

5 IMPACTS BRUTS ATTENDUS SUR LES ESPECES PROTEGEES VISEES PAR LE DEMANDE DE DEROGATION

5.1 Evaluation des enjeux et sensibilités génériques des espèces contactées sur le site du projet

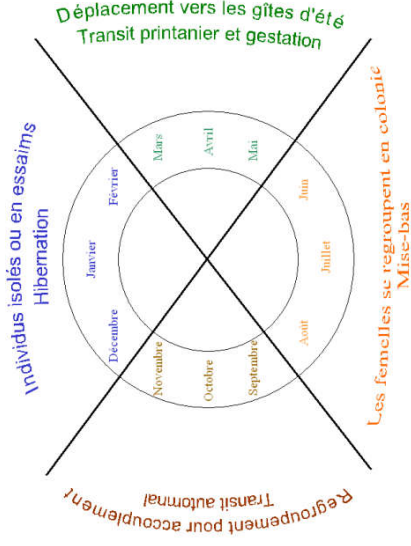
5.1.1 Préambule sur la typologie des impacts éoliens génériques des espèces de chiroptères

5.1.1.1 Les impacts éoliens sur les chauves-souris : généralités

> Introduction

La France métropolitaine héberge 34 espèces de chauves-souris dont l'écologie se révèle très différente entre chacune d'entre elles. En effet, les variations climatiques des régions tempérées ont engendré une adaptation génétique et comportementale spécifique de ces mammifères volants. Les chauves-souris possèdent ainsi un cycle vital contrasté, avec une phase active et une phase d'hibernation. Leur cycle de vie implique ainsi au moins deux fois par an des changements d'habitats et comprend différentes phases : l'hibernation, la mise bas et les périodes de transit printanier et automnal entre les gîtes d'été et les gîtes d'hibernation. Elles sont strictement insectivores (à part la Grande noctule, dont il a été démontré récemment (A.P. LISSEANU, 2006) qu'elle pouvait aussi prédateur ponctuellement des petits passereaux migrateurs nocturnes à l'automne).

Figure 49 : Cycle biologique simplifié des chiroptères (source ; PRA chiroptères Région centre)



> Les différentes menaces pesant sur les chiroptères

Les populations de chauves-souris sont soumises à des pressions liées aux activités humaines. Bien qu'il soit toujours difficile de quantifier précisément l'impact de ces différentes menaces sur les populations, elles sont néanmoins bien identifiées.

Outre la prédation naturelle par certains animaux (rapaces nocturnes, faucons, chats, martres, etc.), huit grandes catégories de pressions sont susceptibles d'affecter les populations de Chiroptères en France métropolitaine, détaillées ci-dessous :

- Des épisodes d'épizootie : les maladies entraînant une mortalité et un risque pour l'état de conservation des populations, facteur naturel dont l'impact peut être accru du fait d'une condition physique détériorée suite à l'impact des pressions anthropiques notamment (perturbations accrues, diminution de la ressource trophique...).
- L'aménagement du territoire : la destruction d'arbres à cavités, l'éclairage, la modification du paysage et des corridors de déplacements, entraînant la disparition de gîtes et de terrains de chasse.
- La perturbation dans les gîtes souterrains et rupestres : le dérangement direct, la mise en sécurité, la fermeture, l'extension de carrières, les travaux d'aménagement touristique ou pour un usage de particulier, les travaux d'entretien, les travaux d'archéologie, les activités touristiques.
- La perturbation dans les gîtes en bâtiments : la rénovation des bâtiments publics et privés, les travaux d'isolation et d'entretien, la restauration des toitures, le traitement de charpentes, l'éclairage des façades.
- Les infrastructures de transport : les risques de collision, la rupture des routes de vol, l'entretien et la rénovation des ponts. Les comparaisons avec d'autres types d'aménagements ne sont toutefois pas aisées en raison du manque d'études sur le sujet. Néanmoins, le trafic routier est, comme pour les oiseaux, reconnu pour causer la mort de nombreuses chauves-souris (entre 15 et 30 % de la mortalité totale).
- Une gestion forestière inadaptée : une coupe non orientée peut engendrer une disparition des réseaux de gîtes, l'homogénéisation des boisements, les traitements phytosanitaires.
- Des pratiques agricoles inadaptées : l'utilisation d'antiparasitaires ou d'insecticides faisant disparaître la ressource alimentaire, ou affectant directement les chauves-souris par accumulations des polluants, la destruction de haies, la coupe d'arbres isolés, l'abandon du pâturage extensif, le retournement de prairies.
- Les parcs éoliens : les risques de collision ou de barotraumatisme, la rupture des routes de vol.

➤ Les différents types d'effets pouvant être engendrés par l'éolien

« 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, supportables et durables pour répondre à la demande de production d'énergie. C'est ainsi que la promotion des méthodes alternatives de production d'électricité, telles que l'énergie éolienne, a été intensifiée. L'énergie éolienne, peu polluante, est bénéfique pour l'environnement, mais par ailleurs elle peut poser des problèmes à certaines espèces animales telles que les chauves-souris » (source Programme national Eolien et Biodiversité (ADEM, MEDDE, SER, FEE, LPO).

Le Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens terrestres (Actualisation 2016) précise la typologie des effets possibles sur les chauves-souris : « *Les deux principaux types d'impact à étudier sont le risque de mortalité directe en phase d'exploitation (collision / barotraumatisme et les atteintes directes aux habitats voire aux espèces en phase travaux (destruction d'arbres gîtes)* » pour lesquelles des mesures simples peuvent permettre d'éviter les impacts lorsque ces enjeux sont présents sur le site du projet (éviter des gîtes, balisage des secteurs à risques, adaptation du calendrier des travaux, etc.).

➤ Le cas de la mortalité

Bien que le niveau de mortalité des chauves-souris soit généralement bien corrélé avec le niveau d'activité à hauteur de pale, des études démontrent que ce n'est pas toujours le cas. Ainsi, dans une étude comportementale réalisée à l'aide de caméras thermiques infrarouges aux Etats-Unis (Horn et al., 2008), sur 998 passages de chauves-souris enregistrées à proximité des éoliennes, seulement 5 collisions directes ont été observées, soit seulement 0,5 % des observations, uniquement sur des pales en mouvement. Pour autant, le lien entre le niveau d'activité chiroptérologique à hauteur de nacelles et le niveau de risque d'impact est logique et clairement établi (Roemer & al. 2017).

Par ailleurs, toutes les espèces de chauves-souris ne sont pas concernées par la mortalité éolienne. Elles y sont plus ou moins sensibles en fonction de leurs hauteurs de vols, de leur curiosité, de leurs techniques de chasse, de leurs habitudes de transits ou migrations en hauteur, de la configuration du parc et de la proximité avec les zones d'activité, de la distance du champ de rotation des pales par rapport au sol ou aux premières structures arborées ou arbustives...

