



Groupe
Mammalogique
Normand

**Suivi de l'activité estivale et automnale des chiroptères
de la cavité de la route Potier et des carrières Bapeaume
dans le cadre de la construction
de la déviation sud-ouest d'Evreux**

Arrêté préfectoral de dérogation « espèces protégées »

Mesure de suivi n°2

Année 2016

Pour la DREAL de Normandie



SOMMAIRE

Introduction.....	2
1. Objectifs.....	2
2 Méthodologie	3
2.1 Cavité de la route Potier	3
2.2 Carrières Bapeaume	4
3 Résultats	7
3.1 Enregistrements acoustiques aux carrières Bapeaume	7
3.2 Capture au filet des carrières Bapeaume	10
4 Discussion	16
4.1 Enregistrements acoustiques aux carrières Bapeaume	16
4.2 Capture au filet des carrières Bapeaume	17
5 Conclusion.....	20
Références bibliographiques.....	21
Annexe 1 – Dérogation portant sur la capture de chiroptères dans le département de l'Eure	
Annexe 2 – Régressions du Nombre de séquences corrigées par 5 variables météorologiques	
Annexe 3 – Statuts réglementaires et statuts listes rouges des Chiroptères de Normandie	

**Suivi de l'activité estivale et automnale des chiroptères
de la cavité de la route Potier et des carrières Bapeaume
dans le cadre de la construction de la déviation sud-ouest d'Evreux
Mesure de suivi n°2
Année 2016**

par Christophe RIDEAU
Chargés d'études

Groupe Mammalogique Normand
32 route de Pont-Audemer
27260 Epaignes

Introduction

Dans le cadre de la construction de la déviation sud-ouest d'Evreux, le Groupe Mammalogique Normand a été missionné par les services de l'Etat (DREAL de Normandie) pour réaliser des suivis pluriannuels portant sur la faune, et plus particulièrement sur les Chiroptères (chauves-souris). Ce document présente les résultats de la deuxième année de suivi de l'activité des chiroptères aux entrées de la cavité de route Potier et des carrières Bapeaume au cours de l'été et du début de l'automne 2016, correspondant partiellement à la mesure de suivi n°2 de l'arrêté préfectoral de dérogation portant sur les espèces protégées. Les résultats des suivis réalisés en période d'hibernation, autre volet de la mesure de suivi n°2, font l'objet d'un rapport spécifique.

1. Objectifs

La construction de la déviation sud-ouest d'Evreux peut avoir un impact sur la fréquentation des cavités souterraines du secteur par les chauves-souris, aussi bien en période d'hibernation qu'en période d'accouplement et de visite pré-hivernale, et ceci pour deux raisons. La première est liée aux perturbations générées par les profondes modifications apportées aux habitats proches de l'entrée de la cavité de la route Potier, située en périphérie immédiate du tracé, et par la mise en service de la voie de circulation. La seconde correspond à l'« effet barrière » que pourrait générer la déviation dans son ensemble, en limitant le déplacement des animaux provenant de colonies situées à plusieurs dizaines de kilomètres et se regroupant aux entrées des cavités souterraines en période d'accouplement. Sur le long terme, la mortalité accidentelle engendrée par le franchissement de la voie de circulation pourrait également avoir un impact négatif sur les populations et par conséquent sur la fréquentation des cavités souterraines.

Concernant la **cavité de la route Potier**, les **objectifs du suivi** estival et automnal réalisé de 2015 à 2017 sont 1) d'obtenir un **état initial de la fréquentation** de ses abords pour tenter d'évaluer l'impact à long terme de la construction et de la mise en service de la voie de circulation et 2) de **déceler une éventuelle activité de swarming**¹, en l'absence d'inventaire préalable adapté. L'idéal

¹ Regroupement automnal de chauves-souris

aurait été théoriquement d'effectuer ces relevés avant que les travaux de « défrichement » et de terrassement ne soient réalisés, mais ceux-ci avaient débutés avant l'été 2015.

Concernant **les carrières Bapeaume**, l'**objectif** principal consiste à **mieux appréhender le phénomène de regroupement** déjà connu sur ce site, considéré comme un des sites de swarming les plus importants de Normandie pour trois espèces : le Murin de Bechstein (fig. 1), le Murin de Daubenton (fig. 4) et le Murin de Natterer (fig. 1). Les informations collectées jusqu'en 2014 sur la phénologie de fréquentation du site par les différentes espèces, l'influence des conditions météorologiques et du cycle lunaire (etc.) sur l'activité de swarming s'avèrent encore très parcellaires. Les données obtenues après trois années permettront d'établir un état initial préalable à la mise en service de la déviation et pourront ensuite être comparées avec celles obtenues ultérieurement pour apprécier l'impact de la déviation sur la fréquentation du site.



Figure 1 : Murin de Bechstein (à gauche) et Murin de Natterer (à droite) © J. Vittier

2 Méthodologie

2.1 Cavité de la route Potier

L'entrée de la cavité se situe en périphérie immédiate du tracé de la déviation (fig. 2). Celle-ci est fermée par une grille mise en place de longue date par l'ONF (fig. 4). Ses abords ont été en partie défrichés dans le cadre des travaux de la déviation. En août et septembre 2015, les zones terrass es étaient recolonis es par une végétation rudérale et les recr s atteignaient environ un mètre de haut dans les zones boisées ayant fait l'objet d'une coupe rase.

L'activité chiroptérologique a été mesurée en 2015 par la technique acoustique passive et a montré une activité globale moyenne concernant des espèces de lisières (pipistrelles, Sérotine commune), le Grand Rhinolophe et des murins. Le suivi laissait présager une petite activité de swarming. Un suivi acoustique de plus longue durée était envisagé en 2016 (cf. bilan du suivi 2015) mais faute de matériel suffisamment performant pour assurer un suivi simultané aux carrières Bapeaume et à la cavité de la route Potier, le suivi des carrières Bapeaume a été privilégié. Pour vérifier s'il existait bien une activité de swarming, une séance capture devait être réalisée en 2016 mais a été reportée à 2017² en raison du manque de moyens humains pour assurer deux captures simultanées avec celles des carrières Bapeaume, l'objectif étant de comparer les résultats obtenus lors de la même nuit.

² deux séances ont été réalisées en 2017 et 2018

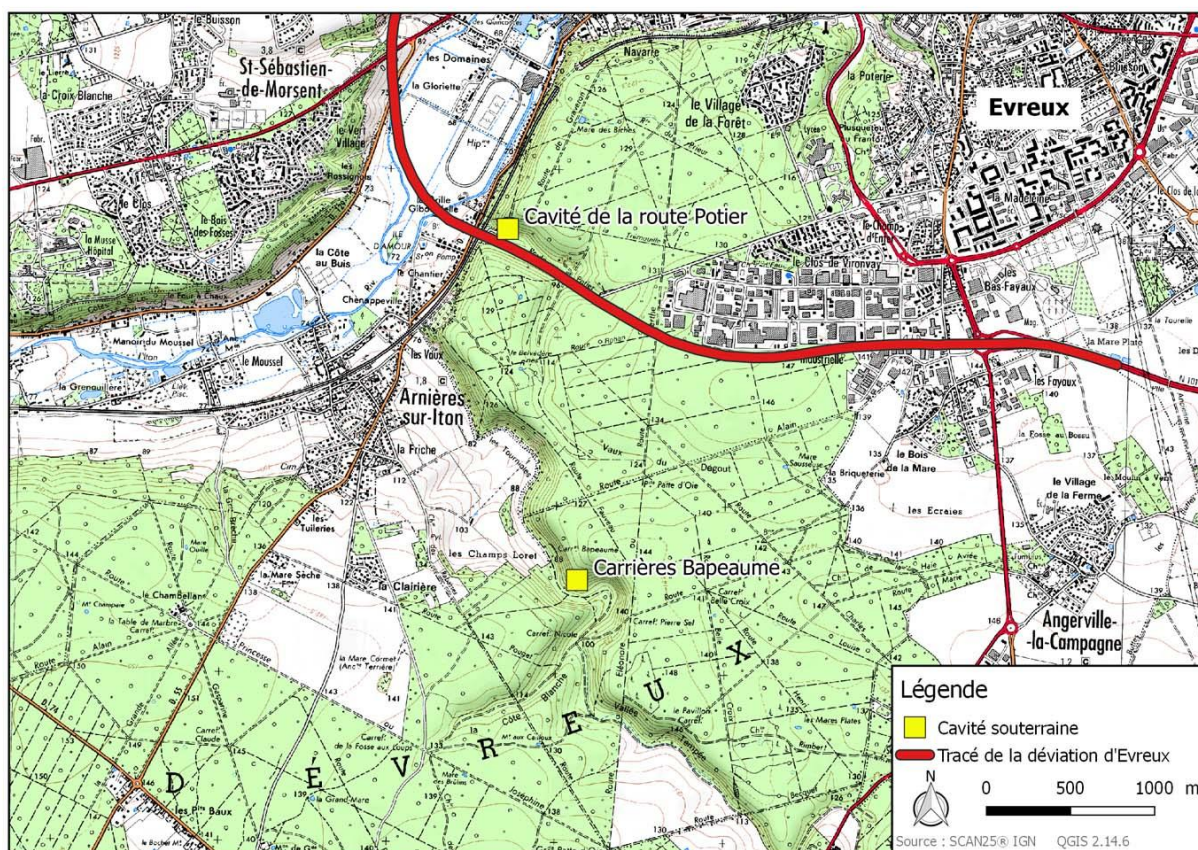


Figure 2 : Localisation de la cavité de la route Potier, des carrières Bapeaume et de la déviation sud-ouest d'Evreux



Figure 3 : Dispositif d'enregistrement SM4BAT-ZC.

2.2 Carrières Bapeaume

Ces carrières souterraines se situent au sud de la déviation routière, au sein de la forêt d'Evreux (fig. 2). Les entrées se trouvent dans un contexte boisé, à flanc de coteau d'une vallée sèche possédant un microrelief perturbé par les anciennes activités d'extraction de pierre calcaire (fig. 6).

Deux techniques ont été utilisées pour obtenir des informations sur la fréquentation du site par les chiroptères : l'**enregistrement de l'activité acoustique** et la **capture des animaux à l'aide de filets**.

Le **suivi acoustique** réalisé en 2015 n'avait pas fourni de résultats probants en raison de problèmes matériels récurrents. Pour détecter les variations de l'activité au cours de la période de swarming et la comparer aux résultats des séances de capture au filet, un boîtier d'enregistrement SM4BAT-ZC (Wildlife Acoustic™) (fig. 3) alimenté par une batterie externe a été placé du **4 août au 17 novembre 2016** au dessus d'une des deux entrées des carrières. Ce dispositif a été privilégié dans ce cas car il enregistre uniquement des fichiers au format ZC qui ont l'avantage de prendre peu de place sur les cartes mémoires et autorisent ainsi des suivis sur une durée plus longue qu'avec un boîtier SM2BAT+. Par contre, ce format de fichiers ne permet d'utiliser que le logiciel AnalookW pour traiter de façon manuelle ou semi-automatique les enregistrements.

Afin de tenter de mettre en évidence l'éventuelle influence des conditions météorologiques sur l'activité de swarming, les données météorologiques de la station Météo-France d'Evreux – Fauville (alt. 138m, 49,03°N - 1,22°E), située à environ 7,8km au nord-est des carrières, ont été recueillies. Huit variables ont été retenues dans un premier temps, mesurées heure par heure :

- la température moyenne (°C)
- la pluviométrie (mm/h)
- l'humidité (%)
- le point de rosée (°C)
- la vitesse moyenne du vent moyen (km/h)
- la vitesse du vent en rafale (km/h)
- la pression atmosphérique (hPa)
- la visibilité (km)

Plusieurs tests statistiques ont été utilisés pour mettre en évidence l'influence d'une ou plusieurs de ces variables sur l'activité de swarming : un modèle basé sur des régressions linéaires, un autre sur des régressions non linéaires et plusieurs basés sur des modèles linéaires généralisés mixtes (GLMMs) testés pas à pas. Ces tests ont été réalisés avec XLStats 2019.4.2® et le logiciel R (R Development Core Team. 2016, Vienna, Austria).

La **capture au filet** est une méthode d'inventaire des chauves-souris utilisée depuis plus de cinquante ans par les biologistes. Le principe consiste à tendre des filets maillants sur les voies de passage des chauves-souris aux emplacements les plus propices. Ces filets sont constitués de fils synthétiques fins (de 70 à 100 deniers) classiquement utilisés pour le baguage des passereaux mais possédant ici des mailles plus larges (19x19 mm) (cf. Mitchell-Jones & McLeish, 1999 ; Kunz *et al.* 2009). Leur hauteur varie de 2,5 à 5 mètres pour une longueur allant de 6 à 12 mètres en général. Ils sont généralement disposés sur des perches et peuvent ainsi former un dispositif linéaire et continu de filet.

