

MASTER EN SCIENCES – TECHNOLOGIES – SANTÉ

MENTION BIODIVERSITÉ, ÉCOLOGIE, ÉVOLUTION

**Étude transversale sur l'écologie des chiroptères de
Martinique pour une meilleure connaissance et
conservation de ces mammifères indigènes**

Pauline BASCOLE



Responsable de stage : *Christelle BERANGER*

Co-encadrants : *Julie GRESSER et Baptiste ANGIN*

*Parc Naturel de la Martinique
Maison du Parc Morne Tartenson
97205 Fort-De-France*

Mémoire soutenu le 22 juin 2021

Remerciements:

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble de l'équipe enseignante de l'Université des Antilles, et particulièrement les responsables de formation, **Gladys LORANGER-MERCIRIS** et **Dominique MONTI** pour m'avoir accompagné et soutenu lors de ma recherche de stage. Les recommandations dont j'ai bénéficié m'ont permis d'obtenir un stage en lien avec mon projet professionnel et ainsi je l'espère, obtenir mon diplôme de Master en Gestion de la Biodiversité Terrestre Tropicale.

Je remercie également Monsieur **Denis LOUIS-REGIS** président du Parc Naturel Régional de la Martinique (PNRM) et Monsieur **Maurice VEILLEUR**, directeur du service DBADT, pour m'avoir encouragé, accueilli et soutenu au sein du PNRM.

A ce titre, je tiens à remercier tout particulièrement ma maîtresse de stage, **Christelle BERANGER**, qui m'a été d'une aide précieuse et réconfortante au cours des six mois à ses côtés. Ses conseils avisés, sa mise en confiance, son aide et sa motivation tout au long du stage m'ont poussé à faire de mon mieux pour mener à bien mes missions.

Je remercie l'ensemble de l'équipe du service DBADT pour leurs bonnes humeurs et leur accueil chaleureux. Je remercie tout particulièrement **Yoann PELIS**, mon cher collègue de bureau, pour ses précieux conseils et le soutien qu'il m'a apporté. Merci pour nos longues discussions toujours très captivantes, et surtout pour m'avoir fait découvrir une superbe pâtisserie.

Un grand merci également à mes deux co-encadrants de stage pour leurs conseils et leur expertise avisée. Merci **Julie GRESSER**, ton investissement et ta confiance m'ont permis d'évoluer et de progresser dans l'acheminement de mon projet professionnel. Les petites victoires obtenues pour notre étude, ne sont je l'espère qu'un début. Merci à **Baptiste ANGIN**, sans qui ce stage n'aurait pas été possible. Son savoir-faire en chiroptérologie, son implication durant mes six mois de stage et sa disponibilité m'ont permis de me construire un environnement professionnel rêvé.

Je tiens aussi à remercier **Maurice MIAN** et **Yohan BELROSE**, pour nos moments de partage sur le terrain. Un grand merci à eux pour m'avoir épaulé et conseillé, mais surtout pour m'avoir transmis leur passion et leur engagements pour la protection des chauves-souris de Martinique. Un petit mot spécialement pour toi **Maurice**, tu as été mon rayon de soleil dès mon arrivée en Martinique. Je ne te remercierai jamais assez pour tous ces moments de partage qui signe le début, je l'espère, d'une belle amitié.

UNIVERSITÉ DES ANTILLES

MASTER Biodiversité, Écologie, Évolution

Je remercie également **Laurent JUHEL** et sa compagne pour leurs expertises naturalistes et nos partages de ressources scientifiques et infographiques, je vous dis à très bientôt pour des sessions de canyoning.

Je remercie **Jean BOUILLEAU**, agent de l'OFB, pour notre sortie en "yacht" me permettant ainsi de poursuivre les prospections terrains pour recenser les chiroptères sur le littoral.

Je n'oublie pas non plus de remercier mes relecteurs et correcteurs. Merci **Sabri YAHYAOU**, ton intérêt pour mon stage accompagné de tes précieux conseils ont été une source de motivation lors de ma période de rédaction. Je remercie également ma sœur, **Camille BASCOLE**, qui a toujours été présente pour relire et corriger mes rapports de stage ; bien joué, c'était le dernier ! Merci à ma dernière relectrice, **Cléo BARON**, je devrais te remercier pour bien plus que ta patience et tes corrections sur ce rapport, " mais toi-même tu sais".

Enfin je remercie mes proches et particulièrement, **Marie-Laure CHAUVET, Didier BASCOLE, Antony SORCO, Colette CHAUVET, Laurent PINOT et Enzo MARTINS-CORDEIRO**, leur soutien dans l'élaboration de mon projet professionnel n'est qu'une infime partie de l'aide qu'ils m'ont apportée pendant ces six mois, et depuis toujours.

ERRATUM

Des modifications ont été apportées concernant la partie traitant des éoliennes, pages 21 à 37.

Suite à un contrôle de la DEAL sur le bridage, il s'avère que le bridage mis en place au 1^{er} mai 2021 n'était pas effectif sur les plages horaires attendues à savoir de 18h à 21h mais effectif en journée (horaire France métropolitaine soit entre 12h et 15h).

La mortalité engendrée sur le site du parc GRESS en Martinique présentée dans ce présent rapport reprends la mortalité pour la période du 1^{er} mai au 10 juin 2021 est donc une mortalité sans bridage.

