

ANNEXE K

SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES DE L'IMPACT DES

ÉOLIENNES SUR LES OISEAUX ET LES CHAUVES-

SOURIS

L'éolien et l'avifaune

Synthèse des connaissances scientifiques actuelles

La construction anarchique d'un parc éolien peut être à l'origine de catastrophes écologiques. Un exemple malheureux est celui de l'impact du parc éolien d'Altamont Pass en Californie sur les rapaces. Ce parc fut construit aux Etats-Unis en 1982 en l'absence de toute étude d'impact. Il s'agit d'un parc très dense de 7.000 turbines qui sont à l'origine de la mort de nombreux rapaces chaque année (Orloff & Flannery 1992 ; Hunt et al. 1997). La taille de ce genre de parc est sans comparaison avec les parcs de maximum 15 éoliennes qui sont construits dans nos régions.

Lors de l'évaluation de l'impact de l'installation d'un parc éolien sur l'avifaune, de nombreux facteurs doivent être pris en compte, comme la configuration spatiale des éoliennes, la topographie, l'aérodynamique, les zones de nidifications, les axes de migration et de façon générale, la façon dont les oiseaux utilisent le site (Albouy et al. 1997, André et al. 2006 ; Kingsley & Whittam 2001).

Les impacts d'un parc éolien en phase d'exploitation sur l'avifaune varient fortement d'une espèce à l'autre. Les incidences principales sont une dépense énergétique supplémentaire en raison de la trajectoire de vol à l'approche du parc éolien, le risque de collision avec le rotor en mouvement, la désertion des espèces due au dérangement et à la perte d'habitat et l'effet barrière (Albouy et al. 1997 ; Janss 2000 ; Albouy et al. 2001 ; Barrios & Rodriguez 2004 ; André 2004 ; André et al 2006 ; Drewitt & Langston 2006).

Impacts potentiels

1°) Modification du comportement de vol

Globalement, lorsqu'on compare le nombre de passages d'oiseaux entre un site éolien et un site témoin équivalent, le nombre d'oiseaux survolant la zone est moindre pour les parcs éoliens. Les oiseaux qui traversent le site éolien modifient et ajustent leurs comportements de vol lorsque les rotors sont en marche. Lors d'une étude, Osborn et al. (1998) ont constaté que la majorité des oiseaux (70 à 75 %) ont modifié leur altitude de vol et ont traversé le parc en volant en-dessous des pales des rotors (à plus ou moins 20 mètres du sol), alors que 16 à 17,5 % des oiseaux ont traversé le parc à des altitudes dangereuses (20 à 50 mètres). La plupart des oiseaux observés (74,5 à 80 %) ne se sont pas approchés à plus de 30 mètres des éoliennes lors de leurs passages. Seul 5 à 14 % se sont approchés à moins de 16 mètres des rotors.

Albouy et al. (2001) ont observé que dans près de 90 % des cas, les oiseaux en approche des éoliennes ont réagi en modifiant leur trajectoire de vol.

Ces modifications de comportement de vol s'illustrent par (Albouy et al. 1997 ; Albouy et al. 2001) :

- un demi-tour pur et simple de certaines espèces en migration (réaction rare) ;
- des modifications de trajectoire et/ou d'altitude de vol principalement pour les espèces en migration.

Ces modifications du comportement de vol ont pour principale conséquence une dépense énergétique supplémentaire pour les oiseaux (Albouy et al. 1997). Dans certains cas, des oiseaux ont été observés faisant des détours de plusieurs kilomètres avant de trouver un endroit propice au franchissement de l'obstacle (lignes électrique par exemple ; Tombal, communication personnelle, 2007).

2°) Risque de collision

Le risque de collision entre éoliennes et oiseaux varie fortement d'une espèce à l'autre et d'une saison à l'autre (Barrios et Rodriguez 2004 ; Dürr 2005).

Le nombre moyen de décès d'oiseaux par éolienne varie fortement d'un parc à l'autre, et même d'une turbine à l'autre au sein d'un même parc, allant de 1 à 64 décès par turbine par an dans le cas des turbines les moins bien placées des parcs les plus problématique, comme à Alamont Pass (Etats-Unis). Le choix du site joue clairement un rôle capital dans la limitation du nombre de collisions fatales (Orloff & Flannery 1992 ; Hunt et al. 1997 ; Albouy et al. 1997 ; Albouy et al. 2001 ; Everaert & Kuijken 2007).

