

## **EUROBATS Publication Series N° 6 (version française)**

Photo page de couverture par Fiona Mathews, Royaume-Uni

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 (2015). Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015. EUROBATS Publication Series N° 6 (version française). UNEP/EUROBATS Secrétariat, Bonn, Allemagne, 133 p.

### **Table des matières**

	Avant-propos
1	Introduction
2	Aspects généraux du processus de planification
2.1	Phase de sélection du site
2.2	Phase de construction
2.3	Phase de fonctionnement
2.4	Phase de démantèlement
2.5	Petites éoliennes ou éoliennes domestiques
3	Réalisation des études d'impacts
3.1	Pré-diagnostic
3.2	Diagnostic
3.2.1	Conception du diagnostic
3.2.2	Méthodes de diagnostic
3.2.2.1	Eoliennes terrestres
3.2.2.2	Eoliennes en mer
3.2.2.3	Petites et micro-éoliennes
3.2.3	Effort de diagnostic
3.2.4	Type de diagnostic
3.2.4.1	Diagnostic à terre
	a) Recherche de gîtes importants
	b) Etudes acoustiques au sol
	c) Etude de l'activité en hauteur
	d) Equipement nécessaire
	e) Calendrier de l'étude
	Relevés au sol avec détecteur manuel
	Etude avec détecteur automatique aux emplacements prévus pour les éoliennes
	Suivi continu avec détecteur automatique
	Pour tous les types de boisements
3.2.4.2	Diagnostic en mer
	a) Les études depuis la terre
	b) Les études en mer
	c) Calendrier des relevés
3.2.5	Rapport de diagnostic et évaluation
3.3	Modification de puissance et extension
4	Suivi des impacts
4.1	Suivi de l'activité à hauteur de nacelle
4.2	Suivi de la mortalité
4.2.1	Recherche de cadavres de chauves-souris
	a) Surface prospectée
	b) Nombre d'éoliennes contrôlées

- c) Intervalle de temps entre les contrôles
  - d) Calendrier du suivi
  - e) Méthodes de recherche et paramètres à enregistrer
- 4.2.2 Estimation du nombre de victimes
- a) Tests de disparition des cadavres pour estimer le taux de prédation
  - b) Tests d'efficacité du contrôleur
  - c) Estimateurs de mortalité
  - d) Effets cumulatifs

## 5 Eviter, réduire et compenser

- 5.1 Mortalité
  - 5.1.1 Evitement
    - 5.1.1.1 Planifier l'aménagement du site
    - 5.1.1.2 Eviter de détruire des gîtes en présence de chauves-souris
    - 5.1.1.3 Elimination des facteurs d'attraction
  - 5.1.2 Réduction
    - 5.1.2.1 Mise en drapeau et augmentation de la vitesse de vent de démarrage
    - 5.1.2.2 Systèmes dissuasifs
  - 5.1.3 Compensation
- 5.2 Perte/détérioration des habitats
  - 5.2.1 Evitement
  - 5.2.2 Réduction
  - 5.2.3 Compensation
- 5.3 Dérangement
  - 5.3.1 Evitement
  - 5.3.2 Réduction

## 6 Priorités en matière de recherche

- 6.1 Pourquoi les chauves-souris entrent-elles en collision avec les éoliennes?
- 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) ?
- 6.3 Quelle est l'efficacité des mesures de réduction mises en œuvre actuellement?
- 6.4 Quelle est l'ampleur de l'effet sur les populations, en particulier l'effet cumulatif des parcs éoliens ?
- 6.5 Quels sont les habitats/paysages où les éoliennes ne devraient pas être autorisées en raison d'un taux de collision élevé ?
- 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 ?
- 6.7 Petites éoliennes

## 7 Contenu des lignes directrices nationales

- 7.1 Développer des lignes directrices nationales
- 7.2 Conformité des recommandations nationales avec les lignes directrices d'EUROBATS
- 7.3 Contenu des lignes directrices
- 7.4 Adapter les lignes directrices aux conditions locales
- 7.5 Garantir la mise en œuvre des recommandations

## 8 Conclusions et suites à donner

## 9 Références / bibliographie complémentaire

## 10 Glossaire

Annexe 1 – Etudes réalisées en Europe

Annexe 2 – Mortalité connue de chauves-souris en Europe (2003-2014)

Annexe 3 – Distances de chasse maximales par espèce et hauteurs de vol

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

## Avant-propos

Conformément à la Résolution 4.7, adoptée à la 4<sup>ème</sup> 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 intersession (IWG) fut créé lors de la 9<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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 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 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 servent 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.

