

**Eoliennes et Chiroptères :
Recommandations pour la planification des projets et les études d'impact**

Auteurs

Luisa Rodrigues (Présidente, Portugal), Lothar Bach (Allemagne), Laurent Biraschi (Luxembourg), Marie-Jo Dubourg-Savage (SFEPM, France), Jane Goodwin (Royaume-Uni), Christine Harbusch (NABU, Allemagne), Tony Hutson (UICN), Teodora Ivanova (Bulgarie), Lauri Lutsar (Estonie), Katie Parsons (BCT, Royaume-Uni), au nom du Comité Consultatif d'EUROBATS.

Sommaire

1. Introduction
 2. Aspects généraux de la conception des projets
 - 1.1 Phase de sélection du site
 - 1.2 Phase de construction
 - 1.3 Phase de fonctionnement
 - 1.4 Phase de démantèlement
 3. Réalisation des études d'impact
 - 3.1 Prédiagnostic
 - 3.2 Diagnostic
 - 3.2.1 Conception du diagnostic
 - 3.2.2 Méthodes de diagnostic
 - a) Eoliennes terrestres
 - b) Eoliennes en mer
 - 3.2.3 Effort de diagnostic
 - 3.2.4 Type de diagnostic
 - a) Diagnostic sur terre
 - b) Diagnostic en mer
 - 3.2.5 Rapport de diagnostic et évaluation
 - 3.3 Modification de puissance
 4. Suivi des impacts
 - 4.1 Perte d'habitats
 - 4.2 Suivi de la mortalité
 - 4.2.1 Recherche de cadavres de chauves-souris
 - 4.2.2 Estimation du taux de mortalité
 - 4.3 Migration
 - 4.4 Comportement
 5. Priorités en matière de recherche
 - 1.1 Mise au point de la méthodologie
 - 1.2 Mortalité et effets potentiels sur les populations de Chiroptères
 - 1.3 Migration
 - 1.4 Collision
 - 1.5 Dérangement, effet barrière
 - 1.6 Réduction et/ou suppression
 6. Conclusions et travaux ultérieurs
 7. Bibliographie
- Remerciements

1. Introduction

Suite à l'étude sur l'évidence des impacts des éoliennes sur les populations de chauves-souris, le Comité Consultatif d'EUROBATS a reconnu qu'il convenait de développer des recommandations générales pour la planification des projets et les évaluations environnementales, afin de déterminer les meilleurs sites d'implantation des éoliennes pour réduire leurs impacts sur les chauves-souris.

Des recommandations relatives au développement de parcs éoliens ont été préparées dans certains pays, mais il y a peu d'exemples où les chauves-souris sont prises en compte. Il est donc nécessaire de fournir des recommandations plus informatives pour les chauves-souris dans l'espace géographique de l'Accord EUROBATS. Le premier objectif de ces recommandations est de faire prendre conscience aux concepteurs et aux développeurs de la nécessité de tenir compte des chauves-souris et de leurs gîtes, de leurs voies de migration et de leurs terrains de chasse lors de l'évaluation des projets éoliens. Ces lignes directrices volontaires devraient aussi concerner les autorités locales et nationales délivrant les autorisations et chargées de concevoir des plans stratégiques pour les énergies renouvelables. Elles peuvent aussi servir de liste de référence utile aux autorités locales pour s'assurer, lors de l'examen des demandes de permis de construire, que les projets ont tenu compte de la présence éventuelle de chauves-souris et des impacts qu'ils peuvent avoir sur les Chiroptères.

L'Europe est confrontée à la nécessité de s'attaquer au problème 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, conformément à la Directive 2001/77/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 septembre 2001 sur le développement de l'électricité produite sur le marché intérieur à partir d'énergies renouvelables. Les gouvernements des pays européens se sont engagés à produire de l'électricité à partir d'énergies renouvelables, e.g. le Gouvernement du Royaume-Uni s'est engagé à ce que la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité du pays soit de 10% en 2010/2011 en aspirant au doublement de ce pourcentage en 2020¹.

Les Parties signataires de l'Accord EUROBATS sont engagées vers un but commun : la conservation des chauves-souris dans toute l'Europe. Ces Parties n'oublient pas non plus la nécessité de freiner le changement climatique pour la survie à long terme des espèces migratrices. Les chauves-souris sont des espèces protégées par la Directive européenne Habitats et par la Convention de Bern. Les Chiroptères sont des espèces migratrices qui migrent régulièrement entre leurs gîtes d'été et leurs gîtes d'hivernation. Certaines espèces de chauves-souris migrent aussi sur plusieurs centaines de kilomètres, au-delà des frontières régionales et nationales. Là où la migration des chauves-souris franchit des frontières, toute évaluation stratégique environnementale des projets éoliens, avec possibilités d'impacts transfrontaliers, doit rechercher la coopération internationale d'autres gouvernements.

Il a été signalé, depuis de nombreuses années, que les éoliennes constituaient un problème pour les oiseaux (Winkelmann 1989, Phillips 1994, Reichenbach 2002) : la discussion porte principalement sur leur effet négatif par collision, mais aussi par l'évitement des parcs éoliens par certaines espèces d'oiseaux aux périodes de reproduction et de migration (Reichenbach 2002). Depuis les années 1990, parallèlement aux débats et aux découvertes d'oiseaux, on a supposé que les espèces de chauves-souris chassant en plein ciel pouvaient être affectées de façon similaire. Vers le milieu des années 1990, l'énergie éolienne se concentrait principalement dans les régions côtières et la problématique « chauves-souris et énergie éolienne » fut discutée pour la première fois dans deux articles publiés en 1999 (Bach *et al.* 1999, Rahmel *et al.* 1999 [Allemagne]). A peu près au même moment, aux Etats-Unis, Johnson *et al.* (2000) rapportaient la mortalité d'oiseaux par collision, montrant que le nombre de chauves-souris mortes trouvées sous des éoliennes était parfois plus élevé que le nombre d'oiseaux morts. Entre-temps, d'autres rapports ont corroboré les collisions de

¹ « Securing the Future – The UK Sustainable Development Strategy » HM Government, Mars 2005. Consultable sur http://www.sustainable-development.gov.uk/documents/publications/strategy/SecFut_complete.pdf

chauves-souris avec des éoliennes, en Allemagne et dans d'autres pays (e.g. Ahlén 2002 [Suède], Alcalde 2003 [Espagne], et Dürr 2001, Trapp *et al.* 2002, Dürr et Bach 2004 [Allemagne]). Se reporter au tableau 1 pour de plus amples détails. Au total 19 espèces européennes de chauves-souris ont été victimes de collisions et 21 espèces sont considérées comme potentiellement concernées (cf. tableau 2 pour de plus amples détails). Les éoliennes peuvent aussi avoir des impacts négatifs sur les populations de chauves-souris ainsi que sur leurs habitats et leurs proies, notamment :

- Dégradations, dérangement ou destruction des habitats de chasse et des corridors de transit
- Dégradations, dérangement ou destruction des gîtes
- Accroissement des risques de collision pour les chauves-souris en vol
- Désorientation des chauves-souris en vol par les ultrasons émis par les éoliennes

2. Aspects généraux de la conception des projets

Ces recommandations sont applicables aux projets en milieu urbain ainsi qu'en milieu rural, du projet domestique au projet industriel, et elles peuvent aussi être appliquées aux éoliennes en mer. Il faut aussi tenir compte de l'impact de l'installation de petites éoliennes à côté des propriétés bâties et de leur effet sur les gîtes à chauves-souris.

Il existe une sensibilité croissante du public au problème des changements climatiques et au rôle des énergies renouvelables dans la lutte contre ces changements. La planification du territoire s'organise généralement à l'échelle locale ou régionale et chaque localité ou région a ses propres stratégies spatiales pour traiter toute une gamme de plans divers, y compris le développement économique, les transports, le logement, l'environnement et l'énergie. Les politiques/stratégies de planification concernant les éoliennes doivent traiter différents facteurs environnementaux. Il est raisonnable de supposer que selon le site choisi il peut y avoir très peu d'impact sur les chauves-souris. Toutefois, là où la présence de chauves-souris est probable et où elles risquent d'être affectées par le développement, les autorités chargées de la planification territoriale doivent veiller à ce que les évaluations et les études écologiques soient réalisées aux périodes appropriées et par des personnes compétentes.

La nécessité de considérer les impacts possibles sur les chauves-souris comme partie du processus de contrôle du développement et la nécessité d'adapter les orientations et les pratiques en fonction de l'expérience découlant des éoliennes déjà installées sont un élément vital pour que les chauves-souris ne soient pas confrontées à une menace inutile pour leur survie. Les mesures d'atténuation possibles peuvent inclure des conditions, notamment la soumission d'obtention du permis de construire à l'acceptation de l'arrêt des turbines pendant les périodes critiques de l'année. Il existe en Allemagne, par exemple, des plans pour l'arrêt de certaines éoliennes pour des périodes variables entre août et octobre. Les éoliennes seront arrêtées soit toute la nuit ou la première moitié de la nuit et fin septembre/début octobre toutes les fins d'après-midi.

Les services chargés de l'aménagement du territoire peuvent réglementer la construction et le fonctionnement des éoliennes en fixant des conditions et/ou une obligation de planification. Ces conditions et obligations peuvent s'appliquer à toute une série de questions comprenant la taille, la nature et l'emplacement du projet. Lorsqu'ils évaluent les demandes d'autorisation de construction d'éoliennes et quand ils établissent des conditions ou obligations, les services instructeurs doivent se préoccuper des effets possibles des éoliennes sur les chauves-souris en termes de dérangement, d'obstacles sur les couloirs de migration ou de chasse, de perte ou de dégradation des habitats, et de collisions. Les autorités doivent aussi insister pour que les impacts de éoliennes fassent l'objet d'un suivi.