Deux phénomènes sont à l'origine du risque de collision pour l'avifaune : la migration et les déplacements locaux. De façon générale, le taux de mortalité dû aux collisions est faible pour les espèces nicheuses, mais réparti sur toute l'année, alors que dans le cas des oiseaux migrateurs, les études s'accordent pour dire que le taux de décès est plus élevé, mais se concentre sur des périodes limitées de l'année (Tombal, communications personnelles).

Les espèces les plus concernées par la collision sont celles qui ont une moins bonne aptitude à réagir en vol, les « grands voiliers », qui pratiquent le vol à voile ou plané, ainsi que les rapaces.

D'après Osborn et al. (1998) et Mabey et Paul (2007), les espèces les plus concernées par le risque de collision sont également les rapaces et les oiseaux d'eau, car ces groupes volent à des altitudes et à des distances des éoliennes qui les mettent en danger.

Les rapaces se révèlent être particulièrement sensibles au problème des collisions, malgré le fait qu'ils ne montrent pas de difficulté à détecter et à franchir les parcs éoliens lorsqu'ils sont simplement en déplacement (Howell 1990 ; Orloff 1992 ; Orloff & Flannery 1992 ; Kingsley & Whittam 2001). Le problème des collisions entre rapaces et turbines semble se poser lorsqu'ils sont en chasse, et que leur attention est focalisée sur leur proie. Dans le cas des rapaces en chasse, Hodós et al. (2001) ont émis l'hypothèse que le nombre de décès de ces oiseaux à la vue spécialement bien développée s'explique par le fait qu'ils sont incapables de partager leur attention entre la recherche de proies et les obstacles sur l'horizon. Cependant, il semblerait que la raison du taux de collision entre les rapaces et les pales des turbines soient la même que dans le cas d'autres espèces d'oiseaux, à savoir qu'ils ont des difficultés à détecter les pales en mouvement, dont la vitesse à l'extrémité peut atteindre des vitesses de l'ordre de 200 km/h (Hodós et al. 2001, Maclsaak 2001).

3°) Désertion du milieu due au dérangement et destruction d'habitat

Dans certains cas, l'implantation d'un parc éolien peut mener à la désertion d'une zone plus ou moins importante autour des éoliennes par des espèces d'oiseaux. L'abandon de la zone peut être dû soit à l'occupation physique de l'habitat d'une espèce par les éoliennes (par exemple : abandon d'une zone par les vanneaux du fait de l'extension d'un site éolien en Allemagne (Bergen 2001)), soit le délaissement est lié aux perturbations générées par la construction et/ou l'exploitation du parc, qui a un effet dissuasif sur les espèces présentes.

En général, les éoliennes ont un effet dissuasif sur les zones de repos et de nourrissage pour les hivernants (Bateloup et al. 2004), tandis que les espèces résidentes s'y adaptent mieux (Meek et al. 1993 ; Percival 1998 ; Albouy et al. 1997 ; Guyonne & Clave 2000 ; Kingsley & Whittam 2001 ; James & Coady 2003 ; André et al. 2006). Même si l'érection d'un parc éolien n'entraîne pas systématiquement la désertion de la zone, on a souvent pu observer significativement moins d'oiseaux et moins d'espèces d'oiseaux à proximité immédiate des éoliennes par rapport à une zone contrôle (Osborn et al. 1998 ; Leddy et al. 1999).

4°) Effet de barrière

La construction de ce type de très hautes structures peut morceler le milieu et restreindre le déplacement des différentes espèces au sein d'une zone. Cependant, l'effet « barrière » est fortement modulé par l'agencement spatial des turbines et de leurs positions par rapport aux axes de migration et de déplacement (Albouy et al. 2001 ; André et al 2006). La figure suivante illustre schématiquement la différence de dérangement générée par un parc éolien hypothétique en fonction de son orientation spatiale. Des turbines placées parallèlement à l'axe de déplacement des oiseaux sont ainsi source de moins de perturbations.

Lors de l'implantation d'un parc éolien, il est donc important de laisser libre des couloirs, des portes entre les turbines, afin que les oiseaux puissent « échapper » aux éoliennes (Albouy et al. 1997). Ceci est surtout important dans le cas de grands parcs éoliens construits dans des zones présentant des contraintes topologiques pour les déplacements des oiseaux.