Cette information est importante car les premières données de mortalités remettaient en cause les effets attendus positifs de la mise en place d'un bridage, en début de soirée, sur les éoliennes pour un vent <6m/s.

L'analyse précise du suivi de mortalité avec le bridage effectif est en cours depuis le 10 juin et permettra de vérifier que le bridage en place est suffisant pour ne pas impacter les chauves-souris, espèces protégées en Martinique.

Table des matières :

1) Introduction	1
1.1. Perturbation des services écosystémiques	1
1.2. Conservation des mammifères et la place des chiroptères	1
1.3. Vulnérabilité des milieux insulaires : exemple de la Martinique	1
1.4. Les Chiroptères de Martinique : les actions menées par la SFEPM et le PNRM	2
1.5. Objectifs du stage : étude transversale sur l'écologie des Chiroptères de Martinique pour une meilleure connaissance et prise en compte de ce taxon	2
1.5.1. Objectifs de la première partie : conception et analyse d'une base de données et l'actualisation des suivis de gîte	2
1.5.2. Objectifs de la seconde partie : étude du cycle de reproduction de deux espèces de chauves-souris (<i>M. martiniquensis</i> & <i>N. leporinus</i>)	3
1.5.3. Objectifs de la troisième partie : étude des impacts des éoliennes sur la chiroptérofaune	4
2) Contexte de l'étude	5
1. Sujet biologique : les chauves-souris de Martinique	5
1.1. Les chiroptères de Martinique, seuls mammifères indigènes de l'île	5
1.2. Statut de protection	6
1.3. Régime alimentaire	6
2. Zone d'étude : la Martinique	7
2.1. Géographie de l'île	7
2.2. Le climat	7
2.3. Diversité des paysages	7
2.4. Un hotspots de biodiversité	8
3) Matériels & méthodes	8
1. Partie 1 : Base de données (BDD) et actualisation des suivis de gîtes	8
1.1 Conception d'une nouvelle BDD	8
1.2 Actualisation des données sur les gîtes	9
1.2.1 Panel de gîtes	9
1.2.2 Protocole de suivi de gîte	10
1.2.3 Réévaluation de l'intérêt chiroptérologique des gîtes et leurs hiérarchisation	10
2. Partie 2 : Etude du cycle biologique de deux espèces de chiroptères	13
2.1 Choix des espèces	13
2.2 Gîte Pont Ravine Manoël sur la Commune du Diamant, étude du Murin de la Martinique	13
2.3 Gîte Four à Chaux sur la commune de Sainte-Anne, étude du Noctilion pêcheur	14
3. Partie 3 : Impact des éoliennes sur les chauves-souris aux Petites Antilles	14
3.1 Recherches et synthèse bibliographiques	14
3.2 Le parc éolien de Grand Rivière (GRESS) en Martinique	14
3.3 Prospection du gîte à proximité du parc éolien de Grand'Rivière : le Tunnel Beauséjour	15

3) Résultats	15
1. Partie 1 : Base de données (BDD) et actualisation des suivis de gîtes	15
1.1. Nouvelle base de donnée	15
1.2. Evolution des effectifs de populations sur les gîtes	16
1.2.1. Nombre de suivis réalisés et liste des gîtes prospectés	16
1.2.1.1 Répartitions des espèces dans les gîtes	16
1.2.2. Graphique de l'évolution des populations dans trois gîtes	16
1.2.2.1 Gîte Clocher du Prêcheur	17
1.2.2.2 Gîte La Semair	17
1.2.2.3 Gîte Grotte de l'Anse Belleville	18
1.2.3. Réévaluation de l'intérêt chiroptérologique des gîtes et hiérarchisation des notes	18
2. Partie 2 : Etude du cycle biologiques de deux espèces de chiroptère	19
2.1. Evolution de la population de <i>M. martiniquensis</i> sur le gîte Pont Ravine Manoël	19
2.2. Évolution de la population de <i>N. leporinus</i> sur le gîte Four à Chaux	21
3. Partie 3 : Impact des éoliennes sur les chauves-souris aux Petites Antilles	21
3.1 Synthèse bibliographique (annexe)	22
3.2 Evolution, répartition et état des lieux de l'impact des éoliennes sur le parc GRESS de Martinique (tableau de synthèse et graphique)	22
3.3 Evolution du gîte à proximité du parc éolien : Tunnel Beauséjour	25
4) Discussion	26
1. Partie 1 : Base de données et actualisation des suivis de gîtes	26
Perspective et évolution de la base de données	26
Etat des populations de chiroptères dans les gîtes, nouvelles méthodes de prospections	26
Etat des populations de chiroptères dans les gîtes, menaces et mesures de conservations	27
Dégradation alarmante de l'intérêt chiroptérologique des gîtes	29
Actions de sensibilisation et médiation	30
2. Partie 2 : Etude du cycle biologique de deux espèces de Chiroptères	30
Les facteurs de reproduction chez les chiroptères	30
La reproduction chez <i>M. martiniquensis</i> , comparaison littérature scientifique	31
Dynamique du gîte Pont Ravine Manoël	32
Dynamique du gîte Four à Chaux	33
Nouvelle donnée de reproduction chez <i>N. Leporinus</i> , comparaison littérature scientifique	34
3. Partie 3 : Impact des éoliennes sur les chauves-souris aux Petites Antilles	34
Difficulté d'accès aux ressources dans les Petites-Antilles	35
Mesures de bridages non adaptées aux activités des chiroptères	35
Etat des lieux et recommandations	37
5) Conclusion	38
6) Bibliographie	39

