



EUROBATS



EUROBATS

Publication Series
No.

6

L'Europe est confrontée à la nécessité de s'attaquer au problème du changement climatique et de la pollution, et de trouver des méthodes soutenables, supportables et durables pour répondre à la demande de production d'énergie. La promotion de méthodes alternatives de production d'électricité, telles que l'énergie éolienne, a donc été intensifiée. L'énergie éolienne, peu polluante, est bénéfique pour l'environnement, mais elle peut toutefois poser des problèmes à certaines espèces animales telles que les chauves-souris. EUROBATS a donc développé des lignes directrices pour évaluer les impacts potentiels des éoliennes sur les Chiroptères et pour que la planification, la construction et le fonctionnement de ces aérogénérateurs respectent les besoins écologiques des populations de chauves-souris.

Une première version de ces lignes directrices a été publiée en 2008, avec pour objectif principal de faire prendre conscience aux développeurs et aux planificateurs de la nécessité de tenir compte des chauves-souris, de leurs gîtes, de leurs voies de migration et de leurs zones d'alimentation. Les lignes directrices doivent aussi présenter un intérêt pour les services régionaux et nationaux chargés de concevoir des plans stratégiques pour les énergies renouvelables. Elles ont en outre servi de base aux lignes directrices nationales qui depuis ont été publiées dans plusieurs pays.

Un travail considérable de recherche sur l'impact des éoliennes sur les chauves-souris a été réalisé et l'amélioration des connaissances rendait nécessaire une mise à jour de ce document. Ces nouvelles directives s'appliquent aux grands projets éoliens aussi bien en zone urbaine qu'en zone

rurale, à terre ou en mer. Quelques études de cas sont présentées pour illustrer la mise en œuvre des mesures ERC dans certains pays. Les pays membres de l'Accord EUROBATS doivent adapter ces directives à leur situation et préparer ou mettre à jour leurs directives nationales en conséquence.



Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens

Actualisation 2014

ISBN 978-92-95058-32-3
(version imprimée)

ISBN 978-92-95058-33-0
(version électronique)

L. Rodrigues • L. Bach • M.-J. Dubourg-Savage • B. Karapandža
D. Kovač • T. Kervyn • J. Dekker • A. Kepel • P. Bach • J. Collins
C. Harbusch • K. Park • B. Micevski • J. Minderman



Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, B. Karapandža, D. Kovač, T. Kervyn, J. Dekker, A. Kepel, P. Bach, J. Collins, C. Harbusch, K. Park, B. Micevski, J. Minder-mann (2015). Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2014. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

Producteur	PNUE/EUROBATS
Coordinateur	Suren Gazaryan / EUROBATS Secretariat
Editeurs	Suren Gazaryan, Tine Meyer-Cords
Edition française	Marie-Jo Dubourg-Savage
Mise en page	Sandra Menzel

© 2016 Accord relatif à la Conservation des Populations de Chauves-souris d'Europe (PNUE/EUROBATS).

Cette publication peut être reproduite intégralement ou partiellement, sous quelque forme que ce soit, dans un but éducatif ou non-lucratif, sans autorisation spéciale du dépositaire des droits d'auteur, à condition de référencer la source. PNUE/EUROBATS souhaiterait recevoir une copie de toute publication utilisant la présente publication comme référence.

Cette publication ne peut en aucun cas être vendue ou utilisée, même partiellement, à toute fin commerciale sans une autorisation écrite préalable de PNUE/EUROBATS.

Nous exprimons notre gratitude au Ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la Nature, de la Construction et de la Sécurité nucléaire (Allemagne), qui a partiellement financé cette publication.

Soutenu par :



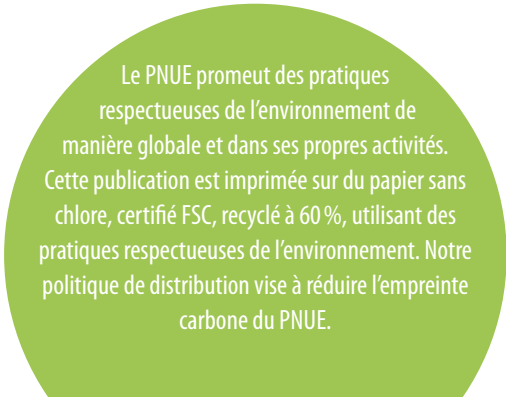
en vertu d'une décision du
Parlement de la République fédérale d'Allemagne

Des copies de cette publication sont disponibles auprès de :

UNEP/EUROBATS Secretariat
United Nations Campus
Platz der Vereinten Nationen 1
53113 Bonn, Germany
Tel (+49) 228 815 24 21
Fax (+49) 228 815 24 45
E-mail eurobats@eurobats.org
Web www.eurobats.org

ISBN 978-92-95058-32-3 (version imprimée)
ISBN 978-92-95058-33-0 (version électronique)

Photo de couverture :
Fiona Mathews, Royaume-Uni



Le PNUE promeut des pratiques respectueuses de l'environnement de manière globale et dans ses propres activités. Cette publication est imprimée sur du papier sans chlore, certifié FSC, recyclé à 60 %, utilisant des pratiques respectueuses de l'environnement. Notre politique de distribution vise à réduire l'empreinte carbone du PNUE.



Table des matières

	Avant-propos	6
1	Introduction	7
2	Aspects généraux du processus de planification	10
2.1	Phase de sélection du site	11
2.2	Phase de construction	13
2.3	Phase de fonctionnement	14
2.4	Phase de démantèlement	14
2.5	Petites éoliennes ou éoliennes domestiques	15
3	Réalisation des études d'impacts	17
	Objectifs de l'étude d'impact concernant les chauves-souris	19
3.1	Pré-diagnostic	19
	Niveau du risque de collision pour les espèces européennes de chauves-souris	20
3.2	Diagnostic	22
3.2.1	Conception du diagnostic	22
3.2.2	Méthodes de diagnostic	23
3.2.2.1	Eoliennes terrestres	23
3.2.2.2	Eoliennes en mer	25
3.2.2.3	Petites et micro-éoliennes	26
3.2.3	Effort de diagnostic	26
3.2.4	Type de diagnostic	27
3.2.4.1	Diagnostic à terre	27
	a) Recherche de gîtes importants	27
	b) Etudes acoustiques au sol	27
	c) Etude de l'activité en hauteur	28
	d) Equipement nécessaire	29
	e) Calendrier de l'étude	29
	Relevés au sol avec détecteur manuel	29
	Etude avec détecteur automatique aux emplacements prévus pour les éoliennes	30
	Suivi continu avec détecteur automatique	30
	Pour tous les types de boisements	31
3.2.4.2	Diagnostic en mer	31
	a) Les études depuis la terre	31



3.2.5	b) Les études en mer	32	6.2	Quelles sont les meilleures méthodes pour évaluer, pendant les études d'impact et le suivi post-construction, les impacts possibles de la construction des éoliennes sur les chauves-souris (développement de la méthodologie) ?	59
	c) Calendrier des relevés	32	6.3	Quelle est l'efficacité des mesures de réduction mises en œuvre actuellement ?	60
3.3	Rapport de diagnostic et évaluation	32	6.4	Quelle est l'ampleur de l'effet sur les populations, en particulier l'effet cumulatif des parcs éoliens ?	60
	Modification de puissance et extension	34	6.5	Quels sont les habitats/paysages où les éoliennes ne devraient pas être autorisées en raison d'un taux de collision élevé ?	61
4	Suivi des impacts	35	6.6	Quel est le comportement des chauves-souris en migration au-dessus de vastes étendues d'eau, en particulier en mer ? Combien sont-elles à présenter ce comportement ?	62
4.1	Suivi de l'activité à hauteur de nacelle	35	6.7	Petites éoliennes	64
4.2	Suivi de la mortalité	37	7	Contenu des lignes directrices nationales	65
4.2.1	Recherche de cadavres de chauves-souris	37	7.1	Développer des lignes directrices nationales	66
	a) Surface prospectée	37	7.2	Conformité des recommandations nationales avec les lignes directrices d'EUROBATS	67
	b) Nombre d'éoliennes contrôlées	38	7.3	Contenu des lignes directrices	68
	c) Intervalle de temps entre les contrôles	38	7.4	Adapter les lignes directrices aux conditions locales	70
	d) Calendrier du suivi	38	7.5	Garantir la mise en œuvre des recommandations	71
	e) Méthodes de recherche et paramètres à enregistrer	39	8	Conclusions et suites à donner	72
4.2.2	Estimation du nombre de victimes	39	9	Références / bibliographie complémentaire	73
	a) Tests de disparition des cadavres pour estimer le taux de prédation	39	10	Glossaire	85
	b) Tests d'efficacité du contrôleur	40		Remerciements	87
	c) Estimateurs de mortalité	41		Annexe 1 : Etudes réalisées en Europe	88
	d) Effets cumulatifs	43		Annexe 2 : Mortalité connue de chauves-souris en Europe (2003-2015)	130
5	Eviter, réduire et compenser	44		Annexe 3 : Distances de chasse maximales par espèce et hauteurs de vol	132
5.1	Mortalité	45		Annexe 4 : Coefficients de détectabilité pour comparer les indices d'activité	138
5.1.1	Evitement	46			
5.1.1.1	Planifier l'aménagement du site	46			
5.1.1.2	Eviter de détruire des gîtes en présence de chauves-souris	47			
5.1.1.3	Elimination des facteurs d'attraction	47			
5.1.2	Réduction	48			
5.1.2.1	Mise en drapeau et augmentation de la vitesse de vent de démarrage	48			
5.1.2.2	Systèmes dissuasifs	52			
5.1.3	Compensation	52			
5.2	Perte/détérioration des habitats	52			
5.2.1	Evitement	53			
5.2.2	Réduction	53			
5.2.3	Compensation	54			
5.3	Dérangement	54			
5.3.1	Evitement	55			
5.3.2	Réduction	55			
6	Priorités en matière de recherche	56			
6.1	Pourquoi les chauves-souris entrent-elles en collision avec les éoliennes ?	57			

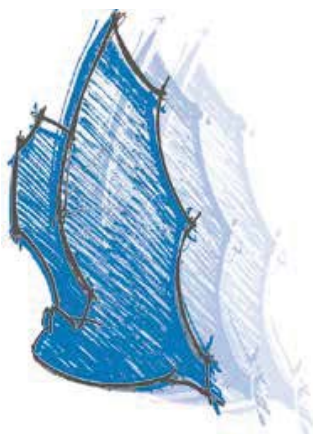
Avant-propos

Conformément à la Résolution 4.7, adoptée à la 4^{ème} session de la Conférence des Parties (Sofia, Bulgarie, 22-24 septembre 2003), le Comité Consultatif d'EUROBATS a été chargé d'évaluer sur les populations de chauves-souris l'évidence de l'impact des éoliennes et au besoin de développer des lignes directrices volontaires pour évaluer les impacts potentiels sur les chauves-souris et pour installer les éoliennes conformément aux exigences écologiques des populations de Chiroptères. Pour répondre à cette requête, un groupe de travail inter-session (IWG) fut créé lors de la 9^{ème} réunion du Comité Consultatif (Vilnius, Lituanie, 17-19 mai 2004). Certains membres du groupe de travail se proposèrent pour préparer des lignes directrices afin d'évaluer les impacts potentiels des éoliennes sur les chauves-souris. Elles furent adoptées à la 5^{ème} session du Meeting des Parties

(Ljubljana, Slovénie, 4-6 septembre 2006) comme annexe à la Résolution 5.6. Ces lignes directrices furent publiées dans la Série de Publications d'EUROBATS (RODRIGUES *et al.* 2008). Conformément à la Résolution 6.12 de la 6^{ème} session du Meeting des Parties (Prague, République tchèque, 20-22 septembre 2010), ces recommandations volontaires (et toutes les mises à jour ultérieures doivent être à la base des lignes directrices nationales à développer et à mettre en œuvre en tenant compte de l'environnement local.

Ces lignes directrices ont été actualisées et la version révisée (le présent document) a été adoptée à la 7^{ème} session du Meeting des Parties (Bruxelles, Belgique, 15-17 septembre 2014) comme annexe de la Résolution 7.5.

Les termes en caractères gras et en italique sont inclus dans le [glossaire](#).



1 Introduction

Il existe actuellement 53 espèces de chauves-souris dans l'aire géographique couverte par EUROBATS et elles sont répertoriées dans l'Accord. Les chauves-souris sont protégées par la loi dans tous les pays européens. Celles présentes dans les pays de l'Union Européenne sont protégées par la Directive Habitats ; toutes sont listées dans l'Annexe IV de cette directive (les états membres doivent prendre les mesures nécessaires pour établir un système de protection stricte dans leur aire naturelle de distribution) et certaines d'entre elles figurent aussi dans l'Annexe II (espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation. En outre la plupart des espèces sont inscrites sur la liste rouge d'un ou de plusieurs pays en Europe et sur la Liste Rouge de l'UICN (IUCN 2014).

L'Europe est toujours confrontée à la nécessité de s'attaquer aux problèmes du changement climatique et de la pollution de l'environnement, et de trouver des méthodes soutenables et supportables pour répondre aux demandes de production d'énergie. L'engagement à produire une énergie générant moins d'émissions polluantes a conduit à accroître le développement de méthodes alternatives, l'énergie éolienne par exemple, conformément au Protocole de Kyoto et à la Directive 2009/28/EC du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 sur la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, modifiant

puis abrogeant les Directives 2001/77/EC et 2003/30/EC. En outre le public et les politiques prennent de plus en plus conscience de la nécessité de réduire ou d'arrêter la production d'énergie d'origine nucléaire.

Le fait que les éoliennes posent un problème pour les oiseaux a été signalé



Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus) trouvée morte avec fracture du crâne sous une éolienne (Allemagne). © H. Schauer-Weissahn & R. Brinkmann

depuis longtemps (WINKELMAN 1989, PHILLIPS 1994, REICHENBACH 2002). Plus récemment, de nombreuses études ont montré qu'elles pouvaient aussi avoir des impacts négatifs sur les chauves-souris (par exemple ARNETT *et al.* 2008, BAERWALD & BARCLAY 2014, RYDELL *et al.* 2010a, LEHNERT *et al.* 2014). La mortalité par les éoliennes se produit par collision ou par barotraumatisme (ARNETT *et al.* 2008, BAERWALD *et al.* 2008, GRODSKY *et al.* 2011, ROLLINS *et al.* 2012).

Diverses raisons expliquent la présence de chauves-souris autour des éoliennes et

la mortalité qui en résulte. Il est évident que l'emplacement des aérogénérateurs est une variable importante (cf. DÜRR & BACH 2004). Il existe plusieurs exemples européens où une étude d'impact appropriée a eu pour résultat l'abandon d'un projet éolien en raison de sa localisation inappropriée pour les chauves-souris. L'**annexe 1** résume les études réalisées en Europe.

Par vent faible l'activité des insectes et des chauves-souris se déroule à plus grande altitude, augmentant ainsi la présence potentielle de ces dernières près des pales en rotation. Des projecteurs de sécurité en bas des mâts, la couleur des éoliennes et des effets acoustiques sont aussi suspectés d'attirer des insectes volants et des chiroptères dans la zone à risque (HORN *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010b, LONG *et al.* 2011).

Il a été suggéré que les feux pour l'aviation civile, au-dessus de la nacelle, pouvaient aussi attirer les chauves-souris, mais BENNET & HALE (2014) ont rejeté cette hypothèse. En outre, les extrémités des

pales peuvent tourner jusqu'à 250-300 km/h, ce qui les rend totalement indétectables pour le sonar des chauves-souris (LONG *et al.* 2009, 2010a). Outre le risque de collision directe, l'effet de sillage modifie radicalement la pression de l'air près des pales en rotation, élargissant ainsi la zone à risque et provoquant des barotraumatismes mortels aux chauves-souris en vol (BAERWALD *et al.* 2008). Au total, 27 espèces de chauves-souris européennes ont été trouvées près des aérogénérateurs, victimes des éoliennes (**annexe 2**). Des mesures adéquates d'**évitement** et de **réduction** prenant ces risques en compte doivent être incluses dans l'étude d'impact sur l'environnement et dans le permis de construire délivré par les autorités avant la phase opérationnelle (cf. **chapitre 5**).

Une première version des lignes directrices a été publiée en 2008 avec pour premier objectif de faire prendre conscience aux développeurs et aux planificateurs de la nécessité de tenir compte des chauves-souris, de leurs gîtes, de leurs voies de **migration** et de leurs terrains de chasse

lors de l'évaluation des projets éoliens. Ces lignes directrices devaient aussi présenter un intérêt pour les autorités locales et nationales délivrant les autorisations et chargées de concevoir des plans stratégiques en faveur de l'énergie durable. En outre elles servirent de base aux lignes directrices nationales qui furent publiées ultérieurement dans plusieurs pays.

De très nombreuses recherches relatives aux impacts des éoliennes sur les chauves-souris ont été menées et l'amélioration accrue des connaissances justifie la mise à jour de ce document. Les présentes lignes directrices s'appliquent aux grands parcs éoliens aussi bien en zone urbaine qu'en zone rurale, aussi bien à terre qu'en mer. Il est brièvement fait état des petites éoliennes ou éoliennes domestiques, ainsi que d'un aperçu des types de questions à considérer. Certaines études de cas ont été incluses pour illustrer la mise en œuvre des mesures de **réduction** et de **compensation** dans certains pays. Les pays membres doivent adapter ces lignes directrices à leur situation et préparer ou mettre à jour leurs directives nationales en conséquence.

Etant donné que les Parties de l'Accord EUROBATS se sont engagées vers un but commun : la conservation des chauves-souris dans toute l'Europe, là où les voies de **migration** des Chiroptères franchissent des frontières, toute évaluation environnementale stratégique ou toute étude d'impact environnementale des plans et projets éoliens susceptibles d'avoir des effets transfrontaliers doivent rechercher une coopération internationale avec d'autres gouvernements.



Il a été suggéré que les chauves-souris pouvaient être attirées par les insectes volant autour des éoliennes : fourmis capturées sur un adhésif lors d'un essaimage (photo de gauche) en Suède.

© J. Rydell



2 Aspects généraux du processus de planification

La planification des projets s'organise généralement à l'échelle locale ou régionale et chaque localité ou région a ses propres stratégies pour traiter toute une série de plans divers y compris le développement économique, les transports, le logement, l'environnement et l'énergie. Les politiques ou les stratégies de planification relatives à l'énergie éolienne doivent traiter différents facteurs environnementaux.

Les chauves-souris doivent être considérées à un niveau élevé de la planification régionale quand il s'agit de désigner des zones prioritaires pour l'énergie éolienne. Dans certains cas la modélisation peut être un outil puissant à ce niveau de planification régionale (ROSCIONI *et al.* 2013, 2014; SANTOS *et al.* 2013).

Comme les chiroptères sont présents presque partout et que la mortalité de chauves-souris est notée dans pratiquement tous les types de paysages, il y a de fortes chances qu'elles soient affectées par la plupart des projets éoliens. Par conséquent, les autorités compétentes délivrant les autorisations et décidant des conditions s'appliquant aux projets éoliens doivent demander que soit réalisée une étude d'impact appropriée pour les chauves-souris avant d'autoriser le plan ou le projet. Cette étude peut ou non faire partie d'une procédure formalisée et légale d'étude d'impact - **EIE** - ou d'évaluation stratégique environnementale - **ESE**). Il est aussi nécessaire d'adopter des

orientations et des pratiques qui reflètent l'expérience acquise sur des sites éoliens en fonctionnement pour que les populations de chauves-souris ne soient pas menacées. Le but d'une étude d'impact est d'évaluer les effets possibles sur les populations locales et migratrices de chauves-souris et aussi de déterminer pour le site en question des **mesures ERC** (**évitement**, **réduction** et **compensation**) et des programmes de suivi.

Les autorités qualifiées peuvent réglementer la construction et le fonctionnement des éoliennes en fixant des conditions de fonctionnement et/ou des obligations de planification. Ces conditions et obligations peuvent s'appliquer à toute une série de questions comprenant la taille, l'agencement et l'emplacement du projet, et le bridage temporel des éoliennes. Lorsqu'ils évaluent les demandes d'autorisation de construction d'éoliennes et quand ils établissent des conditions ou des obligations, les planificateurs doivent se préoccuper des effets possibles des éoliennes sur les chauves-souris en termes de mortalité, de dérangement, de perte de connectivité entre les gîtes et les terrains de chasse, de rupture des routes de **transit** et de **migration**, et/ou de perte ou de dégradation de l'habitat. Les autorités doivent aussi exiger que les impacts des éoliennes sur les populations de chauves-souris fassent l'objet d'un suivi après la construction.

La stratégie pour réduire les impacts doit, dans l'ordre, d'abord se baser sur l'**évitement** de l'impact, puis sur la **réduction** des impacts et finalement sur la **compensation** des effets résiduels. Il s'agit là des **mesures ERC** établissant une hiérarchie de l'atténuation.

Chaque phase de développement des projets éoliens (avant, pendant et après construction) peut avoir un impact plus ou moins important sur les chauves-souris.

2.1 Phase de sélection du site

La mort des chauves-souris due aux éoliennes se produit par collision et/ou par barotraumatisme (ARNETT *et al.* 2008, BAE-RWALD *et al.* 2008, GRODSKY *et al.* 2011, ROLLINS *et al.* 2012). Les raisons pour lesquelles les chauves-souris volent près des éoliennes et entrent en collision avec les pales sont nombreuses (*cf.* chapitre 1). Il est évident que l'emplacement des éoliennes par rapport à l'habitat des chauves-souris est un facteur essentiel (tableau 1).

Tableau 1 : Impacts les plus importants en relation avec le site d'implantation des éoliennes, d'après Bach & Rahmel (2004).

Impacts en lien avec le site d'implantation		
Impact	En été	Pendant la migration
Perte des habitats de chasse pendant la construction des routes d'accès, des fondations, etc.	Impact faible à moyen, en fonction du site et des espèces présentes sur ce site.	Impact faible.
Perte de gîtes en raison de la construction des routes d'accès, des fondations, etc.	Impact probablement fort à très fort, en fonction du site et des espèces présentes sur ce site.	Impact fort ou très fort, par ex. perte de gîtes d'accouplement.

Les développeurs doivent envisager de placer les éoliennes à distance des corridors étroits de **migration** et de **transit** des chauves-souris ainsi que des zones où elles se regroupent : gîtes et terrains de chasse. Les éoliennes peuvent servir de repères pendant la **migration** ou le **transit**, ce qui peut aggraver le risque de collision. Des zones tampons doivent être créées autour des gîtes d'importance nationale et régionale. Il faut aussi tenir compte de la présence d'habitats tels que forêts, arbres, bocage, zones humides, plans d'eau, rivières

et cols de montagne que les chauves-souris ont de grandes chances de fréquenter pendant leur cycle d'activité. La présence de ces habitats augmentera la probabilité de celle des chauves-souris. Par exemple, les corridors formés par les grandes rivières peuvent servir de voies de **migration** pour les espèces telles que *Nyctalus noctula* ou *Pipistrellus nathusii*. Cependant des niveaux de mortalité élevés sont aussi constatés dans des parcs éoliens situés dans de vastes zones agricoles ouvertes (BRINKMANN *et al.* 2011). L'information sur

les habitats et les lieux où les éoliennes peuvent avoir un impact sera une aide à la prise de décision.

Dans certains pays européens, de nombreuses éoliennes prévues à l'origine sur des sites inappropriés, où des impacts sur les chauves-souris étaient prévisibles, n'ont pas été construites en raison d'une étude d'impact inadéquate. Par exemple, des projets éoliens près du gîte d'hibernation d'intérêt international de la Montagne Saint-Pierre/Sint-Pietersberg à la frontière de la Belgique et des Pays-Bas, ont été refusés par les autorités au motif de la conservation des chauves-souris.

Les éoliennes ne doivent pas être installées en forêt, quel qu'en soit le type, ni à moins de 200m en raison du risque de mortalité élevé (DÜRR 2007, KELM *et al.* 2014) et du sérieux impact sur l'habitat qu'un tel emplacement peut produire pour toutes les espèces de chauves-souris. Les forêts caducifoliées matures sont les habitats à chauves-souris les plus importants d'Europe, à la fois en termes de diversité d'espèces que d'abondance (par ex. WALSH & HARRIS 1996a, b, MESCHÉDE & HELLER 2000, RUSSO & JONES 2003, KUSCH & SCHOTTE 2007), mais les jeunes peuplements ou les plantations de résineux peuvent aussi faire vivre une importante chiroptérofaune (BARATAUD *et al.* 2013, KIRKPATRICK *et al.* 2014, WOJCIUCH-PŁOSKONKA & BOBEK 2014). Quand des parcs éoliens sont installés en forêt, il est souvent nécessaire d'abattre des arbres pour construire les infrastructures de support et les éoliennes. Ceci pourrait entraîner une perte importante de gîtes. En outre, la forte augmentation d'écotones forestiers ainsi créés aurait pour résultat d'améliorer l'habitat potentiel de chasse



*Parc éolien en Forêt Noire (Allemagne). Une population locale de Pipistrelle commune (Pipistrellus pipistrellus) a été affectée par ces éoliennes, ainsi que des espèces migrantes telles que la Noctule de Leisler (Nyctalus leisleri).
© H. Schauer-Weissahn & R. Brinkmann*

pour les chauves-souris (KUSCH *et al.* 2004, MÜLLER *et al.* 2013, WALSH & HARRIS 1996a, b), ce qui entraînerait une augmentation de l'activité des chauves-souris encore plus près des éoliennes et donc un risque de mortalité accru. En outre, d'aussi grandes modifications de l'habitat réduisent l'efficacité des études préalables à la construction visant à prédire les impacts probables du projet sur les chauves-souris.

Dans les pays extrêmement boisés de l'Europe du Nord, il peut être nécessaire d'inclure les forêts dans les sites potentiels de construction des parcs éoliens en raison du manque de sites alternatifs. L'importance de ces zones pour les chauves-souris doit être considérée au niveau stratégique pendant la conception du projet. Dans ces circonstances il convient d'apporter une attention particulière aux directives nationales et au processus de planification de façon à ce que les éoliennes ne soient pas

installées dans des secteurs importants pour les chauves-souris.

Malgré la recommandation que les éoliennes ne soient pas construites en milieu boisé, quel qu'en soit le type, ni à moins de 200 m de celui-ci, comme cela était clairement préconisé dans la version précédente de ces lignes directrices (demande maintenue et encore plus appuyée dans cette version-ci), des parcs éoliens ont été autorisés et sont déjà en fonctionnement dans les forêts, bien que seulement dans quelques pays européens.

Par conséquent, des instructions relatives aux éoliennes en forêt sont fournies, à contrecœur, dans les présentes lignes directrices pour l'étude (cf. chapitre 3), le suivi (cf. chapitre 4) et les **mesures ERC** (cf. chapitre 5) et en raison du risque accru de ce type de site pour les chauves-souris il est beaucoup plus contraignant de les suivre strictement que dans des sites plus acceptables.

Des zones tampons de 200 m doivent aussi s'appliquer aux autres habitats particulièrement importants pour les chauves-souris tels que les rangées d'arbres, les haies du bocage, les zones humides et les cours d'eau (par ex. LIMPENS *et al.* 1989, LIMPENS & KAPTEYN 1991, DE JONG 1995, VERBOOM & HUITEMA 1997, WALSH & HARRIS 1996a, b, KELM *et al.* 2014), ainsi qu'à tout secteur où l'étude d'impact a mis en évidence une forte activité de chauves-souris. Des niveaux faibles d'activité avant la construction ne sont pas une certitude qu'il n'y aura pas d'impact sur les chauves-souris après la construction, car la présence des éoliennes et des **infrastructures connexes** peut modifier l'activité des chauves-souris et celle-ci peut aussi varier d'une année à

l'autre. La distance tampon se mesure à partir de la pointe des pales et non de l'axe du mât.

2.2 Phase de construction

Les travaux de construction qui auront probablement un impact sur les chauves-souris doivent être programmés, lorsque c'est possible, pour les périodes de l'année où ils n'impacteront pas les chauves-souris. Ceci nécessite une connaissance locale des espèces de chauves-souris présentes dans le secteur, de la localisation des gîtes, notamment ceux d'hibernation, et la compréhension de leur cycle vital annuel. L'année typique des chauves-souris d'Europe implique une période d'activité et une période d'hibernation. En Europe centrale elles sont généralement actives d'avril à octobre et elles sont plus ou moins actives ou en hibernation de novembre à mars, mais dans le Sud plus chaud et sous le climat maritime de l'Ouest, l'hibernation n'a lieu que de mi-décembre à février (et lors d'hivers doux certaines populations n'hibernent absolument pas). Toutefois pour chaque espèce ces périodes vont varier selon la position géographique (latitude et altitude), mais aussi d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques. Le comportement de certaines espèces joue aussi un rôle, car certaines chauves-souris tolérantes au froid sont plus actives en hiver que d'autres.

Les travaux de construction des aérogénérateurs et des **infrastructures connexes** pour le parc éolien, y compris les socles des éoliennes, les plates-formes de levage, les pistes d'accès temporaires ou permanentes, les câbles de connexion au réseau



et les bâtiments, doivent tous être considérés comme des sources potentielles de dérangement ou de préjudices.

La construction doit avoir lieu aux heures appropriées pour minimiser les impacts du bruit, des vibrations, de l'éclairage et d'autres perturbations sur les chauves-souris. Les travaux de construction doivent être clairement définis dans toute programmation pour garantir que les opérations seront limitées aux périodes les moins sensibles dans le secteur.

Les rapports doivent aussi mentionner que les chauves-souris utilisent les nacelles comme gîtes. Les vides et les interstices des éoliennes devront donc être inaccessibles.

Tableau 2 : Impacts potentiels les plus importants en lien avec le fonctionnement des éoliennes, adapté de Bach et Rahmel (2004).

Impacts en lien avec le parc éolien en fonctionnement		
Impact	En été	En migration
Perte ou déplacement des corridors de vol	Impact moyen	Impact faible
Mortalité	Impact faible à fort en fonction de l'espèce	Impact fort à très fort

Les éoliennes et leur environnement immédiat devront être gérés et entretenus de manière à ce qu'ils n'attirent pas les insectes (des mesures pour mettre en œuvre cette recommandation sont suggérées au point 5.1.1.3).

2.4 Phase de démantèlement

Les services instructeurs peuvent accompagner le permis de construire de conditions et/ou de conventions de planification

2.3 Phase de fonctionnement

En fonction du site et du niveau d'impact prédit (tableau 2), il faudra subordonner l'obtention des permis de construire au respect des conditions de planification et d'exploitation, afin de limiter le fonctionnement des éoliennes lors des périodes d'activité maximale des chauves-souris, telles que la période automnale de **migration** et de **regroupement** (« **swarming** »). Les conditions de planification et d'exploitation possibles peuvent comprendre l'arrêt des aérogénérateurs la nuit pendant les périodes critiques de l'année. Des exemples sont fournis dans le chapitre 5.

s'étendant jusqu'au stade de démantèlement. Les éoliennes peuvent être aisément et rapidement démontées. Il conviendra de veiller à ce que le démantèlement intervienne à une période de l'année où le dérangement des chauves-souris et de leurs habitats sera réduit au minimum. En établissant les conditions de remise en état du site, autorités doivent tenir compte de la nécessité d'inclure des conditions favorables aux chauves-souris et à leurs habitats.

2.5 Petites éoliennes ou éoliennes domestiques

Les **petites éoliennes** (aussi appelées éoliennes domestiques ou micro-éoliennes, en anglais SWT) sont installées en nombres croissants dans le monde. Il n'existe pas de définition cohérente pour indiquer ce que sont les petites éoliennes ; leur taille (à la fois la hauteur du moyeu et la surface balayée par le rotor) et leur conception varient fortement. Leur nombre exact est donc difficile à établir. Cependant l'Association mondiale pour l'énergie éolienne (WWEA) indiquait qu'en 2010 jusqu'à 650 000 petites éoliennes d'une capacité <100 kW avaient été installées dans le monde, produisant 382 GWh par an. En raison de leur plus petite taille, comparée à celle des grands aérogénérateurs, les éoliennes domestiques sont souvent présentes dans une gamme bien plus vaste d'habitats que leurs homologues des parcs éoliens (RENEWABLEUK 2012).

La preuve des effets sur la faune sauvage dont on dispose pour les grandes éoliennes ne peut être directement extrapolée aux éoliennes domestiques (PARK *et al.* 2013) car ces dernières sont souvent installées à proximité immédiate des habitations humaines et des éléments du paysage tels que les haies, les alignements d'arbres et la proximité de l'eau (RENEWABLEUK 2012) qui ont de fortes chances d'être fréquentés par une grande diversité de chauves-souris. Le peu de preuves actuellement disponibles sur les effets des petites éoliennes sur la faune sauvage concernent une gamme limitée de tailles d'éoliennes. Dans certaines régions européennes (par ex. certaines circonscriptions en Allemagne), le

développement de lignes directrices pour les éoliennes domestiques est en progression, mais dans de nombreux secteurs les autorités en charge de la planification ne requièrent aucune étude d'impact. **Les recommandations présentées ici sont limitées aux impacts des petites éoliennes dont la hauteur du moyeu est <18 m.**

La preuve expérimentale publiée, spécifique aux petites éoliennes, montre que la **réduction** d'activité des chauves-souris (principalement des pipistrelles et une plus petite proportion de murins) peut atteindre jusqu'à 50% à proximité immédiate (1-5 m) des éoliennes domestiques en fonctionnement. A des distances plus grandes (20-25 m) cet effet diminue (MINDERMAN *et al.* 2012), ce qui suggère que les chauves-souris évitent les petites éoliennes en fonctionnement. LONG *et al.* (2009) ont montré par une étude en laboratoire que les échos ultrasonores renvoyés par les pales en mouvement des petites éoliennes étaient défectueux, ce qui augmenterait potentiellement le risque de collision, les pales en rotation étant mal détectées. Cela pourrait expliquer pourquoi les chauves-souris évitent les petites éoliennes. En particulier dans les régions où trouver un habitat favorable (terrains de chasse et voies de **transit**) est déjà une contrainte, la perturbation ou le déplacement qui résultent d'un tel **évitement** peut avoir des effets négatifs sur les populations locales. Les chauves-souris préférant les milieux ouverts et qui volent relativement haut, les espèces capables d'exploiter des milieux plus fermés ou celles qui utilisent souvent les lisières ou les trouées courent sans doute le plus de

risques. Cela peut concerner les genres *Barbastella*, *Eptesicus*, *Plecotus*, *Rhinolophus*, *Pipistrellus* et *Myotis*. Des études systématiques sur l'estimation de la mortalité par collision avec des petites éoliennes n'ont pas été publiées. MINDERMAN *et al.* (en révision) n'ont trouvé aucun cadavre au cours de 171 recherches systématiques dans 21 sites d'éoliennes domestiques et dans cet échantillon seuls trois propriétaires (sur les 212 contrôlés) ont signalé des cadavres de chauves-souris. S'ajoutant

à une preuve anecdotique (BCT 2007), ceci montre que dans certains cas la mortalité de chauves-souris doit être une sérieuse préoccupation.

En résumé, à partir des preuves actuellement disponibles il est clair que (1) les petites éoliennes peuvent perturber et/ou délocaliser des chauves-souris, limitant la disponibilité d'un habitat potentiellement favorable et (2) la mortalité de chauves-souris peut être un problème sur certains sites.

3 Réalisation des études d'impacts

Les sites éoliens peuvent avoir un certain nombre d'impacts sur les chauves-souris. Pendant la construction, les routes de vol, les terrains de chasse, les gîtes de mise bas et d'hibernation peuvent être détruits ou abandonnés par les chauves-souris et pendant leur fonctionnement les éoliennes peuvent tuer des chauves-souris par collision ou par barotraumatisme. **Pour cette raison il est nécessaire, pour tous les projets de parcs éoliens, de réaliser des études détaillées pour les chauves-souris (diagnostics chiroptérologiques) faisant partie d'études d'impact (qui peuvent ou non entrer dans le cadre d'un processus formalisé légal EIE (étude d'impact sur l'environnement) ou ESE (évaluation stratégique environnementale)).** Le but de ces études est d'évaluer les impacts possibles sur les chauves-souris résidentes ou migratrices, ainsi que de proposer une protection spécifique au site ou des mesures de **réduction** ou de **compensation** et des programmes de suivi.

Il est important d'avoir une bonne connaissance, au niveau local, des populations de chauves-souris et de leur statut biologique et de conservation, dans chaque site concerné. Cette connaissance doit s'obtenir par des études d'impact sur l'environnement. Cela permettra de mettre en œuvre des mesures de **réduction**.

Ces dernières années la question débattue était de savoir si des études d'impact sur les chauves-souris étaient nécessaires pour tous les projets de parcs éoliens ou

s'il était opportun d'appliquer des mesures de **réduction** générales sans étude d'impact préalable. Plusieurs études ont montré qu'au cours d'une année, la plupart des cadavres de chauves-souris étaient découverts en fin d'été et en automne (ALCALDE 2003, ARNETT *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010a, BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012) et qu'il s'agissait souvent d'espèces migratrices (AHLÉN 1997, AHLÉN 2002, ARNETT *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010a, BRINKMANN *et al.* 2011, LIMPENS *et al.* 2013). Toutefois les recherches ont révélé qu'en fonction du pays et du lieu exact, des populations résidentes de chauves-souris pouvaient aussi être affectées par les éoliennes (ARNETT 2005, BRINKMANN *et al.* 2011). La mortalité de chauves-souris se produit aussi au printemps et en début d'été, surtout dans les



Parc éolien construit en 2002 (Aveyron, France) sur une crête en bordure d'une hêtraie. A cette époque l'impact des éoliennes sur les chauves-souris n'était guère connu et elles n'étaient pas prises en compte dans l'étude d'impact.
© M.-J. Dubourg-Savage



parties méridionales de l'Europe (ZAGMISTER *et al.* 2007, CAMINA 2012, GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, BEUCHER *et al.* 2013). En tenant compte de cette information, des diagnostics chiroptérologiques doivent être réalisés pour tous les projets afin d'identifier si le site proposé est approprié, de modifier son agencement au besoin, de développer des mesures de **réduction** ou de **compensation** spécifiques au site en question et de planifier un suivi post-construction approprié. Cette obligation a été confirmée par les résolutions 5.6, 6.12 et 7.5, respectivement lors de la 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} session du Meeting des Parties d'EUROBATS.

L'étude d'impact doit identifier les espèces de chauves-souris, leurs périodes de présence au cours de l'année, leur distribution spatiale (horizontalement et verticalement) en relation avec le projet éolien. Elle doit aussi corréler les conditions microclimatiques (vitesses du vent, températures et précipitations avec l'activité des chauves-souris. Ceci permet de concevoir un programme ciblé d'**évitement** et de **réduction** qui peut inclure l'abandon du projet, le déplacement de certaines éoliennes proposées, le recours à une **mise en drapage** spécifique au site, une **vitesse de vent de production** plus élevée (« cut-in wind speed » et un arrêt temporaire des aérogénérateurs, ainsi qu'un suivi post-construction. Les exploitants doivent aussi disposer de données sérieuses sur l'activité des chauves-souris afin de calculer les risques économiques du parc éolien.

Les générations actuelles de grandes éoliennes permettent une production d'énergie économique dans presque tous les paysages. Quel que soit le milieu il est im-

portant de réaliser que des éoliennes plus grandes ne réduisent pas nécessairement la mortalité des chauves-souris (GEORGIAKAKIS *et al.* 2012). Au contraire, des rotors plus larges peuvent accroître la mortalité (ARNETT *et al.* 2008). Des études ont aussi montré que même dans des habitats apparemment inadéquats pour les chauves-souris, tels que les vastes plaines agricoles dégagées, les éoliennes pouvaient engendrer une forte mortalité de chauves-souris (BRINKMANN *et al.* 2011). Les parcs éoliens au sommet des collines ou dans les plaines littorales ouvertes peuvent avoir les mêmes résultats (GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, BACH *et al.* 2013b). Quand les parcs sont construits dans les forêts, les impacts peuvent être aggravés, en particulier pour les populations résidentes de chauves-souris (*cf. chapitre 2.1*).

La méthodologie du diagnostic chiroptérologique doit prendre en compte l'été ainsi que les saisons de **migration** printanière et automnale, mais aussi l'hiver en Europe méridionale afin d'éviter et de réduire les impacts de manière satisfaisante. Il importe que les autorités compétentes consultent des experts chiroptérologues réputés afin d'évaluer les impacts potentiels sur les chauves-souris lors de l'examen des demandes de permis de construire des éoliennes (BACH & RAHMEI 2004, DÜRR & BACH 2004, MITCHELL-JONES 2004, MEEDDM 2010, BRINKMANN *et al.* 2011, SFEPIM 2012, MEDDE 2014).

Si plus de trois ans s'écoulent entre les diagnostics et la construction des éoliennes, il pourra être nécessaire de refaire les diagnostics. Ce point doit être souligné dans la législation ou les lignes directrices nationales.

La section suivante fournit des renseignements sur les études d'impact non obligatoires. Les développeurs devront aussi engager des évaluations formelles pour satisfaire à la législation nationale ou le cas échéant répondre aux exigences de la législation sur les **EIE** et **ESE**. Etant donné que la mortalité de chauves-souris intervient dans presque tous les milieux, une étude d'impact sera généralement demandée avant qu'une autorité compétente puisse décider d'autoriser ou non un projet éolien.

Compte tenu de l'amélioration des connaissances résultant des recherches récentes et des développements techniques au cours des dernières années, le concept de diagnostic recommandé dans le présent document diffère des versions précédentes.

Objectifs de l'étude d'impact concernant les chauves-souris

Un diagnostic chiroptérologique doit répondre à une liste de questions afin de pouvoir évaluer correctement les impacts potentiels d'un parc éolien :

- Quelles sont les espèces de chauves-souris présentes sur le site et à proximité?
- Quels sont les niveaux d'activité des espèces présentes et comment l'activité varie-t-elle au cours de l'année (pour prendre en compte le cycle complet d'activité des chauves-souris) ?
- Comment les chauves-souris utilisent-elles le paysage sur le site et à proximité (existe-t-il des gîtes de mise bas, d'hibernation, des routes de vol, des terrains de chasse et/ou des voies de **migration**) ?

- Quels sont les impacts attendus du projet sur les chauves-souris et leurs habitats avant, pendant et après la construction (par ex. dérangement ; destruction ou perte de fonction des gîtes, des routes de vol ou des terrains de chasse ; mortalité) et quelle est leur importance ?
- Si des impacts significatifs sont attendus, quelles mesures spécifiques au site seront demandées pour éviter, réduire et compenser ces impacts?
- Quels seront la méthode, l'échelle et le calendrier du suivi post-construction à mettre en œuvre pour le projet ?

3.1 Pré-diagnostic

Le but du pré-diagnostic est, tout d'abord, d'identifier les espèces ainsi que les structures paysagères utilisées par les chauves-souris qui courent potentiellement des risques dans la zone choisie pour l'implantation. Les résultats de cette évaluation serviront de base à la conception du diagnostic. Compte tenu des impacts que les éoliennes peuvent avoir sur les chauves-souris, il est recommandé d'entreprendre un pré-diagnostic pour tous les nouveaux projets éoliens **onshore** et **offshore**. Le pré-diagnostic est une étape préliminaire pour recueillir des informations sur les effets probables du projet sur les chauves-souris, mais il ne peut se substituer aux expertises pour l'étude d'impact. Il peut toutefois aider le développeur à décider si le site est approprié pour la construction d'éoliennes et l'aider à concevoir correctement un diagnostic détaillé.

Il conviendra de veiller à inclure les éléments suivants dans le pré-diagnostic :



Niveau du risque de collision pour les espèces européennes de chauves-souris

Dans le cadre de la législation européenne, en particulier la Directive Habitats, toutes les chauves-souris sont protégées à titre individuel, ce qui signifie qu'il est illégal de tuer une chauve-souris intentionnellement.

Les suivis de mortalité de ces dernières années ont montré qu'en raison de leurs comportement et style de vol différents, les espèces de chauves-souris sont affectées différemment par les éoliennes (RYDELL *et al.* 2010a, BRINKMANN *et al.* 2011, FERRI *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012, CAMINA 2012, GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, SANTOS *et al.* 2013). Les espèces qui volent et chassent en milieu ouvert (chasseurs aériens) sont

exposées à un risque de collision très élevé avec les éoliennes (BAS *et al.* 2014). Certaines de ces espèces sont aussi des migratrices à longue distance (par ex. *N. noctula*, *P. nathusii*). Au contraire, le risque de collision est moindre pour les espèces glaneuses qui ont tendance à voler près de la végétation.

Le tableau 3 présente le risque de collision avec des éoliennes en milieu ouvert pour les espèces européennes et méditerranéennes auxquelles s'applique l'Accord EUROBATS. Lorsque les éoliennes sont situées dans des bois de feuillus ou de résineux ou sur les lisières arborées, le risque de collision est considérablement accru pour certaines espèces.

Tableau 3 : Niveau de risque de collision avec les éoliennes (excepté les petites et micro-éoliennes) pour les espèces européennes et méditerranéennes auxquelles s'applique l'Accord EUROBATS (état des connaissances en septembre 2014).

Risque fort	Risque moyen	Risque faible	Inconnu
<i>Nyctalus</i> spp.	<i>Eptesicus</i> spp.	<i>Myotis</i> spp.**	<i>Rousettus aegyptiacus</i>
<i>Pipistrellus</i> spp.	<i>Barbastella</i> spp.	<i>Plecotus</i> spp.	<i>Taphozous nudiventris</i>
<i>Vespertilio murinus</i>	<i>Myotis dasycneme</i> *	<i>Rhinolophus</i> spp.	<i>Otonycteris hemprichii</i>
<i>Hypsugo savii</i>			<i>Miniopterus pallidus</i>
<i>Miniopterus schreibersii</i>			
<i>Tadarida teniotis</i>			

* = dans les régions riches en eaux de surface

** = seulement *Myotis dasycneme* dans les régions riches en eaux de surface

Collecte et comparaison des données existantes

Toutes les sources d'information devront être examinées pour identifier les habitats potentiels pour les chauves-souris et les impacts pouvant résulter d'un projet éolien.

Ces sources d'information doivent comprendre :

- Les photographies aériennes et satellitaires récentes, cartes/cartographie des habitats.
- Les cartes de répartition des espèces.
- Les bases de données des espaces protégés (par ex. sites Nature 2000),
- Les données de gîtes connus et d'espèces observées (pour les sites en mer, il faudra inclure les données obtenues à partir des plates-formes pétrolières, des phares et autres données d'observation en mer ou sur la côte.
- Les voies de **migration** d'oiseaux connues, car elles peuvent fournir des indications sur la **migration** des chauves-souris.
- Les connaissances sur la **migration** des chauves-souris en Europe.
- Des articles et des rapports sur l'écologie des chauves-souris

Le cas échéant, les organisations clefs susceptibles d'avoir des données sur les chauves-souris seront aussi consultées, notamment :

- les groupes locaux de chiroptérologues ;
- les centres détenteurs d'archives biologiques ;
- les associations naturalistes ;
- les organisations officielles de conservation de la nature ;
- les associations pour la conservation des chauves-souris ;

- les muséums d'histoire naturelle ;
- les organismes universitaires de recherche ;
- les autorités locales, régionales ou provinciales ;
- les bureaux d'étude et les consultants ayant travaillé dans le secteur.

Pour les éoliennes terrestres il est recommandé, pour le pré-diagnostic, de tenir compte de l'activité des chauves-souris dans un rayon de 10 km autour des aérogénérateurs. Dans certains cas un rayon plus important peut être approprié (par ex. en présence de colonies importantes d'espèces se rendant sur des terrains de chasse très éloignés [cf. annexe 3]).

Il convient de tenir compte des voies de **migration** continentales et maritimes. Pour les projets éoliens proches de structures paysagères marquantes telles que vallées fluviales, lignes de crête, cols et littoral, une attention particulière sera portée aux voies de **migration**. Pour les projets en mer, il faudra aussi prendre en compte l'emplacement des éoliennes par rapport aux axes de vol entre les principales masses continentales et les îles, surtout s'il existe des données de chauves-souris sur les îles, les plates-formes pétrolières, etc.