Les différents stades impliqués pour la production d'électricité d'origine éolienne peuvent avoir un impact plus ou moins important sur les chauves-souris :

2.1 Stade de sélection du site

Les développeurs doivent envisager de placer les éoliennes à distance des corridors étroits de migration des chauves-souris ainsi que des gîtes et des zones de chasse et de reproduction où elles se regroupent. Des zones tampons peuvent être créées autour des gîtes d'importance nationale et régionale. Il leur faut aussi tenir compte de la présence d'habitats tels que forêts, zones humides et bocage et des éléments tels que les arbres isolés, les plans d'eau ou les rivières que les chauves-souris ont de grandes chances de fréquenter. La présence de ces habitats augmentera la probabilité que les chauves-souris chassent en ces lieux. Les milieux très ouverts peuvent être moins importants pour la chasse, bien qu'ils puissent constituer des couloirs de transit ou de migration. Les informations sur les habitats et les lieux où les éoliennes peuvent avoir un impact seront une aide à la prise de décision.

Le tableau suivant présente les impacts les plus importants en lien avec le site et le fonctionnement des éoliennes et dans quelle mesure ils affectent soit les espèces locales, soit les espèces migratrices de chauves-souris. Pour plus de détails, consulter Bach et Rahmel (2004).

Impacts en lien avec le site (emplacement des éoliennes)		
Impact	En été	Aux périodes de migration
Perte des habitats de chasse pendant la construction des routes d'accès, des fondations, etc.	Impact faible à moyen, en fonction du site et des espèces présentes sur ce site	Impact faible
Perte de gîtes en raison de la construction des routes d'accès, des fondations, etc.	Impact probablement fort à très fort, en fonction du site et des espèces présentes sur ce site	Impact fort à très fort, e.g. perte de gîtes d'accouplement
Impacts relatifs au fonctionnement du parc éolien		
Impact	En été	Aux périodes de migration
Emission d'ultrasons	Impact probablement limité	Impact probablement limité
Perte de terrains de chasse car les chauves-souris évitent la zone	Impact moyen à fort	Impact probablement mineur au printemps ; impact moyen à fort en automne et en période d'hibernation
Perte ou déplacement de corridors de vol	Impact moyen	Impact faible
Collision avec les rotors	Impact faible à moyen, en fonction des espèces	Impact fort à très fort

2.2 Stade de construction

Les travaux de construction doivent être programmés aux périodes du jour et de l'année où les chauves-souris ne sont pas actives. Ceci implique de connaître localement les espèces présentes dans le secteur et de comprendre leur cycle annuel d'activité. L'année typique des chauves-souris comprend une période de grande activité (généralement d'avril à octobre) et une période de moindre activité ou d'hibernation (de novembre à mars). Toutefois pour chaque espèce ces périodes varient selon la position géographique, mais aussi d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques. Le comportement de certaines espèces jouera aussi un rôle, car certaines chauves-souris tolérantes au froid seront plus actives en hiver que d'autres espèces de Chiroptères. Les travaux de construction doivent être clairement définis dans toute programmation pour garantir le confinement des opérations aux périodes les moins sensibles.

Les voies d'accès et les bâtiments permanents en lien avec la construction du site doivent aussi être considérés comme des sources potentielles de dérangement ou de préjudice. 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.

2.3 Stade de fonctionnement

En fonction du site et du niveau d'impact, il faudra envisager de subordonner l'obtention des autorisations à certaines conditions, afin de limiter le fonctionnement des éoliennes pendant les périodes d'activité maximale des chauves-souris, telles que la période de migration automnale.

2.4. Stade de démantèlement

Les services instructeurs peuvent accompagner le permis de construire de conditions et/ou de conventions s'étendant jusqu'au stade de démantèlement. Les éoliennes peuvent être aisément et rapidement démantelées. Il faudra 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, les services instructeurs locaux doivent tenir compte de la nécessité d'inclure des conditions en faveur des chauves-souris et de leurs habitats.

3. Réalisation des études d'impact

Plusieurs études ont montré qu'au cours de l'année la plupart des cadavres de chauves-souris étaient trouvés en fin d'été et en automne (Alcade 2003, Johnson et al. 2003) et qu'il s'agissait fréquemment d'espèces migratrices (Ahlén 1997, Ahlén 2002, Johnson et al. 2003, Petersons 1990). Les chauves-souris locales peuvent aussi être affectées (Arnett et al. 2005, Brinkmann et al. 2006). Par conséquent une évaluation d'impact environnemental doit inclure les deux périodes : été et époques de migration. Ceci est particulièrement vrai parce que les éoliennes ne sont plus seulement un phénomène côtier : les turbines modernes, très performantes, se trouvent aussi à l'intérieur des terres et la migration des chauves-souris ne se limite pas à la frange côtière. Les éoliennes sont érigées de préférence au sommet des collines où elles sont mieux exposées au vent : ces sites sont souvent en bordure de boisements, voire en pleine forêt. En ces lieux, le parc éolien peut avoir un impact, comme cela est typique en plaine, mais sa situation et sa construction en milieu forestier peut aussi affecter les habitats des chauves-souris. Les milieux de chasse des Chiroptères peuvent être touchés et des gîtes détruits par le défrichage du site pour construire les éoliennes et les routes d'accès et pour mettre en place les câbles de raccordement au réseau électrique.

La méthodologie d'évaluation doit tenir compte de la situation en été et lors de la migration de printemps et d'automne, afin d'éviter et de réduire les impacts de manière satisfaisante. Il est recommandé que les services instructeurs (après consultation de chiroptérologues) tiennent compte et évaluent les impacts potentiels sur les chauves-souris lorsqu'ils examinent les demandes de permis de construire pour toutes les éoliennes proposées (e.g. Ahlén 2002, Bach et Rahmel 2004, Behr et v. Helversen 2005, Brinkmann *et al.* 2006, Dürr et Bach 2004, Endl *et al.* 2005, Johnson et Strickland 2004).

La section suivante fournit des informations sur des évaluations d'impact qui ne sont pas imposées par la loi. Les développeurs devront aussi entreprendre des études spécifiques pour répondre, si nécessaire, aux exigences de l'Évaluation d'Impact Environnemental. Là où il est probable qu'un projet de développement aura des effets environnementaux importants sur les chauves-souris (e.g. effets sur les gîtes ou/et les couloirs de vol, les zones d'alimentation et les migrations saisonnières), une évaluation d'impact environnemental sera requise avant qu'un service instructeur ne puisse décider ou non d'accorder le permis de construire.

3.1 Prédiagnostic

Le but du prédiagnostic est d'identifier les espèces ainsi que les structures paysagères utilisées par les chauves-souris courant potentiellement des risques dans la zone choisie pour l'implantation. Ces résultats forment la base de l'évaluation et de l'analyse de conflit qui permettra ensuite de donner des conseils pour éviter, réduire ou compenser les impacts. Compte tenu des impacts que les éoliennes ont sur les chauves-souris, il est recommandé d'entreprendre un prédiagnostic pour tous les nouveaux projets éoliens sur terre et en mer. Le prédiagnostic est une étape préliminaire pour recueillir des informations sur les effets probables du projet sur les chauves-souris pouvant être présentes, pour aider le développeur à prendre une décision et pour juger si une étude plus approfondie est nécessaire.

Il faudra veiller à inclure les éléments suivants dans le prédiagnostic :

a) Examen 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 comprennent :

- Photographies aériennes/cartes/cartographie des habitats ;
- Cartes de répartition des espèces/répartition des espèces considérées ;
- Données de gîtes 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 points d'observation en mer ou sur la côte ;
- Si possible les voies de migration d'oiseaux, car elles peuvent aussi fournir des indications sur les voies suivies par les chauves-souris en migration ;
- Données sur la migration des chauves-souris en Europe.

Si approprié, les organisations clefs susceptibles d'avoir des données sur les chauves-souris seront 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 régionales ;
- les bureaux d'étude ayant travaillé dans le secteur.

b) Évaluation de la présence probable de chauves-souris

Outre le travail de bureau il est recommandé de réaliser une étude préliminaire du site pour identifier/confirmer les structures potentielles de la zone d'étude susceptibles d'être utilisées par les chauves-souris. L'étude préliminaire nécessitera probablement une approche à grande échelle pour identifier les fonctions possibles de chaque partie de la zone d'étude, par exemple pour le gîte, la chasse ou le transit. Cette partie de l'évaluation devra aussi envisager les voies potentielles de migration.

c) Identification des impacts potentiels

L'information existante et l'étude du site doivent être utilisées pour décider si la présence des chauves-souris est connue, le nombre d'espèces, les structures paysagères qui leur sont favorables (gîte, chasse, corridors) et quels impacts sont probables ou potentiels. Pour chaque projet d'éolienne il faudra tenir compte de la façon dont il pourra affecter les chauves-souris. Les impacts suivants peuvent potentiellement résulter d'un projet éolien :

- Mort par collision avec les pales en mouvement
- Dérangement ou barrière sur les voies de migration
- Dérangement ou barrière sur les voies de transit local
- Dérangement ou perte d'habitat de chasse
- Dérangement ou perte de gîtes, bien que ceci soit plus probable pour des éoliennes en milieux forestiers ou près de bâtiments.

d) Identification de l'ampleur de l'évaluation et nécessité probable d'une étude complémentaire

Lorsque l'on considère les effets potentiels d'un projet éolien, il faut tenir compte des déplacements locaux des chauves-souris gagnant leurs terrains de chasse et en revenant, ainsi que des déplacements à longue distance entre les sites d'été et les sites d'hibernation, en particulier des voies de migration/grands déplacements, e.g. déplacements d'automne/regroupements.

Il faut tenir compte des voies de migration continentales et maritimes. Une attention particulière sera portée aux voies de migration pour les sites éoliens proches des structures paysagères marquantes telles que vallées fluviales, lignes de crête, cols et littoral. 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. Pour les éoliennes terrestres, le prédiagnostic devrait tenir compte de l'activité des chauves-souris dans un rayon de 10 km autour de l'éolienne.