Quatre séances ont été pratiquées les **12/08, 09/09, 05/10 et 14/10/2016**. Afin de limiter le biais lié à la pression de capture, le même nombre de filets (6) a été installé à chaque séance, aux mêmes endroits et totalisant la même longueur (51 m : 1x3, 1x6, 2x9, 2x12) et la même surface totale (142,5 m²).

Bien que cette technique génère inévitablement un stress chez les animaux capturés, ce qui n'est pas à privilégier lors d'un inventaire, elle s'avère indispensable lorsque l'on veut apprécier les effectifs de chacune des espèces, obtenir des informations sur l'âge, le sexe, l'activité sexuelle des deux sexes, les heures d'arrivée (etc.) des animaux, ce qui est le cas ici. Plusieurs mesures biométriques sont également effectuées sur les animaux avant leur relâcher sur place. Les mesures réalisées et les critères d'âge utilisés correspondent à ceux validés et utilisés actuellement au niveau national (Marmet, 2015). Afin d'éviter les doubles comptages au cours d'une séance et apprécier le taux de recapture d'une séance à l'autre, mais surtout pour ne pas effectuer une seconde manipulation complète des individus recapturés, les animaux étaient marqués en réalisant une légère tonsure sur le dos à un emplacement différent chaque nuit. Il s'agit *a priori* du seul type de marquage simple qui puisse être observé sur toute la période d'étude.

Toutes les espèces de chiroptères étant protégées en France métropolitaine, les observateurs qui ont été réalisées et encadrées ces séances de capture disposent de l'attestation de capacité délivrée par le Muséum national d'histoire naturel et d'une dérogation préfectorale. Il s'agit de Sébastien LUTZ et Christophe RIDEAU, assistés d'Anthony GOURVENNEC et Virginie FIRMIN certaines nuits mais aussi de personnes en formation nationale à la capture des Chiroptères.

Etant donné le nombre important de chiroptères capturés par nuit, la présence de sept à dix personnes s'avère nécessaire pour que chaque séance se déroule dans de bonnes conditions. **Sans l'implication de nombreux bénévoles du GMN, ce suivi ne serait pas envisageable.**



Figure 4 : Murin de Bechstein en main.



Figure 5 : Entrée d'une des carrières et son environnement forestier.

3 Résultats

3.1 Enregistrements acoustiques aux carrières Bapeaume

La figure 6 présente le nombre de fichiers enregistrés par jour après filtrage des principales séquences parasites. Aucun problème technique n'a été rencontré en 2016 contrairement à 2015 grâce à l'utilisation d'un matériel plus fiable. Seules les séquences parasites principalement générées par les orthoptères et la pluie ont impliqué un filtrage fastidieux et principalement manuel.

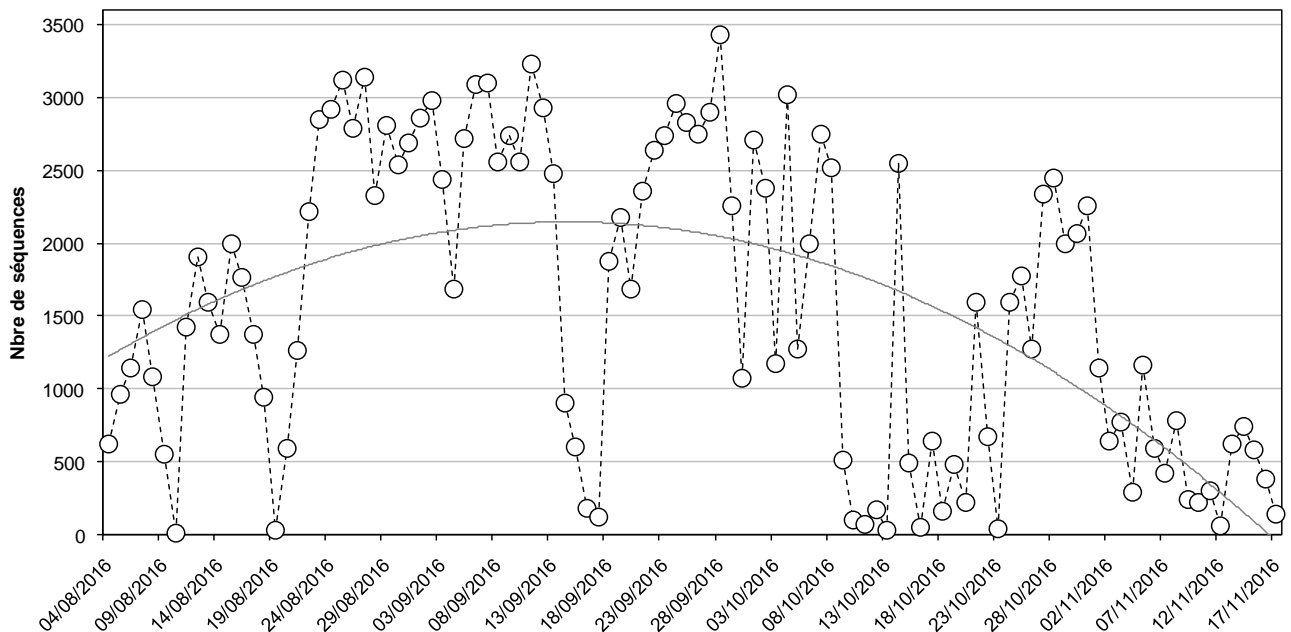


Figure 6 : Nombre de séquences de chiroptères enregistrées du 4 août au 17 novembre 2016 à l'entrée des carrières Bapeaume.

L'activité de swarming a visiblement débuté autour du 12 août (1902 séquences) et s'est terminée aux environs du 31 octobre (2255 séquences) si l'on se base sur un niveau d'activité qui dépasse les 1900 séquences par nuit. Au cours de cette période, les baisses d'activités observées correspondent à une dégradation des conditions météorologiques accompagnées d'épisodes pluvieux.

La confrontation des données météorologiques à celle de l'activité chiroptérologique ne fournit pas de résultats évidents au niveau statistique. Aucune des variables météorologiques sélectionnées ici n'explique à elle seule les variations de l'activité mesurée comme l'indiquent les régressions linéaires effectuées pour chacune des variables (annexe 2). Les tests effectués montrent que les effets des températures maximum et des températures minimum enregistrées au cours de la nuit ne sont pas significatifs. Ces variables ont été écartées dans les analyses.

Il apparaît sur le terrain et de façon empirique après analyse des graphiques représentant chacune des quatre variables les plus pertinentes, que ce sont les effets conjugués de plusieurs variables qui permettent d'expliquer partiellement les variations de l'activité chiroptérologique observée. Pour ce faire, il a été fait appel aux modèles linéaires généralisés mixtes (GLMM), testés pas à pas, pour mettre en évidence l'influence combinée des différentes variables. Le modèle le plus pertinent était structuré de cette façon :

$$[\text{Activité}] \sim \text{Pluie} + \text{Vitesse moyenne du Vent} + \text{Température moyenne}$$

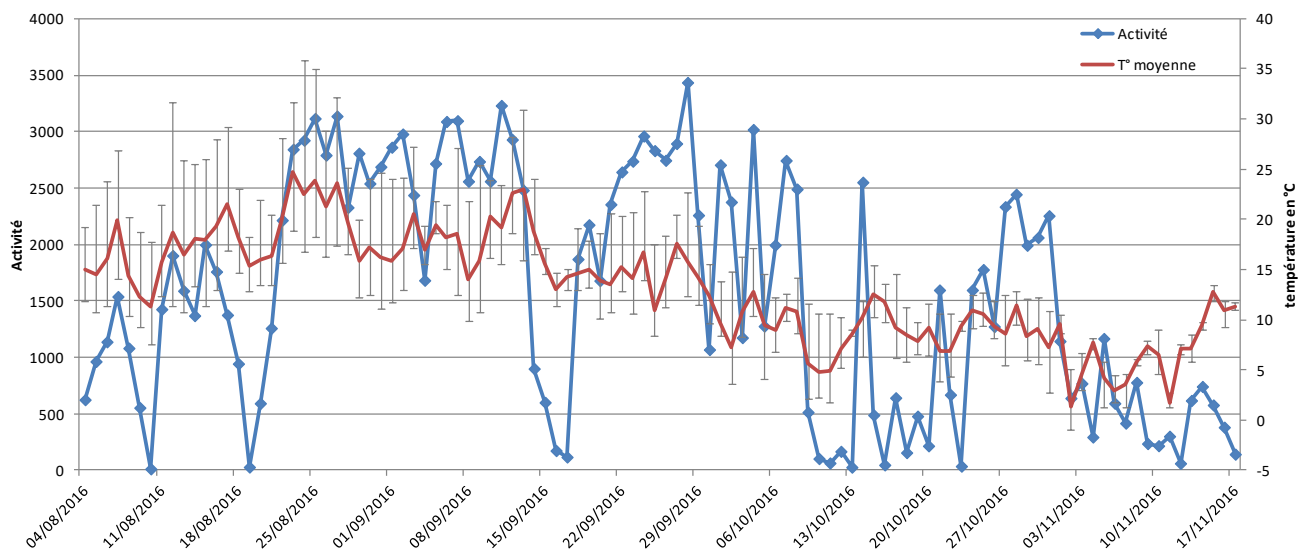


Figure 7 : Nombre de séquences de chiroptères enregistrées à l'entrée des carrières Bapeaume, températures moyenne, maximum et minimum mesurées à Evreux du 4 août au 17 novembre 2016.

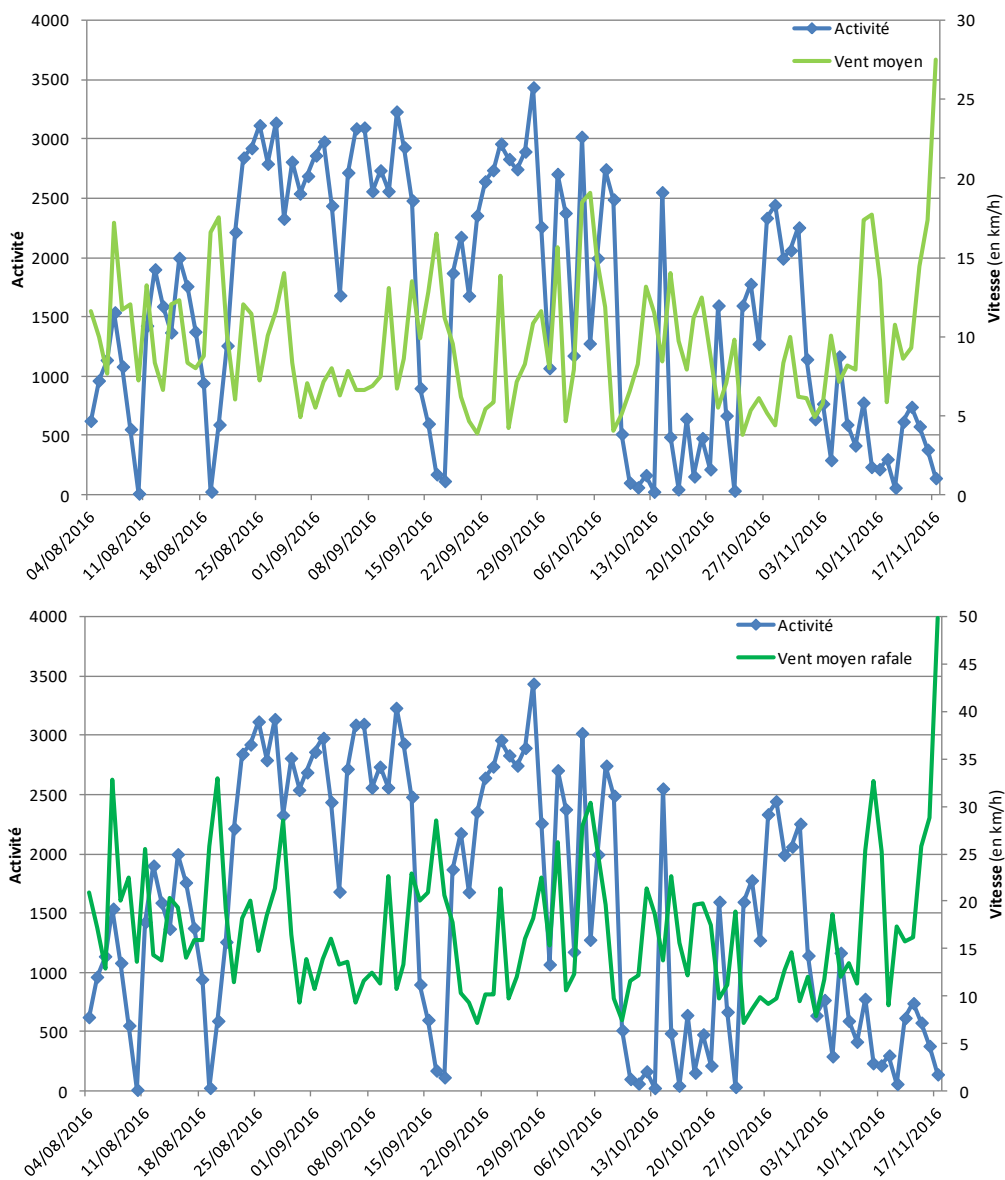


Figure 8 : Nombre de séquences de chiroptères enregistrées à l'entrée des carrières Bapeaume, vitesse moyenne du vent et vitesse moyenne des rafales mesurées au cours la nuit à Evreux du 4 août au 17 novembre 2016.