Ainsi, d'après la SFEPM, « schématiquement, les espèces de haut-vol (sérolines et noctules) et les espèces dites « de lisières » (pipistrelles notamment) seront davantage susceptibles d'être impactées, a contrario des espèces volant à faibles hauteurs en milieu encombrés (comme les petits Myotis) ». Certaines espèces volent en effet à très faibles altitudes bien en-dessous de la zone de balayage des pales (cf. tableau suivant), ce qui s'explique notamment par leur biologie et leurs habitudes alimentaires (leurs proies composées d'insectes sont principalement proches du sol), leur caractéristique intrinsèque (l'activité chiroptérologique décroît avec des vitesses élevées du vent et les températures plus fraîches en altitude) et leur distance d'écholocation qui varie de 5 à 15 m pour les Rhinolophes et les Murins, à

30-40m pour les pipistrelles et jusqu'à 100 m voire plus pour les noctules. Les chauves-souris vont, d'une manière générale (espèces de lisières), éviter de s'éloigner d'un obstacle vertical au-delà de cette distance d'écholocation.

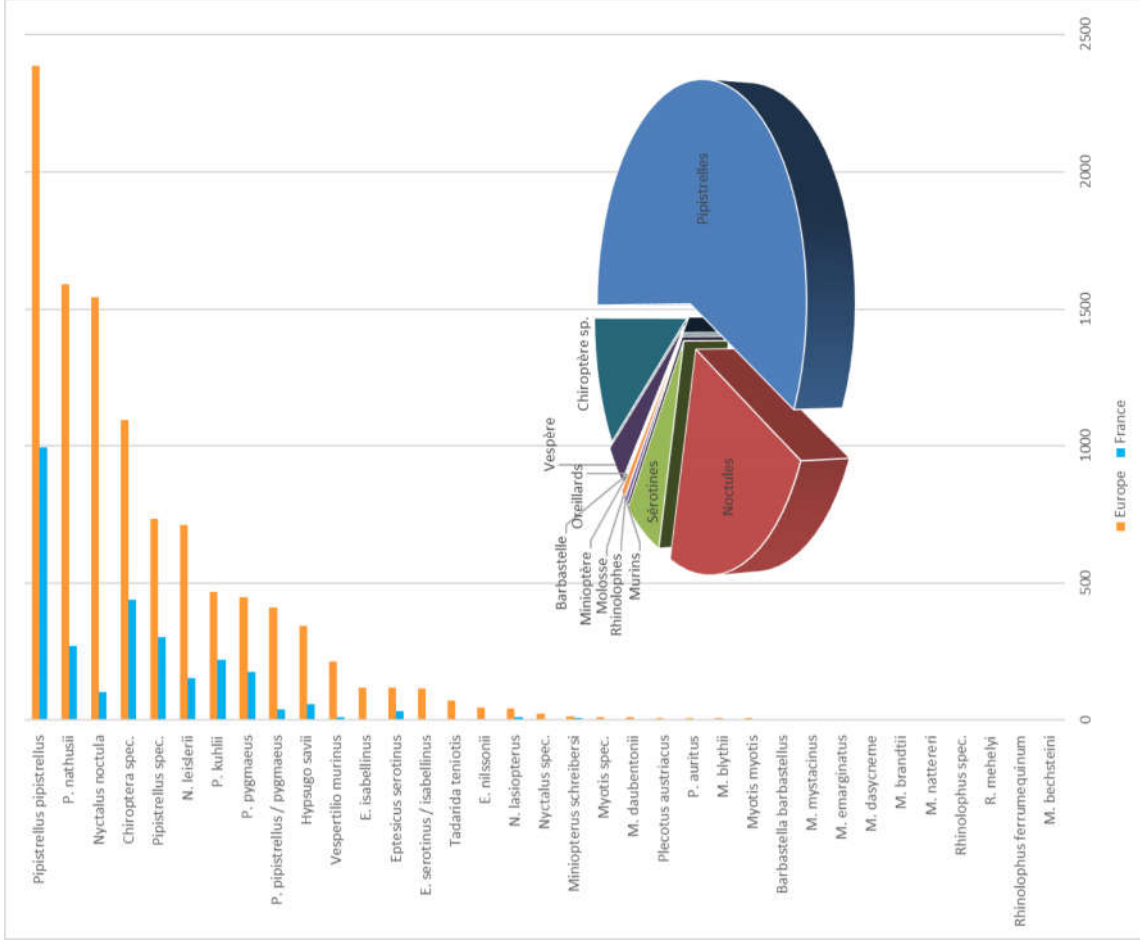
Espèces (ou groupes d'espèces)	Hauteur moyenne de vol	
	En Chasse	En transit/migration
Pipistrelle commune	5-30 m (ponctuellement au-dessus de canopée et milieu aérien)	En transit/migration au-dessus de canopée et milieu aérien)
Pipistrelle de Khul	1-15 m (ponctuellement au-dessus de canopée et milieu aérien)	
Pipistrelle pygmée	0-10 m (ponctuellement au-dessus de canopée et milieu aérien)	
Pipistrelle de Nathusius	3-20 m (plus ponctuellement en milieu aérien)	30-50 m (voire plus)
Séroline commune	0-15 m (ponctuellement au-dessus de canopée à 100- 200 m de hauteur)	
Séroline bicolor	5-40 m (voire plus)	
Noctule de Leisler	Jusqu'à 100 m ou plus	
Noctule commune	30-100 m voire plus	
Grande noctule	30 – 1000 m voire plus	
Vespère de Savi	Jusqu'à 100m (voire plus, utilise les ascendances thermiques)	
Minioptère de Schreibers	0-15 m voire plus au-dessus de canopée, rare en plein ciel	Milieu aérien possible ponctuellement
Oreillard sp.	Oreillard roux : 0-15 m Oreillard gris : 2-5 m	Milieu aérien possible (plus fréquent chez l'Oreillard gris)
Murin sp.	5-15 m	5-15 m (vol au-dessus canopée possible)
Barbastelle d'Europe	0-15 m (voire au-dessus canopée possible)	<10 m généralement

Hauteur de vol des chauves-souris (EXEN, d'après synthèse bibliographique ARTHUR & LEMAIRE 2010, et DIETZ, von HELVERSEN, NILL 2009)

Le graphique suivant fait la synthèse des mortalités constatées sous les éoliennes en Europe depuis les années 90. Ces données sont relevées par Tobias Dürr, du Ministère de l'Environnement du canton de Brandebourg en Allemagne à partir de suivis de la mortalité réalisés de façon protocolisée en Europe.

Sur plus de 10 000 mortalités constatées à ce jour en Europe, les espèces les moins concernées par la mortalité éolienne sont la Barbastelle d'Europe, le Minioptère de Schreibers, les murins, les oreillards, les rhinolophes et le Molosse de Cestoni. Les espèces qui en revanche sont les plus touchées par la mortalité éolienne sont les pipistrelles (53,5%), les noctules (23,9%) et dans une moindre mesure les sérolines et le Vespère de Savi.

Figure 50 : Répartition par espèce de la mortalité constatée de chauves-souris liée aux éoliennes en Europe (source ; Dürr janvier 2020)



➤ Répartition annuelle de la mortalité des chauves-souris

Sur le plan phénologique, comme le précisent Arnett et Al. (2014), la plupart de la mortalité recensée dans les pays tempérés se produisent sur une période relativement courte entre la fin de l'été et le début d'automne, c'est-à-dire en août-septembre, période qui correspond aux déplacements migratoires automnaux des adultes et des jeunes (Erickson et al., 2002 ; Edkins 2006, Sterner et al., 2007 ; Leuzinger et al., 2008 ; Rydell et al., 2012) ainsi qu'aux périodes de transit vers les gîtes d'hiver et aux périodes de « swarming6 » (LPO, 2006). A ce titre, Keeley et al. (2001) émettent aussi l'hypothèse que les chiroptères n'utiliseraient l'écholocation que de façon 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.