Cette évaluation préliminaire peut exclure les sites inadaptés pour les éoliennes du point de vue des chauves-souris (par ex. la proximité de gîtes importants, les zones protégées et désignées pour la conservation des chauves-souris, les bois caducifoliés et les bois de conifères, les zones tampons jusqu'à 200 m des lisières forestières, des alignements d'arbres, des réseaux de haies, des zones humides et des rivières.



*Parc éolien de Bouin (Vendée, France) sur la côte atlantique, où des chauves-souris migratrices sont régulièrement trouvées mortes sous les éoliennes. Les victimes sont principalement des Pipistrelles de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), des Noctules communes (*Nyctalus noctula*) et des Pipistrelles communes (*Pipistrellus pipistrellus*). © F. Signoret/LPO*

3.2 Diagnostic

3.2.1 Conception du diagnostic

La conception du diagnostic variera en fonction du site proposé pour les éoliennes et des résultats du pré-diagnostic. Il faut tenir compte de :

- de l'échelle spatiale de l'étude qui reflètera de près la taille et le nombre d'éoliennes et les infrastructures connexes, telles que les aires de levage, les routes d'accès et les connexions au réseau,
- l'utilisation potentielle du site par les chauves-souris (basée sur le pré-diagnostic),
- comment tout ceci peut affecter la période d'étude et l'effort à déployer.

Les pales des très grandes éoliennes balayaient une zone de rotation allant de 40 à 220 m du sol et il faut donc tenir compte de la hauteur à laquelle il conviendra de réaliser l'étude. Ces aérogénérateurs affecteront très probablement les espèces de haut

vol, bien qu'il soit recommandé de tenir compte de toutes les espèces et d'évaluer les risques pour toutes dans l'étude d'impact globale.

Si un mât de mesures est prévu ou déjà érigé sur le site, il est recommandé d'enregistrer l'activité des chauves-souris au niveau de la zone de risque de collision, par ex. en bas de la zone balayée par les pales.



Mât de mesures météorologiques avec des détecteurs installés pour enregistrer l'activité des chauves-souris en altitude, à hauteur de la zone de collision, France. © J. Sudraud

Etant donné les impacts potentiels sur les chauves-souris, pour une étude d'impact complète et précise il est essentiel de prendre

en compte le cycle complet d'activité des chauves-souris tout au long de l'année. Cela implique de rechercher la présence potentielle de sites d'hibernation et d'effectuer le suivi de ceux qui existent. En fonction des espèces et de la situation géographique en Europe, le cycle d'activité des chiroptères peut commencer à la mi-février et s'achever à la mi-décembre, mais il est vraisemblable qu'il sera plus court dans les régions septentrionales. Dans certaines régions du sud de l'Europe, par exemple sur les côtes de la Grèce et du Monténégro, il peut ne pas y avoir d'hibernation et les études devront donc se dérouler tout au long de l'année. L'intensité du travail de terrain pendant toute cette période peut aussi varier en fonction de la situation, en raison par exemple de la présence d'espèces migratrices, de l'emplacement proposé pour les éoliennes et de l'utilisation potentielle du site par les chauves-souris.

Le diagnostic doit fournir des informations sur les gîtes, les terrains de chasse et les déplacements des populations locales de chauves-souris pour la chasse et le **transit**, mais aussi mettre en évidence la **migration** des chiroptères dans toute la zone d'étude. En conséquence, il est recommandé d'intensifier l'effort de surveillance au printemps et en automne, quand les chauves-souris migrent, car cette activité est plus difficile à observer, elle tend à être plus difficilement prévisible et elle dépend des conditions météorologiques. Les données disponibles localement, par exemple les dates de sortie d'hibernation, de dispersion des colonies de parturition, d'accouplement et de début du **regroupement** automnal (« **swarming** »), pourront servir de guide pour déterminer les dates de réalisation de ces études.

3.2.2 Méthodes de diagnostic

3.2.2.1 Eoliennes terrestres

Les diagnostics pour les projets éoliens doivent impliquer l'utilisation des méthodes et techniques les plus appropriées pour l'habitat concerné. Cela inclut en général des études acoustiques avec **détecteur d'ultrasons** tenu en main et des systèmes avec **détecteur automatique**. La recherche de gîtes potentiels doit aussi être menée. En particulier dans les régions karstiques de grande étendue, des gîtes jusque-là inconnus sont souvent découverts. Quand la construction de parcs éoliens ou des **infrastructures connexes** est prévue en forêt, des méthodes plus intensives sont demandées, telles que des relevés au **détecteur d'ultrasons** au-dessus de la canopée, des captures pour vérifier les espèces et leur statut (en utilisant des filets japonais et/ou des pièges-harpes) et exceptionnellement du radiopistage pour trouver les arbres-gîtes.

Les nouvelles éoliennes offrant toute une gamme de hauteurs différentes, il est recommandé d'utiliser, si possible, les structures existantes (tours et mâts) sur le site d'étude, pour placer des systèmes de détection automatique aux hauteurs pertinentes (de préférence celles de la zone balayée par les pales prévues). Les conditions météorologiques (température, précipitations et vent) doivent toujours être enregistrées et notées pendant les études de terrain.

Pour les études relatives à la **modification de puissance** du parc éolien et à son extension, les éoliennes déjà en place peuvent être utilisées pour installer dans la nacelle des dispositifs de détection automatique des chauves-souris (cf. BRINKMANN *et al.* 2011).

Les expériences avec des détecteurs automatiques fixés sur des cerfs-volants ou des ballons (voir par ex. FENTON & GRIFFIN 1997; SATTLER & BONTADINA 2006; McCracken *et al.* 2008; ALBRECHT & GRÜNFELDER 2011) ont montré que ces méthodes apportaient des données de faible utilité. Ceci parce que le comportement des chauves-souris en hauteur semble différent en présence de structures telles que des mâts et des éoliennes. En l'absence de ces structures, les chauves-souris paraissent être plutôt rares en altitude (GRUNWALD & SCHÄFER 2007, AHLÉN *et al.* 2009, ALBRECHT & GRÜNFELDER 2011).



Détecteur automatique d'ultrasons attaché sous un ballon pour étudier l'activité des chauves-souris pendant une EIE. © J. Sudraud

Il est généralement considéré que les données au sol peuvent servir à estimer l'activité à hauteur de nacelle, car plusieurs études montrent une corrélation entre les deux variables (par ex. BEHR *et al.* 2011, BACH *et al.* 2013). Toutefois, aucune corrélation stricte n'a été trouvée dans certaines situations (COLLINS & JONES 2009, LIMPENS *et al.* 2013). Les études de diagnostic doivent donc enregistrer l'activité des chauves-

souris au moins dans l'aire de rotation des pales.

Il est recommandé de réaliser des études intensives d'activité dans un rayon de 1 km pour chaque éolienne proposée, pendant toute la période d'étude précédant la construction. Si l'emplacement de chaque éolienne n'est pas encore déterminé, l'étude couvrira un rayon de 1 km autour de la zone d'implantation potentielle. Les relevés doivent être réalisés à l'emplacement de chaque éolienne et dans tous les habitats du site susceptibles d'être fréquentés par les chauves-souris. La recherche des gîtes de parturition et d'hibernation s'effectuera dans un rayon de 2 km (en fonction des espèces escomptées et des habitats présents) et les gîtes connus seront contrôlés dans un rayon de 5 km ; si des gîtes importants sont découverts, ils devront être suivis les années suivantes.

Pour avoir une idée des voies de **migration**, une étude intensive doit être réalisée au printemps et en fin d'été/début d'automne, pour mettre en évidence une augmentation du nombre d'espèces migratrices.

En règle générale, les éoliennes ne doivent pas être installées dans les forêts, quelles que soient les essences, ni à une distance inférieure à 200 m, compte tenu du risque qu'implique ce type d'implantement pour toutes les chauves-souris. Des études allemandes ont montré que des cas de mortalité ont été enregistrés en Allemagne jusqu'à 95 m d'une éolienne (NIERMANN *et al.* 2007) et que la Noctule commune (*Nyctalus noctula*) était le plus souvent tuée par des éoliennes situées à une distance moyenne de 200 m des zones boisées (DÜRR 2007).



L'installation d'éoliennes dans des boisements étant extrêmement dangereuse pour les chauves-souris, elle est donc critiquée et déconseillée par les présentes recommandations. © H. Schauer-Weissahhn & R. Brinkmann

Là où des éoliennes sont prévues en forêt (en dépit des avis contraires), la question des chauves-souris volant au-dessus de la canopée doit être soulevée. Etant donné que l'activité des chiroptères dans la forêt et au-dessus peut être considérablement différente (KALCOUNIS *et al.* 1999, COLLINS & JONES, 2009, PLANK *et al.* 2011, BACH *et al.* 2012, MÜLLER *et al.* 2013, HURST *et al.* 2014, GRZYWINSKI *et al.* 2014) et qu'il peut être impossible, depuis le sol, de détecter des chauves-souris en chasse ou en **migration** au-dessus des arbres, il convient d'apporter une attention particulière à l'enregistrement de l'activité des chauves-souris au-dessus de la canopée (voir BACH *et*

al. 2012, MÜLLER *et al.* 2013). Une attention particulière sera portée aux espèces volant haut, qui chassent ou migrent au-dessus de la canopée (par ex. les pipistrelles [*Pipistrellus*], le Vespère de Savi [*Hypsugo savii*], les barbastelles [*Barbastella* spp.], les sérotines [*Eptesicus* spp.], le Vespertilion bicolore [*Vespertilio murinus*] et les noctules [*Nyctalus* spp.], ainsi qu'aux espèces gîtant dans les arbres comme les oreillardes [*Plecotus* spp.], le Murin de Bechstein [*Myotis bechsteinii*] et le Murin de Natterer [*Myotis nattereri*]).

3.2.2.2 Eoliennes en mer

Nous savons depuis plusieurs années que des chauves-souris traversent la mer pendant la **migration** (AHLÉN 1997, BOSHAMMER & BEKKER 2008, AHLÉN *et al.* 2009, HÜPPOP 2009, BACH & BACH 2011, FREY *et al.* 2011, 2012, MEYER 2011, SKIBA 2011, BACH *et al.* 2013a, ERIKSSON *et al.* 2013, POERINK *et al.* 2013, SEEBENS *et al.* 2013, RYDELL *et al.* 2014, BCT 2014). Pour cette raison les éoliennes en mer doivent être étudiées de la même manière que celles à terre (BACH *et al.* 2013c, COX *et al.* 2013). Il est évident que le défi est bien plus grand que pour les éoliennes terrestres, car les études se feront à partir de bateaux, de phares, de bouées, *etc.* Il conviendra de concentrer les relevés pour les parcs éoliens en mer au printemps (avril-juin) et en automne (août-octobre/novembre), à moins que des données (telles que la découverte de chauves-souris sur des plates-formes pétrolières, des îles, *etc.*) indiquent leur présence à d'autres moments de l'année. Lors d'un suivi sur une plate-forme de recherche, SEEBENS *et al.* (2013) ont découvert que des chauves-souris résidentes pouvaient aller

chasser en mer, à au moins 2 km de distance pendant les mois d'été. Par conséquent l'activité des chauves-souris doit aussi être évaluée pendant l'été pour les projets de parcs éoliens près de la côte.



Les parcs éoliens en mer, ici en Suède, peuvent avoir des impacts négatifs sur les chauves-souris quand ils sont placés sur leurs voies de migration.
© L. Bach

3.2.2.3 Petites et micro-éoliennes

Pour des projets éoliens là où des chauves-souris rares ou vulnérables sont présentes, ou à moins de 25 m de grandes haies et rangées d'arbres, de bois caducifoliés ou de résineux, d'arbres matures isolés (en particulier s'ils sont adéquats pour servir de gîte), de cours d'eau, d'étangs ou de la rive des lacs, ou de bâtiments propices pour les gîtes, des études sur l'activité des chauves-souris et les gîtes s'imposent :

a. Au moins deux visites du site avec des détecteurs tenus en main, pour couvrir la période de maternité et vérifier la présence de gîtes à moins de 50 m de la petite éolienne. L'une de ces visites doit avoir lieu à l'aube.

b. Des enregistrements acoustiques automatiques en continu pendant toute la saison (avril-septembre dans la plupart des régions), en utilisant des détecteurs appropriés, pouvant détecter et différencier toutes les espèces présentes.

3.2.3 Effort de diagnostic

En fonction de la situation géographique et des espèces hibernant dans la région, les dates de début et de fin de la période d'activité des chauves-souris (et donc l'année d'étude acoustique) varieront. La **migration** peut durer plus longtemps dans certaines régions et l'hibernation est plus courte dans le sud de l'Europe que dans les régions septentrionales du continent. Il peut donc être nécessaire d'allonger l'étude de terrain de la mi-février à la fin de novembre (voire davantage dans le sud de l'Europe où il peut ne pas y avoir d'hibernation), mais son intensité variera aussi. L'effort de surveillance variera aussi. Bien que le risque de collision, en Allemagne par exemple, semble plus faible au printemps qu'en fin d'été et en automne, il importe de savoir si la région joue un rôle important pour la **migration** printanière des chauves-souris. L'effort de surveillance sera déterminé en fonction des conditions régionales, de l'échelle de chaque projet éolien et des impacts potentiels. Des suivis ont montré que l'activité des chauves-souris pouvait varier de plus de 50% d'une nuit à l'autre, même quand les conditions météorologiques enregistrées étaient identiques. La raison en serait des modifications dans les concentrations d'insectes, dans l'utilisation du sol (fauche d'une prairie, bétail dans un autre pré, etc.).

Il est donc crucial de mener les relevés pendant un nombre de nuits adéquat lors des différentes phases d'activité des chauves-souris (pour le calendrier se référer au paragraphe 3.2.4.1 e). Ces phases sont les suivantes :

- (i) **transit** entre les gîtes de post-hibernation ;
- (ii) **migration** de printemps ;
- (iii) activité des populations locales, en vérifiant les couloirs de vol, les terrains de chasse, etc., et en se concentrant sur les espèces de haut vol ;
- (iv) dispersion des colonies, début de la **migration** d'automne ;
- (v) **migration** d'automne, gîtes d'accouplement et territoires ;
- (vi) **transit** entre les gîtes de pré-hibernation (pour les espèces d'Europe méridionale qui hibernent tardivement).

3.2.4 Type de diagnostic

3.2.4.1 Diagnostic à terre

a) Recherche de gîtes importants

Il convient de rechercher de nouveaux gîtes dans un rayon de 2 km (le rayon exact dépendra des espèces attendues et des habitats présents) et les gîtes connus seront contrôlés dans un rayon minimum de 5 km pour évaluer les phases (iii) et (iv) (voir ci-dessus) d'activité des chauves-souris (mai à octobre). Les gîtes potentiellement importants (y compris au minimum les gîtes de maternité et d'hibernation) doivent faire l'objet d'une surveillance très précise. Localement, les habitants et les spéléologues (dans les régions karstiques) peuvent aider à obtenir des informations. L'importance éventuelle de certains sites peut être déterminée en

se basant sur des indices de présence, sur l'observation et l'abondance des chauves-souris.

b) Etudes acoustiques au sol

1. Des relevés manuels au sol avec **détecteur d'ultrasons** (transects) doivent être menés pendant toute la saison d'activité des chauves-souris pour déterminer un **indice d'activité** (nombre de contacts de chauves-souris par heure) pour la zone d'étude (dans un rayon minimum de 1 km autour de la zone d'implantation prévue du parc éolien). Le système de détection utilisé doit couvrir les fréquences de toutes les espèces éventuellement présentes et aussi permettre de déterminer toutes les espèces ou groupes d'espèces appropriés. Les observations acoustiques doivent être accompagnées d'observations visuelles qui peuvent fournir de nombreuses données additionnelles importantes, telles qu'une identification spatiale des voies de **transit**, certains types de gîtes et sites de **regroupement** (« **swarming** ») et aussi améliorer l'identification spécifique. Le pourcentage ou le nombre de séquences de capture de proie doit aussi être noté. Pendant l'étude acoustique manuelle, un système de détection automatique couplé à un GPS sera utilisé pour vérifier la localisation des contacts de chauves-souris enregistrés.

2. Des **dispositifs automatiques** avec des détecteurs ultrasoniques à haute résolution ou des détecteurs à divi-

sion de fréquence seront utilisés lors de chaque relevé acoustique manuel, dans l'idéal pour chaque site d'implantation prévu d'une éolienne et pendant toute la saison d'activité des chauves-souris, afin de déterminer un **indice d'activité** spécifique au site (nombre de contacts de chauves-souris par heure). En cas d'impossibilité, les **détecteurs** seront placés sur un nombre représentatif d'emplacements d'éoliennes dans chaque type de milieu, de relief et de topographie présents (par ex. sommets de collines et vallées). Les résultats devront indiquer le pourcentage ou le nombre de séquences de capture de proie. Le système de détection ultrasonique utilisé devra couvrir les fréquences de toutes les espèces ou groupes d'espèces appropriés. En forêt,

l'activité des chauves-souris devra être suivie en continu au-dessus de la canopée et pendant toute la saison, avec un **détecteur** ultrasonique automatique (au minimum un dispositif automatique pour 2-3 éoliennes prévues).

3. Au moins un enregistreur automatique à haute résolution ou un détecteur à division de fréquence doit être installé dans la zone d'étude pour suivre en continu l'activité des chauves-souris pendant toute la saison. Selon le nombre d'éoliennes envisagées, la taille et la diversité structurelle de la zone d'étude, il peut être nécessaire d'installer plus d'un dispositif de détection et d'enregistrement.

c) Etude de l'activité en hauteur

Des détecteurs-enregistreurs automatiques (enregistreurs d'ultrasons à haute résolution ou détecteurs à division de fréquence – voir ci-dessous) devront être placés sur des mâts de mesures météorologiques, des éoliennes ou toute autre structure appropriée à proximité du parc éolien en projet pour obtenir un **indice d'activité** et la composition spécifique de la population de chauves-souris, si possible pendant tout leur cycle d'activité, ou du moins aux périodes-clés de l'année (l'idéal étant si possible à la même période que l'étude acoustique au sol). Il faut cependant être très prudent lors de la comparaison des résultats au sol et des résultats en hauteur obtenus avec des types de détecteurs différents (la portée et la précision des détecteurs varient entre les systèmes). Par conséquent les mêmes systèmes de détection doivent être utilisés au sol et en

hauteur pour produire des données comparables.

d) Equipement nécessaire

Actuellement il existe sur le marché toute une gamme de marques et de systèmes de détection, allant des détecteurs en hétérodyne et des détecteurs à division de fréquence aux détecteurs à bande passante intégrale qui peuvent être tenus en main pendant l'étude de terrain et utilisés comme un système automatique. Afin d'obtenir des données représentatives et comparables, il est très important d'utiliser un matériel adéquat et en bon état de marche.

Le **détecteur d'ultrasons** utilisé en **manuel** pendant l'étude doit couvrir convenablement les fréquences utilisées par les espèces à haut risque et à risque moyen. Dans certains secteurs les détecteurs en hétérodyne peuvent être utilisés s'ils disposent de l'expansion de temps, mais dans la plupart des régions il est recommandé de recourir à des dispositifs de détection à bande passante intégrale, en expansion de temps ou en division de fréquence. Détecteurs et microphones doivent être de bonne qualité. Il doit être possible de seconder le système avec des enregistreurs (incluant dans l'idéal un récepteur GPS) d'une qualité suffisante pour permettre ensuite l'analyse des cris ultrasonores enregistrés.

Le système d'**enregistrement automatique** des chauves-souris doit être un dis-

positif de détection à bande passante intégrale, incluant les détecteurs à division de fréquence, avec des microphones de bonne qualité. La sensibilité du microphone doit être vérifiée et si nécessaire calibrée chaque année. Les microphones aux paramètres très détériorés (sensibilité réduite), par exemple en raison d'un environnement humide, ne doivent pas être utilisés.

Pour tous les relevés de terrain, le dispositif de détection et ses réglages doivent être standardisés pour chaque projet. Ces réglages doivent être notés et indiqués dans tous les rapports suivants, car ils peuvent influencer sur les résultats.

e) Calendrier de l'étude

Relevés au sol avec détecteur manuel

Le nombre et la distribution saisonnière des relevés de terrain dépendront des conditions géographiques locales et de la présence d'espèces à très courte période d'hibernation. Tous les relevés doivent être réalisés dans des conditions météorologiques appropriées (dans l'idéal sans pluie, bien que de courtes averses soient acceptables, sans brouillard, par vent <5 m/sec et avec une température >7°C).

Un relevé de terrain peut compter plusieurs nuits, toutes nécessaires pour couvrir la totalité de la zone d'étude :

- 15/02 – 15/04¹ (phase i) : un relevé tous les 10 jours, la première moitié de la nuit, 4 heures à partir du coucher du soleil ;
- 15/04² – 15/05 (phase ii) : un relevé tous



Système de détection automatique installé sur un mât de mesures en France. © EXEN

¹ S'applique principalement en Europe du Sud pour *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus euryale*, *Myotis capaccini* et *Pipistrellus* spp.

² S'applique principalement aux régions où il n'y a pas d'hibernation ou là où certaines espèces sont déjà actives.

les 10 jours, c.-à-d. 2 fois la première moitié de la nuit (4 heures à partir du coucher du soleil) et inclure 1 nuit complète en mai ;

- 15/05 – 31/07 (phase iii) : un relevé tous les 15 jours, toujours une nuit complète ;
- 01 – 31/08 (phase iv) : un relevé tous les 10 jours, toujours une nuit entière. Pendant cette phase il faudra aussi rechercher les gîtes d'accouplement et les territoires ;
- 01/09 – 31/10 (phase v) : un relevé tous les 10 jours, en septembre 2 nuits complètes, en octobre première moitié de la nuit, 4 heures à partir du coucher du soleil. Pendant cette phase il faudra aussi rechercher les gîtes d'accouplement et les territoires. A la fin de septembre et en octobre, sur le continent européen, de nombreuses Noctules communes, *Nyctalus noctula*, ont été observées chassant l'après-midi jusqu'à 100 m de hauteur près des grands lacs et le long des rivières. Le relevé devra donc commencer 3-4 heures avant le coucher du soleil, là où ce comportement est suspecté chez les différentes noctules, et devra se poursuivre 4 heures après le lever du soleil.
- 01/11 - 15/12² (phase vi) : un relevé tous les 10 jours (si les conditions météorologiques le permettent), 2 heures en première moitié de nuit en commençant ½ heure avant le crépuscule.

Etude avec détecteur automatique aux emplacements prévus pour les éoliennes

L'idéal est de placer un **détecteur automatique d'ultrasons** à l'emplacement prévu de chaque éolienne, au moins pendant une nuit durant chaque relevé avec détecteur manuel. Si ce n'est pas possible le dispo-

sitif devra être placé sur un nombre représentatif d'emplacements d'éoliennes dans chaque type présent de milieu, de relief et de topographie (par ex. sommets de collines et vallées).



Détecteur automatique d'ultrasons avec microphone installé à 2 m du sol, à l'emplacement prévu d'une éolienne. © J. Sudraud

Suivi continu avec détecteur automatique

Un système de détection automatique (cf. 3.2.4.1 b. 3) doit être installé dans la zone d'étude pour suivre l'activité des chauves-souris pendant toute la saison (dont le début et la fin dépendront des conditions régionales). Le dispositif doit être réglé pour enregistrer l'activité des chiroptères une heure avant le coucher du soleil à une heure après le lever du soleil. Dans certaines régions, le long des rivières et près des lacs, les chauves-

souris peuvent chasser dans l'après-midi en septembre. Dans ces situations les systèmes de détection doivent être réglés pour enregistrer l'activité au moins 3-4 heures avant le coucher du soleil à une heure après son lever.

Pour tous les types de boisements

Comme déclaré précédemment les éoliennes ne doivent pas être installées en forêt, ni à moins de 200 m de la lisière en raison du risque élevé de mortalité que cela implique. Cependant, dans les pays où cela est encore autorisé, en plus des relevés avec **détecteur manuel** précédemment décrites, l'activité des chauves-souris doit être suivie au-dessus de la canopée avec un système de **détection automatique**. Le dispositif doit être réglé pour enregistrer l'activité des chiroptères à l'emplacement de chaque éolienne prévue durant toute la saison d'activité, d'une heure avant le coucher du soleil à une heure après son lever. Il est aussi conseillé d'utiliser des filets japonais pour confirmer la présence d'espèces très difficiles à détecter ou à identifier par acoustique.



Des filets japonais peuvent être utilisés pour confirmer la présence de certaines espèces. Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) capturée lors d'une étude en Macédoine. © N. Micevski

3.2.4.2 Diagnostic en mer

Il est plus difficile d'étudier l'activité des chauves-souris pour les parcs éoliens en mer. Peu de méthodes ont été mises au point et testées avec robustesse pour réaliser un diagnostic dans cet environnement (AHLÉN *et al.* 2007, 2009, MEYER 2011, SJÖLLEMA 2011, SEEBENS *et al.* 2013). Des lignes directrices officielles pour les études de chauves-souris en mer, couvrant la mer Baltique, ont été développées pour l'Allemagne (BACH *et al.* 2013c). Bien que le Danemark, la Suède et la Pologne aient commencé à inclure des études chiroptérologiques pour les projets éoliens en mer, il n'existe pas de lignes directrices officielles pour ces pays. L'expérience en Baltique suggère que la méthode la plus productive consiste à combiner les observations faites à la fois en mer et depuis la côte. BRUDERER et POPA-LISSEANU (2005) ont développé un système qui, avec un radar de poursuite, peut différencier les chauves-souris et les oiseaux, mais des études complémentaires sont nécessaires avant de pouvoir l'utiliser systématiquement.

Les inventaires pour les projets en mer doivent se concentrer sur la période de **migration**. Et les relevés près de la côte doivent aussi inclure l'activité des chauves-souris en été.

a) Les études depuis la terre doivent :

- s'effectuer à partir de certains repères côtiers bien en vue tels que des caps, supposés être les points d'où partent les chauves-souris en direction du projet éolien,
- inclure des relevés acoustiques (manuels et automatiques) au sol,
- inclure des relevés automatiques à long

terme avec un **détecteur d'ultrasons** monté sur un phare ou toute autre structure adéquate (pour obtenir un **indice d'activité** et des groupes d'espèces,

- recourir à l'utilisation d'une caméra infrarouge ou thermique lorsque c'est possible.

b) Les études en mer doivent :

- s'effectuer en bateau (transects ou points fixes à l'ancre) dans la zone prévue pour le projet éolien (il peut être possible de combiner des transects en bateau avec les études nocturnes d'oiseaux),
- inclure des suivis continus avec un **détecteur automatique** sur des plates-formes pétrolières, des plates-formes de recherche et des bouées,
- inclure, si possible, des relevés à partir de ferries de nuit traversant entre deux repères côtiers suspectés d'être importants pour la **migration** des chauves-souris (par ex. Puttgarden-Rødby ou Bornholm-Sassnitz dans la mer Baltique, Douvres-Calais dans la Manche,
- utiliser, si possible, un radar de poursuite sur un point de la côte, combiné à des transects en bateau.

c) Calendrier des relevés

Les relevés en bateau pour les parcs éoliens en mer doivent être menés au moins deux fois par semaine de début avril à début juin, et de début août à mi-octobre ou à fin octobre (selon la localisation). Pour les parcs éoliens près de la côte, il peut aussi être nécessaire de couvrir toute la période estivale (juin/juillet) pour détecter des chauves-souris résidentes allant chasser en mer.

Un suivi continu avec un **détecteur automatique** doit couvrir les deux périodes de **migration** et aussi juin/juillet pour les parcs éoliens près de la côte.

3.2.5 Rapport de diagnostic et évaluation

Comme le rapport de diagnostic est destiné à des personnes ayant peu ou pas de connaissances sur l'écologie des chauves-souris et les diagnostics chiroptérologiques, ce rapport doit présenter :

- les espèces dont la présence est connue dans la zone géographique et administrative et leur statut ;
- les méthodes et le matériel utilisés durant les relevés de terrain (avec les réglages du matériel quand ils peuvent influencer sur les résultats) et leurs limitations ;
- les dates des relevés, l'heure de début et de fin et les conditions météorologiques ainsi que les heures correspondantes de coucher et de lever du soleil et la raison du choix de ces dates et des heures de début ;
- les espèces identifiées pendant le relevé, le comportement observé (passage, chasse, **regroupement**, **migration**) et l'utilisation de l'habitat, ainsi que la date et l'heure de l'observation. Les résultats devront être présentés dans un format permettant au lecteur d'interpréter les données. Celles-ci peuvent être présentées, par exemple, par espèces enregistrées, par activité au cours de l'année, par activité au cours de la nuit ou par activité à différentes hauteurs ;
- des cartes pour illustrer la distribution spatiale et temporelle de l'activité des différentes espèces ou groupes d'espèces ;

- la différence dans l'activité des chauves-souris par rapport à la détectabilité (**annexe 4**) ;
- les différences dans l'activité des chauves-souris selon les saisons et les phases de la nuit ;
- les différences dans l'activité des chauves-souris à différentes hauteurs, si un mât de mesures (ou une autre technique) a été utilisé ;
- les impacts probables du parc éolien sur les chauves-souris ;
- les mesures d'**évitement**, de **réduction** et de **compensation** ;
- le programme de suivi post-construction proposé et l'effet des différentes options de résultats sur la portée des mesures de **réduction/compensation**.

L'activité des chauves-souris doit être présentée sous forme d'indicateurs d'activité (par ex. nombre de contacts de chauves-souris/heure ou unités d'activité/heure, calculés par exemple pour les relevés de terrain, les nuits et la moyenne pour différentes périodes d'activité comme le printemps, l'été et l'automne. Les indices d'activité de chaque espèce, des groupes d'espèces et de toutes les chauves-souris peuvent alors être soumis à analyse. L'évaluation doit rendre compte des variations locales et régionales sur la protection légale et le statut de conservation. Les impacts peuvent varier selon l'agencement des éoliennes ou si les habitats offrent différentes fonctions aux espèces présentes. Pour certaines espèces (par ex. *N. noctula* et *P. nathusii*), il existe une corrélation positive entre l'activité au sol et l'activité à hauteur de nacelle, mais ce n'est pas le cas pour *P. pipistrellus* (cf. BRINKMANN *et al.* 2011).



Microphone installé au-dessus de la nacelle pour une étude avec détecteur automatique d'ultrasons.
© J. Rydell

Une **analyse de conflit** doit alors être présentée pour chaque éolienne et pour chaque espèce présente et le risque de mortalité doit être évalué et présenté. Chaque emplacement d'éolienne et l'ensemble des **infrastructures connexes** seront évalués en conséquence et des propositions seront formulées pour limiter les impacts. L'approche consiste tout d'abord à appliquer des mesures pour éviter les impacts, mais là où cela est impossible, il conviendra de les réduire ou en dernier recours de les compenser.

Pour plus de détails concernant le rapport et l'analyse, voir DÜRR (2007) et KEPEL *et al.* (2011).



3.3 Modification de puissance et extension

Pour ces projets il est nécessaire de combiner des études d'activité comprenant à la fois des relevés de détection acoustique manuelle (voir 3.2) et des relevés acoustiques automatiques à hauteur de nacelle. En outre, pour une extension de parc éolien les relevés doivent être associés à une recherche de cadavres de chauves-souris autour des éoliennes existantes. Les suivis d'activité (relevés avec **détecteur d'ultrasons** manuel et **détecteur automatique** à chaque emplacement prévu d'éolienne) doivent prendre en compte les emplacements proposés pour toute nouvelle éolienne. Les méthodes de suivi proposées dans le chapitre 4 doivent être appliquées pendant tout le cycle d'activité des chauves-souris. Un nombre réduit de relevés manuels en été et aux périodes

de **migration** est recommandé, parce que l'accent est mis sur le suivi continu par **détecteur automatique** à hauteur de nacelle ; le suivi acoustique au sol vient compléter l'aperçu de l'activité des chauves-souris à proximité du parc éolien.

La mesure de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle sur des éoliennes similaires et voisines, couplée à un suivi de mortalité permettra d'évaluer les problèmes de collisions réelles et elle permettra de mieux prédire les risques de collision du nouveau projet éolien qu'avec uniquement une étude manuelle au sol. Si la taille des nouvelles éoliennes n'est pas similaire à celle des premières éoliennes installées, ce qui est habituellement le cas dans les projets de **modification de puissance**, une recherche de cadavres devra être menée afin de comparer l'effet des éoliennes de tailles différentes.

4 Suivi des impacts

Le suivi des parcs éoliens en fonctionnement est essentiel pour accroître notre compréhension de leurs impacts potentiels sur différentes espèces de chauves-souris. Bien que l'évaluation des effets cumulatifs des parcs éoliens existants et en projet, et du développement d'autres infrastructures soit généralement requise dans une **EIE** officielle, seuls quelques parcs éoliens ont fait l'objet d'un suivi à ce jour. Précisément, il n'y a pas d'études sur les impacts cumulatifs des parcs éoliens placés le long d'une voie de **migration**. Il serait néanmoins très important de développer des méthodologies pour évaluer l'**effet cumulatif** ; certains chercheurs (par ex. Barclay *com. pers.*) sont favorables à ce que l'estimation de la mortalité des chauves-souris soit calculée par MW et non par éolienne.

Pour évaluer les impacts des éoliennes sur les chauves-souris, les études doivent suivre des méthodes standardisées pour produire des résultats comparables.

Le suivi des impacts de l'énergie éolienne sur les chiroptères n'aura de valeur scientifique que s'il prend en compte l'état initial des populations du secteur avant l'installation du parc éolien.

Au moins 3 années de suivi pendant la phase opérationnelle du parc éolien sont nécessaires pour évaluer les impacts sur les espèces résidentes (attractivité, changement de comportement et mortalité) et sur les espèces migratrices (évolution de la mortalité) et pour mettre en relief d'éventuelles variations annuelles. En fonction des résultats, une autre période de 3 ans

peut être nécessaire pour bien comprendre les changements.

Une programmation de suivi exhaustive doit se focaliser à la fois sur les niveaux d'activité et les taux de mortalité. Le suivi d'activité post-construction évaluera les changements dans l'activité des chauves-souris et permettra aussi de mieux comprendre les résultats du suivi de mortalité.



*Parc éolien de Puschwitz (Saxe, Allemagne). Dix éoliennes sont érigées dans un paysage collinaire présentant des habitats très variés, y compris de nombreux cours d'eau. Entre 2002 et 2006, 76 cadavres de chauves-souris ont été trouvés sous les éoliennes, principalement des *Noctules communes* (*Nyctalus noctula*), *Pipistrelles de Nathusius* (*Pipistrellus nathusii*), *Pipistrelles communes* (*Pipistrellus pipistrellus*) et *Vespertillons bicolores* (*Vespertilio murinus*). © M. Lein*

4.1 Suivi de l'activité à hauteur de nacelle

Un suivi acoustique manuel au sol peut être réalisé pendant la construction pour évaluer si la mise en place des éoliennes entraîne un dérangement important pour les chauves-souris et leurs gîtes, mais pendant la phase de fonctionnement du parc éolien, le suivi

de l'activité à hauteur de nacelle sera plus important. Il est essentiel d'installer des microphones détecteurs d'ultrasons à hauteur de la nacelle pour enregistrer l'activité de chauves-souris dans la zone du plus grand impact potentiel, la zone balayée par le rotor. Afin d'obtenir des données standardisées et donc comparables, les détecteurs d'ultrasons doivent permettre d'identifier les cris de chauves-souris jusqu'à l'espèce ou au groupe d'espèces. Le suivi acoustique doit suivre les conseils de BRINKMANN *et al.* (2011). Le rapport doit décrire les éléments techniques suivants :

- le type de détecteur et le logiciel d'analyse,
- les paramètres de sensibilité du détecteur,
- l'emplacement du détecteur à l'intérieur de la nacelle,
- les périodes de fonctionnement et de panne du détecteur.

MAGES & BEHR (2008a, b) donnent des exemples sur la manière d'installer les détecteurs dans les nacelles et font référence à certaines contraintes (par exemple les problèmes de bruit).

L'activité enregistrée des chauves-souris doit être analysée en tenant compte de la saison, de l'heure et des données météorologiques telles que la vitesse du vent et la température de l'air. Outre la détectabilité des espèces, plusieurs systèmes de détection différents sont disponibles et utilisés de nos jours. Comme ces systèmes sont extrêmement variables (ADAMS *et al.* 2012) et qu'il est possible de modifier différents réglages sur chacun, les données d'activité telles que les contacts/heure diffèrent selon les systèmes et/ou les réglages. La sensibilité d'un microphone, qui est susceptible de diminuer considérablement avec les années,



Microphone déporté, installé sous la nacelle (photo du haut) et connecté au détecteur automatique d'ultrasons à l'intérieur de la nacelle (photo du bas).
© L. Bach

surtout sous l'influence de l'humidité, peut affecter fortement les résultats obtenus. Pour comparer les données d'activité des enregistrements automatiques, des tables de coefficients de détectabilité peuvent être développées pour la plupart des détecteurs couramment utilisés. L'annexe 4 présente un exemple d'une telle table.

Ceci permet de développer une stratégie pour réduire les impacts, par exemple en bridant les éoliennes à certaines périodes de l'année et de la nuit grâce à un algorithme qui prédit le risque de mortalité à partir de ces données.

Les caméras à images thermiques fournissent de précieuses informations sur cette question (par ex. HORN *et al.* 2008) et il convient de les utiliser, dans la mesure du possible. Si l'efficacité du radar de poursuite est prouvée on pourra aussi envisager de l'utiliser.

Les voies de **migration** putatives doivent être évaluées en vérifiant la présence de chauves-souris sur les routes de **migration** des oiseaux dans le secteur, en analysant l'**enregistrement automatique** des ultrasons en altitude et en réalisant des observations visuelles en fin d'après-midi et à l'aube (si possible avec une caméra infrarouge et dans l'idéal une caméra à images thermiques).

4.2 Suivi de la mortalité

La mortalité étant l'impact majeur des éoliennes sur les chauves-souris et sur certaines populations, elle doit être supprimée ou du moins réduite au minimum pour respecter les obligations de la **Directive Habitats** et des lois nationales sur les espèces protégées. Les principales méthodes utilisées jusqu'à présent pour réduire ou éviter la mortalité sont la **mise en drapeau** des pales, l'augmentation des **vitesse de vent de démarrage** et l'arrêt temporaire des machines pendant les périodes de la nuit ou de l'année où le risque est élevé. Cependant l'augmentation du seuil d'entrée en production peut ne pas s'avérer efficace à 100%, car certaines espèces, notamment les migratrices, volent encore par des vitesses de vent supérieures à 10 m/sec (HURST *et al.* 2014). Le suivi de la mortalité est donc encore nécessaire pour évaluer l'efficacité de ces mesures. Les méthodologies sont détaillées dans BRINKMANN

et al. (2011) et LIMPENS *et al.* (2013) et elles sont résumées ici.

Le nombre de cas de mortalité varie de façon importante en fonction de l'emplacement du parc éolien et des espèces qui s'y trouvent. Il importe de bien comprendre que le nombre de cadavres trouvés n'égale pas le nombre réel de chauves-souris tuées. Le nombre de cadavres découverts est influencé par la prédation et par l'efficacité du contrôleur (mais il dépend aussi du type de couverture végétale sous les éoliennes). Et ce parce que le processus de dénombrement est biaisé en raison de plusieurs facteurs tels que : la disparition des victimes par des charognards ou des prédateurs, l'efficacité du contrôleur (qui dépend, entre autres facteurs du type et de la hauteur de la couverture au sol sous les éoliennes – c.-à-d. la détectabilité), et l'effort investi dans l'étude (calendrier du suivi, pas de temps et taille de la zone prospectée). En outre certaines chauves-souris s'éloignent en volant et meurent un peu plus tard en raison de blessures internes (GRODSKY *et al.* 2011). Toutefois cette situation n'est pas quantifiable. Le suivi de mortalité va donc comporter trois étapes : des recherches de cadavres, des tests pour obtenir des facteurs correcteurs pour les estimations biaisées, et l'estimation des véritables taux de mortalité.

4.2.1 Searching for bat fatalities

a) Surface prospectée

Dans l'idéal, un rayon égal à la hauteur hors tout de l'éolienne devrait être contrôlé, car les cadavres de chauves-souris peuvent être emportés assez loin par des vents violents (GRÜNKORN *et al.* 2005, BRINKMANN *et al.* 2011). Mais dans la plupart des cas cette surface ne



peut pas être correctement contrôlée en raison de la hauteur de la couverture végétale ou d'obstacles naturels. Il est alors conseillé de contrôler une surface plus petite qui peut être libre de végétation toute l'année ou du moins couverte d'une végétation rase. **Le rayon ne doit pas être inférieur à 50 m et si possible maintenu dénudé de toute végétation.** Si la zone prospectée est un carré, elle sera marquée aux quatre coins par un piquet. Des piquets de couleurs alternées seront utilisés pour marquer des intervalles de 5 m sur deux côtés opposés du carré. Dans ce cas, les contrôleurs se déplaceront d'un côté du carré à l'autre, vérifiant ainsi une bande de 2,5 m de large de part et d'autre du parcours. Dans certaines circonstances (champ labouré ou terrain accidenté, il pourra être nécessaire de réduire la distance entre les transects ou d'utiliser un chien dressé (voir 4.2.2.b). Si la surface prospectée est un cercle, le contrôleur pourra tenir une corde de 50 m de long, fixée à la base du mât de l'éolienne, et se déplacer en cercles en vérifiant 2,5 m de part et d'autre de son parcours. A chaque nouvelle rotation, la corde sera raccourcie de 5 m et le contrôleur repartira en sens inverse. La surface standard à contrôler, de 1 ha, sera ainsi systématiquement couverte, mais la méthode avec corde ne peut s'appliquer qu'en terrain plat et sans obstacles.

Si pour une raison quelconque la zone ne peut être entièrement parcourue, il conviendra de calculer la surface contrôlée pour chaque éolienne afin de corriger l'estimation finale de la mortalité.

b) Nombre d'éoliennes contrôlées

Si possible, tous les aérogénérateurs du parc éolien devront être contrôlés lors de chaque

relevé de terrain. Dans le cas de parcs éoliens de grande envergure, un échantillonnage aléatoire d'éoliennes peut être stratifié par habitat et/ou selon les caractéristiques du parc éolien. Des analyses classiques de puissance statistique, basées sur le nombre attendu de victimes et la variation estimée dans d'autres études ([annexe 1](#)) fourniront la taille d'échantillonnage idéale.

c) Intervalle de temps entre les contrôles

Plus le pas de temps entre les contrôles est petit, plus le nombre de cadavres récupérés est élevé et par conséquent plus le biais de disparition des carcasses par des prédateurs est faible. Pour tous les parcs éoliens il est recommandé d'effectuer une recherche de cadavres tous les 3 jours (intervalle de 2 jours entre les contrôles). Pour les parcs de taille démesurée, le nombre et le choix des éoliennes peut suivre un plan d'échantillonnage aléatoire convenu. Pour la comparaison des résultats en fonction de pas de temps différents voir Arnett (2005).

d) Calendrier du suivi

Un cycle complet d'activité doit être évalué. Le suivi de la mortalité doit commencer dès que les chauves-souris redeviennent actives après l'hibernation et durer tant qu'elles n'auront pas pris leurs quartiers d'hiver. Mais ce calendrier variera en fonction de la situation géographique et des conditions météorologiques de chaque région. Dans le sud de l'Europe, par exemple, le suivi pourra commencer, à proximité de gîtes importants, dès la mi-février et se poursuivre jusqu'à la mi-décembre.

e) Méthodes de recherche et paramètres à enregistrer

Le contrôleur parcourra chaque transect d'un pas lent et régulier, cherchant les cadavres de part et d'autre de son axe de déplacement. Les victimes peuvent parfois être découvertes en observant les déplacements d'insectes volants (guêpes et sauterelles par exemple) qui, intéressés par les cadavres, attirent l'attention du contrôleur. La recherche débutera une heure après le lever du soleil, pour réduire au minimum la disparition des victimes de la nuit précédente par des charognards diurnes et quand la luminosité permet de distinguer des chauves-souris mortes. Le contrôleur notera l'espèce, la position du cadavre (coordonnées GPS, direction par rapport à l'éolienne, distance au mât, identification de l'éolienne), son état (cadavre frais, vieux de quelques jours, en décomposition ou restes), le type de blessures, une évaluation de la date de la mort, la hauteur de la végétation là où il a été trouvé (voir ci-dessous).

Il est nécessaire de noter les conditions météorologiques qu'il y a eu entre les relevés (température de l'air, vent – force et direction – orage, *etc.*), car toutes ont de grandes chances d'influer sur les niveaux d'activité des chauves-souris sur le site et donc sur le nombre de victimes.

Une discussion sur les méthodes utilisées pour estimer la mortalité des chauves-souris a été publiée par NIERMANN *et al.* (2007).

4.2.2 Estimation du nombre de victimes

Des estimateurs de mortalité (*cf.* 4.2.2 c) sont nécessaires pour améliorer les estimations du nombre réel de chauves-souris victimes des parcs éoliens suivis, c'est-à-dire

avec des facteurs de correction pour les sources envisageables de biais telles que : la disparition des cadavres, l'efficacité du contrôleur et le pourcentage de la surface effectivement contrôlée.

Si nécessaire, il faudra obtenir des autorités une autorisation légale pour prélever, manipuler et transporter des cadavres d'espèces protégées.

a) Tests de disparition des cadavres pour estimer le taux de prédation

Pour estimer le taux de disparition des cadavres par les prédateurs et les nécrophages, il faut procéder à des tests 4 fois par an pour tenir compte des variations saisonnières des taux de prédation, dues entre autres à des modifications de hauteur de végétation et à des variations de l'activité des nécrophages au cours des saisons.

Chauves-souris, micromammifères, passereaux ou poussins d'un jour (de préférence de couleur sombre) peuvent être utilisés pour ces tests. Comme la chair de chauves-souris est probablement moins alléchante pour les carnivores que celle des oiseaux ou des souris, mieux vaut prendre des cadavres de chauves-souris pour ces tests de disparition. S'ils sont congelés, les cadavres seront préalablement décongelés. Il est utile de marquer discrètement les cadavres tests pour être certain qu'ils ont été mangés ou ont disparu du site et qu'ils n'ont pas seulement été déplacés dans la zone de contrôle. Ceci permettra de les identifier comme cadavres tests et non comme victimes réelles. Chaque test devra comprendre au moins 20 cadavres et durer au moins 10 jours consécutifs (de préférence tous les jours du jour 1 au jour 7, puis du jour 14 au jour 21), pour

déterminer combien de temps une carcasse reste au sol avant d'être dévorée, emportée ou enterrée respectivement par des mammifères, des oiseaux et des insectes. Il est recommandé de combiner les tests de disparition des carcasses et les tests d'efficacité du contrôleur dans un contrôle agrégé (voir ci-dessous).



Renard récupérant de nuit un cadavre de pipistrelle sous une éolienne en France. © Ecosphère

b) Tests d'efficacité du contrôleur

• Classification du couvert végétal

L'efficacité du contrôleur dépend du couvert végétal parce qu'aux différentes saisons la hauteur et le type de végétation affecteront la visibilité des cadavres de chauves-souris. Il est donc important d'évaluer la détectabilité des chauves-souris mortes dans différentes classes de hauteur de végétation, différents pourcentages de couverture végétale et différents milieux/éléments physiques (tels que les types de végétation, les obstacles au sol, la pente, etc.). Pour plus de détails, se rapporter à Cartographie des habitats (Habitat Mapping) p. 26 et 28 dans ARNETT 2005, ARNETT *et al.* 2010, BRINKMANN *et al.* 2011, LIMPENS *et al.* 2013. Ces classes sont

importantes pour l'analyse statistique. Il faut tenir compte du fait que certains estimateurs (par ex. KORNER-NIEVERGELT 2011) doivent avoir la couverture du sol classée séparément en cercles équidistants autour de l'éolienne.