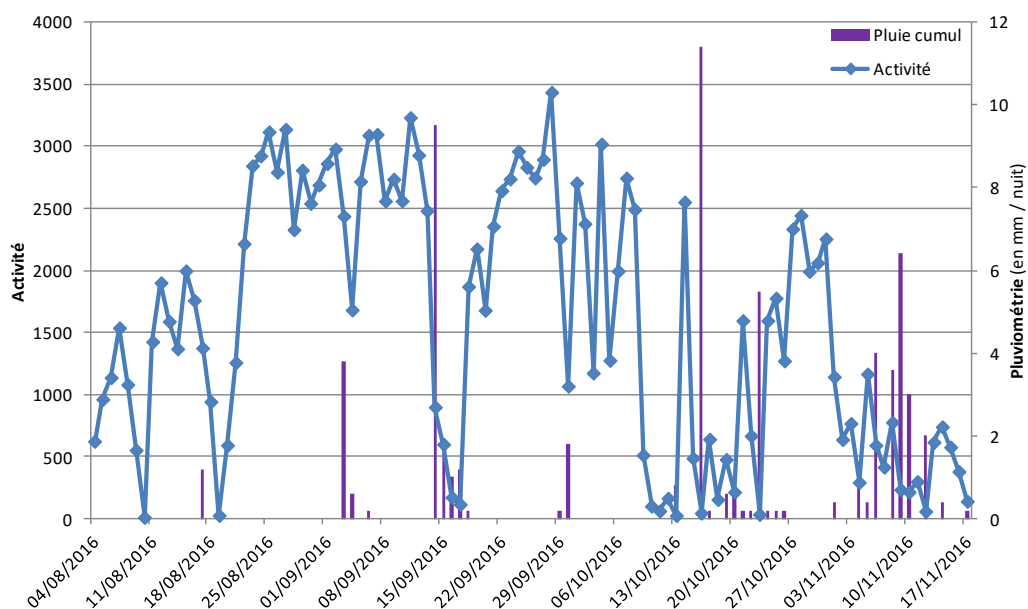


Figure 9 : Nombre de séquences de chiroptères enregistrées à l'entrée des carrières Bapeume et pluviométrie (cumul) au cours de la nuit mesurée à Evreux du 4 août au 17 novembre 2016.

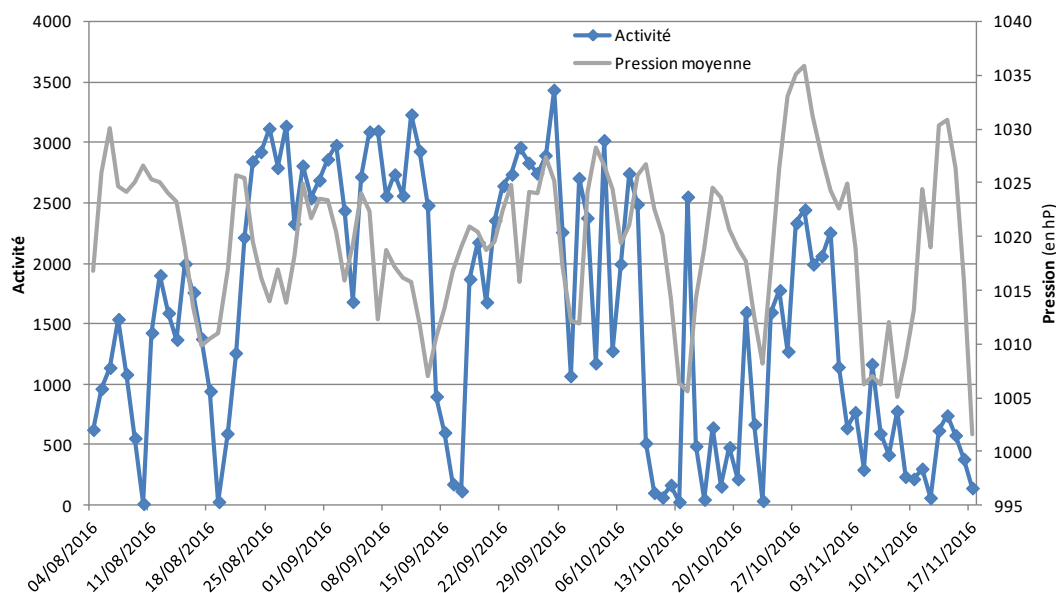


Figure 10 : Nombre de séquences de chiroptères enregistrées à l'entrée des carrières Bapeume et pression moyenne mesurée au cours de la nuit à Evreux du 4 août au 17 novembre 2016.

La combinaison de trois variables, présence ou absence de précipitation, vitesse moyenne du vent et la température moyenne, expliquent en partie les variations de l'activité de swarming mesurées aux entrées des carrières Bapeume en fin d'été et au début de l'automne 2016. Pour simplifier, lors de l'arrivée de dépressions induisant le plus souvent à cette période une baisse des températures, une augmentation de la vitesse du vent associées à des précipitations, l'activité de swarming diminue ou est interrompue. Il est donc très probable que la durée de la période de swarming et le nombre de nuits consacrées au swarming par les différentes espèces varient d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques, surtout au début de l'automne.

Tableau 1 : Coefficient partiel de régression des effets de 3 variables météorologiques sur l'activité chiroptérologique en période de swarming à l'entrée des carrières Bapeaume.

Activité chiroptérologique	Effets de 3 variables météorologiques	
	Estimation	Valeur de p
Pluviométrie (cumul en mm / nuit)	$\beta = -0,187 \pm 0,062$	$p = 0,003$
Vitesse moyenne du vent (km/h / nuit)	$\beta = -0,058 \pm 0,015$	$p < 0,001$
Température nocturne moyenne (°C)	$\beta = -0,073 \pm 0,010$	$p < 0,001$

3.2 Capture au filet des carrières Bapeaume

Les résultats bruts des séances de capture sont présentés dans le tableau 2. Le nombre total de chiroptères capturés (n=603), toutes espèces confondues, est toujours très élevé.

Tableau 2 : Nombre de chiroptères capturés par espèce et par nuit aux entrées des carrières Bapeaume en 2016.

		12/08/2016	09/09/2016	05/10/2016	14/10/2016	Total 2016
Grand Rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>		1			1
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	19	12	1	1	33
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteini</i>	27	123	22	34	206
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentoni</i>	53	136	10	41	240
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	1	39	5	4	49
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	6	15	1	1	23
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	2	4			6
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	13	19	4	3	39
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	5	1			6
		126	350	43	84	603

Les deux premières séances réalisées en août et septembre totalisent près de 79% des individus capturés. Le nombre total d'individus capturés décroît en octobre (tab. 3 & fig. 17) ainsi que le nombre d'espèces contactées qui passe de 9 début septembre à 6 en octobre.

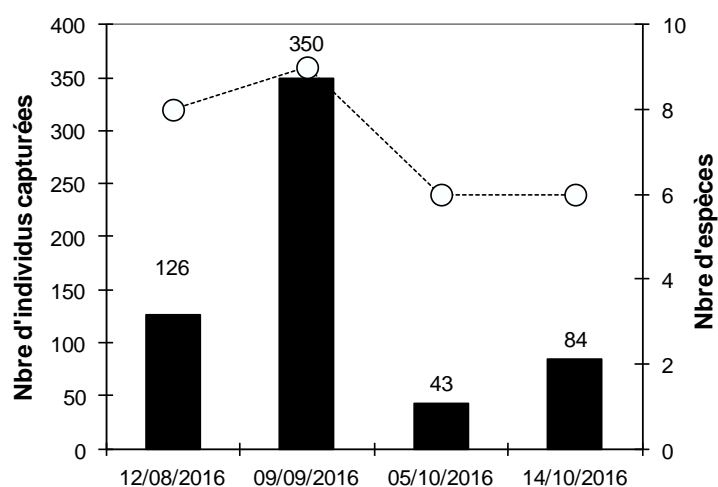


Figure 11 : Nombre d'individus et nombre d'espèces capturées en 2016 par séance à l'entrée des carrières Bapeaume.

Il est intéressant de comparer le nombre d'individus capturés avec l'activité acoustique mesurée parallèlement (fig. 12). La séance du 12 août a été effectuée au début des regroupements ce qui explique que l'effectif capturé soit inférieur à ceux des séances effectuées fin août et au cours de la première quinzaine de septembre. Celle 9 du septembre a été réalisée lorsque l'activité de swarming était importante, avec 350 individus capturés lors de la même soirée, un record pour le site. On remarque cependant que l'activité mesurée (2736 séquences) n'était pas la plus élevée ce soir là puisque certaines nuit celle-ci était supérieure à 3000 séquences entre le 25 août et le 4 octobre.

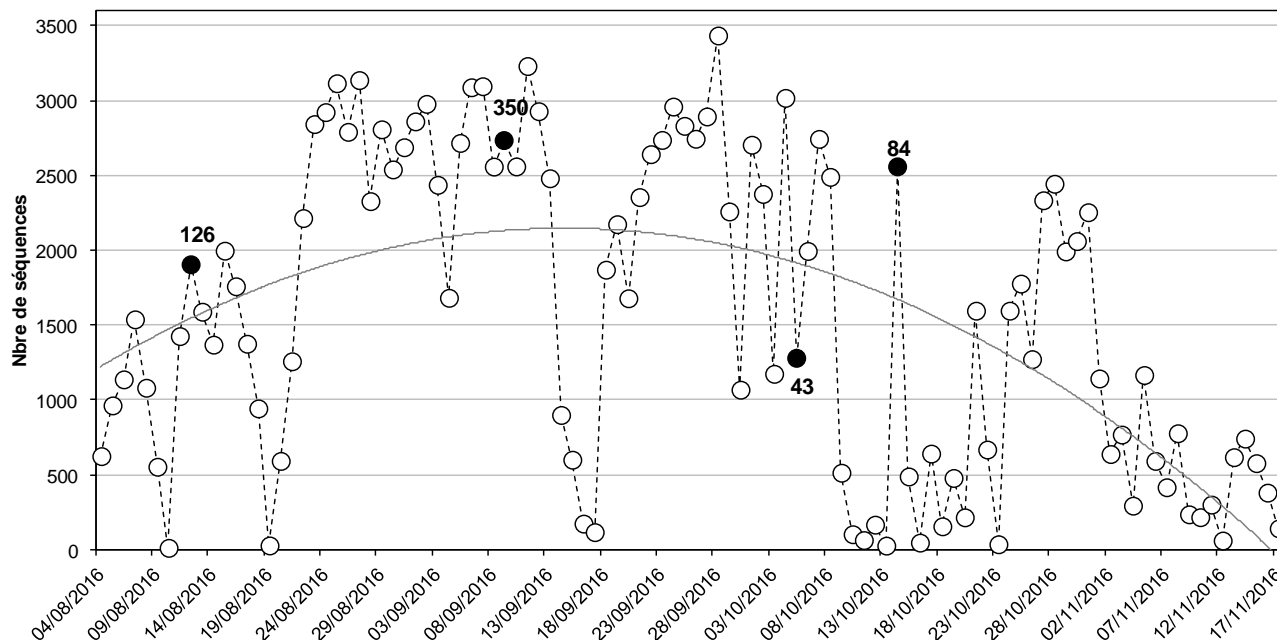


Figure 12 : Nombre de séquences de chiroptères enregistrées du 4 août au 17 novembre 2016 à l'entrée des carrières Bapeaume et superposition des séances de capture (points noirs) avec le nombre d'individus capturés par séance.