INTRODUCTION

1.1. Perturbation des services écosystémiques

La modification de l'environnement naturel, la pollution, ou encore le changement climatique sont les conséquences du phénomène d'anthropisation auquel la planète doit faire face actuellement. Ces facteurs de perturbations augmentent considérablement le risque d'extinction des espèces animales et végétales. Cette perte de biodiversité se traduit par une perturbation des services écosystémiques rendus à l'Homme (Bradley, 2012).

1.2. Conservation des mammifères et la place des chiroptères

Un quart des espèces de mammifères menacées de la planète font référence au nombre d'espèces classées par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) comme étant en danger, vulnérables, rares, indéterminées, hors danger et non suffisamment connues. Parmi ces mammifères, nous retrouvons les chiroptères, classés comme des espèces en danger. Depuis plusieurs années, nous assistons à la régression sans précédent de ces populations de chauves-souris (Kerbiriou et al, 2018). Les chauves-souris sont des animaux aux activités nocturnes qui ont longtemps été persécutées à cause de croyances et superstitions humaines. Ces divers préjugés sociaux ont largement contribué à la diminution des effectifs de populations autant sur le plan national que mondial. En effet, malgré leur forte diversité et les services écosystémiques qu'ils nous rendent, ces animaux représentent actuellement le groupe de vertébrés le plus persécuté dans le monde (Schneeberge et al, 2015). Voir en Annexe 1 : Avant-propos et généralités sur les chiroptères.

1.3. *Vulnérabilité des milieux insulaires : exemple de la Martinique*

Cette notion de perte de biodiversité et d'extinction d'espèces est d'autant plus présente sur les territoires insulaires. La Martinique, à l'image des autres îles du globe, est un territoire singulier et fragile dont les conditions géographiques ont permis le développement d'individus ayant des caractères biologiques adaptés à cet environnement. Le développement des moyens de transports n'a de cesse rapprocher les îles entre elles, ainsi que les îles avec les continents (Doumenge, 1987 ; Taglioni, 2003). Avec le temps, cette diminution de l'isolement devient un des facteurs principaux du déclin de ces espèces endémiques. Toutes ces conditions de développement et d'évolution de la biocénose font des territoires insulaires des hotspots de biodiversité (JR Gros-Désormeaux, 2012).

1.4. *Les chiroptères de Martinique : les actions menées par la SFPEM et le PNRM*

Sur ses 11 espèces de chiroptères, la Martinique compte 1 espèce endémique stricte (*M. martiniquensis*), 4 espèces endémiques des Petites Antilles et 1 espèce endémique des Antilles. Ces populations de chauves-souris représentent 100% des mammifères indigènes du territoire martiniquais et de véritables atouts de biodiversité à préserver et à étudier attentivement (Andrei Miljutin, 2010). Les études menées par la Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (SFPEM) en Martinique, pendant 25 ans, ont permis de mieux connaître les aires de répartition des chiroptères ainsi que de recenser une partie des gîtes utilisés par ces dernières. Depuis 2017, le Parc Naturel Régional de la Martinique (PNRM) mène un travail de connaissance, de médiation et de sensibilisation sur ces espèces auprès des acteurs locaux. De plus, depuis plusieurs années, les agents du PNRM ont pour objectifs de recenser régulièrement les effectifs de populations dans les gîtes à chauves-souris pour suivre l'évolution des colonies et de mieux appréhender la phénologie de ces espèces.

1.5. *Objectifs du stage : étude transversale sur l'écologie des chiroptères de Martinique pour une meilleure connaissance et prise en compte de ce taxon*

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'un projet visant à étudier l'écologie des chiroptères de Martinique. Nous parlons ici d'une étude transversale car celle-ci est déclinée en trois parties. La première partie de l'étude concerne l'état des populations de chiroptères dans les gîtes de Martinique. Une base de données a été créée afin de mettre en évidence une éventuelle baisse des effectifs de population imputables à divers facteurs et ainsi mettre en place des mesures de conservation. Dans la deuxième partie, nous nous intéressons à l'étude approfondie du cycle de reproduction de deux espèces de chiroptères grâce à des sorties menées sur le terrain et des recherches bibliographiques. Enfin, la dernière partie de l'étude est centrée sur l'impact des éoliennes sur la mortalité des chiroptères : ces menaces sont étudiées dans une partie bibliographique puis en bio-informatique avec l'analyse de données récoltées sur un parc éolien en Martinique.

1.5.1. *Objectifs de la première partie : conception et analyse d'une base de données et l'actualisation des suivis de gîte*

Cette première partie de l'étude a été motivée par un panel de questions auxquelles nous voulions répondre post analyse des données. Voici les différentes problématiques sur cette thématique :

- Quels sont les effectifs et la proportion des espèces de chauves-souris dans les différents gîtes ?
- Comment ont évolué les effectifs de populations dans les gîtes depuis 2016 ?
- Cette évolution est-elle représentative de l'intérêt chiroptérologique du gîte ?
- Comment mettre en évidence d'éventuelles menaces sur certaines espèces et proposer des mesures de conservations adaptées ?