• Tests

L'efficacité du contrôleur devra aussi être testée en fonction des différentes hauteurs de végétation présentes dans la zone. Dans ce contexte, les tests devront être répétés à différentes saisons afin d'évaluer l'efficacité du contrôle à différents stades du développement végétal, de luminosité et de conditions météorologiques. Il conviendra de conserver les mêmes contrôleurs pendant toute l'année ou, si de nouveaux sont nécessaires, les tests d'efficacité devront être répétés.

Les carcasses de chauves-souris (ou leur équivalent) seront distribuées aléatoirement sur les zones de test. Les coordonnées de chaque carcasse seront notées ainsi que leur direction et leur distance par rapport au mât, la hauteur et le type de végétation autour de chacune et le numéro d'identification de l'éolienne la plus proche.

Le contrôleur devra opérer selon le protocole standard de recherche de cadavres. L'objectif général est d'évaluer le pourcentage de carcasses découvertes par le contrôleur.

Certains auteurs (par ex. WARREN-HICKS *et al.* 2013) ont mentionné la nécessité de combiner les tests de disparition des carcasses et ceux d'efficacité du contrôleur en un test agrégé, plutôt que de les traiter comme deux processus indépendants. Etant donné que la probabilité de persis-

tance et la détectabilité sont toutes deux dépendantes du temps et l'une de l'autre, cette agrégation serait très souhaitable et efficace. En fait, intégrer les tests de persistance des cadavres et d'efficacité du contrôleur peut produire simultanément des fonctions temporelles de persistance des cadavres et d'efficacité du contrôleur pour le même jeu de carcasses tests.

• Utilisation de chiens dressés

Un chien spécialement dressé pour chercher des cadavres de chauves-souris peut être utilisé pour le suivi de mortalité, mais l'efficacité du maître-chien sera testée sur chaque site de la même façon que précédemment (ARNETT 2006, PAULDING *et al.* 2011, PAULA *et al.* 2011, MATHEWS *et al.* 2013). La décomposition des carcasses et les conditions météorologiques telles que la vitesse du vent et la température de l'air peuvent jouer des rôles importants dans les capacités olfactives des chiens (PAULA *et al.* 2011) et elles doivent être prises en compte. Il est conseillé que les chiens et les maîtres-chiens participent à des formations organisées. Si cela s'applique, les maîtres-chiens devront obtenir une licence pour ce travail. Le contrat avec le maître-chien, qui travaillera toujours avec son chien, devra spécifier si une telle formation a été suivie. Les chiens peuvent utiliser différentes méthodes pour marquer, soit aboyer, soit arrêter et pointer. Ils sont préférables aux chiens qui rapportent, car le cadavre sera identifié et laissé in situ pour que le contrôleur puisse prendre les notes nécessaires. En terrain difficile (végétation touffue), les chiens d'arrêt sont souvent équipés d'un collier de repérage qui change de signal sonore lorsque

le chien marque l'arrêt. Les chiens sont déjà utilisés dans certains pays : Portugal, Royaume-Uni, Espagne et Allemagne, pour accroître l'efficacité de la recherche.



Chercheur en G.B. commençant son contrôle avec un chien : les drapeaux sont destinés à marquer les emplacements de cadavres. © F. Mathews

c) Estimateurs de mortalité

Divers algorithmes ont été développés pour estimer la mortalité des chauves-souris. La plupart ont été basés sur la formule de WINKELMAN (1989) prévue pour les oiseaux, bien qu'en France elle ait été aussi utilisée pour les chauves-souris (ANDRÉ 2005, DULAC 2008). Depuis lors, différents estimateurs ont été développés pour les chiroptères, à savoir aux Etats-Unis (ERICKSON 2000, HUSO 2010), Royaume-Uni (JONES 2009), Allemagne/Pays-Bas (BRINKMANN *et al.* 2011, LIMPENS *et al.* 2013), Suisse (KORNER-NIEVERGELT *et al.* 2011) et Portugal (BASTOS *et al.* 2013). La plupart d'entre eux incluent maintenant un facteur de correction pour le pourcentage de la zone réellement contrôlée.

Il est conseillé de tester plusieurs méthodes différentes, car les résultats peuvent varier considérablement. La formule de WINKELMAN, par exemple, a tendance à surestimer la mortalité des chauves-souris,



même en ajoutant le facteur de correction pour le pourcentage de la surface réellement contrôlée.

Généralement, l'estimation de la mortalité (nombre réel de chauves-souris tuées dans un parc éolien) est calculée en utilisant le nombre de cadavres trouvés sur la zone de contrôle de chaque éolienne, multiplié par les facteurs de correction qui tiennent compte de la probabilité qu'une carcasse persiste sur la zone de recherche (persistance des cadavres), qu'une carcasse soit découverte par un observateur (efficacité du contrôleur, et/ou la probabilité qu'une carcasse se trouve dans l'aire contrôlable (surface de contrôle).

Certains estimateurs n'ont pas pris en considération la distribution irrégulière des carcasses dans la zone contrôlée, bien qu'un grand pourcentage de celles-ci soient découvertes dans un rayon de 30 m autour du mât de l'éolienne (CORNUT & VINCENT 2010a, 2010b, RICO & LAGRANGE 2011, SANÉ 2012, BEUCHER & KELM 2013). En outre, très récemment encore, si aucune chauve-souris n'était trouvée sous les éoliennes, il n'était pas possible d'estimer le nombre de victimes pour le site en question et de plus aucun intervalle de confiance ne pouvait être présumé en même temps qu'une estimation (voir ci-dessous).

BERNARDINO *et al.* (2013) ont comparé sept estimateurs largement utilisés et ont souligné leurs hypothèses et limitations. Ils en ont conclu qu'il n'existait pas encore d'estimateur universel qui produirait des résultats non biaisés quelles que soient les circonstances ou la conception de l'étude. Les auteurs ont identifié des facteurs pouvant améliorer la qualité des estimations,

tels que (1) des intervalles plus courts entre les contrôles appliqués sur toute l'année, (2) des zones de contrôle plus grandes et (3) une efficacité du contrôleur plus élevée.

Afin d'améliorer leur efficacité, certains nouveaux estimateurs tiennent compte de certains de ces inconvénients :

- Huso (2010) a développé un estimateur qui prend en compte la couverture partielle de la zone de contrôle sous les éoliennes et qui assume que les temps de persistance des cadavres ont des distributions exponentielles. Ceci caractérise un taux de risque constant impliquant qu'avec le temps les cadavres restent tout aussi attirants pour les charognards.

- Un estimateur allemand a été développé dans le cadre d'un projet de recherche national financé par le BMU (Ministère de l'Environnement, de la Conservation de la Nature, de la Construction et de la Sécurité Nucléaire [NIERMANN *et al.* 2011, KORNER-NIEVERGELT *et al.* 2011]). A la différence de la formule de Huso, cet estimateur assume qu'un intervalle de confiance ne peut être inférieur au nombre de chauves-souris mortes effectivement trouvées sous les éoliennes. Le site internet de Niermann montre comment calculer la mortalité selon KORNER-NIEVERGELT 2011, (<http://www.kollisionsofopersuche.uni-hannover.de/>, seulement en allemand). Un avantage important de cette approche c'est que la formule peut être adaptée aux différentes catégories des taux d'efficacité du contrôleur ou des taux de disparition des carcasses.

- PÉRON *et al.* (2013) ont utilisé des modèles de capture-recapture de superpopulation

(pour les tailles de populations). Cette approche intègre la variation de temps et d'âge dans les paramètres et tient compte d'une présence éventuellement plus longue des cadavres influant sur la détection entre les intervalles de contrôle.

- BASTOS *et al.* (2013) ont produit des simulations stochastiques dynamiques qui examinent l'interdépendance et le manque de constance des paramètres couramment utilisés, tels que l'efficacité du contrôleur et la persistance des cadavres, pour les estimations avec correction des biais. Ce cadre peut fournir des algorithmes capables d'estimer une mortalité potentielle réelle quand bien même aucun cadavre n'aura été détecté. Cette approche est proposée comme un point de départ innovant pour éviter les interprétations erronées de la signification des faux zéros par les décideurs.

- Le modèle de KORNER-NIEVERGELT *et al.* (2013) permet aussi l'estimation du nombre de cadavres sur la base de l'extrapolation des données échantillonnées (par ex. pour les nuits comprises dans l'intervalle entre les contrôles). A la différence des autres approches, ces auteurs ont développé un modèle qui permet de renoncer au processus de recherche des cadavres, en ne calculant la mortalité réelle qu'en se basant sur la vitesse du vent et l'activité des chauves-souris. Dans ce contexte, la conception de l'étude doit être la même que celle proposée par les auteurs en termes de type d'éolienne, diamètre du rotor, guildes d'espèces, schémas d'activité, conditions de vent, types de détecteurs d'ultrasons, sensibilité de l'enregistrement et région géographique.

- L'estimateur portugais de mortalité de la faune sauvage (www.wildlifefatalityestimator.com) a été créé par Bio3 en partenariat avec Regina Bispo. Il a pour but d'aider les utilisateurs à employer correctement les méthodologies et à gagner du temps dans l'analyse des données (BISPO *et al.* 2010). L'estimateur de mortalité de la faune sauvage est une plate-forme en ligne, libre d'accès, qui peut être utilisée pour estimer la mortalité des chauves-souris en rapport avec les parcs éoliens ou d'autres infrastructures humaines et utilisant trois estimateurs d'usage courant : JAIN *et al.* 2007, HUSO 2010 et KORNER-NIEVERGELT *et al.* 2011. La plate-forme inclut trois modules d'application (« Persistance des cadavres », « Efficacité de la recherche » et « Estimation de la mortalité »).

d) Effets cumulatifs

Comme il s'écoule souvent de nombreuses années entre le pré-diagnostic et le suivi post-construction, d'autres parcs éoliens peuvent avoir été construits à proximité au moment où le suivi commence sur le site en question. Par conséquent une nouvelle évaluation des effets cumulatifs estimés pour l'étude d'impact doit être réalisée à la fin de la période de suivi, afin d'affiner l'estimation précédente des impacts sur les populations de chauves-souris et faciliter le choix des mesures de **réduction** de la mortalité.



5 Eviter, réduire et compenser

Les grands parcs éoliens peuvent avoir des impacts importants sur les chauves-souris (cf. [chapitre 2](#)). Les études d'impact (y compris les **EIE** formelles) doivent déterminer les impacts potentiels d'un projet spécifique sur les chauves-souris et sur leurs habitats, avant, pendant et après la construction, et leur niveau d'importance. Comme les chauves-souris sont protégées par la législation nationale et internationale, si des impacts négatifs importants sont attendus, les études d'impact doivent aussi proposer des mesures efficaces pour éviter, puis pour réduire ces impacts (si l'**évitement** n'est pas possible) et finalement pour compenser tout effet résiduel. Ceci sera également nécessaire si d'importants impacts négatifs non prévus sont détectés au cours du suivi post-construction. L'efficacité des **mesures ERC** (éviter, réduire et compenser) mises en œuvre doit aussi faire l'objet d'un suivi et des modifications seront appliquées au besoin.

Pour tout projet éolien les **mesures ERC** appropriées ne peuvent être conçues qu'à partir des informations sur les espèces de chauves-souris présentes et sur leur activité, obtenues par les diagnostics chiroptérologiques réalisés pour l'étude d'impact. Ces mesures seront aussi déterminées par les caractéristiques de chaque projet éolien. Elles devront donc toujours être adaptées au site et seront très souvent spécifiques aux espèces présentes. En outre, en matière d'écologie des différentes espèces, les connaissances d'un chiroptérologue sont essentielles pour développer des mesures appropriées.

Les **mesures ERC** sont traitées ici en fonction des impacts sur les chauves-souris auxquelles elles doivent remédier.

Les options potentielles pour la **réduction** des impacts de petites éoliennes consistent à les arrêter pendant les heures d'obscurité, à augmenter leur vitesse de démarrage et à empêcher le rotor de tourner par vents faibles. Bien que dans certains cas une mesure de **réduction** puisse être requise (par ex. en cas de mortalité par collision), il n'est pas encore prouvé que l'une ou l'autre des options de **réduction** ci-dessus soit utile et/ou efficace pour les petites éoliennes. Nous soulignons donc que tant que nous ne disposerons pas de nouvelles données, le soin apporté au choix d'un site approprié sera crucial. Les petites éoliennes doivent être situées à 25 m minimum des habitats couramment associés à des niveaux élevés d'activité des chauves-souris, soit :

- a. des alignements d'arbres ou de larges haies,
- b. des boisements de feuillus ou de résineux, ou des lisières de bois,
- c. des arbres matures isolés, surtout s'ils conviennent pour des gîtes
- d. des cours d'eau, des rives d'étangs ou de lacs,
- e. des bâtiments adaptés pour des gîtes, occupés ou à l'abandon (y compris les ponts et les mines). Quand le projet est prévu sur des bâtiments ou à proximité, tout travail de construction à l'intérieur ou près du toit doit inclure des vérifications pour la présence éventuelle de gîtes (cf. HUNDT *et al.* 2012).

Ces lignes directrices ne concernent pas les éoliennes installées sur des bateaux, mais nous recommandons l'arrêt des aérogénérateurs si pendant la nuit le bateau se trouve à 20 m ou moins de haies matures, d'alignements d'arbres, de boisements de feuillus ou de résineux, de lisières forestières, d'arbres matures isolés (surtout avec des possibilités de gîtes), des bords de rivières, des rives d'étangs ou de lacs, ou des bâtiments.

5.1 Mortalité

L'impact majeur des éoliennes en fonctionnement sur les chauves-souris est la mortalité directe (ARNETT *et al.* 2013a), provoquée par collision et/ou par barotraumatisme (ARNETT *et al.* 2008, BAERWALD *et al.* 2008, GRODSKY *et al.* 2011, ROLLINS *et al.* 2012). Les chauves-souris en **migration** et celles des populations sédentaires locales sont souvent victimes des éoliennes (BRINKMANN *et al.* 2011, VOIGT *et al.* 2012), et parfois en grands nombres (HAYES 2013, ARNETT *et al.* 2013a).

Elles peuvent toutefois être tuées pendant la construction des éoliennes et des infrastructures connexes, par exemple dans des gîtes (les individus en hibernation et les chauves-souris dans les gîtes de parturition sont particulièrement vulnérables).

Comme il n'existe pas encore de données fiables sur la taille des populations au niveau européen pour la plupart des espèces de chauves-souris, les impacts de la mortalité provoquée par les éoliennes (ou par toute autre cause) sur les populations ne sont pas connus. Mais il est évident qu'en raison de leur taux de reproduction extrêmement faible (BARCLAY & HARDER 2003), tout accroissement du taux de mortalité peut être critique. Donc comme la mortalité de chauves-souris ap-

partenant à des populations migrant sur de longues distances se produit régulièrement (VOIGT *et al.* 2012, BRINKMANN *et al.* 2011), il est évident que les éoliennes affectent des populations de chauves-souris sur des distances géographiques importantes. En outre il y avait 121,5 GW d'énergie d'origine éolienne installés en Europe à la fin de 2013, avec un taux annuel de croissance attendu de plus de 10% (CORBETTA & MILORADOVIC 2014), il importe donc de considérer les effets cumulatifs et l'accroissement cumulé de la mortalité des chauves-souris.

Toutes les chauves-souris étant protégées par la législation internationale et nationale, la loi interdit de les tuer intentionnellement. Par conséquent éviter ou du moins réduire à un minimum la mortalité par les éoliennes est non seulement une priorité pour la conservation des chauves-souris, mais aussi une obligation légale en Europe. Fixer des seuils généraux pour la mortalité des chauves-souris et/ou une vitesse de vent qui déclencherait la réduction des mortalités est non seulement considéré comme arbitraire, inefficace, inadéquat et non soutenable (ARNETT *et al.* 2013a, voir aussi le [chapitre 3](#)), mais aussi contestable d'un point de vue légal en Europe.

Sur cette base, des mesures efficaces doivent être conçues pour chaque projet éolien pour éviter et pour réduire la mortalité des chauves-souris au cas par cas par le processus approprié d'étude d'impact. Comme indiqué précédemment, l'ordre des mesures doit être premièrement d'éviter, puis de réduire la mortalité (si l'**évitement** complet n'est pas possible), alors que la possibilité de compenser pour la mortalité est absolument contestable. (cf. 5.1.3).



La Noctule commune (Nyctalus noctula) est l'espèce la plus affectée par les éoliennes en Allemagne (ici le parc de Puschwitz en Saxe). Différentes populations migratrices de chauves-souris ainsi que des populations locales sont victimes d'éoliennes dans toute l'Europe.
© M. Lein



Un Minioptère de Schreibers (Miniopterus schreibersii) sectionné de la tête au bassin, par la pale d'une éolienne (Camargue, France, 2006).
© E. Cosson

5.1.1 Evitement

5.1.1.1 Planifier l'aménagement du site

La meilleure stratégie pour éviter la mortalité des chauves-souris, au bénéfice de la conservation des chiroptères et en termes économiques, c'est la planification préventive. C'est là où l'activité des chauves-souris est prise en considération pendant les phases de **screening** et de **cadrage** d'un projet de développement de parc éolien. Même au niveau d'une planification stratégique où les autorités identifient des sites convenant pour le développement de parcs éoliens, les impacts éventuels sur les chauves-souris doivent être envisagés.

En raison du risque élevé de mortalité (ARNETT 2005, BEHR & VON HELVERSEN 2005, 2006, RYDELL *et al.* 2010b, BRINKMANN *et al.* 2011), les éoliennes ne doivent pas être installées dans les boisements de feuillus ou de résineux, ni à moins de 200 m de tout boisement (voir aussi 2.1).

La façon la plus efficace pour éviter la mortalité, du moins pour certaines espèces, peut être de planifier soigneusement l'aménagement du site. En général la mortalité la plus forte est attendue dans les secteurs où l'activité des chauves-souris est la plus importante, tels que les axes de **migration** et les voies de déplacement, les terrains de chasse majeurs et près des gîtes, en particulier pour les espèces et les populations à haut risque en raison de leur écologie spécifique. Une étude d'impact pertinente recueillera suffisamment d'informations sur les modèles spatiaux et temporels d'activité des chauves-souris et sur leurs gîtes dans le site de développement envisagé, en particulier aux emplacements prévus pour les éoliennes, et ces informations permettront

de prendre les bonnes décisions pour aménager le site.

Si des éoliennes sont envisagées dans des zones de forte activité de chauves-souris ou à proximité de gîtes, elles devront être déplacées. S'il n'est pas possible de les repositionner, les emplacements concernés seront abandonnés. Si une forte activité de chauves-souris est notée dans la totalité du site de développement, l'abandon du projet doit être envisagé pour éviter de devoir recourir à des plans de **réduction** complexes pouvant être infructueux.

5.1.1.2 Eviter de détruire des gîtes en présence de chauves-souris

La destruction des gîtes de chauves-souris est interdite par la loi dans la Communauté Européenne et dans de nombreux autres pays européens, et elle doit être évitée, même si ces gîtes ne sont pas légalement protégés.

Des mesures préventives (suivant le principe de précaution) consistent à éviter les travaux de démolition ou d'abattage des arbres pendant les périodes sensibles comme les saisons de mise bas, d'élevage des jeunes et d'hibernation ou quand les chauves-souris sont présentes. Il convient aussi de contrôler les gîtes avant la destruction et de recourir à un chiroptérologue pour suivre les travaux de démolition, afin de prendre les mesures d'urgence nécessaires pour éviter la mort des individus. Dans l'UE et dans de nombreux autres pays une dérogation à la législation sur les espèces protégées est absolument nécessaire et les chauves-souris ne doivent pas subir de préjudice.

Une étude d'impact correcte réunira les informations sur les gîtes de chauves-souris

sur le site envisagé pour le projet (*cf.* 5.2) et les périodes appropriées pour tous les travaux de construction (et pour toute autre activité susceptible d'affecter les chauves-souris) seront déterminées au mieux par l'étude d'impact, au cas par cas.

5.1.1.3 Elimination des facteurs d'attraction

Pendant la construction et l'exploitation d'un parc éolien, tous les facteurs connus susceptibles d'attirer les chauves-souris sur le site et vers les éoliennes doivent être éliminés.

Des chauves-souris installées dans des nacelles ont été signalées en Europe aussi bien dans des éoliennes à terre (HENSEN 2004) qu'en mer (AHLÉN *et al.* 2009). Bien qu'il ne semble pas qu'un gîte dans une nacelle soit à l'origine d'une mortalité importante (DÜRR & BACH 2004), la recherche d'un gîte dans une éolienne, les sorties et entrées successives à l'intérieur et le comportement de « **swarming** » à l'entrée peuvent entraîner des cas de mortalité. Par conséquent, toutes les éoliennes, et en particulier les nacelles, doivent être conçues, construites et entretenues de manière à ne pas encourager les chauves-souris à s'y installer – tous les vides et interstices doivent être rendus inaccessibles aux chiroptères.

Les milieux autour des éoliennes, perturbés par leur construction, peuvent fournir des conditions favorables aux insectes volants dont se nourrissent la plupart des chauves-souris (GRINDAL & BRIGHAM 1998, HENSEN 2004). Des insectes sont attirés par les lumières (projecteurs de sécurité au pied du mât de l'éolienne [BEUCHER *et al.* 2013]) et par la chaleur produite par certains types de nacelle (AHLÉN 2002, HENSEN 2004, HORN *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010b). La couleur des

éoliennes (LONG *et al.* 2011) et certains effets acoustiques (KUNZ *et al.* 2007) sont aussi suspectés d'attirer les insectes volants et les chauves-souris dans la zone à risque. Les éoliennes et leurs abords doivent donc être gérés et entretenus de façon à ne pas attirer les insectes (c.-à-d. réduire le plus possible la concentration des insectes à proximité de l'éolienne mais sans pour autant affecter leur abondance ailleurs sur le site). Certaines des mesures permettant d'y parvenir et pouvant être mises en œuvre dans tous les parcs éoliens consistent à :

- utiliser un éclairage qui n'attire pas les insectes,
- ne recourir à un éclairage que lorsqu'il est nécessaire, sauf s'il est obligatoire pour des raisons de sécurité,
- éviter l'accumulation d'eau, le développement des adventices et l'apparition de nouveaux arbrisseaux à proximité immédiate du site de construction (zones d'implantation des éoliennes, routes d'accès, etc.),
- ne pas permettre l'implantation de nouvelles haies, d'autres alignements d'arbustes et d'arbres, et de vergers ou de bois dans une zone tampon de 200 m autour des éoliennes et de telles structures ne doivent pas être utilisées comme mesures compensatoires dans ce rayon.

5.1.2 Réduction

5.1.2.1 Mise en drapeau et augmentation de la vitesse de vent de démarrage

La ***mise en drapeau*** et l'augmentation de la ***vitesse de vent de démarrage*** des éoliennes sont actuellement les seuls moyens qui ont montré leur efficacité pour réduire la mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens en fonctionnement (ARNETT

et al. 2013a). Des études particulièrement détaillées en Amérique du Nord (BAERWALD & BARCLAY 2009, ARNETT *et al.* 2011, 2013c) et en Europe (BEHR & VON HELVERSEN 2006, BACH & NIERMANN 2013) ont prouvé que de faibles augmentations de la ***vitesse de vent de démarrage*** de la turbine et la ***mise en drapeau*** des pales avaient pour résultat des ***réductions*** significatives de la mortalité des chauves-souris (de 50% ou plus).

Il est important de noter que certains modèles d'éoliennes (généralement les plus anciennes) continuent de tourner librement à des vitesses qui peuvent encore tuer des chauves-souris quand la ***vitesse de vent de démarrage*** est accrue. Dans de tels cas, la ***mise en drapeau*** ou une autre méthode qui empêcherait les pales de tourner (ou réduirait la vitesse de rotation à un minimum) à des vitesses de vent inférieures à la vitesse de démarrage doit aussi être mise en œuvre pour éviter/minimiser la mortalité de chauves-souris.

L'activité des chauves-souris est significativement corrélée à la vitesse du vent et à d'autres variables météorologiques telles que la température de l'air, l'humidité relative, la pluie et le brouillard (HORN *et al.* 2008, BACH & BACH 2009, BEHR *et al.* 2011, BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012, LIMPENS *et al.* 2013). Une part importante de la mortalité de chauves-souris dans les parcs éoliens en fonctionnement se produit à des vitesses de vent relativement faibles (ARNETT *et al.* 2008) et à des températures élevées (AMORIM *et al.* 2012). Ceci explique pourquoi une augmentation de la ***vitesse de vent de démarrage*** et/ou la ***mise en drapeau*** des pales par vent faible réduit la mortalité des chauves-souris.

Toutefois, l'activité des chauves-souris et leur tolérance au vent peuvent varier signifi-

cativement selon les années pour le même site (BACH & NIERMANN 2011, 2013, LIMPENS *et al.* 2013) et encore plus entre les sites (SEICHE *et al.* 2007, ARNETT *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010a, ARNETT *et al.* 2011, 2013c, LIMPENS *et al.* 2013), entre les régions et les pays (DÜRR 2007, RYDELL *et al.* 2010a, DUBOURG-SAVAGE *et al.* 2011, NIERMANN *et al.* 2011, GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, LIMPENS *et al.* 2013) et surtout entre les espèces (DÜRR 2007, SEICHE *et al.* 2007, RYDELL *et al.* 2010a, BACH & NIERMANN 2011, DUBOURG-SAVAGE *et al.* 2011, NIERMANN *et al.* 2011).



Au Portugal, l'une des 7 éoliennes de ce parc est située à 158 m d'un important gîte d'hibernation (environ 4 000 *Miniopterus schreibersii* et 150 *Rhinolophus ferrumequinum*). La vitesse de vent de démarrage de cette éolienne a été augmentée à 5 m/s en octobre, novembre, décembre, mars et avril. © J. Rydell

Par conséquent, des seuils efficaces et fiables pour la ***vitesse de vent de démarrage*** et la température (ou des algorithmes basés sur ces variables et d'autres variables météorologiques, sur des modèles spatiaux et temporels de l'activité des chauves-souris et des espèces présentes) ne peuvent être déterminés qu'au cas par cas, selon les résultats obtenus lors de l'étude d'impact (cf. chapitre 3). Il serait donc inopportun de fixer des standards nationaux ou européens.

Dans la plupart des cas, la perte de production électrique et le coût économique de la ***mise en drapeau*** et de l'augmentation de la ***vitesse de vent de démarrage*** sont inévitables, mais des études ont montré qu'ils étaient négligeables (par ex. <1% du rendement annuel total [(BRINKMANN *et al.* 2011, ARNETT *et al.* 2013c)]. Adapter finement les seuils approximatifs pré-construction de la ***vitesse de vent de démarrage*** et de la température aux modèles multifactoriels post-construction spécifiques au site et aux espèces réduit efficacement à la fois les pertes excessives de production et la mortalité des chauves-souris (LAGRANGE *et al.* 2011, 2013).

La modélisation multifactorielle de la ***mise en drapeau*** et de l'augmentation de la ***vitesse de vent de démarrage*** offre une stratégie écologiquement saine et économiquement faisable pour réduire la mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens et devrait être largement appliquée.

Cependant, tout modèle doit être développé et utilisé avec une grande prudence, en particulier ceux basés sur l'activité des chauves-souris à hauteur de nacelle pour prédire la mortalité, en raison de la très grande déviation standard de telles prédictions (BRINKMANN *et al.* 2011, LIMPENS *et al.* 2013). Des modèles basés sur des niveaux spécifiques au site pour le vent et la température, par ex. au-dessous de 7,5 m/sec ou au-dessus de 12°C (BACH & NIERMANN 2011, 2013), et/ou sur d'autres conditions environnementales (par ex. LAGRANGE *et al.* 2013) permettent d'éliminer le facteur de mortalité des chauves-souris en raison de leur activité de vol à hauteur de nacelle. Les autorités devraient donc encourager cette approche, déterminée au cas par cas.

Là où le développement des parcs éoliens est encore autorisé en forêt, la **mise en drapeau** ou l'augmentation de la **vitesse de vent de démarrage** devraient être obli-

gatoires en raison des risques aggravés que ce type de situation implique pour toutes les chauves-souris (cf. 2.1).



La dérogation délivrée pour ces 5 éoliennes (Perwez, Wallonie, Belgique) inclut la mise en drapeau, car des espèces migratrices de chauves-souris ont été détectées pendant l'étude d'impact.
© T. Kervyn

ETUDE DE CAS 1 - Belgique

Dans le sud de la Belgique (Wallonie) quand des espèces sensibles de chauves-souris sont détectées lors de l'étude d'impact, la **mise en drapeau** des pales est appliquée au-dessous de 6 m/sec (vitesse de vent mesurée à hauteur de nacelle), pendant 6 heures à partir du coucher du soleil, du 1er avril au 30 octobre, quand la température est supérieure à 8°C (ou 10°C en plaine) et en l'absence de pluie. Pendant la **migration** automnale, entre le 1er août et le 15 octobre, la **mise en drapeau** des pales intervient aussi du coucher au lever du soleil quand la vitesse de vent est inférieure à 7 m/sec (mesurée à hauteur de nacelle) et la température de l'air supérieure à 5°C (ou 8°C dans les plaines).

En appliquant ces seuils, la production électrique est théoriquement réduite de 2% dans le sud de la Belgique (Wallonie).

Source: THIERRY KERVYN (Belgique)

ETUDE DE CAS 2 : Allemagne

Algorithmes de réduction propres à l'éolienne, basés sur des modèles multifactoriels – une méthode allemande

En 2007 et 2008 une étude à grande échelle sur le risque de collision des chauves-souris avec les éoliennes a été financée par le Ministère fédéral pour l'environnement, la conservation de la nature, la construction et la sécurité nucléaire. Elle a été menée sur 70 aérogénérateurs de 35 parcs éoliens dans différentes régions géographiques de l'Allemagne (BRINKMANN *et al.* 2011). L'activité des

chauves-souris a été mesurée par des études acoustiques sur la nacelle des éoliennes. En outre, 30 des éoliennes ont fait l'objet de recherches quotidiennes de cadavres. Cet important jeu de données a permis une analyse détaillée des paramètres corrélés à une forte activité de chauves-souris près de la nacelle et donc à un risque de collision élevé. A partir de ce jeu de données, deux modèles ont été développés pour prédire :

a) le niveau d'activité des chauves-souris près de la nacelle – à partir de la période

de l'année, l'heure de la nuit et la vitesse du vent,

b) le nombre attendu de cas de mortalité – d'après l'activité acoustique des chauves-souris mesurée au niveau de la nacelle.

Ces deux modèles ont été combinés les années suivantes pour déterminer, sans mesurer l'activité des chauves-souris, le risque de collision à un certain moment en utilisant les paramètres : période de l'année, heure de la nuit et vitesse du vent. Un algorithme de **réduction** fut développé pour arrêter les éoliennes aux périodes où le risque de collision prévu était élevé et où la production d'électricité était faible. Par la suite, l'efficacité de cet algorithme favorable aux chauves-souris a été démontrée pour 18 éoliennes, dans un projet de recherche en 2012.

Cette méthode est recommandée comme méthode standard de **réduction** dans les lignes directrices de plusieurs états fédéraux d'Allemagne et elle est déjà appliquée dans certains projets en cours.

Le processus de planification pendant le suivi post-construction comporte généralement les étapes suivantes :

a) Etude de l'activité des chauves-souris autour de la nacelle pendant la première année de fonctionnement de l'éolienne. Le but de cette étude est de déterminer, pour une éolienne spécifique, le niveau d'activité et de détecter d'éventuelles différences à partir des patrons d'activité présumés par le modèle (par ex. des différences régionales en ce qui concerne l'activité saisonnière). Pour éviter des risques de collision élevés la première année, le fonctionnement de l'éolienne est géré avec des règles de

réduction simples basées sur une étude avant construction.

b) Développement d'un algorithme de **réduction** spécifique au site : le programme ProBat calcule des algorithmes de **réduction** basés sur les résultats de l'étude acoustique et sur des données de vent (<http://www.windbat.tech.fak.fau.de/tools/>, actuellement seulement disponible en allemand).

c) Etude de l'activité des chauves-souris autour de la nacelle pendant la deuxième année de fonctionnement : cette deuxième étude doit détecter des différences entre les années. Durant la deuxième année l'éolienne fonctionne déjà avec l'algorithme spécifique basé sur les résultats de la première année.

d) Adaptation de l'algorithme d'après les résultats de la deuxième année : ProBat peut être utilisé pour calculer des algorithmes basés sur la moyenne des résultats des deux années d'étude.

e) A partir de la troisième année, fonctionnement de l'éolienne avec les algorithmes de **réduction** spécifiques à l'aérogénérateur. Les études acoustiques d'activité ne sont plus envisagées. Une autre étude peut être utile pour vérifier l'algorithme après plusieurs années d'exploitation.

Actuellement les algorithmes sont en cours d'amélioration. Des modèles spécifiques pour les différentes régions d'Allemagne sont en développement pour inclure des caractéristiques régionales, par exemple les pics saisonniers d'activité dus à la **migration** des chauves-souris.

Source : JOHANNA HURST, OLIVER BEHR et ROBERT BRINKMANN.

5.1.2.2 Systèmes dissuasifs

Des systèmes dissuasifs, acoustiques (SZEWCZAK & ARNETT 2008, ARNETT *et al.* 2008, ARNETT *et al.* 2013b) et électromagnétiques (NICHOLLS & RACEY 2009) n'ont pas encore prouvé leur efficacité pour empêcher les chauves-souris de s'approcher des parcs éoliens, donc encore moins pour réduire leur mortalité dans les parcs en fonctionnement. En outre, l'impact de telles mesures sur le public et sur d'autres espèces de faune sauvage comme les oiseaux et les insectes n'a pas été évalué à ce jour (AMORIM *et al.* 2012). Par conséquent, bien que la recherche sur les systèmes dissuasifs puisse ouvrir des possibilités, ils ne peuvent pas encore être considérés comme une stratégie de **réduction** concrète pour éviter la mortalité de chauves-souris.

5.1.3 Compensation

A la différence des impacts sur l'habitat, où la perte d'un milieu sur le site peut être compensée par la protection ou la restauration d'un habitat ailleurs, il n'est pas possible de compenser la mortalité. Etant donné que les impacts de la mortalité par les éoliennes sur les populations de chauves-souris sont encore inconnus, le développement de plans de **compensation** mesurables, adéquats et bien étayés n'est pas possible au niveau des populations. Ceci concerne en particulier les populations des espèces migrant sur de longues distances, car cela impliquerait d'améliorer leurs taux de natalité et de survie à des centaines de kilomètres du site de développement (dans des gîtes souvent inconnus), à une grande échelle et avant la phase opérationnelle du parc éolien (VOIGT *et al.* 2012). Ce sont là des

arguments solides montrant que les cas de mortalité doivent être évités ou réduits le plus possible.

Cependant, comme certains cas de mortalité peuvent encore se produire même après avoir épuisé toutes les possibilités connues d'**évitement** et de **réduction**, des mesures relatives à la protection et à l'amélioration des habitats devraient être mises en œuvre afin d'accroître les taux de survie des adultes et des juvéniles des espèces résidentes dont les populations sont impactées.

5.2 Perte/détérioration des habitats

La construction des éoliennes et des **infrastructures connexes** peut endommager ou détruire des gîtes à chauves-souris, des routes de vol et des terrains de chasse. C'est particulièrement le cas quand il est proposé des transformations de grande envergure du paysage et des habitats, par exemple lorsque des parcs éoliens sont construits en forêt (cf. 2.1). Néanmoins, une forte activité de chasse et de **transit** de chauves-souris a été enregistrée ailleurs dans des parcs éoliens en fonctionnement (par ex. BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012). La perte de gîtes, surtout dans les secteurs où ils sont rares, aura probablement un plus grand impact que des modifications dans l'habitat dues à la construction d'éoliennes (par ex. BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012). Cependant, même une faible diminution dans le potentiel de chasse du paysage (par ex. en raison de l'utilisation de systèmes dissuasifs – voir 5.1.2.2) peut avoir des effets à long terme, comme une baisse de la faculté de certaines espèces à se reproduire et à survivre et donc empêcher le maintien des populations, en particulier celles des espèces migratrices.

La destruction des gîtes quand les chauves-souris sont présentes (et les cas de mortalité qui en résultent) n'est pas seulement illégale, elle rend aussi impossible toute mesure adéquate de **réduction** ou de **compensation** et doit être évitée (cf. 5.1.1.2).

La construction de parcs éoliens (y compris les infrastructures connexes) peut aussi accroître la qualité de l'habitat de chasse pour les chauves-souris. Par exemple, une augmentation du nombre de clairières et de lisières intérieures en forêt et l'attraction qu'elles exercent sur les insectes volants dans des paysages sinon moins structurés pourrait entraîner une augmentation de l'activité des chauves-souris et donc du risque de mortalité.

Si des impacts significatifs sur les gîtes, les terrains de chasse et les voies de **transit** sont attendus, des plans d'**évitement**, de **réduction** ou de **compensation** doivent être conçus pour les éliminer. Si une quelconque de ces mesures entre en conflit avec des mesures pour éviter ou réduire les cas de mortalité, la priorité revient toujours à la prévention de la mortalité.

5.2.1 Evitement

La meilleure stratégie pour éviter la détérioration ou la perte d'habitat, à la fois en termes de protection des chauves-souris et du point de vue économique, c'est une planification préventive. Quand c'est possible, les parcs éoliens doivent être prévus loin des habitats importants pour les chauves-souris, existants ou potentiels (par ex. des plantations forestières récentes) et déterminés par l'étude d'impact.

Il faut envisager le repositionnement de certaines éoliennes et des **infrastructures**

connexes et l'abandon de l'emplacement d'éoliennes individuelles (détails dans 5.1.1.1), aussi bien que le renoncement pur et simple au projet si des habitats sur le site de développement sont particulièrement importants pour la conservation des chauves-souris.

En règle générale les éoliennes ne doivent pas être installées dans un boisement, quel qu'en soit le type, ou à moins de 200 m en raison des risques accrus que ce type d'emplacement implique pour toutes les chauves-souris (cf. 2.1).

5.2.2 Réduction

La construction des éoliennes et des **infrastructures connexes** doit être planifiée et réalisée de façon à ce que la perturbation des habitats importants des chauves-sou-



Delta du Rhône (Camargue, sud de la France). 21 éoliennes érigées en 2005 sur une digue. En 2006, 12 cadavres de chauves-souris ont été découverts dont un *Miniopterus schreibersii*. Permis de construire accordé à une époque où aucun diagnostic chiroptérologique n'était demandé pour une EIE, bien que ce site Ramsar fût un point chaud pour les oiseaux hivernants, les chauves-souris migratrices et les résidentes qui viennent y chasser. © E. Cosson

ris soit la plus faible possible. Les habitats naturels tels que les boisements de feuillus ou de résineux, les zones humides et les herbages, même de petites parcelles dans de vastes paysages agricoles et des éléments paysagers tels que bocage, arbres isolés, plans d'eau ou rivières accroissent la probabilité que des chauves-souris gîtent, chassent et/ou transitent dans ces secteurs. Par conséquent la perturbation de ces habitats doit être évitée.

5.2.3 Compensation

Comparée à l'**évitement** et à la **réduction**, la **compensation** est moins efficace, aussi bien en termes de conservation des chauves-souris que du point de vue économique – elle est plus coûteuse et il est moins certain qu'elle apportera les résultats désirés. Elle ne devrait donc n'être utilisée qu'en dernier ressort, quand des impacts importants ne peuvent être évités ou réduits, par exemple une perte inévitable de possibilités de gîtes arboricoles quand les parcs éoliens sont construits en forêt.

Lorsqu'elle est nécessaire, la **compensation** doit être fondée sur l'étude d'impact, adaptée aux espèces concernées, adéquate, au moins proportionnelle à la perte, opportune et ne devrait pas détruire d'autres éléments naturels. Les moyens de **compensation** possibles sont la protection, l'amélioration et/ou la restauration des habitats affectés et de leurs éléments fonctionnels, surtout autour des gîtes, des terrains de chasse et des routes de vol. Lors de la construction en forêt d'infrastructures associées aux parcs éoliens, il est nécessaire de compenser les gîtes disparus par une gestion appropriée des boi-

sements voisins, en particulier par la protection des arbres sénescents.

L'efficacité des gîtes artificiels à chauves-souris spécialement conçus pour la **compensation** doit être davantage étudiée. Il n'est donc pas possible de compter sur cette mesure pour compenser suffisamment la destruction de gîtes. Toutefois, certaines études suggèrent que les gîtes artificiels peuvent s'avérer efficaces pour certaines espèces et dans certains habitats et régions (CIECHANOWSKI 2005, BARANAUSKAS 2010).

En général, les mesures de **compensation** doivent être mises en œuvre en dehors du site de développement, mais dans le périmètre de la population locale affectée.

5.3 Dérangement

Bien que les sources possibles de dérangement et leurs effets sur les chauves-souris et leurs populations ne soient toujours pas parfaitement compris, il est évident que ces espèces peuvent être perturbées par les activités humaines et spécialement par les grands projets de développement. Le dérangement peut avoir un impact sur les populations de chauves-souris (NATURAL ENGLAND 2007). La législation internationale de l'UE et de nombreux autres pays européens protège toutes les chauves-souris de tout dérangement intentionnel et cette législation devrait être appliquée dans les autres pays.

La forte activité de chasse et le **transit** fréquent des chauves-souris dans les parcs éoliens en fonctionnement (BRINKMANN *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012, BACH *et al.* 2013b) ainsi que les nombreux cas de mortalité suggèrent que les grandes éoliennes en fonctionnement ne sont pas dissuasives et ne dérangent pas les

chauves-souris. Cependant, les turbulences, les vibrations, le bruit et l'éclairage pendant la construction peuvent perturber les activités des chauves-souris aux périodes où elles sont les plus vulnérables (NATURAL ENGLAND 2007) : chasse et **transit** (SCHAUB *et al.* 2008, STONE *et al.* 2009), mise bas et élevage des jeunes (PARSONS *et al.* 2003) et hibernation (DAAN 1980, THOMAS 1995). Toutes les chauves-souris sont sensibles dans les gîtes, mais quand elles chassent ou se déplacent elles n'ont pas toutes la même sensibilité aux différentes sources, ni même aux différents niveaux de dérangement (FURE 2006).

Le cycle de vie quotidien et annuel des chauves-souris varie à travers l'Europe et aussi entre les espèces (*cf.* 2.2 et 3.2.1).

Sur cette base, une étude d'impact doit déterminer si les activités de construction vont déranger les chauves-souris dans leurs gîtes (en particulier pendant les saisons de reproduction et d'hibernation) ou en cas de chasse et de **transit**. Si des impacts importants sont attendus sur des gîtes et sur les activités de chasse et de **transit**, il conviendra de prévoir et de mettre en œuvre des mesures dans le cadre de l'**évitement** et de la **réduction**. La **compensation** n'est pas envisageable.

5.3.1 Evitement

La meilleure stratégie pour éviter le dérangement des chauves-souris c'est de planifier soigneusement le calendrier de la construction.

- Le dérangement des gîtes occupés, en particulier les gîtes d'hibernation ou de maternité où il pourrait y avoir des cas de mortalité (*cf.* aussi 5.1.1.2), doit être évité

en limitant les travaux de construction à proximité.

- Le dérangement sur les lieux de chasse et de **transit** doit être évité en limitant certains travaux de construction aux périodes du jour et de l'année où les chauves-souris sont actives (la construction devrait généralement être planifiée pour avoir lieu de jour).

Une étude d'impact correcte recueillera suffisamment d'informations sur les modèles temporels d'activité des chauves-souris et sur leurs gîtes, sur le site du projet, pour établir un calendrier adéquat des travaux, minimisant les impacts.

5.3.2 Réduction

Quand les **infrastructures connexes** du parc éolien doivent être construites en forêt, le dérangement peut être inévitable. La perturbation des chauves-souris en reproduction ou en hibernation doit toujours être évitée et en présence de gîtes les travaux ne doivent pas être envisagés pendant les saisons de maternité et d'hibernation. Si la construction des infrastructures implique des travaux importants, il peut être judicieux de les programmer de façon à ce que le dérangement ne concerne pas la totalité du site au même moment. Dans tous les cas l'éclairage est à éviter, à moins qu'il ne soit obligatoire pour des raisons de sécurité.



6 Priorités en matière de recherche

Ces dernières années plusieurs études ont été menées sur les chauves-souris et les éoliennes (par ex. BAERWALD *et al.* 2008, RYDELL *et al.* 2010b, BERNARDINO *et al.* 2011, BRINKMANN *et al.* 2011, FERRI *et al.* 2011, AMORIM *et al.* 2012, CAMINA 2012, GEORGIAKAKIS *et al.* 2012, BEUCHER *et al.* 2013, LAGRANGE *et al.* 2013, SANTOS *et al.* 2013). A ce jour les recherches se sont concentrées sur l'influence que les éoliennes peuvent avoir sur les chauves-souris en tant qu'individus, par collision et barotraumatisme, et comment réduire ces effets tout en permettant aux parcs éoliens de générer des rendements économiques suffisants.

Toutefois notre connaissance de l'impact des aérogénérateurs et des parcs éoliens sur l'environnement et notamment sur les chauves-souris est encore limitée et il est nécessaire de poursuivre les recherches. La poursuite des projets de recherche est indispensable pour mieux comprendre l'impact des parcs éoliens sur les chauves-souris, que ce soit au niveau des populations ou dans différents milieux.

Par rapport aux oiseaux, les connaissances générales sur la biologie des chauves-souris sont plutôt sélectives. La **migration** des chauves-souris, en particulier, est insuffisamment connue dans toute l'Europe. Cette information est fondamentale pour évaluer les risques des projets éoliens envisagés. En outre, les projets de recherche devraient évaluer le risque des parcs éoliens existants pour les individus, mais plus important encore évaluer les impacts de la

mortalité sur les populations de chauves-souris. Il est urgent de trouver différentes solutions pour réduire au minimum les impacts du futur parc éolien.

Les questions suivantes précisent les domaines où la recherche est nécessaire :

1. Pourquoi les chauves-souris entrent-elles en collision avec les éoliennes ?
2. Quelles sont les meilleures méthodes pour évaluer, pendant l'étude d'impact et le suivi post-construction, les impacts probables de la construction des éoliennes sur les chauves-souris (développement de la méthodologie) ?
3. Quelle est l'efficacité des mesures de **réduction** (principalement l'augmentation de la **vitesse de vent de démarrage** et la **mise en drapeau**) actuellement utilisées (% de **réduction** des collisions) ?
4. Quelle est l'ampleur des effets sur les populations en particulier pour les espèces migratrices ?
5. Quel est l'impact cumulatif du développement éolien ?
6. Quel taux de mortalité affecterait négativement la population d'une espèce donnée ?
7. Faut-il absolument éviter d'installer des éoliennes dans certains habitats/paysages en raison des taux de forte mortalité ?
8. Quel est le comportement des chauves-souris en **migration** au-dessus de vastes étendues d'eau, mer en particulier, et quels sont leurs effectifs ?

9. Les petites éoliennes ont-elles des effets négatifs sur les chauves-souris ?

Les sections suivantes (6.1 à 6.7) précisent les besoins en matière de recherche (priorités en italique) et suggèrent des méthodes d'investigation possibles.

6.1 Pourquoi les chauves-souris entrent-elles en collision avec les éoliennes ?

Ces dernières années en Europe, de nombreux projets ont inclus un suivi post-construction de la mortalité des chauves-souris sur les sites éoliens. L'objectif de ce travail était de collecter des données permettant de développer un algorithme de démarrage de l'aérogénérateur, en fonction de l'activité, la saison, la **vitesse de vent de démarrage** et la température. Comprendre pourquoi les chauves-souris volent et/ou chassent autour des éoliennes est cependant essentiel pour comprendre les mécanismes derrière la mortalité par éolienne et pourrait aussi conduire à de nouvelles mesures de **réduction**.

