une configuration du parc trop dense**, limitant les possibilités de franchissement inter éoliennes.

2 METHODOLOGIE

En comparaison des 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.

En plus de ce suivi de mortalité, nous avons aussi réalisé un suivi de l'activité chiroptérologique en installant un Batcorder (enregistreur d'ultrason en continu) dans la nacelle d'une éolienne.

2.1 Suivi de la mortalité des chauves souris (et des oiseaux)

2.1.1 Choix d'une méthode standardisée

Le choix d'une méthodologie standardisée est particulièrement important pour réaliser le suivi 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'isolement et notre recul vis à vis de ce protocole nous permettent de cibler et d'ajuster plus spécifiquement le suivi du parc d'Arfons (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.

2.1.2 Choix des périodes de suivis

Le choix des périodes de suivi doit se faire en fonction des thèmes d'étude à cibler prioritairement en fonction des résultats de l'étude d'impact, des préconisations administratives et globalement des sensibilités supposées ou mal maîtrisées initialement. D'après les éléments de cadrage présentés au niveau du chapitre précédent, la période de suivi fut retenue entre début avril et mi-novembre 2010. Dans le contexte biogéographique d'altitude de la Montagne Noire, cette plage de suivi doit pouvoir permettre de prendre en compte :

- la majeure partie de la phase d'activité du cycle biologique des chauves souris, qu'ils s'agissent des différents mouvements migratoires ou de transits inter-gîtes, de la phase de mise bas ou des comportements sociaux précédant les accouplements.
- La phase de reproduction des oiseaux
- et un peu plus de la moitié de la période d'activité migratoire des oiseaux, notamment les passages pré-nuptiaux tardifs, et la quasi-totalité des passages d'automne (hormis les plus tardifs).

2.1.3 Pression et fréquence des visites

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. Par expérience, au-delà de trois jours de délais entre l'impact et la découverte du cadavre, les résultats deviennent plus difficiles à interpréter. [...] (MEEDDM, 2010).

Dans notre cas précis, en l'absence d'état zéro de la mortalité, nous avons retenu un intervalle de deux visites par semaine, avec un espacement de deux ou trois jours en chaque visite. Entre début avril et mi-novembre 2010 et 2011 (32 semaines) 64 visites de recherches de cadavres au pied des éoliennes ont ainsi été réalisées pour la campagne de suivi. Devant l'importance de cette pression de recherche, les 4 organismes ont été mobilisés à tour de rôle suivant le planning suivant (en nombre de visites par semaine).

figure n° 10. Clichés des types de balisages utilisés pour délimiter les carrés de prospection



orienter les parcours en fonction. Lorsque nous ne disposons pas de GPS ou que les conditions sont défavorables, nous utilisons deux piquets métalliques que nous déplaçons régulièrement en bout de chaque ligne de parcours (d'une distance de 10m 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.

figure n° 11. Clichés explicatifs de l'organisation du transect par la méthode des piquets (sur un autre parc éolien)



Point de départ de la première ligne de transect



Déplacement le long de la limite du carré de prospection vers le départ de la deuxième ligne



Plantation du piquet repère de la deuxième ligne

Retour sur le point de départ de la première ligne, pour utilisation du deuxième piquet repère

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 et que les conditions de réception sont bonnes (absence de couverture nuageuse), la carte, le GPS et les repères de terrain permettent de se positionner constamment au sein du carré préenregistré et

2.1.6 Recueil des données et destination des cadavres

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

Chaque fois qu'un cadavre est découvert, il est localisé par GPS. La position est reportée sur une carte IGN de terrain. La distance et l'azimut sont mesurés vis à vis du mat 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...). La clef de détermination des chauves souris de Midi Pyrénées (DEJEAN 2007) est la principale utilisée sur le terrain. 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... Il est alors généralement prélevé pour procéder aux analyses à posteriori.

Pour éviter les risques de confusion renforcés par la collaboration entre les 4 organismes, chaque cadavre est répertorié avec un code permettant son identification à posteriori et la précision du découvreur. Une photo du cadavre est également prise à proximité du sac de congélation préalablement codifié.

Tous les cadavres prélevés sont conservés dans les différents congélateurs disponibles pour chaque organisme. En fin de campagne annuelle, l'ensemble des cadavres est rassemblé dans celui du bureau d'étude EXEN. Chacun d'entre eux à fait alors l'objet d'une deuxième analyse à l'aide de clefs de détermination plus détaillées et pour préciser certains détails pas toujours aisées à déterminer sur le terrain selon les conditions climatiques (critères d'âges, de sexe, indices de reproduction...).

La fiche type de saisie de données de terrain est présentée en Annexe 1 de la page 61.

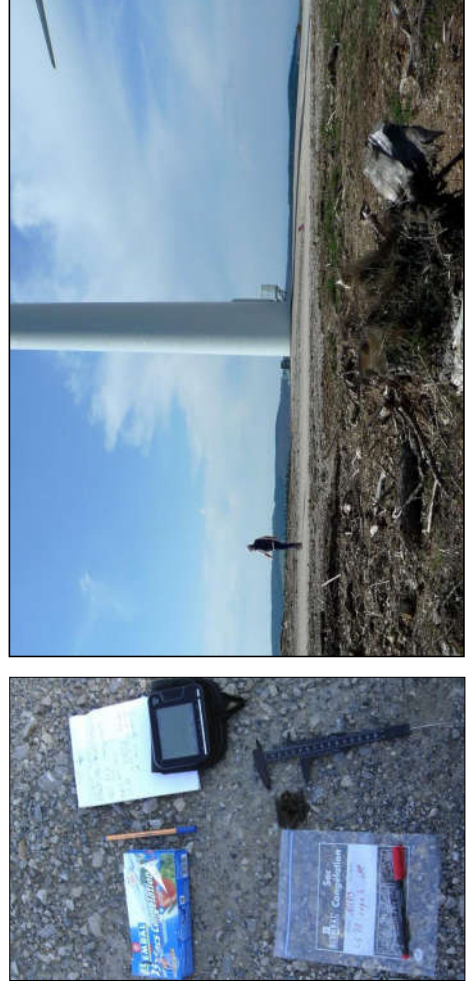
figure n° 12.

Clichés des principaux critères utilisés pour la détermination des chauves souris



figure n° 13.

Clichés du matériel de terrain, et de la prospection sous les éoliennes



2.1.7 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. En réalité, (« taux de persistance »).

Les suivis mortalité réalisés montrent que ces coefficients correcteurs varient considérablement en fonction de nombreux paramètres extérieurs (nombre 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...).

Une session de détermination de ces coefficients correcteurs a été réalisée en début de campagne de suivi (19 avril). Deux autres étaient initialement prévues plus tardivement pour prendre en compte l'évolution des conditions locales (évolution de la phénologie des charognards, évolution de la hauteur de végétation au sol...). Mais elles n'ont pas pu être réalisées par manque d'approvisionnement de cadavres tests. A terme, les effets de ce biais seront atténués, voire corrigés dans la mesure où de nouvelles sessions de tests seront réalisées (années 2011 et 2012). Les résultats de ces sessions de mi et de fin de campagne pourront permettre de reprendre et d'affiner les résultats de calculs des taux de mortalité, en se basant sur des moyennes interannuelles plus fiables.

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

Pratiquement, un échantillon de cadavres d'oiseaux (gibier d'élevage) a été dispersé la veille au soir d'une journée de recherche de cadavres sous les éoliennes. Ces cadavres sont de 2 tailles différentes (moyen, petit) 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 sont coupées et utilisées à la place de petits oiseaux et de chauves souris.

Le 19 avril, 18 « cadavres tests » (9 têtes de perdrix + 9 corps de perdrix) ont ainsi été dispersés sous l'éolienne E3 au niveau des différentes types de milieux afin d'apprécier la diversité de ces typologies de milieux. 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 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 n° 14. Clichés de l'échantillon des « cadavres tests »

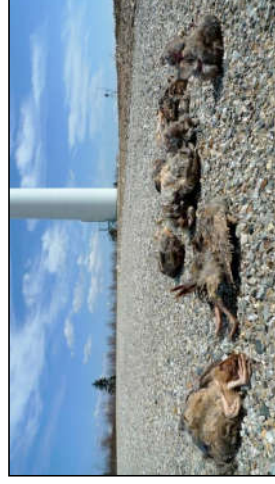


figure n° 15. Clichés témoignant de la difficulté de perception des cadavres dispersés sur ce site



➤ **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, la parcourir 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.

Nous verrons par la suite (cf. page 30) que le taux de persistance correspond alors à la proportion de cadavres restant au pied des éoliennes après x jours, « x » étant la durée séparant 2 visites. Dans notre cas précis, $x = 3.5$ jours que l'on arrondi à 4 jours.