Les conditions météorologiques rencontrées lors de la séance du 5 octobre n'étaient pas favorables (vitesse moyenne du vent trop élevée avec 19,8 km/h, vitesse moyenne des rafales de 30,4 km/h), l'activité de swarming était faible ce qui explique que l'effectif capturé soit faible aussi. En revanche le choix de la date de la séance du 14 octobre était opportun puisqu'il s'agissait de la dernière nuit où l'activité dépassait les 2500 séquences enregistrées. L'effectif capturé était cependant assez faible comparé au niveau d'activité.

Les Murins de Daubenton et de Bechstein, comme en 2015, représentent les deux espèces les plus capturées sur le site (fig. 13), soit 74% du nombre total de chauves-souris. Le nombre de Murin de Natterer (49) est lui nettement inférieur à celui de 2015 (95) contrairement celui de l'Oreillard roux qui a presque doublé (17/39). Les effectifs de Murin à oreilles échancrées et de Grand Murin capturés en 2016 sont proches mais légèrement inférieurs et les captures de Murin à moustaches et de Grand Rhinolophe peuvent être considérées comme anecdotiques. Pour la première année, 6 Sérotines commune ont été capturées sur le site dont 5 le 12/08/2016.

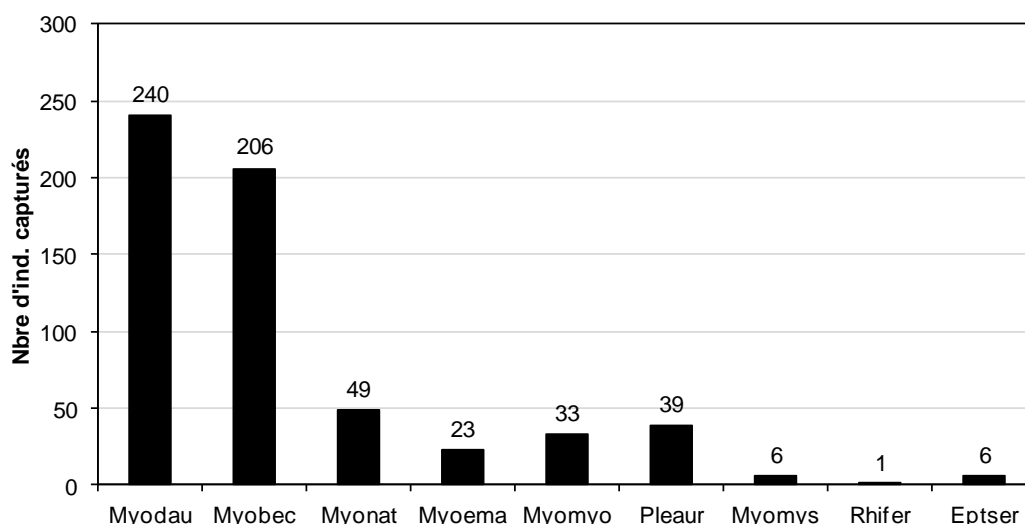


Figure 13 : Nombre d'individus par espèce capturés en 2016 à l'entrée des carrières Bapeaume.

Myodau : Murin de Daubenton, Myobec : Murin de Bechstein, Myonat : Murin de Natterer, Myoema : Murin à oreilles échancrées, Myomyo : Grand Murin, Pleaur : Oreillard roux, Myomys : Murin à moustaches, Rhifer : Grand Rhinolophe ; Eptser : Sérotine commune.

Au cours des 4 séances réalisées en 2016, les effectifs de la plupart des espèces ont varié de façon importante en raison des dates de capture et des conditions météorologiques de la séance du 5 octobre (fig. 14). Le 12 août l'activité de swarming débutait, les effectifs de toutes les espèces étaient réduits avec une dominance nette du Murin de Daubenton malgré tout. Le 9 septembre les conditions étaient optimales avec un effectif important observé pour la majorité des taxons et une codominance du Murin de Daubenton et du Murin de Bechstein, suivis du Murin de Natterer et de l'Oreillard roux. Le 5 octobre les effectifs de toutes les espèces étaient faibles pour les raisons évoquées précédemment avec une dominance du Murin de Bechstein. La séance du 14 octobre se situait en fin de période de swarming, les effectifs étaient plus élevés que lors de la séance précédente avec une codominance du Murin de Daubenton et du Murin de Bechstein. Curieusement l'effectif de Murin de Natterer était faible.

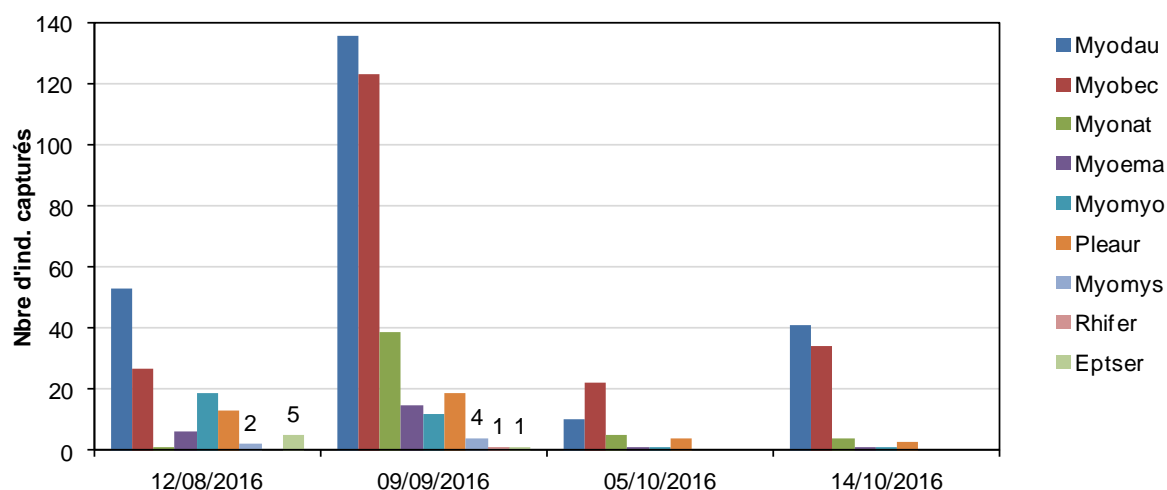


Figure 14 : Nombre d'individus par espèce et par séance capturées en 2016 à l'entrée des carrières Bapeaume. (légende voir fig. 13)

L'analyse des heures de capture montre, comme en 2015, que la majorité des chiroptères sont capturés entre 3h et 5h45 après le coucher du soleil (fig. 15). Contrairement à l'année précédente, les

captures sont plus étalées entre 3h15 et 4h45 avec un pic à 4h45 mais un second apparaît de la même façon vers 5h45. La séance du 9 septembre, où 350 individus ont été capturés, influence fortement ces résultats (fig. 16). Le 12 août le pic de capture apparaît à environ 4h45 et le 14 octobre les captures s'échelonnent de 3h15 à 4h45.

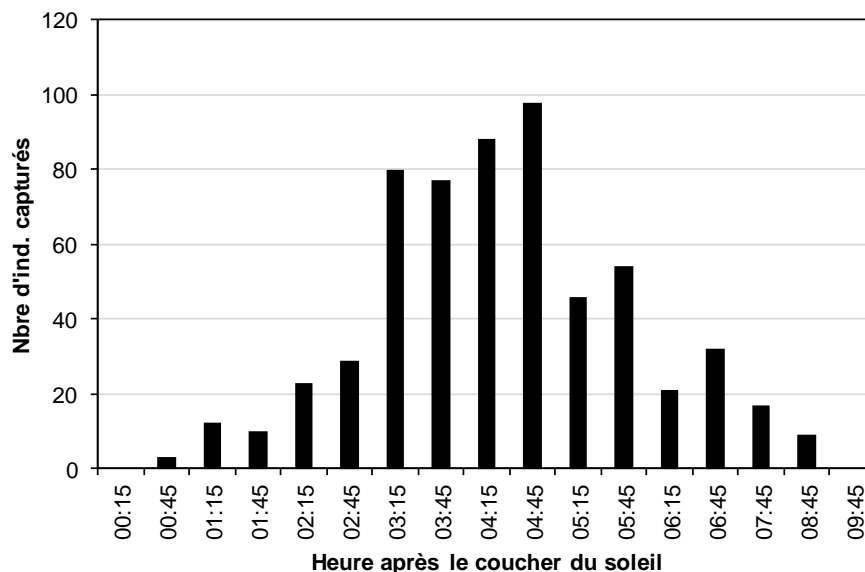


Figure 15 : Distribution des captures des chiroptères à l'entrée des carrières Bapeaume par classe de 30min après le coucher du soleil lors des 4 séances de capture.

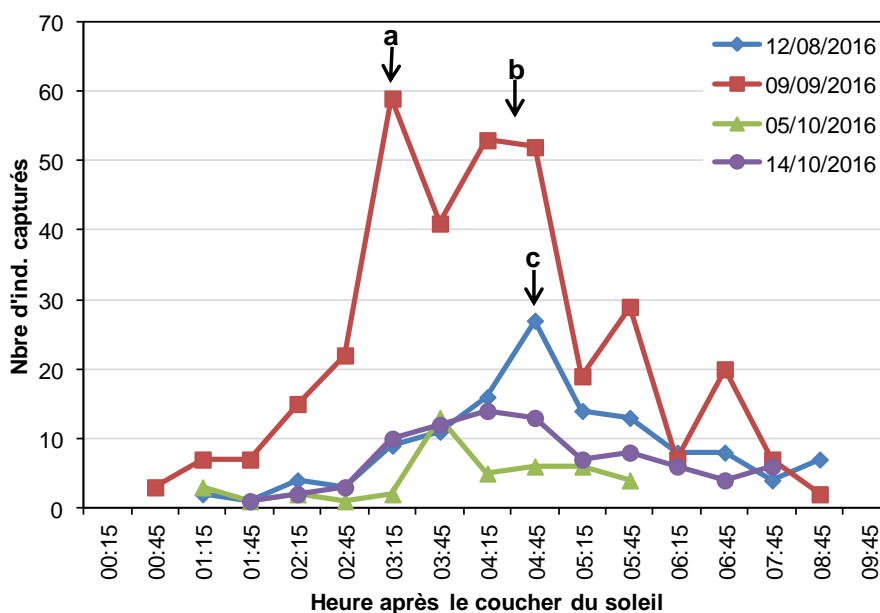


Figure 16 : Distribution des captures de chiroptères à l'entrée des carrières Bapeaume par classe de 30min après le coucher du soleil par nuit de capture.

Pour toutes les espèces, le sex-ratio est toujours nettement déséquilibré en faveur des mâles (fig. 17), à l'exception du Grand Murin, où la différence entre nombre de mâles et nombre de femelles est moins marquée. Par comparaison avec les résultats obtenus en 2015, la proportion de femelles est cependant plus élevée pour toutes les espèces, à l'exception du Grand Murin également.

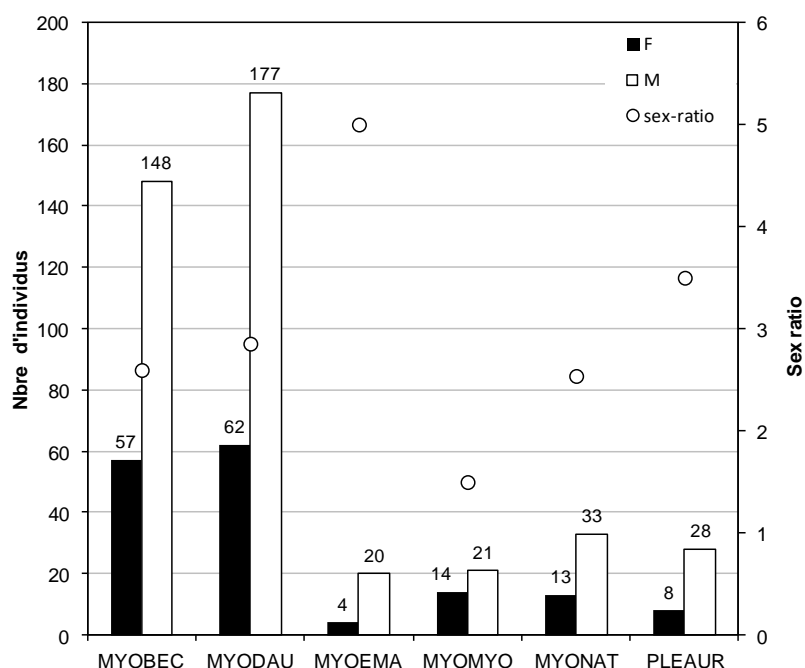


Figure 17 : Nombre d'individus capturés par sexe et sex-ratio pour 6 taxons.

