

Le risque d'impact n'étant pas totalement négligeable pour les chiroptères, un suivi en continu de l'activité devra être programmé en installant des détecteurs autonomes au niveau des nacelles. Les données recueillies permettront de statuer plus précisément sur les risques encourus par les chiroptères et de disposer d'un jeu de données complet (variations nyctémérales et saisonnières d'activité, et paramètres météorologiques correspondants), pouvant servir à paramétrer un programme de bridage des éoliennes.

e- Conclusion sur les impacts liés au positionnement des éoliennes

Le tableau suivant résume les différents risques d'impacts examinés par rapport au positionnement des éoliennes :

Tableau XXXVI : synthèse sur les risques d'impacts liés au positionnement des éoliennes

Éolienne n°	E1	E2	E3
Impacts liés à la proximité de gîtes à chiroptères	Faible	Faible	Faible
Impacts liés à la proximité de zonage environnementaux	Faible	Faible	Faible
Impacts liés à la proximité de zones humides	Faible à modéré	Faible	Faible
Impacts liés à la proximité des lisières	Faible	Faible	Faible à modéré
Impacts liés à la proximité de doubles haies	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible
Impacts liés à la proximité de haies simples	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible à modéré
Impacts liés à la proximité de haies basses ou discontinues	Faible à modéré	Modéré	Faible à modéré
Appréciation qualitative globale des risques d'impacts :	Faible à modéré	Faible à modéré	Faible à modéré


2-Analyse des risques de collisions avec les chiroptères

La mortalité par collision des chiroptères au niveau des parcs éoliens est encore aujourd'hui un phénomène assez mal connu. L'ordre de grandeur de ce phénomène est difficile à approcher, car les données de suivis sont très récentes, souvent éparées et trop ponctuelles pour autoriser des synthèses à petite échelle. En l'état actuel des connaissances, les risques de collision seraient surtout importants pour les espèces qui effectuent de grandes migrations en altitude, c'est-à-dire pour les Noctules, et pour les espèces les plus abondantes autour des parcs éoliens, soit principalement les Pipistrelles. Néanmoins, la compilation des données de suivi de parcs éoliens réalisée dans le cadre du programme Eurobats (Rodrigues *et al.*, 2015, site Internet de la SFEPM) tend à indiquer que la plupart des espèces de chauves-souris peuvent être concernées par ce problème, car des collisions ont été avérées pour une vingtaine d'espèces de chiroptères, parmi les 35 que compte la faune de France.

En définitive, les synthèses les plus récentes sur ce sujet nous apprennent surtout que notre compréhension de ce phénomène de collision est encore très partielle. Certaines espèces sont jugées plus à risques (Pipistrelles et Noctules), compte tenu de leur habitude de vol et/ou de leur abondance relative dans les habitats agricoles où sont généralement disposées les éoliennes. Sur un plan qualitatif, la plupart des chiroptères sont potentiellement concernés par ce problème, même si la fréquence absolue des collisions paraît assez faible pour certaines d'entre elles, si l'on s'en tient au nombre total de cadavres découverts sur l'ensemble du territoire national (**tab. XXXVII**).

Tableau XXXVII : mortalité totale par éolienne pour la France (d'après sfepm.org, mise à jour mars 2019).

Espèce	Nombre de cadavres	Espèce	Nombre de cadavres	Espèce	Nombre de cadavres
Pipistrellus pipistrellus	930	Hypsugo savii	54	Barbastella barbastellus	4
Chiroptera sp.	317	P. pipistrellus / pygmeus	39	Myotis mystacinus	3
Pipistrellus nathusii	285	Eptesicus serotinus	29	Myotis emarginatus	2
Pipistrellus sp.	211	Vespertilio murinus	12	Tadarida teniotis	2
Pipistrellus kuhlii	199	Nyctalus lasiopterus	7	Myotis blythii	1
Nyctalus leisleri	174	Nyct. sp / V. mur	5	Myotis beichteinii	1
Pipistrellus pygmeus	172	Miniopterus schreibersii	5	Myotis sp.	1
Nyctalus noctula	131	Myotis myotis	4		

 Espèce présente sur la zone d'études

Il apparaît donc que les statistiques de collisions reflètent surtout les caractéristiques des peuplements de chauves-souris qui vivent à proximité des éoliennes (la Pipistrelle commune étant l'espèce dominante quasiment partout en France), avec une sensibilité accrue dans le cas des espèces de haut vol (Noctules).

Dès lors, l'estimation des risques de collision dans le cadre d'un projet éolien doit nécessairement prendre en compte les caractéristiques locales du peuplement de chauves-souris, pour tenter de cerner les impacts potentiels en amont de l'installation des machines.

C'est cette approche qui est détaillée ci-dessous, en distinguant tour à tour les éléments clés du peuplement local qui sont susceptibles de jouer un rôle dans l'explication des risques de collision.