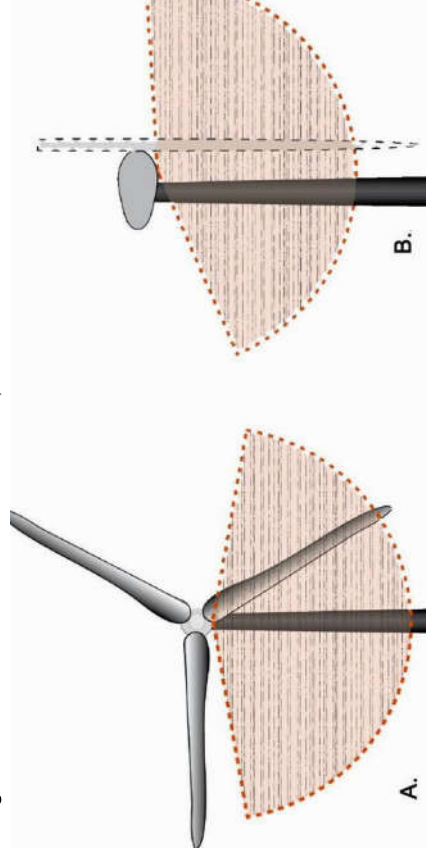
➤ **Calculs**

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 peu générer par éolienne et par an. Nous développerons un peu plus les particularités de chacune des formules par la suite (cf. chapitre 3.2.1 page 32). 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 suivi 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 sur le parc d'Arfons.

2.2 Suivi de l'activité des chauves-souris

Pour suivre l'activité des chauves souris en parallèle de la mortalité, des détecteurs / enregistreurs d'ultrasons de type Batcorder (2.0) ont été placés au niveau d'une nacelle d'éolienne en 2011. Il s'agissait de caractériser l'activité des chauves souris dans ou à proximité de la zone de rotor des éoliennes (principalement dans un demi-espace inférieur). Ce type de matériel est spécialement développé par la société Eco Obs pour des enregistrements sur éoliennes. Cela implique un paramétrage particulier permettant de s'affranchir des risques de bruits parasites et de de façon à couvrir principalement le demi espace inférieur aux nacelles (cf. figure n° 16.).

figure n° 16. Zone de couverture acoustique des Batcorders sous les nacelles d'éoliennes



L'efficacité des Batcorders placés sur nacelles d'éolienne a pu être testée au cours des études pilote menée 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 distinguent pas les variations de portée de détection selon les espèces. 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.

Un autre intérêt du système Batcorder réside aussi dans la facilité d'analyse des données, ce qui est particulièrement appréciable pour des plages d'enregistrements de plusieurs dizaines de milliers de séquences lorsque c'est le cas. Les séquences sonores des chauves-souris ont été enregistrées et sauvegardées numériquement sur une carte SDHC. Ces enregistrements sont ensuite gérés et traités par les logiciels bcAdmin et batIdent. 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 groupes d'espèces en fonction de la typologie des signaux.

L'analyse manuelle ultérieure de sons isolés est possible par la suite grâce au logiciel bcAnalyze.

3 BILAN DE LA MORTALITE DES CHAUVES SOURIS

3.1 Résultats

3.1.1 Bilan des mortalités par éoliennes

6 chauves-souris furent retrouvées sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi du 7 avril au 12 novembre 2010. Pour 64 visites de recherches réalisées au cours de cette période de 7 mois, cela représente une moyenne de 0.86 chauves-souris découvertes par mois pour l'ensemble du parc éolien.

12 chauves-souris furent retrouvées sous les éoliennes au cours de la campagne de suivi du 5 avril au 10 novembre 2011. Pour 64 visites de recherches réalisées au cours de cette période de 7 mois, cela représente une moyenne de 1.71 chauves-souris découvertes par mois pour l'ensemble du parc éolien. Le tableau suivant distingue les mortalités constatées par éoliennes lors de ces 2 campagnes de suivi.

figure n° 17. Bilan des mortalités de chauves-souris constatées lors de 2 campagnes de suivi (2010 et 2011) sous l'ensemble du parc éolien

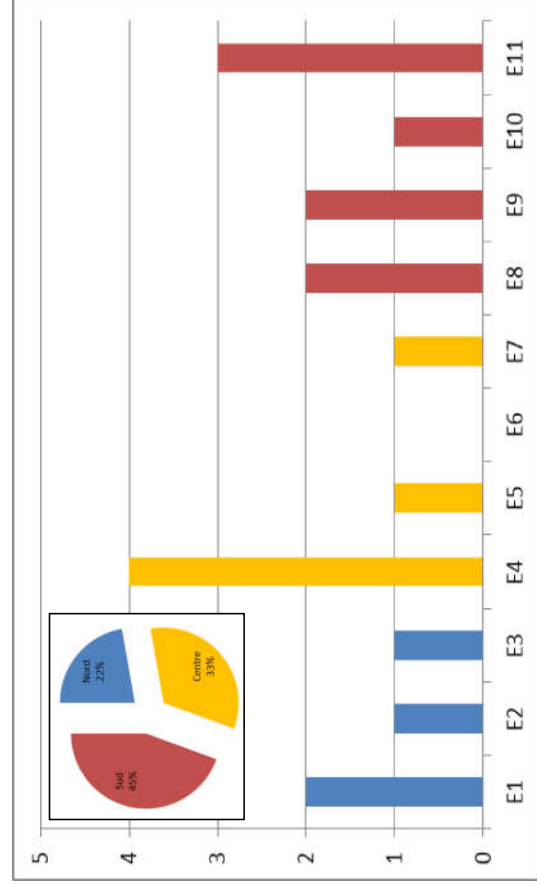
Eolienne	2010	2011	Total
E1	0	2	2
E2	1	0	1
E3	0	1	1
E4	1	3	4
E5	0	1	1
E6	0	0	0
E7	1	0	1
E8	0	2	2
E9	1	1	2
E10	0	1	1
E11	2	1	3
Total	6	12	18

On note que 10 des 11 éoliennes ont été à l'origine des mortalités. Une seule éolienne a été à l'origine de 4 mortalités constatées (l'éolienne E4 située au centre Nord du parc éolien). Une autre à l'origine de 3 mortalités (E11 : à l'extrême sud du parc éolien). 3 autres ont été à l'origine de 2 mortalités constatées et 5 à l'origine d'une seule mortalité constatée. Sous l'éolienne 6, aucun cadavre n'a été découvert.

3.1.2 Répartition géographique des mortalités de chauves-souris

Comme le parc éolien se présente sous forme de trois lignes d'éoliennes successives le long de la crête du relief et de part et d'autre de deux cols, le graphique suivant compare les mortalités constatées selon ces trois groupes d'éoliennes, relevant du secteur Nord, du secteur Centre ou du secteur Sud.

figure n° 18. Bilan des mortalités des chauves-souris selon les trois lignes d'éoliennes Nord (en bleu), Centre (en jaune) et Sud (en rouge)



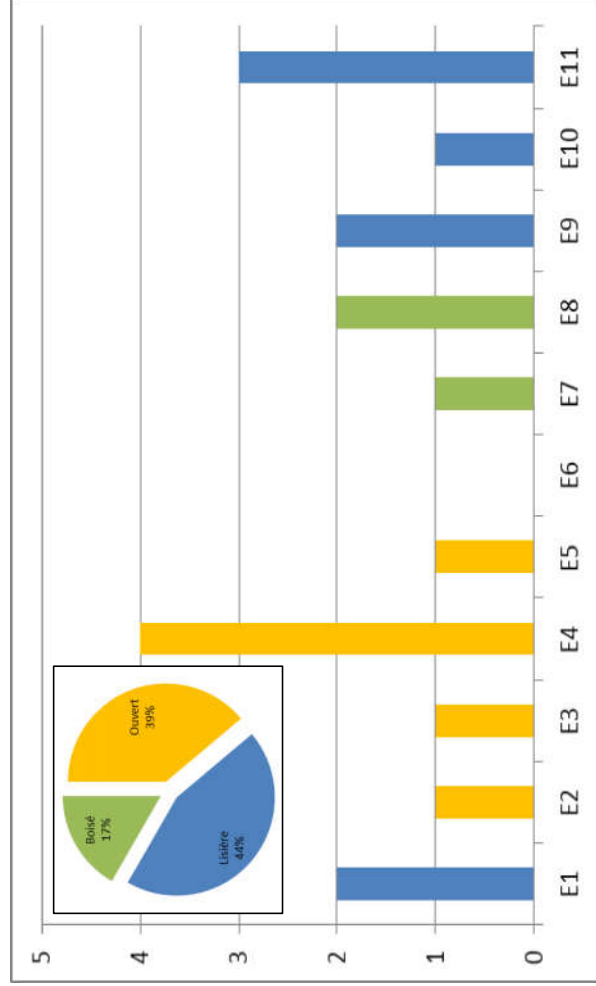
22% des mortalités constatées ont été relevées sur la ligne Nord d'éoliennes composée de 3 éoliennes, 33 % sur le secteur Centre, et 45% sur le secteur situé au Sud. Si la mortalité constatée semble suivre un gradient croissant vers le Sud du parc éolien (mis à part E4), le faible nombre de données ne nous permet pas de prouver statistiquement une telle tendance (ou au moins une différence significative entre les 3 groupes d'éoliennes). C'est-à-dire que de tels résultats peuvent être dus soit au hasard, soit à un facteur précis (conditions de milieux) mais impossible à différencier statistiquement.