Myodau : Murin de Daubenton, Myobec : Murin de Bechstein, Myonat : Murin de Natterer, Myoema : Murin à oreilles échancrées, Myomyo : Grand Murin, Pleaur : Oreillard roux.

En effet, le sex-ratio varie pour chaque taxon en fonction de la date de capture (fig. 18). Celui-ci a tendance à diminuer à l'approche de l'automne chez le Murin de Daubenton et le Murin de Bechstein (la proportion de femelles augmente), même si la capture du 5 octobre fournit un résultat non significatif pour le second vu le faible nombre d'individus capturés. Pour les autres espèces, les effectifs capturés sont trop réduits et les données insuffisantes en 2016 pour pouvoir mettre en évidence une quelconque évolution du sex-ratio au cours du temps.

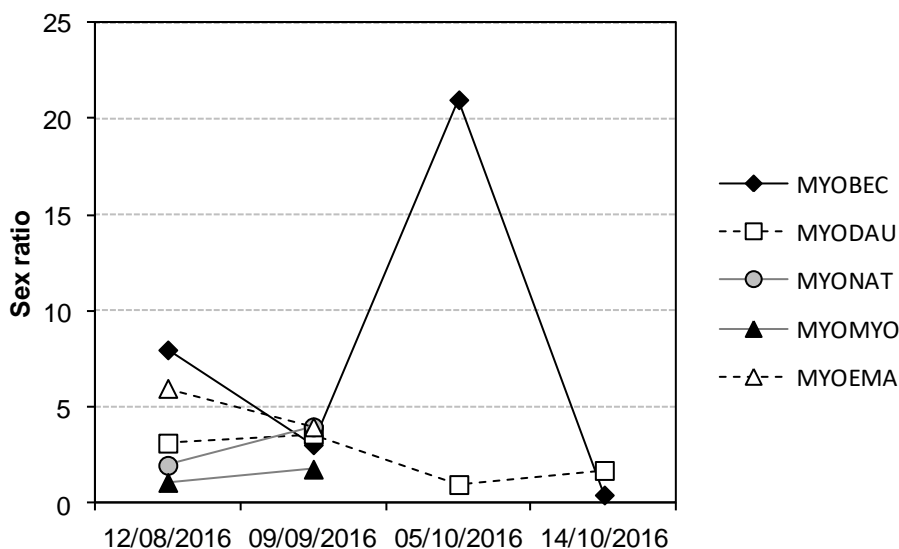


Figure 18 : Evolution du sex-ratio en fonction des dates de capture pour les trois espèces majoritaires et deux espèces secondaires.

Chez toutes les espèces, les adultes constituent encore la classe d'âge la plus représentée (fig. 19), même s'il est parfois très difficile de distinguer les subadultes, voire les juvéniles des adultes (cf. bilan du suivi 2015 pour plus de détails). Chez le Murin de Daubenton, le nombre de juvéniles et de subadultes est nettement plus important que chez les autres espèces, et particulièrement élevé lors de la nuit du 9 septembre (fig. 20). Comme en 2015, la proportion de juvéniles et de subadultes capturés

augmentent très nettement en octobre, en raison d'une forte diminution du nombre d'adultes, au point que les adultes soient minoritaires le 14 octobre.

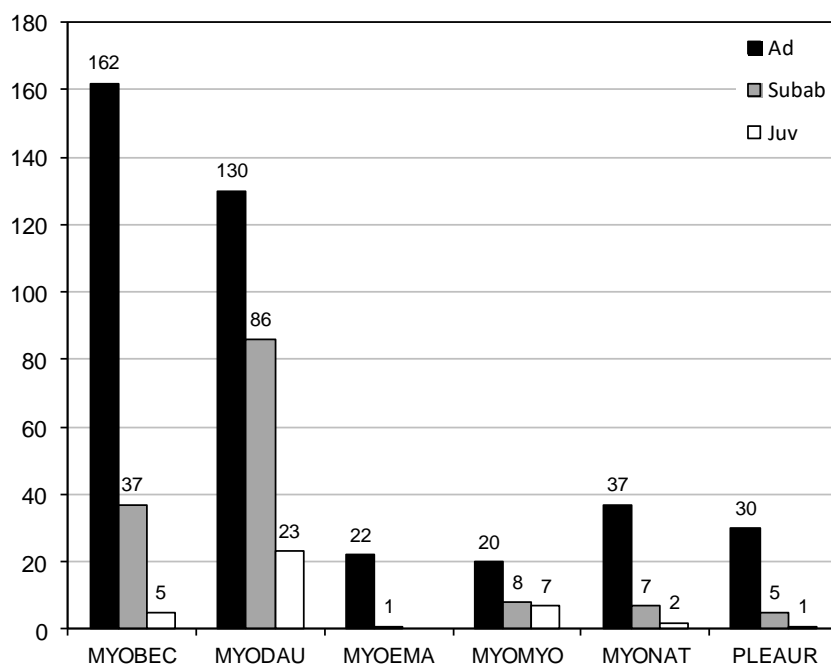


Figure 19 : Distribution par classe d'âge chez les trois espèces majoritaires et trois espèces secondaires en 2016. (Ad = adultes, Subad = Subadultes, Juv = juvéniles)

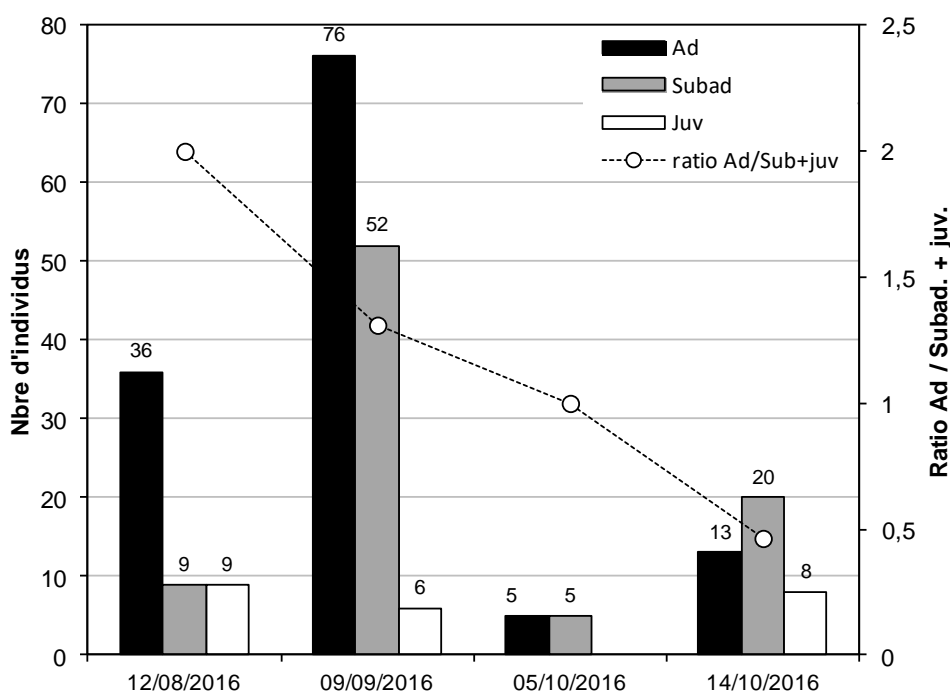


Figure 20 : Evolution du ratio [adultes / (subadultes + juvéniles)] chez le Murin de Daubenton lors des 4 séances de capture réalisées en 2016.

4 Discussion

4.1 Enregistrements acoustiques aux carrières Bapeaume

Le suivi de l'activité acoustique réalisé en 2016 aux entrées des carrières Bapeaume permet de mettre en évidence que l'activité de swarming débute au cours de la seconde décennie d'août pour se terminer fin octobre. Il est cependant probable que la fin de l'activité de swarming soit dépendante des conditions météorologiques de l'automne. Il est possible qu'il subsiste une activité résiduelle au cours de la première décennie de novembre si les conditions sont favorables, à l'instar de ce qui a pu être observé outre Manche (Parsons *et al.*, 2003b). Ce suivi a également permis de confirmer la nécessité de réaliser des séances de captures de début août à fin octobre afin de mieux cerner la fréquentation du site par les différentes espèces et en choisissant des nuits où les conditions météorologiques sont clémentes (voir § suivant).

La durée de la période de swarming correspond globalement aux données disponibles dans la bibliographie pour les espèces européennes (cf. Parsons *et al.*, 2003b ; Patthey, 2014 ; Dietz & Kiefer, 2015), si ce n'est qu'au Nord et à l'Est de l'Europe celle-ci est un peu écourtée en raison de températures plus basses en automne à partir de la mi-octobre et peut débuter un peu plus tôt à la fin de juillet en altitude et dans l'Est de l'Europe (Zukal *et al.*, 2017).

L'activité de swarming varie en fonction des nuits, ce qui est observé à l'entrée de la plupart des cavités souterraines utilisées à cette période de l'année (Degn *et al.*, 1995 ; Parsons *et al.* 2003b ; Berková & Zukal, 2006 & 2010 ; Patthey, 2014). La combinaison de trois variables météorologiques, la température moyenne, la vitesse moyenne du vent et la présence ou absence de précipitation, expliquent ici 52% des variations de l'activité de swarming mesurée aux entrées des carrières Bapeaume en fin d'été et au début de l'automne 2016.

En Suisse, Patthey (2014) obtient les mêmes résultats avec les mesures d'activités effectuées à l'entrée d'un gouffre jurassien où l'Oreillard roux représente l'espèce dominante. Les variables mesurées étaient quelque peu différentes : vitesse moyenne du vent des 5 premières heures de la nuit, température minimale des 5 premières heures de la nuit et cumul des précipitations des 5 premières heures de la nuit. Le modèle prédictif incluant la date (julienne) obtient des performances excellentes. En République tchèque, Berková & Zukal (2010) montre qu'en période de swarming (5 septembre – 14 novembre) l'activité enregistrée à l'entrée du plus grand site de rassemblement automnal du pays est influencée par la température moyenne de la journée, la pression atmosphérique moyenne de la journée et le cumul journalier des pluies. En Angleterre, l'activité de swarming semble dépendre de la température maximum de la journée et du cumul journalier des pluies (Parsons *et al.*, 2003b). La seule autre variable prise en considération était la température minimale.

L'influence de la température a été montrée dans toutes les études. Il est probable que ce soit les températures enregistrées lors de l'émergence et des premières heures de la nuit qui influencent leur décision de se regrouper ou non (Parsons *et al.* 2003b). Dans le suivi réalisé aux carrières Bapeaume, l'activité de swarming semble stopper lorsque la température moyenne atteint les 8°C, ce qui correspond généralement à une température maximum d'environ 11°C en début de nuit. Parsons *et al.* (*op. cit.*) obtiennent une valeur minimale de 13°C. Deux hypothèses non exclusives peuvent expliquer l'importance des températures : soit des températures plus basses conditionnent l'entrée en léthargie (Erkert, 1982) et déclenchent l'arrêt de l'activité de swarming, soit l'activité entomologique étant supérieure lorsque les températures sont élevées, les chauves-souris arrivent plus rapidement à satiété avant un vol énergétiquement coûteux pour gagner le site de regroupement, effectuer le swarming et regagner leurs gîtes diurnes qui peuvent être distants de plusieurs dizaines de kilomètres (Parsons *et al.* 2003b). Cette dernière hypothèse est confortée par le fait que les animaux doivent aussi accumuler des réserves graisseuses à cette période avant d'entamer l'hibernation.

La pluie a un effet controversé sur l'activité des chauves-souris. Certains considèrent que son influence est négligeable sur l'activité de chasse et d'autres montrent le contraire. En fait tout dépend de la quantité et du type de précipitation, entre petit crachin et forte pluie. En période de swarming, Parsons *et al.* (2003b), à l'instar de Patthey (2014), mettent clairement en évidence que la pluviométrie

est le meilleur prédicteur de l'arrêt du swarming, notamment lorsque le cumul atteint 15mm/jour. D'autres auteurs montrent qu'au contraire elle n'a aucune influence (Navo *et al.*, 2002, Berkova & Zukal, 2006). Cependant la topographie de l'entrée des sites étudiés doit fortement influencer ces résultats. Lorsqu'un grand porche se trouve à l'entrée des sites, les chauves-souris sont abritées, l'activité peut dès lors conserver un niveau élevé et peut ne concerner que des animaux locaux. Il est possible malgré tout que l'activité se maintienne à un niveau élevé si les chauves-souris se sont rendues sur les sites de regroupement avant l'arrivée de la pluie et que celle-ci est faible.