La SFEPM précise aussi que « les espèces migratrices [sont] parmi les espèces les plus impactées ». D'ailleurs, Voigt et al. (2012) avec Lehnert et al. (2013) ont notamment montré, en étudiant les isotopes stables (en l'occurrence l'Hydrogène) contenus dans les poils des noctules communes et des pipistrelles de Nathusius retrouvées sous des éoliennes, qu'elles provenaient de contrées géographiques très éloignées des parcs en question, distantes de plusieurs centaines de kilomètres (Pays Baltes, Russie, Biélorussie ou encore Pologne).

Plus récemment, Arnett et al. (2014) indique toutefois que les mortalités ne concernent pas que les espèces migratrices volant à haute altitude, comme cela a été suggéré auparavant (Kunz et al. 2007a ; Arnett et al. 2008). En effet, d'autres facteurs rentreraient en ligne de compte à cette période de l'année, comme la présence de ressources alimentaires abondantes (insectes) du fait de températures chaudes et d'une humidité très faible, ou encore le fait que cette période puisse être le moment où les zones en eau sont les moins abondantes (les chauves-souris, en manque d'eau pour s'hydrater, cofonderaient la surface des éoliennes avec de l'eau).

Comme le précise Hull et Cawthen (2012) et Arnett et Al. (2014), de telles caractéristiques temporelles de la mortalité sont utiles lors de la prévision des périodes à risque et de l'application de certaines mesures d'atténuation telles que l'élévation de la vitesse de fonctionnement des éoliennes ou la régulation (cf. paragraphes suivants).

➤ Les mesures de réduction des risques de mortalité

- La régulation des éoliennes en fonction de l'activité des chauves-souris et du climat

D'après la SFEPM, « la mortalité se produit généralement par épisodes ponctuels dans le temps, dépendants d'une combinaison de paramètres météorologiques et topographiques, de l'abondance des chiroptères et des voies de migration. ». Ainsi, « par mauvaises conditions météorologiques, les chauves-souris ne volent pas », mais elles volent lorsque les conditions climatiques suivantes sont réunies :

- « absence de pluie et de brume ou brouillard,
- vent faible inférieur à 5m/s, au-delà l'activité diminue considérablement,

- température > 10°C (dans les régions les plus froides, température > 8°C), en-deçà l'activité diminue considérablement,
- hors phases de pleine lune. ».

Les conditions climatiques sont effectivement des facteurs conditionnant l'activité des chauves-souris. Les principales études publiées sur le niveau d'activité des chauves-souris et le nombre de cadavres découverts en fonction de la force du vent (Arnett et al., 2006 ; Brinkmann et al., 2006 ; Helversen et Behr, 2005 ; Behr et al., 2009) ont ainsi montré une baisse très significative (jusqu'à 95 % pour le niveau d'activité et 80% pour la mortalité) pour des vitesses de vent supérieures à 6 m/s. Ces paramètres varient notamment en fonction de la localité et des espèces présentes.

Mais d'autres études récentes confirment ces chiffres comme celle de Camina (2012) dans le nord de l'Espagne avec 94% de la mortalité qui se produit d'août à octobre, par températures supérieures à 13°C et vents inférieurs à 5 m/s. Haquart (2012) a aussi montré que l'activité en hauteur diminue plus vite avec le vent que l'activité au sol, bien que certaines espèces comme les noctules par exemple peuvent réussir à voler à des vols supérieurs à 5 ou 6 m/s.

Plusieurs études (Arnett et al., 2009, 2010, 2014, 2016) soulignent donc l'efficacité de l'arrêt préventif des machines (mesure de régulation des éoliennes) sur les périodes de faible vent et de températures élevées pour réduire significativement la mortalité de chauves-souris.

- La mise en drapeau des éoliennes

Eurobats (2014) considère que la réduction de la mortalité peut passer par deux autres mesures couplées : intervenir sur la vitesse de démarrage du rotor et mettre les pales en drapeau aux vitesses de vent les plus basses.

Dès 2008-2009 aux Etats-Unis des premières expériences ont été menées sur l'effet de la modification de la vitesse de démarrage du rotor sur les chauves-souris (Arnett et al. 2010). Un protocole scientifique a été élaboré avec des éoliennes sans régulation (vitesse de démarrage du rotor à 3,5 m/s) et d'autres avec une régulation de la vitesse de démarrage du rotor à 5 et 6,5 m/s. Il n'y a pas eu de différence significative de régime de vent entre les deux années pour ces deux modes de régulation. Par contre la mortalité estimée au niveau des éoliennes sans mesure a été 5,4 fois plus forte en 2008 et 3,6 fois plus forte en 2009, qu'au niveau des éoliennes avec rehausse de la vitesse de démarrage du rotor. La baisse de mortalité allait de 44 à 93 % selon les éoliennes et les années, avec une perte de production annuelle de l'ordre de 2 % sur la période considérée (essentiellement août/septembre).

Arnett et al. (2013), repris par Eurobats (2014), ont synthétisé l'information issue de 10 opérations de réduction des risques en Amérique du Nord. Ils ont conclu que l'augmentation de 1,5 à 3 m/s de la vitesse de démarrage du rotor ou la mise en drapeau des pales aux vitesses basses ont donné les résultats suivants :

- La plupart des études ont démontré au moins une réduction de 50 % des accidents lorsque la vitesse de démarrage du rotor était augmentée de 1,5 m/s par rapport aux prescriptions des constructeurs ;

- Au moins une étude a montré une réduction de 72 % de la mortalité après une mise en drapeau des pales aux vitesses inférieures à la vitesse de démarrage du rotor préconisée par le constructeur.

Une autre expérience, rapportée par les mêmes auteurs, a montré l'efficacité de la mise en drapeau sous des seuils de vitesses de démarrage différents. Lors de la mise en drapeau pour des vents inférieurs à 3,5 m/s, 4,5 m/s et 5,5 m/s, la mortalité a diminué respectivement de 36,3%, 56,7% et 73,3% par rapport au témoin.

Ces expériences plus récentes montrent que l'arrêt préventif des machines permet d'envisager des mesures tout aussi efficaces que la régulation des éoliennes pour réduire la mortalité des chiroptères, tout en réduisant également la perte de production.

- La question de l'éloignement des éoliennes vis-à-vis des éléments boisés

L'éloignement des éoliennes par rapport aux lisières forestières ou aux haies arborées permettrait aussi de diminuer les risques de mortalité. Eurobats, dans ses recommandations de 2008, recommandait ainsi un éloignement de 200 m de tout élément boisé. Ces recommandations ont été réalisées à une période où d'une part l'écologie fine des espèces au droit des lisières était méconnue et d'autre part les caractéristiques des machines (distance entre le bas de la pale et le sol ou les lisières) étaient bien différentes d'aujourd'hui (notamment plus petites avec des pales plus proches du sol).

Grâce à l'amélioration des connaissances sur ces espèces, des études plus récentes montrent ainsi que cette recommandation paraît aujourd'hui trop restrictive compte-tenu des risques réels.