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

La répartition des mortalités constatées est également étudiée en fonction des 3 types de milieux différenciés autour des éoliennes.

- Le **milieu ouvert** est défini par une absence de boisement dans l'entourage proche de l'éolienne (50m) (E2, E3, E4, E5). On notera que l'éolienne E4 est située à 55m d'une lisière.
- Le **milieu boisé** est défini par une présence de boisement tout autour de l'éolienne (à moins de 50m) (éoliennes E7, E8)
- Le **milieu de lisière** est défini par une zone boisée à moins de 50m de l'éolienne mais qui n'entoure pas complètement l'éolienne. (E1, E6, E9, E10, E11).

figure n° 19. Bilan des mortalités de chauves-souris selon la typologie des structures arborées autour des éoliennes

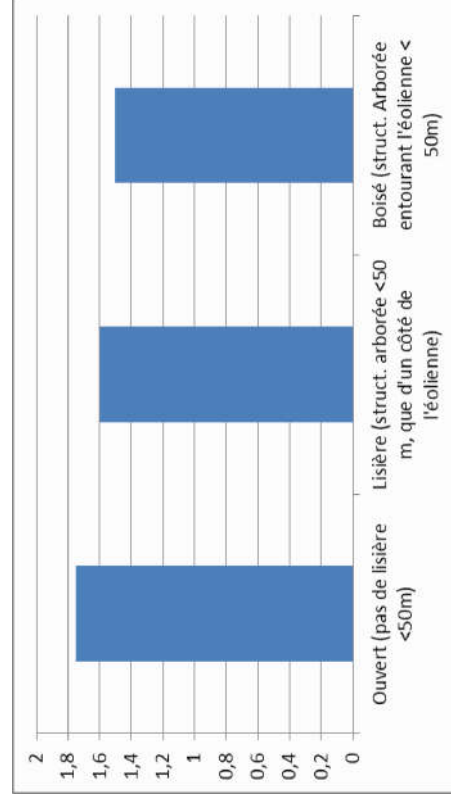


A première vue, il semble difficile de déduire une réelle tendance dans le nombre de cas de mortalité en fonction des type de milieu à proximité des éoliennes.

Si on pondère ces résultats sous formes de moyennes, on note que :

- sur 4 éoliennes en milieu ouvert, on a observé 7 mortalités, soit une moyenne de 1,75 mortalité par éolienne pour ce type de milieu.
- sur 2 éoliennes en milieu boisé, on a observé 3 mortalités, soit une moyenne de 1,5 mortalité par éolienne pour ce type de milieu.
- sur 5 éoliennes en milieu de lisière, on a observé 8 mortalités, soit une moyenne de 1,6 mortalités par éolienne pour ce type de milieu.

figure n° 20. Graphique des moyennes de mortalités constatées selon la typologie des structures arborées autour des éoliennes



Comme pour l'analyse précédente, le faible nombre de données ne nous permet pas de prouver statistiquement des différences significatives (ou non) entre les différents types de milieu. Autrement dit, par une approche statistique, ces différences peuvent autant être dues à la configuration des structures arborées autour des éoliennes qu'au hasard. Ces résultats montrent en effet peu de différence en termes de moyenne de mortalité par éolienne, même si c'est au niveau des éoliennes situées en milieu ouvert que les valeurs sont légèrement supérieures. Cependant, l'éolienne E4 située à 55m d'une lisière arborée pourrait être considérée comme une éolienne de lisière et dans ce cas-là, la mortalité sous les éoliennes de lisières passerait de 8 à 12 cas et celle des milieux ouverts de 7 à 3.

Lors du suivi des années suivantes, nous pourrions être attentifs à ce facteur en accumulant d'éventuelles autres données de mortalité et tenter de distinguer statistiquement ces hypothèses d'influences de typologie de milieux arborés autour des éoliennes.

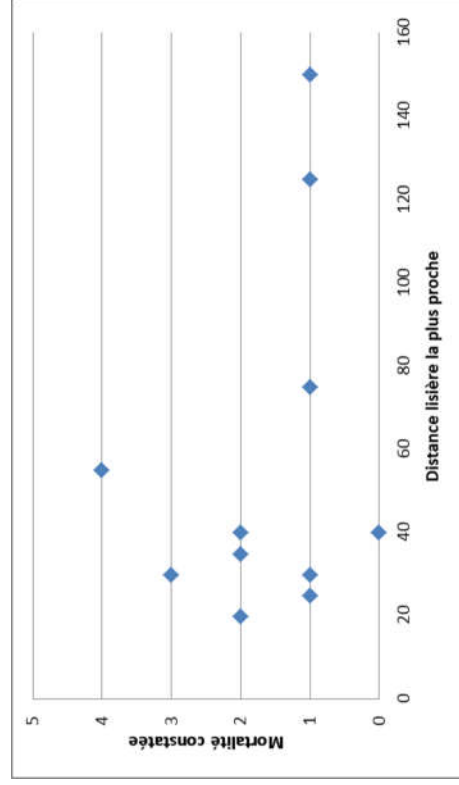
3.1.4 Répartition des mortalités de chauves-souris par distance de la lisière

On tente ici d'analyser la répartition de la mortalité en fonction de la distance de chaque éolienne à la structure arborée la plus proche.

Pour cela, on a estimé pour chaque éolienne la distance de la lisière la plus proche. Le graphique de la figure suivante synthétise le nombre de mortalités constatées par éolienne selon cette distance à la lisière (un point représente une éolienne).

figure n° 21. *Bilan des mortalités de chauves-souris selon la distance à la lisière des éoliennes*

Eolienne	Distance de la lisière	Mortalité constaté
E1	40	2
E2	125	1
E3	75	1
E4	55	4
E5	150	1
E6	40	0
E7	30	1
E8	20	2
E9	35	2
E10	25	1
E11	30	3



Chaque point caractérise une éolienne. La position du point selon l'axe des ordonnées témoigne du nombre de mortalités constatées. Sa position selon l'axe des abscisses témoigne de la distance de l'éolienne par rapport aux structures arborées.

On note l'existence d'une petite tendance décroissante de la mortalité avec une augmentation de la distance entre l'éolienne et la première structure arborée. Mais là encore, on ne peut pas prouver cette hypothèse puisque le nombre de données est trop faible pour pouvoir différencier un réel effet de la distance aux lisières d'un possible effet du hasard.

Afin de préciser cette hypothèse, il faudra attendre d'obtenir de nouvelles données au cours des prochaines campagnes de suivi pour pouvoir réaliser une analyse statistique significative.

3.1.5 Chronologies constatées et corrigées des mortalités de chauves-souris

Le premier graphique de la figure n° 23, page 22 représente la chronologie des découvertes de cadavres de chauves-souris sur l'ensemble du parc éolien au cours des 2 campagnes de suivi.

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 2010 et 2011 sur deux visites de terrain par semaine tout au long de la campagne, 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 2 à 3 jours
- 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 Boudier sinué (*Thanatophilus sinuatus*) intervenant au stade de putréfaction (digestion extra orale des cadavres).
- Ou du Nécropore 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 en ce qui concerne 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, pour préciser notamment les conditions liées à la sensibilité des espèces.

Précisons que, comparativement à d'autres parcs éoliens suivis dans la région avec la même méthodologie, les mortalités constatées sous celui d'Arfons ont apparemment été peu concernées par les effets de cette entomofaune nécrophage. Nous verrons que la plupart a en effet logiquement été découverte sur les secteurs gravillonnés, c'est-à-dire à l'écart des milieux classiques fréquentés par cette entomofaune, et ne favorisant pas l'enfouissement.

figure n° 22.