Figure 1 : Représentation de l'impact différent de deux configurations d'un hypothétique parc éolien sur le déplacement des oiseaux (source : André et al. 2006).

L'effet de barrière pour les oiseaux se situe à deux niveaux spatiaux différents :

1. Barrière aux déplacements locaux, ce qui entraîne le morcellement des habitats ;
2. Barrière à la migration, ce qui pourrait interférer et dévier localement une voie de migration préférentielle.

Un parc éolien ne risque de constituer une barrière aux déplacements locaux que s'il est de grande taille, ce qui est rarement le cas dans nos régions (parcs de 5 à 15 éoliennes), si les turbines sont disposées en lignes serrées, ne laissant pas de couloirs de traversées libres, ou qu'il se situe perpendiculairement à une voie de déplacement entre deux habitats particuliers du paysage, comme par exemple entre deux pièces d'eau ou bois relativement proches.

Pour qu'un parc constitue une barrière à la migration pour une ou plusieurs espèces, celui-ci doit être maladroitement placé sur une voie de migration convergente, en un lieu dont la topographie est contraignante. En Belgique, à cause de la topographie peu accidentée et du relief relativement bas, les voies de migration des oiseaux sont diffuses, et ne font pas l'objet de convergence de flux, à l'exception de certaines structures topographiques, comme la vallée de la Meuse ou la dépression de la Famenne par exemple. Les seuls éléments engendrant des concentrations d'oiseaux migrateurs sont les habitats jouant le rôle de haltes migratoires, comme les plans d'eau pour la migration des oiseaux d'eau par exemple. Un soin tout particulier doit donc être apporté à la détermination et au recensement des zones de haltes migratoires aux alentours d'un projet, afin d'éviter la création d'obstacle à la migration.

Conséquences pour l'avifaune

Les conséquences des impacts potentiels décrits ci-dessus sont variables d'une espèce à l'autre. Les paragraphes ci-après résument les principales conséquences pour les nicheurs locaux qui restent toute l'année ou une partie de l'année à proximité du parc éolien, les migrateurs qui survolent le parc éolien lors des déplacements migratoires et les hivernants qui ne fréquentent le site que durant la mauvaise saison.

1°) Les nicheurs locaux

Pour ces espèces qui sont présentes toute l'année ou seulement lors de la période de nidification, le risque se présente principalement dans deux cas. Premièrement lors de déplacements locaux entre sites de nourrissage et site de nidification pour des espèces dont le territoire s'étend sur plusieurs habitats, par exemple les rapaces qui utilisent une zone ouverte comme territoire de chasse et nichent au sein des zones boisées proches. Deuxièmement lors de mouvements locaux entre les habitats isolés (par exemple entre zones humides, ou entre massifs forestier). Ce dernier type de mouvement local joue un rôle important dans la dynamique des populations (flux génétiques, recolonisation en cas d'extinction de populations...). Quoi qu'il en soit, la plupart des oiseaux nicheurs s'adaptent généralement rapidement à la présence des turbines et les taux de collision sont assez faibles (Albouy et al. 1997 ; James & Coady 2003). Cette constatation ne s'applique cependant pas à toutes les espèces.

Au niveau des dérangements, des études récentes (Meek et al. 1993 ; Percival 1998 ; Albouy et al. 1997 ; Guyonne & Clave 2000 ; Kingsley & Whittam 2001 ; James & Coady 2003 ; André et al. 2006) montrent que les espèces d'oiseaux nicheuses locales s'adaptent rapidement à la présence des turbines. Par exemple, sept années de suivi (pré et post implantation) à Dumfries et Galloway (Royaume-Uni) consacrées à l'avifaune nicheuse n'ont mis en évidence aucun impact important sur les populations d'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) et de Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) (Bouteloup et al. 2004). Cependant, Leddy et al. (1999) ont mis en évidence que la densité d'oiseaux nicheurs est significativement inférieure dans un habitat sur lequel sont présentes des éoliennes que dans un habitat du même type sans turbines. La densité d'oiseaux nicheurs est nettement inférieure jusqu'à une distance de 180 mètres des éoliennes. O'Connell et Piorkowski (2006) ont montré que sur 22 espèces pour lesquelles ils ont effectué des comptages, 9 espèces présentaient une diminution significative de densité aux alentours des turbines. Dans le cas de la Sturnelle de l'ouest (*Sturnella neglecta*) et du Grand géococcyu (*Geococcyx californianus*), l'abondance maximale se situe à une distance de entre 5 et 10 kilomètres des turbines.