Compte tenu du fait 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.

## 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, Baerwald *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).

<b>Impacts en lien avec le site d'implantation</b>
--

<b>Impact</b>	<b>En été</b>	<b>Pendant la migration</b>
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 appropriée. 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, Meschede & 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, Kirkpartrick *et al.* 2014, Wojciuch-Ploskonka & 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 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.

## 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](#).

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

<b>Impacts en lien avec le parc éolien en fonctionnement</b>		
<b>Impact</b>	<b>En été</b>	<b>En migration</b>
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 s'étendant jusqu'au stade de démantèlement. Les éoliennes peuvent être aisément et rapidement démantelées. 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 (Mindermann *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 parties méridionales de l'Europe (Zagmajster *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<sup>ème</sup>, 6<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> 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 corréliser 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 drapeau** 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 des grandes éoliennes permettent une production d'énergie économique dans presque tous les paysages. Quel que soit le milieu il est important de réaliser qu'une plus grande taille des éoliennes ne réduit 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 & Rahmel 2004, Dürre & Bach 2004, Mitchell-Jones 2004, MEEDDM 2010, Brinkmann *et al.* 2011, SFPEM 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 appliquer pour le projet ?

### 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 comportements et de leur 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 spp.</i>	<i>Eptesicus spp.</i>	<i>Myotis spp.**</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i>
<i>Pipistrellus spp.</i>	<i>Barbastella spp.</i>	<i>Plecotus spp.</i>	<i>Taphozous nudiventris</i>
<i>Vespertilio murinus</i>	<i>Myotis dasycneme*</i>	<i>Rhinolophus spp.</i>	<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

### 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 :

### **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 par satellites 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 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.

## **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 balaient 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.

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.

En raison de la gamme de hauteurs possibles avec les nouvelles éoliennes, quand cela est possible il est recommandé d'utiliser 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 quand des structures (telles que des mâts et des éoliennes) sont présentes que lorsque ces structures sont absentes. Dans ce dernier cas, les chauves-souris paraissent plutôt rares en altitude (Grunwald & Schäfer 2007, Ahlén *et al.* 2009, Albrecht & Grünfelder 2011).

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 fournir une indication 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'emplacement 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).

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.*], et les espèces gîtant dans les arbres comme les oreillards [*Plecotus spp.*], le Murin de Bechstein [*Myotis bechsteini*] 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.

### 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 les 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 doivent aussi être notés. 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 division 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. Détecteur 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 dispositif 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 – 15/04<sup>1</sup> (phase i) : un relevé tous les 10 jours, la première moitié de la nuit, 4 heures à partir du coucher du soleil ;
- 15/04<sup>2</sup> – 15/05 (phase ii) : un relevé tous 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

---

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

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 - 15/12<sup>2</sup> (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 d'ultrasons automatique 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 dispositif 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).

### **Suivi continu avec détecteur automatique**

Un système de détection automatique (cf. 3.2.4.1b 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.

### **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.

---

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

**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,
- recourir, si possible, à l'utilisation d'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).

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.

#### 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, 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 le plus grand impact 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'égal 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 (Grotsky *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.

### 4.2.2 Recherche de cadavres de chauves-souris

#### 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).

#### **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 reporter 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. Körner-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 persistance 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.

### **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 (Körner-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 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 attractifs 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, Körner-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 Körner-Nievergelt 2011, (<http://www.kollisionsopfersuche.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 Körner-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](http://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 and Körner-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 à 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 spécifiques 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 le plus important 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 appartenant 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 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).