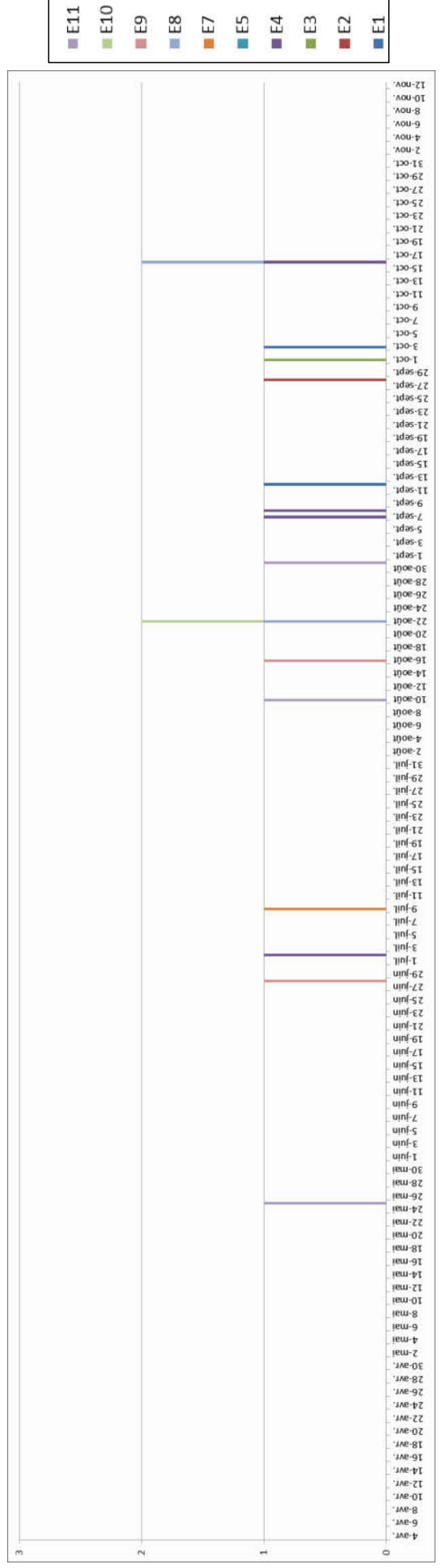
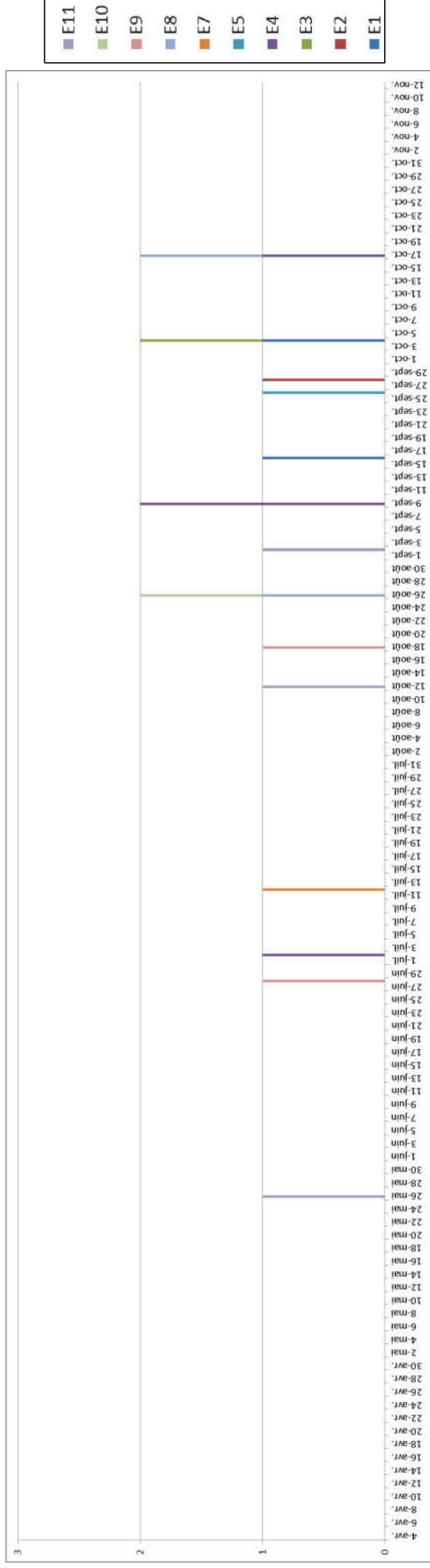
Cliché d'exemple d'enfouissement d'une Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) par un couple de Nécropore chasseur (*Thanatophilus sinuatus*), sous un autre parc éolien de la région



Les profils généraux des graphiques de la page suivante montrent une succession de cas de mortalités, 1 cas fin mai puis 3 entre la fin juin et début juillet, puis par la suite, 8 autres cas de mortalité plus étalés dans le temps entre le 10 août jusqu'à la mi-septembre. Enfin 6 cas de mortalité ont eu lieu fin septembre ou durant le mois d'octobre.

En ce qui concerne les rapports entre chronologie des mortalités et les éoliennes, nous ne relevons pas de concentration très marquée des mortalités sur certaines éoliennes précises à des périodes données. Autrement dit, **les mortalités se répartissent assez uniformément dans le temps pour chaque éolienne** au cours des principales périodes de mortalités évoquées précédemment

figure n° 23. Chronologie des mortalités de chauves-souris (mortalités constatées et estimées (corrigées))

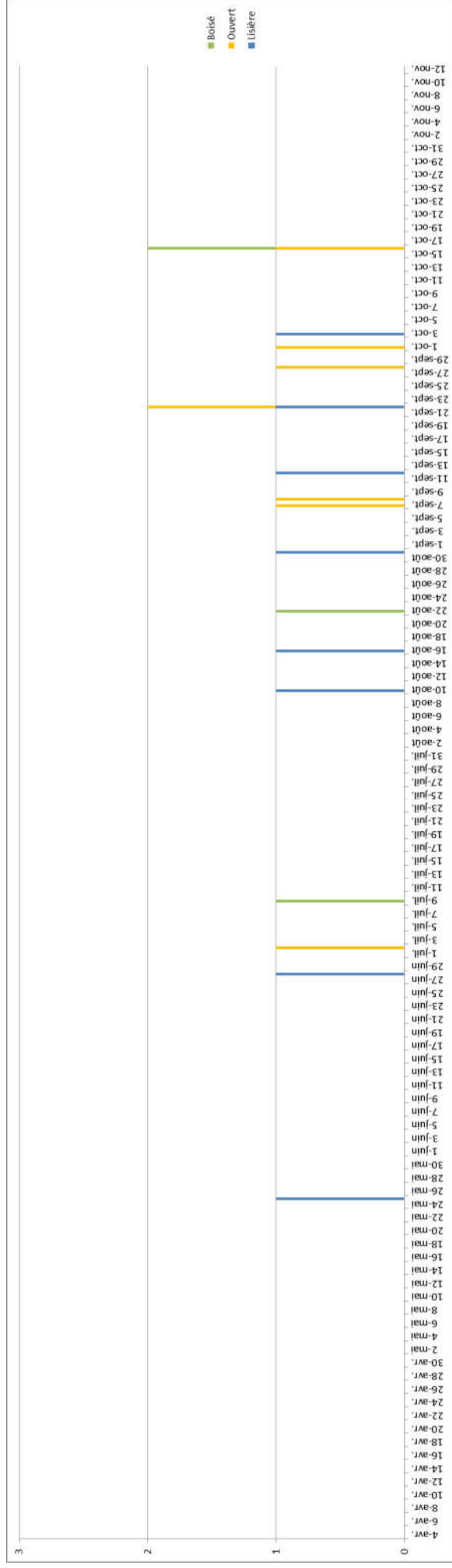


3.1.6 Chronologies des mortalités de chauves-souris et types de milieux

Le graphique suivant distingue la chronologie de la mortalité des chauves-souris en prenant en compte la typologie des milieux arborés autour des éoliennes. Il aboutit sur un constat d'absence de concentration particulière pour chacun des trois types de milieux.

Cependant, on peut d'ores et déjà penser que les mortalités sous les éoliennes de milieu ouvert ont eu lieu début juillet et durant les mois de septembre et octobre. Ces période peuvent correspondre à de la migration.

figure n° 24. Chronologie des mortalités selon la typologie des milieux arborés autour des éoliennes



3.1.7 Typologie des cadavres découverts

➤ Proportion des mortalités estimées par espèces

Sur les 18 cadavres de chauves-souris découverts en 2010 et 2011, 4 n'ont pas pu être identifiées jusqu'au niveau de l'espèce compte tenu des niveaux de décomposition des cadavres ou des blessures trop importantes. Ces 4 cadavres semblaient néanmoins relever du genre *Pipistrellus* ;

- 3 présentaient certaines caractéristiques probables de la *Pipistrelle* commune (notamment des entretroises de cellules allaires) et une les caractéristiques de la *Pipistrelle* pygmée.
- une reste mal déterminée, et n'a pas pu être identifié à nouveau en fin de campagne (non retrouvé par ECOTONE).
- La dernière était trop sèche et décomposé pour pouvoir être déterminé. Une analyse génétique est en cours de réalisation pour essayer d'aboutir à une espèce.