Brinkmann et al. (2011), après l'analyse des données de mortalité et/ou de fréquentation au niveau des nacelles sur 72 turbines de 36 parcs éoliens dans 6 länder en 2007 et 2008, considèrent que les stratégies pour éviter les collisions de chauves-souris ne devraient pas se baser sur les seules mesures de distance à certains éléments du paysage, tels que les bois ou bosquets. En effet leurs données montrent que l'impact est nettement plus faible que supposé jusqu'ici. En effet, ils rapportent que près des éoliennes situées en rase campagne, le risque de collision peut également être élevé.

Plus récemment, selon Kelm et al. (2014), sur l'étude des données d'écholocation le long de haies à 0, 50, 100 et 200 m à deux saisons (avril-début juillet et fin juillet-octobre) sur 5 sites différents dans le nord-est de l'Allemagne, 68% des données ont été recueillies à 0 m, 17 % à 50 m, 8 % à 100 m et 7 % à 200 m. Cela montre une très forte réduction du risque au-delà de 50 m (85% de l'activité est rencontrée à moins de 50 m).

Le pourcentage au droit des haies augmente même à plus de 80 % si l'on omet les noctules et la Pipistrelle de Nathusius.

La SFEPM ne fournit plus de distance fixe à ce jour, comme c'était le cas en 2006 avec la limite des 200 m, et précise à cet égard que cette notion de distance peut être modulée si des mesures de réduction sont mises en œuvre. Ainsi elle recommande désormais que « cette distance préventive [de 200m] peut être modulée, mais sous réserve que les choix retenus s'appuient obligatoirement sur des études sérieuses sur les effets de chaque lisière sur l'activité des chauves-souris et que des mesures de réduction soient retenues (type régulation). ».

➤ Conclusion

Tel que l'indique le Plan National d'Action en faveur des Chiroptères 2016-2025 en cours d'actualisation, « les parcs éoliens peuvent donc avoir des effets sur les chauves-souris. L'enjeu est alors de concilier ces énergies renouvelables avec la préservation des populations des espèces affectées par les éoliennes, en trouvant des solutions d'atténuation des impacts ».

Outre le risque de destruction de gîte en phase travaux et d'habitats, le risque de mortalité apparaît comme le principal risque pouvant être engendré par les éoliennes. Des espèces sont plus sensibles (noctules, pipistrelles, sérotines) que d'autres qui ne le sont pratiquement pas (murrins, rhinolophes, oreillards, barbastelles, etc.).

Comme pour les oiseaux, le risque de mortalité est fortement influencé par la configuration du parc et des éoliennes, par les caractéristiques intrinsèques de l'espèce présente (comportement, niveau d'activité en altitude et hauteur de vol) et par les mesures d'évitement et de réduction comme la régulation des éoliennes pendant les périodes d'activité des chiroptères à hauteur de pâle. En effet, lorsqu'il ne pleut pas, la vitesse du vent, mais aussi la température, apparaissent comme des facteurs clés de régulation de l'activité des chauves-souris en altitude. C'est pourquoi la mesure de mise en drapeau des éoliennes pour des vents faibles inférieurs à 3-4 m/s ou la mesure de régulation des éoliennes corrélée au vent et à la température apparaissent comme des mesures particulièrement efficaces pour réduire significativement la mortalité des chauves-souris.

5.1.1.2 Synthèse schématique EXEN des différents types de risques de mortalités liées aux éoliennes sur les chiroptères

Le schéma de la page suivante vise à synthétiser les différents types de risques d'impacts éoliens sur les chauves-souris en fonction des milieux dans lesquels sont implantés des éoliennes. Cette figure synthétise les connaissances d'EXEN résultant à la fois de plus de 15 ans de suivis d'impacts éoliens en France, d'une synthèse transversale des données acoustiques recueillies en hauteur et les principaux retours bibliographiques les plus récents. C'est notamment en ce qui concerne le risque de mortalité que nous distinguons plusieurs cas possibles et notamment :

- La **mortalité liée à l'activité des espèces de lisières dans leur activité « classique »**, c'est-à-dire en vol le long des corridors de lisières, ces dernières étant utilisées comme supports d'écholocation. Le risque est alors créé lorsque le rotor des éoliennes balaye le champ d'activité de ces espèces le long des lisières. Concrètement, pour des espèces dont la portée d'écholocation est généralement inférieure à 40 m (pipistrelles notamment), nous considérons que lorsque le rotor est éloigné de plus de 50 m des corridors, ce type de risque est significativement réduit,
- La **mortalité liée à une prise d'altitude des espèces de lisières** et donc à un éloignement des corridors par ces dernières. Cette « déconnection » des corridors de lisières / haies vers la hauteur est un phénomène souvent très ponctuel (quelques dizaines de minutes, voire quelques heures) et massif, et généralement bien corrélé avec des conditions de faibles vitesses de vent et fortes températures. Nous supposons que ce type de phénomène est surtout lié à la présence d'opportunités d'insectes à prédater, car il intervient souvent aux périodes d'essaimages connues de fin de printemps-début été (les premières nuits chaudes de l'année, entre mai et juillet puis fin d'été-début automne (mi-août fin septembre)). Nous ne savons pas encore vraiment comment s'explique cette présence d'insectes en altitude. Il est évident qu'elle soit parfois liée à une certaine attractivité des éoliennes elles-mêmes, puisque nous avons régulièrement l'occasion d'observer des agglutinnements sur le mât ou les nacelles d'éoliennes (mouches, punaises, coccinelles...). Mais, comme ce type de phénomène d'activité ponctuelle et massive s'exprime aussi au niveau de mâts de mesure de vent, il est probable qu'il soit aussi lié à des essaimages en plein ciel. L'expérience montre alors que des facteurs d'aérodynamique sont souvent à l'origine du phénomène ou les amplifie. Il est en effet apparu sur certains sites qu'ils étaient liés à des orientations particulières du vent. Les essaimages peuvent alors provenir dans ce cas-là, de secteurs assez éloignés, lorsque les vents faibles drainent des vallons humides environnants vers les reliefs des parcs éoliens et poussent les insectes en hauteur et les chauves-souris dans leurs sillages, notamment sous l'influence d'ascendances dynamiques ou thermiques. D'après nos analyses, ce type de risque ponctuel et massif serait à l'origine de la majorité des mortalités constatées sous les éoliennes. Il concerne surtout les espèces de lisières qui prennent de l'altitude, mais il

s'accompagne aussi souvent d'une fréquentation ponctuelle d'autres espèces de plein ciel qui perçoivent ce type d'opportunité ponctuelle à distance et viennent donc ponctuellement augmenter le cortège d'espèces (Vespère, Noctules, Molosse, Miniopière...).