Pour répondre à ces questions, nous allons remettre à jour les données anciennement collectées en recréant une nouvelle base de données conforme et exploitable. Celle-ci nous permettra d'étudier l'évolution des effectifs de populations dans chacun des gîtes de 2015 jusqu'à mai 2021 (données récoltées durant la période de stage). Ainsi, une meilleure appréhension de la dynamique de populations des espèces présentes dans les gîtes depuis 2015 nous sera apportée. En parallèle et suite aux différentes missions et rapports déjà établis, nous allons remettre à jour l'évaluation des différents gîtes et mesurer ainsi l'éventuelle dégradation de ces derniers. Ces nouvelles mesures vont nous permettre de mettre en évidence les gîtes ayant un enjeu de conservation prioritaire ainsi que de suivre leurs évolutions au cours du temps dans le but de mettre en place des mesures de conservation adaptées à court et long terme.

1.5.2. Objectifs de la seconde partie : étude du cycle de reproduction de deux espèces de chauves-souris (M. martiniquensis & N. leporinus)

L'objectif de cette partie de l'étude est d'obtenir des données plus fines sur la reproduction des espèces de chiroptères de Martinique. Dans un premier temps, nous avons sélectionné 2 espèces de chiroptères présents sur le territoire : le Noctilion pêcheur et le Murin de la Martinique. Nous les avons étudiées grâce à la prospection régulière de 2 gîtes accessibles facilement. Voici les objectifs que nous nous sommes fixés :

- Acquérir de nouvelles connaissances sur le cycle biologique de l'espèce de chiroptère endémique de la Martinique : *M. martiniquensis*.
- Comparer le cycle biologique de la colonie de *N. leporinus* observée en Martinique avec les informations publiées dans la littérature scientifique.
- Obtenir, à l'échelle locale, des données plus fines sur ces deux espèces.

Dans un second temps, l'objectif du PNRM sera d'étendre l'étude à l'ensemble des chiroptères présents sur le territoire grâce à l'acquisition de nouvelles méthodes de suivi.

1.5.3. Objectif de la troisième partie : étude des impacts des éoliennes sur la chiroptérofaune

Depuis plusieurs années, un certain nombre de publications scientifiques alerte et souligne la dangerosité des éoliennes pour les chiroptères. La mortalité dépend du comportement des espèces, de leurs hauteurs de vols et des conditions météorologiques. La mortalité des chauves-souris peut être causée soit par une collision avec les pales, ou en succombant à un phénomène de barotraumatisme. Ce dernier est causé par la pression de l'air changeant brusquement autour des pales générant ainsi une hémorragie interne (Baerwald et al, 2008 ; Horn et al, 2008 ; Edward et al, 2010 ; Cryan et al, 2009). Des suivis environnementaux sur les parcs éoliens sont obligatoires et sont composés de deux protocoles : un suivi de mortalité avec collecte de cadavres, un test de prédation et un test du chercheur puis une étude acoustique pour enregistrer l'activité des chiroptères. On estime ainsi que chaque année en France métropolitaine, plusieurs dizaines de milliers de chauves-souris sont victimes des éoliennes. Mais qu'en est-il dans les régions néotropicales ? Quels sont les chiffres dans les Petites Antilles ?

L'étude du parc éolien de Grand'Rivière en Martinique nous a permis d'avoir une première estimation de l'impact des éoliennes dans ces régions néotropicales. Dans le cadre de la réglementation, les exploitants de ce parc éolien ont commandité le bureau d'étude Biotope Martinique pour assurer les suivis environnementaux. Au vu du premier rapport paru en novembre 2020, la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) a demandé une étude plus approfondie et généraliste sur l'impact des parcs éoliens sur les populations de chauves-souris des Petites Antilles. Ainsi, dans le cadre du stage, un premier travail de synthèse bibliographique des rapports disponibles dans les Petites Antilles a été rédigé. Dans un second temps, une analyse des résultats de mortalités et la prospection du gîte à proximité du parc éolien de Grand Rivière en Martinique ont été mises en place. Des recommandations spécifiques à ce parc éolien ont pu être proposées afin de réduire la mortalité des chauves-souris. Ce travail permettra de travailler sur la problématique des éoliennes dans les Petites Antilles pour mieux prendre en compte les chiroptères sur les parcs éoliens.

Ainsi, notre étude se place dans le cadre du volet de conservation qui vise à étudier l'écologie des populations de chauves-souris, l'évolution des gîtes connus, la biologie des espèces présentes sur le territoire et l'impact des parcs éoliens dans un contexte néotropical.

Ce stage a permis une étude complète, encadré par le Parc Naturel Régional de la Martinique (PNRM), co-encadré par la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) Martinique ainsi que Baptiste Angin, expert en chiroptérologie et gérant de

l'entreprise Ardops-environnement en Guadeloupe, qui a exprimé le besoin et l'envie de faire avancer les connaissances sur les chauves-souris des Petites Antilles et plus spécifiquement de la Martinique.