La sensibilité des espèces en regard des risques de collisions dépend de différents facteurs, notamment :

- Les caractéristiques des machines installées, notamment la garde au sol et le diamètre du rotor.
- La période de présence des chauves-souris sur le site, et l'importance des populations.
- Les possibilités de gîtes au sein du périmètre.
- L'offre alimentaire, en termes de territoire de chasse sur le site.
- Les habitudes de vol des espèces.

Concernant **les caractéristiques des machines**, la SFEPM a récemment publié une note technique visant à mettre en garde les porteurs de projets éoliens sur les effets des machines à faible garde au sol, et celles dont le rotor atteint un fort diamètre (SFEPM, 2020). Selon ces auteurs, le risque de mortalité serait considérablement accru lorsque la garde au sol des éoliennes serait inférieure à 30 mètres. Les risques de collisions deviendraient dans ce cas significatif pour des espèces qui ne pratique pas le haut vol, et qui étaient épargnées jusqu'alors par les impacts des parcs éoliens. De même, l'article de la SFEPM met en garde contre l'emploi d'éolienne à large rotor, en recommandant de proscrire les modèles d'éoliennes dont le diamètre du rotor est supérieur à 90 m. L'argument mis en avant est que plus le volume brassé est important, plus la probabilité qu'une chauve-souris entre dans ce volume est importante. En revanche, il n'est pas précisé s'il est préférable d'avoir un grand nombre d'éoliennes à petit rotor, par rapport un moindre nombre d'éoliennes à grand rotor, mais avec le même volume d'espace aérien brassé par les pales... ?

En conclusion, les auteurs recommandent également, dans le cas où des éoliennes équipées d'un rotor de plus de 90 mètres de diamètre seraient installées, de privilégier une garde au sol d'au moins 50 mètres, afin de compenser partiellement l'effet négatif d'un grand rotor.

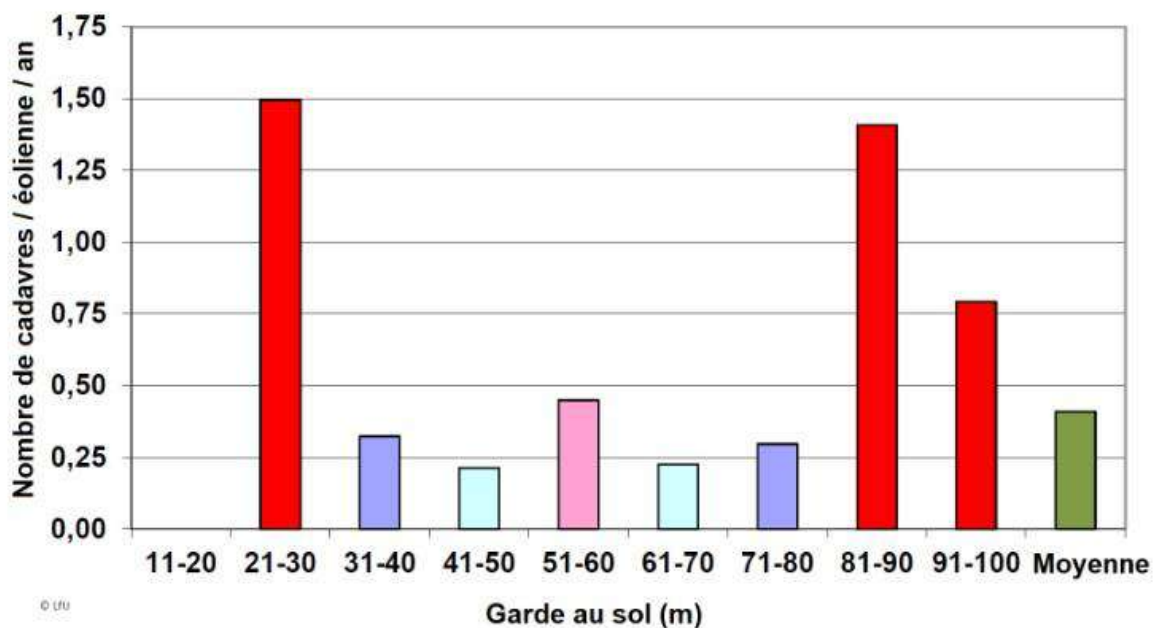


Figure 51 : nombre de cadavres de chauves-souris par éolienne et par an en fonction de la garde au sol (d'après SFPEM, 2020, adapté de Dürr, 2019)

L'interprétation de la figure publiée par le SFPEM reste toutefois délicate. En effet, les effectifs correspondant à chaque catégorie de hauteur ne sont pas précisés, de sorte qu'il n'est pas possible d'avoir une idée objective de la fiabilité des mortalités moyennes qui sont avancées. D'autre part, les éoliennes ayant des faibles gardes au sol sont bien souvent des implantations anciennes, datant d'une époque où les contraintes environnementales étaient moins prégnantes, avec par conséquent des incidences sur la faune volante potentiellement plus importantes. Il y a donc vraisemblablement une corrélation sous-jacente entre la date de mise en service des parcs et la mortalité des chiroptères, les implantations les plus anciennes (de moindre garde au sol) étant potentiellement les plus mortifères.