Les effets du vent sont connus pour être très négatifs sur l'activité de chasse des chauves-souris (Ciechanowski *et al.*, 2007 pour revue), notamment pour celles qui pratiquent la poursuite aérienne, ainsi que sur les déplacements en hauteur et sur de longues distances, notamment en période migratoire (Bach *et al.*, 2017, Behr *et al.*, 2017). A priori, seules les mesures effectuées en Suisse (Patthey, 2014) et aux carrières Bapeaume semblent montrer que la vitesse moyenne du vent a aussi une influence sur l'activité de swarming, conjuguées à la température et à la pluie. Pourtant il ne semble pas surprenant que le vent ait une influence négative sur le choix effectué par les chauves-souris en début de nuit pour rejoindre ou non les sites de regroupement pour des raisons énergétiques. Une vitesse de vent atteignant les 20 km/h réduit les possibilités d'alimentation en début de nuit à une période déterminante pour l'accumulation de réserves avant l'hibernation, et augmente le coût énergétique des déplacements vers le site de regroupement, qui peut être distants de plusieurs dizaines kilomètres des gîtes diurnes de certaines colonies d'espèces forestières. Ce coût est d'autant plus élevé lorsque les corridors boisés conduisant au site sont discontinus.

Plusieurs études suggèrent que la pression atmosphérique pourrait être corrélée positivement avec l'activité des chauves-souris (Milne *et al.*, 2005 ; Wolcott & Vulinec, 2012 ; Bender & Hartman, 2015) y compris sur les sites de swarming (Berková & Zukal, 2010). Ici la pression atmosphérique moyenne ne semble pas influencer significativement l'activité alors que la dégradation des conditions météorologiques est le plus souvent associée en Normandie à l'arrivée de dépressions venant de l'Ouest et donc à une baisse des pressions. Cette variable devrait théoriquement être aussi corrélée positivement avec l'activité.

Afin d'obtenir plus de données qui permettront d'effectuer des analyses statistiques plus robustes et d'apprécier les variations interannuelles, il serait souhaitable de renouveler ce suivi acoustique plusieurs années consécutives.

4.2 Capture au filet des carrières Bapeaume

Les résultats des captures effectuées en 2016 confirment en partie ceux obtenus lors de séances réalisées par le GMN en 2004, 2010, 2014 et 2015 (GMN, non publié), à savoir que le Murin de Daubenton et le Murin de Bechstein représentent les deux espèces majoritairement capturées aux entrées des carrières Bapeaume. Par contre, les effectifs du Murin de Natterer capturés en 2016 sont nettement inférieurs à ceux de 2015 et de la séance réalisée le 29/09/2014 (72 individus) sans qu'aucune raison ne permette d'expliquer cette diminution. Peut-être que cette espèce fréquente moins systématiquement le site que les deux autres, hypothèse déjà formulée en 2015, et que d'autres facteurs déterminent sa venue en nombre sur le site.

Les effectifs de Murin de Bechstein et de Murin de Daubenton sont toujours particulièrement importants au regard des données publiées en France et en Europe avec un record de 123 Murins de Bechstein capturés en une soirée !

Le statut d'espèces "secondaires" est encore confirmé pour le Murin à oreilles échancrées, le Grand Murin et l'Oreillard roux mais les effectifs des deux dernières ont doublé (respectivement x1,7 et x2,3) par rapport à 2015 alors que celui du Murin à oreilles échancrées a quelque peu diminué. Cependant les résultats étant très dépendant de la date et des conditions météorologiques rencontrées pendant les séances, ces variations sont à considérer avec prudence et ne reflètent pas forcément la fréquentation réelle du site par ces espèces au cours de la saison.

Pour ces six espèces, les effectifs capturés en fin d'été et en automne sont toujours très différents de ceux observés en période d'hibernation (tab. 3) ce qui est concordant avec les observations réalisées sur plusieurs sites en Angleterre (Glover & Altringham, 2008) et en France (Farcy *et al.* 2004 ; Le Houédec *et al.*, 2008) mais en désaccord avec celles de van Schaik *et al.* (2015) aux Pays-Bas qui concluent que les chauves-souris « swarment » où elles hibernent³. Cependant, il est possible que l'effectif présent en hiver soit sous-estimé pour les espèces occupant des fissures, ici les deux espèces dominantes, le Murin de Natterer, le Grand Murin et peut-être l'Oreillard roux, mais pas pour le Murin à oreilles échancrées qui n'utilise que rarement les fissures.

Tableau 3 : Effectifs maximum observés pour chaque espèce en hibernation aux carrières Bapeaume de 2013 à 2016 (eff. maximum toutes espèces confondues = 54 inds. en 2013) et effectifs capturés en 2016.

	Hibernation	Fréquentation estivale et automnale 2016
Grand Rhinolophe	9	1
Grand Murin	17	33
Murin de Bechstein	4	206
Murin de Daubenton	14	240
Murin de Natterer	7	49
Murin à moustaches	34	6
Murin à oreilles échancrées	9	23
Oreillard roux	1	39

Concernant le Grand Rhinolophe, la capture d'un nouveau mâle juvénile confirme que cette espèce se reproduit encore dans la vallée de l'Iton. Il s'agit de la seconde preuve de reproduction recueillie localement après celle d'un mâle juvénile capturé le 28/08/2015.

Comme en 2015 aucune Pipistrelle commune n'a été capturée alors qu'elle fréquente activement le site en début de nuit. A contrario, 6 Sérotines communes ont été capturées le 12/08 et le 09/09 ce qui constituent les premières données sur le site ! Ceci montre que cette espèce peut fréquenter le site en août jusqu'à début septembre. Il s'agissait de mâles (3) présentant une activité sexuelle évidente d'après le volume des testicules, d'une femelle adulte multipare et d'une femelle subadulte ou juvénile nullipare. Les accouplements interviendraient en septembre et octobre (Dietz & Kiefer, 2015) mais très peu de données sont disponibles. Il serait possible qu'ils soient en fait plus précoces, à l'instar de ceux de la Pipistrelle commune et de la Sérotine de Nillson qui débutent fin juillet.

Si l'évolution temporelle de la fréquentation du site par les trois espèces majoritaires coïncide globalement avec les observations réalisées ailleurs (cf. bilan 2015), les résultats obtenus en 2016 montrent que le swarming du Murin de Bechstein débute dès la première décade d'août et peut se prolonger jusqu'à mi octobre au moins et la fréquentation du site est toujours importante à cette date par le Murin de Daubenton, même si les juvéniles et les subadultes dominent pour cette dernière espèce. Il est possible que les conditions climatiques, plus favorables en Normandie que dans le Nord et l'Est de l'Europe en automne, favorisent un étalement de la période de swarming chez ces deux taxons.

A contrario, la proportion de Murin de Natterer observée en octobre était faible alors que théoriquement elle devrait être plus élevée que celle des deux autres espèces en fin de saison d'après les informations disponibles sur la phénologie du swarming de ce murin en Angleterre, en Allemagne, en Pologne et en Lettonie (cf. Parsons *et al.* 2003b, Rivers *et al.*, 2006 ; Šuba *et al.*, 2008 ; Kohyt *et al.*, 2016).

³ Les effectifs capturés en activité de swarming sur les sites étudiés sont très faibles et il est probable qu'en France ceux-ci ne soient pas considérés comme des sites de regroupements automnaux.

Concernant le Grand Murin, l'effectif plus important capturé en 2016, toujours supérieur à celui observé en hibernation, pose toujours question. S'il n'est pas certain que le regroupement constaté ici joue un rôle dans le processus de reproduction dans la mesure où la stratégie d'accouplement est différente des autres espèces de murins (Zahn & Dippel, 1997), il doit avoir un rôle social important. Malgré tout, 9 mâles présentaient des signes d'activité sexuelle marquée ce qui suggère que des accouplements pourraient tout de même avoir lieu dans le réseau souterrain, d'autant que la période de présence correspond approximativement au pic de fréquentation des sites souterrains observés dans le sud de l'Allemagne (Nagel *et al.*, 2005) au cours de la 3^{ème} décennie d'août (Dietz & Kiefer, 2015).

Concernant l'Oreillard roux, le rassemblement semble être plus important que ne le suggéraient les résultats des suivis antérieurs et la forte proportion de mâles, dont certains étaient sexuellement actifs, accrédite la thèse d'une activité de swarming également pour cette espèce. Comme le Murin de Natterer, il est possible que l'Oreillard roux fréquente moins systématiquement le site et que d'autres facteurs déterminent sa venue sur le site. Comme les accouplements se poursuivent au printemps lors de la sortie de l'hibernation (Furmankiewicz, 2008 ; Furmankiewicz *et al.*, 2013), il pourrait être pertinent de réaliser une ou deux séances de capture à cette période pour obtenir des informations complémentaires sur la fréquentation du site par cette espèce.

Les données obtenues en 2016 à propos du Murin à oreilles échancrées n'apportent aucun élément nouveau mais confirme que l'effectif présent en fin d'été est toujours supérieur à celui présent en hibernation.

La fréquentation horaire du site relevée en 2016 n'apporte pas d'élément nouveau si ce n'est que celle-ci paraît plus étalée sur la plage horaire 3h15 – 4h45 après le coucher du soleil mais ceci est fortement influencé par la capture du 9 septembre et des pics peu marqués lors des autres séances. L'observation d'un deuxième pic d'activité vers 5h45 est confirmée lorsque la fréquentation est importante (cf. bilan 2015).

Le déséquilibre du sex-ratio en faveur des mâles, toutes espèces confondues, est moins important qu'en 2016, ce qui semble difficile à expliquer, si ce n'est par le fait qu'une seule capture a été effectuée dans de bonnes conditions lors de l'activité maximale de swarming où la proportion de mâles est toujours très élevée. Aucun élément n'a été trouvé dans la bibliographie pour avancer une quelconque hypothèse.

Chez le Murin de Bechstein, mais surtout chez le Murin de Daubenton les proportions de juvéniles et de subadultes sont plus élevées qu'en 2015. Là encore il est difficile d'expliquer ces variations. Est-ce que le succès reproducteur et/ou la survie juvénile de ces deux espèces étaient plus élevée en 2015 et 2016 ? Pour le Murin de Bechstein aucun élément ne permet d'étayer cette hypothèse dans la mesure où les effectifs des populations et leurs tendances démographiques sont inconnus. Pour le Murin de Daubenton, le suivi des sites d'hibernations ne montre pas d'augmentation des effectifs ces dernières années. Au contraire, ceux-ci semblent stables ou en léger déclin (GMN, données non publiées).

L'augmentation de la proportion de juvéniles et de subadultes au mois d'octobre chez le Murin de Daubenton est confirmée en 2016.

L'objectif de ce suivi programmé sur trois années consécutives est de réaliser au moins une séance de capture par décennie d'août à début novembre afin d'apprécier les variations de fréquentation du site à cette période (tab. 4). Les séances réalisées en 2016 ont permis d'atteindre les objectifs fixés même si une séance n'a pas été réalisée dans des conditions optimales.

Tableau 4 : Calendrier par décade des séances de captures réalisées et prévues aux entrées des carrières Bapeaume dans le cadre de ce suivi (pour les années 2015 à 2017).

		août			septembre			octobre			novembre		
décade		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
années	2004					X							
	2010						X						
	2014						X						
	2015			X		X		X		X			
	2016		X		X			X	X				
	2017	X		X	X	(X)			X		(X)		
	total	1	1	2	2	3	2	2	2	1	1		17

5 Conclusion

En 2016, aucun suivi n’a pu être réalisé au niveau de la cavité Potier en raison de problème matériel et d’un manque de moyens humains. Le suivi de l’activité estivale et automnale effectué aux carrières Bapeaume aura permis :

- de montrer que la période de swarming, toutes espèces confondues, s’étale ici de la mi-août à fin octobre ;
- de mettre en évidence l’influence combinée de la température, du vent et de la pluie sur l’activité de swarming grâce aux résultats du suivi acoustique confrontés aux données météorologiques ;
- de confirmer la dominance des Murins de Daubenton et de Bechstein, avec des records de respectivement 136 et 123 individus capturés en une seule nuit ;
- -de constater la baisse de la fréquentation par le Murin de Natterer, sans explication évidente ;
- de mettre en évidence une activité de swarming d’Oreillard roux, insoupçonnée jusqu’alors ;
- de montrer que l’activité de swarming du Murin de Bechstein débute au cours de la seconde décade d’août et se prolonge jusque mi octobre contrairement à ce qui est mentionné dans la bibliographie ;
- de montrer que les proportions de femelles, d’individus subadultes et juvéniles peuvent varier en fonction des années ;
- de mettre en évidence la présence de la Sérotine commune sur le site en août ;
- d’obtenir une seconde preuve de reproduction "locale" du Grand Rhinolophe.