Les raisons des collisions de chauves-souris avec les pales sont encore incertaines. Une série d'études en laboratoire par LONG *et al.* (2010a, b) ont montré que les échos ultrasonores renvoyés par les pales en mouvement des petites éoliennes étaient incomplets, augmentant potentiellement le risque de collision en diminuant la détection des pales en mouvement. Ceci peut expliquer pourquoi les chauves-souris évitent les petites éoliennes. HORN *et al.* (2008) et CRYAN *et al.* (2014) ont suggéré que les chauves-souris pouvaient être attirées par les éoliennes, mais nous ne connaissons pas les mécanismes sous-jacents à ces observations. Nous ignorons aussi si les chauves-souris peuvent détecter des pales tournant très vite et donc réagir à temps.

Les aspects suivants doivent être étudiés pour mieux comprendre le problème :

- Le comportement de chasse des chauves-souris,
- La densité d'insectes autour des éoliennes,
- La perception des pales d'éoliennes.

Sujets à étudier	Méthodes possibles
• Les chauves-souris chassent-elles autour de la nacelle en raison d'une forte densité d'insectes? Les densités d'insectes à cet endroit sont-elles élevées par rapport au milieu environnant et si oui, pourquoi ? D'où viennent les insectes (attraction des milieux environnants, friche au pied du mât) ? Est-il possible d'influer sur la densité d'insectes autour de la nacelle ?	• Radar à insectes (see CHAPMANN <i>et al.</i> 2011), • Pièges à insectes.



• Pourquoi les chauves-souris entrent-elles en collision avec les éoliennes ? ARNETT (2005) décrit un comportement d'évitement de plusieurs chauves-souris devant les pales, tandis que d'autres ne présentaient aucun signe d'évitement. Comment les chauves-souris perçoivent-elles la rotation des pales avec leur système d'écholocation ? Peuvent-elles évaluer la vitesse ? Cette connaissance pourrait servir à trouver des moyens pour rendre les pales plus perceptibles aux chauves-souris.	• Radiopistage, • Etudes comportementales avec détecteurs d'ultrasons et caméras à images thermiques • Expériences de laboratoire • Expériences d'écholocation avec une chauve-souris artificielle (cf. LONG <i>et al.</i> 2010a, b), • Etudes physiologiques et comportementales
• Les chauves-souris volant en plein ciel sont-elles attirées par les éoliennes ?	• Caméra à images thermiques. • Systèmes d'enregistrement automatique de l'activité des chauves-souris. • Au niveau du sol et en altitude.
• Des études génériques sont nécessaires sur les réponses comportementales des différentes espèces face à la construction, au fonctionnement et au démantèlement des parcs éoliens. Ces études seront basées sur les caractéristiques du cycle de vie, la dynamique des populations, l'écologie et l'abondance. Ceci établira les sensibilités des différentes espèces à plusieurs types de parcs éoliens de grande envergure et identifiera l'influence de l'éclairage des turbines sur le comportement des chauves-souris.	• Radiopistage. • Etudes comportementales avec des détecteurs d'ultrasons et des caméras à images thermiques.

6.2 Quelles sont les meilleures méthodes pour évaluer, lors des études d'impact et du suivi post-construction, les impacts possibles des installations éoliennes sur les chauves-souris (développement de la méthodologie) ?

Des méthodes doivent être développées ou - de nouvelles méthodes de suivi acous- adaptées afin de pouvoir étudier : tique à hauteur de nacelle en raison des

- les chauves-souris à grande altitude, pales de rotor plus longues,
- la répartition des espèces à grande - les parcs éoliens en forêt.

échelle (phase de pré-diagnostic),

Sujets à étudier	Méthodes possibles
• <i>Quantifier les taux de collision des diverses espèces de chauves-souris dans différents habitats/régions doit être une priorité essentielle. Des études systématiques et standardisées sont nécessaires pour la mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens de grande envergure situés dans différentes zones à risques, par ex. sur les voies de migration mais aussi en forêt et dans les zones très bocagères.</i>	• Etudes systématiques de mortalité par collision tout au long de la saison (méthodologie d'après ARNETT 2005, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005, NIERMANN <i>et al.</i> 2011).
Pour le suivi post-construction : • Etudes pour déterminer la taille nécessaire de la zone contrôlée lors du suivi de mortalité afin de pouvoir faire des estimations robustes. • Etudes sur le taux de disparition possible des chauves-souris, par espèce.	• Etudes systématiques de mortalité par collision tout au long de la saison (méthodologie d'après ARNETT 2005, NIERMANN <i>et al.</i> 2007, 2011).
• Etablir des méthodes de recensement adéquates pour l'activité des chauves-souris à différentes altitudes.	• Caméra à images thermiques, • détecteur/séries de microphones, • systèmes d'enregistrement de l'activité des chauves-souris, • au sol et en altitude.
• Etablir des méthodes de recensement adéquates pour l'activité des chauves-souris au-dessus des forêts.	• Détecteur/séries de microphones, • mâts pour atteindre la hauteur appropriée, • systèmes d'enregistrement de l'activité des chauves-souris.
• Développer et tester des modèles de cartes géographiques et écologiques des espèces pertinentes. Elles souligneraient les terrains de chasse les plus importants sur une large échelle géographique ; les résultats seraient présentés le long d'un gradient du terrain de chasse, du plus important au moins important (cf. par ex. JABERG & GUIBAN 2001, SANTOS <i>et al.</i> 2013).	• Modèles SIG et modèles d'adéquation de l'habitat (par ex. analyse factorielle de la niche écologique).



6.3 Quelle est l'efficacité des mesures de réduction mises en œuvre actuellement?

Un complément d'information est nécessaire pour les questions suivantes :

- Est-il acceptable d'utiliser la même **vitesse de vent de démarrage** dans différents parcs éoliens ou faut-il qu'elle soit spécifique au site et/ou à la saison ?
- Les éoliennes sont conçues pour fonctionner plus de 20 ans. Des modifica-

tions d'activité des chauves-souris résultant d'un changement paysager ou climatique rendent-elles nécessaire de corriger/actualiser les mesures de **réduction** après un certain nombre d'années ?

Sujets à étudier	Méthodes
• Est-il important de déterminer des algorithmes pour la vitesse de vent de démarrage en fonction du site ? • Est-il important de refaire un suivi post-construction au bout de 10-15 ans ?	• Suivi acoustique à hauteur de nacelle combiné à des études systématiques de mortalité par collision (méthodologie selon ARNETT 2005, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005, NIERMANN <i>et al.</i> 2007, BRINKMANN <i>et al.</i> 2011).

6.4 Quelle est l'ampleur de l'effet sur les populations, en particulier l'effet cumulatif des parcs éoliens ?

Des informations complémentaires sont nécessaires :

- sur les populations concernées (chauves-souris locales ou migratrices ?)

- si la mortalité affecte les chauves-souris au niveau des populations.

Sujets de recherche	Méthodes
• Impacts potentiels sur les populations de chauves-souris de la mortalité par collision (impacts complètement inconnus).³	• Etudes systématiques de mortalité par collision pendant toute la saison d'activité (méthodes d'après ARNETT 2005, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005, NIERMANN <i>et al.</i> 2011). • Etudes génétiques. • Etudes de populations. • Modèles de populations.
• Des études allemandes récentes (VOIGT <i>et al.</i> 2012) indiquent que non seulement des espèces migratrices sont victimes des éoliennes, mais aussi des espèces appartenant à des populations locales et chassant sur les parcs éoliens. Quel est le pourcentage des espèces migratrices par rapport aux résidentes parmi les victimes des parcs éoliens ?	• Etudes génétiques et analyse des isotopes à partir des études systématiques de collisions.

• Actuellement de nombreux parcs éoliens fonctionnent sans que soient mises en place des mesures de réduction adéquates (telle qu'une augmentation de la vitesse de vent de démarrage). Quelle est l'importance de l'effet cumulatif des éoliennes isolées et des parcs éoliens aux niveaux local, régional, national et international ?	• Etudes génétiques. • Etudes isotopiques. • Etudes de populations. • Modèles de populations.
• Des études pluriannuelles sont nécessaires pour déterminer les effets à long terme des parcs éoliens. Ces effets pourraient par exemple, inclure une accoutumance des chauves-souris aux parcs éoliens, qui avec le temps pourrait réduire l'impact. Il ne faut pas s'attendre à cette réduction pour les espèces migratrices, mais elle serait possible pour les espèces locales. Des impacts significatifs sur les populations ne deviennent apparents que sur le long terme.	• Bagueage. • Etudes de populations. • Etudes isotopiques.

- ³ Les effets sur les populations sont inconnus, non seulement en ce qui concerne la mortalité des chauves-souris par collisions par les éoliennes, mais aussi sur les routes et voies ferrées ou celle due au dérangement dans les gîtes, induisant une baisse de reproduction, *etc.*, ou la mortalité résultant d'autres types de développement (il existe plusieurs études de cas sur la mortalité par les routes, montrant qu'à long terme elle peut être insoutenable pour les populations [par ex. ALTRINGHAM 2008]). Ce type de recherche doit être établi dans un sens plus large.

6.5 Quels sont les habitats/paysages où les éoliennes ne devraient pas être autorisées en raison d'un taux de collision élevé ?

Un complément d'information est nécessaire sur les questions suivantes :

- Quels sont les terrains de chasse importants ?
- Quels sont les taux régionaux de collision par espèce/espèces problématiques.
- Où et quand (période/saison) la **migration** a-t-elle lieu ?

- Existe-il des routes de vol/zones de **migration** et dans l'affirmative sont-elles identifiables ?
- Dans ce cas, quel est leur relation avec le paysage, à différentes échelles ?
- L'information relative à un « pic d'activité migratoire » et à des « voies de **migration** dans le paysage » est-elle utilisable pour éviter les problèmes ?

Sujets de recherche	Méthodes
• Etude des taux de collision des chauves-souris (à l'instar de BRINKMANN <i>et al.</i> 2011) pour l'Europe méridionale, de préférence une pour le sud-ouest et une autre pour le sud-est.	• Suivi acoustique à hauteur de nacelle combiné à des études systématiques de mortalité par collision (méthodes d'après ARNETT 2005, GRÜNKORN <i>et al.</i> 2005, NIERMANN <i>et al.</i> 2007, BRINKMANN <i>et al.</i> 2011).



• Identifier les habitats constituant des terrains de chasse importants pour les espèces de chauves-souris concernées.	• Etudes au détecteur d'ultrasons. • Modélisation de l'utilisation de l'habitat.
• Identifier les voies de migration, les corridors à terre et les sites de halte. Il existe plusieurs études sur la migration des chauves-souris dans différents lieux isolés d'Europe, mais il n'y a pas de carte d'ensemble des voies de migration, ni des haltes. • Les structures paysagères (vallées fluviales, littorales, vallées de montagne, etc.) guident-elles la migration ?	• Projets de baguage des chauves-souris sur les voies de migration. • Effort constant de captures au filet sur les voies de migration. • Etudes génétiques internationales (cf. PETIT & MAYER 2000). • Radiopistage. • Etudes par radar. • Etudes acoustiques sur des points de migration choisis

6.6 Quel est le comportement des chauves-souris en **migration** au-dessus de vastes étendues d'eau, en particulier en mer ? Combien sont-elles à présenter ce comportement ?

Des informations complémentaires sont nécessaires sur les points suivants :

- Existe-il des routes de vol/zones de **migration** et sont-elles identifiables ? Dans l'affirmative où sont situées les voies de

migration et les terrains de chasse en mer et sur la côte ?

- Comment déterminer la collision des chauves-souris avec des éoliennes en mer ?

Sujets de recherche	Méthodes
• Identifier les voies de migration, les corridors en mer et les sites de halte. Il existe plusieurs études sur la migration des chauves-souris dans différents lieux isolés d'Europe, mais il n'y a pas de carte d'ensemble des voies de migration ni des haltes. Bien que certaines études et des observations anecdotiques montrent que les chauves-souris traversent la mer, par exemple la mer du Nord et la Baltique (AHLÉN 1997, RUSS <i>et al.</i> 2001, 2003, WALTER <i>et al.</i> 2004, 2007, SONNTAG <i>et al.</i> 2006, AHLÉN <i>et al.</i> 2009, HÜPPOP 2009, MEYER 2011, SEEBENS <i>et al.</i> 2013), l'information spécifique sur les voies réelles de migration en mer fait défaut.	• Projets de baguage des chauves-souris sur les voies de migration. • Effort constant de captures au filet sur les voies de migration (haltes). • Etudes génétiques internationales (cf. PETIT & MAYER 2000). • Radiopistage. • Etudes par radar. • Etudes acoustiques sur des points de migration choisis.

• Y a-t-il activité de chauves-souris en mer et à quelles distances de la côte ? Quelles sont les espèces actives en mer et le sont-elles seulement pendant la migration ? La migration implique-t-elle aussi des actions de chasse et est-ce en lien avec des déplacements vers des îles ?	• Etudes acoustiques à partir de phares, de bouées, de transects en bateau (détecteurs manuels, systèmes d'enregistrement automatique des chauves-souris). • Caméra à images thermiques. • Radar.
• Par quelles conditions météorologiques les migrations ont-elles lieu à terre/sur le littoral et en mer ? Il est nécessaire d'obtenir des données complémentaires sur la migration des chauves-souris, plus spécifiquement sur les voies de migration propres au site et sur le nombre de chauves-souris qui les utilisent, sur les altitudes de vol par espèce et comment le calendrier, le trajet et la direction sont influencés par les conditions météorologiques. Combien de fois les chauves-souris s'arrêtent-elles pour se reposer ou pour chasser ?	• Etudes acoustiques au sol, sur des tours, des éoliennes, avec des ballons, etc. • Etudes avec caméra à images thermiques. • Radar. • Etudes physiologiques et comportementales.
• Développer et tester des méthodes pour enquêter sur l'activité des chauves-souris et sur les taux de collision des parcs éoliens offshore.	• Radar de poursuite. • Transects en bateau, traversées en ferry. • Systèmes de détection automatique des chauves-souris sur des bouées, des plates-formes ou d'autres structures existantes.
• Développer et tester des méthodes pour enquêter sur l'activité des chauves-souris en mer.	• Radiopistage. • Radar de poursuite. • Bague⁴. • Échantillonnages acoustiques répétés et synchronisés, à grande échelle. • Etudes acoustiques sur des ferries et des bouées ancrées.

⁴ Voir aussi les Résolutions d'EUROBATS N° 4.6 et 5.5 : Guidelines for the Issue of Permits for the Capture and Study of Wild Bats (Lignes directrices pour la délivrance d'autorisations de capture et d'étude des chiroptères sauvages).



6.7 Petites éoliennes

Les petites éoliennes de différents types sont un phénomène relativement nouveau mais leurs nombres augmentent et il est probable que cela va continuer. Leurs effets sur le comportement des chauves-souris et sur leur populations sont très peu connus, mais à ce jour les études suggèrent que les chauves-souris

évitent les petites éoliennes en fonctionnement et la mortalité observée est relativement faible (MINDERMAN *et al.* 2012, PARK *et al.* 2013). Des recherches complémentaires sont nécessaires sur la mortalité et les impacts du dérangement pour une grande variété d'espèces, d'habitats et de tailles/modèles d'éoliennes.

Sujets de recherche	Méthodes
• Comment le risque de collision varie-t-il entre les espèces, les habitats et la taille et/ou le modèle de l'éolienne ? • L'évitement des éoliennes par les pipistrelles, observé précédemment, s'applique-t-il à différentes espèces et/ou aux éoliennes de différentes tailles ? • Les petites éoliennes ont-elles un effet négatif sur les espèces couramment considérées comme relativement non affectées par les éoliennes de taille moyenne et de grande taille ?	• Suivi acoustique combiné à des études systématiques de mortalité par collision (similaire à NIERMANN <i>et al.</i> 2011) et/ou études comportementales; quand c'est possible, une approche expérimentale devrait être adoptée (par ex. intervention sur le fonctionnement de l'aérogénérateur. • Images thermiques.
• Y a-t-il des effets létaux ou sub-létaux quand les petites éoliennes sont installées près des gîtes ?	• Suivi acoustique associé à des comptages dans les gîtes.
• Quelles mesures de réduction seraient efficaces pour abaisser la mortalité et/ou réduire le dérangement ?	• Approche expérimentale (BACI -avant/après/contrôle/impact) avec modification du fonctionnement de l'éolienne.
• Peut-il y avoir un impact au niveau des populations en raison du dérangement causé par les petites éoliennes ?	• Etudes sur mortalité et le dérangement associées à la modélisation des populations. • Etudes de cas pour tirer parti des situations où des éoliennes auraient été construites à proximité de gîtes ou de terrains de chasse d'espèces rares ou vulnérables.
• Existe-t-il un potentiel d'effets cumulés pour les petites éoliennes ?	• Une base de données consultable pour les installations de petites éoliennes est nécessaire au niveau régional et/ou national.

7 Contenu des lignes directrices nationales

L'ampleur, le contenu et la spécificité des lignes directrices nationales, évaluées en 2014 par le groupe de travail intersessions d'EUROBATS sur les éoliennes et les populations de chauves-souris sont extrêmement variables. Elles vont de quelques recommandations générales à de gros documents très détaillés. Certaines lignes directrices nationales sont cohérentes avec les recommandations d'EUROBATS (EUROBATS Publication Series N°3 tandis que d'autres sont plus ou moins en contradiction avec elles. Afin d'assurer une protection des chauves-souris tout aussi efficace dans toute l'aire d'action de l'Accord, il importe que toutes les recommandations nationales remplissent certains standards minima en accord avec les Résolutions des Parties et les connaissances scientifiques les plus récentes.

En concordance avec le paragraphe 5 de la Résolution 5.6, approuvée par les Parties lors de la 5^{ème} session du Meeting des Parties (2006), les Parties se doivent de « développer des lignes directrices nationales appropriées s'inspirant de la version en cours des recommandations génériques en annexe 1 ». Cette Résolution fut ultérieurement amendée lors de la 6^{ème} session du Meeting des Parties (2010). En concordance avec le paragraphe 6 de la Résolution 6.11, les Parties furent exhortées à « développer et à veiller à la mise en œuvre d'un document de référence national pertinent pour l'environnement local et basé sur les prin-

cipes du n°3 de la Série de Publications d'EUROBATS. A la 7^{ème} session du Meeting des Parties (2014) ceci fut confirmé et remplacé par le paragraphe 8 de la Résolution 7.5 dont le texte exhorte les Parties et les Etats de l'aire de répartition non-Parties, si cela n'a pas déjà été fait, à « développer et à veiller à la mise en œuvre d'un document de référence national suivant la version la plus récente des recommandations générales du Comité Consultatif d'EUROBATS, annexées à la Résolution » (c.-à-d. ce document-ci, jusqu'à ce qu'il soit remplacé par une nouvelle version).

Un examen approfondi de cette disposition, ainsi que d'autres clauses de la Résolution 7.5 conduit aux conclusions que :

1. Les Parties devraient développer des lignes directrices nationales pour le processus de planification et les études d'impact des éoliennes sur les chauves-souris, et les Etats non-Parties sont encouragés à faire de même.
2. Les lignes directrices nationales devraient être basées sur les principes contenus dans la présente publication.
3. Etant donné le paragraphe 5 de la Résolution 7.5, il y a lieu de conclure que les recommandations nationales devraient couvrir au moins trois points :
 - a) relevés de terrain,
 - b) études d'impact pré-construction,
 - c) suivis post-construction.
4. Etant donné le paragraphe 6 de la Résolution 7.5, si la question n'est pas



réglementée par une législation nationale ou régionale, les lignes directrices nationales devraient aussi spécifier les exigences auxquelles doivent répondre les experts chiroptérologues qui entreprennent le diagnostic préalable à la construction, le suivi post-construction et l'évaluation de l'impact des éoliennes sur les chauves-souris.

5. Les lignes directrices nationales doivent être spécifiques à l'environnement local, c.-à-d. qu'elles doivent adapter les recommandations générales d'EUROBATS aux conditions locales (à la fois au niveau national et, si possible, au niveau régional, voire à un niveau inférieur).
6. Les Parties doivent aussi veiller à la mise en œuvre des lignes directrices nationales et donc, pendant la préparation de ces recommandations, s'assurer qu'elle peuvent être exécutées, c.-à-d. en accord avec la réglementation nationale et les pratiques administratives, et prendre en compte les ressources humaines et matérielles du réseau national de conservation des chauves-souris. En même temps, les Parties devraient inclure les lignes directrices dans le système national des études d'impact sur l'environnement pour garantir leur prise en compte.

Même si les recommandations précédentes paraissent prescriptives, chacune d'elles peut être sujette à plusieurs interprétations. Pour cette raison nous analysons, ci-dessous, ces points en détail et suggérons les prescriptions minimales pour les lignes directrices nationales et les aspects qui permettent une gamme de solutions nationales possibles.

7.1 Développer des lignes directrices nationales

La Résolution 7.5 indique clairement que les Parties sont exhortées à développer des lignes directrices nationales pour le processus de planification et les études d'impacts des éoliennes sur les chauves-souris. Les Etats non Parties sont encouragés à le faire et il leur est conseillé d'appliquer cette Résolution pour la conservation des populations européennes de chauves-souris.

La Résolution ne spécifie pas la forme des lignes directrices et il est reconnu que diverses solutions sont acceptables, selon les préférences d'un Etat donné. Les lignes directrices sur les éoliennes peuvent apparaître dans un seul document concernant la question des parcs éoliens et des chauves-souris (solution appliquée le plus fréquemment), comme un chapitre dans des recommandations générales pour évaluer l'impact des parcs éoliens sur l'environnement, ou comme un chapitre sur les parcs éoliens dans des lignes directrices générales pour évaluer l'impact de divers projets de développement sur les chauves-souris.

Il est aussi possible de développer des recommandations séparées pour différents éléments du processus (tels que des diagnostics pré-construction, l'analyse des données disponibles et des résultats de recherche, suivi post-construction) et pour les types de parcs éoliens (à terre, en mer, éoliennes isolées, petites éoliennes, etc.). Toutefois ces lignes directrices individuelles doivent être conformes les unes avec les autres et ne pas entraîner une **réduction** injustifiée de la qualité de l'évaluation pour un type de parc éolien. En règle générale il conviendra de s'assurer

qu'en accord avec le paragraphe 5 de la Résolution 7.5, tous les parcs éoliens pouvant avoir un impact sur les chauves-souris seront soumis à des études d'impact pré-construction (comprenant des diagnostics adéquats) et à des suivis post-construction selon les mêmes pratiques standardisées. Le nombre de chauves-souris tuées par une éolienne n'est pas en relation avec le fait qu'il s'agisse d'une éolienne isolée ou d'un groupe d'aérogénérateurs (RYDELL *et al.* 2010a). Par conséquent, l'**effet cumulatif** de plusieurs éoliennes isolées peut être égal à l'impact d'un très grand parc éolien et nécessite donc des diagnostics et des études d'impacts adéquats.

On peut supposer que la création de plusieurs lignes directrices régionales, plutôt qu'un seul document national, est acceptable si la consistance entre elles est suffisante et assurée (cf. point 7.4).

7.2 Conformité des recommandations nationales avec les lignes directrices d'EUROBATS

Les Parties doivent choisir l'autorité/l'organisation appropriée pour développer des recommandations nationales. Typiquement elles sont développées par des organisations non-gouvernementales spécialisées, mais elles peuvent aussi être créées par des instituts de recherche, des unités pour la conservation de la nature, voire des experts individuels. Cependant, comme la mise en œuvre des dispositions de la Résolution et la conservation de la nature à l'échelle nationale sont des missions relevant des autorités gouvernementales compétentes de l'Etat Partie, ces autorités doivent veiller à que les lignes directrices appliquées soient en

accord avec les dernières connaissances et avec les lignes directrices générales d'EUROBATS. L'application de recommandations qui ne remplissent pas ces exigences ne devrait pas être acceptée.

Les lignes directrices d'EUROBATS contiennent des recommandations à la fois générales et spécifiques. Les lignes directrices nationales peuvent reprendre les recommandations spécifiques, mais ce n'est pas une obligation. Elles peuvent simplement déclarer que les recommandations spécifiques des lignes directrices d'EUROBATS doivent être appliquées.

Si les recommandations d'EUROBATS sont trop générales, les lignes directrices nationales devraient les rendre plus spécifiques. Les versions nationales peuvent aussi réglementer des problèmes non mentionnés dans les lignes directrices d'EUROBATS.

De petites divergences par rapport aux recommandations d'EUROBATS sont acceptables si elles sont basées sur :

- a) des conditions spéciales, nationales ou régionales – climat ou espèces (par ex. il n'est pas nécessaire de réaliser des études acoustiques en mars dans les pays ou les régions où les températures de mars sont inférieures à 0°C, ni de rechercher des sites d'hibernation dans les pays à climat plus chaud où les chauves-souris n'hibernent pas ;
- b) les connaissances actuelles – afin d'incorporer des méthodes importantes et nouvelles, largement acceptées par la communauté scientifique des chiroptérologues et qui améliorent l'efficacité de la recherche et des études d'impact ou des mesures de **réduction**, mais qui



ne sont pas encore incluses dans la présente version des lignes directrices d'EUROBATS.

Il doit être noté qu'en concordance avec la Résolution 7.5, le Comité consultatif d'EUROBATS doit veiller à l'actualisation des recommandations générales, en tenant compte des progrès dans l'amélioration des connaissances. Ceci signifie que les lignes directrices nationales doivent aussi être régulièrement mises à jour pour qu'elles restent cohérentes avec la version la plus récente des recommandations d'EUROBATS et avec le dernier état des connaissances. Une fréquence fixe pour la mise à jour des lignes directrices nationales peut être adoptée (par ex. tous les quatre ans), mais il semble plus efficace de l'actualiser lorsque c'est nécessaire et au moins après chaque mise à jour des lignes directrices d'EUROBATS. Cela signifie que les lignes directrices doivent toujours porter la date de la dernière mise à jour ou le numéro de version qui permet à l'utilisateur d'identifier la toute dernière version.

7.3 Contenu des lignes directrices

Les lignes directrices nationales ou régionales doivent couvrir les études d'impact avant construction, y compris les études de diagnostic et le suivi post-construction. Mais le contenu spécifique de ces orientations est principalement déterminé par leur finalité. Les lignes directrices nationales ou régionales doivent venir en complément des lignes directrices d'EUROBATS, pour garantir que l'évaluation de l'impact des éoliennes sur les chauves-souris prend en compte les conditions spécifiques dans un Etat donné (ou une région). Ces conditions incluent principalement :

- a) les conditions climatiques (celles qui affectent le calendrier de la saison d'activité des chauves-souris),
- b) les conditions naturelles (relief, types d'habitats et leur importance pour les chauves-souris),
- c) les caractéristiques de la chiroptéro-faune (espèces, distribution et abondance, taille des populations, menaces, vulnérabilité aux collisions avec les éoliennes, périodes et voies de *migration*, etc.),
- d) l'état de la recherche et les analyses dans les procédures nationales d'étude d'impact (par ex. différences dans l'ampleur du *cadrage* aux fins de l'*ESE*, *EIE* et de l'étude d'incidence sur les sites Natura 2000 ; besoins spécifiques concernant la recherche et les rapports requis par la réglementation nationale). Compte tenu du fait qu'en *migration* les chauves-souris survolent plusieurs pays et peuvent subir des *impacts transfrontaliers*, leur conservation implique une approche transfrontalière. Par conséquent les lignes directrices nationales ne doivent pas être en contradiction avec les présentes recommandations. Elles peuvent toutefois affecter le choix des méthodes de recherche (parmi celles présentant une efficacité similaire et la présentation des rapports, ou créer des différences entre les exigences sur la spécificité des données aux différents stades menant à la délivrance d'un permis de construire un parc éolien dans un site donné. Le *cadrage* de l'étude et des analyses peut généralement être plus global au niveau de la planification stratégique et progressivement plus spécifique dans les étapes successives du processus de délivrance du permis, avec l'analyse de l'étude d'impact complète terminée avant

que ne soit prise la décision finale d'autoriser la construction d'un parc éolien.

Des facteurs naturels (points A-C) peuvent conduire à de petites divergences par rapport aux lignes directrices d'EUROBATS, par exemple pour mieux adapter le diagnostic à la faune et à l'activité des chauves-souris dans un Etat donné. Toutefois ces modifications doivent être basées uniquement sur des décisions documentées et être justifiées dans les lignes directrices.

A. Les exigences minimales concernant le *cadrage* et les méthodes d'études (avant et après construction) sont fixées dans les recommandations d'EUROBATS. Les lignes directrices nationales peuvent aussi inclure des recommandations, concernant par exemple des sources de données additionnelles, le matériel utilisé (afin de pouvoir comparer les résultats entre pays ou régions), la méthode pour choisir entre transects ou points d'écoute, les exigences relatives à la représentativité spatiale d'une étude, aux limites des périodes d'activité des chauves-souris ou à la qualification des personnes ou bureaux réalisant le travail de terrain et l'analyse des données. Il est recommandé qu'elles spécifient aussi (standardisent) le cadre des données devant être soumises à l'autorité décisionnelle pour l'étude d'impact ainsi que la méthode pour les présenter (par exemple le type de fichiers cartographiques ou le format des données, annexés au rapport, et le mode de sauvegarde (si cela n'est pas précisé dans d'autres règlements nationaux). Les lignes directrices nationales peuvent séparer les recommandations pour l'étude par types spécifiques d'habitats présents dans un pays

donné. Elles peuvent aussi suggérer une étude additionnelle obligatoire, recommandée ou acceptée dans un Etat donné et allant au-delà du cadre minimal fixé par les recommandations d'EUROBATS.

B. Les recommandations concernant les évaluations d'impact avant construction doivent être spécifiées dans la réglementation nationale de l'étude d'impact sur l'environnement et, dans le cas des Parties membres de l'Union européenne, respecter aussi la législation de l'U.E. Il est essentiel que les lignes directrices nationales incluent les éléments suivants :

- 1) les exigences minimales relatives au site éolien en ce qui concerne les chauves-souris pour s'assurer de la clarté quant aux sites éoliens qui sont inacceptables (ceci peut être décidé sur la base des recommandations d'EUROBATS, mais les lignes directrices nationales peuvent aussi inclure des recommandations supplémentaires, associés à des conditions locales spécifiques – en ligne avec le paragraphe 2 de la Résolution 6.11)
- 2) l'indication des cas pour lesquels il est nécessaire de réaliser une étude d'incidence sur un site Natura 2000 ou sur un autre site ou espace protégé créé dans un but de conservation des chauves-souris ;
- 3) les mesures de *réduction* recommandées et les principes de leur application, en portant une attention particulière aux règles concernant le recours saisonnier ou transitoire à la *mise en drapeau* des pales, l'augmentation des vitesses de vent de démarrage et l'arrêt temporaire des éoliennes, en concordance avec le paragraphe 9 de la Résolution 7.5.



C. La réglementation nationale concernant le suivi post-construction doit considérer le fait qu'en raison des changements possibles de comportement des chauves-souris, en relation avec la construction du parc, tout site éolien nécessite un suivi post-construction. Ces prescriptions devraient indiquer comment le niveau observé de mortalité et d'activité des chauves-souris à proximité des rotors devrait se traduire par des modifications des recommandations pour le fonctionnement des éoliennes (incluant à la fois le recours à des mesures de **réduction** plus ou moins strictes ou à leur abandon si elles sont inutiles). Elles devraient aussi spécifier que s'il n'est pas possible de faire baisser la mortalité par des mesures de **réduction**, il est nécessaire d'arrêter complètement les éoliennes (au moins pendant la période d'activité des chauves-souris). Si la mise en œuvre de mesures de **réduction** est modifiée, les lignes directrices nationales doivent spécifier le calendrier et l'ampleur d'un autre suivi post-construction. Les lignes directrices post-construction doivent aussi veiller à ce que les résultats du suivi post-construction soient envoyés aux autorités compétentes, responsables de la conservation de la nature, et qu'ils puissent être utilisés par des spécialistes pour des analyses collectives et l'amélioration des lignes directrices nationales et des recommandations d'EUROBATS.

La liste des recommandations ci-dessus sur le contenu des lignes directrices nationales n'est pas close. D'autres composants peuvent venir s'ajouter, selon les besoins d'un Etat particulier, par exemple des exigences en matière d'expérience demandée aux experts chiroptérologues réalisant le diagnostic préalable, le suivi post-construction

et l'étude d'impact, des glossaires de termes utilisés, des listes de références bibliographiques, une liste des organisations pouvant fournir des conseils et une description des procédures administratives.

7.4 Adapter les lignes directrices aux conditions locales

Actuellement et dans la plupart des cas, les lignes directrices nationales couvrent la totalité du pays (un Etat Partie ou un Etat de l'aire de répartition non-Partie). Cependant il existe des cas (en particulier dans les Etats de grande taille) où différentes recommandations sont adoptées pour différentes régions ou unités administratives. Ceci est acceptable tant que les différences entre les lignes directrices régionales sont justifiées par des conditions locales (comme le climat, le relief ou la chiroptérofaune). Les autorités responsables de l'application des recommandations d'EUROBATS et de la conservation des chauves-souris doivent s'assurer que toutes les lignes directrices sont aussi cohérentes que possible entre les régions. Il est recommandé de fixer des orientations-cadres uniformes pour tout le pays, afin de répondre aux conditions locales dans différentes régions (par ex. des méthodes d'étude uniformes, mais des différences régionales pour les périodes de collecte ou d'interprétation des données).

Dans le cas d'Etats aux conditions naturelles similaires (par ex. de petits pays voisins), des lignes directrices identiques peuvent être adoptées par un groupe d'Etats. Mais ceci doit être approuvé à l'unanimité par les autorités appropriées de tous les Etats en question. Dans d'autres cas il n'est pas accepté, en principe, que les recom-

mandations développées pour un Etat soit appliquées dans un Etat différent, surtout si cela conduit à limiter l'ampleur de l'étude ou à adopter des critères inférieurs lors de l'interprétation des résultats. Les seuls cas où des lignes directrices, créées dans un Etat différent, peuvent être appliquées sont les suivants :

- a) si l'Etat pour lequel une évaluation est réalisée n'a pas encore développé et adopté des recommandations nationales (dans ce cas les lignes directrices du pays ayant les conditions naturelles et la chiroptérofaune les plus similaires peuvent être appliquées) ;
- b) pour élargir l'ampleur de la recherche relative aux lignes directrices nationales, à des fins scientifiques ou comparatives, ou par exemple près de la frontière nationale pour réaliser une étude d'impact transfrontalière.

7.5 Garantir la mise en œuvre des recommandations

La mise en œuvre des lignes directrices nationales doit être assurée par les Parties. Il existe pour cela deux méthodes basiques :

- a) inclure dans la législation nationale l'obligation de respecter les lignes directrices ;
- b) inclure dans les lignes directrices le processus d'autorisation pour chaque projet.

En plus de ceci, il est essentiel d'adopter des pratiques cohérentes pour évaluer les rapports des études d'impact sur l'environnement afin de garantir que seuls les rapports conformes aux directives nationales sont approuvés (les études de plus grande ampleur, additionnelles ou une interpréta-

tion plus stricte des résultats peuvent aussi être acceptées).

En ce qui concerne les membres de l'U.E. (ou les Etats candidats), il convient de souligner que l'utilisation systématique des lignes directrices les plus récentes est aussi conforme avec l'article 5 paragraphe 1b de la Directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 sur l'évaluation des effets sur l'environnement de certains projets publics et privés et avec l'article 5, paragraphe 2 de la Directive du Parlement européen et du Conseil N° 2001/42/EC du 27 juin 2001 sur l'évaluation des effets sur l'environnement de certains plans et programmes.

Selon ces règlements, l'ampleur de l'information requise (pour l'**EIE** ou l'**ESE**) doit être cohérente avec l'état actuel des connaissances et des méthodes d'évaluation. Il convient que les lignes directrices nationales spécifient les méthodes d'évaluation conformes au dernier état des connaissances.

Quand des lignes directrices nationales sont en place (recommandées officiellement par l'administration concernée ou non officiellement par des ONG), il est inadmissible que des projets soient acceptés si ils n'ont pas été soumis à une étude d'impact ou si leur évaluation a été menée en suivant des méthodes indépendantes, différentes, qui ne sont pas conformes aux lignes directrices, sont réduites ou demandent bien moins de recherches et fournissent moins de données pour fonder une décision que les méthodes fixées par les directives nationales.



8 Conclusions et suites à donner

Ce document fixe des recommandations génériques pour le processus de planification et les études d'impact afin de prendre en compte l'effet des éoliennes sur les chauves-souris. En outre il résume les priorités pertinentes en matière de recherche. Il est loin d'être complet et il faut

continuer à le développer, en particulier dans le contexte européen. Il convient de poursuivre les recherches sur l'impact des parcs éoliens sur les chauves-souris afin de trouver des solutions pour réduire au minimum les impacts des futurs projets éoliens.

9 Références / bibliographie complémentaire

- AHLÉN, I. (1997) : Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 62 : 375-380.
- AHLÉN, I. (2002) : Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. *Fauna och Flora* 97 (3) : 14-22.
- AHLÉN, I., L. BACH, H.J. BAAGØE, & J. PETTERSSON (2007) : Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia - Report (Nr. 5571) to the Swedish Environmental Protection Agency, 37 pages.
- AHLÉN, I., H.J. BAAGØE & L. BACH (2009) : Behaviour of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90 (6) : 1318-1323.
- ALBRECHT, K. & C. GRÜNFELDER (2011) : Fledermäuse für die Standortplanung von Windenergieanlagen erfassen – Erhebungen in kollisionsrelevanten Höhen mit einem Heliumballon. *Naturschutz & Landschaftsplanung* 43 (1) : 5-14.
- ALCALDE, J.T. (2003) : Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. *Barbastella* 2 : 3-6.
- ALTRINGHAM, J.D. (2008) : Bat Ecology and Mitigation; Proof of Evidence; Public enquiry into the A350 Westbury bypass. White Horse Alliance, Neston, UK, 37 pages.
- ALVES, P., B. SILVA & S. BARREIRO (2011) : Estudo de Incidências Ambientais do Parque Eólico do Alto dos Forninhos : Quirópteros. Plecotus, Lda.
- AMORIM, F., H. REBELO & L. RODRIGUES (2012) : Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the Mediterranean region. *Acta Chiropterologica* 14(2) : 439-457.
- ANDRÉ, Y. (2005) : Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, Rochefort, 21 pages.
- ARNETT, E.B. [technical editor] (2005) : Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia : an Assessment of Fatality Search Protocols, Pattern of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA, 187 pages.
- ARNETT, E.B. (2006) : A preliminary evaluation on the use of dogs to recover bat fatalities at wind energy facilities. *Wildlife Society Bulletin* 34(5) : 1140-1145.
- ARNETT, E.B., W.K. BROWN, W.P. ERICKSON, J.K. FIEDLER, B.L. HAMILTON, T.H. HENRY, A. JAIN, G.D. JOHNSON, J. KERNS, R.R. KOFORD, C.P. NICHOLSON, T.J. O'CONNEL, M.D. PIORKOWSKI & R.D. TANKERSLEY (2008) : Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *J. Wildl. Manag.* 72(1) : 61-78.
- ARNETT, E.B., M.M.P. HUSO, J.P. HAYES & M. SCHIRMACHER (2010) : Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.
- ARNETT, E.B., M.M.P. HUSO, M. SCHIRMACHER & J.P. HAYES (2011) : Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities. *Front Ecol. Environ.* 2011, 9(4) : 209-214.

- ARNETT, E.B., R.M.R. BARCLAY & C.D. HEIN (2013a) : Thresholds for bats killed by wind turbines. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11 : 171-171. doi:10.1890/1540-9295-11.4.171
- ARNETT, E.B., C.D. HEIN, M.R. SCHIRMACHER, M.M.P. HUSO & J.M. SZEWCZAK (2013b) : Evaluating the Effectiveness of an Ultrasonic Acoustic Deterrent for Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines. *PLoS ONE* 8(6) : e65794. doi:10.1371/journal.pone.0065794
- ARNETT, E.B., G.D. JOHNSON, W.P. ERICKSON & C.D. HEIN (2013c) : A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- BACH, L. & U. RAHMEI (2004) : Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse – eine Konfliktabschätzung. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7* : 245-252.
- BACH, L. & P. BACH (2009) : Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Aktivität von Fledermäusen. *Nyctalus (N.F.)* 14 (1-2) : 3-13.
- BACH, L. & P. BACH (2011) : Report of a pilot project to study bat migration in Falsterbo. Unpubl. report to Länstyrelsen Skåne Län, Malmö, 4 pages.
- BACH, L. & I. NIERMANN (2011) : Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Endbericht 2010. Unpubl. report to PNE Wind AG, 72 pages.
- BACH, L., P. BACH, M. TILLMANN & H. ZUCCHI (2012) : Fledermausaktivität in verschiedenen Straten eines Buchenwaldes in Nordwestdeutschland und Konsequenzen für Windenergieplanungen. *NaBiV* 128 : 147-158.
- BACH, L. & I. NIERMANN (2013) : Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Bericht 2012 – Überprüfung des Abschaltalgorithmus. Unpubl. report to PNE Wind AG, 28 pages.
- BACH, L., P. BACH, S. EHNBOHM & M. KARLSSON (2013a) : Short report about bat migration at Måklappen (Falsterbo) 2012. Report to Län styrelsen Skåne Län, 3 pages.
- BACH, P., L. BACH, K. ECKSCHMITT, K. FREY & U. GERHARDT (2013b) : Bat fatalities at different wind facilities in northwest Germany. Poster at CWE2013, Stockholm, 5–7 February 2013 (*Naturvårdsverket rapport* 6546:117) and 3rd International Bat Meeting, Berlin, 1–3 March 2013.
- BACH, L., P. BACH, A. FUSS, M. GÖTTSCHE, R. HILL, O. HÜPPOP, H. MATTHES, M. MEYER, H. POMMERANZ, B. RUSSOW, A. SEEBENS & A. BEIERSDORF (2013c) : Verfahrensweisung zur Untersuchung des Fledermaus-Zuggeschehens im Offshore-Bereich der Ostsee. In : BSH (Hrsg). *Standard Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4)*. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg und Rostock : 70-75.
- BAERWALD, E.F., G.H. D'AMOURS, B.J. KLUG & R.M.R. BARCLAY (2008) : Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18 (16) : pR 695-696.
- BAERWALD, E.F. & R.M.R. BARCLAY (2009) : Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. *Journal of Mammalogy*, 90(6) : 1341-1349.
- BAERWALD, E.F. & R. BARCLAY (2014) : Science-based strategies can save bats at wind farms. *Bats* 32 (2) : 2-4.
- BARANAUSKAS, K. (2010) : Diversity and abundance of bats (Chiroptera) found in bat boxes in East Lithuania. *Acta Zoologica Lituonica* 20 : 39–44.
- BARATAUD, M., D. DEMONTOUX, P. FAVRE, S. GIOSSA & J. GRANDADAM (2013) : Bioévaluation des peuplements du Mélèze commun (*Larix decidua*) dans le Parc National du Mercantour par l'étude des chiroptères en activité de chasse. *Le Rhinolophe*, Genève, 19 : 59-86.
- BARCLAY, R.M.R. & L.M. HARDER (2003) : Life histories of bats : life in the slow lane. *Bat Ecology* (eds. T.H. Kunz & M.B. Fenton), University of Chicago Press, Chicago, IL : 209-253.
- BAS, Y., A. HAQUART, J. TRANCHARD & H. LAGRANGE (2014) : Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. *Symbioses, Actes des 14^{èmes} Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM*, Bourges mars 2012, 32 : 83-87.
- BASTOS, R., M. SANTOS & J.A. CABRAL (2013) : A new stochastic dynamic tool to improve the accuracy of mortality estimates for bats killed at wind farms. *Ecological Indicators*, 34 : 428–440.
- BCT (2007) : Micro-turbine bat mortality incidents, received by the Bat Conservation Trust, 1 p.
- BCT (2014) : Tiny Bat Crosses the North Sea! Available : http://www.bats.org.uk/news.php/233/tiny_bat_crosses_the_north_sea
- BEHR, O. & O. VON HELVERSEN (2005) : Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark "Roßkopf" (Freiburg i. Br.). Unpubl. report for 2004, 37 pages + maps.
- BEHR, O. & O. VON HELVERSEN (2006) : Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Roßkopf“ (Freiburg i. Br.) im Jahre 2005. Unpubl. report for 2005 on behalf of Regiowind GmbH & Co. KG Freiburg, 32 pages + maps.
- BEHR, O., R. BRINKMANN, I. NIERMANN & F. KORNER-NIEVERGELT (2011) : Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In : BRINKMANN, R., BEHR, O., NIERMANN, I. & M. REICH, (Hrsg.) : *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen*. Umwelt und Raum 4 : 177-286.
- BEHR, O., K. HOCHRADEL, J. MAGES, M. NAGY, F. KORNER-NIEVERGELT, I. NIERMANN, R. SIMON, N. WEBER & R. BRINKMANN (2013) : Reducing bat fatalities at wind turbines in central Europe - How efficient are bat-friendly operation algorithms in a field-based experiment. *Conference on Wind Power and Environmental Impacts*, Stockholm, 5–7 February.
- BENNETT, V.J. & A.M. HALE (2014) : Red aviation lights on wind turbines do not increase bat-turbine collisions. *Animal Conservation*. doi : 10.1111/acv.12102
- BEUCHER, Y., V. KELM, F. ALBESPY, M. GEYELIN, L. NAZON & D. PICK (2013) : Parc éolien de Castelnau-Pegayrols (12) : Suivi plurian-