En dehors des biais méthodologiques que comporte l'article de la SFPEM, l'influence de la garde au sol n'est certainement pas identique selon les régions biogéographiques, notamment pour les secteurs forestiers ou à fort taux de boisements, où la canopée atteint facilement une trentaine de mètres (25-35 mètres pour le Chêne pédonculé ou le Châtaignier, 30-40 mètres pour le Hêtre ou le Pin sylvestre...). Dans les régions bocagères, la hauteur de la canopée est bien inférieure du fait de l'exploitation traditionnelle des haies, et dépasse rarement les 15 mètres de hauteur, soit un différentiel d'une bonne dizaine de mètres par rapport à une région forestière. Rapporté à la figure publiée par le SFPEM, ce différentiel de 10 mètres semble très significatif, dans la mesure où la circulation aérienne des chiroptères suit globalement la ligne supérieure de la canopée.

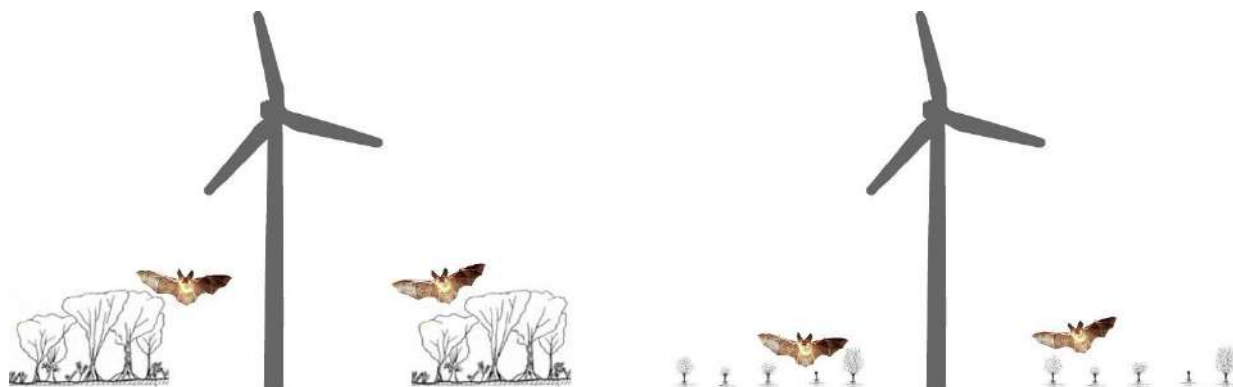
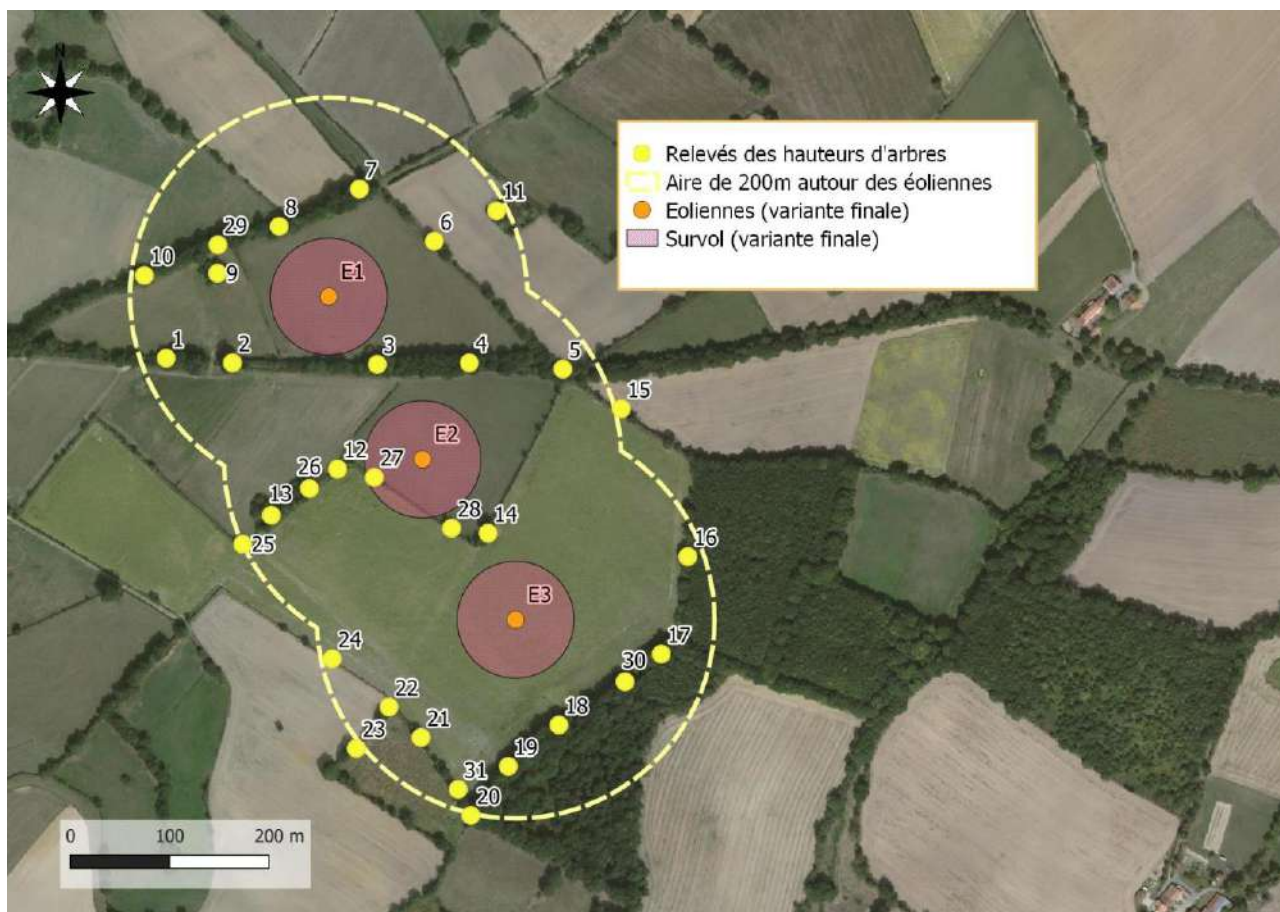