2°) Les migrateurs

En ce qui concerne les oiseaux en migration, deux types de questions se posent : Les éoliennes vont-elles couper une route de migration, en jouant le rôle de barrière infranchissable et les oiseaux vont-ils entrer en collision avec les turbines faute d'avoir pu détecter les pales ?

Les oiseaux migrateurs utilisent des stratégies migratoires différentes : certaines espèces migrent en effectuant un « vol direct ». Ces espèces se déplacent de jour ou de nuit, par grandes étapes. Ainsi, les rapaces et les cigognes dépendent des courants thermiques pour effectuer des alternances d'ascendance et de glissements passifs. Dans ce cas, l'altitude de vol est très variable. D'autres espèces, dont les passereaux et les limicoles par exemple parcourent de grandes distances de nuit. Ils se nourrissent la journée et, dans le cas des passereaux insectivores, effectuent de petits déplacements de buissons en buissons dans la direction de leur migration. Cette stratégie se nomme « migration rampante ».

Lors des migrations, les oiseaux se déplacent sur des grandes distances à travers des zones qu'ils ne connaissent pas. Un parc éolien sur leur route constitue un facteur de risque supplémentaire. Un certain nombre de critères sont à prendre en compte, comme l'espèce, son altitude de vol, si sa migration a lieu de nuit... (Richardson 2000). Néanmoins, Albouy et al. (2001) ont observé que dans près de 90 % des cas, les oiseaux en approche des éoliennes ont réagi. Les oiseaux sont donc « dérangés » par les éoliennes, ce qui indique qu'ils détectent et prennent en compte l'obstacle éolien. D'autres facteurs jouent également un rôle dans le taux de décès par éolienne, comme par exemple les conditions

météorologiques qui influencent considérablement la hauteur de vol¹ (Kingsley & Whittam 2001 ; Albouy et al. 1997, André et al. 2006), ainsi que la hauteur des éoliennes et la configuration du parc (Rogers et al. 1977).

Le danger de collision est plus grand pour les passereaux volant à basse altitude (Moorehead & Epstein 1985) et pour les migrateurs nocturnes (Richardson 2000), comme les limicoles et les passereaux insectivores notamment. En effet, les migrateurs diurnes voient les turbines et les évitent. Cependant, les oiseaux qui effectuent leur migration de nuit volent en général à des altitudes plus élevées que les migrateurs diurnes, ce qui réduit le risque d'impact (Richardson 2000 ; Yung et al. 2003).

3°) Les hivernants

Des études ont montré que les espèces d'oiseaux hivernantes, s'habituent à la présence des éoliennes (Dirksen et al. 2000) même si les éoliennes ont un effet dissuasif sur les zones de repos et de nourrissage pour les hivernants (Bateloup et al. 2004). Ross & Ross (1999) ont mis en évidence une baisse de la fréquentation des oiseaux en halte migratoire sur une distance de 500 mètres autour des éoliennes.

Mesures de réduction des impacts

L'expérience montre que le choix d'une localisation judicieuse pour tout projet de parc éolien constitue la principale mesure de réduction des impacts. **A titre d'exemple, l'implantation d'éoliennes à l'intérieur d'un couloir de migration important, à proximité d'une halte migratoire, du site de nidification ou d'une zone de gagnage d'une espèce rare doit ainsi être évitée.**

De la même manière, une distance de garde d'environ 200 mètres devrait être respectée par rapport aux structures intéressantes du paysage comme les haies vives et les lisières forestières lors de la création d'un parc. En effet, ces zones sont des milieux biologiquement plus riches et constituent des refuges pour un grand nombre d'espèces. L'implantation d'éoliennes trop près de ces éléments risque d'entraîner la désertion partielle de ceux-ci. Dans le cas d'étendues d'eau fortement fréquentées par les oiseaux d'eau, la distance de sécurité devrait être encore plus grande, afin de permettre aux oiseaux d'atterrir et de décoller sans risque.