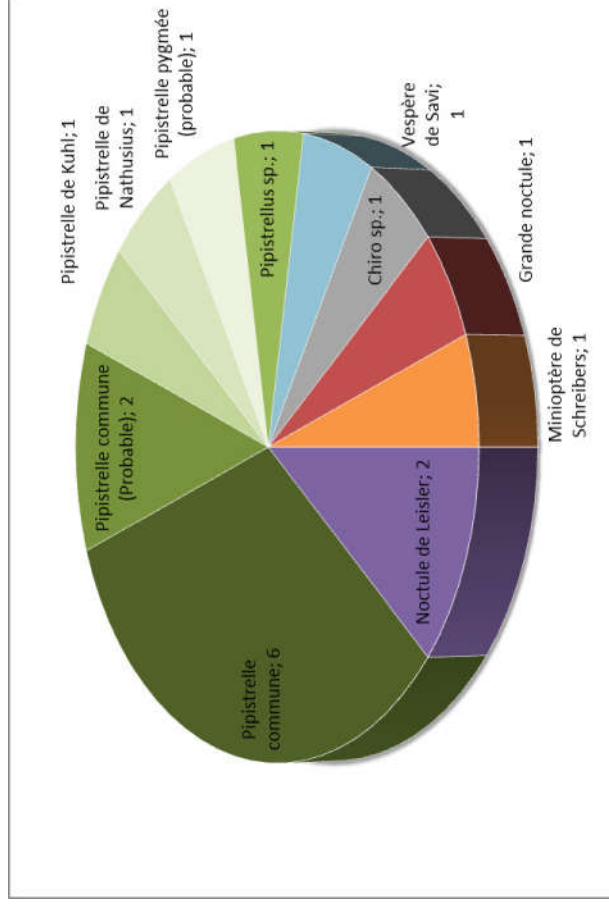
Pour les autres cadavres, la détermination peut encore présenter quelques risques d'erreur, mais les caractéristiques anatomiques typiques permettent une appréciation très probable du niveau de l'espèce. Le graphique suivant synthétise les différentes espèces impactées, les genres concernés (nuances des couleurs), et la proportion des effectifs touchés par espèces.

Le cortège est **principalement représenté par le genre *Pipistrellus*** (représenté par les nuances de couleurs vertes) avec près de deux tiers des mortalités constatées. La ***Pipistrelle* commune (*Pipistrellus pipistrellus*)** domine largement ce cortège, même si 4 individus ne sont pas déterminés avec précision.

Parmi les autres espèces, au-delà de l'individu non déterminé, on distingue de façon certaine ;

- 1 cadavre de *Minioptère* de Schreiber (*Miniopterus schreibersi*)
- 2 cadavres de *Noctule* de Leisler (*Nyctalus leisleri*)
- 1 cadavre de *Vespère* de savi (*Hypsugo savii*)
- 1 cadavre de **Grande Noctule** (*Nyctalus lasiopterus*).

figure n° 25. Répartition des mortalités de chauves-souris par espèces (effectifs constatés) et tableau récapitulatif des mortalités en 2010 et 2011



➤ *Chronologie des mortalités, phénologies des espèces et tentatives d'interprétations*

La figure suivante représente les dates estimées de mortalités par espèces. Les analyses qui en découlent sont distinguées par espèces, de manière à y rechercher l'expression de certaines explications phénologiques (migration, dispersion des jeunes...) ou comportementales spécifiques (chasse en groupe, comportements sociaux...).

Concernant les espèces avec plusieurs cas de mortalités, on s'aperçoit que ces cas ne sont pas regroupés sur de courte période mais plutôt étalé le long de la période de suivi. Même si

on peut constater une plus forte mortalité, globalement, durant les mois d'août à mi-octobre.

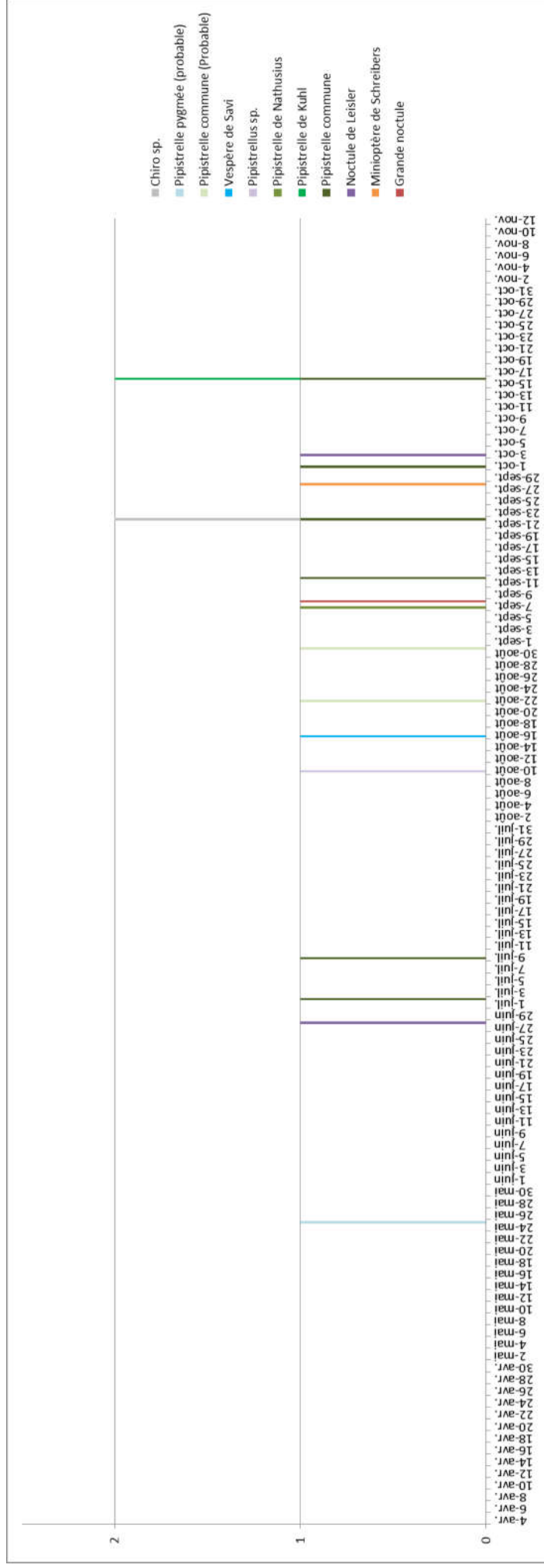
Cette période correspond soit :

- A une période de migration ou de déplacement des colonies (Minioptère, Noctule, Pipistrelle de Nathusius, et dans une moindre mesure les autres espèces),
- A une période de parturition pour la plupart des espèces.

Ces deux activités sont aussi propices à des déplacements à une altitude plus élevée que lors des déplacements habituels (chasse, transit) pour les « petites espèces » comme les pipistrelles ou les vespères de Savi.

Cependant, une interprétation certaine du comportement de l'individu trouvé mort reste très difficile car il existe toujours des exceptions liées aux individus eux mêmes (chasse en hauteur pour des « petites » espèces...)

figure n° 26. Répartition des mortalités de chauves-souris par espèces (effectifs constatés)



En ce qui concerne la **pipistrelle commune**, les deux cadavres identifiés précisément en 2010 sont notés entre la fin juin et début juillet, période pouvant correspondre à la phase de mise bas et à l'envol des jeunes. Mais aucun indice ne peut pour autant confirmer cette activité. Les deux individus seraient en effet des adultes. Et le seul sexe identifié est celui d'un mâle (pas de présence de femelle allaitante ou gestante). Les deux autres cadavres de début août à début septembre 2010 pourraient également concerner cette espèce. Or là non plus, l'état des cadavres ne permet pas de préciser le sexe ou l'âge.



D'après les éléments d'activité relevé au niveau de l'étude d'impact d'avant implantation, la pipistrelle commune était bien l'espèce la plus représentée sur le site, ce qui supposait le risque de mortalité le plus important (même si l'auteur jugeait ce risque compatible avec l'abondance des populations locales). Elle avait été identifiée comme la plus précoce sur site depuis la mi-avril, mais aussi une des dernières à partir (octobre) avec des gîtes de reproduction supposés au niveau du bourg d'Arfons à l'Ouest du parc éolien. Les données de mortalité étant plutôt centrées sur la période estivale, on suppose qu'elles reflètent l'exploitation du site comme zone de chasse autour des gîtes de reproduction dans un contexte de dispersion depuis les gîtes de mise bas.

Les deux cadavres identifiés avec certitude en 2010 furent trouvés sous les éoliennes E4 et E7, c'est-à-dire dans la partie centrale du parc éolien, alors que les deux autres furent toutes deux trouvées sous l'éolienne E11, la plus méridionale.