- nel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} années d'exploitation (2009-2001), 111 pages.
- BERNARDINO, J., R. BISPO, R. REBELO, M. MASCARENHAS & H. COSTA (2011) : Enhancing carcass removal trials at three wind energy facilities in Portugal. *Wildl. Biol. Pract.* 7(2) : 1-14.
- BERNARDINO J., R. BISPO, H. COSTA & M. MASCARENHAS (2013) : Estimating bird and bat fatalities at wind farms : a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. *New Zealand Journal of Zoology* 40 (1) : 63-74.
- BIO3. www.wildlifefatalityestimator.com.
- BISPO, R., G. PALMINHA, J. BERNARDINO, T. MARQUES, & D. PESTANA (2010) : A new statistical method and a web-based application for the evaluation of the scavenging removal correction factor. *Proceedings of the VIII Wind Wildlife Research Meeting, Denver, EUA*.
- BOSHAMMER, J.P.C. & J.P. BEKKER (2008) : *Nathusius' pipistrelles (Pipistrellus nathusii)* and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. *Lutra* 51(1) : 17-36.
- BRINKMANN, R., H. SCHAUER-WEISSHAHN & F. BONTADINA (2006) : Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany. Final report submitted by the Administrative District of Freiburg, Department of Conservation and Landscape management and supported by the foundation Naturschutzfonds.
- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (ed.) (2011) : *Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen*. Umwelt und Raum 4, 457 pages.
- BRUDERER, B. & A. POPA-LISSEANU (2005) : Radar data on wind-beat frequencies and flight speeds of two bat species. *Acta Chiropterologica* 7(1) : 73-82.
- CAMINA, A. (2012) : Bat fatalities at wind farms in northern Spain – lessons to be learned. *Acta Chiropterologica* 14(1) : 205-212.
- CHAPMANN, J.W., V.A. DRAKE & D.R. REYNOLDS (2011) : Recent insights from Radar studies of insect flight. *Annu. Rev. Entomol.* 56 : 337-356.
- CIECHANOWSKI, M. (2005) : Utilization of artificial shelters by bats (Chiroptera) in three different types of forest. *Folia Zool.* 54(1-2) : 31-37.
- COLLINS, J. & G. JONES (2009) : Differences in bat activity in relation to bat detector height : implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterologica* 11(2) : 343-350.
- CORBETTA, G. & T. MILORADOVIC (ed.) (2014) : *Wind in power : 2013 European statistics*. European Wind Energy Association (EWEA), 12 pages.
- CORNUT, J. & S. VINCENT (2010a) : Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. GCRA & LPO Drôme, 42 pages.
- CORNUT, J. & S. VINCENT (2010b) : Suivi de la mortalité de chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. *Le Bièvre* 24 : 51-57. Available : <http://co-rareregion.free.fr/images/bievre/bievre24.pdf>
- COX, R., C. ROBINSON & C. PENDLEBURY (2013) : Bats and offshore wind farms in the North Sea – is there a potential issue? Poster at the CWE in Stockholm 5-7 February 2013.
- CRYAN, P.M., P.M. GORRESEN, C.D. HEIN, M.R. SCHIRMACHER, R.H. DIEHL, M.M. HUSO, D.T.S. HAYMAN, P.D. FRICKER, F.J. BONACCORSO, D.H. JOHNSON, H. HESIT & D.C. DALTON (2014) : Behavior of bats at wind turbines. *PNAS*. doi : 10.1073/pnas.1406672111
- DAAN, S. (1980) : Long term changes in bat populations in The Netherlands : a summary. *Lutra* 22 : 95-105.
- DUBOURG-SAVAGE, M.J., L. RODRIGUES, H. SANTOS, P. GEORGIAKAKIS, E. PAPADATOU, L. BACH & J. RYDELL (2011) : Pattern of bat fatalities at wind turbines in Europe : comparing north and south. *Conference on Wind energy and Wildlife impacts*, 2-5 May 2011, Trondheim, Norway, NINA Report 693. *Proceedings*, poster abstract : 124.
- DULAC, P. (2008) : Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 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. & L. BACH (2004) : Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen - Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7* : 253-264.
- DÜRR, T. (2007) : Möglichkeiten zur Reduzierung von Fledermausverlusten an Windenergieanlagen in Brandenburg. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3) : 238-252.
- ERICKSON W., STRICKLAND D., JOHNSON G. & W. KERN (2000) : Examples of statistical methods to assess risk of impacts to birds from wind plants. *National avian, Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California* : 172-182.
- ERIKSSON, A., P. BACH, J. DE JONG & L. BACH (2013) : Studie av migrerande fladdermöss vid Södra Midsjöbanken, hösten 2012. Unpubl. report to E.ON Vind Sverige AB, 20 pages.
- FENTON, M.B. & D.R. GRIFFIN (1997) : High-Altitude Pursuit of Insects by Echolocating Bats. *Journal of Mammalogy* 78(1) : 247-250.
- FERRI, V., O. LOCASCIULLI, C. SOCCINI & E. FORLIZZI (2011) : Post construction monitoring of wind farms : first records of direct impact on bats in Italy. *Hystrix It. J. Mamm.* 22(1) : 199-203.
- FREY, K., L. BACH & P. BACH (2011) : Fledermauszug entlang der südlichen Nordseeküste. – Poster von der 10. Fachtagung der BAG Fledermausschutz, 1.-3.4.2011, Benediktbeuern.
- FREY, K., L. BACH, P. BACH & H. BRUNKEN (2012) : Fledermauszug entlang der südlichen Nordseeküste. *NaBiV* 128 : 185-204.
- FURE, A. (2006) : Bats and lighting. *The London Naturalist* 85 : 1-20.
- GEORGIAKAKIS, P., E. KRET, B. CÁRCAMO, B. DOUTAU, A. KAFKALETOU-DIEZ, D. VASILAKIS & E. PAPADATOU (2012) : Bat fatalities at wind farms in north-eastern Greece. *Acta Chiropterologica* 14 (2) : 459-468.
- GRINDAL, S.D. & R.M. BRIGHAM (1998) : Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. *J. Wildl. Manage* 62 (3) : 996-1003.
- GRODSKY, S.M., M.J. BEHR, A. GENDLER, D. DRAKE, B.D. DIETERLE, R.J. RUDD & N.L. WALRATH (2011) : Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy* 92(5) : 917-925.
- GRÜNKORN, T., A. DIEDERICH, B. STAHL, D. DÖRTE & G. NEHLS (2005) : *Entwicklung*

- einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Unpubl. report for Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 92 pages.
- GRUNWALD, T. & F. SCHÄFER (2007) : Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland. *Nyctalus* (N.F.) 12 (2-3) : 182-198.
- GRZYWINSKI, W., A. WEGIEL, J. WEGIEL, M. CIECHANOWSKI, R. JAROS, A. KMIECIK & P. KMIECIK (2014) : Bat activity in forests in the Beskid Mountains (The Carpathians, Poland). Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1-5 September 2014, Šibenik, Croatia : 72.
- HAYES, M.A. (2013) : Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. *BioScience* 63(12) : 975-979.
- HENSEN, VON F. (2004) : Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen. *Nyctalus* (N.F.) 9 (5) : 427-435.
- HORN, J.W., E.B. ARNETT & T.H. KUNZ (2008) : Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *The Journal of Wildlife Management* 72(1) : 123-132.
- HUNDT, L., K. BARLOW, R. CROMPTON, R. GRAVES, S. MARKHAM *et al.* (2012) : Bat Surveys – Good Practice Guidelines (2nd edition): Surveying for Onshore Wind Turbines. London, UK, Bat Conservation Trust. Available : http://www.bats.org.uk/data/files/Surveying_for_onshore_wind_farms_BCT_Bat_Surveys_Good_Practice_Guidelines_2nd_Ed.pdf
- HÜPPOP, O. (2009) : Bat migration on Helgoland, a remote island in the North Sea: wind assisted or wind drifted. Poster at the 1st International Symposium on Bat Migration, 16–18 January 2009, Berlin.
- HURST, J., H. SCHAUER-WEISSHAHN, M. DIETZ, E. HÖHNE, M. BIEDERMANN, W. SCHORCHT, I. KARST & R. BIEDERMANN (2014) : When are bats active in high altitude above the forest canopy? Activity data from wind masts allows prediction of times with high collision risks. Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1-5 September 2014, Šibenik, Croatia : 84.
- HUSO, M.M.P. (2010) : An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics* : doi : 10.1002/env.
- IUCN (2014) : The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 24 July 2014.
- JABERG, C. & A. GUISAN (2001) : Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. *Journal of Applied Ecology* 38 : 1169-1181.
- JAIN, A., P. KERLINGER, R. CURRY & L. SLOBODNIK (2007) : Annual Report for the Maple Ridge Wind Power Project : Post-construction Bird and Bat Fatality Study – 2006. Final Report. Curry and Kerlinger, LLC.
- JONES, G. (2009) : Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Final report, BCT, 150 pages.
- DE JONG, J. (1995) : Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriologica* 40 : 237-248.
- KALCOUNIS, M.C., K.A. HOBSON, R.M. BRIGHAM & K.R. HECKER (1999) : Bat activity in boreal forest : importance of stand type and vertical strata. *Journal of Mammalogy* 80 : 673-682.
- KELM, D.H., J. LENSKE, V. KELM, U. TOELCH & F. DZIOCK (2014) : Seasonal Bat Activity in Relation to Distance to Hedgerows in an Agricultural Landscape in Central Europe and Implications for Wind Energy Development. *Acta Chiropterologica* 16 (1) : 65-73. doi:10.3161/150811014X683273
- KEPEL, A., M. CIECHANOWSKI & R. JAROS (2011) : How to assess the potential impact of wind turbines on bats using bat activity surveys? A case study from Poland. XII European Bat Research Symposium, Vilnius, Lithuania, August 22-26 : 72.
- KIRKPATRICK, L., D. DENT, S. BAILEY & K.J. PARK (2014) : Bats in “ecological desert”: Activity and abundance of bats in commercial coniferous plantations. Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1-5 September 2014, Šibenik, Croatia : 92.
- KORNER-NIEVERGELT, F., P. KORNER-NIEVERGELT, O. BEHR, I. NIERMANN, R. BRINKMANN & B. HELLRIEGEL (2011) : A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildl. Biology* 17 (4) : 350-363.
- KORNER-NIEVERGELT, F., BRINKMANN R., I. NIERMANN & O. BEHR (2013) : Estimating Bat and Bird Mortality Occurring at Wind Energy Turbines from Covariates and Carcass Searches Using Mixture Models. *PLoS ONE* 8 (7) : e67997. doi:10.1371/journal.pone.0067997.
- KUNZ, T.H., ARNETT E.B., ERICKSON W.P., HOAR A.R., JOHNSON G.D., LARKIN R.P., STRICKLAND M.D., R.W. THRESHER & M.D. TUTTLE (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats : questions, research needs and hypotheses. *Frontiers in Ecology* 5 : 315-324.
- KUSCH, J. & F. SCHOTTE (2007) : Effects of fine-scale foraging habitat selection on bat community structure and diversity in a temperate low mountain range forest. *Folia Zoologica* 56 (3) : 263-276.
- KUSCH, J., C. WEBER, S. IDELBERGER & T. KOOB (2004) : Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoologica* 53 (2) : 113-128.
- LAGRANGE, H., E. ROUSSEL, A.-L. UGHETTO, F. MELKI, G. STEINMETZ & C. KERBIRIOU (2011) : Chirotech, A Multi-Factorial Mitigation process to reduce Bat fatalities at wind energy facilities. In : Hutson A.M., P.H.C. Lina (eds.) : XII European Bat Research Symposium – Programme, abstract, list of participants : 33.
- LAGRANGE, H., P. RICO, Y. BAS, A.-L. UGHETTO, F. MELKI & C. KERBIRIOU (2013) : Mitigating bat fatalities from wind-power plants through targeted curtailment : results from 4 years of testing of CHIROTECH®. Presentation at the CWE in Stockholm 5-7 February 2013 and at the 16th International Bat Research Conference, Costa Rica.
- LEHNERT, L.S., S. KRAMER-SCHADT, S. SCHÖNBORN, O. LINDECKE, I. NIERMANN & C.C. VOIGT (2014) : Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. *PLoS ONE* 9 (8) : e103106. doi:10.1371/journal.pone.0103106
- LIMPENS, H.J.G.A., W. HELMER, A. VAN WINDEN & K. MOSTERT (1989) : Bats (Chiroptera) and linear landscape elements: a review of our present knowledge of the importance of linear landscape elements to bats. *Lutra* 32 (1) : 1-20.



- LIMPENS, H.J.G.A. & K. KAPTEYN (1991) : Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis* 29 : 39-48.
- LIMPENS, H.J.G.A., M. BOONMAN, F. KORNER-NIEVERGELT, E.A. JANSSEN, M. VAN DER VALK, M.J.J. LA HAYE, S. DIRKSEN & S.J. VREUGDENHIL (2013) : Wind turbines and bats in the Netherlands – Measuring and predicting. Report 2013. 12, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg.
- LONG, C.V., J.A. FLINT, P.A. LEPPER & S.A. DIBLE (2009) : Wind turbines and bat mortality : Interactions of bat echolocation pulses with moving turbine rotor blades. *Proceedings of the Institute of Acoustics* 31 : 185-192.
- LONG, C.V., J.A. FLINT & P.A. LEPPER (2010a) : Wind turbines and bat mortality : Doppler shift profiles and ultrasonic bat-like pulse reflection from moving turbine blades. *J. Acoust. Soc. Am.* 128 (4) : 2238-2245.
- LONG, C.V., J.A. FLINT, M. KHAIRUL, A. BAKAR & P.A. LEPPER (2010b) : Wind turbines and bat mortality : Rotor detectability profiles. *Wind Engineering* 34 (5) : 517-530.
- LONG, C. V., J.A. FLINT & P.A. LEPPER (2011) : Insect attraction to wind turbines : does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research* 57 (2), 323-331.
- MAGES, J. & O. BEHR (2008a) : Übersicht über die Installation und den Betrieb des akustischen Detektorsystems "Batcorder" im Rahmen des Forschungsvorhabens "Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen", 30 pages.
- MAGES, J. & O. BEHR (2008b) : Ergänzende Anleitung für die Installation und den Betrieb des Detektors "Anabat SD1" im Rahmen des Forschungsvorhabens "Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen", 16 pages.
- MATHEWS, F., M. SWINDELLS, R. GOODHEAD, T. A. AUGUST, P. HARDMAN, D.M. LINTON & D. J. HOSKEN (2013) : Effectiveness of search dogs compared with human observers in locating bat carcasses at wind turbine sites : A blinded randomized trial. *Wildlife Society Bulletin* 37 : 34–40. doi: 10.1002/wsb.256
- MCCRACKEN, G.F., E.H. GILLAM, J.K. WESTBROOK, Y.-F. LEE, M.L. JENSEN & B.B. BALSLEY (2008) : Brazilian free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis* : Molossidae, Chiroptera) at high altitude : links to migratory insect populations. *Integrative and Comparative Biology* 48 (1) : 107-118.
- MEEDDM (2010) : Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens, 187 pages.
- MEDDE (2014) : Guide sur l'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens terrestres, 32 pages. Available : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_Eolien_especes_protegees-2.pdf
- MEYER, M.M. (2011) : Method validation and analysis of bat migration in the Fehmarn belt area between autumn 2009 and autumn 2010. Diploma Thesis Fachhochschule Osnabrück, 126 pages.
- MESCHKE, A. & K.G. HELLER (2000) : Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 66, 374 pages.
- MINDERMAN, J., C.J. PENDLEBURY, J.W. PEARCE-HIGGINS & K.J. PARK (2012) : Experimental Evidence for the Effect of Small Wind Turbine Proximity and Operation on Bird and Bat Activity. *PLoS ONE* 7 (7) : e41177. doi:10.1371/journal.pone.0041177.
- MINDERMAN, J., E. FUENTES-MONTEMAJOR, J.W. PEARCE-HIGGINS, C.J. PENDLEBURY & K.J. PARK (n.d.) Levels and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. In preparation.
- MITCHELL-JONES, A.J. (2004) : Bat Mitigation Guidelines. English Nature, Peterborough. Available : <http://publications.naturalengland.org.uk/file/111044>
- MÜLLER, J., R. BRANDL, J. BUCHNER, H. PRETZSCH, S. SEIFERT, C. STRÄTZ, M. VEITH & B. FENTON (2013) : From ground to above canopy – bat activity in mature forests is driven by vegetation density and height. *Forest Ecology and Management* 306 : 179-184.
- NATURAL ENGLAND (2007) : Disturbance and protected species : understanding and applying the law in England and Wales. Natural England, 24/8/07, 30 pages. Available : http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140605090108/http://www.naturalengland.org.uk/Images/esisd_tcm6-3774.pdf
- NICHOLLS, B. & P.A. RACEY (2007) : Bats Avoid Radar Installations : Could Electromagnetic Fields Deter Bats from Colliding with Wind Turbines? *PLoS ONE* 2(3) : e297. doi:10.1371/journal.pone.0000297
- NIERMANN, I., O. BEHR & R. BRINKMANN (2007) : Methodische Hinweise und Empfehlungen zur Bestimmung von Fledermaus-Schlagopferzahlen an Windenergiestandorten. *Nyctalus* (N.F.) 12 (2-3) : 152-162.
- NIERMANN, I., R. BRINKMANN, F. KORNER-NIEVERGELT & O. BEHR (2011) : Systematische Schlagopfersuche – Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In: Brinkmann, R., Behr, O., Niermann, I. & Reich, M. (ed.): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum 4: 40-115.
- PARK, K.J., A. TURNER & J. MINDERMAN (2013) : Integrating applied ecology and planning policy: the case of micro-turbines and wildlife conservation. *Journal of Applied Ecology* 50: 199-204. doi:10.1111/jpe.12005.
- PARSONS, K.N., G. JONES, I. DAVIDSON-WATTS & F. GREENAWAY (2003) : Swarming of bats at underground sites in Britain - implications for conservation. *Biol. Conservation* 111 (1): 63-70.
- PAULA, J., M.C. LEAL, M.J. SILVA, R. MASCARENHAS, H. COSTA & M. MASCARENHAS (2011) : Dogs as a tool to improve bird-strike mortality estimates at wind farms. *Journal for Nature Conservation* 19: 202-208.
- PAULDING, E., J. NOWAKOWSKI & W. GRAINGER (2011) : The use of dogs to perform mortality searches: cost effective and efficient. Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts, 2–5 May 2011, Trondheim, Norway, NINA Report 693, poster abstract: 114.
- PETIT, E. & F. MAYER (2000) : A population genetic analysis of migration: the case of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). *Molecular Ecology* 9 : 683-690.
- PÉRON, G., J.E. HINES, J.D. NICHOLS, W.L. KENDALL, K.A. PETERS & D.S. MIZRAHI (2013) : Estimation of bird and bat mortality at wind-power farms with superpopulation models. *Journal of Applied Ecology* 50(4) : 902-911.



- PHILLIPS, J.F. (1994) : The effect of a wind farm on the upland breeding bird communities of Bryn Tili, Mid-Wales : 1993-1994. RSPB, The Welsh Office, Bryn Aderyn, The Bank, Newtown, Powys.
- PLANK, M., K. FIEDLER & G. REITER (2011) : Use of forest strata by bats in temperate forests. *Journal of Zoology* : 286(2) : 154-169.
- POERINK, B. J., S. LAGERVELD & H. VERDAAT (2013) : Pilot Study. Bat Activity in the Dutch Offshore Wind Farms Owex and Pawp. The Fieldwork Company, Groningen, 19 pages.
- REICHENBACH, M. (2002) : Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung. Dissertation at the TU Berlin : 207 pages.
- RENEWABLEUK (2012) : Small and medium wind market report. Available : <http://www.renewableuk.com/en/publications/index.cfm/SMMR2012>
- RICO, P. & H. Lagrange (2011) : Chirotech, Bilan des tests d'asservissement sur le parc du Mas de Leuze (commune de Saint-Martin-de-Crau, 13) 2011. Rapport Biotope, contrat n°8 pour l'ADEME, 51 pages.
- RODRIGUES, L., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, J. GOODWIN & C. HARBUSCH (2008) : Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publ. Ser. 3: 51 pages. Available : http://www.eurobats.org/publications/eurobats_publication_series
- ROSCIONI, F., D. RUSSO, M. DI FEBBRARO, L. FRATE, M.L. CARRANZA & A. LOY (2013) : Regional-scale modelling of the cumulative impact of wind farms on bats. *Biodivers. Conserv.* 22 : 1821-1835. doi:10.1007/s10531-013-0515-3.
- ROSCIONI, F., H. REBELO, D. RUSSO, M. L. CARRANZA, M. DI FEBBRARO & A. LOY (2014) : A modelling approach to infer the effects of wind farms on landscape connectivity for bats. *Landscape Ecology* 29(5) : 891-903.
- RUSS, J.M., A.M. HUTSON, W.I. MONTGOMERY, P.A. RACEY & J.R. SPEAKMAN (2001) : The status of *Nathusius' pipistrelle* (*Pipistrellus nathusii* Keyserling and Blasius 1839) in the British Isles. *J. Zool. Lond* 254 : 91-100.
- RUSSO, D. & G. JONES (2003) : Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys : conservation implications. *Ecography* 26 : 197-209.
- RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES & A. HEDENSTRÖM (2010a) : Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12(2) : 261-274.
- RYDELL, J., L. BACH, M.-J. DUBOURG-SAVAGE, M. GREEN, L. RODRIGUES & A. HEDENSTRÖM (2010b) : Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *Eur. J. Wildl. Res.* 56 : 823-827.
- RYDELL, J., L. BACH, P. BACH, L. GUIA DIAZ, J. FURMANKIEWICZ, N. HAGNER-WAHLSTEN, E.-M. KYHERÖINEN, T. LILLEY, M. MASING, M.M. MEYER, G. PÉTERSONS, J. ŠUBA, V. VASKO, V. VINTULIS & A. HEDENSTRÖM (2014) : Phenology of migratory bat activity across the Baltic Sea and the south-eastern North Sea. *Acta Chiropterologica* 16(1) : 139-147.
- SANÉ, F. (2012) : Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Paou sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères : Bilan de 3 années de suivi (2008-2009-2010). ALEPE, rapport inédit pour EDF EN, 111 pages.
- SANTOS, H., L. RODRIGUES, G. JONES & H. REBELO (2013) : Using species distribution modelling to predict bat fatalities at wind farms. *Biol. Conserv.* 157 : 178-186. doi:10.1016/j.biocon.2012.06.017.
- SATTTLER, T. & F. BONTADINA (2006) : L'évaluation écologique de deux secteurs d'installations éoliens en France sur la base de la diversité et l'activité des chauves-souris. Unpubl. report : 41 pages.
- SCHAUB, A., J. OSTWALD & B.M. SIEMERS (2008) : Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology* 211 : 3174-3180.
- SEEBENS, A., A. FUSS, P. ALLGEYER, H. POMMERANZ, M. MÄHLER, H. MATTHES, M. GÖTTSCHE, M. GÖTTSCHE, L. BACH & C. PAATSCH (2013) : Fledermauszug im Bereich der deutschen Ostseeküste. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), 38 pages.
- SEICHE, K., P. ENDL & M. LEIN (2007) : Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen – Ergebnisse einer landesweiten Studie. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3) : 170-181.
- SFEPM (2012). Méthodologie pour le diagnostic chiroptérologique des parcs éoliens. 16 pages. Available : http://www.sfepm.org/pdf/Diag-SFEPM-eolien_vFinale.pdf
- SJOLLEMA, A. (2011) : Bat activity in the vicinity of proposed wind power facilities along the mid-Atlantic coast. Master thesis at University of Maryland Center for Environmental Science, 121 pages.
- SKIBA, R. (2011) : Fledermäuse in Südwest-Jütland und deren Gefährdung an Offshore-Windenergieanlagen bei herbstwanderungen über die Nordsee. *Nyctalus (N.F.)* 16 (1-2) : 33-44.
- SNH (2010) : Micro-renewables and nature conservation : a guide for householders and installers. Perth, UK : Scottish Natural Heritage. Available : <http://www.snh.org.uk/pubs/detail.asp?id=1451>. Accessed 12 April 2011.
- SNH (2012) : Assessing the impact of small-scale wind energy proposals on the natural heritage. Inverness, UK : Scottish Natural Heritage. Available : <http://www.snh.gov.uk/docs/A669283.pdf>
- SONNTAG, N., T. WEICHLER, S. WEIEL & B. MEYER (2006) : Blinder Passagier – Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) landet auf einem Forschungsschiff in der Pommerschen Bucht (südliche Ostsee). *Nyctalus (N.F.)* 11 (4) : 277-279.
- STONE, E.L., G. JONES & S. HARRIS (2009) : Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Current Biology* 19(13) : 1123-1127. doi:10.1016/j.cub.2009.05.058
- SZEWCZAK, J.M. & E.B. ARNETT (2008) : Field test results of a potential acoustic deterrent to reduce bat mortality from wind turbines. An investigative report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- ROLLINS, K.E., D. K. MEYERHOLZ, G.D. JOHNSON, A.P. CAPPARELLA & S.S. LOEW (2012) : A Forensic Investigation Into the Etiology of Bat Mortality at a Wind Farm: Barotrauma or Traumatic Injury? *Veterinary Pathology* 49 (2) : 362-371.
- THOMAS, D.W. (1995) : Hibernating bats are sensitive to nontactile human disturbance. *Journal of Mammalogy* 76(3) : 940-946.
- VERBOOM, B. & H. HUITEMA (1997) : The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology* 12 (2) : 117-125.



- VOIGT, C.C., A.G. POPA-LISSEANU, I. NIERMANN & S. KRAMER-SCHADT (2012) : The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153 : 80-86.
- WALSH, A.L. & S. HARRIS (1996a) : Foraging habitat preferences of Vespertilionid bats in Britain. *Journal of Applied Ecology* 33 : 508-518.
- WALSH, A.L. & S. HARRIS (1996b) : Factors determining the abundance of Vespertilionid bats in Britain : Geographical, land class and local habitat relationships. *Journal of Applied Ecology* 33 : 519-529.
- WALTER, G., H. MATTHES & M. JOOST (2004) : Fledermausnachweise bei Offshore-Untersuchungen im Bereich von Nord- und Ostsee. *Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat)* 3 (2) : 8-12.
- WALTER, G., H. MATTHES & M. JOOST (2007) : Fledermauszug über Nord- und Ostsee – Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3) : 221-233.
- WARREN-HICKS, W., J. NEWMAN, R. WOLPERT, B. KARAS & L. TRAN (2013) : Improving methods for estimating fatality of birds and bats at wind energy facilities. Public Interest Energy Research (PIER) Program. Final Project Report. California Energy Commission. February 2013.
- WINKELMAN, J.E. (1989) : Vogels e het windpark nabij Urk (NOP) : aanvarings slachtoffers van versterking van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15 : 169 pages.
- WOJCIUCH-PLOSKONKA, M. & B. BOBEK (2014) : The effect of forest habitat-types and age classes of tree stands on the population densities of bats and nocturnal insects in the Niepolomice Forest, Southern Poland. Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1–5 September 2014, Šibenik, Croatia : 169.
- WWEA (2012) : Small Wind Report 2012. Bonn, Germany : World Wind Energy Association.
- ZAGMAJSTER, M., T. JANCAR & J. MLAKAR (2007) : First records of dead bats (Chiroptera) from wind farms in Croatia. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3) : 234-237.

10 Glossaire

Analyse de conflit – étude systématique du profil, des causes, des acteurs et des dynamiques d'un conflit.

Cadrag – première étape, essentielle, d'une étude d'impact sur l'environnement, et qui suit généralement le « screening » processus de détermination du contenu et de l'étendue des questions devant être traitées dans les informations environnementales à soumettre aux autorités compétentes pour les plans et projets soumis à **EIE** ou **ESE**. En général le cadrag sert à identifier au moins : les sujets importants à couvrir par l'évaluation, les périodes appropriées et les limites spatiales de l'étude, l'information nécessaire à la prise de décisions, les effets importants et les facteurs à étudier en détails et parfois aussi les alternatives envisageables aux plans ou projets proposés et devant être ré-examinés.

Compensation (mesure de) – action destinée à régler les impacts négatifs résiduels sur l'environnement, qui ne peuvent être évités ou réduits, tels que la perte d'habitat, la blessure ou la mort d'individus.

Détecteur automatique d'ultrasons – dispositif d'enregistrement automatique des cris d'écholocation des chauves-souris, pouvant être laissé sans surveillance sur le terrain.

Détecteur manuel d'ultrasons – système pour détecter les cris d'écholocation des chauves-souris permettant à l'opérateur « d'entendre », d'enregistrer ou d'identifier les chauves-souris sur le terrain.

Directive Habitats – Directive 92/43/EEC du Conseil du 21 Mai 1992 sur la conser-

vation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

Distance de l'éolienne – distance la plus courte en ligne droite entre un point donné ou une ligne et le cercle horizontal centré sur l'axe du mât de l'éolienne et dont le rayon est égal à la longueur de la pale (valeur approximative).

Effet cumulatif – effet combiné sur l'environnement causé par un projet de développement conjointement avec d'autres développements passés, présents et raisonnablement probables et d'autres activités humaines.

Eoliennes « offshore » – éoliennes construites en mer ou sur de grandes étendues d'eau.

Eoliennes « onshore » – éoliennes construites à terre.

Etude d'impact sur l'environnement (EIE) – procédure nationale pour évaluer les effets environnementaux possibles des projets publics et privés pouvant avoir des effets importants sur l'environnement (cf. par ex. Directive du Conseil 85/337/EEC).

Evaluation stratégique environnementale (ESE) – procédure visant à intégrer des considérations environnementales dans la préparation et l'adoption de plans et de programmes en vue de promouvoir un développement soutenable (cf. par ex. la Directive 2001/42/EC).

Evitement (mesure d') – action destinée à éviter les impacts négatifs sur l'environnement tels que la perte d'habitat, la blessure ou la mort des animaux.

Impact transfrontalier – tout impact produit par une activité située dans un pays et



affectant une région sous juridiction d'un autre pays ou de plusieurs autres.

Infrastructures connexes du parc éolien

– elles incluent les routes d'accès, les sous-stations et les câbles de connexion au réseau électrique qui peuvent être aériens ou souterrains ; elles peuvent même inclure des mâts de mesures météorologiques distincts sur des parcs éoliens de grande envergure pour permettre un suivi précis du rendement.

Indice d'activité de chauves-souris – valeur numérique exprimée en unités d'activité (par ex. passages de chauves-souris) par heure, déterminée pour chaque relevé à chaque point d'écoute ou section fonctionnelle de transect (aussi bien pour la totalité du parc que pour une partie choisie), calculée séparément pour des espèces individuelles ou des groupes d'espèces (et pour toutes les chauves-souris). Le terme « indice moyen d'activité des chauves-souris » peut en outre être utilisé dans le sens de valeur numérique exprimée en unités d'activité par heure, déterminée pour une période donnée – par ex. pour les migrations d'automne ou pour l'année complète – et calculée comme la moyenne arithmétique d'indices enregistrés dans une période donnée ou autrement, selon la méthodologie applicable.

Mesures ERC – mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts

Migration – déplacement régulier, généralement saisonnier, de toute une population animale ou d'une partie seulement, d'une région donnée vers une autre.

Mise en drapeau – réglage de l'angle des pales du rotor parallèlement au vent ou en orientant l'ensemble pour qu'il n'ait pas prise au vent, afin de ralentir ou de stopper la rotation des pales. Le rotor n'est pas bloqué pen-

dant cet arrêt et il peut tourner librement à vitesse très faible.

Modification de puissance (ou "repowering")

– augmenter la capacité de production d'un site éolien en installant des aérogénérateurs plus performants ou des pales sur des éoliennes existantes, ou remplacer ces dernières par d'autres plus performantes. Avec l'amélioration de la technologie, la tendance générale est au remplacement des anciennes éoliennes, plus petites, par des aérogénérateurs plus grands, plus efficaces et moins nombreux. En Allemagne le terme « repowering » réfère seulement au remplacement d'éoliennes plus petites par des nouvelles, moins nombreuses, sans augmentation de la capacité de production.

Petites ou micro-éoliennes (en anglais SWT)

– il n'existe pas de définition globalement acceptée de "petite éolienne", mais la limite supérieure des définitions des différents pays varie typiquement de 15 à 100 kW de capacité de production (World Wind Energy Association 2013). Une distinction est parfois faite entre les micro-éoliennes (0-1,5 kW), les petites (1,5 -50 kWA) et les moyennes (50-100 kW (RenewableUK 2012)).

Principe de précaution – là où il existe des risques d'impacts graves et irréversibles, le manque de certitude scientifique ne doit pas être une raison pour différer des mesures rentables destinées à prévenir la dégradation de l'environnement (Nations Unies – Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement 1992).

Réduction (mesure de) – action entreprise pour atténuer, réduire ou minimiser tout impact négatif sur l'environnement tel qu'une perte d'habitat, la blessure ou la mort d'ani-

maux, là où il n'est pas possible d'éviter de tels impacts.

Regroupement (ou "swarming") – Le regroupement automnal de certaines espèces de vespertilionidés (en particulier les *Myotis*, *Plecotus*, *Eptesicus* et *B. barbastellus*) a lieu en fin d'été et en automne. *Pl. auritus* connaît aussi un regroupement printanier. Les chauves-souris peuvent parcourir de nombreux kilomètres pour gagner des sites souterrains (sites de « swarming »), arrivant plusieurs heures après le crépuscule, entrant, sortant et volant aux alentours, puis repartant avant l'aube. Le regroupement au lever du jour (« dawn swarming ») fait aussi référence au vol circulaire pratiqué par certaines espèces devant l'entrée d'un gîte (en particulier des gîtes de parturition) avant que les chauves-souris n'y entrent à l'aube.

Screening – processus permettant de déterminer si une **EIE** est nécessaire ou non (en général sur la base d'une législation nationale et/ou de l'U.E.) – dans le cas des éoliennes il doit tenir compte du point 5 de la résolution 7.5 d'EUROBATS qui demande aux Parties de l'Accord d'évaluer l'impact des projets éoliens sur les chauves-souris.

Swarming – voir regroupement.

Transit – déplacement d'une chauve-souris entre un gîte et un terrain de chasse, entre deux terrains de chasse ou deux gîtes.

Vitesse de vent de démarrage – la vitesse de vent à laquelle une éolienne commence à produire de l'électricité. Elle est fonction du modèle, mais se situe en général entre 2,5 et 4 m/s. Les éoliennes plus modernes, plus grandes, peuvent être programmées avec précision pour démarrer à des vitesses de vent plus élevées.

Remerciements

Nous remercions Eeva-Maria Kyheröinen, Joana Bernardino, Katherine Walsh, Frank Adorf, Michel Perret, Paul Racey, Primož Presetnik, Rita Bastos et Robert Raynor pour leurs très précieux commentaires et contributions à ce document.

Nous sommes reconnaissants à Mme Jean Matthews (Natural Resources Wales, Royaume-Uni) pour sa généreuse contribution à la révision du texte et à Suren Gazaryan (Secrétariat d'EUROBATS) pour son assistance lors des derniers stades de la préparation des Recommandations.



Annexe 1 : Etudes réalisées en Europe (mise à jour du tableau 1 de la publication n°3 d'EUROBATS)

Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Albouy (2010) , Roque-taillade, Aude, France	15 mai - 30 septembre 2009	Milieu ouvert (pâturages avec arbustes et arbres disséminés, quelques champs de céréales)	8 éol. x 660 kW ; mât 47 m ; rotor ø 47m. 20 éol. x 850 kW ; mât ? ; rotor ø 52m
Albrecht & Grünfelder (2011) , Neustadt an der Waldnaab, Bavière, Allemagne	16/17 juillet 2009 ; 19/20 août 2009	Ca. 630 m, terres agricoles près d'une forêt mixte	Pas de données
ALEPE (2012) , Chastel-Nouvel, Rieutort de Randon et Servièrès (Lozère 48), France	24 avril - 20 octobre 2008 ; 25 août - 07 octobre 2009 ; 26 juillet - 22 septembre 2010	Plantations de résineux, pins sylvestres et bouleaux, pâturages au milieu	7 éol. x 2000 kW mât 80 m ; rotor ø 82m
Allouche (2011) , Mas de Leuze, France	12 juillet - 01 octobre 2011	Herbages, buissons, 30% champs de céréales	9 éol. x 800 kW ; mât 50m
Alves et al. (2006a) , Chão Falcão I, Portugal	mars - novembre 2005	Arbustes, eucalyptus	15 éol.
Alves et al. (2006b) , Candeeiros I, Portugal	mars - novembre 2005	Arbustes, eucalyptus, pins	26 éol.
Alves et al. (2007a) , Freita I e II, Portugal	août - octobre 2006	Arbustes, pins	16 éol.
Alves et al. (2007b) , Candal/Coelheira, Portugal	mars - octobre 2006	Arbustes, pinèdes claires	20 éol.
Alves et al. (2007b) , S. Pedro, Portugal	mars - octobre 2006	Arbustes	5 éol.
Alves et al. (2009a) , Pinhal Interior (Furnas), Portugal	mars - octobre 2006 - 2007	Arbustes	6 éol.
comme ci-dessus.	mars - octobre 2006 - 2007	Arbustes	18 éol.
comme ci-dessus.	mars - octobre 2006 - 2007	Arbustes	6 éol.
Alves et al. (2009b) , Gardunha, Portugal	août - octobre 2007	Arbustes, pins	16 éol. en août, 17 en septembre, 26 en octobre.
Alves et al. (2010) , Pinhal Interior (Proença I e II), Portugal	mars - octobre 2007	Arbustes, pins	21 éol.
Aminoff et al. (2014) , Finlande	mai - octobre 2014	Gravier, arbustes, buissons denses.	15 éol.

Méthodes	Résultats
SA : analyse de 148 heures d'enregistrements - SM : pas de données.	SA : 108 Pkuh/Pnat, 157 Ppip, 147 Tten, 36 Hsav, 4 Pspp. SM : 17 Hsav, 6 Ppyg, 5 Ppip, 1 Pspp., 1 N/i
SA : enregistrements synchrones des cris de chauves-souris par Batcorder à 3 hauteurs différentes (ballon à hélium à hauteur prévue des pales et à 20m, à 2m sur un mât.	Signaux de Enil, Ppip, Pnat, Ppyg et Mmys/Mbra. Probablement aussi Vmur
SM 2008 : 22 contrôles (1jour/8,1j./18). 2009 : 22 contrôles (1j./2) ; 2010 : 27 contrôles (1j./2, 1j./19) ; RAC 60 m, TED.	2008 : 6 cadavres (5 Ppip, 1 Nlei) 2009 : 20 cs (9 Ppip, 4 Nlei, 1 Hsav, 6 n/i). 2010 : aucun cadavre de cs. EM : pas de correction surfacique car tous les cadavres étaient dans un cercle de 15m de rayon autour du mât de l'éol. 5 estimateurs testés, la formule de Huso semble être la plus exacte, 2008 : 5,9-6,4 cs/éol/7, 9 semaines ; 2009 : 14 cs /éol/5,4 semaines ; 2010 : 0 cs/éol/8,3 semaines.
SM : contrôles tous les 3 jours sous 8 éol. Accès impossible pour une, RAC 40m, TED. Pas de correction surfacique car 100% pour 8 éol et 95% pour une. 8 éol. régulées (4 à la fois avec 4 éol. de contrôle) avec le système Chirotech (7 semaines de régulation, 7 périodes).	54 cadavres de cs (seulement 51 pendant la période de contrôle). Pour la période considérée, mortalité estimée 82.15 cs/éol. (formule de Erickson) c.-à-d. 4.5 de moins en 2011 qu'en 2009, mais le nombre de cadavres trouvés / éol seulement 1.4 de moins qu'en 2011. Perte de production calculée: <0,15% (Biotope)
SM : contrôles deux fois par mois, RAC 46 m, TED (printemps, été, automne).	Pas trouvé de cadavre de cs.
comme ci-dessus	1 cadavre (Msch) ; EM 0,65 cs/éol/an (9 mois).
Contrôles hebdomadaires, RAC 50m, TED (printemps).	4 cadavres: 2 Ppip, 1 Ppip/Ppyg, 1 Tten. 0,4 cs/éol/an (3 mois).
contrôles hebdomadaires, RAC 50 m ; TED (automne).	29 cadavres: 13 Ppip, 4 Hsav, 9 Nlei, 1 Nspp., 1 Tten, 1n/i. EM 6 cs/éol/an (8 mois).
comme ci-dessus.	15 cadavres: 4 Ppip, 2 Pspp., 5 Nlei, 4 n/i. EM 12 cs/éol/an (8 mois)
Contrôles hebdomadaires, RAC 46 m ; TED (printemps, été, automne).	2006 : pas trouvé de cadavre. 2007 : 1 Hsav ; EM 1,41 cs/éol/an (8 mois).
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre
comme ci-dessus.	2006 : 1 Pkuh ; EM 1,41 cs/éol/an (8 mois) 2007 : pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	5 cadavres: 3 Ppip/Ppyg, 1 Pkuh, 1 Hsav ; EM 3,8 cs/éol/an (3 mois)
comme ci-dessus.	2 cadavres (Ppip + Nlei), EM 0,8 cs/an (8 mois).
SM : contrôles toutes les 3 semaines, en automne 2 jours consécutifs pour la migration ; RAC 50 m ou 30 m (pour les petites éol.), divisés en secteurs. TED pour catégoriser les habitats.	2 cadavres (Enil), pas d'estimation de la mortalité.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Amorim (2009) , Candal Coelheira, Portugal	2007	Crête NW-SE, altitude 1000-1200 m ; totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; buissons bas, formations arbustives et affleurements rocheux.	20 éol.
Amorim et al. (2012) , Freita and Arada Hills, NW Portugal	mars - octobre 2007 (sauf juillet)	Parcs éoliens le long de deux crêtes parallèles distantes de 1400 m et à 1050–1150 m. Broussailles basses et clair-semées, zones rocheuses dispersées. Trois plans d'eau et deux complexes miniers abandonnés entre 190 et 3300 m du PE. Mines classifiées comme gîtes d'importance nationale en raison de la présence de grandes colonies d'hibernation de 5 espèces de CS.	20 éol. en deux PE (10 dans le PE I et 10 dans le PE II), 2 modèles d'éol., mât 68 m, pales de 32,8 m de long.
Aves environnement & GCP (2009) , St-Martin-de-Crau, France	15 mars - 30 septembre 2009	Herbages, arbustes et 30 % champs de céréales	9 éol.
Bach & Bach (2008) , Allemagne	15 juillet - 15 octobre 2008	Littoral de la mer du Nord	ENERCON E-33, 3 éol.
Bach & Bach (2010) , Allemagne	15 juillet - 15 octobre 2009	Littoral de la mer du Nord	ENERCON E-33, 7 éol.
Bach & Bach (2012) , Ellenserdammersiel près de Varel, Allemagne	01 juillet - 15 octobre 2012	Herbages, pâturages de bovins et équins	5 éol., 3 Nordex, mât 90m, rotor ø 90m
Bach & Bach (2013a) , Wiesmoor, Allemagne	30 avril - 31 octobre 2012 (169 nuits)	Terres agricoles	5 éol., ENERCON E 82, mât 102m, rotor ø 82m.
Bach & Bach (2013b) , Friesland, Allemagne	29 juin - 15 octobre 2012 ; 30 juin - 15 octobre 2013 (215 nuits)	Zone agricole, pâtures.	5 éol., Nordex, mât 90m, rotor ø 90m.