3.2 Diagnostic

3.2.1 Conception du diagnostic

La conception du diagnostic variera en fonction du site proposé pour l'éolienne. Il faut toutefois tenir compte de l'échelle spatiale de l'étude qui traduira de près la taille et le nombre d'éoliennes, l'utilisation potentielle du site par les chauves-souris et comment ceci peut affecter la période d'étude.

Les grandes pales d'éoliennes ont un rotor situé à 25-180 mètres du sol et par conséquent il faut tenir compte de la hauteur à laquelle l'étude devra être réalisée. De telles éoliennes affecteront probablement des espèces de haut vol, mais il est recommandé de tenir compte de toutes les espèces et d'évaluer leurs effets sur toutes.

Etant donné les impacts potentiels sur les chauves-souris, il est irréaliste de vouloir présenter une EIE exacte et complète pour un projet éolien, sans tenir compte de la présence possible de chauves-souris pendant un cycle complet d'activité des Chiroptères. En fonction des espèces et de la situation géographique en Europe, ce cycle d'activité peut varier de la mi-février à la mi-décembre. L'intensité du travail de terrain pendant toute cette période peut aussi varier en fonction de l'emplacement proposé pour l'éolienne et de l'utilisation potentielle du site.

Bien que le moment choisi pour l'étude dépende fortement des conditions météorologiques, il ne doit pas seulement fournir une image exacte de l'utilisation du site pour la chasse et le transit, par les populations locales de chauves-souris, mais aussi mettre en évidence la migration de Chiroptères. En conséquence, il est recommandé d'intensifier l'effort de surveillance au printemps et en automne, quand les chauves-souris migrent. La prise en compte des données disponibles localement, e.g. les dates de sortie d'hibernation, de dispersion des colonies de reproduction, d'accouplement et de regroupement (« swarming »), pourra servir de guide pour déterminer les dates de réalisation de ces études.

3.2.2 Méthodes de diagnostic

a) Eoliennes terrestres

Les études sur les sites éoliens proposés doivent aussi tenir compte des bénéfices qu'il y a d'inclure les techniques suggérées pour les études de l'activité en terrain ouvert, telles que les études acoustiques avec détecteur d'ultrasons tenu en main ou automatisé, le radio-pistage si nécessaire et les captures (uniquement en forêt ou dans des zones à forte diversité paysagère). Mais il faut réfléchir à l'altitude à laquelle les études doivent être réalisées. Celle-ci doit refléter la hauteur proposée des éoliennes et il faut envisager des études avec détecteurs d'ultrasons automatisés au sol et/ou fixés à des cerfs-volants ou des ballons à hélium, en plus des études standard avec un détecteur manipulé. Les structures présentes sur le site d'étude (tours, mâts ou phares) peuvent être utilisées pour placer des stations d'enregistrements automatiques.

Il a été suggéré que l'utilisation du radar, placé le long des trajets de chasse et des routes de transit et de migration, combiné à des détecteurs d'ultrasons placés à différentes altitudes et à du matériel de vision nocturne (caméras infrarouges ou à image thermique), pouvait aussi apporter des informations sur l'altitude de vol des chauves-souris, mais il est nécessaire de tester davantage cette méthode pour authentifier les résultats et prouver l'utilité de ce matériel. Cette dernière technique n'est pas un outil à utiliser seul, mais il doit l'être associé aux méthodes conventionnelles. Il est conseillé de réaliser des études intensives d'activité dans un rayon de 1 km autour de chaque éolienne proposée, pendant toute la période d'étude, et de déterminer l'utilisation saisonnière des gîtes dans un rayon de 10 km. Pour fournir une indication des voies de migration, une étude intensive doit être réalisée au printemps et en fin d'été/début d'automne, dans un rayon de 1 km autour de chaque site d'implantation proposé, pour mettre en évidence une augmentation du nombre d'espèces migratrices.

En règle générale, les éoliennes ne doivent pas être installées dans les forêts, ni à une distance inférieure à 200 m, compte tenu du risque qu'implique ce type d'emplacement pour toutes les chauves-souris. A proximité des bois, la question de la hauteur doit être soulignée. L'activité des chauves-souris au-dessus de la canopée est d'un intérêt particulier. Des caméras thermiques et des ballons/cerfs-volants avec détecteurs d'ultrasons donneront une indication de hauteur. Les radars, s'ils s'avèrent opérationnels, peuvent être moins utiles dans ce cas-ci que dans les habitats moins fermés. On se concentrera sur les espèces de milieux ouverts ainsi que sur toutes les espèces connues pour voler au-dessus de la canopée, e.g. *Pipistrellus* sp., *Hypsugo savii*, *Myotis bechsteinii*, *Barbastella barbastellus*, *Myotis nattereri*, *Myotis myotis*, *Eptesicus* sp., *Vespertilio murinus* et *Nyctalus* sp.

b) Eoliennes en mer

Les éoliennes en mer doivent être étudiées de la même manière que les éoliennes terrestres, mais elles le seront à partir de bateaux, phares, etc. Toutefois les diagnostics en mer se concentreront sur les voies de migration plutôt que sur les terrains de chasse. Les études se focaliseront sur le printemps (avril/mai) et l'automne (août/septembre), à moins que des chauves-souris découvertes sur des plates-formes pétrolières, des îles, etc. fassent état de leur présence à d'autres périodes de l'année. Une étude réalisée en mer, en Suède, apportera bientôt davantage d'informations.

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 d'étude varieront, car l'hibernation est plus courte dans le sud de l'Europe que dans les régions septentrionales du continent. L'étude de terrain peut donc avoir lieu entre la mi-février et la mi-novembre (voire la mi-décembre), mais son intensité variera aussi. L'effort de surveillance sera déterminé, en fonction de chaque site éolien prévu et des impacts potentiels en se référant aux données locales.

Différentes phases d'activité des chauves-souris devront être étudiées (pour le calendrier se référer au paragraphe 3.2.4 a) 4. Calendrier de l'étude) :

- (a) Transit entre les gîtes de post-hibernation ;
- (b) Migration de printemps ;

- (c) Activité des populations locales, en vérifiant aussi les couloirs de vol, les terrains de chasse, etc., et en se concentrant sur les espèces de haut vol ;
- (d) Dispersion des colonies, début de la migration d'automne ;
- (e) Migration d'automne, gîtes et territoires d'accouplement.

3.2.4 Type de diagnostic

a) Diagnostic sur terre

1. Recherche de nouvelles colonies de parturition, par exemple dans un rayon de 5 km pour permettre l'évaluation des phases d'activité (c) et (d) (mai à août).
2. Etudes au sol
 - avec détecteur d'ultrasons (manuel et automatique, au sol) pour toutes les phases d'activité des chauves-souris afin de déterminer
 - un indice d'activité pour chaque habitat de la zone d'étude (1 km de rayon autour du site éolien proposé) et pour chaque emplacement d'éolienne prévu (indice d'activité = nombre de contacts par heure). Mais dans les résultats le pourcentage de bruits de capture de proie devra aussi figurer.
 - les espèces, de préférence, ou les groupes d'espèces
 - avec caméra infrarouge (ou une onéreuse caméra à image thermique si cela est possible).
3. Etudes en altitude
 - Enregistrements automatiques avec un détecteur d'ultrasons embarqué par un ballon ou un cerf-volant ou placé sur un mât de mesure ou toute autre structure appropriée (pour obtenir un indice d'activité et des groupes d'espèces, à tous les stades du cycle d'activité des chauves-souris).
 - L'utilité d'un radar associé à
 - un enregistrement automatique des microphones à ultrasons placés à différentes hauteurs sur la ligne d'attache du ballon (afin d'avoir une référence d'altitude),
 - une caméra infrarouge,
 doit encore être prouvée.
4. Calendrier de l'étude
 En fonction de la situation géographique et de la présence d'espèces à très courte période d'hibernation :
 - **15/02-30/03**² : phase (a) : une fois par semaine, 2 heures en première moitié de nuit, en commençant ½ heure avant le crépuscule ;
 - **15/03**³-15/05 : phase (b) : une fois par semaine, 4 heures en première partie de nuit, à partir du coucher du soleil, et inclure 1 nuit complète en mai pour la phase (c) ;
 - **01/06-15/07** : phase (c) : quatre fois, toujours une nuit complète ;
 - **01/08-31/08** : phase (d) : une fois par semaine, 4 heures en première moitié de nuit, à partir du coucher du soleil, en incluant 2 nuits entières ;
 - **01/09-31/10** : phase (e) : une fois par semaine, 4 heures en première moitié de nuit, à partir du coucher du soleil, en incluant 2 nuits complètes en septembre, et en première moitié de nuit en octobre. Pendant cette période il faudra aussi rechercher les gîtes et territoires d'accouplement. A la fin de septembre et en octobre, sur le continent européen, de nombreuses *Nyctalus noctula* ont été observées chassant dans l'après-midi entre 5 et 100 m de hauteur. L'étude devra donc commencer 3-4 heures avant le coucher du soleil, là où ce comportement est suspecté pour la Noctule commune.

² S'applique principalement dans le sud de l'Europe pour *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus euryale* et *Myotis capaccini*

³ Si la phase (a) ne s'applique pas pour la région

- **01/11-15/12⁴** : phase (e) : une fois par semaine (si les conditions climatiques permettent l'activité des chauves-souris), 2 heures en première moitié de nuit en commençant ½ heure avant le crépuscule.

Il est nécessaire de tenir compte des coûts impliqués (e.g. utilisation de caméras à image thermique, location d'un radar avec un technicien, coût de l'hélium pour le ballon, etc.).