En ce qui concerne les cadavres des 4 pipistrelles communes retrouvées en 2011, elles sont regroupées sur la période allant de mi-septembre à mi-octobre. Pour cette espèce cette période peut correspondre :

- soit à du transit entre les gîtes d'hivernage et les zones de regroupement pour l'accouplement
- soit à une zone de regroupement pour l'accouplement
- soit au transit entre les zones de regroupement pour l'accouplement et les gîtes hivernaux.

Parmi ces 4 individus, on note une femelle, deux mâles et un individu dont le sexe n'a pu être déterminé. Les éoliennes concernées sont les éoliennes E1, E3, E4 et E5.

Un cinquième individu a été retrouvé et semblait correspondre à une pipistrelle commune (même si la détermination n'était pas certaine). Cet individu a été retrouvé sous l'éolienne E8 au milieu du mois d'Aout. Cette période peut correspondre aux transits vus précédemment, au début de la période d'accouplement ou à la fin de la période d'élevage des jeunes. Il s'agissait d'un adulte mais le sexe n'a pas pu être déterminé.



On peut remarquer que globalement les cas de mortalité pour cette espèce se situent dans la partie Nord du parc éolien et qu'ils ne sont pas concentrés sous une même éolienne mais plutôt répartis entre E1 et E8. Au niveau de l'état initial (Cera environnement), l'espèce avait été contactée sur l'ensemble des points d'écoute, notamment au niveau des lisières, clairières et chemins d'accès, avec une sensibilité plus prononcée pour les secteurs proches d'Arfons et le sud du site éolien. La répartition des mortalités pourrait aller à l'encontre de ce type de fréquentation initiale, mais le parallèle est biaisé par l'intervention de l'ouverture des boisements entre les deux périodes.

Les mortalités constatées sous les éoliennes de milieu plutôt ouvert peuvent être expliquées par des mouvements de transit entre deux zones (Gîte d'été, zone de chasse, zone d'accouplement, gîte d'hiver...) qui peuvent être effectués avec une altitude de vol plus élevée et plus éloigné des lisières que lors de déplacements habituel lors de la chasse.

Quant aux mortalités constatées sous les éoliennes de lisière, elles peuvent être expliquées par des déplacements de chasse au-dessus de la canopée (donc à une hauteur de vol élevée) qui se sont un peu éloignés de la lisière forestière pour passer dans le champ de rotation des pâles d'éoliennes. On ne peut donc écarter l'hypothèse d'une corrélation entre ces proximités de lisières et les mortalités pour cette espèce qui épouse ce type de structures dans ses déplacements. Rappelons aussi que la pipistrelle commune était également l'espèce la mieux représentée en hauteur au niveau des quelques enregistrements annuels fait par Biotpe à l'état initial.

Un cas de mortalité de **Pipistrelle de Kuhl** a été retrouvé sous l'éolienne E8 le 16 octobre 2011 et il s'agissait d'un jeune mâle. Cette espèce semble bien présente dans la montagne noire et dans le secteur d'Arfons. A cette période, cette espèce est soit en transit pour regagner ses gîtes d'hivernation (souvent des bâtiments), soit présente sur des zones de regroupements automnaux pour l'accouplement. La Pipistrelle de Kuhl est une espèce

fortement liées à l'Homme car elle gîte presque exclusivement dans des bâtiments (en hiver et en été), elle chasse souvent dans des milieux urbanisés et ses sites de reproduction correspondent à des vieux bâtis. Cette mortalité pourrait témoigner de la présence d'un site d'accouplement dans le secteur ou simplement d'un individu en transit autumnal.

En ce qui concerne la **Pipistrelle de Nathusius**, elle a été trouvée sous l'éolienne E4 le 7 septembre 2011. Il s'agit d'une femelle adulte. La Pipistrelle de Nathusius est très peu documentée en Midi Pyrénées, seule quelques observations ou contacts sont connus. Au mois de septembre, cette espèce peu fréquente en Midi Pyrénées pourrait être en migration. La Pipistrelle de Nathusius est bien connue pour effectuer de long déplacement migratoire du Nord-Est vers le Sud-Ouest de l'Europe avec plusieurs centaines de kilomètres parcourus. Ces déplacements se font essentiellement à une hauteur de vol plus élevée et qui peut correspondre avec le champ de rotation des pâles d'éoliennes. Ce cas de mortalité pourrait correspondre à un individu en migration. Même si on ne peut être certain de cette interprétation, c'est celle qui semble la plus probable.

La **Pipistrelle pygmée** (Probable) a été trouvée le 25 mai 2011 sous l'éolienne E11. L'individu retrouvé était une femelle adulte. La Pipistrelle pygmée est peu contactée dans la région Midi Pyrénées mais son abondance semble être sous-estimée. Cette espèce est très anthropophile et ses milieux de prédilection sont liés à des structures boisées et des zones humides. Les connaissances sur sa capacité à effectuer de long déplacement comme la Pipistrelle de Nathusius sont insuffisantes. Mais il semblerait que cette espèce soit capable d'effectuer de tels déplacements entre ses sites d'hibernation et d'accouplement, et ses sites de mise bas. Dans ce cas, la mortalité observée durant le mois de mai pourrait correspondre à un transit entre un site d'hibernation et un site de mise bas.

Le **Vespère de Savi** a été identifié le 18 août, sous l'éolienne E9. L'individu retrouvé était un mâle adulte. L'écologie de l'espèce est mal connue en Midi Pyrénées. L'espèce serait considérée comme sédentaire. Cette espèce est presque exclusivement rupestre (gîte d'hiver et d'été) et donc présente lorsque ce type de milieu (falaises verticales et rochers escarpés) est présent. Le Vespère de Savi peut aussi être un migrateur potentiel. Cette espèce est l'une des rares espèces Européennes à pratiquer le vol plané et à rechercher notamment les ascendances thermiques pour chasser ses proies en altitude. On suppose que cette activité prédominante du Vespère de Savi à cette période de l'année pourrait bien caractériser cette utilisation d'ascendances thermiques. C'est d'autant plus plausible que les enregistrements de météo France témoignent de températures dépassant 30 à 35°C à la mi-août, au moment où ce cas de mortalité s'est produit.

Le **Noctule de Leisler** découverte à la fin juin 2010 fut le premier cadavre mis en évidence sur le site. Il s'agissait d'un mâle adulte, trouvé sous l'éolienne E9, au Sud du parc éolien (éolienne située à proximité ouest de lisière). La biologie de l'espèce est mal connue pour cette espèce plutôt arboricole, mais qui présente la particularité d'une ségrégation sexuelle des migrations pour la période de mise bas ; les femelles migrent plutôt vers l'Est de l'Europe pour y former leur nurseries, même si certains gîtes de parturition existent quand même en France. L'espèce présente un statut peu commun dans le secteur de la Montagne Noire. L'étude d'impact au sol (Cera) n'avait pas montré d'ailleurs de contact de cette espèce avant implantation. Seuls les contacts de « sérotules » supposaient la présence de l'espèce en hauteur (50m) d'après l'étude de Biotope. Cette mortalité pourrait témoigner d'une certaine activité estivale, probablement de mâles solitaires ou de petits groupes mono sexués. Cette hypothèse est appuyée par des contacts de passages assez fréquents en plein ciel d'après les premiers résultats de suivis d'activité au sol (Lecoq 2011). Dans cette perspective, on ne peut pas non plus exclure que le parc éolien soit situé dans un rayon d'action autour de petits gîtes arboricoles plausibles dans le paysage fortement boisé environnant. L'éolienne 9 sous laquelle a été retrouvée cette espèce est située au Sud du parc éolien, à proximité d'une lisière boisée.

Un second individu a été retrouvé mort sous l'éolienne E1 le 3 octobre 2011, il s'agissait aussi d'un mâle mais son âge n'a pu être déterminé. La Noctule de Leisler ayant ses gîtes hivernaux arboricoles, on ne peut pas exclure la présence d'un tel gîte dans l'entourage proche du parc éolien. La Noctule de Leisler est connu pour chasser à haute altitude (jusqu'à plus de 100m) et effectuer des piquets vers ses proies situées plus bas. Elle se situe donc à des hauteurs de vol correspondant au champ de rotation des pâles d'éolienne.