En deuxième lieu, le choix de la configuration spatiale du parc a également une importance fondamentale. Il est ainsi important de veiller à ce que les éoliennes ne constituent pas une barrière perpendiculaire à l'axe de migration et qu'elles ne soient pas situées sur l'axe de déplacement entre deux habitats d'une espèce rare (deux massifs forestiers ou deux plans d'eau par exemple).

Le respect de ces simples mesures de précautions peut suffire à modérer significativement les impacts d'un projet éolien sur l'avifaune.

Enfin, dans certains cas, des mesures d'exploitation ont été prises, par exemple en arrêtant les éoliennes lors des journées caractérisées par des flux migratoires importants. En ce qui concerne d'autres mesures visant notamment à augmenter la visibilité des pales pour les migrateurs nocturnes par l'application de couleurs fluorescents, elles ne se sont pas avérées concluantes jusqu'à présent.

¹ Lorsque les conditions de visibilité sont médiocres où que les migrateurs sont exposés à un vent de face, ils abaissent leur hauteur de vol.

L'éolien et la chiroptérofaune

Synthèse des connaissances scientifiques actuelles

Jusqu'il y a peu, la littérature scientifique s'attachait principalement à l'impact des éoliennes sur les oiseaux. La découverte de quelques cas de mortalités élevées de chauves-souris à proximité d'éoliennes, notamment au lors d'études au Canada et en Espagne, a mis en évidence la nécessité de recherches complémentaires relatives à ce taxon qui semble pouvoir, dans certains cas, être davantage touché par la présence des éoliennes que les oiseaux.

De nombreux travaux de recherche ont été menés dans ce domaine depuis le début des années 2000 (la plupart des études sont postérieures à 2003), afin de mieux comprendre les causes des cas de mortalité constatés.

Il convient toutefois d'être conscient que les connaissances sur la biologie des chiroptères sont, à ce jour, imparfaites. Ces inconnues ainsi que le caractère relativement récent des recherches sur le comportement des chiroptères face aux éoliennes impliquent des incertitudes quant à la prévision réelle de l'impact d'un projet précis sur ces mammifères.

Causes de mortalité

Les chiroptères utilisent leur système d'écholocation pour s'orienter et détecter des obstacles et leurs proies. Chaque famille d'espèces émet dans une bande de fréquences (ultrasons) plus ou moins large. La bande de fréquence caractéristique de la Pipistrelle commune, espèce la plus souvent rencontrée en Belgique, est ainsi comprise entre 42 et 49 kHz, tandis que la Sérotine commune, émet plutôt dans la bande de 22 à 27 kHz.

En principe, les chiroptères sont donc en mesure de détecter et d'éviter des obstacles, même ceux en mouvement, grâce à leur système d'écholocation. Par ailleurs, la densité de chiroptères est faible et de l'ordre de quelques individus par kilomètre carré.

Face à ces constats, il convient de se poser la question de savoir quelles sont les raisons qui expliquent le nombre parfois élevé de chiroptères morts trouvés au pied d'éoliennes.

Plusieurs hypothèses sont avancées dans la littérature scientifique récente pour expliquer les cas de mortalité constatés aux abords de certains parcs éoliens.

1°) Les éoliennes attireraient les chiroptères

Plusieurs auteurs émettent l'hypothèse que les chauves-souris tuées par les éoliennes ont été attirées vers les turbines par les insectes, eux-mêmes attirés vers les turbines par le dégagement de chaleur de la génératrice (notamment : Ahlén 2003). Cette théorie pourrait éclaircir une partie du problème, mais pas sa totalité : toutes les espèces de chauves-souris européennes utilisent le sonar pour percevoir leur environnement (Alhén 2003). On pourrait donc légitimement s'attendre à ce qu'elles soient en mesure de détecter l'obstacle que sont les pales, même lorsque celles-ci sont en mouvement.

D'après des travaux récents (Pierson 1998 ; Kunz & Lumsden 2003 ; Barclay & Kurta 2007 ; Barclay et al. 2007), les espèces les plus touchées seraient les espèces migratrices. Lors de leur migration, ces espèces recherchent de grands arbres à l'approche du lever du soleil pour passer la journée. Elles pourraient donc se rapprocher des aérogénérateurs, les confondant avec de grands arbres, dans l'espoir d'y trouver un abri pour la journée, et essayer de rentrer dans les nacelles des turbines, ce qui leur fait courir un grand danger (Alhén 2003).