La standardisation des études et suivis post-installation est importante pour que les impacts des éoliennes puissent être comparés entre les différents pays. Des recommandations pour le suivi post-installation sont fournies dans le chapitre 4.

b) Diagnostic en mer

Il est plus difficile d'étudier l'activité des chauves-souris pour les parcs éoliens en mer, en particulier parce que les méthodes n'ont pas été mises au point et testées. D'après l'expérience et les résultats acquis en mer Baltique, il peut être possible de combiner les observations depuis la terre et en mer :

- L'étude doit se concentrer sur la période de migration.
- Etude depuis la terre
 - à partir de certains repères côtiers supposés être pour les chauves-souris des points de départ en direction du projet éolien ;
 - études au détecteur d'ultrasons (en manuel et en automatique depuis le sol)
 - utilisation de caméras infrarouges ou à image thermique si cela est possible
 - enregistrements automatiques avec un détecteur d'ultrasons monté sur un cerf-volant, un phare ou une autre structure (pour déterminer un indice d'activité et des groupes d'espèces)
- Etude en mer
 - Transects en bateau dans la zone prévue pour le projet éolien (sans doute possible de les combiner avec des recensements nocturnes d'oiseaux) ;
 - si possible à partir de ferries faisant la traversée régulière, de nuit, entre deux pointes de terre supposées être importantes pour la migration des chauves-souris (e.g. Bornholm-Rügen en mer Baltique).
 - Radar de conduite de tir à partir d'un phare, associé à des transects en bateau pour vérifier la détermination de chauves-souris faite par le radar.
- Calendrier de l'étude
 - De début août à mi-octobre (en fonction de la localité) au moins deux fois par semaine.

3.2.5 Rapport de diagnostic et évaluation

Etant donné que le rapport de diagnostic est destiné à des personnes ayant peu ou pas de connaissances sur la biologie et l'étude des chauves-souris, le rapport devra indiquer :

- les espèces présentes dans la région géographique et administrative ainsi que leur statut ;
- les méthodes et le matériel utilisé, ainsi que leurs limites ;
- les dates d'étude et les conditions météorologiques ;
- les espèces contactées pendant l'étude et leur comportement déduit (passage, chasse, regroupement, migration), ainsi que la date et l'heure d'observation. Ces résultats peuvent apparaître sous forme de tableaux en individualisant les différentes saisons d'activité des chauves-souris (transit post-hibernation [ou migration de printemps], période de mise bas et d'élevage des jeunes, dispersion et regroupement, migration) pour faciliter la comparaison ;
- la différence d'activité selon les différentes phases de la nuit ;
- la différence d'activité à des altitudes différentes, si un ballon (ou une autre technique) a été utilisé. Toutefois la prudence est de mise lors de la comparaison des résultats au sol et des résultats en altitude obtenus avec différents types de détecteur d'ultrasons (la portée et la précision des détecteurs varient selon les systèmes et les fabricants) ;

⁴ Idem que la note 2

- la position exacte de chaque contact reportée sur des cartes, ainsi que le type d'enregistrement (détecteur tenu en main, boîtes d'enregistrement automatique au sol, en l'air, etc.)

En fonction des espèces présentes ou potentiellement présentes (en particulier dans les milieux agricoles ouverts), l'évaluation tiendra compte des situations locales et régionales en termes de statut de protection et de conservation, des fonctions et de l'utilisation des habitats décrits, des impacts différents dus au site ou au fonctionnement.

Une analyse de conflit doit alors être présentée pour chaque utilisation du site par chaque espèce contactée ; chaque emplacement d'éolienne sera évalué en conséquence et des propositions seront faites pour limiter les impacts. Les mesures proposées seront dans l'ordre : mesures d'évitement, de réduction et de compensation.

Pour plus de détails pour le rapport et l'analyse, voir Rahmel *et al.* (2004).

3.3 Modification de puissance

Il sera nécessaire de combiner un suivi de mortalité de chauves-souris sous les éoliennes existantes et un diagnostic d'activité qui tienne compte de l'emplacement et de la hauteur des futures éoliennes. La méthodologie de suivi proposée au chapitre 4 est recommandée, mais avec un nombre réduit de nuits d'étude en été. La recherche de cadavres permettra d'évaluer si le site a un impact par collision de chauves-souris.

Recherche de cadavres de chauves-souris

- Rechercher dans un rayon si possible égal à la hauteur hors tout de l'éolienne et de toute façon égal ou supérieur à 50 m.
- Même méthodologie que pour « Suivi des impacts ».
- Contrôler au moins la moitié des éoliennes existantes. A effectuer tous les 2 à 5 jours et contrôle associé à une étude au détecteur d'ultrasons la nuit précédente.

4. Suivi des impacts

Le suivi post-installation des parcs éoliens déterminera les impacts des éoliennes et les différentes espèces concernées et facilitera la compréhension des problèmes qui se posent. A ce jour, seuls des parcs éoliens individuels ont été suivis et aucune étude n'a été réalisée en ce qui concerne les effets cumulatifs des parcs éoliens groupés dans une même région. Pour évaluer les impacts des parcs éoliens sur les chauves-souris, les études doivent suivre une méthodologie standardisée pour donner des résultats comparables. L'objectif du présent travail est de présenter des méthodes pour atteindre ce but et tenter de trouver des moyens de réduire les impacts sur les chauves-souris.

L'impact direct dû au fonctionnement du parc éolien n'est pas totalement compris à l'heure actuelle, car dans la plupart des cas la cause de la collision est inconnue. Différentes hypothèses ont été proposées, telles que :

- les turbulences de l'air ;
- la non-perception du danger (nombre de cris d'écholocation des espèces migratrices trop faible ou trop grande vitesse de rotation des pales) ;
- la vitesse des pales trop élevée pour qu'elles soient perçues par le sonar des chauves-souris ;
- une concentration d'insectes plus forte autour de la nacelle, ce qui incite les chauves-souris à chasser dans cette zone.

Le suivi des impacts de l'énergie éolienne sur les chauves-souris n'a de valeur scientifique que s'il tient compte de l'état initial de leurs populations dans le secteur, avant l'installation du parc éolien. Une étude de type BACI (mesure des impacts avant et après construction) est donc nécessaire.

Un projet de suivi exhaustif doit se concentrer sur au moins 4 des thèmes de recherche suivants, soulignés dans le chapitre 5 : perte d'habitats, mortalité, migration et comportement.

4.1 Perte d'habitats

Pour déterminer si un parc éolien entraîne une perte d'habitats pour les chauves-souris, il est nécessaire de savoir :

1. (diagnostic, année 1) quelles espèces sont présentes dans le secteur avant la construction du parc, quelles sont celles qui y chassent et celles qui y passent pendant la migration. Un site témoin (voir ci-dessous) doit aussi être étudié.
2. (suivi, année 2) quelles espèces ne réapparaissent pas pendant la construction (vérifier les impacts que les travaux de construction ont sur les habitats et le dérangement qu'ils occasionnent aux chauves-souris).
3. (suivi, années 3 -5) pendant la phase de fonctionnement, étude d'impact sur les espèces résidentes (attractivité, changement de comportement et mortalité) et sur les espèces migratrices (comportement et mortalité) : 3 ans minimum et en fonction des résultats, 3 années supplémentaires si nécessaire pour faire une nouvelle analyse.

Ceci peut être réalisé en vérifiant au détecteur d'ultrasons les espèces encore présentes autour du parc éolien, s'il y a une diminution notable de l'indice d'activité et un changement de comportement par rapport aux résultats de l'année 1 (Bach 2002).

- Suivi au détecteur d'ultrasons au sol (en manuel et en automatique) et à différentes altitudes (ballons, zeppelins, cerfs-volants, radar).
- Observations visuelles en fin d'après-midi et caméras infrarouges pour l'étude comportementale et celle de la migration.
- Suivi de la mortalité de chauves-souris (voir ci-dessous).

Afin d'éviter de conclure que toute modification dans le type d'activité ou de comportement des chauves-souris est imputable au parc éolien quand elle peut être due à des variations annuelles, il faudra aussi réaliser, à proximité du parc éolien, le suivi d'un site témoin présentant des caractéristiques environnementales similaires (mêmes types d'habitats, même hauteur de végétation). Aucune éolienne ne pourra être construite sur ce site témoin pendant la durée de suivi des impacts.

4.2 Suivi de la mortalité

Le nombre d'accidents mortels varie de façon significative en fonction de l'emplacement du parc éolien et des espèces qui s'y trouvent. Le nombre de cadavres retrouvés est influencé par la prédation (temps nécessaire à un prédateur pour trouver la victime avant l'homme) et par l'efficacité du contrôleur (mais dépend aussi du type de couverture végétale sous les éoliennes). Par conséquent le suivi de la mortalité comportera deux étapes.

4.2.1 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). Comme 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 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 sera donc si possible égal à la hauteur totale, mais en aucun cas inférieur à 50 m.

La zone contrôlée (de préférence un carré plutôt qu'un cercle) sera marquée aux quatre coins par un piquet et deux côtés opposés avec d'autres piquets marquant des bandes de 10 m ou de 5 m de large. Les transects parcourus d'un piquet à l'autre permettront de contrôler une bande de respectivement 5 ou 2,5 m de large de part et d'autre du parcours.

Si pour une raison quelconque la zone ne peut être entièrement parcourue, le pourcentage de surface contrôlée devra être calculé pour chaque éolienne.

b) Nombre d'éoliennes contrôlées

Si possible, tous les aérogénérateurs du parc éolien devront être contrôlés. Dans le cas de parcs éoliens de grande envergure, les éoliennes proches des structures paysagères seront systématiquement contrôlées et certaines autres seront choisies au hasard. Le nombre dépendra de la taille du parc et de sa situation.

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 prédation est faible. Pour les petits parcs il est suggéré de choisir un intervalle de 1 jour entre les contrôles et un intervalle de 5 jours (maximum) pour les parcs éoliens plus grands (pour la comparaison des résultats en fonction du pas de temps choisi, voir Arnett *et al.* 2005).

d) Calendrier du suivi

Le suivi de la mortalité doit commencer dès que les chauves-souris redeviennent actives après l'hibernation et il durera 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. Dans le sud de l'Europe, par exemple, le suivi pourra commencer dès la mi-février et se poursuivre jusqu'à la mi-décembre. Etant donné que la plus forte mortalité a été constatée pendant les périodes de migration, l'effort de recherche sera plus grand au printemps et en automne.