2) Contexte de l'étude

1. Sujet biologique : les chauves-souris de Martinique

1.1. Les chiroptères de Martinique, seuls mammifères indigènes de l'île

Les chauves-souris sont les seuls mammifères indigènes présents actuellement sur l'île de la Martinique. Les autres espèces de mammifères endémiques de l'île comme le rat musqué de la Martinique (*Megalomys desmarestii*) sont désormais des espèces éteintes (Andrei Miljutin, 2010). Au total, la Martinique compte 11 espèces de chauves-souris (tableau 1) regroupées dans six familles différentes (Baker et Genoways, 1978 ; Willig et al, 2010 ; Pedersen et al, 2013).

Ainsi, la Martinique abrite:

Une espèce endémique stricte :

- le Murin de la Martinique (*Myotis martiniquensis*, Laval, 1973)

Quatre **espèces subendémiques** de la Martinique (endémiques des Petites Antilles) :

- Monophylle des petites Antilles (*Monophyllus plethodon*, Miller, 1900)
- Ardops des petites Antilles (*Ardops nichollsi*, Thomas, 1891)
- Natalide Isabelle (*Natalus stramineus*, Gray, 1838)
- Sturnire messenger (*Sturnira angeli*, Torre, 1966)

Une espèce **endémique des Antilles** :

- Brachyphille des cavernes (*Brachyphylla cavernarum*, Gray, 1834)

Cinq espèces à répartitions plus large :

- Fer de lance (*Artibeus jamaicensis*, Leach, 1821)
- Ptéronote de Davyi (*Pteronotus davyi*, Gray, 1838)
- Noctilion pêcheur (*Noctilio leporinus*, Linnaeus, 1758)
- Tadaride du Brésil (*Tadarida brasiliensis*, Geoffroy Saint-Hilaire, 1824)
- Molosse commun (*Molossus molossus*, Pallas, 1766)

Tableau 1 : Liste des espèces de chiroptères de Martinique (Code espèce, Code INPN, Statut UICN à l'échelle mondiale et territoriale)

Famille	Nom scientifique	Code espèce	Code INPN	Statut UICN Martinique	Statut UICN Mondial
Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	NOCLEP	443671	LC	LC
Phyllostomidae	<i>Monophyllus plethodon</i>	MONPLE	533123	NT	LC
	<i>Sturnira angeli</i>	STUANG	782492	LC	NE
	<i>Ardops nichollsi</i>	ARDNIC	532622	NT	LC
	<i>Brachyphylla cavernarum</i>	BRACAV	532583	LC	LC
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	ARTJAM	443715	NT	LC
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	NATSTR	533102	DD	LC
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	PTEDAV	532562	LC	LC
Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	MOLMOL	443655	LC	LC
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	TADBRA	443663	LC	LC
Vesperlilionidae	<i>Myotis martiniquensis</i>	MYOMAR	418901	NT	NT

1.2. Statut de protection

Les chauves-souris de Martinique sont exposées à de multiples menaces anthropiques : dégradation et fragmentation de leurs aires de répartition, pollution lumineuse et plus récemment, elles sont exposées à des accidents liés au développement de l'énergie éolienne. A ce titre, les 11 espèces de chiroptères bénéficient d'une protection renforcée via l'Arrêté Ministériel de janvier 2018, modifié en juin 2020. Cet arrêté précise qu'il est interdit de capturer les chauves-souris, de les détruire, de les vendre ainsi que de détruire leurs aires de repos et de reproduction. De plus, la perturbation intentionnelle est également interdite et pénalisable. Ce renforcement de la protection des chiroptères dans les Antilles française est vrai pour la Guadeloupe, la Martinique et Saint-Martin. Les 11 espèces de chauves-souris de Martinique présentent des statuts de conservations différentes selon le classement de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) au niveau mondial et au niveau du territoire (Voir tableau 1).

1.3. Régime alimentaire

Les chauves-souris de Martinique ont des régimes alimentaires variés. Certaines sont insectivores, frugivores ou encore nectarivores. Une espèce (*N. leporinus*) est quant à elle piscivore. Malgré un régime alimentaire préférentiel selon l'espèce, il paraît toutefois vrai que certains individus se nourrissent d'autres nutriments que leur alimentation de base. Ainsi il n'est pas rare de voir une chauve-souris frugivore manger des insectes occasionnellement (Picard et Catzeflis, 2013 ; Herrera et al, 1998 ; Lenoble et al 2014).

2. Zone d'étude : la Martinique

2.1. Géographie de l'île



Fig 1a : Image satellite de l'Arc des Petites

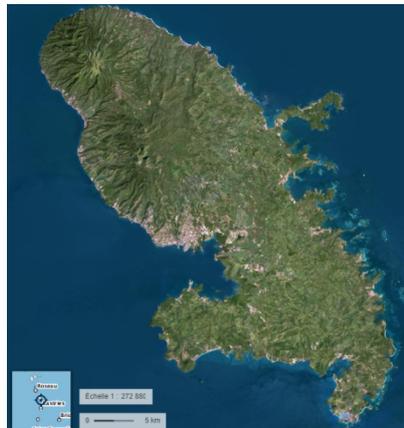


Fig 1b : Image satellite de la Martinique

La Martinique est un département français d'Outre-Mer situé au cœur de l'arc des petites Antilles (figure 1). L'île aux fleurs, devenue française en 1965, a une superficie de 1 100 km². Cette île est située à 40 km au sud de la Dominique et à 30 km au nord de Sainte-Lucie. Elle compte

400 000 habitants, soit une densité moyenne de 350 habitants au kilomètre carré, ce qui correspond à trois fois la moyenne de la métropole.