## 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 à 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 Helvesen 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 significativement 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).

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

### 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 1<sup>er</sup> 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 1<sup>er</sup> 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.techfak.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), visuels (lumière) et électromagnétiques (Nicholls & Racey 2009) n'ont pas encore prouvé leur efficacité pour empêcher les chauves-souris de s'approcher des parcs éoliens, et 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 autrement 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-souris 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 boisements 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 de chasse et de **transit** des chauves-souris (Schaub *et al.* 2008, Stone *et al.* 2009), la mise bas et l'élevage des jeunes (Parsons *et al.* 2003) et l'hibernation (Daan 1980, Thomas 1995), aux périodes où elles sont les plus vulnérables (Natural England 2007). 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 restreignant 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 complètement 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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 (attirance des milieux environnants, friche au pied du mât)? Est-il possible d'influer sur la densité d'insectes autour de la nacelle?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radar à insectes (cf. Chapman et al. 2011),</li> <li>• Pièges à insectes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>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.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiopistage,</li> <li>• Etudes comportementales avec détecteurs d'ultrasons et caméras à images thermiques</li> <li>• Expériences de laboratoire</li> <li>• Expériences d'écholocation avec une chauve-souris artificielle (cf. Long et al. 2010a, b),</li> <li>• Etudes physiologiques et comportementales</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les chauves-souris volant en plein ciel sont-elles attirées par les éoliennes ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caméra à images thermiques.</li> <li>• Systèmes d'enregistrement automatique de l'activité des chauves-souris.</li> <li>• Au niveau du sol et en altitude.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiopistage.</li> <li>• Etudes comportementales avec des détecteurs d'ultrasons et des caméras à images thermiques.</li> </ul>

## 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 adaptées afin de pouvoir étudier :

- les chauves-souris à grande altitude,
- la répartition des espèces à grande échelle (phase de pré-diagnostic),
- de nouvelles méthodes de suivi acoustique à hauteur de nacelle en raison des pales de rotor plus longues,
- les parcs éoliens en forêt.

Sujets à étudier	Méthodes possibles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <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></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> </ul>
<p>Pour le suivi post-construction:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes pour déterminer la taille nécessaire de la zone contrôlée lors du suivi de mortalité afin de pouvoir faire des estimations robustes.</li> <li>• Etudes sur le taux de disparition possible des chauves-souris, par espèce.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablir des méthodes de recensement adéquates pour l'activité des chauves-souris à différentes altitudes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caméra à images thermiques,</li> <li>• détecteur/séries de microphones,</li> <li>• systèmes d'enregistrement de l'activité des chauves-souris,</li> <li>• au sol et en altitude.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablir des méthodes de recensement adéquates pour l'activité des chauves-souris au-dessus des forêts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détecteur/séries de microphones,</li> <li>• mâts pour atteindre la hauteur appropriée,</li> <li>• systèmes d'enregistrement de l'activité des chauves-souris.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer et tester des modèles de cartes géographiques et écologiques des espèces pertinentes. Celles-ci 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 le plus important au moins important (cf. par ex. Jaberg &amp; Guisan 2001, Santos <i>et al.</i> 2013).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèles SIG et modèles d'adéquation de l'habitat (par ex. analyse factorielle de la niche écologique).</li> </ul>

### 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 modifications 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Est-il important de déterminer des algorithmes pour la vitesse de vent de démarrage en fonction du site ?</i></li> <li>• <i>Est-il important de refaire un suivi post-construction au bout de 10-15 ans?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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).</li> </ul>

### 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Impacts potentiels sur les populations de chauves-souris de</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes systématiques de mortalité par collision pendant toute la</li> </ul>

<p><i>la mortalité par collision (impacts complètement inconnus).</i><sup>3</sup></p>	<p>saison d'activité (méthodes d'après Arnett 2005, Grünkorn <i>et al.</i> 2005, Niermann <i>et al.</i> 2011).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes génétiques.</li> <li>• Etudes de populations.</li> <li>• Modèles de populations.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes génétiques et analyse des isotopes à partir des études systématiques de collisions.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuellement de nombreux parcs éoliens fonctionnent sans que soient mises en place des mesures de <b>réduction</b> 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 ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes génétiques.</li> <li>• Etudes isotopiques.</li> <li>• Etudes de populations.</li> <li>• Modèles de populations.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagueage.</li> <li>• Etudes de populations.</li> <li>• Etudes isotopiques.</li> </ul>

### 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 ?

<sup>3</sup> 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.