- 15/02-31/03 : 1 contrôle /semaine ou moins
- 01/04-15/05 : 1 contrôle tous les 2 ou 3 jours
- 16/05-31/07 : 1 contrôle/semaine
- 01/08-15/10 : 1 contrôle tous les 2 ou 3 jours
- 16/10-15/12 : 1 contrôle/semaine ou moins.

e) Méthodologie de suivi

Le contrôleur parcourra chaque transect d'un pas lent et régulier, cherchant les cadavres de part et d'autre de sa ligne de déplacement. Le contrôle débutera une heure après le lever du soleil, quand la lumière permettra de distinguer des chauves-souris mortes.

Le contrôleur notera la position du cadavre (coordonnées GPS, direction par rapport à l'éolienne, distance du mât), son état (cadavre frais, vieux de quelques jours, en décomposition, restes, etc.) avec le type de blessures, la hauteur de la végétation là où il a été trouvé (voir ci-dessous), etc.

Il sera nécessaire de noter les conditions météorologiques qui ont eu cours entre les contrôles (température, vent – force et direction – orage) et les phases de la Lune.

4.2.2 Estimation du taux de mortalité

Une analyse statistique sera nécessaire pour estimer le taux de mortalité du parc éolien suivi. Cette analyse devra tenir compte de biais (enlèvement de cadavres par des charognards ou des prédateurs, efficacité du contrôleur).

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 au moins 4 fois par an pour tenir compte des variations de hauteur de végétation dans la zone contrôlée. Comme la chair de chauves-souris est probablement moins alléchante pour les carnivores que celle des oiseaux, il est conseillé d'utiliser les cadavres congelés de chauves-souris disponibles (préalablement décongelés). Mais dans la plupart des cas les tests devront être pratiqués avec de petits passereaux morts ou des poussins d'un jour (de préférence de couleur sombre).

Chaque test durera 10 jours consécutifs pour déterminer combien de temps une carcasse reste au sol avant d'être dévorée, emportée ou enterrée par des mammifères, des oiseaux et des insectes.

b) Tests de détectabilité (efficacité du contrôleur)

- Classification du couvert végétal

Comme l'efficacité du contrôleur dépend du couvert végétal (hauteur de la végétation, type d'habitat affectant la visibilité et saison), il importe de déterminer des classes de détectabilité pour les cadavres. Ces classes vont combiner la hauteur et le pourcentage de couvert végétal et les caractéristiques de l'habitat (type de végétation, obstacles au sol, pente) – pour plus de détails voir e.g. Habitat Mapping p. 26 et 28 dans Arnett *et al.* 2005 ou dans Brinkmann *et al.* 2006. Ces classes sont importantes pour l'analyse statistique.

- Tests

L'efficacité du contrôleur sera testée pour différentes hauteurs de végétation (4 fois par an).

Les cadavres seront répartis au hasard sur l'aire de contrôle de certaines éoliennes, en notant les coordonnées de chaque emplacement (ainsi que la direction et la distance par rapport au mât, le type et la hauteur de végétation).

Le contrôleur procédera comme pour une recherche normale de cadavres.

- Utilisation de chiens dressés

Un chien dressé pour marquer l'arrêt sur des chauves-souris peut être utilisé pour rechercher les victimes, mais son efficacité sera testée de la même façon que précédemment. Il faut préférer un chien d'arrêt à un retriever pour que son maître puisse localiser et noter l'endroit exact où la victime est tombée.

4.3 Migration

Les grandes vallées fluviales sont généralement suivies par la plupart des espèces en migration et il faut prêter une attention particulière aux espèces migratrices autour des parcs éoliens situés dans ces vallées ou sur les plateaux ou crêtes adjacents. Ceci s'applique aussi au littoral.

Les observations visuelles commenceront en milieu d'après-midi, en cherchant particulièrement les noctules (*Nyctalus* sp.), et se poursuivront toute la nuit avec des détecteurs d'ultrasons (expansion de temps ou division de fréquence au sol, associés à des enregistrements automatiques à différentes altitudes en expansion de temps, division de fréquence ou en hétérodyne).

L'étude de la migration doit tenir compte des chauves-souris passant à des altitudes hors de portée des détecteurs d'ultrasons au sol. On ne peut y parvenir qu'avec des ballons, radar et/ou caméras infrarouges (de préférence des caméras à image thermique). Mais le coût d'utilisation du radar et des caméras implique que ce matériel ne pourra être utilisé que pour de très grands parcs éoliens, des sites problématiques ou pour la recherche scientifique.

Un ballon à hélium (de type zeppelin) avec dispositif d'enregistrement automatique des ultrasons (par Batbox) a été testé en France par le Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges et utilisé avec succès en France (Sattler et Bontadina 2006) et en Belgique. Ce matériel montre que l'activité des chauves-souris est différente en altitude et près du sol. La comparaison des indices d'activité à différentes heures de la nuit peut montrer une augmentation soudaine du nombre de contacts indiquant éventuellement un phénomène migratoire.

4.4 Comportement

Exception faite des périodes crépusculaires (soir et matin) où les chauves-souris peuvent être vues, l'étude du comportement des Chiroptères repose sur des technologies onéreuses telles que des caméras infrarouges, soit à image thermique, soit avec un puissant illuminateur infrarouge. Compte tenu de son prix, l'utilisation de ce matériel est limitée soit à des sites problématiques, soit à la recherche. Cependant, avec un détecteur d'ultrasons, un manipulateur peut obtenir des indices sur le comportement des chauves-souris ou du moins différencier les actions de chasse du simple transit.

5. Priorités en matière de recherche

Nos connaissances sur l'impact des éoliennes et des parcs éoliens sur l'environnement et en particulier sur les chauves-souris sont actuellement limitées et il est nécessaire de poursuivre la recherche. Jusqu'à présent les études ont confirmé l'effet important que les parcs éoliens pouvaient

avoir sur les chauves-souris par collision et perte d'habitat de chasse. D'autres projets de recherche sont nécessaires pour accroître notre compréhension de l'impact des parcs éoliens sur les Chiroptères, au niveau soit des individus, soit des populations. La connaissance générale de la biologie des chauves-souris, comparée à celle des oiseaux, est plutôt sélective et peu de choses sont connues sur les voies de migration des Chiroptères en Europe. Cette information est indispensable pour évaluer les risques lors de la conception de nouveaux projets éoliens. Pour minimiser leur impact, il est urgent et nécessaire de trouver des solutions qui pourraient être appliquées pour planifier les futurs projets éoliens.

Plusieurs études européennes et américaines récentes ont identifié des besoins de recherche qui entrent dans six catégories :

- Mise au point de la méthodologie
- Mortalité et conséquences (sur les populations)
- Migration
- Collision
- Dérangement, effet barrière
- Réduction et/ou évitement

La section suivante passe en revue les besoins en matière de recherche et marque en italique ceux qui sont prioritaires. Outre la mise en relief de ces besoins, des méthodes possibles d'investigation sont également mentionnées.

5.1 Mise au point de la méthodologie

Développer des méthodes pour observer et mesurer autour des parcs éoliens en fonctionnement :

- La migration des chauves-souris
- Les chauves-souris à grande altitude
- La répartition des espèces à grande échelle (phase de prédiagnostic)

Projet de recherche	Méthodes possibles
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Poursuivre le développement et l'essai des méthodes existantes (telles que celles d'Arnett et al. 2005, Griinkorn et al. 2005, Traxler et al. 2004 pour les études de mortalité par collision), ainsi que des techniques novatrices pour mesurer les impacts de parcs éoliens, e.g. comment suivre les taux de collision des chauves-souris et les effets à long terme tels que la diminution possible de la forme physique des animaux en raison de la perte d'un habitat de chasse.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Technique utilisée par Arnett <i>et al.</i> 2005 (pour fournir une comparabilité à travers tout un continent). • Construction d'un modèle statistique solide pour la mortalité par collision et d'application universelle pour assurer la comparabilité.
<ul style="list-style-type: none"> • Etablir des méthodes de recensement adéquates pour l'activité des chauves-souris à différentes altitudes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Caméra à image thermique • Radar de conduite de tir • Détecteur/séries de microphones • Système d'enregistrement de l'activité des chauves-souris • Au sol et en altitude
<ul style="list-style-type: none"> • Développer et tester des méthodes pour étudier l'activité des chauves-souris et le taux de collision sur les parcs éoliens en mer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Radar de conduite de tir • Circuits en bateau • Boîtier d'enregistrement automatique des chauves-souris
<ul style="list-style-type: none"> • Développer et tester des méthodes pour étudier la migration des chauves-souris. Sur 	<ul style="list-style-type: none"> • Radio-pistage

terre et en mer.	<ul style="list-style-type: none"> • Radar de conduite de tir • Bague⁵ • Echantillonnages synchronisés et répétés, à grande échelle, à l'aide de détecteurs d'ultrasons
<ul style="list-style-type: none"> • Développer et tester des modèles méthodologiques de cartes géographiques et écologiques de répartition d'espèces. Ceci souligne les terrains de chasse les plus importants sur une large échelle géographique et fonctionne de manière progressive (du plus au moins important) (e.g. Jaberg et Guisan 2001). 	<ul style="list-style-type: none"> • Modèles SIG et de bonne adaptation de l'habitat (e.g. Analyse Factorielle de la Niche Ecologique).

5.2 Mortalité et effets potentiels sur les populations de Chiroptères

Des informations supplémentaires sont nécessaires pour savoir :

- Si la mortalité de chauves-souris se produit sur tous les sites éoliens ou s'il existe des différences entre les sites.
- Quels sont les facteurs de l'écologie et du comportement des chauves-souris, mais aussi quelles sont les caractéristiques du parc éolien et des aérogénérateurs individuels qui affectent la mortalité des Chiroptères ?
- S'il est possible d'utiliser l'information relative aux caractéristiques paysagères pour éviter ou réduire les problèmes.
- Les effets sur les populations : s'il y a mortalité, cela pose-t-il un problème pour les populations ?