2.2. Le climat

On distingue deux saisons fondamentales en Martinique : une saison sèche (le carême), et une saison des pluies (l'hivernage) (Albert et Spieser, 1999). Ces deux saisons sont séparées par deux intersaisons plus ou moins marquées. Le carême se caractérise par un régime anticyclonique qui dure de février à avril. L'hivernage, qui se caractérise par un temps plus chaud et plus humide, a lieu de juillet à octobre. Les précipitations en Martinique fluctuent selon la zone géographique. Nous retrouvons une valeur moyenne annuelle de 970 mm au niveau de la Presqu'île de la caravelle et plus de 6 000 mm au niveau de la Montagne Pelée et sur les hauteurs des pitons du Carbet (JB Mobèche, 1994).

2.3. Diversité des paysages

La Martinique est une île volcanique qui abrite une large diversité d'écosystèmes. Le Nord de l'île, dominé par la Montagne Pelée (1 397m) et les Pitons du Carbet (1 207 m), est une zone montagneuse et volcanique entourée de forêts tropicales. Le Sud de l'île est constitué de plaines sédimentaires et de mornes avoisinant les 300m. Il n'existe qu'une seule zone à relief plat, il s'agit de la plaine du Lamentin située dans le centre-ouest de l'île. Les différences de topographies de l'île, ainsi que les différentes variations de précipitations offrent à la Martinique une diversité d'habitats, parmi eux : la mer, les mangroves, le littoral (et les îlets), les forêts, les

zones humides, les rivières et les récifs coralliens. La Martinique, à l'image des autres îles qui constituent l'Arc Antillais, a subi des perturbations dues à la colonisation et à des modifications d'habitats et de climat. L'Homme, avec ses pratiques agricoles et industrielles a largement modifié le paysage de la Martinique ; néanmoins, de grandes étendues de forêts tropicales restent encore peu impactées (Joseph, 2016).

2.4. *Un hotspots de biodiversité*

La Martinique figure parmi les 36 hotspots mondiaux de la biodiversité. Cette attribution est due à sa richesse en matière d'espèces, surtout endémiques, mais également du fait de son insularité et donc du risque d'extinction plus élevé chez les espèces présentes (Brooks, 2002).

Ces espèces endémiques représentent un enjeu patrimonial et culturel pour l'île. Les espèces endémiques de la Martinique sont réparties dans la plupart des taxons : les amphibiens, les mammifères, les araignées, les reptiles, les libellules, les papillons, les mollusques, les oiseaux et les végétaux (L'Observatoire Martiniquais de la Biodiversité). Malgré cette richesse spécifique, ces espèces sont très vulnérables et se voient menacées face à la modification et la perturbation de leurs habitats naturels dus à l'anthropisation.

3) Matériels & méthodes

1. Partie 1 : Base de données (BDD) et actualisation des suivis de gîtes

1.1 Conception d'une nouvelle BDD

Depuis les missions réalisées en 2015 et 2016 par la SFPEM, le Parc Naturel Régional de la Martinique a assuré la fonction du suivi des populations de chauves-souris en Martinique. A cet effet, les agents du PNRM ont récolté de nombreuses données sur le terrain concernant le suivi des populations de chauves-souris dans les gîtes. L'année dernière une stagiaire, Mme. PORTEL Carol-An a eu pour mission de numériser les informations stockées sous format papier jusqu'ici. Ce premier travail a permis de fournir un ensemble de tableaux reprenant les caractéristiques et les effectifs de populations dans les gîtes. Grâce notamment aux rapports de la SFPEM, les gîtes ont été classés en fonction de leurs intérêts chiroptérologiques, ce qui a permis d'établir une méthode de fréquence de suivi des gîtes :

- Un suivi mensuel a été accrédité à certains gîtes du fait de l'effectif relativement faible, ainsi que des menaces pesant sur le site et sur les espèces. Ce suivi mensuel permet de vérifier l'état des populations et d'acquérir un nombre de données suffisant pour évaluer et suivre l'évolution de ce panel de gîte.

- Un suivi trimestriel a été attribué aux gîtes ayant un accès plus difficile ou dangereux. Il s'agit également de gîtes ayant des colonies très importantes qui subissent moins de menaces. Un suivi tous les trois mois est tout de même mis en place afin de s'assurer qu'il n'y ait pas de perturbation sur les chauves-souris.
- Un suivi annuel a été attribué aux gîtes ne présentant aucun signe d'un potentiel dérangement, ainsi que les gîtes très difficiles d'accès et dangereux.

Les derniers travaux ont permis de rassembler ces données dans 6 tableaux. Une des missions du stage a été de réunir l'ensemble de ces informations dans une nouvelle base de données à l'aide d'un tableur (Microsoft® Office Excel)(Annexe 2 : extrait de la BDD).