- La **mortalité liée à l'activité des espèces de haut-vol**. Il s'agit des espèces et de comportements qui s'affranchissent aussi de l'influence des corridors de haies et lisières dans leur activité quotidienne. Ça peut être ainsi le cas ;

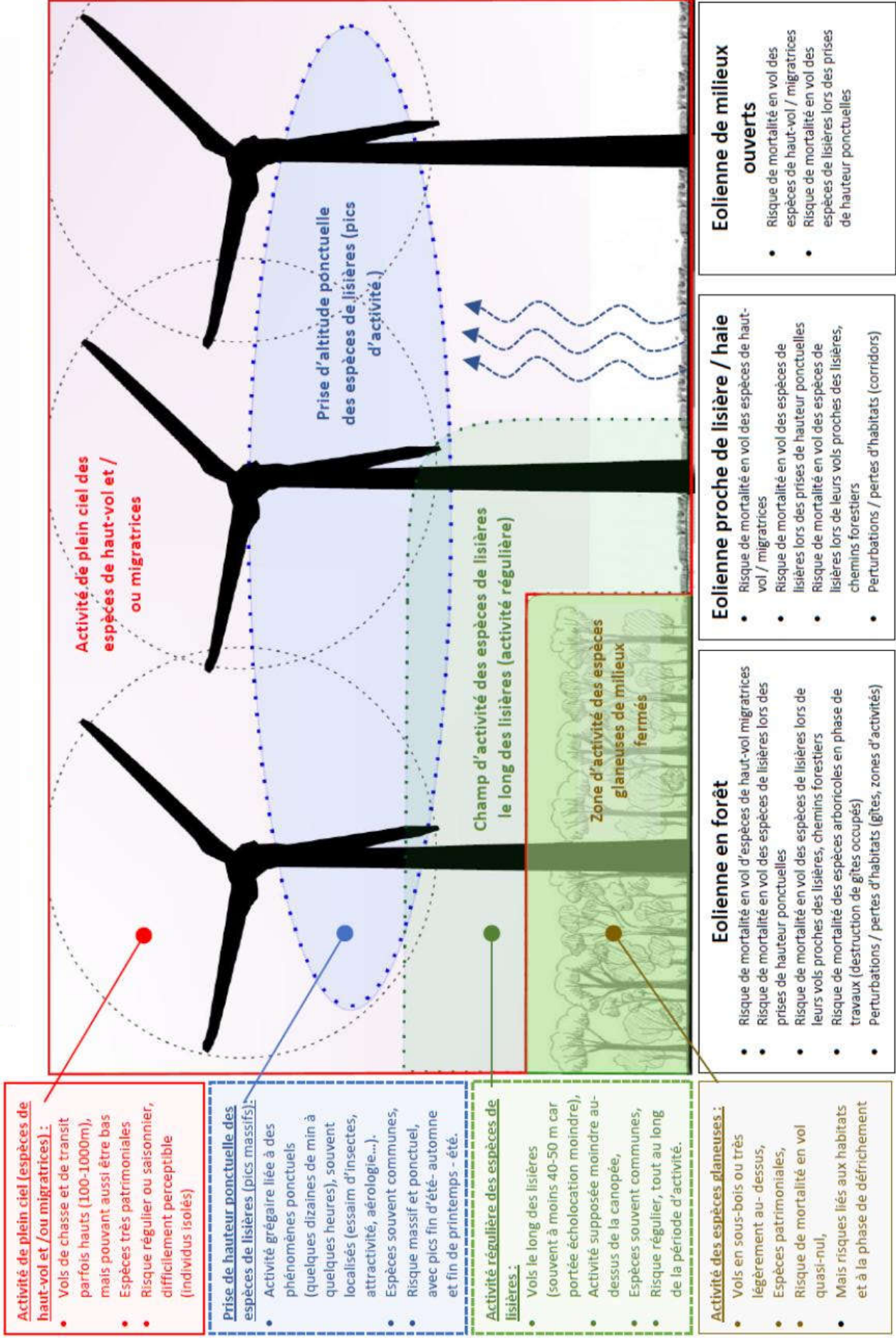
- **D'espèces particulièrement mobiles et de haut-vol, qui peuvent provenir de secteurs de gîtes situés parfois bien à l'écart du site**, mais qui viennent régulièrement fréquenter ce dernier au sein de leur territoire vital dans leurs activités quotidiennes (noctules, molosses, Vespère...). L'activité (et donc le niveau de risque) dépend des fonctionnalités du site en question au sein de ce territoire vital (zone de chasse, voie de transit, essayimages, abreuvement...). Ce type de risque se caractérise généralement par une activité régulière au cours de la saison d'activité, mais de faible niveau, traduisant plus des passages ou une fréquentation de courte durée qu'une réelle exposition intense et localisée au risque. Moins dépendante de l'influence des opportunités d'insectes, ce type d'activité est aussi souvent moins liée à des conditions climatiques particulières. Le site peut notamment être fréquenté avec des vents bien plus forts que ce qui peut être observé pour les pipistrelles. Il ne faut toutefois pas écarter la perspective de certains pics ponctuels d'activité de ces « sérotules » en altitude, phénomènes observés rarement, mais sur plusieurs sites de moyenne montagne, notamment en fin d'automne (octobre, novembre) sans que nous soyons réellement en mesure d'interpréter ces phénomènes (dernières opportunités alimentaires avant l'hibernation, comportements sociaux tardifs, activité migratoire tardive...).

- **Des espèces migratrices contactées en période de transits migratoires** (noctules, Pipistrelle de Nathusius, Miniopière de Schreibers, Sérotine bicolore ...), et donc considérées comme étant en phase de transits migratoires, généralement en plein ciel. Cette activité et donc ce type de risque se caractérise par des contacts d'espèces migratrices soit au printemps (généralement entre mars et mai), mais aussi et surtout à l'automne (août-septembre), alors que ces espèces sont moins représentées, voire absentes pour le reste de la période d'activité. Ce type de risque se présente sous la forme de passages très ponctuels. Mais il peut aussi se présenter sous la forme d'une activité plus marquée lorsque l'individu ou le groupe d'individus détecte une opportunité à exploiter au cours de leur passage. Il ne faut donc pas vraiment considérer le risque de mortalité des espèces migratrices comme un risque intervenant uniquement pour des vols de passages rectilignes et sans interaction avec leur environnement. Les caractéristiques des vols migratoires des chauves-souris sont en effet encore très mal connues. Souvent bien plus marquée à l'automne qu'au

printemps, nous supposons que cette activité est souvent corrélée à des comportements de prédation, justement au moment où nous avons vu qu'il s'agissait aussi souvent d'une période d'essayimages d'insectes en altitude. Cela renforce alors la perception d'un cumul de risques à cette période de l'année, ce qui semble être cohérent avec la concentration automnale des mortalités d'après notre expérience et les principaux retours de la littérature spécialisée.

C'est alors sur la base de cette typologie des risques que doit être déclinée l'importance de la position des éoliennes vis-à-vis des éléments de paysages. C'est l'objet du schéma de la page suivante.

Figure 51 : Schéma synthétique des différents types de risques éoliens sur les chauves-souris selon le type de vol et le contexte paysager (Beucher et al. 2017)



5.1.2 Enjeu et sensibilités locales des espèces de chiroptères

Les tableaux suivants synthétisent la démarche d'analyse du risque d'impacts pour les différentes espèces de chauves-souris inventoriées lors des expertises chiroptérologiques de 2015-2016, en décomposant l'analyse des enjeux pour chacune d'elles. Le niveau d'enjeu est décomposé en fonctionnalités de gîtes, habitats de chasse et d'activité, à chaque fois en prenant en compte un croisement de la valeur patrimoniale de l'espèce et de ses modalités de fréquentation du site et de son entourage.