Projet de recherche	Méthodes possibles
<ul style="list-style-type: none"> • A quelles périodes de l'année les collisions se produisent-elles ? Plusieurs études aux Etats-Unis montrent que les collisions se concentrent en fin d'été/début d'automne. Les données européennes confirment ceci, mais plusieurs études récentes ayant privilégié la fin de l'été et le début de l'automne, il n'existe pas de données statistiques sur la distribution saisonnière pour plusieurs localités différentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes systématiques de la mortalité par collision pendant toute la saison d'activité (méthodologies selon Arnett <i>et al.</i> 2005, Grünkorn <i>et al.</i> 2005)
<ul style="list-style-type: none"> • Il faut accorder une grande priorité à l'examen des taux de collision de chauves-souris par an et pour les différentes espèces, en ce qui concerne différents sites éoliens. Les études systématiques de mortalité des parcs éoliens de grande ampleur situés dans différentes zones à risques, c.-à-d. sur les voies de migration mais aussi en forêt et en zone bocagère sont nécessaires. 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes systématiques de la mortalité par collision pendant toute la saison d'activité (méthodologies selon Arnett <i>et al.</i> 2005, Grünkorn <i>et al.</i> 2005).
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Les impacts potentiels, sur les populations de chauves-souris, de la mortalité par collision sont complètement inconnus.</i>⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes systématiques de la mortalité par collision pendant toute la saison d'activité (méthodologies selon Arnett <i>et al.</i> 2005,

⁵ Voir aussi la Résolution 4.6 d'EUROBATS : Recommandations pour la délivrance d'autorisations pour la capture et l'étude des Chiroptères sauvages capturés

	Brinkmann <i>et al.</i> 2006, Grünkorn <i>et al.</i> 2005). <ul style="list-style-type: none"> • Etudes génétiques • Etudes de populations • Modèles de population
• Il y a une absence totale de données quantitatives sur les effets cumulatifs sur les chauves-souris, des parcs éoliens terrestres et en mer.	

5.3 Migration

Un complément d'information est nécessaire sur :

- Où (dans l'espace) et quand (dans le temps/saison) ?
- Des routes de vol/zones de migration existent-elles et sont-elles identifiables ?
- Dans l'affirmative, quelle est leur relation par rapport au paysage, à grande échelle et à échelle plus fine ?
- L'information sur un « pic d'activité migratoire » et des « routes de vol migratoire dans le paysage » peut-elle être utilisée pour éviter les problèmes ?

Projet de recherche	Méthodes
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Identifier les voies/corridors de migration et les haltes. Il existe plusieurs études sur la migration des chauves-souris en plusieurs lieux isolés d'Europe, mais pas de carte continue des voies de migration ou des haltes. Des informations spécifiques sur les voies de migration en mer font défaut, aussi bien pour la mer du Nord que pour la Baltique. Des études et des observations montrent bien que les chauves-souris traversent en pleine mer (Ahlén 1997, Ahlén et al. 2002, Ahlén et Bach non publié, Russ et al 2001, 2003, Walter et al. 2004, Hüppop com. pers.).</i> • <i>Les structures paysagères (vallées fluviales, littoral, vallées de montagne...) servent-elles de points de repère pour la migration ?</i> • <i>Il nous faut prouver toute information anecdotique et comprendre que les sites de halte sont importants, notamment les forêts avec des gîtes traditionnels d'accouplement pour <i>Nyctalus noctula</i> et <i>Pipistrellus nathusii</i>.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes génétiques internationales (cf. Petit et Mayer 2000) • Radio-pistage • Etudes par radar de conduite de tir • Etudes au détecteur d'ultrasons sur des points de migration choisis.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>On ignore par quelles conditions météorologiques a lieu la migration sur terre et en mer. En général le vent (et la visibilité) modifiera les routes et le comportement. Il n'existe que quelques exemples de conditions météorologiques différentes avec migration de chauves-souris. Arnett et al. (2005) et Behr et Helversen (2005) décrivent l'activité</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes au détecteur d'ultrasons au sol, sur des mâts, des éoliennes, des ballons, etc. • Etudes avec caméra à image thermique • Radar • Etudes physiologiques et comportementales

⁶ Ce n'est pas seulement la mortalité des chauves-souris par collision dans les parcs éoliens, dont les effets sur les populations sont inconnus, mais aussi ceux de la mortalité sur les routes ou d'une baisse de reproduction par dérangement des gîtes résultant d'autres types de développement. Ce type de recherche devrait être mis en place dans un sens plus large.

<p><i>principale des chauves-souris par vent <6 m/s, or beaucoup de collisions se produisent par vent > 6 m/s. La morphologie des Nyctalus et Miniopterus laisse à penser qu'il est fort probable qu'ils soient capables de migrer par vents plus forts. Il est nécessaire d'obtenir plus de données sur la migration des chauves-souris, notamment une information localisée sur les voies de migration, le nombre de chauves-souris qui les empruntent, les altitudes de vol selon les espèces, comment le moment choisi, l'itinéraire et la direction subissent l'influence des conditions météorologiques et combien de fois et de temps les chauves-souris s'arrêtent en route pour se reposer ou chasser.</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Etude de l'orientation des chauves-souris en migration 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes physiologiques
<ul style="list-style-type: none"> • Existe-t-il une activité de chauves-souris en mer et à quelles distances de la côte ? Quelles sont les espèces actives en mer et est-ce seulement pendant la migration ? Est-ce que la migration implique aussi la chasse et est-ce en relation avec des déplacements vers des îles ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes au détecteur d'ultrasons à partir de phares, de transects en bateau (détecteur en main, systèmes d'enregistrement automatiques) • Caméra à image thermique • Radar (de conduite de tir)

5.4 Collision

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

- Pourquoi les chauves-souris entrent-elle en collision avec les éoliennes ?
- Est-il impossible/trop difficile pour les chauves-souris de percevoir l'éolienne et de comprendre le danger ?
- Peuvent-elles être attirées par les éoliennes ?
- Peut-on développer des techniques pour décourager les chauves-souris d'approcher ?

Projet de recherche	Méthodes
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pourquoi les chauves-souris entrent-elles en collision avec les éoliennes ? Arnett et al. (2005) ont décrit le comportement d'évitement de plusieurs chauves-souris devant les pales, alors que d'autres ne présentaient aucun comportement d'évitement. Comment les chauves-souris perçoivent-elles la rotation des pales avec leur système d'écholocation ? Cette connaissance pourrait servir à trouver des moyens pour rendre les pales plus perceptibles aux chauves-souris.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes comportementales avec détecteurs d'ultrasons et caméras à image thermique • Expériences de laboratoire • Expérience d'écholocation • Etudes physiologiques et comportementales
<ul style="list-style-type: none"> • Des études récentes en Allemagne (e.g. Behr et Helversen 2005) indiquent que non seulement les chauves-souris migratrices entrent en collision avec les éoliennes, mais aussi les chauves-souris locales en action de chasse. Les migratrices peuvent aussi saisir une opportunité de chasse en cours de 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes génétiques • Caméra à image thermique et détecteur d'ultrasons • Radio-pistage • Etudes des insectes près de l'éolienne

migration (e.g. Arnett *et al.* 2005, Ahlén et Bach inédit). Peu de données génétiques de chauves-souris résidentes et migratrices sont disponibles pour permettre la comparaison avec les données des victimes.

5.5 Dérangement, effet barrière

Il nous faut avoir davantage d'informations sur les réactions comportementales des espèces résidentes en chasse.

- Evitent-elles les éoliennes ou s'habituent-elles au bout d'un certain temps ?
- Est-ce que l'accoutumance entraîne des collisions ?

Projet de recherche	Méthodes
<ul style="list-style-type: none"> • On ignore comment les chauves-souris répondent aux éoliennes. Outre l'expérience acquise par les études sur les collisions, nous savons que les sérotines locales évitent de chasser près des éoliennes (Bach 2002). Nous devons en apprendre davantage sur la perte d'habitat de chasse des espèces de plein ciel telles que <i>Nyctalus</i>, <i>Vespertilio</i>, <i>Miniopterus</i> et l'effet que cela peut avoir sur leurs populations. 	<ul style="list-style-type: none"> • Radio-pistage • Etudes au détecteur d'ultrasons • Etudes sur l'utilisation des habitats • Etudes BACI (pré- et post-construction)
<ul style="list-style-type: none"> • Des études génétiques sont nécessaires : sur les études comportementales des différentes espèces basées sur leur éthologie, leur écologie, la dynamique des populations et leur abondance, en réponse à la construction, au fonctionnement et au démantèlement des parcs éoliens. 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 les réponses comportementales des animaux. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Influence de la disponibilité d'habitats sur l'auto-délocalisation des chauves-souris 	<ul style="list-style-type: none"> • Radio-pistage • Etudes au détecteur d'ultrasons
<ul style="list-style-type: none"> • L'effet que peut avoir la hauteur des mâts sur l'activité de chasse doit être considéré. • Impacts potentiels sur les populations que peuvent avoir les déplacements (auto-délocalisations) de chauves-souris, obstacles dressés sur les routes de vol, la mortalité par collision, la perte ou la dégradation des habitats. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de l'habitat • Etudes de population • Radio-pistage • Etudes au détecteur d'ultrasons
<ul style="list-style-type: none"> • L'effet barrière sur les chauves-souris en migration ou en transit est relativement inconnu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Radio-pistage • Etudes au détecteur d'ultrasons • Etude de la réaction comportementale • Etudes de population
<ul style="list-style-type: none"> • Des études à long terme sont nécessaires pour déterminer les effets à long terme des parcs éoliens. De tels effets peuvent par exemple inclure une accoutumance des 	<ul style="list-style-type: none"> • Bagueage • Etudes de population

chauves-souris aux éoliennes, dont la conséquence serait une diminution de leur impact, avec le temps. Il ne faut pas y compter pour les chauves-souris migratrices, mais cela pourrait être possible pour les espèces résidentes. Des impacts significatifs sur les populations ne deviennent apparents qu'à long terme.	
---	--

5.6 Réduction et/ou suppression

Des informations complémentaires sont nécessaires pour répondre aux questions suivantes :

- Est-il possible de décourager les chauves-souris d'approcher ?
- Quelles techniques peut-on développer pour y parvenir ?
- Est-il possible d'éviter les problèmes ou de réduire les impacts ?