En ce qui concerne l'individu de **Grande Noctule** retrouvé mort sous l'éolienne E4, c'est le cadavre le plus remarquable de la campagne de suivi 2011. La Grande Noctule est une espèce très rarement contactée et dont la biologie est très peu connue. L'individu retrouvé le 8 septembre était une femelle adulte post lactante. C'est-à-dire que cette femelle avait mis bas durant l'estivage. L'espèce était jusqu'à présent classée parmi les plus rares de Midi Pyrénées, et principalement identifiée dans la partie Nord de l'Aveyron (Aubrac). En France, la plupart des observations proviennent des landes et du Sud du Massif Central. En fait, les lacunes de connaissances importantes proviennent aussi du fait que l'espèce passe inaperçue en volant souvent très haut, hors de portée des détecteurs à ultrasons. Son caractère particulièrement mobile rend difficile toute interprétation phénotypique des contacts (territoire de chasse de plusieurs dizaines de kilomètres autour du gîte). Une ségrégation des mâles et femelles est aussi présente, comme pour la Noctule commune. La majorité des femelles migrent vers le Nord et l'Est de l'Europe alors que les mâles reste solitaire ou en petit groupe dans le Sud. Les femelles commencent à revenir vers la fin de l'été, même s'il existe des sites de mise bas en France. Le cas de mortalité observé début septembre d'une femelle post-lactante va dans le sens d'un individu en migration (d'un site de mise bas vers un site d'accouplement).

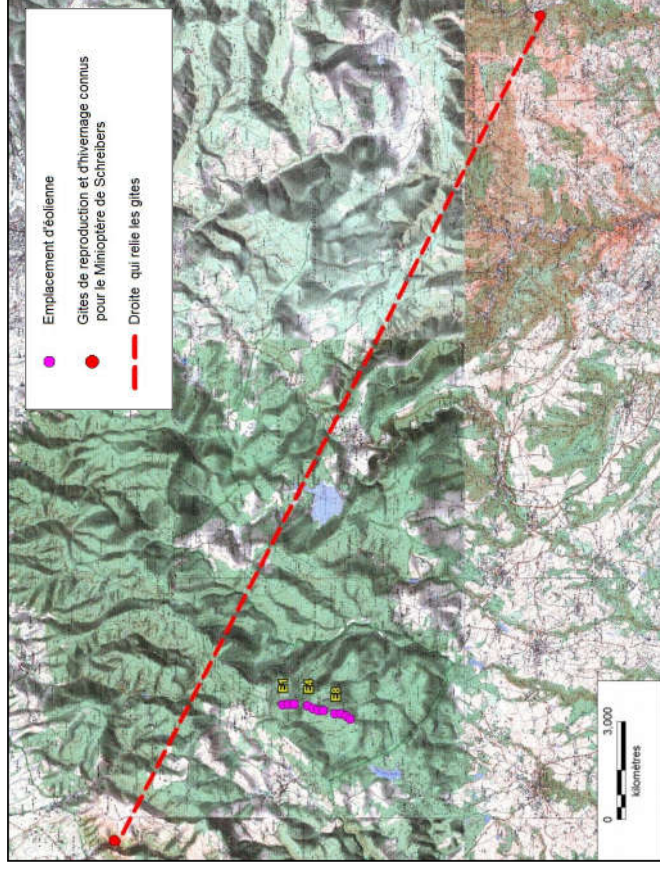
Quant au Minioptère de Schreibers découvert le 28 septembre par Amaury Calvet (LPO Tam), c'est probablement le cadavre le plus marquant de cette campagne de suivi post-implantation, puisque c'est le troisième cas de mortalité découvert en France sous des éoliennes (CORNUT & VINCENT 2010). Deux autres cas avait été également relevés en Espagne et au Portugal précédemment d'après les listes 2010 de par T. DÜRR).



Nous avons évoqué précédemment les enjeux que représentait cette espèce vis-à-vis du contexte de développement éolien. Cette mortalité avérée tend à confirmer certaines sensibilités envisagées au niveau de l'étude d'impact par CERA Environnement. Rappelons qu'à l'état initial, même si la fréquentation de l'espèce paraissait faible (notamment en comparaison avec les effectifs comparés en gîtes), l'utilisation du site paraissait plutôt concentrée sur une période allant de juillet à fin septembre correspondant à deux types d'activité possibles :

- Une fréquentation comme zone de chasse dans le rayon d'action du gîte de reproduction du Castellas, et en fin de phase de reproduction, voire de dispersion tardive. Une zone de chasse utilisée à plusieurs reprises avait alors été localisée au niveau du vallon qui sépare aujourd'hui les deux groupes d'éoliennes situés le plus au Nord du parc (secteur de la Bouissonnade), dans un axe Est-Ouest qui relie deux zones de hétraies.
- Une fréquentation du site comme voie de transit/migration, notamment à l'automne dans une hypothèse de liens entre la colonie de Castellas au Nord Ouest et le gîte d'hiver de Cabrespine au Sud Est. Cette hypothèse était quand même limitée par une position du site éolien à 4 km de la droite reliant les deux gîtes (notre analyse cartographique table plutôt sur 2.5 km) et dans un secteur peu favorable aux passages (relief exposé au vent, et présence de vallons environnants plus favorables comme couloirs de transits, confirmés par des passages de noctules). La carte de la page suivante représente cette simplification théorique de lien entre les gîtes et la position du parc éolien à cet égard.

figure n° 27. Schématisation de la voie la plus directe de transit entre les gîtes connus de Minioptère de Schreibers, et position du parc éolien à cet égard



Les suivis au sol réalisés par EKO-LOGIK en 2010 n'ont rapporté qu'un contact ponctuel le 2 avril entre les éoliennes E7 et E8 au niveau des lisières situées à l'écart des éoliennes. Par ailleurs, les premières données issues d'enregistrements automatiques (Lecoq 2011) confirmeraient bien une activité sur le site assez régulière entre début juillet et la mi-septembre, mais également plusieurs pics ponctuels plus tôt, d'abord début avril, puis distinctement fin mai et début juin. Si ces données restent encore à être exploitées par EKO-LOGIK, elles confortent l'hypothèse d'une utilisation du site à la fois comme zone de chasse en période estivale, mais aussi bien comme zone de transit automnale et printanier dans ce dernier cas. Il reste donc à savoir quelles sont les modalités de fréquentation du parc éolien (localisation des zones d'activité, des voies de transit, des zones de chasse et hauteurs de vols notamment) pour ces deux types de comportements.

Dans cette analyse, quelles sont les informations induites par le cas de la mortalité constatée le 28 septembre ? Précisons d'abord que le cadavre découvert avait très certainement été tué la nuit précédente étant donné son état de conservation. Il est très possible que cette mortalité tardive corresponde à celle d'un individu alors en phase de transit automnal. Les conditions climatiques étaient apparemment assez clémentes cette nuit là (temps sec d'influence Nord Ouest) mais il faut noter une chute des températures nocturnes en deçà des normales saisonnières (d'après Météo France). Nous pouvons également préciser que le cadavre était une femelle, apparemment jeune puisque munies de grosses articulations, des ossements encore transparents et bien irrigués (détail qu'il faudrait idéalement faire confirmer). Il a été ramassé sous l'éolienne E2 située au Nord du parc éolien, sur le relief du Plo de la Gineste, secteur situé à la fois ;

- à 400m du col de la Bouissonnade, identifié initialement comme zone de chasse et de transit,
- mais aussi dans un secteur du parc théoriquement le plus exposé à l'influence possible d'un axe théorique de vol entre les grottes du Castellas et de Cabrespine. La proximité (2.5 km) de cet axe théorique devant évidemment être pondéré par une influence importante des conditions de relief et de milieu au niveau des phases de migration.

Ces différents indices pourraient aller dans le sens d'une hypothèse de mortalité occasionnée lors d'un comportement de transit automnal en plein ciel ? Ce serait d'autant plus plausible que l'éolienne E2 est l'une de celles qui présentent des milieux les plus ouverts (absence de structure arborée à moins de 75 m), limitant ainsi une fréquentation liée à un comportement de chasse. Les données d'enregistrements en hauteur pour cette même nuit seront donc très intéressantes à analyser. Précisons d'ailleurs que c'est également à cette même période de l'année (20 septembre) qu'a été enregistrée la mortalité du Minitopère découvert dans la Drome (CORNUT et VINCENT 2010).

Cette tentative d'appréciation d'une certaine sensibilité pour des comportements de vols de transit inter gites en plein ciel reste très hypothétique dans l'état actuel de nos connaissances. Si elle se confirmait, et selon les données restant à traiter au niveau du suivi de l'activité, il

faudrait envisager cette sensibilité principalement en période automnale, mais aussi éventuellement au printemps si les voies de passages et les comportements de vols en plein ciel étaient comparables. L'absence de mortalité pour le reste de la période d'activité pourrait alors être liée à une sensibilité moindre lors de comportements de chasse connus pour être plus bas, généralement à quelques mètres de la végétation (ARTHUR & LEMAIRE 2009). Dans ce cas-là, les risques seraient alors plutôt concentrés vers les secteurs de chasse et pour les éoliennes pour lesquelles la distance entre le champ de rotation des pales et les structures arborées est la plus faible.