1.2 Actualisation des données sur les gîtes

1.2.1 Panel de gîtes

Les chiroptères occupent un large éventail de milieux et de gîtes. Cette spécialisation d'habitats est généralement due à leurs régimes alimentaires ainsi qu'à leurs zones de chasse. La proximité de couverts forestiers peut être un élément qui influence les chauves-souris à s'installer dans un gîte plutôt que dans un autre. Un type d'habitat plus spécifique leur est alors attribué (forêt, village, tunnel, etc. ; Le Groupe chiroptère National, SFEPM).

Certaines chauves-souris peuvent être cavernicoles/souterraines : leurs gîtes sont caractérisés par des habitats souterrains naturels ou artificiels comme des grottes ou des tunnels. Ces gîtes sont propices à la prolifération du champignon *Histoplasma capsulatum* responsable de l'histoplasmosse. Les chauves-souris dites villageoises se retrouvent dans des gîtes souvent colonisés dans des bâtiments abandonnés, des clochers d'église, des volets, des caves, des abris de maisons encore habitées. Ces endroits sont pour elles l'occasion de trouver un refuge mais également un parfait terrain de chasse où elles exploitent les éclairages publics, véritables pièges à insectes. Ce phénomène est qualifié de pollution lumineuse ; les chauves-souris sont attirées par les insectes autour des éclairages (Stone, 2009). Les toitures des maisons sont des lieux idéaux à l'installation de chiroptères, c'est pour cette raison que nombreuses d'entre elles cohabitent avec nous dans nos maisons. Les chauves-souris arboricoles, comme leurs noms l'indiquent, sont des chiroptères qui trouvent refuge dans des arbres (fromagers, figuiers, manguiers, bois canons, etc.). Nous les retrouvons dans les forêts au sein du feuillage, ou posés sur et dans les troncs d'arbres.

Ainsi dans notre étude, nous avons parcouru une diversité de gîtes et d'habitat. Cette diversité de sites est propre à chaque espèce. En effet, selon leurs habitudes, qu'elles soient arboricoles, souterraines ou encore villageoises, nous nous attendions à trouver des espèces bien spécifiques dans chacun des gîtes que nous avons prospectés.

1.2.2 Protocole de suivi de gîte

Afin de compter les effectifs de populations présents dans les gîtes, les prospections ont été effectuées en journée, moment où les chauves-souris sont susceptibles d'être présentes de par leur rythme de vie. L'identification et le dénombrement des individus ont été réalisés « à vue ». Cette méthode nécessite du matériel adapté : un éclairage portatif puissant pour repérer les individus, des jumelles pour les gîtes en hauteur, ainsi que le matériel de base pour des sorties terrains. Le dénombrement a été effectué selon deux méthodes :

- Par comptage direct lorsque l'effectif n'était pas trop important
- Par estimation de la colonie selon l'indice IC (Importance de la colonie ; méthode dans le tableau 4)

Dans ce dernier cas, l'indice IC représente une note propre à un intervalle d'effectif de population. Cette méthode a été utilisée pour les gîtes comprenant des effectifs supérieurs à 1 000 individus. Les gîtes présentés dans le tableau 1 en annexe 3 ont été prospectés selon ces deux méthodes. Cette partie de l'étude a permis de continuer le suivi mensuel, trimestriel et annuel des gîtes en collaboration avec les agents du PNRM, à savoir Maurice MIAN et Yohan BELROSE.

1.2.3 Réévaluation de l'intérêt chiroptérologique des gîtes et leurs hiérarchisation

Lors des missions de 2015 et 2016, la SFPEM a mis en place une méthodologie d'évaluation et de hiérarchisation des gîtes. Cette méthodologie a été inspirée du travail réalisé dans le cadre du deuxième Plan National d'Actions Chiroptères (2009/2013) dans lequel une des actions consistait à faire une hiérarchisation des gîtes pour protéger les chauves-souris présentes sur le territoire métropolitain. Dans le cadre du stage, un des objectifs est d'actualiser le suivi de certains gîtes connus depuis 2015 afin d'évaluer la potentielle dégradation de certains d'entre eux et ainsi mettre en place des mesures de conservation pour les gîtes prioritaires. Parmi les 47 gîtes évalués en 2015 et 2016, seulement 18 d'entre eux ont été prospectés au moins une fois par les agents du PNRM. Il existe une réelle nécessité d'aller prospecter au moins une fois l'ensemble de ces gîtes. Depuis 2017, en plus des 47 déjà connus, trois nouveaux gîtes ont été

découverts et suivis par le PNRM et deux gîtes ont été découverts par les agents de l'OFB. Ces derniers n'ont toujours pas été prospectés et ne sont pas inclus dans la base de données.

Dans notre étude, nous avons repris la méthodologie utilisée en 2016 afin de comparer leurs résultats aux nôtres. Les notes finales nous ont donné une première indication sur le maintien, l'amélioration ou la dégradation des sites. Nous avons par la suite hiérarchisé les gîtes et ainsi modifié la fréquence de prospection (annuelle, trimestrielle ou mensuelle) en fonction de l'évolution des populations de chiroptères. La note d'évaluation d'un gîte se nomme (NE), la formule est la suivante : $NE = Ke (Tgc \times Ic)$

Les variables définies par la SFPEM ont été conservées dans notre étude :

- La première variable : Ke (Tableau 2), représente le coefficient de l'espèce. Il est calculé à partir de la note de sensibilité de l'espèce et du niveau d'importance au sein de chaque type biogéographique. (En Annexe 4 figure le détail de chaque indice qui compose le Ke précédemment défini par la SFPEM : Indice 1 : Amplitude écologique ; Indice 2 : Aire de répartition ; Indice 3 : abondance locale & indice 4 : dynamique des populations en Martinique).