Méthodes	Résultats
SM : RAC 60 m., contrôles hebdomadaires pour toutes les éol., TED ; recherche de cadavres et utilisation de l'espace par les cs.	48 carcasses (14 Nlei ; 24 Ppip ; 10 autres). EM 9,55 cs/éol (la plupart à la fin de l'été). Relation entre utilisation de l'espace et mortalité.
SM : Recherche de cadavres dans le PE I et PE II, deux jours consécutifs par semaine, le matin suivant un relevé acoustique, RAC de 50m autour de chacune des 20 éol. Transects aléatoires à pied, parcourus à faible vitesse pendant 30 min (ou 15 min avec 2 contrôleurs). Pour chaque aire contrôlée, 3 classes de visibilité (forte, moyenne et faible) et les zones non contrôlées ont été cartographiées (SIG) selon le protocole de ARNETT <i>et al.</i> (2005). Tous les cadavres ont été ramassés et congelés pour permettre une identification complémentaire. Enregistrement de l'emplacement du cadavre avec un GPS, un mètre-ruban de 50m et une boussole militaire, classe de couverture végétale (visibilité) notée. SA : hebdomadaire, commençant 45 min après le coucher du soleil et pendant 3 heures (relevé de 10 min à chaque point échantillonné). 20 points de relevé acoustique ont été définis (un par éol., un à 25 m de l'éol., sur un azimut aléatoire. PE I et PE II ont été suivis deux jours consécutifs avec des points de relevé en ordre aléatoire. Pour déterminer l'activité, le nombre de passages de cs pendant la période d'échantillonnage fut compté. L'activité fut enregistrée avec un DU (D240x, Pettersson Elektronik) connecté à un enregistreur numérique uniquement au sol. Etude réalisée seulement les nuits sans pluie ni brouillard, ni vent fort (supérieur à 3.5 m/s au niveau du sol). Analyse des séquences de cs avec un logiciel d'analyse du signal.	SM : 48 cadavres (573 recherches de cadavres ; mortalité moyenne de cs 0.08 ± 0.18 cadavres/relevé). 2 Hsav, 14 Nlei, 25 Ppip, 4 Pspp., 4 n/i. SA : 838 contacts de cs enregistrés - moyenne de l'activité 5.90 ± 11.3 contacts/relevé. 422 contacts identifiés: 12% Nlei, 58% Pspp. Espèces détectées : Eser, Hsav, Mbly, Mmyo, Nssp., Nlei, Pkhu, Ppip, Pspp., Plspp., Tten.
SM : Contrôles tous les 3 jours (15/03-15/05 et 16/08-30/09) et une fois par semaine (16/05-15/08). Tests pour la prédation (4) et la détectabilité (4) et facteur de correction pour la surface non contrôlée (cultivée).	100 cadavres (90% Pspp. et 1 Tten, 1 Mema, les autres non encore identifiés).
SM : contrôles tous les 3 jours, RAC 40 m autour des éoliennes, TED.	EM : 3,1 /an
comme ci-dessus.	EM : 1,6 /an
SM : 36 jours de contrôle sous les 5 éoliennes, tous les 3 jours (matin, 45 min par éol.), RAC 50 m (sauf pour les zones à végétation dense), TED. SA sur 3 éol. avec Ana-Bat-SD1 par éol. (hauteur de rotor), 108 nuits	5 cadavres (4 Pnat, 1 Nnoc) trouvés. EM : probablement 3.2 cs/éol/période étudiée. SA : Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg.
SM : comme ci-dessus. SA avec AnaBat-SD2 par éolienne (4m et à hauteur de rotor).	Pas trouvé de cadavre. SA : cris de Nnoc, Nlei, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Mdas, Plspp.
SM : comme ci-dessus. SA autour de deux éol. avec le système d'enregistrement Avisoft.	13 cadavres (10 Pnat ; 3 Nnoc). EM : probablement 4,2 cs/éol/an. SA : Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Bach & Bach (2013c) , Friesland II, Allemagne	01 mars - 15 mai 2013 ; 2 éol. : 11 juillet - 15 octobre 2013 ; 2 éol. : 01 août - 15 octobre 2013	Terres agricoles, pâtures.	4 éol., REPower ; mât 98 m ; rotor ø 104m
Bach & Bach (2013d) , Wiesmoor, Allemagne	24 mai - 31 octobre 2012 (165 nuits)	Terres agricoles	6 éol., ENERCON E 82, mât 102m, rotor ø 82m.
Bach et al. (2011a) , Wiesmoor, Allemagne	24 mai - 31 octobre 2011 (165 nuits)	Terres agricoles	6 éol., ENERCON E 82, mât 102m, rotor ø 82m.
Bach et al. (2011b) , Timmeler Kampen près de Bagband, Allemagne	29 mars - 01 octobre 2011	Terres agricoles avec quelques haies et des arbres.	18 éol., 3 ENERCON E 82, mât 108m, rotor ø 82m and 15 E66, mât 98m.
Bach et al. (2014) , Walsrode, Allemagne	15 juillet - 15 octobre 2013 (91 nuits)	Terres agricoles	12 éol., Nordex N-100, mât 100m, rotor ø 100m.
Bach & Niermann (2010a) , Allemagne	avril - novembre 2009	Paysage mixte, terres agricoles et forêt	Vestas V 100, 6 éol.
Bach & Niermann (2010b) , Langwedel, Allemagne	01 avril - 31 novembre 2009 ; 01 avril - 31 novembre 2010	Terres agricoles et forêt mixte	5 éol. (Vestas V90 mât 125m ; rotor ø 90m
Bach & Tillmann (2012) , Belum, Cuxhaven, Allemagne	avril - octobre 2012	Herbages, altitude moyenne de 3 m	2 éol. (2MW), (AN BONUS mât 69m ; rotor ø 76m)
Barreiro et al. (2007) , Candeeiros I, Portugal	mars - octobre 2006	Arbustes, eucalyptus, pins	26 éol.
Barreiro et al. (2007) , Candeeiros II, Portugal	septembre - octobre 2006	Arbustes, eucalyptus, pins	11 éol
Barreiro et al. (2009) , Mosqueiros I, Portugal	mai - octobre 2008	Arbustes	4 éol.
Beucher et al. (2013) , Castelnau-Pegayrols, Aveyron, France	2009 - 2012	Crête boisée avec pâturages, altitude de 1075-1090 m	13 éol., Enercon E70 (de 2.3 MW), mât 65m, rotor ø 71m
Beucher & Lecoq (2009) , Canet de Salars, Aveyron, France	15 juin - 15 octobre 2008	Plateau avec cultures, herbages intensifs et quelques haies	6 éol. VESTSA V90
BFL (2011a) , Ober-Flörsheim (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne		Milieu agricole ouvert à basse altitude	4 éol. : GE ; NEC-Micon ; Enercon. (mâts : 68m ; 68m ; 80m rotor ø : 38m ; 38m ; 70m)

Méthodes	Résultats
SM : comme ci-dessus, sous 4 éoliennes. RAC : 50m autour de l'éol. (sauf dans zones à végétation dense), TED. SA pour 4 éol. avec Anabat SD1.	8 cadavres (6 Pnat ; 2 Nnoc). EM : probablement 3,6 cs/éol/an. SA : Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg.
SM : comme ci-dessus, sous 6 éol. SA avec 2 AnaBat-SD2 par éol. (4m et hauteur de rotor).	3 cadavres (3 Pnat). EM : probablement 2,7 cs/éol/an. SA : Nnoc, Nlei, Vmur, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Plspp.
comme ci-dessus.	3 cadavres (Pnat, 2 Eser). EM : probablement 2 cs/éol/an. SA : Nnoc, Nlei, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Plspp.
SM : 26 jours de contrôle de mortalité, tous les 3 jours (matin 20 min par éol.) sous 18 éol., RAC 50 m (sauf dans les zones à végétation dense), TED. SA : 217 nuits pour 3 éol. avec 2 AnaBat-SD1 par éol. (4 m et hauteur de rotor).	2 cadavres (Mdas, Nnoc). EM : probably 0.4 cs/éol/ période d'étude. SA : cris de Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Mspp.
SM : tous les 3 jours sous 7 éol. RAC 50 m (sauf dans zones à végétation dense), TED. SA pour 2 éol avec système d'enregistrement Avisoft.	21 cadavres (12 Pnat ; 3 Ppip, 1 Ppyg, 5 Nnoc). SA : Nnoc, Nlei, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Plspp.
SM : contrôles tous les 2 jours pendant la migration de printemps et d'automne ; été : contrôles tous les 3 jours ; RAC 50 m ; TED	EM 4 cs/an
SM : tous les 2 ou 3 jours sous 5 éol. RAC 50m (sauf dans les zones à végétation dense) ; TED. SA avec un AnaBat SD1 par éol. (à hauteur de rotor)	11 cadavres trouvés (7 Nnoc, 3 Pnat, 1 Nlei) EM : probablement 2 ou 4 cs/éol/an . SA : Nnoc, Nlei, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg.
SM : comme ci-dessus, sous 2 éol. SA : comme ci-dessus.	12 cadavres (1 Pspp., 8 Pnat, 1 Ppip, 1 Nlei, 1 Nnoc) : EM : 8.5 cs/éol/6 mois ou 4.2 cs/MW/6 mois.
SM : contrôles hebdomadaires ; RAC 46 m ; TED (printemps, été, automne).	3 cadavres (Pip sp, Nlei, 1 n/i) ; EM 0,5 cs/éol/an (8 mois).
comme ci-dessus.	pas de cadavre trouvé.
SM : recherches hebdomadaires ; RAC 50 m ; TED (automne).	2 cadavres (Ppip + Tten), EM 3,6 cs/an (6 mois)
SM 2009 (35 contrôles) : 1 fois par semaine dernière quinzaine de mai, première semaine de juin et les 2 dernières semaines de septembre ; 2 contrôles/semaine du 05/06 au 20/09. SM 2010 (40 contrôles) : une fois par semaine en mai et dernière semaine de septembre ; 2 fois par semaine du 31/05 au 24/09. SM 2011 (36 contrôles du 18/05 to 30/09 : une fois par semaine en mai, 2 fois par semaine en juin, juillet, août et septembre. SM 2012 : tous les jours sous 2 éol., juillet-octobre (EXEN). TED (3 ans). SA 2009-2011, à hauteur de nacelle.	2009 : 98 cadavres : 2 Hsav, 15 Pkuh, 57 Ppip, 9 Pspp., 1 Vmur, 7 Nlei, 2 Nlas, 4 Ppyg. 2010 : vitesse de démarrage à 6.5 m/sec et éclairage de sécurité éteint : 2 cadavres (Ppip). 2011 : vitesse de démarrage à 5.5 m/sec et éclairage de sécurité éteint: 3 cadavres (2 Ppip, 1 Pkuh). 2012 : bridage de 2 éoliennes et différents DU dans les nacelles, 4 cadavres (Ppip) sous ces éoliennes.
SM : recherche de cadavres autour des éol. (100m x 100m), deux fois par semaine, avec TED.	10 cadavres (7 Ppip, 1 Pkuh, 1 Ppip/Ppyg, 1 n/i) : 1 en juin, 3 fin juillet, 5 en août, 1 mi-octobre.
SM : RAC 50 m., quotidiennement pendant 10 jours par mois, avec TED : correction surfacique tous les 2 mois. SA avec Batcoorder.	2 cadavres : 1 Nlei, 1 Ppip.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
BFL (2011b) , Naurath (Landkreis Trier-Saarburg), Allemagne		Forêt de montagne	1 éol. : Enercon E 70 (mât : 85m, rotor ø : 70m)
BFL (2011c) , Lingerhahn (Rhein-Hunsrück-Kreis), Allemagne		Forêt de montagne	2 éol. : REpower MM92 (mât : 100m, rotor ø : 92.5m)
BFL (2011d) , Uhler (Rhein-Hunsrück-Kreis), Allemagne		Forêt de montagne	2 éol. : Vestas V90 (mât : 105m, rotor ø : 90m)
BFL (2011e) , Wörrstadt-Ost (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne		Milieu agricole ouvert à basse altitude	2 éol. : Enercon E82 (mât : 135m, rotor ø : 82m)
BFL (2012a) , Beltheim (Landkreis Rhein-Hunsrück), Allemagne		Forêt de montagne	1 éol. : Enercon E82 (mât : 138m, rotor ø : 82m)
BFL (2012b) , Elmersberg (Landkreis Neunkirchen), Allemagne		Forêt de montagne	1 éol. : Enercon E53 (mât : 73m, rotor ø : 53m)
BFL (2012c) , Mainstockheim (Landkreis Kitzingen), Allemagne	2011	Milieu agricole ouvert à basse altitude	1 éol. : Vestas V90 (mât : 105m, rotor ø : 90m)
BFL (2012d) , Reppendorf (Landkreis Kitzingen), Allemagne	2009 - 2011	Milieu agricole ouvert à basse altitude	1 WT: Vestas V90 (mât : 105m, rotor ø : 90m)
BFL (2013a) , Naurath (Landkreis Trier-Saarburg), Allemagne		Forêt de montagne	1 éol. : Enercon E70 (mât : 85m, rotor ø : 70m)
BFL (2013b) , Bedesbach/Welchweiler (Landkreis Kusel), Allemagne		Forêt de montagne	1 éol. : Vestas V90 (mât : 80m, rotor ø : 90m)
BFL (2013c) , Kleeberg (Landkreis Neunkirchen), Allemagne	2012	Forêt de montagne	1 éol. : Enercon E53 (mât : 73m, rotor ø : 53m)
BFL (2013d) , Beltheim (Landkreis Rhein-Hunsrück), Allemagne	2011 - 2012	Forêt de montagne	1 éol. : Enercon E82 (mât : 138m, rotor ø : 82m)
BFL (2013e) , Gabsheim (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne	2012	Milieu agricole ouvert à basse altitude	2 éol. : Enercon E101 (mât : 138.5m, rotor ø : 101m)
BFL (2013f) , Heimersheim (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne	2012 - 2013	Milieu agricole ouvert à basse altitude	3 éol. : REpower 3.4M104 (mât : 128m, rotor ø : 104m)
BFL (2013g) , Lingerhahn (Rhein-Hunsrück-Kreis), Allemagne	2011 - 2012	Forêt de montagne	2 éol. : REpower MM92 (mât : 100m, rotor ø : 92.5m)

Méthodes	Résultats
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
SM : RAC 50 m., quotidiennement pendant 10 jours par mois avec TED : correction surfacique tous les 2 mois. SA avec Batcorder.	2 cadavres : 1 Ppip, 1 Nlei.
comme ci-dessus.	1 cadavre : Nlei.
SA avec Batcorder. Pas de SM.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
SM : RAC 50 m., quotidiennement pendant 10 jours par mois avec TED : correction surfacique tous les 2 mois. SA avec Batcorder.	Pas trouvé de cadavre.
SA avec Batcorder. Pas de SM.	Pas trouvé de cadavre.
SA avec Batcorder. Pas de SM.	Pas trouvé de cadavre.
SM : RAC 50 m., quotidiennement pendant 10 jours par mois avec TED : correction pour la surface contrôlée tous les 2 mois. SA avec Batcorder.	1 cadavre : Nlei.
comme ci-dessus.	2 cadavres : 1 Ppip, 1 Pnat.
comme ci-dessus.	2 cadavres : 2 Nlei.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
BFL (2013h) , Main-stockheim (éol. A3) (Landkreis Kitzingen), Allemagne	2012	Milieu agricole ouvert à basse altitude	1 éol. : Vestas V112 (mât : 140m, rotor ø : 112m)
BFL (2013i) , Neuerkirch (Landkreis Rhein-Hunsrück), Allemagne	2012 - 2013	Forêt de montagne	3 éol. : Enercon E 82 (mât : 138m, rotor ø : 82m)
BFL (2013j) , Schornsheim (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne	2012	Milieu agricole ouvert à basse altitude	2 éol. : Kenarsys K 100 (mât : 135m, rotor ø : 100m)
BFL (2013k) , Unzenberg (Landkreis Rhein-Hunsrück), Allemagne	2012	Forêt de montagne	3 éol. : 2 Vestas V112, 1 REpower 3.4 (mâts : 142m, rotor ø : 142m? ; 128m)
BFL (2013l) , Waldalgesheim (Landkreis Mainz-Bingen), Allemagne	2011 - 2013	Forêt de montagne	3 éol. : 2 Enercon E 82 (mât : 138m, rotor ø : 82m), 1 Enercon E 101 (mât : 138m, rotor ø : 101m)
BFL (2013m) , Worms (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne	2012	Milieu agricole ouvert à basse altitude	1 éol. : Vestas V112 (mât : 140m, rotor ø : 112m)
BFL (2013n) , Wörrstadt-Ost (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne	2011 - 2012	Milieu agricole ouvert à basse altitude	2 éol. : Enercon E 82 (mât : 135m, rotor ø : 82m)
BFL (2014a) , Kirchberg (Rhein-Hunsrück-Kreis), Allemagne	2012 - 2013	Forêt de montagne	6 éol. : Enercon E 82 (mât : 135m, rotor ø : 82m)
BFL (2014b) , Gau-Bickelheim (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne	2012 - 2013	Milieu agricole ouvert à basse altitude	3 éol. : Kenarsys K 100 (mât : 135m, rotor ø : 100m)
BFL (2014c) , Riegenroth (Rhein-Hunsrück-Kreis), Allemagne	2013	Forêt de montagne	1 éol. : REpower 3.4M104 (mât : 128m, rotor ø : 104m)
BFL (2014d) , Hangen-Weisheim (Landkreis Alzey-Worms), Allemagne	2013	Milieu agricole ouvert à basse altitude	2 éol. : REpower 3.4M104 (mât : 128m, rotor ø : 104m)
BFL (2014e) , Laubach III (Rhein-Hunsrück-Kreis), Allemagne	2013	Forêt de montagne	1 éol. : Enercon E101 (mât : 135m, rotor ø : 101m)
BFL (2014f) , Hochstätten (Landkreis Bad Kreuznach), Allemagne	2012 - 2013	Forêt de montagne	1 éol. : Vestas V90 (mât : 105m, rotor ø : 90m)
BFL (2014g) , Schopfloch (Landkreis Freudenstadt), Allemagne	2012 - 2013	Forêt de montagne	1 éol. : Enercon E82 (mât : 135m, rotor ø : 82m)

Méthodes	Résultats
SA avec Batcorder. Pas de SM.	
SM : RAC 50 m, quotidiennement pendant 10 jours par mois avec TED: correction surfacique tous les 2 mois. SA avec Batcorder.	Pas trouvé de cadavre. PE fonctionnant avec un algorithme (Avril -Octobre), confirmation de l'algorithme après le suivi.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	4 cadavres : Nlei, 4 Ppip.
comme ci-dessus.	1 cadavre : Pnat.
comme ci-dessus.	2 cadavres : 1 Ppip, 1 Nlei.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre. PE fonctionnant avec un algorithme (Avril -Octobre), après le suivi cet algorithme fut confirmé
comme ci-dessus.	3 cadavres : 2 Pnat, 1 Nlei.
comme ci-dessus.	2 cadavres : 2 Pnat.
comme ci-dessus.	1 cadavre : 1 Pnat.
comme ci-dessus.	3 cadavres : 2 Ppip, 1 Nlei.
comme ci-dessus.	4 cadavres : 3 Ppip, 1 Vmur.
comme ci-dessus.	2 cadavres : 2 Ppip.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Bio3 (2010) , Serra do Mú, Portugal	janvier - décembre 2009	Altitude moyenne 530 m. Subéaie	14 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2011a) , Cabeço Rainha 2, Portugal	mars-octobre 2009	Altitude moyenne 1100 m. Arbustes, forêt de pins	15 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2011b) , Chão Falcão II, Portugal	mi-fév. - mi-nov. 2010	Altitude moyenne 410 m. Arbustes et affleurements rocheux	11 éol. (de 2,3 MW)
Bio3 (2011c) , Chão Falcão III, Portugal	avril - octobre 2010	Altitude moyenne 450 m. Arbustes, plantations d'eucalyptus	9 éol. (de 2,3 MW)
Bio3 (2011d) , Lousã II, Portugal	sept.2009 - oct. 2010	Altitude moyenne 950 m. Arbustes, herbages, plantation de pins, forêt de feuillus	20 éol. (de 2,5 MW)
Bio3 (2011e) , Serra de Bornes, Portugal	avril - octobre 2010	Altitude moyenne 1100 m. Arbustes, affleurements rocheux, forêt de feuillus	24 éol. (de 2,5 MW)
Bio3 (2011f) , Serra do Mú, Portugal	janvier - décembre 2010	Altitude moyenne 530 m. Subéaie	14 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2011g) , Terra Fria - Contim, Portugal	août - novembre 2010	Alt. moyenne 1150m. Arbustes ; herbages, affleurements rocheux, forêt	5 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2011h) , Terra Fria - Facho-Colmeia, Portugal	avril - novembre 2010	Alt. moyenne 1200m. Arbustes ; herbages, forêt.	18 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2011i) , Terra Fria - Montalegre, Portugal	avril - novembre 2010	Alt. moyenne 1100m. Arbustes ; herbages, forêt ; affleurements rocheux	25 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2012a) , Lousã II, Portugal	avril - octobre 2011	Alt. moyenne 950 m. Arbustes, herbages, plantations de pins, forêt de feuillus	20 éol. (de 2,5 MW)
Bio3 (2012b) , Chão Falcão II, Portugal	février - novembre 2011	Alt. moyenne 410 m. Arbustes ; affleurements rocheux	11 éol. (de 2,3 MW)
Bio3 (2012c) , Chão Falcão III, Portugal	avril - octobre 2011	Alt. moyenne 450m. Arbustes ; eucalyptus plantation	9 éol. (de 2,3 MW)
Bio3 (2012d) , Nave, Portugal	janvier - décembre 2011	Alt. moyenne 1000 m. Arbustes, affleurements rocheux	19 éol. (de 2,0 MW)

Méthodes	Résultats
SM : contrôles mensuels (janv.-fév. ; nov.-déc.) et hebdomadaires (mars-oct.) sous 14 éol. RAC 50 m ; TED.	5 cadavres (2 Pkuh, 2 Nlei, 1 Espsp.) : 1 en février ; 1 en mai ; 2 en juin et 1 en juillet. EM : 0,80 cs/éol/an
SM : contrôles hebdomadaires sous les 15 éol. RAC 50 m	4 cadavres (1 Nlei, 2 Eser, 1 N/i) : 3 en août et 1 en septembre. EM 0,14 cs/éol/8 mois.
SM comme ci-dessus autour de toutes les éol.	5 cadavres (1 Ppip, 2 Pkuh, 1 Espsp, 1 n/i) : 1 en août, 3 en septembre et 1 en novembre. EM : 0,52 cs/éol/10 mois
SM : contrôles hebdomadaires par chien et maître-chien autour de toutes les éol. RAC 50 m, TED.	5 cadavres (3 Nlei, 1 Ppyg, 1 n/i) : 1 en juillet, 1 en août, 2 en septembre et 1 en octobre. EM : 0,64 cs/éol./7 mois.
SM : contrôles hebdomadaires sous toutes les éoliennes (sept.-oct. 2009, avril-oct. 2010) : RAC 50 m.	Pas trouvé de cadavre de cs.
SM : contrôles hebdomadaires sous toutes les éoliennes. RAC 50 m.	4 cadavres (1 Ppip, 1 Pkuh, 1 Psp, 1Tten) 1 en avril, 1 en août, 2 en septembre. EM : 0,25 cs/éol/7 mois.
SM : contrôles mensuels (janv.-fév. ; nov.-déc.) et hebdomadaires (mars-oct.) sous 14 éol. RAC 50 m ; TED.	Pas trouvé de cadavre de cs.
SM hebdomadaire autour des 5 éol. RAC 50 m ; TED	Pas trouvé de cadavre de cs.
SM : hebdomadaire autour de 13 éol. RAC 50 m ; TED	10 cadavres (2 Ppip/Ppyg : 4 Ppip; 4Nlei): 2 en juin, 2 en août, 6 en septembre. EM: 0,94 cs/éol/8 mois.
SM : comme ci-dessus autour de 19 éol.	13 cadavres (1 Ppip ; 1 Pkuh; 4 n/i, 5 Nlei; 1 Hsav; 1 Eser) : 1 en avril ; 1 en mai, 1 en juin, 4 en août, 5 en septembre et 1 en octobre. EM en 2010: 0,92 cs/MW/8
SM : hebdomadaire autour des 20 éol. (septembre-octobre 2009 ; avril-octobre 2010). RAC 50 m. SA mensuel d'avril à octobre (relevé de 10 min à chaque point fixe, n=16). Activité des chauves-souris enregistrée au sol avec D240x, Pettersson Elektronik, relié à un enregistreur numérique. Séquences ultrasonores analysées avec un logiciel de traitement du signal.	SA : 3 Bbar, 2 Hsav, 2 Mesc, 6 Eser/Eisa, 2 Nlei/Eser/Eisa, 2 Nlas/Nnoc, 1 Nlei, 1 Ppip, 27 Ppip, 27 Ppip/Ppyg, 4 Ppyg, 1 Ppyg/Msch. Gîtes : pas de suivi. SM : Pas trouvé de cadavre.
SM : hebdomadaire autour des 11 éol., RAC 50 m ; TED ; SA comme ci-dessus (n=34).	SA : 2 Eser/Eisa, 56 Nlei/Eser/Eisa, 5 Nsp., 106 Ppip, 43 Ppyg / Msch, 1 Pkuh, 57 Psp., 5 Plaus/Paur, 6 Rhip, 24 Tten. Gîtes 20 cs (n/i) probablement Rfer, Rhip, Rmeh/ Rhip, Ppyg/Msch, Ppip / Ppyg et/ou Nlei/Eser/Eisa. SM pas trouvé de cadavre.
SM : hebdomadaire autour des 9 éol., avec chien et maître-chien. RAC 50 m ; TED ; SA comme ci-dessus (n=28).	SA : 26 Nlei/Eser/Eisa, 11 Plaus/Paur, 2 Pkuh, 30 Ppip, 8 Ppyg/Msch, 12 Psp., 1 Rmeh/Rhip. ; Gîtes: 26 Reur/Rmeh, 1 Rhip, 1 Rfer, 1000 Msch, 40 Mmyo/Mbly, 300 Mmyo, >20 n/i probablement Rhip, Rfer, Rmeh/Rhip, Ppyg/Msch, Nlei/Eser/Eisa. SM : 1 Psp., 1 Ppip/Ppyg, 1 Nlei, 1 Ppip. EM (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011) : respectivement 1,7/1,0/1,2 cs/éol en 2011.
SM : hebdomadaire autour des 19 éol., RAC 50 m ; TED ; SA comme ci-dessus (n=20).	SA : 2 Eser/Eisa, 1 Nlei/Eser/Eisa, 1 Plaur/Plaus, 7 Pkuh, 9 Ppip, 4 Ppip / Ppyg, 1 Ppyg, 5 Tten. Gîtes: pas de suivi SM : 2 Hsav, 3 Pkuh, 2 Ppip, 1 Ppip/Ppyg, 1 Nlei. EM : (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011) : 0,6/0,3/1,6 cs/éol en 2011.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Bio3 (2012e) , Carreço-Outeiro, Portugal	avril - octobre 2011	Alt. moyenne 430 m. Arbustes, affleurements rocheux	6 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2012f) , Terra Fria, Portugal	mars - octobre 2011	Contim : Alt. moyenne 1 150m ; arbustes, herbages, affleurements rocheux, forêt. Facho-Colmeia : Alt. moyenne 1200 m ; arbustes, herbages, forêt; Montalegre : Alt. moyenne 1100 m ; arbustes, herbages, forêt, affleurements rocheux.	5 éol. (de 2,0 MW) - Contim ; 18 éol. (de 2,0 MW) - Facho-Colmeia ; 25 éol. (de 2,0 MW) - Montalegre
Bio3 (2012g) , Cabeço Rainha 2, Portugal	mars - octobre 2010	Alt. moyenne 1100 m. Arbustes ; forêt de pins	15 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2013a) , Bornes, Portugal	avril - octobre 2011	Alt. moyenne 1100 m ; arbustes, affleurements rocheux ; forêt de feuillus	24 WT (de 2,5 MW)
Bio3 (2013b) , Mosqueiros II, Portugal	juillet 2011 - juin 2012	Alt. moyenne 1080m ; arbustes, affleurements rocheux, chênaie.	10 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2013c) , Lousã II, Portugal	avril - octobre 2012	Alt. moyenne 950m ; arbustes, herbages, plantations de résineux ; forêt de feuillus.	20 éol. (de 2,5 MW)
Bio3 (2013d) , Meroicinha II, Portugal	mars 2012 - janvier 2013	Alt. moyenne 1280 m. Arbustes ; herbages ; affleurements rocheux	6 éol.
Bio3 (2013e) , Nave, Portugal	janvier - décembre 2012	Alt. moyenne : 1000 m. Arbustes ; affleurements rocheux	19 éol. (de 2,0 MW)
Bio3 (2013f) , Chão Falcão III, Portugal	avril - novembre 2012 ; janvier 2013	Alt. moyenne 450m ; arbustes, plantation d'eucalyptus	9 éol. (de 2,3 MW)
Bio3 (2013g) , Chão Falcão II, Portugal	février - octobre 2012	Alt. moyenne 410m ; arbustes, affleurements rocheux.	11 éol. (de 2,3 MW)

Méthodes	Résultats
SM : hebdomadaire autour des 6 éol. en mai, juin, septembre et octobre. RAC 50 m ; TED ; SA comme ci-dessus.	SA : 1 Mmyo/Mbly, 1 Mspp., 25 Ppip, 6 Ppip / Ppyg, 2 Ppyg, 1 Pspp. Gîtes : pas de suivi. SM 1 Ppip, 1 Pkuh. EM (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): 33,3/8,6/6,3 cs/éol en 2011.
SM : hebdomadaire autour de 37 éol. (Montalegre - 19 ; Facho-Colmeia - 13 ; Contim - 5). RAC 50 m ; TED. SA : mensuel, de mars à octobre relevé de 10 min à chaque point fixe). Activité enregistrée au sol avec un D240x, Pettersson Elektronik, relié à un enregistreur numérique. Séquences de chauves-souris analysées avec un logiciel d'analyse du signal.	SA : 6 Bbar, 5 Hsav, 1 Mmyo/Mbly, 3 de petite taille Mspp., 1 Mspp., 26 Eser/Eisa, 2 Nlei/Eser/Eisa, 12 Nlei, 2 Nspp., 1 Ppip, 59 Ppip, 7 Pspp., 1 Pspp., 2 Tten. Gîtes : 90 Pspp., 15 Mspp. de petite taille. SM : Montalegre - 3 Nlei, 1 Ppip ; Facho-Colmeia - 2 Ppip ; Contim - pas trouvé de cadavre. EM : (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): Montalegre - 2/2,8/1,4 cs/éol en 2011 ; Facho-Colmeia - 1,6/2,3/1,2 cs/éol en 2011.
SM : contrôles hebdomadaires autour des 15 éol., RAC 50m, TED.	2 cadavres (n/i) : 1 en août et 1 en septembre ; EM : 0,21 cs/éol/8 mois.
SM : hebdomadaire autour des 24 éol., RAC 50 m, TED. SA : mensuel d'avril à octobre (relevé de 10 min à chaque point fixe n=32). Activité enregistrée au sol avec un D240x Pettersson Elektronik connecté à un enregistreur numérique. Séquences de chauves-souris traitées avec un logiciel d'analyse du signal.	SA : 11 Bbar, 8 Eser/Eisa, 7 Hsav, 9 Mmyo/Mbly, 2 Mspp. de petite taille, 1 Mspp., 2 Nlei, 1 Nspp., 110 Pkuh, 41 Pkuh/Ppip, 394 Ppip/Ppyg, 62 Ppip/Ppyg/Msch, 10 Ppyg/Msch, 77 Pspp., 4 Plspp., 17 Tten. Gîtes : 32 Rspp., 1 Rhip et plusieurs n/i. SM 1 Ppip, 1 Hsav. EM (JAIN <i>et al.</i> 2007 / HUSO 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): 1,18/1,19/0,79 cs/éol en 2011.
SM : hebdomadaire autour des 10 éol., RAC 50 m, TED. SA : voir ci-dessus.	SA : 2 Mmyo/Mbly, 1 Mesc, 1 Mdau, 27 Ppip, 1 Ppyg, 1 Ppip, 9 Pspp., 1 Nlei, 1 Nlei/Eser/Eisa, 1 Nspp., 4 Eser/Eisa, 2 Plaur/Plaus, 5 Tten. Gîtes : 11 Rfer, 17 Rfer/Rhur/Rmeh, 4 Rhip. SM : 1 Tten, EM (Huso 2010): 0,34 cs/éol en 2011.
SM : hebdomadaire autour des 20 éol. (septembre-octobre 2009, avril-octobre 2010), RAC 50 m. SA : voir ci-dessus (n=16). Suivi des gîtes : 1 gîte découvert, esp. et groupes identifiés.	SA : 8 Bbar, 9 Eser/Eisa, 24 Eser/Eisa/Nlei, 1 Mmyo/Mbly, 1 Nlas/Nnoc, 6 Pkuh/Ppip, 26 Ppip/Ppyg, 72 Ppip/Ppyg/Msch, 12 Ppyg/Msch, 25 Pkuh, 32 Ppip, 4 Pspp., 2 Plaus/Plaur, 4 Tten. Gîtes : 1 Eser/Eisa/Nlei, 2 Rhip et 1 Ppip/Ppyg/Msch. SM : pas trouvé de cadavre.
SM : hebdomadaire autour des 6 éol. (mars-octobre 2012) et mensuel en mars, octobre et novembre 2012; RAC 50 m. SA : comme ci-dessus (n=12). Gîtes suivis: 28 découverts, esp. et groupes identifiés en avril-juillet et décembre.	SA : 1 Bbar, 1 Eser/Eisa, 8 Eser/Eisa/Nlei, 1 Mmyo/Mbly, 1 Nspp., 1 Ppyg/Msch, 23 Tten. Gîtes : Mmyst (~18); Mdau (~30); Tten (~70); Mspp. de petite taille (~51); Mdau/Mmys (~4); Mspp. (~6); Rfer (~4); Pspp. (au moins 31). SM : pas trouvé de cadavre.
SM : contrôles hebdomadaires autour des 19 éol. RAC 50 m ; TED. SA : comme ci-dessus, sur 20 points fixes.	SA : 7 Bbar, 16 Eser/Eisa, 2 Eser/Eisa/Hsav, 2 Nlei/Eser/Eisa, 2 Hsav, 4 Mspp. de petite taille, 2 Mmyo/Mbly, 8 Pkuh, 3 Pkuh/Ppip, 68 Ppip, 18 Ppip/Ppyg, 10 Ppip/Ppyg/Msch, 7 Plaur/Plaus, 5 Tten. Gîtes : pas de suivi. SM : 1 Nlei, EM (Huso 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011) : 01/0,1 cs/éol en 2012.
SM : hebdomadaire autour des 9 éoliennes, par maître-chien avec chien, RAC 50 m, TED. SA comme ci-dessus, sur 28 points fixes. Contrôle des gîtes : 11 gîtes ont été contrôlés par observation directe (si possible) ou par analyse des cris ultrasonores des chauves-souris sortant des gîtes.	SA : 18 Nlei/Eser/Eisa, 1 Nlas/Nnoc, 1 Pkuh/Ppip, 13 Ppip/Ppygm, 6 Ppip/Ppyg/Msch, 1 Pkuh, 1 Paus/Paur. Gîtes : 6 Rhip, Rfer (plusieurs individus), 2 Rsp, 1 Mmyo/Mbly, 162 Mmyo, 18 Rmeh/Rhur, 823 Msch, plusieurs individus et groupes de Rhip, Rfer, Rmeh/Rhip, Ppyg/Msch, Nlei/Eser/Eisa, Nlas/Nnoc. SM : 2 Nlei, EM (Huso 2010 / KORNER-NIEVERGELT <i>et al.</i> 2011): 0,5/0,6 cs/éol en 2012.
SM : recherches hebdomadaires autour des 11 éol., RAC 50 m, TED. SA : comme ci-dessus, 34 points échantillonnés. Gîtes : 10 gîtes de chauves-souris découverts avec esp./groupes identifiés en juin, juillet, septembre et octobre.	SA : 2 Eser/Eisa, 2 de petite taille Mspp., 73 Nlei/Eser/Eisa, 4 Nspp., 8 Pkuh/Ppip, 76 Ppip/Ppyg, 14 Ppip/Ppyg/Msch, 2 Ppyg/Msch, 1 Ppip, 14 Pspp., 2 Plaus/Plaur, 14 Tten. Gîtes : 8 Rhip, > 10 individus n/i, plusieurs individus et groupes de Rhip, Rfer, Rmeh/Rhip, Ppyg/Msch, Nlei/Eser/Eisa, Nlas/Nnoc. SM : pas trouvé de cadavre



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Bio3 (2013h) , Bornes, Portugal	avril - octobre 2012	Alt. moyenne 1100m ; arbustes, affleurements rocheux, forêt caducifoliée	24 éol. (de 2,5 MW)
BLG (2009) , Nord-schwarzwald, Allemagne		Forêt de montagne (à haute altitude)	14 éol. : 12 Vestas V90, 2 Vestas V80 (mât 114 m, rotor ø 90 m ; 80 m)
Brinkmann & Bontadina (2006) : Ettenheim Mahlberg, Hochschwarzwald, Holzschlägermatte, and Rohrhardsberg, Freiburg, Allemagne	03 août - 28 octobre 2004; 02 avril - 16 octobre 2005	Certaines éoliennes en forêt, d'autres ans les pâturages (alt. 470-1000 m)	2004 : 16 éol. (+16 occasionnellement. 2005 : les 8 éol. avec le taux de mortalité le plus élevé en 2014.
Brinkmann <i>et al.</i> (2011) , Allemagne	juillet - septembre 2007 et 2008	5 types d'habitat différents	72 éol. en 36 parcs éoliens
Cabral <i>et al.</i> (2008a) , Outeiro, Portugal	printemps 2008	Crête NE-SW, altitude 1186-1311 m ; entièrement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité; buissons bas.	15 éol.
Cabral <i>et al.</i> (2008b) , Outeiro, Portugal	été 2008	Comme ci-dessus.	15 éol.
Cabral <i>et al.</i> (2008c) , Outeiro, Portugal	automne 2008	Comme ci-dessus.	15 éol.
Cabral <i>et al.</i> (2008d) , Outeiro, Portugal	printemps 2008	Comme ci-dessus.	15 éol.
Cabral <i>et al.</i> (2009) , Outeiro, Portugal	toutes saisons 2008	Comme ci-dessus.	15 éol.
Camina (2012) , La Rioja, Soria and Aragón, Espagne	2000 - 2010	Vallée de l'Ebre. Plaines (< 700m d'alt.) ; vignobles, cultures, arboriculture et plantations de peupliers. Système ibérique ; chaîne montagneuse (jusqu'à 2262m) : forêt, pâturages, fourrés, cultures et plantations de résineux.	56 éol.

Méthodes	Résultats
SM : comme ci-dessus autour des 24 éol. SA : comme ci-dessus, 32 points échantillonnés Gîtes : suivi des gîtes découverts les années précédentes.	SA : Bbar (27) ; Eser/Eisa (5) ; Hsav (4) ; M. emar/Mbec (1), Mesc (2), Mmyo/Mbly (4) ; 1 Mspp., Nlei/Eser/Eisa (2) ; Pkuh (53) ; Ppip (286) ; 2 Ppyg, Psp. (165) ; Plaus/Plaur (7) ; Rfer (2) ; Rmeh/Rhip (1) ; Tten (8). Gîtes : Rhip (2) ; 83 contacts de Rfer, Reur, Reur/Rmeh, Mmyo, Rhip ; Rspec (1) ; 3 ou 4 individus de Ppip/Ppyg, Rmeh/Rhip, Rfer, Rhip, Reur/Rmeh, 1 Ppip, Hsav (1). SM : pas trouvé de cadavre
SM : RAC 50 m ; TED tous les 2 mois. SA avec le système en temps réel Laar Avisoft (vendu comme Laar Bridge-box.	18 cadavres : 11 Ppip, 4 Pnat, 2 Ppyg, 1 Vmur.
SM : tous les 5 jours (30-50 min par éol.), RAC 50 m (sauf dans les zones à végétation dense), TED.	Davantage de cadavres sous les éol. en forêt que sous celles dans les pâturages. 50 cadavres trouvés pendant l'étude (39 Ppip, 8 Nlei, 2 Vmur, 1 Eser).
SM pour 30 éol. SA à hauteur de rotor avec AnaBat-SD1, Batcorder et caméra à images thermiques. Prédiction de l'activité des chauves-souris (selon la vitesse du vent, l'heure et le mois).	100 cadavres (Pnat, Nnoc, Ppip, Nlei) trouvés pendant la période d'étude, en moyenne 9.5 cs/éol (min 0 - max 57,5). EM 12 cs/éol/an. L'activité acoustique enregistrée pour le SA correspond la plupart du temps à l'activité observée par caméra thermique.
Efficacité, disparition et surface réellement contrôlée. SM : SAR 60 Contrôle de toutes les éoliennes, 7 par semaine.	EM 1,86/éol/an.
Comme ci-dessus.	EM 0,32 cs/éol/an.
Comme ci-dessus.	EM 2,28 cs/éol/an.
Efficacité, disparition et surface réellement contrôlée.	EM 1,86 cs/éol/an.
SM: RAC 60 m. Contrôles hebdomadaires de 7 éol. parmi les 15	Mortalité totale estimée = 67,1 cs mortes entre mars et octobre 2008.
Les cadavres signalés pendant les suivis post-construction de 56 éol. ont fait l'objet d'une vérification. Protocoles avec de nombreuses lacunes empêchant toute comparaison avec d'autres études au niveau national ou international. Seuls 5 rapports (9%) prenaient en compte les biais d'efficacité du contrôleur ou de disparition des cadavres. Données fournies par les autorités des provinces concernées: La Rioja (suivi 2002-2008, 10 éol.) ; Castilla y León pour la province de Soria (suivi 2000-2008, 14 éol.) ; Aragon pour provinces de Saragosse, Huesca et Teruel (plusieurs rapports pour 2000-2007, 32 PE. Tous ces rapports inédits sont disponibles auprès de l'auteur).	147 cadavres. 68 Ppip (59%), 16 Pkuh (14%), 21 Hsav (18%), 1 Bbar, 5 Nlas, 1 Nlei et 4 Tten (< 5% chacune). Dans les sites aragonais, pour la plupart à basse altitude, mortalité entre mars et décembre, culminant de juillet à octobre (76%). Dans les provinces de La Rioja et de Soria, où les PE sont en général situés plus en altitude, la mortalité intervient entre mai et octobre, sans pic marqué en fin d'été. Pas de mention du sexe ni de l'âge dans aucun des rapports.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Chatton (2011) , St Genou (Indre), France	3 mois 2010	Champs de céréales	6 éol. Vestas V80
Comme ci-dessus	6 mois 2011	Champs de céréales	6 éol. Vestas V80
Conduché <i>et al.</i> (2012) , Charly s/Marne (02), France	12 contrôles 04 août - 20 octobre 2011	Cultures. Petits boisements à chaque extrémité de la ligne d'éoliennes.	11 éol.
Cornut & Vincent (2011) , Le Pouzin, Ardèche, France	05 mai - 20 octobre 2010	Rivière, herbages, arbustes/boisement, zone industrielle	2 éol. x 2300 kW mât 85 m ; rotor ø 90m
Cornut & Vincent (2011) , La Répara-Auriples, Drôme, France	05 mai - 20 octobre 2010	Forêt mixte, agriculture	2 éol. x 2300 kW mât 60 m ; rotor ø 71m
CSD Ingenieurs Conseils (2013) , Sud Belgique	avril - octobre 2013	Terres arables	5 éol. Vestas V90
Ecosistema (2007) , Lameira, Portugal	2006 - 2007	Crête S-N, altitude moyenne 1332m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; zones arbustives.	8 éol.
Ferri <i>et al.</i> (2011) , Fucino Valley et le Parc naturel régional de Sirente-Velino, Abruzzes, Italie	15 mars - 31 octobre 2009	Garrigue et parcelles de pâturage hémi-cryptophytique caractérisé par <i>Brachypodium rupestre</i> . Cerchio-Collarme : le long des versants sud du massif de Sirentef, alt. 900-1150 m. Cocullo : le long d'une crête de montagne, alt. 1200-1600 m.	46 éol. en 2 parcs. Cerchio-Collarme : 21 éol., Vestas V80, mât : 78m, rotor ø 80m et Cocullo : 25 éol., Gamesa 850 kW)
Frey <i>et al.</i> (2013) , Timmeler Kampen près de Bagband, Allemagne	29 mars - 01 octobre 2012	Zone agricole avec quelques rares haies arborées.	18 éol., 3 ENERCON E82, mât 108m, rotor ø 82m et 15 E66, mât 98m.
Georgiakakis <i>et al.</i> (2012) , Ouest Macédoine et Thrace, Grèce	août 2009 - juillet 2010 (248 jours)	Habitats principaux : forêts (hêtres, chênes et plantations de pins), végétation sclérophylle et prairies alpines. Autres habitats : champs cultivés, pâtures et pentes rocheuses.	88 éol. en 9 parcs (mâts 44-60m, rotor ø 52-90m).

Méthodes	Résultats
SM : une fois par semaine.	5 Ppip
SM : deux fois par semaine.	5 Ppip ; EM pour 2011: 45 cs/6éol/6 mois (mais pas de correction pour la prédation ni pour la surface contrôlée).
SM : RAC 50 m, 5 m entre les transects, TED. SA en fonction de la vitesse du vent, de la température et de l'heure après le coucher du soleil.	8 cadavres : 5 Ppip, 3 Nlei . EM pour 3 mois (WINKELMANN) : 26, 16 Nlei et 30, 41 Ppip.
SM : 05/05-20/06 et 21/06-10/08 : deux fois par semaine, tous les deux jours, 11/08-16/09 tous les 4 jours, 17/09-20/10 tous les 4 jours, sauf en octobre : une fois tous les 15 jours. RAC 56 m ; TED + correction de surface.	6 cadavres (1 Hsav, 1 Pspp., 2 n/i, 1 Pkuh, 1 Nnoc). EM : cs/éol/an : 6.79 (WINKELMANN 1989) ; 54,93 (Erickson 2000) ; 75,99 (JONES 2009) ; 44,17 (Huso 2010).
SM : 05/05-20/06 et 21/06-10/08 : 2 fois par semaine tous les deux jours, 11/08-20/10 tous les deux jours. RAC 56 m ; TED + correction surfacique.	42 cadavres (9 Ppip, 8 Pkuh, 7 Pspp., 6 Hsav, 5 Nlei, 1 Nnoc, 2 Pnat, 1 Ppyg, 1 Msch, 1 Eser, 1 n/i). EM cs/éol/an : 130.49 (Winkelmann 1989) ; 59.68 (Erickson 2000) ; 86.94 (Jones 2009) ; 79.17 (Huso 2010).
SM : RAC 50 m, tests d'efficacité du contrôleur et de calcul de la prédation. Caméra infrarouge pour enregistrer l'activité des chauves-souris. SA : enregistrements automatiques des ultrasons.	10 cadavres trouvés sous 5 éoliennes. EM 8 cs/éol/an, en tenant compte de la prédation et de l'efficacité du contrôleur.
SM : Efficacité, prédation et surface contrôlée.	EM 0,63 cs/éol/an.
SM : tous les 3 jours. Aire contrôlée : carrés permanents de 120 m de côté, centrés sur l'éolienne (30-60 min par éol.)	7 cadavres découverts (6 Hsav, 1 Ppip).
SM : 26 jours de contrôle, tous les 3 jours matin 20 min par éol. sous 18 éol., RAC 50m (sauf dans les zones de végétation dense), TED. SA : 217 nuits sur 3 éol. avec 2 AnaBat-SD1 par éol. (4 m du sol et hauteur du rotor).	1 cadavre (Pnat). EM : probablement 0.2 cs/éol/ période d'étude. SA : Nnoc, Eser, Ppip, Pnat, Ppyg, Mspp.
SM : 5-6 jours par semaine autour de toutes les éoliennes sauf du 24 décembre 2009 au 11 mars 2010 : 20 jours seulement. RAC 50 m, 2 contrôleurs. La plateforme de l'éol. était contrôlée en voiture se déplaçant en cercles. Pour le reste de la zone, contrôle à pied. Chaque éolienne contrôlée alternativement le matin et de midi à l'après-midi. Quand une cs était repérée, les contrôleurs notaient le code de l'éol., sa distance à la base du mât de l'éol. la plus proche (n = 108 cadavres), la position exacte de la carcasse par GPS et la date.	SM: 181 cs mortes et 2 blessées. 56 Nlei (31%), 53 Ppip/Ppyg (29%), 35 Pnat (19%), 23 Hsav (13%), 10 Nnoc (5%), 1 Eser, 1 Nlas, 1 Vmur. La plupart des cs tuées étaient des mâles (123 ou 67%); la plupart des victimes étaient adultes (167 ou 91%). la majorité des cadavres trouvés de mai à septembre. Nombre moyen de victimes: 2,08 cs/eol/an.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Gottfried <i>et al.</i> (2011) , littoral de Szczecin, littoral de Gdańsk, région des lacs de Chełmsk-Dobrzyń, Sud de la plaine de Wielkopolska, piémont des Sudètes, Pologne	2007 - 2011	Terres agricoles et prairies dans 5 régions	mâts 80m (un mât, région des lacs de Chełmsk-Dobrzyń 45m)
Gottfried & Gottfried (2012) , piémont des Sudètes, S-O Pologne	mai - octobre 2012	Terres agricoles	6 éol.: REpower MM92, 2 MW (mât 80m, rotor ø 92.5m)
Hortêncio <i>et al.</i> (2007) , Caramulo, Portugal	avril - octobre 2006	Arbustes, pins	13 éol. en avril-juin, 17 en juillet, 23 en août, 25 en septembre et octobre
Hortêncio <i>et al.</i> (2008) , Chão Falcão I, Portugal	mars - octobre 2007	Arbustes, eucalyptus	15 éol.
Hötter (2006)	60 publications (1989-2006)	Nombreux habitats différents	34 éol.; mât: 22m à 114m; rotor ø 14m à 80m
Korner-Nievergelt <i>et al.</i> (2011) , Allemagne		non applicable	non applicable
LEA (2009a) , Sobrado, Portugal	printemps 2009	Crête N-S, altitude 1240-1290m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; zones arbustives.	4 éol.
LEA (2009b) , Sobrado, Portugal	été 2009	Comme ci-dessus	4 éol.
LEA (2010a) , Sobrado, Portugal	automne 2009	Comme ci-dessus	4 éol.
LEA (com. pers.) , Sobrado, Portugal	toutes saisons 2009	Comme ci-dessus	4 éol.
LEA (2010b) , Negrelo et Guilhado, Portugal	été 2009	Crête N-S, altitude 1000-1100m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; garrigue, arbustes, bouleaux.	10 éol.
LEA (2010c) , Negrelo et Guilhado, Portugal	automne 2009	Comme ci-dessus	10 éol.
LEA (com. pers.) , Negrelo et Guilhado, Portugal	été & automne 2009	Comme ci-dessus	10 éol.
LEA (2010d) , Mafo-medes, Portugal	2009	Crête NE-SW, altitude 1075-1110 m ; totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; garrigue, arbustes, pins.	2 éol.

Méthodes	Résultats
Revue de toutes les données accessibles de 2007 à 2011	26 cadavres : 5 Nnoc, 12 Pnat, 1 Ppip, 1 Ppyg, 3 Eser, 3 Vmur, 1 Enil
SM : des 6 éol., 7 contrôles, un par mois, seulement sur la plate-forme technique, environ 1 350m².	27 cadavres : 11 Nnoc, 5 Nlei, 4 Pnat, 2 Ppip, 2 Pspp., 2 Vmur, 1 n/i. La plupart des cadavres trouvés en août et septembre (93%)
SM : hebdomadaire, RAC 46 m, TED (printemps, été, automne).	47 cadavres : 5 Ppip, 13 Pspp., 16 Nlei, 1 Nnoc, 12 n/i. ; EM 15,1 cs/éol/an (7 mois)
SM : hebdomadaire, RAC 46 m ; TED (printemps, été, automne).	3 cadavres (Ppip/Pkuh, Pkuh, Nlei) ; EM 1,3 cs/éol/an (8 mois)
«Méta-analyse» de 45 études dans 60 publications (Belgique, Allemagne, Danemark, France, Pays-Bas, Royaume-Uni, Autriche, Espagne, Etats-Unis, Australie)	EM calculée par éol. et par an : entre 0 et 103 cs (Freiamt Schillinger Berg 1, Allemagne). Médiane 6,4 ; moyenne 13,3 ; déviation standard 13,3.
Simulation sur un jeu de données allemandes	Formule pour déterminer, dans le suivi d'activité, la probabilité de la mort par éoliennes des oiseaux et des cs (basée sur le taux de persistance des cadavres, l'efficacité du contrôleur et la probabilité qu'un animal tué tombe dans la zone prospectée).
SM : contrôle hebdomadaire de toutes les éoliennes. RAC : 60 m ; TED.	Aucune découverte de cadavre.
Comme ci-dessus	Aucune découverte de cadavre.
Comme ci-dessus	Aucune découverte de cadavre.
Comme ci-dessus	Aucune découverte de cadavre.
Comme ci-dessus	EM 0,94 cs/éol.
Comme ci-dessus	EM 0,46 cs/éol.
Comme ci-dessus	EM 1,40 cs/éol/2 saisons.
SM : contrôle hebdomadaire de toutes les éoliennes pendant 15 jours RAC 60 m.	Aucune découverte de cadavre.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
LEA (2010e) , Penedo Ruivo, Portugal	2009	Crête SW-NE, altitude 1120-1220 m; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité; garrigue, arbustes, pins.	10 éol.
LEA (2010e) , Seixinhos, Portugal	2009	Crête NE-SW, altitude 1197-1260m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; garrigue.	8 éol.
LEA (2011) , Sobrado, Portugal	mars - octobre 2011	Alt. moyenne 1 280m; arbustes	4 éol. (de 2,0 MW)
LEA (2012a) , Alto do Marco, Portugal	juillet 2011 - juin 2012	Alt. moyenne 1 250m ; arbustes	6 éol. (de 2,0 MW)
LEA (2012b) , Negrelo et Guilhado, Portugal	Mi-mars - mi-octobre	Alt. moyenne 1 100m ; arbustes	10 éol. (de 2,0 MW)
LEA (2012c) , Mafô-medes. Portugal	mars - octobre 2011	Alt. moyenne 1 100m ; arbustes	2 éol. (de 2,0 MW)
LEA (2012d) , Penedo Ruivo et Seixinhos, Portugal	mars - octobre 2011	Alt. moyenne 1 270m ; arbustes	18 éol. (de 1,8 MW)
LEA (2013) , Alto do Marco, Portugal	juillet 2012 - juin 2013	Alt. moyenne 1250m; arbustes	6 éol. (de 2,0 MW)
Lelong (2012) , St Genou (Indre), France	6 mois 2012	Champs de céréales	6 x Vestas V80
Long <i>et al.</i> (2009) , R.-U.			Eoliennes domestiques
Lopes <i>et al.</i> (2008) , Pinal Interior (Proença I)	avril - octobre 2006	Arbustes, pins	18 éol.
Lopes <i>et al.</i> (2009) , Pinal Interior (Moradal), Portugal	juin - octobre 2007	Arbustes, pins	5 éol.