Figure 52 : principe du survol de la canopée en régions forestières (à gauche) et bocagères (à droite)

Dans le cas du projet des Paqueries, une campagne de mesure des hauteurs d'arbres autour des emplacements des éoliennes a été réalisée en janvier 2022 pour mieux cerner cette problématique. Une trentaine de relevés ont ainsi été effectués à l'aide d'un télémètre laser Nikon Forestry pro, en visant les arbres les plus hauts dans un rayon de 200 mètres autour des implantations (**carte 118 et tableau XXXVIII**).



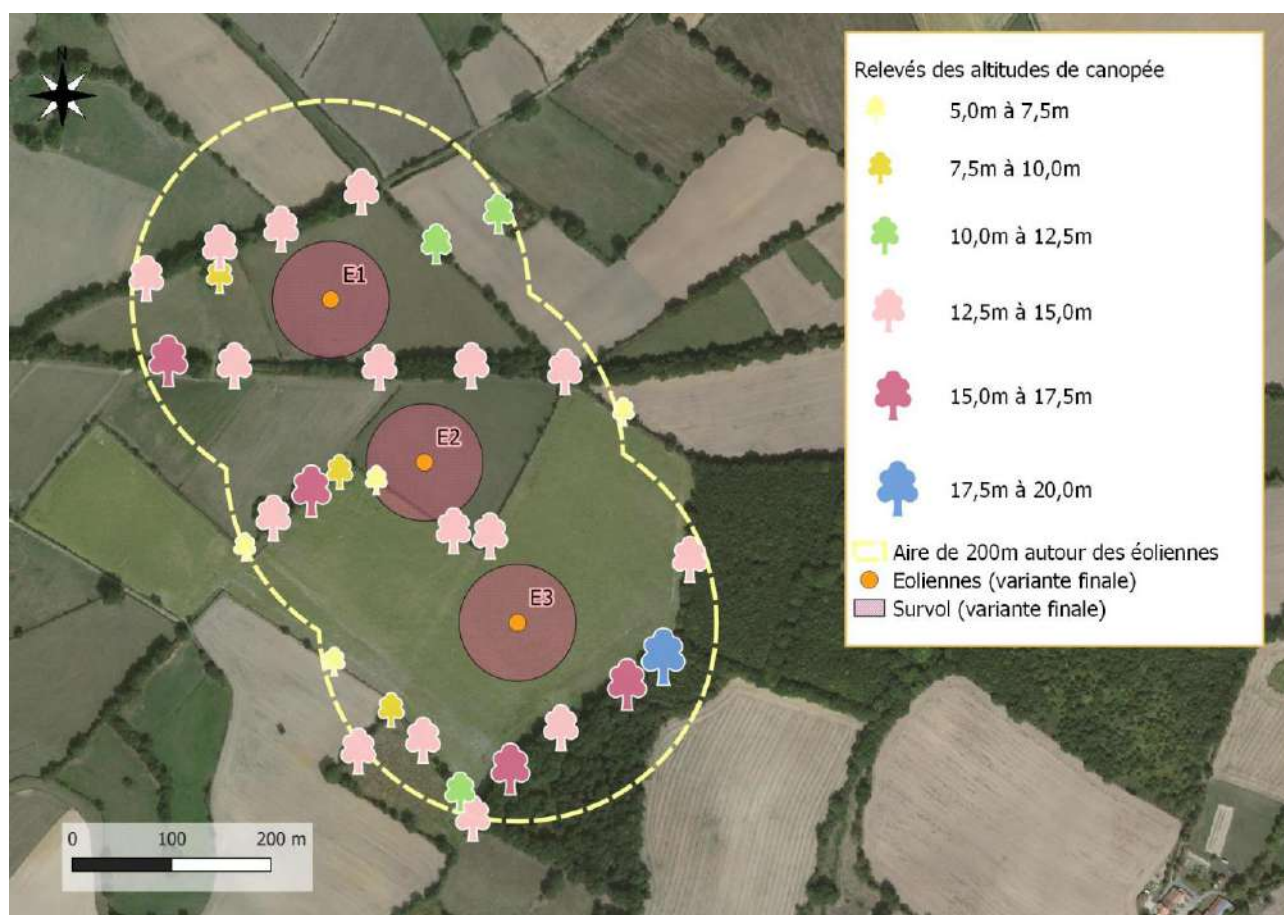
Carte 118 : relevés des hauteurs d'arbres dans un rayon de 200 mètres autour des implantations