Projet de recherche	Méthodes
<ul style="list-style-type: none"> • Existe-t-il des moyens pour décourager les chauves-souris d'approcher des éoliennes ? Des études sont nécessaires pour déterminer si différents types de bruits/ signaux sonores et/ou signaux lumineux peuvent être utilisés pour décourager ou avertir les chauves-souris ou si cela peut en fait les attirer. Les chauves-souris pourraient réagir négativement en présence d'un puissant radar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Etude des émissions sonores (infrasons, sons audibles, ultrasons) • Etudes de radar
<ul style="list-style-type: none"> • Développer des méthodes et des instruments qui peuvent enregistrer automatiquement une activité intense de chasse ou des grands nombres de chauves-souris en transit, par exemple des senseurs thermiques et des radar pouvant faire remonter l'information et permettre d'arrêter temporairement les éoliennes pendant la migration et les périodes de mauvais temps. 	<ul style="list-style-type: none"> • Etudes systématiques de mortalité par collision pendant toute la saison d'activité (méthodes selon Arnett <i>et al.</i> 2005, Brinkmann <i>et al.</i> 2006) • Systèmes d'enregistrement automatique des chauves-souris en altitude • Caméra à image thermique
<ul style="list-style-type: none"> • Dans certaines parties de l'Allemagne et de la Suède on sait, ou l'on suspecte, que des chauves-souris cherchent des gîtes dans les nacelles. Celles-ci doivent être fermées pour empêcher les chauves-souris d'y entrer pour réduire les risques de mortalité par les engrenages ou par collision. On pense aussi que les chauves-souris peuvent trouver un gîte dans les autres structures humaines telles que les transformateurs (Lutsar, inédit) et en Finlande un individu de <i>V. murinus</i> et un de <i>P. pipistrellus/pygmaeus</i> ont été observés se posant sur des îlots entre 22h et 23h (Laanetu et Masing 2004). 	<ul style="list-style-type: none"> • Expériences de laboratoire • Observations de terrain

6. Conclusions et travaux ultérieurs

Le présent travail présente des recommandations générales pour la conception de projets et pour les évaluations d'impact afin de tenir compte des effets des éoliennes sur les chauves-souris. Il résume en outre les priorités pertinentes en matière de recherche. Il n'est absolument pas complet et doit absolument être développé, en particulier dans le contexte européen.

Il faut continuer à enquêter sur l'impact actuel des parcs éoliens sur les chauves-souris afin de trouver des solutions pour réduire au minimum les impacts du développement futur de l'énergie éolienne.

7. Bibliographie

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., Bach, L. & Burkhardt, P. (2002): Bat migration in southern Sweden. – Poster at IXth European Bat Research Symposium, Le Havre, France 2002.

Alcalde, J.T. (2003). Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélagos. - Barbastella 2: 3-6.

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 pp.

Bach, L., R. Brinkmann, H. Limpens, U. Rahmel, M. Reichenbach & A. Roschen (1999): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung – Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4: 162-170

Bach, L. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzungen von Fledermäusen am Beispiel des Windparks „Hohe Geest“, Midlum - Endbericht. – unpubl. report for Instituts für angewandte Biologie, Freiburg/Niederelbe: 46 pp.

Bach, L. & U. Rahmel (2004): Überblick zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse - eine Konfliktabschätzung - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7: 245-252.

Behr, O. & O. von Helversen (2005): Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen. Wirkungskontrolle zum Windpark "Roßkopf" (Freiburg i. Br.). - Unpubl. report: 37 pp + maps.

Brinkmann, R., H. Schauer-Weissahn & F. Bontadina (2006): Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Report for Regierungspräsidium Freiburg by request of Naturschutzfonds Baden-Württemberg : 66 pp. <http://www.rp-freiburg.de/servlet/PB/show/1158478/rpf-windkraft-fledermaeuse.pdf>

Dürr, T. (2001): Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 10: 182.

- 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.
- Endl, P., U. Engelhart, K. Seiche, S. Teufert & H. Trapp (2005): Untersuchungen zum Verhalten von Fledermäusen und Vögeln an ausgewählten Windkraftanlagen im Landkreis Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz Freistaat Sachsen. Unpubl. report for Staatliches Umweltfachamt Bautzen: 135 pp.
- 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 Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein: 92 pp.
- 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.
- Johnson, G.D., W.P. Erickson, M.D. Strickland, M.F. Shepherd & D.A. Shepherd (2000): Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge, Minnesota Wind Resource Area: Results of a 4-year study. Unpublished report for the Northern States Power Company, Minnesota: 262 pp.
- Johnson, G.D., W.P. Erickson, M.D. Strickland, M.F. Shepherd & D.A. Shepherd (2003): Mortality of bats at a Large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. - *Am. Midl. Nat.* 150: 332-342.
- Johnson, G.D. & M.D. Strickland (2004): An assessment of potential collision mortality of migrating indiana bats (*Myotis sodalis*) and Virginia big-eared bats (*Corynorhinus townsendii virginianus*) traversing between caves. Technical report prepared for NedPower Mount Storm by WEST, Inc.
- Laanetu, N. & M. Masing (2004). Bats near Hanko. *Eptesicus* 2. Electronic newsletter on boreal bats. <http://www.hot.ee/eptesicus/eptesicus2.htm>
- Petersons, G. (1990): Die Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839), in Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. - *Nyctalus* 3: 81-98.
- Petit, E. & F. Mayer (2000): A population genetic analysis of migration: the case of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). - *Molecular Ecology* 9: 683-690.
- 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.
- Rahmel, U., L. Bach, R. Brinkmann, C. Dense, H. Limpens, G. Mäscher, M. Reichenbach & A. Roschen (1999): Windkraftplanung und Fledermäuse. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4: 155-161.
- Rahmel, U., Bach, L., Brinkmann, R., Limpens, H. & A. Roschen (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse - Hinweise zur Erfassungsmethodik und zu planetarischen Aspekten - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7: 265-271.
- Reichenbach, M. (2002): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel - Ausmaß und planerische Bewältigung. - Diss. an der TU Berlin: 207 pp.

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.

Russ, J.M., M. Briffa & W.I. Montgomery (2003): Seasonal patterns in activity and habitat use by bats (*Pipistrellus* spp. and *Nyctalus leisleri*) in Northern Ireland, determined using a driven transect. – J. Zool. Lond. 259: 289-299.

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 pp.

Trapp, H., D. Fabian, F. Förster & O. Zinke (2002): Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. – Naturschutzarbeit in Sachsen 44: 53-56.

Traxler, A., S. Wegleitner & H. Jaklitsch (2004): Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf.- unpubl. report for WWS Ökoenergie, EVN Naturkraft, WEB Windenergie, IG Windkraft und Amt der Niederrösterreichischen Landesregierung: 107 pp.

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.

Winkelmann, J.E. (1989): Vogels e het windpark nabij Urk (NOP): aanvarings slachtoffers en verstorings van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. – RIN-rapport 89/15: 169 pp.

Remerciements

Nous remercions Ingmar Ahlén, Robert Brinkmann, Colin Catto, Herman Limpens, Barry Nicholls, Ivo Niermann, Paul Racey, Christine Rumble, Linda Smith et Dean Waters pour leurs précieux commentaires et contributions à ce document.

Tableau 1 - Etudes réalisées en Europe

Etude (auteur, année, région)	Date	type d'éoliennes	méthodes	résultats	types d'habitat
Ahlén, 2002 et Ahlén, 2003, Sweden	août/septembre 2002	différents	- 160 turbines (Gotland 66, Öland 39, Blekinge 4, Skane 51)	- 17 CS (Enil 8, Vmur 1, Nnoc 1, Pnat 5, Ppip 1, Ppyg 1)	différents: ouvert et arbustif à agricole (avec haies)
			- 1 contrôle / éolienne	- 0,1 CS/contrôle	
			- zone contrôlée 50m autour de l'éolienne	- Gotland 12, Öland 2, Blekinge 2, Skane	
				- distance 3-25m (moyenne 12m) autour éolienne	
				moitié des espèces résidentes	
				CS chassent souvent près des pales	
		Les espèces retrouvées mortes sont celles observées chassant près des pales			
Alcalde, 2003, Navarre - Espagne, com. pers.	1995-2003	hauteur: 40m (vieux modèle) et 60-80m	env. 1000 éoliennes	50 CS surtout Hsav (25), Nnoc, Nlas (2), mais aussi Ppip, Pkuh, Ppyg, Eser, Msch)	près des haies
				principalement août et septembre	
		pale 20m (vieux modèle) et 34m	rayon de la zone contrôlée égal à la hauteur de l'éolienne	présence des éoliennes n'affecte pas l'utilisation de l'habitat	
				nombre de CS en vol croît avec la température et décroît avec la force du vent	
				CS utilisent principalement les zones proches des arbres	
Bach, 2002, Basse Saxe, Allemagne	Avril 1998- Septembre 2002	1 parc, 70 turbines, hauteur 45m, diamètre rotor 30m	- milieu utilisé par Eser et Ppip - inventaire systématique au détecteur sur la totalité du par cet les environs - 7 fois/an - début un an avant la construction et jusqu'à 3 ans après.	nombre de CS en vol croît avec la température et décroît avec la force du vent	terrains agricoles avec de nombreuses haies distantes de 10-100m des éoliennes