2°) Les chiroptères n'utiliseraient pas leur système d'écholocation lors de la migration

Keeley et al (2001) émettent l'hypothèse que les chiroptères n'utiliseraient l'écholocation que de façon très réduite lorsqu'ils se déplacent sur de longues distances, à savoir notamment en migration, dans le but d'économiser leur énergie. Lors de ces déplacements, les chiroptères utiliseraient leur vision optique pour s'orienter, et seraient donc moins aptes à détecter des pales en mouvement rapide.

3°) Les éoliennes seraient désorientées par les ondes sonores émises par les éoliennes

Une théorie avancée pour expliquer la mortalité des chiroptères par les éoliennes serait que les ondes sonores formées par le brassage de l'air par les pales (tourbillons) brouillent les ultrasons émis par les chauves-souris, ce qui a pour conséquence de désorienter les chiroptères, qui risquent alors de rentrer en collision avec les éoliennes (Bach 2003 ; Ahlén 2003 ; Horn et al. 2007). Cependant, suite à une étude des émissions d'ultrasons, Szewczak et Arnett (2006) n'ont pas mis en évidence d'émission d'ultrasons par les éoliennes dans des fréquences susceptibles d'attirer ou de dérouter les chauves-souris.

D'autre part, des études ont montré que les turbines en mouvement génèrent un léger champ électromagnétique. Or, certaines espèces de chauves-souris sont sensibles à ce type de champ. Une des causes de mortalité serait donc que les chauves-souris déroutées se rapprocheraient des pales par accident (Buchler & Wasilewski 1985 ; Holland et al. 2006).

4°) Les turbulences atmosphériques induites par les pales

Une autre cause de décès des chauves-souris pourrait être liée aux turbulences engendrées par le brassage de l'air par les pales. En effet, le mouvement des pales dans l'air crée des vortex dans lesquels la pression atmosphérique est moindre. Les chiroptères, même lorsqu'ils ont détecté la présence des pales, pourraient être aspirés par la dépression générée par les pales en mouvement. Prises dans la turbulence, les chauves-souris entreraient alors en collision avec les pales (Dürr & Bach 2004).

Mais récemment, Beerwald et al (2008) ont proposé une autre cause de mortalité : après analyse de cadavres de chauves-souris découverts au pied d'éoliennes, ils se sont rendus compte que la plupart des chauves-souris mortes ne présentaient pas de blessures externes. Par contre, un grand nombre d'entre elles présentaient des hémorragies et dommages internes importants. De cela, Baerwald et al. ont déduit que les chauves-souris meurent dans un grand nombre de cas suite à un « barotrauma », c'est-à-dire suite à une décompression rapide. Les turbines en mouvement engendrent des perturbations atmosphériques localisées, au sein desquelles la pression atmosphérique baisse rapidement. Les chiroptères qui se rapprochent des éoliennes sans pour autant s'exposer au risque de collision subissent une rapide dépressurisation qui engendre l'éclatement de certains vaisseaux et l'animal meurt d'hémorragie interne. Ce phénomène ne concerne pas les oiseaux car ceux-ci présentent un système circulatoire plus résistant aux variations de pression. De toute évidence, la cause principale de mortalité de chauves-souris à proximité d'éoliennes ne serait pas la collision directe, mais bien les dégâts causés par des traumatismes barométriques dus aux perturbations atmosphériques locales du sillage des pales.

5°) Difficultés de détection des pales en mouvement

Parmi l'ensemble des facteurs pouvant expliquer les cas de mortalité constatés au niveau de certains parcs éoliens existants, l'une des plus probables reste, comme dans le cas des oiseaux, celle d'une détection insuffisante d'objets en mouvement rapide. En effet, la vitesse de la pale peut atteindre à son extrémité jusqu'à plus de 350 km/h. Les chiroptères pourraient donc rencontrer des difficultés de détecter à temps des objets se déplaçant aussi rapidement, d'autant plus que la portée de l'écholocation est limitée à quelques mètres.

Conséquences pour les chiroptères

Contrairement aux oiseaux, l'impact des éoliennes sur les chiroptères se limite au risque de collision, un éventuel effet d'effarouchement impliquant la désertion d'une zone située à proximité d'une éolienne n'ayant pas été observé jusqu'à présent.