Tableau XXXVIII : hauteurs d'arbres autour des éoliennes

N° relevé	X (lambert 93)	Y (lambert 93)	Hauteur (m)	N° relevé	X (lambert 93)	Y (lambert 93)	Hauteur (m)
1	425481.867541594	6645622.64353417	16.0	17	425979.967184095	6645325.35256645	18.8
2	425548.54229689	6645617.93708086	15.0	18	425877.209620052	6645253.97135784	14.0
3	425694.442349654	6645616.36826309	13.2	19	425826.223042473	6645212.39768689	15.4
4	425787.002598181	6645617.93708086	14.4	20	425788.571415953	6645162.97992708	15.0
5	425881.131664481	6645611.66180977	12.6	21	425738.36924726	6645241.42081566	14.4
6	425751.704198319	6645740.30486705	11.8	22	425706.208482941	6645272.01276221	10.0
7	425676.40094528	6645792.8602624	13.2	23	425673.263309736	6645230.43909126	14.6
8	425595.606830039	6645755.20863588	12.6	24	425648.946634276	6645320.64611313	5.8
9	425533.638528059	6645708.14410273	8.2	25	425558.977325889	6645435.89271109	6.2
10	425459.904092791	6645705.79087607	13.0	26	425626.010787982	6645491.96529523	16.6

N° relevé	X (lambert 93)	Y (lambert 93)	Hauteur (m)	N° relevé	X (lambert 93)	Y (lambert 93)	Hauteur (m)
11	425814.456909185	6645770.8968136	11.2	27	425691.362871382	6645503.07779524	6.2
12	425654.437496476	6645511.25747239	8.4	28	425769.150371462	6645452.01321186	13.3
13	425587.762741181	6645464.97734812	14.4	29	425533.935787889	6645736.70487881	14.8
14	425805.828411441	6645446.93594375	13.2	30	425943.775371639	6645297.49654503	15.4
15	425939.962330918	6645571.6569566	7.2	31	425775.764954802	6645189.28196159	12.4
16	426006.637086213	6645423.40367717	14.4				

En prenant en compte les arbres les plus élevés autour des éoliennes, la hauteur moyenne de la canopée dans un rayon de 200 mètres autour des implantations est de 12,6 mètres, l'arbre le plus haut, noté en lisière de parcelle boisée au sud du projet, atteignant seulement 18,8 mètres. Au niveau des haies les plus proches de E1 et E2, la plupart des arbres se situent dans une tranche de hauteur de 12,5 à 15 mètres, ce qui reste bien en dessous des hauteurs de canopées que l'on peut rencontrer en milieu forestier, plutôt de l'ordre d'une trentaine de mètres de hauteur.



Carte 119 : hauteurs des arbres autour des éoliennes

Ainsi, comme le rappelle la SFEPM dans sa note de 2020, « les causes de mortalité restent mal comprises. Elles relèvent en fait d'une combinaison de phénomènes liés à la diversité des comportements des espèces, à leurs hauteurs de vols, à l'influence des insectes proies et à l'ensemble des conditions bio-géo-climatiques qui les influencent ». Dans le cas du projet des Paqueries, comme dans d'autres milieux bocagers, la répartition des insectes proies est conditionnée par le relief végétal, lui-même modelé par les matrices boisées, avec une canopée qui reste encadrée dans une altimétrie modérée, de l'ordre de 10 à 15 mètres au-dessus du sol.