Etude (auteur, année, région)	Date	type d'éoliennes	méthodes	résultats	types d'habitat
Benzal & Moreno, 2001, Navarre - Espagne			4 parcs éoliens avec les turbines sur 12,6km de long	Cadavres: Ppip, Pkuh, Hsav, Eser, Nnoc	
				Ppip, Pkuh, Hsav, Eser, Nnoc, Tten volent autour des éoliennes, mais quelques-unes seulement chassent à proximité	
				CS utilisent surtout la proximité des arbres	
Behr & v. Herversen 2006, Rosskopf, Allemagne	fin avril à mi-octobre	1 parc éolien, 4 turbines, hauteur 98m, diamètre rotor 70m	2005: avril-juin tous les 3 jours, juillet-octobre tous les 4 jours; estimation de l'efficacité du contrôleur	2005: 31 C-S (23 Ppip, 4 Nlei, 4 Pip.indet) =0,18 CS/éolienne/nuit (avril à mi-juillet: 11 CS; mi-juillet à mi-octobre 20 CS ; après la réduction de la période de fonctionnement, le nombre de CS mortes diminue significativement .	forêt dans des zones avec chablis
Brinkmann 2006, Fribourg, Allemagne	2004: août-octobre 2005: avril à mi-mai et mi juillet à mi-octobre	différents; 2004: 16 turbines 69-98m de haut 44-80m diamètre de rotor 2005: 8 turbines sur les 16 contrôlées en 2004	2004: 9-18 contrôles/éolienne 2005: 12 contrôles au printemps et 18 contrôles en automne; zone contrôlée 50m diamètres autour des éoliennes; estimation efficacité du contrôleur; étude avec caméra thermique	2004: 35 CS (+ 5 CS sur un autre site, Ppip 31 Nlei 7, Vmur 1, Eser 1); 2005: 10 CS (Vmur 1, Ppip 8, Nlei 1) pas de cadavre au printemps	Forêt principalement, certaines en lisière forestière et dans les prairies
Cosson M., 2004 et 2005, France	ZICO, site Ramsar , ZPS possible. Etude oiseaux. Mortalité contrôlée du 23 juillet au 6 décembre 2003 et de janvier à décembre 2004	8 turbines N80 hauteur 100m	contrôle d'une superficie de 1 ha pour toutes les éoliennes de juillet à décembre selon méthodologie de J.E. Winkelman 16 contrôles of 8 éoliennes	40 CS (2003-2004) (Pnat 30, Nnoc 3, P spec. 5, Ppip 2). M=4,74/semaine (2003) M=3,1-3,6/semaine (2004) . Pour 2003-2004, M=20,3 à 23,5 CS/éolienne/an	polder cultivé ouvert, d'un côté et parcs à huîtres de l'autre

Etude (auteur, année, région)	Date	type d'éoliennes	méthodes	résultats	types d'habitat
Dürr, com pers, Brandebourg – Allemagne	2001-2003	Différents types	- 2001: 38 turbines (66 contrôles)	36 CS (0,04 CS/contrôle	- différents
			- 2002: 79 turbines (394 contrôles)	- principalement Pnat, Ppip, Nnoc	- souvent près des haies
			- 2003: 147 turbines (550 contrôles)	- sous tous les types d'éoliennes	
			- contrôles ± non-systématiques entre février et décembre, mais principalement en août/septembre	principalement 1ère & 2ème décades d'août	
			- zone contrôlée 50m autour de l'éolienne (en général!)		
Endl et al., 2005, Saxe, Allemagne	Mars 2004 - Novembre 2004	16 parcs, 92 éoliennes hauteur 65-80m, diamètre rotor 47-80m	<ul style="list-style-type: none"> - étude détecteur: 5-8 x /an (avril-octobre) - contrôle collision : 5-8 x /an (avril-octobre) moyenne tous les 24 jours) - zone contrôlée ~ diamètre du rotor autour turbine - test avec poussins - contrôle efficacité contrôleur avec CS en papier! 	<ul style="list-style-type: none"> - mortalité moyenne: 1,5 CS / turbine / an (de 1,1 à 4,6) - dans 2 autres parcs: 1,34 et 4,56 CS / turbine / an - Ppip: taux de collision plus fort près de la forêt - Nnoc + Pnat: taux de collision tout aussi élevé loin de la forêt 	terrain agricole ouvert mais généralement très près de la forêt ou des haies (0-150m)
Göbel & Götsche 2005, Schleswig-Holstein, Allemagne	Juillet-première moitié de septembre	2 parcs, 4 et 2 turbines; 65m et 60m haut; diamètre rotor 80m	respectivement 16 et 14 contrôles	4 turbines: 6 CS (Ppip 1, Pnat 2, Mdau 1, Nnoc 1, Mdas 1); 2 turbines: 3 CS (Ppip 1, Nnoc 1, Pnat 1)	différents: ouvert (4 éol.) à près des haies (2 éol.)

Etude (auteur, année, région)	Date	type d'éoliennes	méthodes	résultats	types d'habitat
Grünkorn et al., 2005, Schleswig-Holstein, Allemagne	Septembre 2004 à mi-Novembre 2004	3 parcs, 24 turbines hauteur totale 100m; 2 turbines hauteur totale 120m	- étude méthodologique - 16 contrôles (tous les 5 jours) - zone contrôlée: hauteur de la turbine - tests avec des oiseaux de tailles différentes - tests de chute d'oiseaux - contrôle de l'efficacité du contrôleur avec des oiseaux morts de tailles différentes	- nécessité de contrôler une surface égale à la hauteur totale de l'éolienne - zone doit être contrôlée pour les petits passereaux/CS par des transects aller et retour de 10m de large * zone contrôlée 10m de chaque côté: - faible couverture végétale (<10%): taux de découverte 44 % - couverture végétale plus forte (>30 %): taux de découverte 8 % * zone contrôlée 5m de chaque côté: - couverture végétale haute (>30 %): taux de découverte 10 % aucun cadavre de CS retrouvé	cultures, terrain découvert avec peu d'arbres et buissons
Haase & Rose, 2004	Mars-avril & août-octobre 2004	hauteur 60m, 70m, 89m; diamètre rotor: 48m; 58,5m; 58,5m	- 3 contrôles/turbine/mois - activité de CS contrôlée au détecteur autour des éoliennes (ca. 500-1000m autour des machines)	- 2 CS (Nleis 1, Plaur 1) - 0,06 CS/contrôle - pas d'activité observée de Nleis, Nnoc et Ppip près des éoliennes.	cultures, 50-200m des haies et de la forêt
Kusenbach, 2004, Thuringe - Allemagne	25 août - 23 septembre 2004	Différents types (taille généralement inconnue!)	94 turbines (18 parcs)	7 CS (Pnat 3 mâles ad., Vmur 2 mâles ad., Nnoc 1 femelle juv., Chirop. spec. 1)	- 20-100m des haies
			- 110 contrôles (1-3/turbine)	- 0,06 CS/contrôle	- parfois près de la forêt (3 x 200m)
			- test avec poussins	- 6 sur 7 CS trouvées dans un corridor de migration supposé.	corridors de migration connus
				- distance éolienne: 3-15m	
				- 1 CS avec substance huileuse sur le corps	
test avec poussins	- 30 % retrouvés après 1 jour				
	- 15% retrouvés après 2 jours				

Etude (auteur, année, région)	Date	type d'éoliennes	méthodes	résultats	types d'habitat
Latorre & Zueco, 1998, Aragon - Espagne				<p>6 CS</p> <p>estimation du nombre de CS mortes: 274,05 CS/an</p> <p>estimation du nombre de CS mortes: 10,15 CS/éolienne/an</p> <p>1998: 6 CS (P spec 5; Tten 1)</p> <p>estimation du nombre de CS mortes: 274,05 CS/an</p> <p>Pas de cadavres sous les lignes électriques</p> <p>1999: total 7 CS mortes (P spec 5, Hsav 1, Tten 1)</p> <p>estimation du taux de mortalité dans 2 parcs: 3,09 and 13,36 bats/turbine</p>	différents
Lekuona, 2001 et Petri & Munilla, 2002, Navarre - Espagne	Mars 2000-Mars 2001	hauteur 40 m	400 turbines	3 CS (Chiro. spec. 1, Ppip 1, Hsav 1) (2 en août, 1 en mars)	différents: d'ouvert (4 turbines) à près des haies (2 turbines)
		diamètre du rotor: 40 m	- étude oiseaux!	taux de disparition: Juillet - 57% 24h et 70% 48h; Novembre - 67% 24h et 80% 48h	
		10 parcs; 400 turbines	4 parcs: 1 contrôle/semaine Mars 2000-Mars2001	distance moyenne (cadavres): 25m	
			1 parc: 1 contrôle/semaine entre juin 2000 et mars 2001	taux détection : juillet 13,2% et 11,6% Novembre	
zone de contrôle prévue 50m autour des éoliennes; plusieurs fois seulement sur un plus petit rayon en raison de la végétation	estimation taux mortalité sur 2 parcs: 3,09 et 13,36 CS/éolienne	estimation nombre CS mortes: 749 CS (selon formule de Winkelman)			

Etude (auteur, année, région)	Date	type d'éoliennes	méthodes	résultats	types d'habitat
Schröder, 1997, Basse-Saxe, Allemagne	Février et mars 1997	47 turbines dans des parcs différents avec différents types d'éoliennes	- étude possible des ultrasons des turbines avec un détecteur (Pettersson D980) - plage de fréquences contrôlée: 14-100 kHz - distances de mesure : 20m, 50m, 100m des éoliennes	- 12 x pas d'émission ultrasonore - 5 x faible émission ultrasonore - 13 x nette émission ultrasonore entre 14 - 30 kHz - 13 types of turbines émettant nettement des ultrasons mais: le même type de turbine avec et sans émission ultrasonore	
Trapp et al, 2002, Oberlausitz - Allemagne				34 CS (Vmur 6, Ppip 3, Pnat 10, Nnoc 12, Nleis 1, Chirop. Spec. 2)	
Traxler et al., 2004, Basse-Autriche	Septembre 2003-Septembre 2004	3 parcs, 4 turbines, hauteur 98m, diamètre rotor 70m; 2 turbines hauteur 100m, diamètre rotor 80m	5 turbines, - 1 contrôle/jour/éolienne - zone contrôlée 100m autour des éoliennes - test de l'efficacité du contrôleur, avec des oiseaux morts!		Terres agricoles, à 50-200m des haies et de la forêt