Pour ce qui est de l'enjeu, même si beaucoup des espèces du cortège présentent de forts enjeux patrimoniaux, leur relative faible niveau de fréquentation du site limite considérablement les niveaux d'enjeu. Il faudra toutefois noter que la Pipistrelle commune et de la Noctule de Leisler présentent des enjeux modérés à forts liés à leur activité plus marquée et éventuellement aussi au vu des enjeux liés aux gîtes arboricoles (notamment pour la Noctule de Leisler et dans une moindre mesure pour la Pipistrelle commune).

Le tableau de la Figure 53 page 133 reprend les niveaux d'enjeu du tableau précédent, et les croise cette fois-ci avec les niveaux de sensibilités des espèces aux différents types d'effets possibles d'un projet éolien.

La démarche permet d'aboutir à un niveau de risque par espèce pour les différents types d'impacts possibles (avant choix du projet et mesures ERC). On note que la Noctule de Leisler est à nouveau mise en évidence au regard de la présence de gîtes potentiels au sein de La Zone d'Implantation Potentielle, mais aussi pour l'activité qui peut aussi être d'un niveau modéré à hauteur de rotor. La Pipistrelle commune est également mise en évidence ici au vu de ses différents types de sensibilités au risque de mortalité, liée aux vols le long des lisières, mais aussi et surtout ici aux pics ponctuels et massifs d'activité en hauteur.

Il faudra également retenir de ce tableau des niveaux de risques de mortalités modérés (avant mesure) pour des espèces patrimoniales de haut-vol et/ou migratrices à l'automne (Grande noctule, Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle de Nathusius, Séroline bicolore, Miniopère de Schreibers...). Il faut rappeler que cette problématique avait été identifiée comme une particularité locale au droit du parc éolien de Sambrès et d'Arfons-Sor.

Ce tableau montre que le choix du projet et des mesures devra intégrer la diversité des types d'impacts dans sa réflexion pour les maîtriser. Cela concerne alors bien sûr le choix du secteur d'implantation pour éviter les risques de destruction de gîtes arboricoles (Noctules, Barbastelle, Pipistrelle de Nathusius, petits myotis...), mais pour maîtriser aussi les risques de mortalités en vol ou encore les risques de perturbations ou destruction d'habitats et corridors de chasse.

Cette synthèse des incidences potentielles à attendre d'un projet éolien au droit de La Zone d'Implantation Potentielle est déclinée sur une approche géographique par les deux cartes de risques de la page 134 :

- Une carte de synthèse des risques de mortalités en vol,

- Une carte de synthèse des risques liés à l'habitats.

Figure 52 : Tableau de synthèse des enjeux chiroptérologiques par espèces au niveau de La Zone d'Implantation Potentielle

Espèce (ou groupe d'espèce) présente sur le site	Valeur patrimoniale	Abondance générale sur le site	Ab ponctuelle	Gîtes	Habitats	Enjeux					
						Gîte	Habitat de chasse	Activité	act ponctuelle		
Barbastelle d'Europe	Fort	Faible		Avérés, probable ou possible Possibles: D101 à l'Ouest de Lacoste, Forêt le long de la D1009	Potentiels Boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Hauteur (65m) Nulle	Milieu semi-ouvert Très faible et ponctuel	Lisière de boisement ou de haies Très faible et ponctuel	Faible à modéré	Modéré	
Grand Murin	Modéré	Très faible			Cavité et bats dans la zone d'étude éloignée	Très faible à négligeable	Nulle	Nulle	Faible	Faible	
Grand rhinolophe	Modéré à fort	Très faible			Cavité et bats dans la zone d'étude éloignée	Nulle	Très faible	Très faible	Très faible	Faible à modéré	
Grande Noctule	Très fort	Très faible			Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Très faible à négligeable	Nulle	Nulle	Faible	Modéré	
Minioptère de Schreibers	Très fort	Très faible			Cavité dans la zone d'étude éloignée	Très faible à négligeable	Nulle	Nulle	Faible	Modéré	
Molosse de Cestoni	Modéré à fort	Très faible			Bats et falaises dans la zone d'étude éloignée	Très faible à négligeable	Nulle	Nulle	Très faible	Faible	
Murin de Natterer	Très faible	Très faible			Boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Nulle	Très faible et ponctuel	Très faible	Faible à modéré	Très faible	
Murin sp.	Très faible	Modéré		Possible: A proximité du pont sur la D101	Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Nulle	Très faible et ponctuel	Très faible	Faible	Faible à modéré	
Noctule commune	Fort	Faible	Modéré		Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Très faible, à modéré ponctuellement	Très faible et ponctuel à négligeable	Nulle	Faible à modéré	Modéré	Modéré à fort
Noctule de Leisler	Faible	Modéré		Possible: Vers Cun bas Sud	Boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Très faible, à très faible à modéré	Très faible et ponctuel à négligeable	Très faible et ponctuel à négligeable	Faible à modéré	Faible à modéré	
Oreillard sp.	Très faible	Faible			Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Nulle	Très faible et ponctuel	Très faible	Faible	Très faible	
petit rhinolophe	Modéré à fort	Très faible			Bats aux alentours de la zone d'étude	Nulle	Très faible et ponctuel	Très faible	Très faible	Faible	
Pipistrelle commune	Faible	Fort	Fort	Certains: Les lombards, Cancabirol Probables: Le Séba haut, La Garnison, Le Cun haut, A l'Est de la Jasse, Les martyrs, Priat Millau, Saint Saraille, Les roussets Possible: D101, à l'Ouest de Lacoste, Forêt le long de la D1009, A proximité du pont sur la D101, Vers Cun bas Sud, D101 à l'Ouest de Lacoste	Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Modéré, à très fort ponctuellement	Très faible et faible, à très fort ponctuellement	Faible à modéré, à très fort ponctuellement	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort
Pipistrelle de Kuhl	Très faible	Modéré à fort	Fort	Probables: Cancabirol, Les roussets	Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Très faible, à très faible à modéré	Faible à modéré ponctuellement	Très faible à Fort ponctuellement	Modéré	Faible à modéré	Modéré
Pipistrelle de Nathusius	Modéré à fort	Très faible			Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Très faible à faible	Nulle	Très faible	Faible	Faible à modéré	
Pipistrelle pygmée	Très faible	Très faible			Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours	Très faible	Très faible	Nulle	Faible	Très faible	
Sérotine bicolor	Faible	Très faible			Bats et boisements de feuillus au sein de la zone d'étude et alentours				Faible	Très faible	
Sérotine commune	Faible	Modéré			Bats aux alentours de la zone d'étude	Très faible	Très faible et ponctuel à négligeable	Très faible	Très faible	Faible	
Vespère de Sawi	Très faible	Modéré	Modéré		Bats aux alentours de la zone d'étude	Très faible	Très faible et ponctuel	Très faible	Très faible	Faible à modéré	Faible à modéré

Figure 53 : Tableau de synthèse des enjeux, des sensibilités générales vis-à-vis de l'éolien et des risques d'impacts pour les espèces détectées sur le site d'étude