Un autre élément à prendre en compte pour évaluer l'impact potentiel de la garde au sol est la répartition altitudinale de l'activité réelle des chiroptères. Au niveau du projet des Paquieries, une première analyse peut être effectuée à partir des résultats partiels des écoutes en hauteur (mât de mesure), disponibles pour la période couvrant les mois de juillet et d'août 2021, qui correspond au pic saisonnier d'activité des chauves-souris sur le site. Trois microphones à ultrasons ont été installés sur le mât de mesure à 100 mètres, 50 mètres et au niveau du sol. Ces micros sont reliés à des enregistreurs SM4 se déclenchant automatiquement à partir d'une demi-heure avant le coucher du soleil et fonctionnant jusqu'à une demi-heure après l'aube.

L'analyse des deux premiers mois d'enregistrement (juillet-août) montre une rapide décroissance de l'activité avec l'altitude (**fig. 53**), malgré la proximité relative du mât avec une lisière forestière. Pour cette période, l'activité mesurée à 100 mètres de hauteur représente environ 8% de l'activité globale, et celle mesurée à 50 mètres de hauteur environ 16% du total des contacts. Il y a donc une décroissance rapide de l'activité en altitude, en corrélation avec la répartition des biomasses d'insectes, elles-mêmes liées à la structure verticale de la végétation (étagement en hauteur de la biomasse végétale).

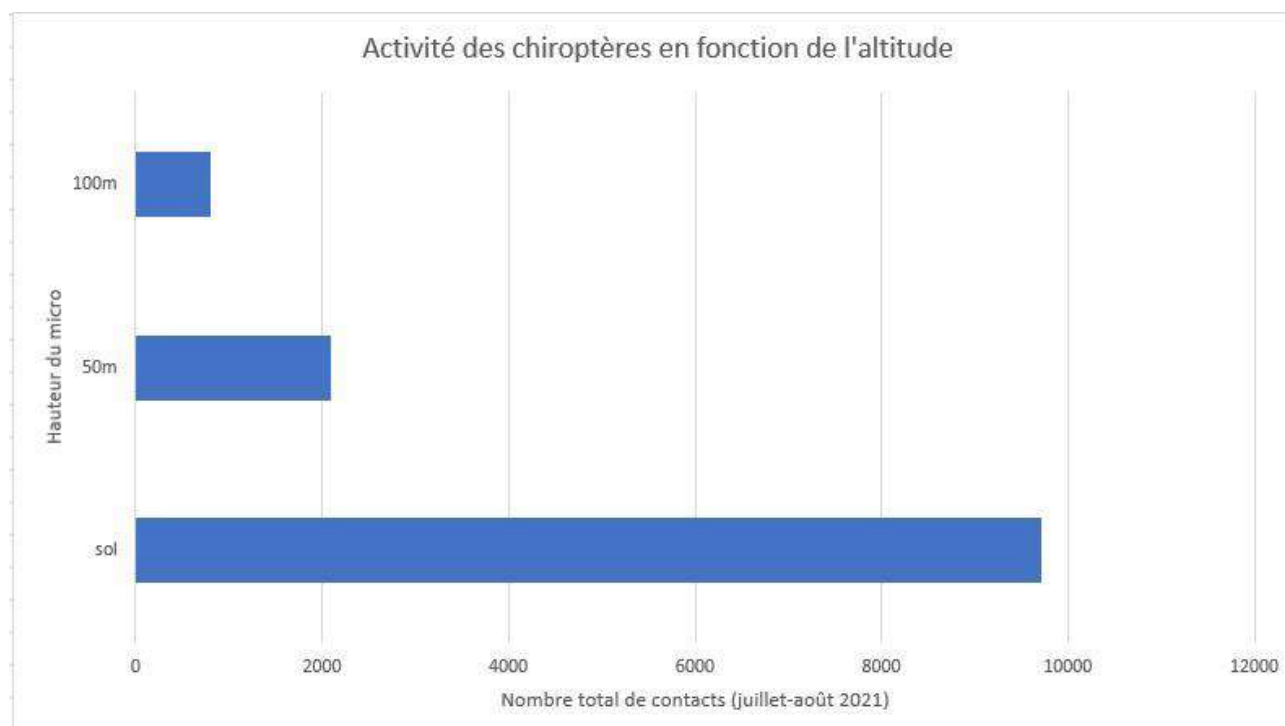





















Figure 53 : répartition altitudinale des contacts de chiroptères au niveau du mât de mesure (premiers résultats pour la période du 02/07 au 31/08/2021)


En résumé, la problématique de la garde au sol, qui est contrainte dans le cas du projet des Paquieries par la présence d'un plafond aérien (servitude de l'aviation civile), est à relativiser du fait du contexte bocager du projet, qui implique des hauteurs de canopées réduites, et par conséquent des axes de vol moins élevés pour les chiroptères. Le faible niveau de fréquentation du site par les chauves-souris (cf. état initial), associé à une répartition altitudinale assez classique, avec diminution rapide de l'activité en hauteur, plaide également pour un effet peu significatif d'une garde au sol comprise entre 25,5 et 30 mètres.