D'après le rapport d'une étude menée par le Wisconsin Public Service Corporation, le problème des collisions pourraient cependant être plus important pour le taxon des chiroptères que pour les oiseaux (Keeley et al. 2001).

D'après Jonhson et al. (2003) et Hötker (2006), les espèces de chauves-souris les plus menacées sont celles à vol rapide et les espèces migratrices. Autour des turbines, les pics de mortalité ont été observés en fin d'été et en automne (Hötker 2006 ; Sterner et al. 2007). Les espèces locales résidentes semblent cependant présenter peu ou pas de mortalité (Jonhson et al. 2004).

En plus d'être spécifique à l'espèce, le nombre de chauves-souris tuées par les turbines varie fort d'un parc éolien à l'autre. Dans le cas de figure où des chauves-souris sont présentes au niveau d'un site, il a été

recensé le décès de 3,4 chauves-souris par turbine, et jusqu'à 46 individus par machine dans certain cas extrême (Côté, 2006). Comme pour les oiseaux, il est fortement influencé par la configuration du parc et par les caractéristiques intrinsèques de l'espèce présente (comportement et hauteurs de vol, etc.).

De manière générale, les chauves-souris sont des mammifères qui se reproduisent relativement lentement (un seul petit par couple par an en général). Un nouveau facteur de mortalité n'est donc pas facile à compenser compte tenu de la fragilité de certaines populations. La prise de conscience de ce risque s'illustre par l'Accord relatif à la conservation des chauves-souris en Europe (Eurobats / Convention de Bonn), et particulièrement la résolution 4.7, adoptée en septembre 2003, spécialement consacrée aux risques liés aux éoliennes.

A la suite d'une étude récente et étalée sur deux ans, Brinkmann (2006) a pu observer que les différentes espèces de chauves-souris ne sont pas soumises de la même manière aux effets des éoliennes (*voir tableau suivant*). Des critères comme l'habitat au sein duquel est construit le parc, la distance des éoliennes par rapport aux sites occupés par des chiroptères ou si les sites en question sont des lieux de reproduction ou d'hivernage ont une influence importante sur les impacts qu'aura un parc éolien.

Tableau 1 : Impacts attendus de l'érection d'un parc à proximité d'une parcelle boisée en fonction de l'espèce (d'après Brinkmann, 2006).

Espèce	Impact de la construction des éoliennes à proximité des différentes zones		Impact de l'exploitation des éoliennes sur les types de mouvements	
	Site de repos	Zone de chasse	Déplacement	Chasse
Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	-	+	-	-
Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	+	+	+	-
Vespertilion de Bechstein (<i>Myotis bechsteini</i>)	++	+	-	-
Vespertilion à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	+	+	-	-
Vespertilion de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>)	++	+	-	-
Vespertilion à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>)	++	+	-	-
Vespertilion de Brandt (<i>Myotis brandti</i>)	+	+	-	-
Vespertilion de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)	++	+	-	-
Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)	++	-	++	++
Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	++	-	+++	+++
Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	-	-	++	++
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	+	-	+++	+++
Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	++	-	++	++
Barbastelle (<i>Barbastella barbastellus</i>)	++	+	+	+
Oreillard roux ou commun (<i>Plecotus auritus</i>)	++	+	-	-
Oreillard gris ou méridional (<i>Plecotus austriacus</i>)	-	+	+	-

Mesures de réduction des impacts

Comme dans le cas des oiseaux, le choix d'une localisation adéquate constitue la principale mesure pouvant être prise pour limiter l'impact d'un projet sur les chauves-souris. L'implantation d'un parc éolien à proximité de gîtes de reproduction ou d'hivernage connus est à ce titre à éviter.

De même, le choix de la configuration du parc peut avoir une influence directe sur les risques de collision. On évitera ainsi l'implantation trop près d'habitat connus pour être des terrains de chasse privilégiés des chiroptères (lisières forestières, haies, plans d'eau, ...).

Afin de éviter/réduire la mortalité par collision, l'arrêt des éoliennes pendant les périodes d'activité de colonies de chauves-souris particulièrement rares a été suggéré par différents auteurs. Il est ainsi théoriquement envisageable de programmer les éoliennes de façon à ce quelle soient arrêtées automatiquement pendant certaines périodes de l'année et lorsque les conditions météorologiques (température, vent) sont favorables à l'envol des chiroptères.