Pour autant, on ne peut pas en totalement exclure que cette jeune femelle se soit aussi faite tuée lors d'un éloignement des principaux secteurs d'activités plus fréquemment utilisés. Le Minitopère de Schreibers est également connu pour chasser le long des lignes de crêtes et exploiter le plancton aérien entraîné par les ascendances thermiques. Mais, si le secteur de l'éolienne E2 pourrait effectivement être favorable à la formation d'ascendances thermiques (absence de végétation, coteaux exposés), la chute hors norme des températures à cette période de l'année limite cette perspective.

Basée sur des indices non probants, cette tentative d'interprétation doit être appréhendée avec précautions, et doit idéalement faire l'objet de confirmations ou d'infirmités après acquisition de nouveaux résultats de suivis pour les années à venir.

Enfin, une **chouve-souris non déterminée** est aussi retrouvée morte sous l'éolienne E10 à la fin du mois d'août. Sans connaître l'espèce, ni même le groupe d'espèce auxquels appartient cet individu, il est difficile d'interpréter ce cas de mortalité.

En ce qui concerne les autres espèces, on notera simplement **l'absence de mortalité de Noctule commune**, alors qu'il s'agissait également d'une des principales sensibilités évoquées par l'étude d'impact.

➤ *Type de blessures constatées*

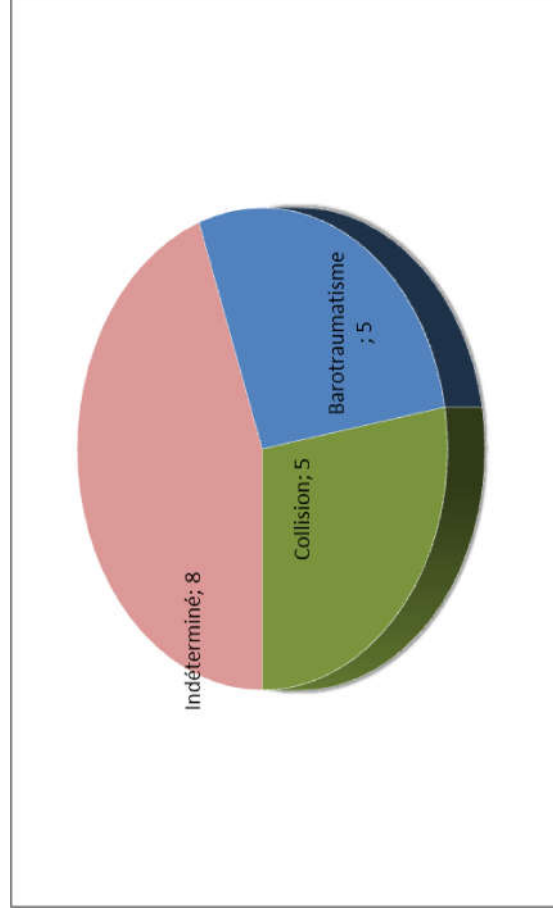
Pour apprécier si les causes de mortalités sont plutôt liées aux collisions directes avec les pales d'éoliennes ou bien aux effets barotraumatiques mis en évidence depuis 2008 sur les chauves-souris (BAERWARD, 2008), nous avons distingué 3 possibilités :

- Chauves-souris blessées (fractures ouvertes, de déchirures du patagium) ; nous considérons que la mort est due à une collision directe
- Chauves-souris sans blessures apparente, hormis éventuellement présence de sang au niveau du museau ou des oreilles ; nous considérons que la mort est due au barotraumatisme
- Chauves-souris très abîmées, prédâtées, ou trop sèches ; nous considérons qu'il est impossible de préciser la cause de la mort.

Au-delà de ces 3 cas, il faut aussi préciser que quelques chauves-souris peuvent aussi présenter à la fois des indices de collision et de barotraumatisme (fractures + sang au niveau du museau).

Sur l'échantillon de 18 mortalités constatées, seule celle du Minioptère de Schreibers représente de façon assez caractéristique le cas d'un barotraumatisme (absence de blessure, et du sang coule du museau), mais 4 autres cas ne présentent aucune blessure et ont donc été placés dans cette catégorie.

figure n° 28. Répartition des types de blessures constatées sur les cadavres

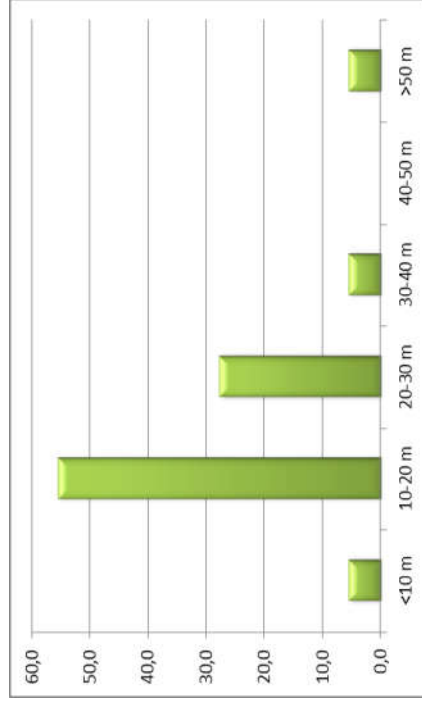


3.1.8 Dispersion des cadavres sous les éoliennes

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. Sous le parc éolien de Castelneau Pégayrols ce paramètre était apparu caractéristique des mortalités occasionnées dans la partie basse du champ de rotation des pales, mortalités alors dues en partie à l'allumage automatique de lumières au passage des chauves-souris (BEUCHER et KELM 2010).

Lors du suivi du parc éolien d'Arfons en 2010, nous avons découvert 3 cadavres tombés entre 10 et 20m du mat (dont le Minioptère), 2 entre 20 et 30m (dont la Noctule de Leisler) et 1 entre 30 et 40 m. Lors du suivi de 2011, 1 cadavre a été découvert à moins de 10m de l'éolienne (Vespère de Savi), 7 entre 10 et 20m (Dont la Grande noctule et la Noctule de Leisler), 3 entre 20 et 30m, et 1 à plus de 50m.

figure n° 29. Proportion de classes de distances des cadavres autour des mâts des éoliennes (%)



On constate logiquement que la proportion de chauves-souris trouvées diminue avec la distance à l'éolienne. Il semble ici que le milieu, et donc le recouvrement de végétation soit en grande partie le facteur qui puisse expliquer ce phénomène. Plus on s'éloigne de l'éolienne et plus la végétation devient haute et difficile à prospecter. Les zones gravillonnées (où la recherche de cadavres est aisée) sont principalement localisées dans l'entourage proche du mât des éoliennes.

Lors de tests de dispersion depuis la nacelle des éoliennes (centre du champ de rotation de pales), il a été prouvé qu'avec une vitesse de vent de 5 m/s, les chauves souris légères (types pipistrelles) pouvaient être projetées à une distance moyenne de 42.5 m alors que leurs consœurs plus lourdes (types noctules) étaient emportées à une distance moyenne de 26.3 m (NIERMANN et al. 2009).

Dans notre cas précis, la distance moyenne de dispersion pour les 18 cadavres est de 20.6m, avec ;

- 16,75 m pour les trois grosses espèces (Grande noctule, Noctule de Leisler et Minioptère de Schreibers)
- et 21,6 m pour les 5 petites.

Si on se réfère aux valeurs moyennes indiquées par NIERMANN et al. (2009), on est dans l'entourage, voire un peu en dessous des moyennes évoquées pour les grosses espèces alors théoriquement tuées au cours de vols assez hauts. Sur la base de vents de 5 m/s (les deux espèces exploitent sans problème cette plage de vents), il y aurait donc des chances que le Minioptère de Schreibers, la Grande noctule et la Noctule de Leisler soient tombés à partir de hauteurs correspondant environ au centre du champ de rotation des pales d'éoliennes.

Pour les petites espèces, les cadavres découverts sous le parc d'Arfons sont en moyenne deux fois moins dispersés que les moyennes évoquées par NIERMANN. On peut alors éventuellement supposer que les mortalités aient été occasionnées, soit à des hauteurs de vols correspondant à la partie basse du champ de rotation des pales d'éoliennes, soit par vent faible. Les deux hypothèses sont possibles.

Par contre, le fait de n'avoir retrouvé qu'un seul cadavre à moins de 10m du mât des éoliennes tend à supposer que la plupart des cadavres soient quand même tombés depuis une certaine hauteur de vol, ou bien qu'elles aient été tuées sur la partie latérale du champ de rotation des pales (notamment en rapport avec l'activité en lisière, pour les éoliennes qui en sont les plus proches).

3.2 Taux de mortalité des chauves-souris

3.2.1 Les formules utilisées

➤ Winkelmann (LPO 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 :

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

Avec N : Le nombre de cadavre 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.

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 tout 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)

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

Avec N : Le nombre de cadavre 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.

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

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

Avec N : Le nombre de cadavre 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).

➤ 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 I est donc égal à : $-\log(0.01) \times tm$

D'où :

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

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