Méthodes	Résultats
comme ci-dessus.	Aucune découverte de cadavre.
comme ci-dessus.	Aucune découverte de cadavre.
SM : hebdomadaire de mars à octobre autour des 4 éol. SA : présence/absence de cs, identification des espèces détectées, mise en évidence d'un comportement de chasse et de cris sociaux. 10 min de relevé à chaque point fixe (N=12), avec détecteur D240x (Pettersson Elektronik). Le nombre de contacts de cs détectées lors de chaque écoute a été enregistré. Les espèces dont les émissions sont difficiles à différencier ont été associées en groupes de deux ou trois espèces.	SA : Rfer, Mesc, Ppip, Hsav, Nlei, Tten, Essp., Plspp. and Nspp./Essp. SM : aucune découverte de cadavre.
SM : contrôles mensuels des 6 éol. de novembre à février et hebdomadaires de mars à octobre. SA : comme ci-dessus, 12 points de relevés	SA : Rfer, Ppip, Ppyg, Pkuh, Hsav, Bbar, Tten, Essp., Pspp. et Nlei /Essp. SM : 8 cadavres trouvés pendant le suivi (3 Ppip ; 2 Nlei ; 1 Tten ; 1 Hsav); EM : 6,35 cs/éol/an.
SM : contrôles hebdomadaires du 15 mars au 15 octobre pour les 10 éol. SA : comme ci-dessus, 14 points d'échantillonnage.	SA : Ppip, Pkuh, Hsav, Bbar, Tten, Mspp, Essp., Plspp. et Ppip/Ppyg. SM : 2 cadavres (1 Ppip; 1 Hsav); EM : 0,47 cs/éol/an.
SM : contrôles mensuels des 2 éol. de novembre à février et 2 fois par mois de mars à octobre. SA : comme ci-dessus, 3 points d'échantillonnage.	SA : Ppip, Tten, Essp., Plspp., Ppip/Ppyg, Essp./Nlei. SM : pas trouvé de cadavre
SM: contrôles des 18 éol., mensuels de novembre à février et bimensuels de mars à octobre. SA : comme ci-dessus, 22 points d'échantillonnage.	SA : Rhip, Mesc, Pkuh, Ppip, Hsav, Nlei, Bbar, Tten, Essp., Pspp., Ppip/Ppyg, Ppip/Msch/Ppyg, Nspp./Essp., Nlas/ Nnoc/Essp. SM : pas trouvé de cadavre
SM : contrôles mensuels des 6 éol., mensuels de novembre à février et bimensuels de mars à octobre. SA : comme ci-dessus, 12 points d'échantillonnage.	
SM : 2 fois par semaine	SM : 2 Ppip, 1 Eser, 1 Pnat. EM : 64 cs/6éol/6 mois en 2012; correction pour l'efficacité du contrôleur, la prédation et la surface contrôlée.
Etude en laboratoire avec des signaux de pipistrelles.	La propriété de dispersion des ultrasons d'une éol. en fonctionnement augmente avec la distance; à une distance >0,5m, les pales, même arrêtées, peuvent absolument ne pas être détectées par une cs.
SM : contrôles hebdomadaires, RAC 46 m, TED (printemps, été, automne).	5 cadavres: 3 Pspp., 1 Hsav, 1 n/i. EM : 2,8 cs/an (période de 7 mois).
comme ci-dessus.	Aucun cadavre.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Mãe d'Água (2007) , Lameira, Portugal	2006 - 2007	Crête S-N, altitude moyenne 1332m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; formations arbustives.	8 éol.
Minderman <i>et al.</i> (2012) , Centre de l'Ecosse et Nord de l'Angleterre, R.-U.	mai - septembre 2010 (67 nuits)		Microturbines en Ecosse centrale (N = 7) et Nord de l'Angleterre (N = 13) : 5 bâtiments équipés, 15 éol. Isolées (mât 6-18m, rotor ø 1.5-13m). 18 modèles tripales et deux modèles bipales.
NOCTULA (2012a) , Safra-Coentral (Serra da Lousã), Portugal	février 2011 - février 2012	Forêt mixte de feuillus mélangés et de pins ; buissons hauts et forêt caducifoliée ; forêt de pins et buissons bas.	Ecotecnia: ECO74
NOCTULA (2012b) , Sobrado (Serra de Montemuro), Portugal	mars - juin 2012	Buissons, affleurements rocheux	Repower: MM82evo
NOCTULA (2013) , Testos II (Serra de Montemuro), Portugal	septembre 2011 - août 2012		ENERCON: E-82
Oikon Ltd. (2014) , Njivice, Split-Dalmatie, Croatie	mars - octobre 2013	Prairies sèches et arbustes	20 éol., mât 76.9m ; rotor ø 82m.
Park <i>et al.</i> (2013) , R.-U.			microturbines
Procesl (2009) , Alto Minho, Portugal	avril - octobre 2008	Alt. moyenne 1200m ; arbustes ; plantations de pins ; herbages	75 éol. (de 2,0 MW)
Procesl/Bio3 (2010) , Alto Minho I (sub-WFs Picos, Alto do Corisco et Santo António), Portugal	avril - octobre 2009	Altitude moyenne 1200m ; arbustes, forêt de pins, plantations, herbages.	75 éol. (de 2,0 MW)

Méthodes	Résultats
SM : contrôle des 8 éoliennes 2 jours consécutifs pendant 15 jours. RAC 50 m.	EM : 0,63 cs/éol/an.
SA : sur chaque site pendant 4 jours et nuits consécutifs (limité à 3 jours et nuits pour deux sites, et à 2 jours et nuits sur un site en raison de restrictions d'accès) ; pendant la saison collecte de données réitérée une fois sur 3 des 20 sites. Activité comparée entre les procédures expérimentales : aérogénérateurs en fonctionnement ou cassés. Enregistrements automatiques de l'activité des cs avec 2 détecteurs Anabat SD2 (Titley Scientific ; un à 0-5 m et l'autre à 20-25 m de l'éol.), toutes les nuits de la période d'observation, sur tous les sites (panne de détecteur sur 2 sites) ; entre 19 et 244 heures de relevé par site, pendant lesquelles les turbines furent freinées entre 6 et 102 heures. Les conditions météorologiques et les caractéristiques paysagères furent enregistrées.	8221 contacts de cs pour les 18 sites: 87.6% Pssp., 12.4% Mspp., Nnoc, Plaur. Activité des cs plus faible quand les éol. fonctionnaient et cet effet dépendait de la proximité de l'éol.
SM : hebdomadaire entre mars et juin 2012 pour toutes les éol., avec RAC 60 m. Données suivantes notées pour les cadavres: espèce, sexe, coord. GPS, distance de l'éol. la plus proche, présence de traumatisme, présence ou preuve de prédation, photographie numérique, conditions météo. SA : trois types d'information notés: (a) présence/absence de cs dans un secteur particulier, (b) identification des espèces détectées, (c) activité de chasse avérée (détection d'une série de signaux à récurrence élevée, très rapide en fin de séquence dans une tentative de capture de proie). Relevés de 10 min à chaque point échantillonné (détails dans AMORIM <i>et al.</i> 2012 ci-dessus. Suivi des gîtes: 83 en février, avril et juillet.	SA : Ppip/ Ppyg; Mmyo/Mbly; Pkuh; Ppip; Eser/Eisa; Nlei/ Eser/Eisa; Tten; Mspp. de petite taille ; Nspp. Gîtes : 8 Rhip, 9 adultes et 3 jeunes Plaur/Plaus, 34 adultes et 6 jeunes de Reur, 1 Hsav, 1 Rfer. SM : pas trouvé de cadavre.
Voir ci-dessus (NOCTULA 2012a). SM entre mars et juin 2012.	SA: Ppip/ Ppyg (2 contacts) Pssp. (Ppip/Ppyg) SM: pas trouvé de cadavre.
Voir ci-dessus (NOCTULA 2012a). SM en septembre et octobre 2011 et entre mars et août 2012. Suivi des gîtes: 34 en février, avril et juillet	SA (contacts) 1 Bbar, 42 Ppip/ Ppyg, 1 Mmyo/Mbly, 15 Pkuh, 41 Ppip, 54 Nlei/Eser/Eisa, 32 Tten, 3 Mspp. de petite taille; 1 Rfer
SM : contrôles 2 fois/mois pendant 2-3 jours consécutifs. RAC : 70 m autour des éol. dans la zone de visibilité maximale (plateaux, routes et pentes) en raison de la mauvaise visibilité dans les hautes herbes et les buissons. SA : suivi mensuel de l'activité des cs au détecteur d'ultrasons.	148 cadavres : 35 Hsav , 50 Pkuh , 3 Pnat ,1 Tten , 7 Vmur , 15 n/i, 22 Pssp., 15 Pssp./Hsav.
examen des politiques.	Recommandations pour la recherche.
SM : contrôles mensuels sous 70% des éol., RAC 50 m, TED.	9 cadavres (2 Nlei, 5 Ppip, 2 Pssp.) : 7 en septembre, 2 en octobre ; EM 1,92 cs/éol/ 7 mois.
SM : contrôles mensuels sous 70% des éol. ; RAC 50 m, TED.	9 cadavres (3 Ppip, 1 Pkuh, 1 Ppyg, 1 Eser, 1 Nlas et 2 Pssp.) : 2 en juillet, 3 en août et 4 en septembre). EM : 2,89 cs/éol/7 mois (St.António) ; 1,45 cs/éol/7 mois (Alto do Corisco) et 1,89 cs/éol/7mois (Picos).



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Procesl (2012a) , Serra de Alvaizere, Portugal	janvier - décembre 2011	Altitude moyenne 600 m ; formations arbustives.	7 éol. (de 2,0 MW)
Procesl (2012b) , Serra de Aire, Portugal	janvier - décembre 2011	Altitude moyenne : 300 m ; formations arbustives, oliveraies, aéroport	11 éol. (de 2,0 MW)
Procesl (2013a) , Sabugal, Portugal	janvier - décembre 2012	Altitude moyenne : 850 m ; formations arbustives, affleurements rocheux.	48 éol. (de 2,0 MW)
Procesl (2013b) , Serra de Alvaizere, Portugal	janvier - décembre 2012	Altitude moyenne 600 m ; formations arbustives.	7 éol. (de 2,0 MW)
Procesl (2013c) , Lourinhã II, Portugal	août 2011 - juillet 2012	Altitude moyenne : 170 m ; plantation d'eucalyptus ; vigne ; agriculture	9 éol. (de 2,0 MW)
Profico Ambiente (2007a) , Outeiro, Portugal	printemps 2006	Crête NE-SW, altitude 1186-1311 m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; buissons.	15 éol.
Profico Ambiente (2007b) , Outeiro, Portugal	été 2006	Comme ci-dessus	15 éol.
Profico Ambiente (2007c) , Outeiro, Portugal	automne 2006	Comme ci-dessus	15 éol.
Profico Ambiente (2007d) , Outeiro, Portugal	toutes saisons 2006	Comme ci-dessus	15 éol.
Profico Ambiente/Bio3 (2009) , Guarda, Portugal	mai - mi-juin 2008 ; fin août - début octobre 2008	Altitude moyenne 990 m ; formations arbustives et herbages	4 éol.

Méthodes	Résultats
SM : contrôles mensuels sous 7 éol., RAC 50m, TED.	SA : 8 Rfer, 3 Rmeh/Rhip, 2 Mesc, 2 Mmyo/Mbly, 5 Mspp., 14 Ppip, 30 Pkui, 5 Ppyg/Msch, 4 Pkui/Ppip, 7 Ppip/Ppyg/Msch, 8 Nlei, 5 Nlas/Nnoc, 2 Nspp., 10 Nspp./Espp., 1 Eser/Eisa, 1 Bbar, 1 Pspp., 6 Tten. Gîtes : (15 en période d'hibernation) : 112 Rfer, 3 Rhip, 13 Rspec, 19 Mmyo/Mbly, 9 Mmyo, 2 Mbly, 1 Mdau, 2500 Msch. SM 12 cadavres (3 Nlei, 1 Tten, 1 Ppyg, 1 Pkui, 1 Msch, 2 Pspp., 3 n/i) : 2 en avril, 3 en mai, 3 en août, 3 n/i en septembre et 1 en novembre. EM : non disponible.
SM : comme ci-dessus autour des 11 éol. SA : présence/absence des cs, identification des espèces détectées, relevés de 10 min à chaque point d'échantillonnage (n=15), avec détecteur D240x, Pettersson Elektronik. Enregistrement du nombre de passages de cs détectés lors de chaque écoute. Les espèces dont les vocalisations sont difficiles à différencier ont été classées en groupes de deux espèces ou plus. Suivi des gîtes : 5 gîtes découverts et inspectés.	SA : 1 Rfer, 1 Rhip, 1 Rmeh/Reur, 1 Mspp., 31 Ppip, 16 Pkui, 1 Pkui/Ppip, 9 Ppip/Ppyg/Msch, 6 Ppyg/Msch, 1 Pspp., 2 Nlei, 2 Nlas/Nnoc, 1 Nspp., 1 Nspp./Espp., 4 Eser/Eisa, 2 Pspp. Gîtes (5 en période d'hibernation) : 18 Rfer, 2 Rhip, 26 Rspec, 300 Mmyo, 3 Mbly, 100 Msch. SM : 3 cadavres (1 Nlei; 2 Pspp.) : 2 en avril, 1 en septembre. EM : 11,3 cs/éol/an.
SM : hebdomadaire (7 contrôles en juin et juillet 2012; 5 contrôles en septembre et octobre 2012) sous 80% des éol. en moyenne, TED. Valeurs de prédation basées sur la bibliographie. SA : comme ci-dessus (n=28). Suivi des gîtes : 2 gîtes découverts et inspectés.	SA : 1 Rfer, 1 Reur, 1 Mesc, 4 Mspp., 2 Ppip, 107 Pkui, 14 Ppyg/Msch, 41 Pkui/Ppip, 52 Ppip/Ppyg, 23 Pspp., 3 Hsav, 16 Nlei, 3 Nlas/Nnoc, 4 Nspp., 8 Espp., 7 Pspp., 4 Bbar, 21 Tten. Gîtes : (2 en août), 710 Rfer avec jeunes, 500 Reur/Rmeh avec jeunes; 1 Mema. SM : 6 cadavres - 3 Ppip, 1 Pspp., 2 Nlei, EM: 21,9/éol en 2012
SM : hebdomadaire pour les 7 éol., RAC 50 m; TED.	SA : 1 Mesc, 1 Mspp., 4 Ppip, 9 Pkui, 2 Ppyg/Msch, 1 Pkui/Ppip, 5 Ppip/Ppyg, 3 Ppyg, 1 Pspp., 3 Nlei, 1 Nlas/Nnoc, 2 Nspp., 4 Bbar, 4 Tten. Gîtes (8 en période d'hibernation) : 223 Rfer, 6 Rhip, 50 Rspec, 32 Mmyo/Mbly, 10 Mmyo, 1 Mdau, 2 Mspp., 1963 Msch, 1 n/i. SM : aucun cadavre, EM : 0.
SM : contrôles hebdomadaires (6 contrôles du 28 septembre au 3 novembre 2011; 8 contrôles du 23 mai au 13 juillet 2012 autour des 9 éol., RAC 50m, TED. Valeurs de la prédation basées sur la bibliographie.	SA : 3 Mmyo/Mbly, 2 Mspp., 24 Ppip, 2 Ppyg/Msch, 28 Ppip/Ppyg/Msch, 1 Nspp., 1 Nspp./Espp., 1 Eser/Eisa. Gîtes : (5 confirmés) : 15 Rfer, 1 Mmyo/Mbly, 120 Msch. SM : 6 cadavres (1 Msch ; 2 Pspp. ; 3 n/i) : 1 en mai, 1 en juin, 1 en septembre et 3 en octobre. EM : 10,91 cs/éol/an (2011/2012).
SM : contrôle hebdomadaire des 15 éol. pendant 15 jours. RAC 60 m; TED.	EM 2,52 cs/éol.
Comme ci-dessus	EM 1,86 cs/éol.
Comme ci-dessus	1,60 cs/éol.
Comme ci-dessus	EM 5,98 cs/éol/an.
SM : hebdomadaire, RAC 50 m, TED.	1 cadavre (Nlei), EM: 0,67 cs/éol/12 semaines.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Profico Ambiente/Bio3 (2010) , Guarda, Portugal	mai - mi-juin 2009; septembre - mi-octobre 2009	Comme ci-dessus	4 éol.
Rapport confidentiel (2010) , Loire Atlantique 1, France	4 mois	Champs avec haies	5 éol.
Rapport confidentiel (2010) , Loire Atlantique 2, France	4 mois	Comme ci-dessus	3 éol.
Rapport confidentiel (2011) , Loire Atlantique 1, France	7 mois	Comme ci-dessus	5 éol.
Rapport confidentiel (2011) , Loire Atlantique 2, France	7 mois	Comme ci-dessus	3 éol.
Rapport confidentiel (2011) , Morbihan 1, France		Très près des boisements ou dans des champs reliés aux boisements par des haies.	6 éol.
Rapport confidentiel (2012) , Morbihan 1, France	8 semaines	Comme ci-dessus	6 éol.
Rochereau (2008) , Vienne, France	15 semaines	Altitude : 135-140 m, terres arables	4 x Ecotecnia 80-1.6
Rochereau (2009) , Vienne, France	33 semaines	Comme ci-dessus	4 x Ecotecnia 80-1.6
Rochereau (2010) , Vienne, France	33 semaines	Comme ci-dessus	4 x Ecotecnia 80-1.6
Santos <i>et al.</i> (2013) , Portugal	2003 - 2011		
Seiche <i>et al.</i> (2008) , Saxe, Allemagne	15 mai - 30 septembre 2006	Certains parcs éoliens en milieu agricole au niveau de la mer, d'autres sur des collines (alt. max. 800 m).	145 éol. dans 26 parcs
Silva <i>et al.</i> (2007) , Chão Falcão I, Portugal	mars - octobre 2006	Arbustes, eucalyptus	15 éol.

Méthodes	Résultats
Comme ci-dessus	Pas trouvé de cadavre.
SM: contrôles hebdomadaires.	48 cadavres, surtout Pspp., EM 51,1 cs/éol/an (WINKELMAN).
Comme ci-dessus	28 cadavres, Pspp., EM 54,1 cs/éol/an (WINKELMAN).
Comme ci-dessus	15 cadavres, Pspp., EM 8,3 cs/éol/an (WINKELMAN).
Comme ci-dessus	25 cadavres, principalement Pspp., EM 23,9 cs/éol/an (WINKELMAN).
Comme ci-dessus	13 cadavres, principalement Pspp., EM 9,87 cs/éol/an (WINKELMAN).
Comme ci-dessus	Pas trouvé de cadavre.
Comme ci-dessus	1 cadavre, EM 0,65 cs/éol/an (LPO d'après WINKELMAN).
Comme ci-dessus	4 cadavres, EM : 3,12 cs/éol/an (LPO d'après WINKELMAN).
Comme ci-dessus	1 cadavre, EM : 0,22 cs/éol/an (LPO d'après WINKELMAN).
Cette étude combine la modélisation de la distribution des espèces avec les données de mortalité et les conditions écologiques près des éol. au Portugal. Des modèles prédictifs ont été créés pour déterminer des zones de mortalité probable et les facteurs environnementaux qui y contribuent. Les données de mortalité de quatre espèces de chauves-souris: Hsav, Nlei, Pkuh et Ppip ont été utilisées. Ce sont celles qui ont subi la plus forte mortalité par éoliennes au Portugal avec 290 victimes sur les 466 enregistrées de 2003 à 2011.	Performances robustes des modèles de risque de mortalité. Des éol. situées dans des zones humides avec des températures douces, à moins de 5 km des zones boisées et dans un rayon de 600m de versants escarpés ont montré de fortes probabilités de mortalité de cs. Des zones présentant un risque fort de mortalité chevauchaient largement l'aire potentielle de distribution de Nlei au Portugal, suggérant que les populations de cette espèce pouvaient être en danger en raison de la mortalité par éoliennes. En outre, une grande partie du secteur qui serait un point chaud pour la mortalité (c.-à-d. des zones qui présenteraient un risque de mortalité élevé pour 4 espèces) débordait sur des sites très favorables pour l'implantation d'éoliennes.
SM : deux fois par semaine (matin, 30 min par éol.) Aire contrôlée autour de l'éol. : égale au diamètre du rotor + 25% (sauf pour les zones à végétation dense), TED. SA : acoustique et avec lunette de vision nocturne pour 11 éol. (Pettersson D240x and Laar TDM 07C).	114 cadavres trouvés (59 Nnoc, 24 Pnat, 15 Ppip, 4 Vmur, 4 Eser, 3 Ppyg, 1Mmyo, 1Enil, 1 Nlei, 2 n/i ; 63 % de juvéniles et 34 % d'adultes). Davantage d'espèces contactées lors du SA.
SM : mensuel, RAC 46 m, TED (printemps, été, automne).	Pas trouvé de cadavre



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Silva <i>et al.</i> (2008) , Caramulo, Portugal	mars - octobre 2007	Arbustes, pins	45 éol.
Strix (2006a) , Alagoa de Cima, Portugal	février 2006	Bois de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2006b) , Portal da Freitas, Portugal	hiver 2006	Altitude 1344 m - Arbustes (<i>Erica</i> sp. et <i>Chamaespartium tridentatum</i>) et herbages.	2 éol.
Strix (2006c) , Portal da Freitas, Portugal	printemps 2006	Comme ci-dessus	2 éol.
Strix (2006d) , Portal da Freitas, Portugal	été 2006	Comme ci-dessus	2 éol.
Strix (2006e) , Portal da Freitas, Portugal	automne 2006	Comme ci-dessus	2 éol.
Strix (2007a) , Penedo Ruivo, Portugal	2006	Crête SW-NE, altitude 1120-1220 m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; buissons, formations arbustives et bosquet de pins.	10 éol.
Strix (2007a) , Seixinhos, Portugal	2006	Crête NE-SW, altitude 1197-1260 m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; buissons.	8 éol.
Strix (2007b) , Penedo Ruivo, Portugal	2007	Comme ci-dessus pour Penedo Ruivo	10 éol.
Strix (2007b) , Seixinhos, Portugal	2007	Comme ci-dessus pour Seixinhos	8 éol.
Strix (2007c) , Videira, Portugal	mars - octobre 2006	Altitude 507-522 m ; formations arbustives et herbages.	3 éol.
Strix (2007d) , Alagoa de Cima, Portugal	printemps 2006	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2007e) , Alagoa de Cima, Portugal	été 2006	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2007f) , Alagoa de Cima, Portugal	automne 2006	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2007g) , Alagoa de Cima, Portugal	hiver 2007	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2007h) , Seixinhos Portugal	2006	Comme ci-dessus pour Seixinhos	8 éol.
Strix (2008a) Videira, Portugal	mars - octobre 2007	Altitude 507-522 m ; formations arbustives et herbages.	3 éol.
Strix (2008b) , Alagoa de Cima, Portugal	printemps 2007	Boisement de chênes et de pins	9 éol.

Méthodes	Résultats
comme ci-dessus.	79 cadavres, 2 cs vivantes : 37 Ppip, 3 Ppip/Ppyg, 3 Pip sp., 1 Ppip/Pkuh, 5 Ppyg, 9 Pkuh, 4 Hsav, 11 Nlei, 1 Nlas, 1 Eser, 6 n/i ; EM 13,3 cs /éol/an (8 mois).
SM : contrôles mensuels, RAC 50 m, TED.	Pas trouvé de cadavre
SM : contrôles hebdomadaires, RAC 50 m, TED.	Pas trouvé de cadavre
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre
comme ci-dessus.	1 cadavre (Nspp.). EM 0,5 / éol./3 mois
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre
SM : recherche de cadavres, TED.	Pas trouvé de cadavre
SM : recherche de cadavres, TED.	EM 0,5 cs/éol/an (mortalité en été).
SM : RAC 60 m, contrôle hebdomadaire de toutes les éoliennes pendant 15 jours	Pas trouvé de cadavre
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre
SM : contrôle mensuel, RAC 60 m, TED.	Pas trouvé de cadavre
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
SM : mensuel, RAC 50 m, TED.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
Efficacité, prédation et surface contrôlée.	EM 1,86 cs/éol/an.
SM : mensuel, RAC 60 m, TED.	Pas trouvé de cadavre.
SM : mensuel, RAC 60 m, TED.	Pas trouvé de cadavre.



Etude (auteur, année, lieu)	Période	Type d'habitat	Eoliennes
Strix (2008c) , Alagoa de Cima, Portugal	été 2007	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2008d) , Alagoa de Cima, Portugal	automne 2007	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2008e) , Alagoa de Cima, Portugal	hiver 2008	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2008f) , Caravelas, Portugal	hiver 2006	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2008g) , Caravelas, Portugal	printemps 2007	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2008h) , Caravelas, Portugal	été 2007	Boisement de chênes et de pins	9 éol.
Strix (2009a) , Mafômedes, Portugal	2008	Crête NE-SW, altitude 1075-1110 m ; parc totalement intégré dans une zone importante pour la conservation de la biodiversité ; buissons, formations arbustives et boisement de pins.	2 éol.
Strix (2009a) , Penedo Ruivo, Portugal	2008	Comme ci-dessus pour Penedo Ruivo	10 éol.
Strix (2009a) , Seixinhos, Portugal	2008	Comme ci-dessus pour Seixinhos	8 éol.
Strix (2009b) , Videira, Portugal	mars - octobre 2008	Altitude 507-522 m ; formations arbustives et herbages.	3 éol.
Traxler et al. (2004) , Prellenkirchen (Pr), Obersdorf (Ob), Steinberg/Prinzendorf (St/Prinz), NÖ, Autriche	septembre 2003 - septembre 2004	St/Prinz : site Natura 2000 March-Thaya-Auen 12 km à l'est du PE. Zone agricole près d'une chênaie-charmaie (aussi en Natura 2000). Ob : zone agricole, en partie avec haies/brise-vent et des bois de pins. Pr : zone agricole de collines, avec le Danube et le Hundsheimer Berg au nord. Quelques vignes ; près d'un site Natura 2000.	St/Prinz : 9 éol., Vestas V80 ; 2000 kW ; mât 100m, rotor ø 80m. Ob : 5 éol., E-66 18.70, 1.800 kW, mât 98m, rotor ø 70m. Pr : 8 éol., E-66 18.70, 1800 kW, mât 98m, rotor ø 70m.
Trille et al. (2008) , Castelnau-Pegayrols, Aveyron, France	2008 (LPO12)	Pâturages, prairies de fauche, cultures, en bordure d'une forêt de résineux.	13 éol. x 2500 kW
Zagmajster et al. (2007) , Ravna (île de Pag, Sud du golfe de Kvarner) et Trtar Krtolin, Šibenik, Dalmatie centrale, Croatie	Ravne: 28 avril, 01 mai, 29 juillet 2007; Trtar Krtolin: 01 novembre 2006	Ravne : centre de l'île, altitude 200 m. Trtar Krtolin : sur un plateau, altitude 400 m.	Ravne : 7 éol., mât 49m, rotor ø 52m. Trtar Krtolin : 14 éol., mât 50m, rotor ø 48m.
Zieliński et al. (2011) , Gniezdźewo gm. Puck, Pologne	15 mars - 15 novembre 2011	Zone agricole, près d'une ville.	11 éol.

Méthodes	Résultats
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	1 cadavre (Ppip), EM 0,11 cs/éol/3 mois.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
SM : mensuel, RAC 60 m, TED.	Pas trouvé de cadavre.
SM : contrôle hebdomadaire de toutes les éoliennes pendant 15 jours, RAC 60 m.	Pas trouvé de cadavre.
comme ci-dessus.	Pas trouvé de cadavre.
SM: mensuel, RAC 60 m, TED.	Pas trouvé de cadavre.
SM : quotidien (matin) sous 5 éol. (1 éol. à Ob, 2 éol. à Pr, 2 éol. à St/Prinz). RAC 100m (végétation maintenue courte). Observation pendant 15 min d'oiseaux et de cs (en migration) dans un périmètre de 500 m de diamètre autour de l'éolienne. Transects linéaires (à pied et en voiture), TED.	St/Prinz : trouvé 4 cadavres (Pnat, Plaus, 2 Nnoc). Pas observé de cs en vol. Ob: Pas trouvé de cadavre. Peu d'observations de cs isolées (Nnoc) Pr: 3 Nnoc mortes (en dehors de la période d'observation) et trouvé 10 Nnoc mortes supplémentaires. Migration automnale de Nnoc observée sur plusieurs jours (3.14 cs/heure au-dessus du PE, 8,73 cs/heure dans la zone contrôlée). Pas noté de comportement d'évitement des éol. par les cs. Autre secteur - Deutsch Haslau : 1 Nnoc morte. Taux de collision calculé pour les 3 parcs : 5.33 cs/éol/an.
SM 2008 : 09/06-01/07 sans protocole, 03/07-19/10 avec TED.	SM 2008 : 73 cs (49 Ppip, 6 Pkuh, 13 Psp., 2 Eser, 1 Nlei, 2 n/i). Pas d'estimation de la mortalité réelle.
SM : contrôle le matin.	6 cadavres découverts (Ravne: 2 Hsav, 4 Pkuh. Trtar Krtolin : 1 Hsav).
SM: contrôles, aussi avec un chien de chasse dressé (végétation de grandes graminées sous la plupart des éol.), RAC 70m. TED pour le chien.	6 cadavres trouvés pendant le suivi (3 Pnat, 1 Enil, 1 Vmur, 1 n/i). 17 cadavres pendant la période 2007-2011 (8 Pnat, 2 Vmur, 1 Enil, 1 Ppip, 1 Ppip/Ppyg, 1 Ppyg, 3 n/i).



Liste des abréviations

cs = chauve-souris

DU = détecteur d'ultrasons

EM = estimation de la mortalité

Eol. = éolienne

n/i = espèce non identifiée

PE = parc éolien

RAC = rayon de l'aire de contrôle

SA = suivi de l'activité

SM = suivi de la mortalité

TED = tests d'efficacité du contrôleur et

de disparition des cadavres (= prédation)

Bbar = *Barbastella barbastellus*, Barbastelle d'Europe

Eisa = *Eptesicus isabellinus*, Sérotine isabelle

Enils = *Eptesicus nilssonii*, Sérotine de Nilsson

Eser = *Eptesicus serotinus*, Sérotine commune

Espp. = espèces du genre *Eptesicus*

Hsav = *Hypsugo savii*, Vespère de Savi

Mbech = *Myotis bechsteini*, Murin de Bechstein

Mbly = *Myotis blythii*, Petit murin

Mbra = *Myotis brandtii*, Murin de Brandt

Mdas = *Myotis dasycneme*, Murin des marais

Mdaub = *Myotis daubentonii*, Murin de Daubenton

Mema = *Myotis emarginatus*, Murin à oreilles échancrées

Mesc = *Myotis escaleraei*, Murin d'Escalera

Mmyo = *Myotis myotis*, Grand murin

Mmys = *Myotis mystacinus*, Murin à moustaches

Mmysbra = *Myotis mystacinus/brandtii*, Murin à moustaches/M. de Brandt

Mnat = *Myotis nattereri*, Murin de Natterer

Msch = *Miniopterus schreibersii*, Minioptère de Schreibers

Mspp = espèces du genre *Myotis*

n/i = espèce non identifiée

Nlas = *Nyctalus lasiopterus*, Grande noctule

Nleis = *Nyctalus leisleri*, Noctule de Leisler

Nnoc = *Nyctalus noctula*, Noctule commune

Nspp = espèces du genre *Nyctalus*

Pkuh = *Pipistrellus kuhlii*, Pipistrelle de Kuhl

Plaer = *Plecotus auritus*, Oreillard roux

Plaus = *Plecotus austriacus*, Oreillard gris

Plspp = espèces du genre *Plecotus*

Pnat = *Pipistrellus nathusii*, Pipistrelle de Nathusius

Ppip = *Pipistrellus pipistrellus*, Pipistrelle commune

Ppyg = *Pipistrellus pygmaeus*, Pipistrelle pygmée

Pspp = espèces du genre *Pipistrellus*

Reur = *Rhinolophus euryale*, Rhinolophe euryale

Rfer = *Rhinolophus ferrumequinum*, Grand rhinolophe

Rhip = *Rhinolophus hipposideros*, Petit rhinolophe

Rmeh = *Rhinolophus mehelyi*, Rhinolophe de Mehely

Rspp. = espèces du genre *Rhinolophus*

Tten = *Tadarida teniotis*, Molosse de Cestoni

Vmur = *Vespertilio murinus*, Vespertilion bicolore ou

Sérotine bicolore

References

ALBOUY, S. (2010): Suivis de l'impact éolien sur l'avifaune et les chiroptères, exemples de parcs aérois (11).

ABIES, présentation au Séminaire National LPO Eolien et Biodiversité, Reims, 16 septembre 2010.

ALBRECHT, K. & C. GRÜNFELDER (2011): Fledermäuse für die Standortplanung von Windenergieanlagen erfassen; Erhebungen in kollisionsrelevanten Höhen mit einem Heliumballon. Standortplanung von Windenergieanlagen. NuL 43 (1): 5-14.

ALEPE (2012): Contrôle de l'impact post-implantation du parc éolien de Lou Pao sur les habitats, l'avifaune et les chiroptères: Bilan des 3 années de suivi (2008-2009-2010), Communes de Chastel-Nouvel, Rieutort de Randon et Servièrres (Lozère 48). Expertise pour EDF Energies Nouvelles, 111 pages

ALLOUCHE, L. (2011): Parc éolien du Mas de Leuze, Saint-Martin-de-Crau (13), suivi de la mortalité des Chiroptères, 12 juillet-1er octobre 2011 dans le cadre des tests de régulation du fonctionnement des éoliennes réalisés par Biotope. AVES Environnement pour BIO-TOPE, rapport inédit, 9 pages

ALVES, P., B. SILVA & S. BARREIRO (2006a): Parque Eólico de Chão Falcão I. Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 (Ano 2005). Plecotus, Lda. e Prosistemas, SA.

ALVES, P., B. SILVA & S. BARREIRO (2006b): Parques Eólicos na Serra dos Candeeiros. Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 (Ano 2005). Plecotus, Lda e Prosistemas, SA

ALVES, P., P. GERALDES, C. FERRAZ, M. HORTÊNCIO & B. SILVA (2007a): Parques Eólicos da Serra da Freita (Freita I e Freita II). Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 – Ano 2006. Plecotus, Lda

ALVES, P., P. GERALDES, C. FERRAZ, B. SILVA, M. HORTÊNCIO, F. AMORIM & S. BARREIRO (2007b): Parque Eólico de Arada/Montemuro. Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 – Ano 2006. Plecotus, Lda e Prosistemas, SA.

ALVES, P., E. LOPES, BARREIRO, S. & B. SILVA (2009a): Sub-parques Eólicos de Mata-Álvaro, Furnas e Seladolinho. Monitorização de Quirópteros. Relatório 3 – Ano 2007 (relatório final). Plecotus, Lda

ALVES, P., B. SILVA & S. BARREIRO (2009b): Parque Eólico da Gardunha: Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 – Ano 2007. Plecotus, Lda

ALVES, P., E. LOPES, S. BARREIRO & B. SILVA (2010): Sub-parques Eólicos de Prouença I e II. Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 – Ano 2007. Plecotus, Lda

AMINOFF, S., N. HAGNER-WAHLSTEN, E.-M. KYHERÖINEN, A. LINDÉN, J. BROMMER, A. BRUTEMARK & M. FRED (2014): Methods for studying post-construction effects of wind power on bats in central Europe cannot be directly applied in southern Finland. Book of abstracts, XIIIth European Bat Research Symposium, 1-5 September 2014, Šibenik, Croatia: 25.

AMORIM, F. (2009): Morcegos e Parques Eólicos - Relação entre o uso do espaço e a mortalidade, avaliação de metodologias, e influência de factores ambientais e ecológicos sobre a mortalidade. Tese de Mestrado, Universidade de Évora.

AMORIM, F., H. REBELO & L. RODRIGUES (2012): Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the Mediterranean region. Acta Chiropterologica, 14(2): 439-457

ANDRÉ, Y. (2004): Protocoles de suivis pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune. LPO, 20 pages.

AVES ENVIRONNEMENT & GROUPE CHIROPTÈRES DE PROVENCE (2009): Parc éolien du Mas de Leuze (St Martin de Crau, 13) : Evaluation de la mortalité des Chiroptères : 15 mars 30 septembre 2009. Unpublished intermediate report, 12 pages

BACH, L. & P. BACH (2008): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Cappel.-Neufeld – Zwischenbericht 2008. unpubl. Report to WWK: 1-29.

BACH, L. & P. BACH (2010): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Cappel.-Neufeld – Endbericht 2009. unpubl. Report to WWK: 1-50.

BACH, L. & P. BACH (2012): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Ellenserdammersiel, Zwischenbericht 2012 - unpubl. report to MAIBARA GmbH & Co. KG: 34 pages

BACH, L. & P. BACH (2013a): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Wiesmoor, Zwischenbericht 2013. - unpubl. Report to Carpe Ventos GmbH: 38 pages

BACH, L. & P. BACH (2013b): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Friesland, Endbericht 2013 - unpubl. report to MAIBARA GmbH & Co. KG: 44 pages

BACH, L. & P. BACH (2013c): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Friesland II, Zwischenbericht 2013. - unpubl. Report to Diekmann & Mosebach: 34 pages

BACH, P. & L. BACH (2013d): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Wiesmoor, Endbericht 2012. - unpubl. report to Carpe Ventos GmbH: 64 pages



- BACH, L., P. BACH & K. FREY (2011a): Fledermausmonitoring Windpark Timmeler Kampen, Zwischenbericht 2011. For Landkreis Aurich.
- BACH, L., P. BACH & U. GERHARDT (2011b): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Wiesmoor, Zwischenbericht 2011. For Carpe Ventos Energie GmbH.
- BACH, P., L. BACH & F. SINNING (2014): Fledermausmonitoring im Windpark Walsrode - Gondelmonitoring und Schlagofersuche, Endbericht 2013 - unpubl. report to Munira GmbH & Co. KG, 46 pp
- BACH, L. & I. NIERMANN (2010a): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Zwischenbericht 2009. unpubl. Report to PNE Wind AG: 1-30.
- BACH, L. & I. NIERMANN (2010b): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel, Endbericht 2010 For PNE Wind AG.
- BACH, L. & M. TILLMANN (2012): Fachstellungnahme Fledermäuse zum potentiellen Windparkstandort Belum. – unpubl. report to e3 Projekt 46 GmbH & Co. KG: 59 pages.
- BARREIRO, S., B. SILVA & P. ALVES (2007): Parque Eólico da Serra dos Candeeiros (Candeeiros I e II): Monitorização de Quirópteros. Relatório 3 – Ano 2006. Plecotus, Lda e ProSistemas, SA
- BARREIRO, S., B. SILVA & P. ALVES (2009): Parque Eólico de Mosqueiros I: Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 – Ano 2008. Plecotus, Lda
- BEUCHER, Y., V. KELM, F. ALBESPY, M. GEYELIN, L. NAZON & D. PICK (2013): Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12): Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} années d'exploitation (2009-2011).
- BEUCHER, Y. & V. LECOQ (2009): Parc éolien de Canet-de-Salars - Suivi évaluation post-implantation de l'impact du parc éolien sur les chauves-souris. Bilan de la campagne 2008, première année d'exploitation. Rapport inédit.
- BFL (2011a): Fachgutachten zum geplanten Repowering in einem Windfeld westlich von Ober-Flörsheim (Landkreis Alzey-Worms). Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH, Wörrstadt. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2011b): Fledermausmonitoring am WEA-Standort Naurath (Landkreis Trier-Saarburg) - Zwischenbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2011c): Fledermausmonitoring im Windpark Lingerhahn (Rhein-Hunsrück-Kreis)- Zwischenbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2011d): Fledermausmonitoring im Windpark Uhler (Rhein-Hunsrück-Kreis). Endbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2011e): Fledermausmonitoring im Windpark Wörrstadt-Ost (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der New Breeze GmbH & Co. Wind Wörrstadt-Ost KG. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2012a): Fledermausmonitoring am WEA-Standort Beltheim (Landkreis Rhein-Hunsrück) – Zwischenbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Wind GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2012b): Fledermausmonitoring an einer Windenergieanlage auf dem Elmersberg. Fachgutachten zur Entwicklung eines fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmus. Endbericht 2011. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Windkraft Großer Elmersberg KG. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Illingen, Schöneberg.
- BFL (2012c): Fledermausmonitoring im Windpark Mainstockheim 2011 (Landkreis Kitzingen) – Endbericht. Unveröff. Gutachten im Auftrag der VOLTA Windkraft GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Ochsenfurt.
- BFL (2012d): Fledermausmonitoring im Windpark Repperndorf 2009-2011 (Landkreis Kitzingen) - Endbericht. Unveröff. Gutachten im Auftrag der ABO Wind Betriebs GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Heidesheim.
- BFL (2013a): Endbericht zum Fledermausmonitoring am WEA-Standort Naurath (Landkreis Trier-Saarburg). Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2013b): Fachgutachten zum Konfliktpotenzial Fledermäuse und Windenergie im Rahmen einer Windparkerweiterung am WEA-Standort Bedesbach/Welchweiler (WEA4). (Landkreis Kusel). Im Auftrag der Windenergie Christian Zaharanski. Büro für Faunistik für Landschaftsökologie, Schöneberg, Bedesbach.
- BFL (2013c): Fledermausmonitoring im Windpark am Kleeberg. Bericht 2012 (Landkreis Neuenkirchen). Unveröff. Gutachten im Auftrag der Windpark am Kleeberg KG. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Illingen.
- BFL (2013d): Fledermausmonitoring im Windpark Beltheim (Landkreis Rhein-Hunsrück) – Endbericht 2013. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2013e): Fledermausmonitoring im Windpark Gabsheim (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013f): Fledermausmonitoring im Windpark Heimerheim (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013g): Fledermausmonitoring im Windpark Lingerhahn (Rhein-Hunsrück-Kreis) – Endbericht 2013. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2013h): Fledermausmonitoring im Windpark Mainstockheim (Anlage A3) (Landkreis Kitzingen) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der VOLTA Windkraft GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Ochsenfurt.
- BFL (2013i): Fledermausmonitoring im Windpark Neuerkirch (Landkreis Rhein-Hunsrück) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013j): Fledermausmonitoring im Windpark Schornheim (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013k): Fledermausmonitoring im Windpark Unzenberg (Landkreis Rhein-Hunsrück) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013l): Fledermausmonitoring im Windpark Waldgesheim 2012 (Landkreis Mainz-Bingen) – Endbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013m): Fledermausmonitoring im Windpark Worms (Landkreis Alzey-Worms) – Zwischenbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg.
- BFL (2013n): Fledermausmonitoring im Windpark Wörrstadt-Ost (Landkreis Alzey-Worms) – Endbericht 2012. Unveröff. Gutachten im Auftrag der New Breeze GmbH & Co. Wind Wörrstadt-Ost KG. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie, Schöneberg, Wörrstadt.
- BFL (2014a): Fledermausmonitoring im Windpark Kirchberg 2012-2013 (Rhein-Hunsrück-Kreis) - Endbericht 2013-2014. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014b): Fledermausmonitoring im Windpark Gau-Bickelheim 2013 (Landkreis Alzey-Worms) - Zwischenbericht 2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014c): Fledermausmonitoring im Windpark Riegenroth 2013 (Rhein-Hunsrück-Kreis) - Zwischenbericht 2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014d): Fledermausmonitoring im Windpark Hangen-Weisheim 2013 (Landkreis Alzey-Worms) - Zwischenbericht 2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014e): Fledermausmonitoring im Windpark Laubach 2013 (Rhein-Hunsrück-Kreis) - Zwischenbericht 2012. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014f): Fledermausmonitoring im Windpark Hochstätten 2012-2013 (Landkreis Bad Kreuznach) - Endbericht 2012-2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- BFL (2014g): Fledermausmonitoring im Windpark Schopfloch 2012-2013 (Landkreis Freudenstadt) - Endbericht 2012-2013. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der juwi Energieprojekte GmbH. Büro für Faunistik und Landschaftsökologie - Bingen am Rhein.
- Bio3 (2010): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Serra do Mú. Relatório III