Les risques d'impacts dépendent des **caractéristiques des populations locales**, qui peuvent être évaluées assez précisément à partir des données de suivi (cf. **État initial**), avec une espèce principale (la Pipistrelle commune), représentant plus de 85% des contacts, quatre espèces secondaires avec des niveaux d'activité assez faible (Pipistrelle de Kuhl, Murin de Daubenton, Sérotine commune et Barbastelle), et 13 autres espèces à caractère occasionnel sur le site (**tab. XXXIX**) :

Tableau XXXIX : impacts potentiels sur les chiroptères en fonction de la période de présence et des populations

Espèce	Activité moyenne (contacts/h)	Saisonnalité	Importance des populations	Impacts potentiels liés aux caractéristiques de la population
Pipistrelle commune	16.7	Peuplement permanent, avec des effectifs moindres au printemps		++++
Pipistrelle de Kuhl	1.36	Peuplement permanent, optimum en automne		+++
Murin de Daubenton	0.32	Quasi absent au printemps		++
Sérotine commune	0.32	Fréquentation surtout estivale		++
Barbastelle d'Europe	0.25	Surtout fin d'été (95% entre le 15/08 et le 30/09)		++
Oreillard gris	0.14	Principalement automne		+
Noctule commune	0.04	Transit automnal		+
Murin de Natterer	0.02	Optimum estival		+
Noctule de Leisler	0.02	Transit automnal		+
Oreillard roux	0.01	Principalement automne		+
Murin à moustaches	0.01	Quasi absent au printemps		+
Grand Murin	0.01	25/05 au 21/09 (optimum estival)		+
Murin à oreilles échancrées	0.01	Optimum estival et automnal		+
Pipistrelle pygmée	<0.01	Surtout transit automnal (fin août – septembre)		+
Grand rhinolophe	<0.01	71% en été		+
Murin de Bechstein	<0.01	Répartition saisonnière homogène		+
Murin d'Alcathoe	<0.01	Transit automnal		+
Pipistrelle de Kuhl/Nathusius	<0.01	Transit automnal		+

 : présence régulière sur le site ;

 : présence saisonnière sur le site

Les **possibilités de gîtes**, au sein du site, ou dans ses environs immédiats (boisements, bâtiments, cavités...) sont globalement assez maigres, le secteur ayant une vocation largement agricole. La comparaison entre les caractéristiques des gîtes habituellement utilisés par les chauves-souris et l'offre disponible au sein de l'aire d'étude, permet d'approcher les risques encourus par chacune des espèces identifiées sur le site. Ces caractéristiques varient selon les espèces et les saisons (**tab. XL**) :

Tableau XL : gîtes habituels des espèces observées sur la zone d'étude et offre sur le site et ses abords

Espèces	Arbres	Bâtiments	Ouvrages d'art	Cavités
Pipistrelle de (Kuhl)/Nathusius	●●			
Noctule de Leisler	●●		●●	●
Noctule commune	●●	●	●	
Oreillard roux	●●	●	●	●●
Pipistrelle commune	●●	●●	●	●
Pipistrelle de Kuhl	●●	●●		
Pipistrelle Pygmée	●●	●●		
Barbastelle d'Europe	●●	●●	●	●●
Murin de Natterer	●	●	●●	●●●
Murin de Daubenton	●		●●●	●●●
Murin de Bechstein	●		●	●●
Murin à moustaches	●	●	●	●●
Murin d'Alcathoé	●			●●
Murin à oreilles échancrées		●	●	●●●
Sérotine commune		●●		●
Oreillard gris		●●	●●	●
Grand rhinolophe		●●	●	●●●
Grand Murin		●	●	●●●
Offre sur le site et ses abords immédiats :	Potentialités faibles (bois au sud-est de la ZIP)	Offre en périphérie (fermes, bâti ancien et grands édifices)	Offre nulle sur le site ; très peu de potentialités en périphérie	Pas de cavité sur le site, peu de potentialités en périphérie

● Gîte préférentiel ● Gîte occasionnel ● Hiver ● Transit ● Reproduction

Au total, les potentialités en gîtes restent peu significatives à l'échelle du projet, excepté pour les espèces à caractère anthropophile (Pipistrelles, Sérotine, et dans une moindre mesure Barbastelle, Rhinolophe et Oreillards), avec des possibilités au niveau des villages et hameaux périphériques, mais qui restent assez éloignées du projet. Pour les espèces qui apprécient les ponts et autres ouvrages d'art, les cavités et pour les espèces à caractère forestier, les potentialités sont faibles à nulles sur la zone du projet, et restent faibles à modérées dans un rayon de plusieurs kilomètres autour du site.