- 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Etude des taux de collision des chauves-souris (à l'instar de Brinkmann et al. 2011) pour l'Europe méridionale, de préférence une pour le sud-ouest et une autre pour le sud-est.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi acoustique à hauteur de nacelle combiné à des études systématiques de mortalité par collision (méthodes d'après Arnett 2005, Grünkorn et al. 2005, Niermann et al. 2007, Brinkmann et al. 2011).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Identifier les habitats constituant des terrains de chasse importants pour les espèces de chauves-souris concernées.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes au détecteur d'ultrasons.</li> <li>• Modélisation de l'utilisation de l'habitat.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Identifier les voies de <b>migration</b>/ les corridors à terre et les sites de halte. Il existe plusieurs études sur la <b>migration</b> des chauves-souris dans différents lieux isolés d'Europe, mais il n'y a pas de carte d'ensemble des voies de <b>migration</b>, ni des haltes.</i></li> <li>• <i>Les structures paysagères (vallées fluviales, littorales, vallées de montagne, etc.) guident-elles la <b>migration</b> ?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projets de baguage des chauves-souris sur les voies de <b>migration</b>.</li> <li>• Effort constant de captures au filet sur les voies de <b>migration</b>.</li> <li>• Etudes génétiques internationales (cf. Petit &amp; Mayer 2000).</li> <li>• Radiopistage.</li> <li>• Etudes par radar.</li> <li>• Etudes acoustiques sur des points de <b>migration</b> choisis</li> </ul>

### 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les voies de <b>migration</b>/ les corridors en mer et les sites de halte. Il existe plusieurs études sur la <b>migration</b> des chauves-souris dans différents lieux isolés d'Europe, mais il n'y a pas de carte d'ensemble des voies de <b>migration</b> 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 et al. 2001, 2003,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projets de baguage des chauves-souris sur les voies de migration.</li> <li>• Effort constant de captures au filet sur les voies de migration (haltes).</li> <li>• Etudes génétiques internationales (cf. Petit &amp; Mayer 2000).</li> <li>• Radiopistage.</li> <li>• Etudes par radar.</li> <li>• Etudes acoustiques sur des points de <b>migration</b> choisis.</li> </ul>

<p>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 <b>migration</b> en mer fait défaut.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 <b>migration</b> ? La migration implique-t-elle aussi des actions de chasse et est-ce en lien avec des déplacements vers des îles ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes acoustiques à partir de phares, de bouées, de transects en bateau (<b>détecteurs manuels, systèmes d'enregistrement automatique des chauves-souris</b>).</li> <li>• Caméra à images thermiques.</li> <li>• Radar.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 <b>migration</b> 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 ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes acoustiques au sol, sur des tours, des éoliennes, avec des ballons, etc.</li> <li>• Etudes avec caméra à images thermiques.</li> <li>• Radar.</li> <li>• Etudes physiologiques et comportementales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer et tester des méthodes pour enquêter sur l'activité des chauves-souris et sur les taux de collision des parcs éoliens offshore.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radar de poursuite.</li> <li>• Transects en bateau, traversées en ferry.</li> <li>• Systèmes de <b>détection automatique des chauves-souris</b> sur des bouées, des plates-formes ou d'autres structures existantes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer et tester des méthodes pour enquêter sur l'activité des chauves-souris en mer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiopistage.</li> <li>• Radar de poursuite.</li> <li>• Baguage<sup>4</sup>.</li> <li>• Echantillonnages acoustiques répétés et synchronisés, à grande échelle.</li> <li>• Etudes acoustiques sur des ferries et des bouées ancrées.</li> </ul>