Espèce (ou groupe d'espèce) présente sur le site	Enjeux de l'espèce				Sensibilité vis-à-vis de l'éolien				Risque			
	Gîte	Habitat de chasse	Activité	Act ponctuelle	Destruction de gîte	Perte d'habitat de chasse	Collision	Destruction de gîte	Perte d'habitat	Collision	Ponctuel	
Barbastelle d'Europe	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré		Modéré	Fort	Faible	Faible à modéré	Modéré	Faible à modéré		
Grand Murin	Très faible	Faible	Faible		Faible	Modéré	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible		
Grand Rhinolophe	Très faible	Très faible	Faible à modéré		Faible	Modéré	Faible	Très faible	Faible	Faible		
Grande Noctule	Faible	Très faible	Modéré		Fort	Faible	Fort	Modéré	Très faible	Modéré à fort		
Minioptère de Schreibers	Très faible	Faible	Modéré		Faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Très faible	Faible	Faible à modéré		
Molosse de Cestoni	Très faible	Très faible	Faible		Faible	Faible	Modéré à fort	Très faible	Très faible	Faible à modéré		
Murin de Natterer	Faible à modéré	Faible	Très faible		Modéré	Modéré à fort	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible		
Murin sp.	Faible à modéré	Faible	Faible à modéré		Modéré	Modéré à fort	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible à modéré		
Noctule commune	Faible	Faible à modéré	Modéré	Modéré à fort	Fort	Faible	Fort	Modéré	Faible	Modéré à fort	Modéré à fort	
Noctule de Leisler	Faible à modéré	Modéré	Faible à modéré		Fort	Faible	Fort	Modéré	Faible à modéré	Modéré		
Oreillard sp.	Faible	Modéré	Très faible		Faible à modéré	Modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré	Faible		
Petit Rhinolophe	Très faible	Très faible	Faible		Faible	Modéré	Faible	Très faible	Faible	Faible		
Pipistrelle commune	Modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort	Faible	Modéré	Fort	Faible à modéré	Modéré	Modéré à fort	Modéré à fort	
Pipistrelle de Kuhl	Modéré	Modéré	Faible à modéré	Modéré	Faible	Faible à modéré	Modéré à fort	Faible à modéré	Faible à modéré	Modéré	Modéré	
Pipistrelle de Nathusius	Faible	Faible	Faible à modéré		Fort	Modéré	Fort	Modéré	Faible à modéré	Modéré		
Pipistrelle pygmée	Faible	Faible	Très faible		Faible	Modéré	Fort	Faible	Faible à modéré	Faible à modéré		
Sérotine bicolor	Faible	Très faible	Très faible		Faible	Faible	Modéré à fort	Faible	Très faible	Faible à modéré		
Sérotine commune	Très faible	Modéré	Faible		Faible	Modéré	Modéré	Très faible	Modéré	Faible à modéré		
Vespère de Savi	Très faible	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible	Faible à modéré	Fort	Très faible	Faible à modéré	Modéré	Modéré	

Figure 54 : Carte de synthèse des risques de mortalité, vis-à-vis du projet éolien (sur fond de carte IGN)

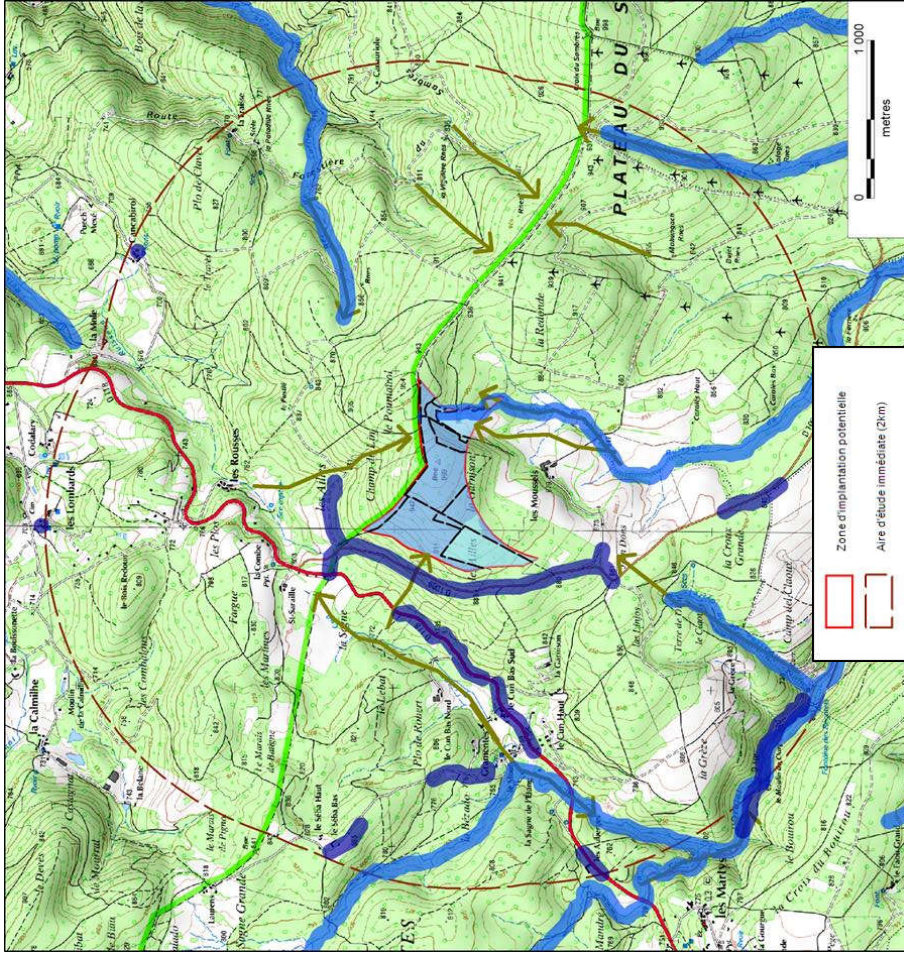
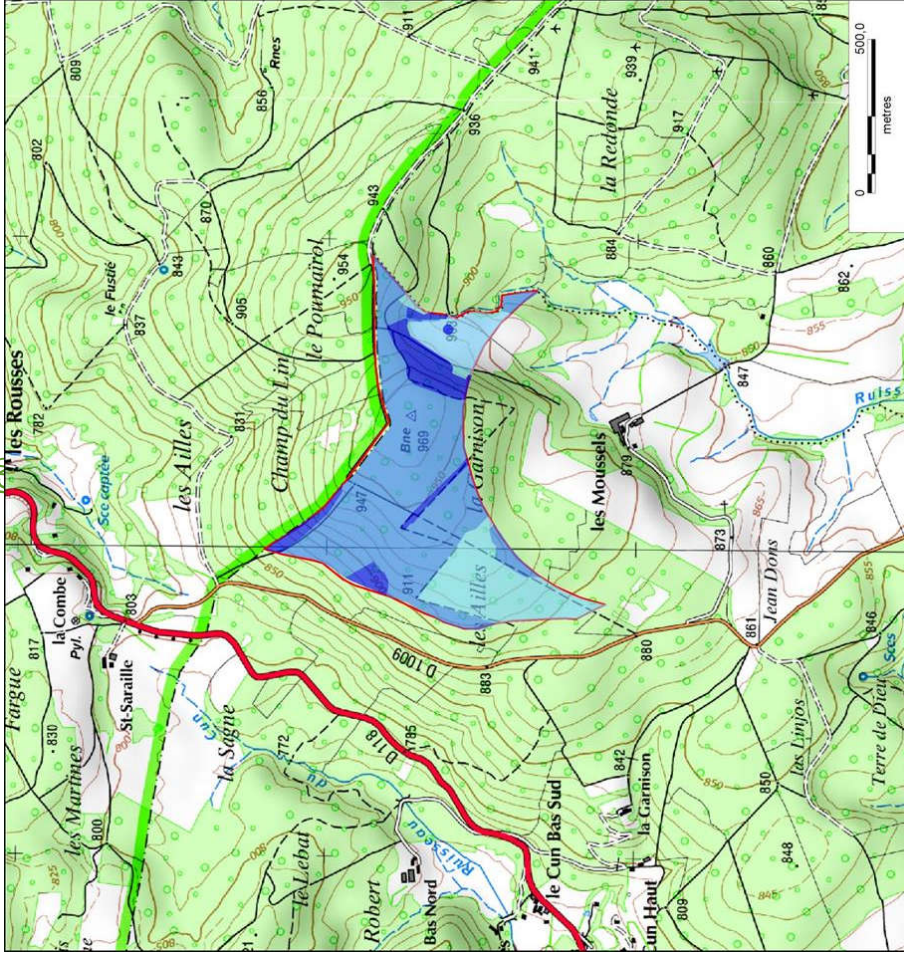