L'intérêt du site comme **territoire de chasse** varie selon les espèces (tab. XLI) :

Tableau XLI : territoires de chasse habituels des espèces observées sur la zone d'étude et offre sur le site

Espèce	Bois et chemins forestiers	Haies et lisières	Milieux bâtis, jardins	Milieux prairiaux	Milieux aquatiques
Barbastelle d'Europe					
Murin de Natterer					
Grand rhinolophe					
Murin à oreilles échancrées					
Pipistrelle de Kuhl					
Oreillard roux					
Grand Murin					
Noctule commune					
Murin d'Alcathoé					
Murin à moustaches					
Murin de Bechstein					
Noctule de Leisler					
Sérotine commune					
Pipistrelle commune					
Murin de Daubenton					
Pipistrelle pygmée					
Oreillard gris					
Pipistrelle de Nathusius					
Offre sur le site :	Offre localisée principalement en bordure sud-est du site	Offre diffuse mais significative	Offre faible, localisée en périphérie extérieure du site	Offre +/- significative (prairies artificialisées)	Offre très ponctuelle (mares et fossés temporaires)

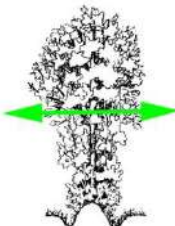
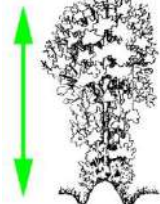

Terrain de chasse : régulier ; occasionnel ; rarement utilisé

Globalement, le site offre des possibilités d'alimentation plutôt diffuse pour les chiroptères, l'activité étant surtout concentrée le long des lisières et des haies, avec des spots de chasse isolés autour des quelques secteurs humides du site (partie sud de la ZIP et mare au nord-est).

En dehors de ces habitats, les possibilités d'alimentation pour les chauves-souris sont relativement réduites du fait de la large dominance de la grande culture. Ces milieux fournissent en effet peu de biomasse d'insectes, en dehors des pullulations ponctuelles qui apparaissent parfois sur les cultures de plantes à propriétés mellifères au moment de la floraison : Colza (pic de floraison en avril), Pois (pic de floraison en mai), Tournesol (pic de floraison en juillet-août). Les milieux prairiaux offrent également des possibilités d'alimentation non négligeables pour les chiroptères, avec toutefois une qualité trophique qui n'est pas optimale sur le site, compte tenu du caractère artificialisé des herbages.

Les **habitudes de vol** des chiroptères sont également à prendre en considération, pour évaluer les impacts potentiels du projet (**tab. XLII**) :

Tableau XLII : habitudes de vol et sensibilité potentielle des espèces observées sur la zone d'étude

Habitudes de vol :	À travers la végétation	Le long de la végétation	Au-dessus de la végétation
			
Espèces			
Murin de Natterer			
Oreillard roux			
Murin de Bechstein			
Murin d'Alcathoé			
Oreillard gris			
Murin oreilles échancrées			
Grand rhinolophe			
Pipistrelle pygmée			
Pipistrelle de Kuhl			
Murin de Daubenton			
Murin à moustaches			
Pipistrelle commune			
Sérotine commune			
Barbastelle d'Europe			
Grand Murin			
Pipistrelle de (Kulh)/Nathusius			
Noctule de Leisler			
Noctule commune			
Sensibilité potentielle (par rapport aux risques de collisions) :	Faible	Moyenne	Forte

Terrain de chasse : Régulier ; Occasionnel ; Rarement utilisé

La sensibilité des espèces, dans le cadre d'un projet éolien, est plus forte pour les chauves-souris qui chassent et/ou se déplacent au-dessus de la canopée, la différence d'altitude entre la ligne de vol, et l'emplacement des pales, étant plus réduite. Parmi les 18 espèces détectées sur le site, la Noctule de Leisler et la Noctule commune se déplacent fréquemment en altitude. La première vole généralement de façon rectiligne, au-dessus du feuillage des arbres, ou le long des chemins et des layons forestiers, avec un vol rapide qui peut atteindre 40 km/h en milieu dégagé (Dietz *et al.*, 2009). La Noctule commune effectue des descentes en piqué pour saisir ses proies et peut également se déplacer à plusieurs centaines de mètres de hauteur, notamment lors des migrations saisonnières (*Ibid.*).

En dehors de ces deux espèces, la Pipistrelle de Nathusius se déplace habituellement en suivant les structures linéaires, généralement à une hauteur de 3 à 20 mètres, ou parfois plus bas si elle vole au-dessus de l'eau. Elle est aussi connue pour effectuer de longues migrations (jusqu'à 1000 à 2000 km), et peut alors utiliser un vol en hauteur, en effectuant de longues étapes nocturnes (30 à 50 km par nuit).

Parmi les autres espèces susceptibles d'évoluer occasionnellement au-dessus de la canopée, la Pipistrelle commune utilise habituellement un vol sinueux en effectuant des manœuvres rapides et des piqués, en restant le plus souvent près des structures linéaires. La Sérotine commune évolue