## 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Comment le risque de collision varie-t-il entre les espèces, les habitats et la taille et/ou le modèle de l'éolienne ?</i></li> <li>• <i>L'évitement des éoliennes par les pipistrelles, observé précédemment, s'applique-t-il à différentes espèces et/ou aux éoliennes de différentes tailles ?</i></li> <li>• 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 ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Images thermiques.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Y a-t-il des effets létaux ou sub-létaux quand les petites éoliennes sont installées près des gîtes ?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi acoustique associé à des comptages dans les gîtes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Quelles mesures de <b>réduction</b> seraient efficaces pour abaisser la mortalité et/ou réduire le dérangement ?</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approche expérimentale (BACI - avant/ après/contrôle/impact) avec modification du fonctionnement de l'éolienne.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut-il y avoir un impact au niveau des populations en raison du dérangement causé par les petites éoliennes ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes sur mortalité et le dérangement associées à la modélisation des populations.</li> <li>• 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.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe-t-il un potentiel d'effets cumulés pour les petites éoliennes ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une base de données consultable pour les installations de petites éoliennes est nécessaire au niveau régional et/ou national.</li> </ul>

<sup>4</sup> 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).

## 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<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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 principes du n°3 de la Publication Series d'EUROBATS. A la 7<sup>ème</sup> 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 consistantes 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 chiroptérofaune (espèces, distribution et abondance, tailles 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 **vitesse 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 recommandations 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 interprétation 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 Mammology* 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.
- ANDRE, 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'Connell, 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. Rahmel (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, 4pp.
- 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 Måkläppen (Falsterbo) 2012. Report to Län styrelsen Skåne Län, 3pp.
- 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. Götsche, 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 Lituanica* 20: 39–44.
- Barataud, M., D. Demontoux, P. Favre, S. Giosa & 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 14èmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFPEM*, 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! Disponible sur : [http://www.bats.org.uk/news.php/233/tiny\\_bat\\_crosses\\_the\\_north\\_sea](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.). Rapport inédit pour 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 pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> 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](http://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, USA.
- 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. Disponible sur : <http://coraregion.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. Diederichs, 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](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-Weissshahn, 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: Postconstruction 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. Lenski, 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.
- Kirkpartrick, 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.
- Körner-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. Kerbirou (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. Kerbirou (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. Jansen, 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 Detektorsystem "Batcorder" im Rahmen des Forschungsvorhaben "Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen", 30pp.
- Mages, J. & O. Behr (2008b): Ergänzende Anleitung für die Installation und den Betrieb des Detektors "Anabat SD1" im Rahmen des Forschungsvorhaben "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*: Molossididae, 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](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 Fehmarnbelt area between autumn 2009 and autumn 2010. Diploma Thesis Fachhochschule Osnabrück, 126 pages.
- Meschede, 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-Montemayor, 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/esisgd\\_tcm6-3774.pdf](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140605090108/http://www.naturalengland.org.uk/Images/esisgd_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 Ma 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](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. Pētersons, 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, unpublished report for 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.
- Sattler, 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. Götsche, M. Götsche, 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](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, 121pp.
- 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: Available: <http://www.snh.gov.uk/docs/A669283.pdf>
- Sonntag, N., T. Weichler, S. Weiel & B. Meyer (2006): Blinder Passagier – Zweifarbflodermäus (*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, Ch.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.
- Winkelmann, J.E. (1989): Vogels e het windpark nabij Urk (NOP): aanvarings slachtoffers en verstoring 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.

**Cadrage** – 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 cadrage 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 réexaminés.

**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 conservation 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).