Une séance de capture au filet sera programmée à la cavité Potier et le programme de capture prévu aux carrières Bapeaume se poursuivra en 2017 afin de compléter les connaissances acquises.

Références bibliographiques

- BACH P., NIERMANN I. & BACH L. (2017) - Impact of wind speed on the activity of bats-at the coast and inland. Poster EBRS 2017, Donostia, The Basque Country, 1 - 5. August 2017.
- BAUEROVA Z. & ZIMA, J. (1988) - Seasonal changes in visits to a cave by bats. *Folia Zoologica*, 37: 97–111.
- BEHR O., BRINKMANN R. & HOCHRADEL K. (2017) - Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms: A Model Based Approach. In *Wind Energy and Wildlife Interactions, Presentations from the CWW2015 Conference*, Johann Köppel editor, Springer ed. : pp 135-160.
- BENDER M.J. & HARTMAN G.D. (2015) - Bat Activity Increases with Barometric Pressure and Temperature during Autumn in Central Georgia. *Southeastern Naturalist*, 14 : 231–242.
- BERKOVA A. & ZUKAL J. (2004) - Seasonal changes in flight activity of bats at the entrance of the Kateřinská cave revealed by an automatic monitoring system. *Vespertilio*, 8 : 45-54.
- BERKOVÁ H. & ZUKAL J. (2006) - Flight activity of bats at the entrance of a natural cave. *Acta Chiropterologica*, 8 : 187–195.
- BERKOVÁ H. & ZUKAL J. (2010) - Cave visitation by temperate zone bats: effects of climatic factors. *Journal of Zoology*, 280 : 387–395.
- CIECHANOWSKI M., ZAJAC T., BILAS A. & DUNAJSKI, R., (2007) - Spatiotemporal variation in activity of bat species differing in hunting tactics: effects of weather, moonlight, food abundance and structural clutter. *Can. J. Zool.*, 85 : 1249-1263.
- DEGN H. J., ANDERSEN B. B. & BAAGØE H. J. (1995) - Automatic registration of bat activity through the year at Monsted Limestone Mine, Denmark. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 60 : 129-135.
- DIETZ C. & KIEFER A. (2015) - Chauves-souris d'Europe - connaître, identifier, protéger. Delachaux & Niestlé, 400 p.
- DIETZ C., VON HELVERSEN O. & NILL D. (2007) - L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux & Niestlé, 399 p.
- ERKERT H. G. (1982). Ecological aspects of bat activity rhythms. In *Ecology of bats*, Kunz, T. H. (Ed.). New York : Plenum: pp 201–242.
- Press.
- FARCY O. (2013) - Bilan de 3 années consécutives de captures lors du regroupement automnal dans une ancienne ardoisière du Morbihan. Bretagne Vivante, 12 p.
- FARCY O., JAMAULT R., LE BRIS Y., LE MOUËL A. ET LE HOUËDEC A. (2004) - Première évaluation de l'intérêt de 8 sites pour le regroupement automnal des chauves-souris en Bretagne. Bretagne Vivante, 15 p. + annexes. Revu en 2010.
- FARCY O., RUBENS F. & TOUZALIN F. (2014) - Étude du regroupement automnal chez *Myotis Myotis* dans le Morbihan, Bretagne, France. Bretagne Vivante, 13 p.
- FENTON M. B. (1969) - Summer activity of *Myotis lucifugus* (Chiroptera:Vespertilionidae) at hibernacula in Ontario and Quebec. *Can. J. Zool.*, 47 : 597-602.
- FURMANKIEWICZ J. & GÓRNIK, J. (2002) - Seasonal changes in number and diversity of bat species (Chiroptera) in the Stolec mine (SW Poland). *Przyroda Sudetów Zachodnich* (Suppl 2), 49–70.
- FURMANKIEWICZ J. (2008) - Population size, catchment area, and sex-influenced differences in autumn and spring swarming of the brown long-eared bat (*Plecotus auritus*). *Can. J. Zool.*, 86 : 207–216.
- FURMANKIEWICZ J., DUMA K., MANIAS K. & BOROWIEC M. (2013) - Reproductive Status and Vocalisation in Swarming Bats Indicate a Mating Function of Swarming and an Extended Mating Period in *Plecotus auritus*. *Acta Chiropterologica*, 15: 371–385.
- GLOVER A. & ALTRINGHAM J. (2008) - Cave selection and use by swarming bat species. *Biological Conservation*, 141 : 1493 – 1504.
- GROUPE MAMMALOGIQUE NORMAND (2004) – Mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition. 2^{ème} ed, Groupe Mammalogique Normand, Condé-sur-Noireau, 306 p.
- HALL J.S; & BRENNER F.J. (1968) - Summer netting of bats at a cave in Pennsylvania. *J. Mammal.* 49: 779-781.
- HARRJE C. (1994) - Etho-ökologische Untersuchung der ganzjährigen Aktivität von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentoni* Kuhl, 1819) am Winterquartier. Mitt. natf. Ges. Schaft hausen 39: 15–52.
- KERTH G., KIEFER A., TRAPPMANN C. & WEISHAAR M. (2003) - High gene diversity at swarming sites suggest hot spots for gene flow in the endangered Bechstein's bat. *Conservation Genetics*, 4: 491-499.
- KOBYT J., ROZIK A., KOZAKIEWICZ K., PERESWIET-SOLTAN A. & GUBALA W.J. (2016) - Activity pattern and fat accumulation strategy of the Natterer's bat (Vespertilionidae, Chiroptera) swarming population indicate the exact time of male mating effort. *Mammal Research*, 61 : 383–389.
- KOUDELKA M. & BARTONICKA T. (2006) - Occurrence of bats (Chiroptera) in the surroundings of the Javoříčko and Mladeč Caves outside the hibernation season. *Vespertilio*, 9-10 : 137–150.
- KUNZ T. H. & KURTA A. (1982) – Capture methods and holding devices pp.1-29 in *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, 1st ed., KUNZ T.H. [ed.], Washington DC : Smithsonian Institution., 533 p.
- KUNZ T.H., HODGKISON R. & WEISE C. (2009) – Methods of capturing and handling bats pp.3-35 in *Ecological and behavioural methods for the study of bats* 2nd ed., KUNZ T. H. & PARSONS S. [ed.], The John Hopkins University Press, 901 p. ISBN 10: 0-8018-9147-7.
- LE HOUËDEC A., PETIT E. & JAMAULT R. (2008) - Étude complémentaire sur un site urbain de swarming – Fougères, Ille et Vilaine, France. Bretagne Vivante, 48 p.
- MARMET J. (2015) – Cahier technique pour l'identification des chiroptères en main et le relevé de données. 2^{nde} version, août 2015. MNHN, Groupes chiroptères régionaux SFEPF, FCEN, ONF, 126 p.
- MILNE D.J., FISHER A., RAINEY I. & PAVEY C. R. (2005) - Temporal patterns of bats in the top end of the Northern Territory, Australia. *Journal of Mammalogy*, 86 :909–920.
- MITCHELL-JONES A. J. & MCLEISH A. P. (2004) – The Bat Workers' Manual. Third edition, The Joint Nature Conservation Committee, 178 p.

- NAGEL A., NAGEL R., WUNSCH E., SCHMID M. & SCHMIT, W. (2005) - Swarming behaviour in *Myotis myotis* - Phenology and relation between different types of roost in the Swabian Alp (SW Germany). *Abstracts of the X European Bat research symposium* (Galway, Ireland, 21–26 August 2005).
- NAVO K.W., HENRY S.G. & INGERSOLL T.E. (2002) – Observations of swarming by bats and band recoveries in Colorado. *West. N. Am. Nat.*, 62 : 124–126.
- PARSONS K.N., JONES G., DAVIDSON-WATTS I. & GREENAWAY, F. (2003a) - Swarming of bats at underground sites in Britain - implications for conservation. *Biological Conservation*, 111: 63–70.
- PARSONS, K.N., JONES, G., GREENAWAY, F., (2003b). Swarming activity of temperate zone microchiropteran bats: effects of season, time of night and weather conditions. *Journal of Zoology*, 261: 257–264.
- RICHARDSON P.W. (1994) - A new method of distinguishing Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) up to one year old from adults. *J. Zool. Lond.* 233: 307-344.
- RIVERS, N.M., BUTLIN, R.K. & ALTRINGHAM, J.D. (2006) - Autumn swarming behaviour of Natterer's bats in the UK : Population size, catchment area and dispersal. *Biological Conservation*, 127: 215–226.
- SCHOWALTER D.B. (1980) - Swarming, reproduction, and early hibernation of *Myotis lucifugus* and *M. volans* in Alberta, Canada. *J. Mammal.*, 61: 350-354.
- ŠUBA J., VINTULIS V. & PETERSONS G. (2008) - Late summer and autumn swarming of bats at Sikspārņu caves in Gauja National Park. *Acta Universitatis Latviensis, Biology*, 745 : 43–52.
- VAN SCHAIK J., JANSSEN R., BOSCH T., HAARSMA A.-J., DEKKER J.J. & KRANSTAUBER B. (2015) - Bats Swarm Where They Hibernate: Compositional Similarity between Autumn Swarming and Winter Hibernation Assemblages at Five Underground Sites. *PloS one* 10, e0130850.
- VEITH, M., BEER, N., KIEFER, A., JOHANNESSEN, J. & SEITZ, A. (2004). The role of swarming sites for maintaining gene flow in the brown long-eared bat (*Plecotus auritus*). *Heredity*, 93, 342–349.
- WOLCOTT K.A. & VULINEC K. (2012) - Bat activity at woodland/farmland interfaces in central Delaware. *Northeastern Naturalist*, 19 : 87–98.
- ZAHN, A & DIPPEL, B. (1997) - Male roosting habits and mating behavior of *Myotis myotis*. *J. Zool. London*, 243 : 659-674.
- ZUKAL J., BERKOVÁ H., BANDOUCHOVÁ H., KOVÁČOVÁ V. & PIKULA J. (2017) - Bats and Caves: Activity and Ecology of Bats Wintering in Caves. In *Cave Investigation. Karabulut, S. & Cinku, M.C. (Eds.). InTech. Chap. III, pp. 52-75.*