Figure 55 : Carte de synthèse des risques de destruction d'habitat, vis-à-vis du projet éolien (sur fond de carte IGN)



5.1.3 Préambule sur la typologie des impacts éoliens génériques des espèces d'oiseaux

5.1.3.1 Introduction

Les premiers retours d'expérience relatifs aux effets réels des parcs éoliens sur l'avifaune sont issus de suivis de parcs en fonctionnement depuis plusieurs dizaines d'années à l'étranger (Espagne, Danemark, Allemagne, Etats-Unis...). Ces parcs majoritairement équipés d'éoliennes de première génération (moins puissantes, plus petites, vitesse de rotation des pales plus élevée, mâts treillis) ont pu engendrer des effets notables sur certaines populations d'oiseaux. Le développement relativement récent de l'éolien dans certains autres pays européens, notamment en France, basé sur d'autres technologies (mat tubulaire plus haut) permet également de disposer de nombreux retours d'expérience sur des espèces patrimoniales et/ou sensibles à l'éolien.

5.1.3.2 Les différents types d'effets possibles

Un parc éolien peut engendrer deux principaux types d'effets négatifs :

- **dérangement** : induit par la présence des éoliennes et les travaux, pouvant engendrer une modification des déplacements, un phénomène d'éloignement voire la perte de l'habitat de l'espèce ;
- **mortalité directe** : collision entre les oiseaux et les pales du rotor : ces effets n'affectent pas toutes les espèces de la même façon, lesquelles peuvent réagir différemment face à un parc éolien :
 - les espèces plus sensibles au dérangement et donc au risque d'éloignement et de perte d'habitat induit (grues, limicoles, anatidés, aigles...). Ces espèces, plus méfiantes vis-à-vis des éoliennes en mouvement, sont par conséquent moins sensibles au risque de collision ;
 - les espèces en revanche moins farouches seront moins affectées par l'effet de dérangement. De fait, elles seront potentiellement plus sensibles à la mortalité par collision avec les pales (milans, buses, martinets, hirondelles...).

Cette approche relativement simplifiée nécessite d'être étudiée précisément dans l'évaluation des impacts de tout projet éolien, les conditions environnementales locales et les caractéristiques du parc éolien influençant les comportements des oiseaux localement.

➤ Effet « dérangement »

Le dérangement revêt deux formes principales :

- la perte d'habitat (de nidification, de chasse, de repos) ;
- la modification des comportements de vol des oiseaux.

Concernant la perte d'habitat, bien que des études aient pu montrer qu'on observait moins d'oiseaux à proximité immédiate des éoliennes par rapport à d'autres territoires voisins non équipés (Osborn et al.

1998 ; Leddy et al. 1999), d'autres études notamment plus récentes (Percival 1998 ; Albouy et al. 1997 ; Guyonne & Clave 2000 ; Kingsley & Whittam 2001 ; James & Coady 2003 ; l'indre et al. 2006) montrent que la plupart des espèces d'oiseaux nicheurs s'adaptent rapidement à la présence des turbines et font preuve d'accoutumance en réduisant progressivement les distances d'éloignement (Hinsch, 1996). Il n'est ainsi pas rare d'observer des espèces d'oiseaux (notamment les passereaux, mais aussi certains rapaces comme les busards et le Circaète-Jean-Le-Blanc) s'éloigner significativement du parc éolien pendant la construction puis, dès le premier ou le deuxième cycle de reproduction, le recoloniser.

En phase travaux, ce phénomène de dérangement peut perturber la bonne exécution du cycle de reproduction pour les couples nicheurs les plus fragiles. A cet égard, la sensibilité des oiseaux au dérangement est généralement la plus forte au cours de leur période de reproduction (vulnérabilité lors de la ponte, vulnérabilité des couvées et des jeunes, forte activité des parents) qui peut se traduire par l'échec de la reproduction voire l'abandon du site de nidification. C'est donc logiquement la localisation, la période et la nature des travaux qui nécessitent d'être adaptées à ces sites et périodes sensibles notamment pour les rapaces nicheurs patrimoniaux au succès reproducteur limité.

En phase exploitation, la distance d'éloignement des sites de nidification de rapaces peut atteindre environ 500 m avec une perturbation plus importante dans un rayon de 100 à 250 m des éoliennes. Des cas d'installation de Buse variable et de Faucon crécerelle au sein ou dans l'entourage très proche de parcs éoliens sont ainsi constatés régulièrement (Kelm 2006 ; Beucher, 2007). Plusieurs suivis de parcs éoliens réalisés sur le pourtour méditerranéen font également état de nidifications de grands rapaces patrimoniaux à moins de 500 m d'éoliennes : Circaète-Jean-Le-Blanc reproducteur à 400 m, Busard cendré reproducteur à 120 m... avec des comportements de chasse réguliers au niveau des éoliennes.

Un second effet induit par le dérangement est la modification des comportements de vol des oiseaux. Dans des conditions normales, les oiseaux ont manifestement la capacité de détecter les éoliennes à distance et adoptent un comportement d'évitement (Pedersen M.B. & Poulsen E. 1991 ; Toronto Renewable Energy Co-operative, 2000), qu'il s'agisse de sédentaires ou de migrants. En migration, le comportement d'évitement le plus fréquent consiste à passer à côté des éoliennes (Percival, S.M. 2001 ; Winkelman, J.E. 1985) et non au-dessus, en-dessous ou entre elles. Ce qui montre l'importance de laisser des trouées pour les grands parcs éoliens, d'autant plus s'ils sont implantés sur un axe de migration significatif et convergent, que la topographie est contraignante et que les conditions météorologiques dominantes altèrent la visibilité du parc (brouillard ou nuages bas fréquents). Les grues, les anatidés et les pigeons sont généralement assez sensibles à cet effet « barrière », alors que les laridés et les passereaux le sont beaucoup moins.

Figure 56 : Stratégie de franchissement d'un parc éolien sur le littoral audois (source : LPO Aude, 2001)