**Évitement** (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 pendant 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'animaux, 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

[insert table Excel sheet : Annexe 1\_french.xlsx]

## 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)

[it's easier to read if the above abbreviations are in bold in the text and here separated from the list of species]

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

Mssp = 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

Plaur = *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

Pssp = espèces du genre *Pipistrellus*

Reur = *Rhinolophus euryale*, Rhinolophe euryale

Rfer = *Rhinolophus ferrumequinum*, Grand rhinolophe

Rhip = *Rhinolophus hipposideros*, Petit rhinolophe

Rmeh = *Rhinolophus mehelyi*, Rhinolophe de Mehel

Rssp. = espèces du genre *Rhinolophus*

Tten = *Tadarida teniotis*, Molosse de Cestoni

Vmur = *Vespertilio murinus*, Vespertilion bicolore ou Sérotine bicolore

## Références

[insert sheet References in Annexe 1\_french\_v.191215.xlsx]

## Annexe 2 : Mortalité connue de chauves-souris par éoliennes en Europe (2003-2014)

[insert file Annex2\_mortality\_FR\_19122015.xls]

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

[insert file Annexe\_3\_distance\_max.docx]

## 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 nombreux 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.

Milieu ouvert				Milieu ouvert et semi-ouvert				Milieu encombré (sous-bois)			
Intensité des émissions	Espèces	distance détection (m)	coefficient de détectabilité	Intensité des émissions	Espèces	distance détection (m)	coefficient de détectabilité	Intensité des émissions	Espèces	distance détection (m)	coefficient de détectabilité
très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00	très faible à faible	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	5	5,00
	<i>Rhinolophus ferr/eur/meh.</i>	10	2,50		<i>Rhinolophus ferr/eur/meh.</i>	10	2,50		<i>Plecotus spp</i>	5	5,00
	<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50		<i>Myotis emarginatus</i>	10	2,50		<i>Myotis emarginatus</i>	8	3,13
	<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50		<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50		<i>Myotis nattereri</i>	8	3,13
	<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50		<i>Rhinolophus ferr/eur/meh.</i>	10	2,50
	<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50		<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50		<i>Myotis alcathoe</i>	10	2,50
	<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,67		<i>Myotis daubentonii</i>	15	1,67		<i>Myotis mystacinus</i>	10	2,50
	<i>Myotis nattereri</i>	15	1,67		<i>Myotis nattereri</i>	15	1,67		<i>Myotis brandtii</i>	10	2,50
	<i>Myotis bechsteini</i>	15	1,67		<i>Myotis bechsteini</i>	15	1,67		<i>Myotis daubentonii</i>	10	2,50
<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67	<i>Myotis bechsteini</i>	10	2,50			
moyenne	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	1,25	moyenne	<i>Myotis oxygnathus</i>	20	1,25	moyenne	<i>Barbastella barbastellus</i>	15	1,67
	<i>Myotis myotis</i>	20	1,25		<i>Myotis myotis</i>	20	1,25		<i>Myotis oxygnathus</i>	15	1,67
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00		<i>Plecotus spp</i>	20	1,25		<i>Myotis myotis</i>	15	1,67
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	30	0,83		<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	30	0,83		<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00		<i>Miniopterus schreibersii</i>	25	1,00
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	30	0,83		<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00		<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	25	1,00
forte	<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83	forte	<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00	forte	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	25	1,00
	<i>Hypsugo savii</i>	40	0,63		<i>Miniopterus schreibersii</i>	30	0,83		<i>Pipistrellus nathusii</i>	25	1,00
	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,63		<i>Hypsugo savii</i>	40	0,63		<i>Hypsugo savii</i>	30	0,83
très forte	<i>Plecotus spp</i>	40	0,63	très forte	<i>Eptesicus serotinus</i>	40	0,63	très forte	<i>Eptesicus serotinus</i>	30	0,83
	<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50		<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50		<i>Eptesicus nilssonii</i>	50	0,50
	<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50		<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50		<i>Eptesicus isabellinus</i>	50	0,50
	<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50		<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50		<i>Vespertilio murinus</i>	50	0,50
	<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31		<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31		<i>Nyctalus leisleri</i>	80	0,31
	<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25		<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25		<i>Nyctalus noctula</i>	100	0,25
	<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17		<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17		<i>Tadarida teniotis</i>	150	0,17
	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17		<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17		<i>Nyctalus lasiopterus</i>	150	0,17

### Référence

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