- (Fase de exploração - Ano 2009). Relatório elaborado para EDP renováveis - enernova. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011a): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Cabeço Rainha 2. Relatório III (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para EDP Renováveis. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011b): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão Falcão II. Relatório II (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para Parque Eólico de Chão Falcão. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011c): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão Falcão III. Relatório II (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para Parque Eólico de Chão Falcão. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011d): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Lousã II. Relatório II (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para Parque Eólico de Trevim Lda. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011e): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Serra de Bornes. Relatório II (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para Parque Eólico da Serra de Bornes, SA. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011f): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Serra do Mú. Relatório Final (Fase de pré-construção, construção e exploração - Ano 2007-2010). Relatório elaborado para EDP renováveis - enernova. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011g): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Sub-Parque Eólico de Contim (Parque Eólico da Terra Fria). Relatório II (Fase de exploração - Ano 2010/2011). Relatório elaborado para ENEOP2, exploração de parques eólicos. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011h): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Sub-Parque Eólico de Facho-Colmeia (Parque Eólico da Terra Fria). Relatório III (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para ENEOP2, exploração de parques eólicos. Bio3, Almada.
- Bio3 (2011i): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Sub-Parque Eólico de Montalegre (Parque Eólico da Terra Fria). Relatório III (Fase de exploração - Ano 1). Relatório elaborado para ENEOP2, exploração de parques eólicos. Bio3, Almada.
- Bio3 (2012a): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Lousã II. Relatório III (Fase II - ano II de exploração), 81 pages
- Bio3 (2012b): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão-Falcão II. Relatório 3 (Fase de exploração), 80 pages
- Bio3 (2012c): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão-Falcão III. Relatório II (Fase de exploração), 102 pages
- Bio3 (2012d): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros do Parque Eólico da Nave. Relatório II (Fase III - 1º ano de exploração), 140 pages
- Bio3 (2012e): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros do Parque Eólico de Carreço-Outeiro. Relatório III (Fase III - exploração), 127 pages
- Bio3 (2012f): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros do Parque Eólico da Terra Fria. Relatório IV (Fase de exploração Montalegre; Relatório Final Facho-Colmeia; Relatório III (Fase de exploração Contim), 230 pages
- Bio3 (2012g): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Cabeço Rainha 2. Relatório Final (Fase de pré-construção, construção e exploração - Ano 2007-2011). Relatório elaborado para EDP Renováveis. Bio3, Almada.
- Bio3 (2013a): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Bornes. Relatório 3 (2º ano de exploração), 111 pages
- Bio3 (2013b): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Mosqueiros II. Relatório final (Fase de exploração - Ano III), 105 pages
- Bio3 (2013c): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico da Lousã II e Sobre-equipamento. Relatório IV - Relatório Final (3º de exploração - Ano 2012). Relatório II (ano anterior à construção) do Sobre-equipamento.
- Bio3 (2013d): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Meroicinha II. Relatório II (Fase de exploração), 91 pages
- Bio3 (2013e): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros do Parque Eólico da Nave. Relatório III - Relatório Final (Fase III - 2º ano de exploração), 146 pages
- Bio3 (2013f): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão-Falcão III. Relatório Final (Fase de exploração), 112 pages
- Bio3 (2013g): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Chão-Falcão II. Relatório 4 (Fase de exploração), 121 pages
- Bio3 (2013h): Monitorização da Comunidade de Quirópteros do Parque Eólico de Bornes. Relatório Final (3º ano de exploração), 118 pages
- BLG (2009): Monitoring potenzieller betriebsbedingter Beeinträchtigungen von Fledermäusen an Windnergieanlagen im Windpark Nordschwarzwald – Endbericht. Unveröff. Gutachten im Auftrag der MFG Management & Finanzberatung AG, Karlsruhe. Büro für Landschaftsökologie und Geoinformation, Schöneberg.
- BRINKMANN, R. & F. BONTADINA (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. For Regierungspräsidium Freiburg - Referat 56 Naturschutz und Landschaftspflege.
- BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIEMANN & M. REICH (Eds.) (2011): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windnergieanlagen. Schriftenreihe Institut für Umweltplanung Leibniz Universität Hannover. Umwelt und Raum Bd. 4. Cuvillier Verlag, Göttingen
- CABRAL, J.A., P. SILVA-SANTOS, P. BARROS, ; C. SILVA, J. CORREIA & R. GONÇALVES (2008a): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Vila Real., 44 pages
- CABRAL, J.A., SILVA-SANTOS, P., BARROS, P., SILVA, C., CORREIA, J., GONÇALVES, R. & BRAZ, L. (2008b). Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Verão de 2008 - Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Vila Real. 41pages
- CABRAL, J.A., P. SILVA-SANTOS, P. BARROS, C. SILVA, J. CORREIA, R. GONÇALVES & L. BRAZ (2008c): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Outono de 2008 - Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Vila Real. 48 pages
- CABRAL, J.A., P. SILVA-SANTOS, P. BARROS, C. SILVA, J. CORREIA, R. GONÇALVES L. BRAZ (2008d): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Inverno e Primavera - Fase de Exploração). Estudo do Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Relatório de Progresso (Progress Report).
- CABRAL, J.A., P. SILVA-SANTOS, P. BARROS, C. SILVA, J. CORREIA, R. GONÇALVES & L. BRAZ (2009): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros – Parque Eólico do Outeiro (Relatório Final - Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a FINERGE. Vila Real., 90 pages
- CAMINA, A. (2012): Bat Fatalities at Wind Farms in Northern Spain – Lessons to be Learned. Acta Chiropterologica 14(1): 205-212.
- CHATTON, T. (2011): Suivi de la mortalité sur le parc éolien de Saint-Genou (36) - Suivi 2011. Indre Nature, rapport inédit, 14 pages
- CONDUCHÉ, N., T. DAUMAL, C. LOUVET, S. TOURTE & F. SPINELLI-DHUIQ (2012): Suivis des impacts sur les chiroptères du parc éolien de “La Picoterie”, commune de Charly-sur-Marne (02). Ecothème pour La Compagnie du Vent, 43 pages
- CORNUT, J. & S. VINCENT (2011): Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. LPO Drôme et CN’Air, rapport inédit, 39 pages
- CSD INGENIEURS CONSEILS (2013): Suivi de mortalité ces chauves-souris et batmonitoring sur le parc éolien de Perwez. – Rapport final. NA00932, 50 pages
- ECOSISTEMA (2007): Monitorização da mortalidade de aves e quirópteros no Parque Eólico da Lameira. Relatório final. (Final Report)
- FERRI, V., O. LOCASCILLI, C. SOCCINI & E. FORLIZZI (2011): Post construction monitoring of wind farms: first records of direct impact on bats in Italy. Hystrix It. J. Mamm. (n.s.) 22(1): 199-203.
- FREY, K., L. BACH & P. BACH (2013): Fledermausmonitoring Windpark Timmeler Kampen – Endbericht 2012 - unpubl. report to LK Aurich, 64 pages
- GEORGIAKAKIS, P., E. KRET, B. CÂRCAMO, B. DOUTAU, A. KAFKALÉTOU-DIEZ, D. VASILAKIS & E. PAPADATOU (2012): Bat fatalities at wind farms in north-eastern Greece. Acta Chiropterologica, 14(2): 459-468.
- GOTTFRIED, I., T. GOTTFRIED, M. IGNACZA & B. WOJCIOWICZ (2011): Five regions in Poland: Szczecin Coast, Gdańsk Coast, Chełmsk-Dobrzyń Lakeland, South Wielkop-



- ska Lowland, Sudetes Foothills. Wstępne dane o śmiertelności nietoperzy na farmach wiatrowych w Polsce. Nietoperze 12 (1-2): 29-34.
- GOTTFRIED, T. & I. GOTTFRIED (2012): Śmiertelność nietoperzy na farmach wiatrowych w Polsce. Konferencja chiropterologiczna z okazji międzynarodowego roku nietoperza - Warsaw, 15-16 Novemver 2012. Ministerstwo Środowiska. http://www.mos.gov.pl/g2/big/2012_11/894965bc63a8266fada075aee4c87b7.pdf
- HORTÊNCIO, M., S. BARREIRO, B. SILVA & P. ALVES (2007): Parque Eólico do Caramulo: Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 - Ano 2006. Plecotus, Lda.
- HORTÊNCIO, M., B. SILVA, P. ALVES & S. BARREIRO (2008): Monitorização de Morcegos no Parque Eólico de Chão Falcão. Relatório 4 - Ano 2007. Plecotus, Lda e Prosistemas, SA.
- HÖTKER, H. (2006): Auswirkungen des "Repowering" von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. For Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- KORNER-NIEVERGELT, F., P. KORNER-NIEVERGELT, O. BEHR, I. NIERMANN, R. BRINKMANN & B. HELLRIEGEL (2011): A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. Journal of Wildlife Biology 17: 350-363.
- LEA (2009a): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Sobrado. Relatório de progresso - Primavera (Fase de construção e exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Junho de 2009, 50 pages
- LEA (2009b): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Sobrado. Relatório de progresso - Verão (Fase de Exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Setembro de 2009, 36 pages
- LEA (2010a): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Sobrado. Relatório Final (Fase de construção e exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Janeiro de 2010, 56 pages
- LEA (2010b): Programa de estudos e monitorização da conservação da natureza do parque eólico de Negrelo e Guilhado. Monitorização de Quirópteros - Actividade e Mortalidade na Área do Parque Eólico de Negrelo e Guilhado. Fase de exploração - ano de 2009. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 49 pages
- LEA (2010c): Programa de estudos e monitorização da conservação da natureza do parque eólico de Negrelo e Guilhado. Monitorização de Quirópteros - Actividade e Mortalidade na Área do Parque Eólico de Negrelo e Guilhado. Fase de exploração - ano de 2009. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 49 pages
- LEA (2010d): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico de Mafômedes. Relatório Final (Fase de Exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Outubro.
- LEA (2010e): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros nos Parques Eólicos de Penedo Ruivo e Seixinhos. Relatório Final (Fase de Exploração - Ano IV) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, Junho de 2010.
- LEA (2011) Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Sobrado. Relatório Final (Ano 3. Fase de exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 50 pages
- LEA (2012a): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Alto do Marco. Relatório Anual (Ano 1 - Fase de exploração) elaborado para a empresa Parque Eólico de Gevancas. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 62 pages
- LEA (2012b): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico de Negrelo e Guilhado. Relatório Anual do 4º ano da fase de exploração - 2012. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Estudo coordenado por Ecosfera, consultoria ambiental Lda. para EDP Renováveis Portugal, S.A. Porto, 69 pages
- LEA (2012c): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico de Mafômedes. Relatório final (Ano 4. Fase de exploração) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 52 pages
- LEA (2012d): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros nos Parques Eólicos de Penedo Ruivo e Seixinhos. Relatório Final (Ano 6. Fase de exploração - ano 2011) elaborado para a EnergieKontor. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 84 pages
- LEA (2013): Relatório de Monitorização da Actividade e Mortalidade de Quirópteros no Parque Eólico do Alto do Marco. Relatório Final (Ano 2- Fase de exploração) elaborado para a empresa Parque Eólico de Gevancas. Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 82 pages
- LELONG, M. (2012): Deuxième programme de suivis avifaunistiques et chiroptérologiques des parcs éoliens de la région Centre. Module 5: Suivi de la mortalité sur le parc éolien de Saint-Genou. Indre Nature, unpublished report, 20 pages
- LONG, C.V., J.A. FLINT, P.A. LEPPER & S.A. DIBLE (2009): Wind turbines and bat mortality: interaction of bat echolocation pulses with moving turbine rotot blades. Proceed. Inst. Acoustics, Vol. 31: 185-192.
- LOPES, S., B. SILVA & P. ALVES (2008): Sub-Parques Eólicos de Proença I e II. Monitorização de Quirópteros: Relatório 1 - Ano 2006. Plecotus, Lda
- LOPES, S., B. SILVA & P. ALVES (2009): Sub-Parque Eólico do Moradal. Monitorização de Quirópteros: Relatório 2 - Ano 2007. Plecotus, Lda
- MÁE D'ÁGUA (2007): Relatório de monitorização da mortalidade de aves e quirópteros no parque eólico da Lameira - Relatório final (Fase de Exploração). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 56 pages
- MINDERMAN, J., C.J. PENDLEBURY, J.W. PEARCE-HIGGINS & K.J. PARK (2012): Experimental Evidence for the Effect of Small Wind Turbine Proximity and Operation on Bird and Bat Activity. PLoS ONE 7(7): e41177. doi:10.1371/journal.pone.0041177
- NOCTULA (2012a): Relatório de Monitorização dos Sistemas Ecológicos na área do Parque Eólico de Safracoentral - Fase de Exploração, 160 pages
- NOCTULA (2012b): Relatório de Monitorização de Quirópteros na área do Parque Eólico do Sobrado - Fase de Exploração, 39 pages
- NOCTULA (2013): Relatório de Monitorização dos Sistemas Ecológicos na área do Parque Eólico de Testos II - Fase de Exploração, 133 pages
- OIKON LTD. (2014): Pračenje stradanja populacija šišmiša tijekom korištenja VE Jelinak (Bat mortality monitoring during operation of Wind farm Jelinak)
- PARK K.J., A. TURNER & J. MINDERMAN (2013): Integrating applied ecology and planning policy: the case of micro-turbines and wildlife conservation. Journal of Applied Ecology 50:199-204
- PROCESL (2009): Relatório de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico do Alto Minho I (Sub-Parques de Picos, Alto do Corisco e Santo António): Fase de Exploração, 1º Ano, 2008. Alfragide, Amadora.
- PROCESL/Bio3 (2010): Relatório de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico do Alto Minho I (Sub-Parques de Picos, Alto do Corisco e Santo António): Fase de Exploração, 2º Ano, 2009. Alfragide, Amadora.
- PROCESL (2012a): Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico de Alvaiázere. Relatório Anual (Ano 1 da Fase de Exploração - 2011).
- PROCESL (2012b): Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico do Bairro. Relatório 3 (2º Ano da Fase de Exploração - 2011).
- PROCESL (2013a): Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico da Raia. Relatório 4 (Ano 2 da Fase de Exploração - 2012).
- PROCESL (2013b): Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico de Alvaiázere. Relatório Anual (Ano 2 da Fase de Exploração - 2012).
- PROCESL (2013c): Parque Eólico da Lourinhã II - Monitorização de Quirópteros. Relatório 2 - 2011 / 2012 (1º Ano da Fase de Exploração).
- PROFICO AMBIENTE (2007a): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros - Parque Eólico do Outeiro (Primavera 2006 - Fase de Exploração, Ano de 2006). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 44 pages
- PROFICO AMBIENTE (2007b): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros - Parque Eólico do Outeiro (Verão 2006 - Fase de Exploração, Ano de 2006). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 43 pages
- PROFICO AMBIENTE (2007c): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros - Parque



- Eólico do Outeiro (Outono 2006 – Fase de Exploração, Ano de 2006). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 45 pages
- PROFICO AMBIENTE (2007d): Programa de monitorização da actividade e mortalidade de quirópteros - Parque Eólico do Outeiro (Relatório Final – Fase de Exploração, Ano de 2006). Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real, 64bpp.
- PROFICO AMBIENTE/BIO3 (2009): Monitorização da comunidade de aves e quirópteros no Parque Eólico da Guarda. Relatório II (ano 2008). Relatório elaborado para Centrais Eólicas Reunidas - CENTEOL, S.A. PROFICO – Projectos, Fiscalização e Consultadoria, Lda / Bio3 - Estudos e Projectos em Biologia e Valorização de Recursos Naturais, Lda.
- PROFICO AMBIENTE/BIO3 (2010): Monitorização da comunidade de aves e quirópteros no Parque Eólico da Guarda. Relatório III - ano 2009 (Final). Relatório elaborado para Centrais Eólicas Reunidas - CENTEOL, S.A. PROFICO – Projectos, Fiscalização e Consultadoria, Lda / Bio3 - Estudos e Projectos em Biologia e Valorização de Recursos Naturais, Lda.
- REPORT UNAVAILABLE (2010): Loire Atlantique 1, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2010): Loire Atlantique 2, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2011): Loire Atlantique 1, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2011): Loire Atlantique 2, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2011): Morbihan 1, France.
- REPORT UNAVAILABLE (2012): Morbihan 1, France.
- ROCHEREAU 2008 (Vienne). France.
- ROCHEREAU 2009 (Vienne). France.
- ROCHEREAU 2010 (Vienne). France.
- SANTOS, H., L. RODRIGUES, G. JONES & H. REBELO (2013): Using species distribution modelling to predict bat fatality risk at wind farms. *Biological Conservation* 157: 178–186
- SEICHE, K., ENDL P. & M. LEIN (2008): Fledermäuse und Windenergieanlagen in Sachsen 2006. *Sächsisches Landessamt für Umwelt und Geologie*.
- SILVA, B., S. BARREIRO & P. ALVES (2007): Parque Eólico de Chão Falcão I. Monitorização de Quirópteros: Relatório 3 – Ano 2006. Plecotus, Lda e ProSistemas, SA
- SILVA, B., S. BARREIRO, M. HORTÊNCIO & P. ALVES (2008): Parque Eólico do Caramulo: Monitorização de Quirópteros. Relatório 3 – Ano 2007. Plecotus, Lda
- STRIX (2006a): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório do Inverno de 2005. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2006b): Plano de Monitorização: relatório de Inverno – Parque Eólico do Portal da Freita (Serra do Marão), Ano 0 – Trimestre 1 - 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2006c): Plano de Monitorização: relatório de Primavera – Parque Eólico do Portal da Freita (Serra do Marão), Ano 0 – Trimestre 2 - 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2006d): Plano de Monitorização: relatório de Verão – Parque Eólico do Portal da Freita (Serra do Marão), Ano 0 – Trimestre 3 - 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2006e): Plano de Monitorização: relatório de Outono – Parque Eólico do Portal da Freita (Serra do Marão), Ano 0 – Trimestre 4 - 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007a): Plano Especial de Monitorização de Quirópteros para a Serra do Marão - Parques eólicos de Penedo Ruivo, Seixinhos e Teixeira, Ano 1 - 2006. Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a STRIX. Oeiras. 91pages
- STRIX (2007b): Plano Especial de Monitorização de Quirópteros para a Serra do Marão - Parques eólicos de Penedo Ruivo, Seixinhos e Teixeira, Ano 2 - 2007. Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a STRIX. Oeiras. 72pages
- STRIX (2007c): Relatório Anual de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico da Videira, Ano de 2006. Relatório não publicado, Oeiras
- STRIX (2007d): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório da Primavera de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007e): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório do Verão de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007f): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório do Outono de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007g): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez), relatório do Inverno de 2006/2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2007h): Especial de Monitorização de Quirópteros para a Serra do Marão – 2006 (Parques Eólicos de Penedo Ruivo, Seixinhos e Teixeira). Estudo para a EnergieKontor Portugal Energia Verde. Relatório de Progresso (Progress Report).
- STRIX (2008a): Relatório Anual de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico da Videira, Ano de 2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008b): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez) - Primavera de 2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008c): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez) – Verão de 2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008d): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez) - Outono de 2007. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008e): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Alagoa de Cima (Arcos de Valdevez) - Inverno de 2008. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008f): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Caravelas (Vila Real) - Inverno de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008g): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Caravelas (Vila Real) - Primavera de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2008h): Monitorização das Comunidades de Aves e Quirópteros no Parque Eólico de Caravelas (Vila Real) – Verão de 2006. Relatório não publicado, Oeiras.
- STRIX (2009a): Plano Especial de Monitorização de Quirópteros para a Serra do Marão - Parques eólicos de Penedo Ruivo, Mafômedes, Seixinhos e Teixeira-Sedielos, Ano 3 - 2008. Estudo coordenado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para a STRIX. Oeiras, 82 pages
- STRIX (2009b): Relatório Anual de Monitorização de Quirópteros do Parque Eólico da Videira, Ano de 2008. Relatório não publicado, Oeiras
- TRAXLER, A., S. WEGLEITNER & H. JAKLITSCH (2004): Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen. Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf. Endbericht Dezember 2004. For WSS Ökoenergie, evn naturkraft, WEB Windenergie, IG Windkraft & Amt der NÖ Landesregierung.
- TRILLE, M., LIOZON R. & S. TALHOËT (2008): Suivi ornithologique et chiroptérologique du parc éolien de Castelnaud-Pégayrols. Bilan de la première année de suivi. LPO Aveyron, unpublished report, 47 pages
- ZAGMAJSTER, M., JANCAR T. & J. MLAKAR (2007): First records of deer bats (Chiroptera) from wind parks in Croatia. *Nyctalus (N.F.)* 12 (2-3): 234-237.
- ZIELIŃSKI, P., BELA G. & A. MARCHLEWSKI (2011): Monitoring of birds – report from searching of the wind farm near Gnieźdźewo (gmina Puck, pomorskie voivodeship) Year 2011. For DIPOL Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Gdansk, 19 pages

**Annexe 2 : Mortalité de chauves-souris par éoliennes connue au 17/13/2016**

Species	AT	BE	CH	CR	CZ	DE	ES	EE
<i>Nyctalus noctula</i>	46				31	973	1	
<i>Nyctalus lasiopterus</i>							21	
<i>Nyctalus leisleri</i>			1		3	143	15	
<i>Nyctalus spec.</i>							2	
<i>Eptesicus serotinus</i>	1				11	55	2	
<i>Eptesicus isabellinus</i>							117	
<i>Eptesicus serotinus / isabellinus</i>							11	
<i>Eptesicus nilssonii</i>	1				1	3		2
<i>Vespertilio murinus</i>	2			7	6	116		
<i>Myotis myotis</i>						2	2	
<i>Myotis blythii</i>							4	
<i>Myotis dasycneme</i>						3		
<i>Myotis daubentonii</i>						7		
<i>Myotis bechsteinii</i>								
<i>Myotis emarginatus</i>							1	
<i>Myotis brandtii</i>						1		
<i>Myotis mystacinus</i>						2		
<i>Myotis spec.</i>						1	3	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	10		2	16	556	73	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	13	3		3	7	805		
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	4				2	82		
<i>Pipistrellus pipistrellus / pygmaeus</i>	1		1				483	
<i>Pipistrellus kuhlii</i>				66			44	
<i>Pipistrellus pipistrellus / kuhlii</i>								
<i>Pipistrellus spec.</i>	8			37	9	70	20	
<i>Hypsugo savii</i>	1			57		1	50	
<i>Barbastella barbastellus</i>						1	1	
<i>Plecotus austriacus</i>	1					6		
<i>Plecotus auritus</i>						7		
<i>Tadarida teniotis</i>				2			23	
<i>Miniopterus schreibersii</i>							2	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>							1	
<i>Rhinolophus mehelyi</i>							1	
<i>Chiroptera spec.</i>	1	1		14	1	63	320	1
Total	81	14	2	188	87	2897	1197	3

AT = Autriche, BE = Belgique, CH = Suisse, CR = Croatie, CZ = Rep. tchèque., D = Allemagne, ES = Espagne, EE = Estonie, FR = France, GR = Grèce, IT = Italie, LV = Lettonie NL = Pays-Bas, NO = Norvège, PT = Portugal, PL = Pologne, RO = Roumanie, SE = Suède, UK = Royaume-Uni

FI	FR	GR	IT	LV	NL	NO	PT	PL	RO	SE	UK	Total
	31	10					1	16	5	1		1115
	6	1					9					37
	63	58	2				253	5				543
	1						17					20
	23	1			1			3				97
							1					118
							16					27
6				13		1		1		8		36
	8	1		1				7	7	1		156
	3											7
	1											5
												3
							2					9
	1											1
	2											3
												1
		1										3
												4
	622		1		15		281	3	3	1		1585
	178	35	2	23	8			16	12	5		1110
	125			1			36	1	2	1	1	255
	29	54					37	1	2			608
	130						44		4			288
							19					19
	134	1		2			97	2	4		3	387
	36	26	12				47					230
	3											5
												7
												7
	1						27					53
	5						4					11
												1
												1
	192	6	1				110	3		30	8	751
6	1594	194	18	40	24	1	1001	58	39	47	12	7503

**Annexe 3 : Distances maximales des terrains de chasse par espèce et hauteurs de vol**

Dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement des projets éoliens, il importe de connaître la distance maximale à laquelle les différentes espèces ont été contactées en chasse et l'altitude à laquelle elles peuvent voler. Le tableau suivant présente la mise à jour des informations pour les espèces victimes des éoliennes. Pour la plupart d'entre elles, les données proviennent d'études télémétriques (sauf celles en bleu) et les références sont indiquées sous le tableau.

References

- 1 GEBHARD, J. & W. BOGDANOWICZ (2004) : *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) Grosser Abendsegler. In Krapp F. (Ed.) : Handbuch der Säugetiere Europas, Fledertiere (Chiroptera) II. Aula Verlag, Wiebelsheim : 607-694
- 2 POPA-LISSEANU, A.G. (2007) : Roosting behaviour, foraging ecology and enigmatic dietary habits of the aerial-hawking bat *Nyctalus lasiopterus*. PhD Thesis, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain.
- 3 IBAÑEZ, A., A. GUILLÉN & W. BOGDANOWICZ (2004) : *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780) - Riesenabendsegler (2004). In Krapp F. (Ed.) : Handbuch der Säugetiere Europas, Fledertiere (Chiroptera) II. Aula Verlag, Wiebelsheim : 695-716.
- 4 POPA-LISSEANU, A.G., C. IBAÑEZ, O. MORA & C. RUIZ (2004) : Roost utilization of an urban park by the greater noctule, *Nyctalus lasiopterus*, in Spain. Abstracts for the 13th International Bat Conference in Poland : 100 ; Museum and Institute of Zoology PAS, Varsovie.
- 5 SCHORCHT, W. (2002) : Zum nächtlichen Verhalten von *Nyctalus leisleri*. Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz 71 : 141-161.

Espèce	Distance maximale de chasse (km)
<i>Nyctalus noctula</i>	26
<i>Nyctalus leisleri</i>	17
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	90
<i>Pipistrellus nathusii</i>	12
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	1,7 (rayon moyen)
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	5,1
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	pas d'information
<i>Hypsugo savii</i>	?
<i>Eptesicus serotinus</i>	5-7,12
<i>Eptesicus isabellinus</i>	?
<i>Eptesicus nilssonii</i>	4-5 (période de reproduction) ; >30 ensuite
<i>Vespertilio murinus</i>	6,2 ♀ ; 20,5 ♂
<i>Myotis myotis</i>	25
<i>Myotis blythii</i>	26
<i>Myotis punicus</i>	moyenne 6, jusqu'à 16,5
<i>Myotis emarginatus</i>	12,5 ; 3
<i>Myotis bechsteinii</i>	2,5
<i>Myotis dasycneme</i>	34 ; 15 de la nurserie, > 25 (printemps et automne)
<i>Myotis daubentonii</i>	10 ♀ ; >15 ♂
<i>Myotis brandtii</i>	10
<i>Myotis mystacinus</i>	2,8
<i>Plecotus auritus</i>	2,2-3,3
<i>Plecotus austriacus</i>	Régulièrement jusqu'à 7, habituellement 1,5
<i>Barbastella barbastellus</i>	25
<i>Miniopterus schreibersii</i>	30 to 40
<i>Tadarida teniotis</i>	>30 (Portugal), 100 (Suisse)

Hauteur de vol (m)	Références	Etudes télémétriques
10 à quelques centaines de mètres	1, 7, 30, 65	Oui, non
Au-dessus de la canopée, >25m, >40-50m (en chasse et en vol direct)	5, 6, 30, 32, 42, 45, 64, 65, 68	Oui, non
1300m (téléscope et radar)	2, 3, 4, 30	Oui
1-20 (en chasse) ; 30-50 (en migration), >25m, en chasse au-dessus de la canopée et >40-50m en vol direct	43, 45, 46, 47, 30, 64, 65, 68	Oui, non
Jusqu'au rotor, parfois >25m, >40-50m en vol direct	20, 30, 64, 65, 68	Oui, non
Jusqu'au rotor, >25m, >40-50m en vol direct	21, 61, 65, 68	Non ; capsules chi-mioluminescentes, non
1-10 ; jusqu'à quelques centaines de mètres >25m	30, 64, 65	Oui, non
>100	33, 37, 64, 65	Non, non
50 (jusqu'au rotor), >25m, chasse au-dessus de la canopée, >40-50m en vol direct	13, 14, 15, 16, 30, 62, 64, 65, 68	Oui, non
?	?	?
> 50 (en chasse et en vol direct)	51, 52, 64, 65, 68, 72	Oui
20-40, au-dessus de la canopée (en chasse) et >40-50m (en vol direct)	48, 49, 64, 65, 68	Oui, non
1-15m (vol direct en transit en plein ciel ; >25m ; jusqu'à 40 (50) m en vol direct)	26, 27, 28, 29, 30, 64, 68	Oui, non
1-15	22, 23, 24, 25, 26, 30	Oui
< 2m (en chasse), probablement 100m en transit d'une crête à l'autre	69, 70, 71	Oui
pas d'information ?	17, 18, 30, 33, 36, 38, 39	Oui
1-5 et dans la canopée, parfois au-dessus (en vol direct)	12, 30, 31, 38, 39, 68	Oui, non
2-5 jusqu'au rotor	53, 63, 66 ; 73	Oui
1-5, chasse jusqu'à la canopée et parfois au-dessus en vol direct	57, 58, 68	Oui, non
Jusqu'à la canopée (en chasse) et parfois au-dessus en vol direct	49, 54, 55, 68	?, non
Jusqu'à 15m dans la canopée, jusqu'à la canopée (en chasse) et parfois au-dessus en vol direct	55, 56, 68	Oui, non
Jusqu'à la canopée et au-dessus (en chasse et en vol direct)	59, 68	Oui, non
exceptionnellement >25m, jusqu'à la canopée et au-dessus (en chasse et en vol direct)	60, 64, 67, 68	Oui, non
Au-dessus de la canopée, >25m, canopée et au-dessus (en chasse et en vol direct)	11, 12, 30, 34, 35, 64, 68, 71	Oui, non
2-5 (en chasse) et en plein ciel (transit), >25	8, 30, 41, 40, 64	Oui, non
10-300	44, 9, 10, 30	Oui



- 6 WATERS, D., G. JONES & M. FURLONG (1999) : Foraging ecology of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) at two sites in southern Britain. *J. Zool.* 249 : 173-180.
- 7 KRONWITTER, F. (1988) : Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bat, *Nyctalus noctula*, revealed by radio-tracking. *Myotis* 26 : 23-85.
- 8 NÉMOZ, M., A. BRISORGUEIL *et al.* (2008) : Connaissance et Conservation des gîtes et habitats de chasse de 3 Chiroptères cavernicoles : *Rhinolophe euryale*, Murin de Capaccini et Minioptère de Schreibers. SFEPM, programme LIFE NATURE LIFE04NAT/FR/000080, Paris, 104 pages.
- 9 ARLETTAZ, R. (1990) : Contribution à l'éco-éthologie du Molosse de Cestoni, *Tadarida teniotis*, dans les Alpes valaisannes (sud-ouest de la Suisse). *Z. Säugetierk.* 55 : 28-42.
- 10 ARLETTAZ, R., C. RUCHET, J. AESCHIMANN, E. BRUN, M. GENOUD & P. VOGEL (2000) : Physiological traits affecting the distribution and wintering strategy of the bat *Tadarida teniotis*. *Ecology* 81 : 1004-1014.
- 11 SIERRA, A. (2003) : Habitat use, diet and food availability in a population of *Barbastella barbastellus* in a Swiss alpine valley. *Nyctalus* (N.F.) 8 (6) : 670-673.
- 12 STEINHAUSER, D. (2002) : Untersuchungen zur Ökologie der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus* und der Bechsteinfledermaus, *Myotis bechsteinii* im Süden des Landes Brandenburg. *Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz* 71 : 81-98.
- 13 HARBUSCH, C. (2003): Aspects of the ecology of Serotine bats (*Eptesicus serotinus*) in contrasting landscapes in southwest Germany and Luxembourg. PhD-thesis, University of Aberdeen, 217 pages.
- 14 PÉREZ, J.L. & C. IBÁÑEZ (1991): Preliminary results on activity rhythms and space use obtained by radio-tracking a colony of *Eptesicus serotinus*. *Myotis* 29: 61-66.
- 15 ROBINSON, M.F. & R.E. STEBBINGS (1997): Home range and habitat use by the serotine bat, *Eptesicus serotinus*, in England. *J. Zool.* 243: 117-136.
- 16 CATTO, C.M.C., A.M. HUTSON, P.A. RACEY & P.J. STEPHENSON (1996): Foraging behaviour and habitat use of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) in southern England. *J. Zool.* 238: 623-633.
- 17 HUET, R., M. LEMAIRE, L. ARTHUR & N. DEL GUIDICE (2002): First results in radio-tracking Geoffroy's bats *Myotis emarginatus* in Centre region, France. Abstracts of the IXth European Bat Research Symposium, Le Havre 2002: 25.
- 18 KRULL, D., A. SCHUMM, W. METZNER & G. NEUWEILER (1991): Foraging areas and foraging behavior in the notch-eared bat, *Myotis emarginatus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 28: 247-253.
- 19 ARNOLD, A. & M. BRAUN (2002): Telemetrische Untersuchungen an Flughautfledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) in den nordbadischen Rheinauen. *Schriftenr. Landschaftspf. Natursch.* 71: 177-189.
- 20 DAVIDSON-WATTS, I. & G. JONES (2006): Differences in foraging behaviour between *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus pygmaeus*. *J. Zool.* 268: 55-62.
- 21 FEYERABEND, F. & M. SIMON (2000): Use of roosts and roost switching in a summer colony of 45 kHz phonic type pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*). *Myotis* 38: 51-59.
- 22 GÜTTINGER, R., M. LUTZ & E. MÜHLETHALER (2006): Förderung potenzieller Jagdhabitats für das Kleine Mausohr (*Myotis blythii*). Interreg IIIB-Projekt Lebensraumvernetzung, 76 p.
- 23 ROESLI, M., F. BONTADINA, T. MADDALENA, K. MÄRKI, T. HOTZ, A.-S. GENINI, D. TORRIONI, R. GÜTTINGER & M. MORETTI (2005): Ambienti di caccia e regime alimentare del Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*) e del Vespertilio minore (*Myotis blythii*) (Chiroptera : Vespertilionidae) nel Cantone Ticino. *Boll. Soc. tic. Sci. Nat.* 93: 63-75.
- 24 ROESLI, M., F. BONTADINA, T. MADDALENA & M. MORETTI (2004). Studio sulla colonia di riproduzione di *Myotis myotis* e *Myotis blythii* delle Collegiate Sant'Antonio a Locarno. Dipartimento del territorio Cantone Ticino, 44 pages.
- 25 GCP (2003): Expérience de radio-pistage sur le Petit Murin, *Myotis blythii* - Tomes 1857, en vue de découvrir une colonie majeure de reproduction dans les Bouches-du-Rhône. Bilan sur deux années : été 2002 et été 2003. Rapport final pour la DIREN PACA, 17 pages.
- 26 ARLETTAZ, R. (1995): Ecology of the sibling mouse-eared bats, *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. Horus Eds. Martigny, Suisse, 206 pages.
- 27 DRESCHER, C. (2004): Radiotracking of *Myotis myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) in South Tyrol and implications for its conservation. *Mammalia* 68: 387-395.
- 28 GÜTTINGER, R. (1997): Jagdhabitate des Großen Mausohrs (*Myotis myotis*) in der modernen Kulturlandschaft. *Schriftenr. Umwelt* 288: 1-138.
- 29 RUDOLPH, B.-U., A. ZAHN & A. LIEGL (2004): Mausohr *Myotis myotis*. In: A. Meschede et B.-U. Rudolph (Eds.), *Fledermäuse in Bayern*: 203-231.
- 30 DIETZ, C., O.V. HELVERSEN & D. NILL (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwest Afrikas. Kosmos Verlag, 399 pages.
- 31 KERTH, G., M. WAGNER, K. WEISSMANN & B. KÖNIG (2002): Habitat- und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz. *Schriftenr. Landschaftspf. Natursch.* 71: 99-108.
- 32 FUHRMANN, M., C. SCHREIBER & J. TAUCHERT (2002): Telemetrische Untersuchungen an Bechsteinfledermäusen (*Myotis bechsteinii*) und Kleinen Abendseglern (*Nyctalus leisleri*) im Oberurseler Stadtwald und Umgebung (Hochtaunuskreis). *Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz* 71: 131-140.
- 33 SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER (1998): Die Fledermäuse Europas. Kosmos Verlag, Stuttgart, 265 pages.
- 34 RUSSO, D., L. CISTRONE, G. JONES & S. LAZZOLENI (2004): Roost selection by barbastelles, *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in beech woodlands of Central Italy. *Biol. Cons.* 117 (1): 73-81
- 35 BILLINGTON, G. (pers. com): Radiotracking study of Barbastelle bats (unpublished)
- 36 QUEKENBORN, D. (2005): Porquerolles (2004) recherche d'une colonie de murins à oreilles échancrées par radiotracking (PN Port Cros). Actes des IV^{èmes} rencontres Chiroptères Grand Sud. Bidarray, 18 et 19 mars 2005. SFEPM.
- 37 GEBHARD, J. (1997): Fledermäuse. Birkhauser Verlag, Basel, 381 pages.
- 38 MESCHEDA, A. & K.-G. HELLER (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten. *Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz* 66: 374 pages.
- 39 ROUÉ, S. Y. & M. BARATAUD (1999): Habitats et activité nocturne des chiroptères menacés en Europe: synthèse des connaissances en vue d'une gestion conservatrice. *Le Rhinolophe* 2: 137 pages.
- 40 RODRIGUES, L. & J. M. PALMEIRIM (2007): Migratory behaviour of the Schreiber's bat: when, where and why do cave bats migrate in the Mediterranean region? *J. Zool.* 274 (2): 116-125.
- 41 VINCENT, S. (2007): Etude de l'activité et des terrains de chasse exploités par le Minioptère de Schreibers en vue de sa conservation. Suze-la-Rousse (Drôme), «Sables du Tricastin» FR8201676. LIFE04/NAT/FR/000080. Rapport CORA 26 – SFEPM, 66 pages.
- 42 BOGDANOWICZ, W. & A.L. RUPRECHT (2004): *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817) - Kleinabendsegler. In Krapp F. (Ed.): *Handbuch der Säugetiere Europas, Fledertiere* (Chiroptera) II. Aula Verlag, Wiebelsheim: 717-756.
- 43 CONSERVATOIRE DU PATRIMOINE NATUREL DE CHAMPAGNE-ARLENNE (2009): Résultats de radiopistage de colonies de reproduction. *Savart* 71/72.
- 44 MARQUES, J.T., A. RAINHO, M. CARAPUÇO, P. OLIVEIRA & J.M. PALMEIRIM (2004): Foraging behaviour and habitat use by the European free-tailed bat *Tadarida teniotis*. *Acta Chiropterologica* 6(1): 99-110.
- 45 HUTTERER, R., T. IVANOVA, C. MEYER-CORDS & L. RODRIGUES (2005): Bat Migrations in Europe. A review of banding data and literature. Federal Agency for Nature Conservation, Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bonn, 176 pages.
- 46 PARISE, C. & C. HERVÉ (2009): Découverte de colonies de mise bas de Pipistrelle de Nathusius en Champagne-Ardenne. *Naturelle* 3: 87-94.
- 47 CPEPESC LORRAINE (2009): Connaître et protéger les Chauves-souris de Lorraine. Ouvrage collectif coo-

- donné par Schwaab F., Knochel A. & Jouan D. Ciconia 33 (N.sp.): 562 pages.
- 48 SAMFI, K., (2006): Die Zweifledermaus in der Schweiz. Status und Grundlagen für den Schutz. Zürich, Bristol-Stiftung, Bern, Stuttgart, Wien, Haupt, 100 pages.
- 49 BAGGØE, H., (1987): The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the field. Pages 57-74, in Recent advances in the study of bats (M.B. Fenton, P.A. Racey & J.M.V. Rayner, eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 470 pages.
- 50 BOYE, P. (2004): *Eptesicus nilssonii*. Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz 69/2: 389-394 pages.
- 51 RYDELL, J. (1989): *Eptesicus nilssonii*, Nordfledermaus. In F. Krapp (Hrsg.), Handbuch der Säugetiere Europas, Aula Verlag: 561-581 pages.
- 52 GERELL, R. & J. RYDELL (2001): *Eptesicus nilssonii*, Nordfledermaus. In F. Krapp (Hrsg.), Handbuch der Säugetiere Europas 4-I, Aula Verlag: 561-581.
- 53 MOSTERT, K. (1997): Meervleermuis *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). In Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers (coord.): Atlas van de Nederlandse vleermuizen. Onderzoek naar verspreiding en ecologie. K.N.N.V., Vitgeverij: 124-150 pages.
- 54 DENSE, C. & U. RAHMEI (2002): Untersuchungen zur Habitatnutzung der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandtii*) im nordwestlichen Niedersachsen. Schrift-enr. Landschaftspf. Naturschutz 71: 51-68 pages.
- 55 SCHRÖDER, T. (1996): Zusammenhänge zwischen dem Jagd- und Echoortungsverhalten der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandtii*) im Vergleich mit der Kleinen Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*). Diplomarb. Univ. Oldenburg, 147 pages.
- 56 CORDES, B. (2004): Kleine Bartfledermaus, *Myotis mystacinus*. In A. Meschede & B.-U. Rudolph (Eds.). Fledermäuse in Bayern, Ulmer Verlag: 155-165.
- 57 ARNOLD, A., M. BRAUN, N. BECKER & V. STORCH (1998): Beitrag zur Ökologie der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) in Nordbaden. Carolinea 56: 103-110.
- 58 ENCARNÇÃO, J. A., U. KIERDORF, D. HOLWEG, U. JASNOCH & V. WOLTERS (2005): Sex-related differences in roost-site selection by Daubenton's bats *Myotis daubentonii* during the nursery period. Mammal Rev. 35: 285-294.
- 59 FUHRMANN, M. & A. SEITZ (1992): Nocturnal activity of the brown long-eared bat (*Plecotus auritus* L.1758): data from radiotracking in the Lenneburg forest near Mainz (Germany). In Wildlife telemetry. Remote Monitoring and Tracking of Animals (I.G. Priede & S.M. Swift, eds.). Ellis Horwood, Chichester: 538-548.
- 60 FLUCKIGER, P.F. & A. BECK (1995): Observations on the habitat used for hunting by *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829). Myotis 32-33: 121-122.
- 61 RACEY, P.A. & S.M. SWIFT (1985): Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation: 1. Foraging behaviour. Journal of Animal Ecology 54: 205-215.
- 62 BACH, L. & I. NIERMANN (2010): Monitoring der Fledermausaktivität im Windpark Langwedel – Zwischenbericht 2009. – unpubl. Report to PNE Wind AG: 30pages.
- 63 BOYE, P., C. DENSE & U. RAHMEI (2004): *Myotis dasycneme*. Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz 69(2): 482-489.
- 64 BAS, Y., A. HAQUART, J. TRANCHARD & H. LAGRANGE (2014): Suivi annuel continu de l'activité des Chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque liés à l'éolien. Rencontres nationales «chauves-souris» de la SFEPM, 3 et 4 mars 2012, Bourges. Sym-bioses N.S. 32: 83-87.
- 65 BEHR, O., R. BRINKMANN, I. NIERMANN & F. KORNER-NIEVERGELT (2011): Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen (Acoustic detection of bat activity at wind turbines). In: BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN ET M. REICH (Eds) : Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (Development of methods to study reduce the collision risk of bats at on-shore wind turbines. Umwelt und Raum 4 : 177-286.
- 66 BACH, L., P. BACH & K. FREY (2011): Fledermausmonitoring Windpark Timmeler Kampen – Zwischenbericht 2011. – unpubl. report to Landkreis Aurich: 39 pages.
- 67 BACH, L., G. MASCHER, C. DENSE, U. RAHMEI, P. BACH, A. ZILZ & R. BOHME (2011): Fachbeitrag Fledermäuse zum Neubau der A39, Abschnitt 6, Wittingen (B 244) - Ehra (L 289). - unpubl. report to Planungsgruppe Grün: 202 pages.
- 68 BANSE, G. (2010): Ableitung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Windenergieanlagen über biologische Parameter. Nyctalus (N.F.) 15 (1): 64-74.
- 69 COURTOIS, J.-Y., D. RIST & G. BEUNEUX (2011): Les chauves-souris de Corse. Groupe Chiroptères Corse, Ed. Albiana, Ajaccio, 167 pages.
- 70 BEUNEUX, G., B. CARRIER, N. CHENAVAL, J-Y. COURTOIS, T. POUPART & D. RIST (2014): Le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*) en Corse: un glaneur des prés. Symbioses N.S. 32: 1-6.
- 71 GROUPE CHIROPTÈRES CORSE (pers. com.): possible height of commuting flight during radiotracking.
- 72 DE JONG, J. (1994): Habitat use, home-range and activity pattern of the northern bat, *Eptesicus nilsoni*, in a hemiboreal coniferous forest. Mammalia 58 (4): 535-548.
- 73 HAARMSMA, A.-J. & D. A. H. TUITERT (2009): An overview and evaluation of methodologies for locating the summer roosts of pond bats (*Myotis dasycneme*) in the Netherlands. Lutra 52 (1): 47-64.



Annexe 4: Coefficients de détectabilité pour comparer les indices d'activité

Le tableau ci-dessous (d'après Barataud 2015) est un exemple des indices d'activité pouvant être utilisés. Ces indices (habituellement le nombre de contacts par unité de temps) résultent généralement des diagnostics avant construction et sont demandés par

les développeurs éoliens pour évaluer les risques de leurs projets. Mais le nombre de contacts de chauves-souris par heure ne peut être comparé qu'entre les espèces ayant des cris d'intensité similaire. Les variations de portée d'un signal dépendent aussi de nom-

Milieu ouvert			
Intensité des émissions	Espèces	distance détection (m)	coefficient de détectabilité
très faible à faible	<i>R. hipposideros</i>	5	5,00
	<i>R. ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>M. emarginatus</i>	10	2,50
	<i>M. alcathoe</i>	10	2,50
	<i>M. mystacinus</i>	10	2,50
	<i>M. brandtii</i>	10	2,50
	<i>M. daubentonii</i>	15	1,67
	<i>M. nattereri</i>	15	1,67
	<i>M. bechsteinii</i>	15	1,67
	<i>B. barbastellus</i>	15	1,67
moyenne	<i>M. blythii</i>	20	1,25
	<i>M. myotis</i>	20	1,25
	<i>P. pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>P. pipistrellus</i>	30	0,83
	<i>P. kuhlii</i>	30	0,83
	<i>P. nathusii</i>	30	0,83
	<i>M. schreibersii</i>	30	0,83
forte	<i>H. savii</i>	40	0,63
	<i>E. serotinus</i>	40	0,63
	<i>Plecotus spp.</i>	40	0,63
très forte	<i>E. nilssonii</i>	50	0,50
	<i>E. isabellinus</i>	50	0,50
	<i>V. murinus</i>	50	0,50
	<i>N. leisleri</i>	80	0,31
	<i>N. noctula</i>	100	0,25
	<i>T. teniotis</i>	150	0,17
	<i>N. lasiopterus</i>	150	0,17

Milieu ouvert et semi-ouvert			
Intensité des émissions	Espèces	distance détection (m)	coefficient de détectabilité
très faible à faible	<i>R. hipposideros</i>	5	5,00
	<i>R. ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>M. emarginatus</i>	10	2,50
	<i>M. alcathoe</i>	10	2,50
	<i>M. mystacinus</i>	10	2,50
	<i>M. brandtii</i>	10	2,50
	<i>M. daubentonii</i>	15	1,67
	<i>M. nattereri</i>	15	1,67
	<i>M. bechsteinii</i>	15	1,67
	<i>B. barbastellus</i>	15	1,67
moyenne	<i>M. blythii</i>	20	1,25
	<i>M. myotis</i>	20	1,25
	<i>Plecotus spp.</i>	20	1,25
	<i>P. pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>P. pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>P. kuhlii</i>	25	1,00
	<i>P. nathusii</i>	25	1,00
forte	<i>H. savii</i>	40	0,63
	<i>E. serotinus</i>	40	0,63
très forte	<i>E. nilssonii</i>	50	0,50
	<i>E. isabellinus</i>	50	0,50
	<i>V. murinus</i>	50	0,50
	<i>N. leisleri</i>	80	0,31
	<i>N. noctula</i>	100	0,25
	<i>T. teniotis</i>	150	0,17
	<i>N. lasiopterus</i>	150	0,17

breux paramètres qui rendent la comparaison encore plus difficile. Pour permettre cette comparaison les chauves-souris ont donc été classées en fonction de l'intensité croissante de leurs cris sonar. Un coefficient de détectabilité, basé sur la distance maximale de détection, a été calculé pour trois situations différentes de l'observateur (milieu ouvert, milieu

ouvert et semi-ouvert, et milieu boisé c.-à-d. encombré). L'application de ces coefficients au nombre de contacts ou d'indices par espèce permettra alors de comparer l'activité entre espèces ou groupes d'espèces. Pour plus de détails cf. BARATAUD 2015.

Référence

BARATAUD, M. (2015) : *Acoustic ecology of European bats. Species identification, study of their habitats and foraging behaviour.* Collection Inventaires et biodiversité, 7. Biotope, Mèze and Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; 344 pages.

Milieu encombré (sous-bois)			
Intensité des émissions	Espèces	distance détection (m)	coefficient de détectabilité
très faible à faible	<i>R. hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Plecotus spp.</i>	5	5,00
	<i>M. emarginatus</i>	8	3,13
	<i>M. nattereri</i>	8	3,13
	<i>R. ferr./eur./meh.</i>	10	2,50
	<i>M. alcathoe</i>	10	2,50
	<i>M. mystacinus</i>	10	2,50
	<i>M. brandtii</i>	10	2,50
	<i>M. daubentonii</i>	10	2,50
	<i>M. bechsteinii</i>	10	2,50
moyenne	<i>B. barbastellus</i>	15	1,67
	<i>M. oxygnathus</i>	15	1,67
	<i>M. myotis</i>	15	1,67
	<i>P. pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>M. schreibersii</i>	25	1,00
forte	<i>P. pipistrellus</i>	25	1,00
	<i>P. kuhlii</i>	25	1,00
	<i>P. nathusii</i>	25	1,00
très forte	<i>H. savii</i>	30	0,83
	<i>E. serotinus</i>	30	0,83
	<i>E. nilssonii</i>	50	0,50
	<i>E. isabellinus</i>	50	0,50
	<i>V. murinus</i>	50	0,50
	<i>N. leisleri</i>	80	0,31
	<i>N. noctula</i>	100	0,25
	<i>T. teniotis</i>	150	0,17
	<i>N. lasiopterus</i>	150	0,17