Annexes

Annexe 1

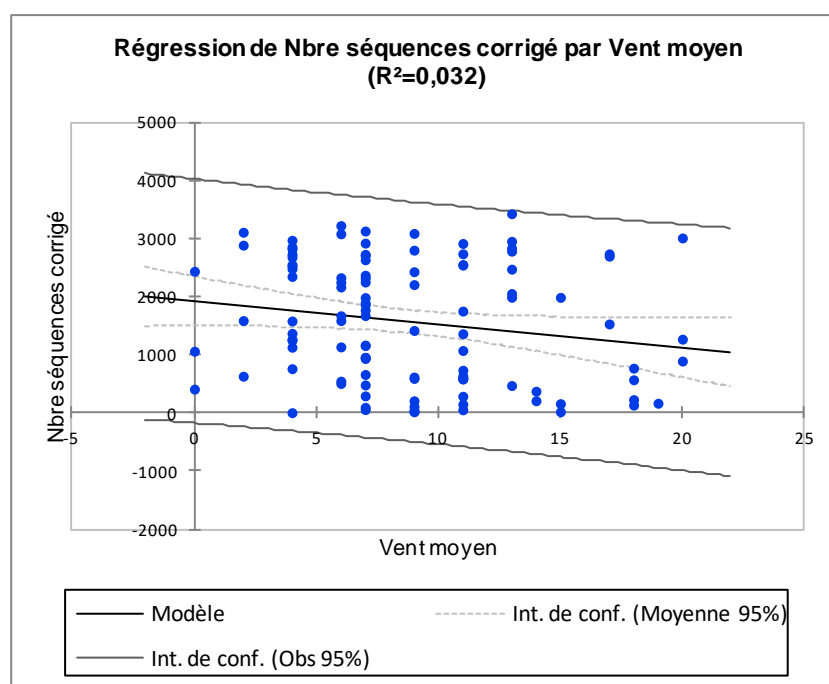
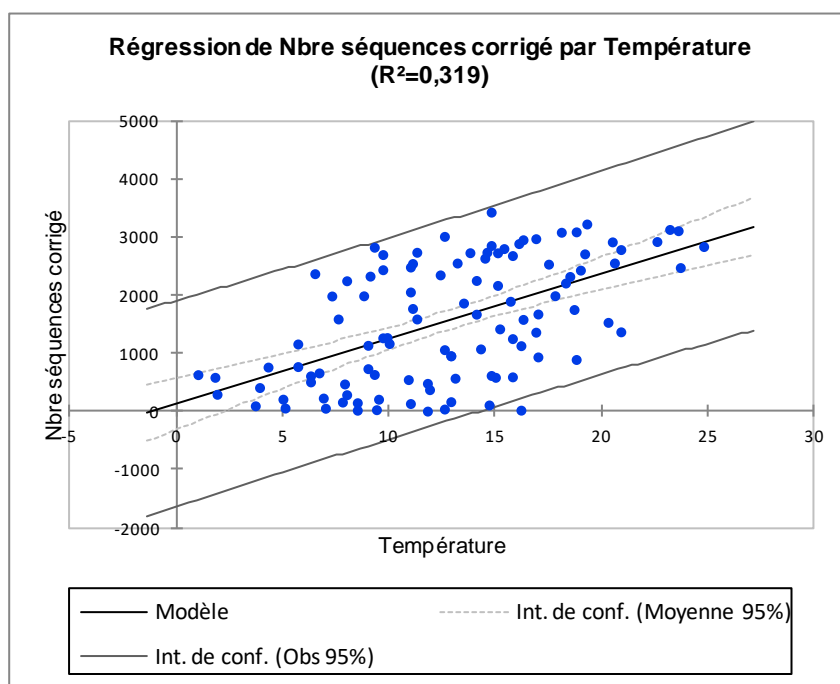
Dérogation portant sur la capture des chiroptères

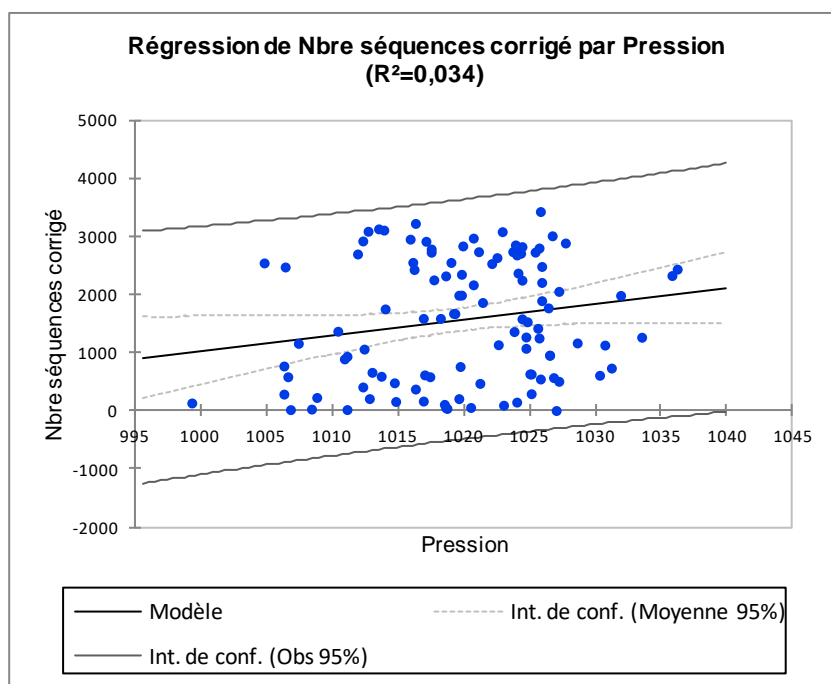
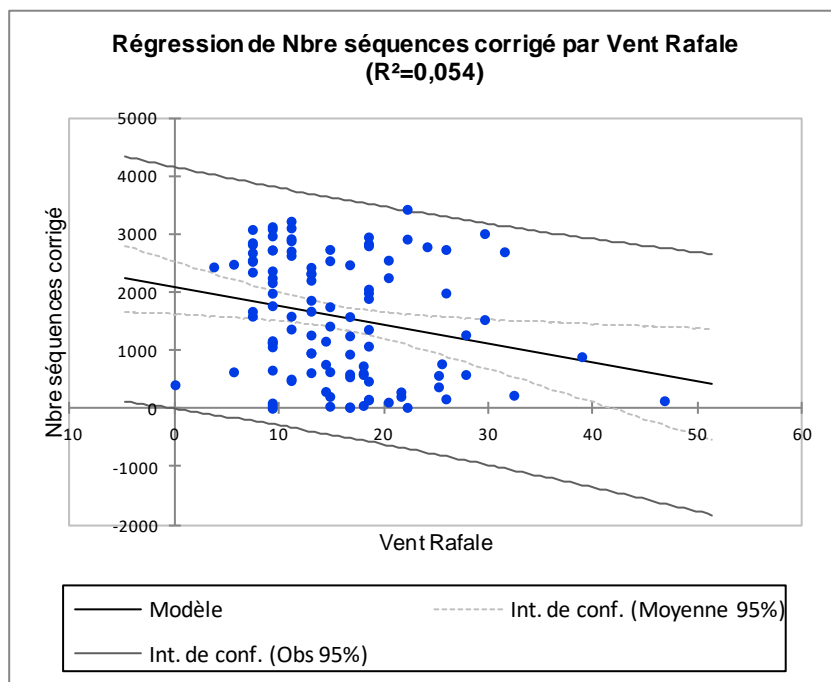
pour le département de l'Eure

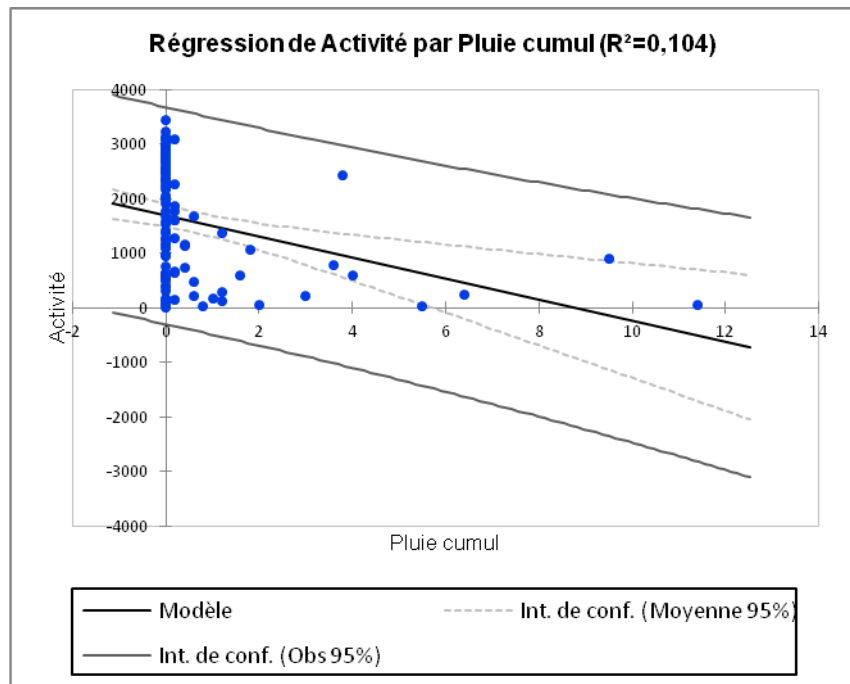
Période 2016-2020

Annexe 2

Régressions du Nombre de séquences corrigées par 5 variables météorologiques







Annexe 2

Statuts juridiques et statuts Liste rouge des chiroptères de Normandie

Nom scientifique	N	Hab II	Hab IV	Br	Bo	LR HN	LRF	LRE	LRM
Chiroptères :									
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	X	X	X	B2	b2	VU	NT	NT	LC
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	X	X	X	B2	b2	EN	LC	NT	LC
<i>Myotis myotis</i>	X	X	X	B2	b2	NT	LC	LC	LC
<i>Myotis daubentoni</i>	X		X	B2	b2	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis mystacinus</i>	X		X	B2	b2	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis brandti</i>	X		X	B2	b2	NA	LC	LC	LC
<i>Myotis alcathoe</i>	X		X	-	-	DD	LC	DD	DD
<i>Myotis emarginatus</i>	X	X	X	B2	b2	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis nattereri</i>	X		X	B2	b2	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis bechsteini</i>	X	X	X	B2	b2	NT	NT	VU	NT
<i>Eptesicus serotinus</i>	X		X	B2	b2	LC	LC	LC	LC
<i>Vespertilio murinus</i>	X		X	B2	b2	DD	DD	LC	LC
<i>Nyctalus noctula</i>	X		X	B2	b2	VU	NT	LC	LC
<i>Nyctalus leisleri</i>	X		X	B2	b2	VU	NT	LC	LC
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X		X	B3	b2	LC	LC	LC	LC
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	X		X	-	-	DD	LC	LC	LC
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	X		X	B2	b2	LC	LC	LC	LC
<i>Pipistrellus nathusii</i>	X		X	B2	b2	NT	NT	LC	LC
<i>Barbastella barbastellus</i>	X	X	X	B2	b2	VU	LC	VU	NT
<i>Plecotus austriacus</i>	X		X	B2	b2	DD	LC	LC	LC
<i>Plecotus auritus</i>	X		X	B2	b2	LC	LC	LC	LC

Légende :

N = Réglementation Nationale Française

Hab II, IV et V = Annexes II, IV et V de la directive de l'Union Européenne "Habitats, Faune, Flore" (X = espèce inscrite)

Br = Annexe II (B2) et III (B3) de la Convention de Berne

Bo = Annexe II de la Convention de Bonn

LRHN = Liste rouge Haute-Normandie

LRF = Liste Rouge des espèces menacées de France

LRE = Liste Rouge Européenne des espèces menacées

LRM = Liste Rouge Mondiale des espèces menacées

Légende des symboles utilisés et résumé des différentes réglementations

I PROTECTION

RÉGLEMENTATION NATIONALE FRANÇAISE

- ◆ Arrêté du 23/04/07 fixant les listes des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire (*JORF du 10/05/2007*), modifié par arrêté le 15/09/2012 (*JORF du 06/10/2012*).

Les espèces de chiroptères inféodées au territoire métropolitain sont protégées en France au titre de l'article L.411-1 du Code de l'Environnement et par l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 (*JORF du 10/05/2007*) qui fixe la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. La protection des sites de reproduction et des aires de repos des espèces est prévue dans le même arrêté du 23 avril 2007 sus cité.

RÉGLEMENTATION INTERNATIONALE

- ◆ *Directive "Habitats-Faune-Flore"* n°92/43/CEE du Conseil du 21/05/92 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. (*JOCE du 22/07/1992*)

Annexe II/a : espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation.

Annexe IV/a : espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte.

Annexe V/a : espèces animales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

- ◆ *Convention de Berne* du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. (*JORF du 28/08/1990 et du 20/08/1996*)

Annexe II : espèces de faune strictement protégées

Annexe III : espèces de faune protégées dont l'exploitation est réglementée.

- ◆ *Convention de Bonn* du 23 juin 1979 relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage. (*JORF du 30/10/1990*)

Annexe I : espèces migratrices menacées, en danger d'extinction, nécessitant une protection immédiate.

Annexe II : espèces migratrices se trouvant dans un état de conservation défavorable et nécessitant l'adoption de mesures de conservation et de gestion appropriées.

II LISTE ROUGE

MONDE, EUROPE, FRANCE, HAUTE-NORMANDIE : catégories IUCN 2001 de menace utilisées

RE : espèce éteinte

CR : En danger critique d'extinction

EN : En danger

VU : Vulnérable

NT : Quasi menacé

LC : Préoccupation mineure

DD : Données insuffisantes

NA : Non applicable

NE : Non évalué

Source : "Liste Rouge des Mammifères de Haute-Normandie". OBHN, GMN, 2013.

"La Liste rouge des espèces menacées en France", IUCN, MNHN, SFEPM, ONCFS, 2009.

"The Status and Distribution of European Mammals" IUCN, 2007

"IUCN Red List of Threatened Animals", 1996, 2000, 2004, 2008, 2013, 2016