Tableau 2 : Méthode de calcul du Ke pour chaque espèce

Indices	1			2	3	4	Ke
	Habitat	Régime alimentaire	Gîte	Aire répartition	Abondance locale	Dynamique population	
<i>Molossus m.</i>	1	1	1	1	1	1	6
<i>Brachyphylla c.</i>	1	1	1	2	1	1	7
<i>Artibeus j.</i>	1	1	1	1	1	2	7
<i>Tadarida b.</i>	1	2	1	1	2	1	8
<i>Pteronotus d.</i>	1	2	2	1	1	1	8
<i>Myotis m.</i>	2	1	1	4	2	1	11
<i>Sturnira a.</i>	2	2	2	1	2	2	11
<i>Noctilio l.</i>	2	2	2	1	3	2	12
<i>Monophyllus p.</i>	2	2	2	3	2	2	13
<i>Ardops n.</i>	2	1	2	3	3	2	13
<i>Natalus s.</i>	2	2	2	3	3	2	14

- La deuxième variable : Tgc (Tableau 3). Il s'agit du type de gîte relatif à la reproduction

Le calcul de cet indice a été défini selon trois types de gîte :

- Reproduction observée (RC) : Facteur 2 appliqué du fait de l'importance dans la biologie de l'espèce

- Reproduction probable (RP) : Facteur 1,5 appliqué aux gîtes où les espèces peuvent très probablement se reproduire mais où l'information doit être confirmée
- Absence de reproduction (AR) : Facteur 1 appliqué aux gîtes où aucun indice de reproduction n'a été avéré

Pour ce dernier type de gîte, une correction (c) de la valeur a été rajoutée pour certains gîtes où la détectabilité de reproduction a pu être biaisée en fonction des périodes de passage qui ne suivent pas la reproduction biologique de l'espèce ou tout simplement la difficulté d'observer les jeunes.

Tableau 3 : Calcul de l'indice du type de gîte

Types de gîtes	Facteur
Reproduction observé	2
Reproduction probable	1.5
Absence de reproduction	1

- La dernière variable : Ic (Tableau 4), c'est l'importance de la colonie, c'est-à-dire l'effectif présent au sein du gîte par espèce.

Tableau 4 : Méthode de calcul de la variable IC

Importance de la colonie	Note
Population inférieure à 20 individus	1
Population comprise entre 21 et 100 individus	2
Population comprise entre 101 et 1000 individus	3
Population comprise entre 1001 et 10000 individus	4
Population comprise entre 10001 et 30000 individus	5
Population supérieure à 30000 individus	6

La note (Ne) finale est ensuite calculée pour chaque gîte. Les gîtes qui accueillent plusieurs espèces se voient donc attribuer une note plus importante. L'intérêt chiroptérologique est d'autant plus important si un gîte accueille plusieurs espèces. Cependant la note écologique (Ke) de certaines espèces peut largement dépasser le taux d'intérêt chiroptérologique d'un gîte et donc classer ce gîte dans les plus hauts hiérarchiquement.

La hiérarchisation des sites est un élément qui nous permet de classer les gîtes ayant des enjeux de conservation plus élevés et ainsi cibler un panel de gîtes ayant un haut niveau d'importance de conservation (voir tableau 2 en Annexe 8).

2. Partie 2 : Etude du cycle biologique de deux espèces de chiroptères

Parmi l'intégralité des gîtes, deux ont été sélectionnés afin d'obtenir des informations sur la reproduction de deux espèces : Le Noctilion pêcheur et le Murin de la Martinique.

Afin de collecter une quantité suffisante de données, ils ont été suivis deux fois par mois de début janvier, jusqu'en mai, soit durant 5 mois. Ce protocole a été modifié au cours du mois de mars pour des raisons de dérangement sur un des gîtes, à savoir le Pont Manoël. Ainsi un passage par semaine a été effectué sur ces deux gîtes à partir du mois de mars.

2.1 Choix des espèces

Le choix de ces deux espèces s'est porté sur trois critères : la répartition de l'espèce (biogéographie), les revues bibliographiques et l'accessibilité à un gîte. La première espèce sélectionnée est endémique stricte du territoire martiniquais ; il s'agit du Murin de la Martinique (*M. martiniquensis*). Dans la littérature scientifique, cette espèce est très peu décrite. Ce stage a pour objectif d'acquérir de nouvelles données sur cette espèce pour mieux appréhender sa biologie, et notamment son cycle de reproduction. La seconde espèce choisie a quant à elle une répartition biogéographique plus large. Il s'agit de la seule espèce piscivore présente en Martinique : le Noctilion Pêcheur (*N. leporinus*). De par son aire de répartition large, cette espèce est bien connue physiologiquement et biologiquement. Ainsi cette étude va nous permettre d'obtenir une meilleure connaissance biologique au niveau local pour comparer nos observations à celles présentées dans la littérature.

2.2 Gîte Pont Ravine Manoël sur la Commune du Diamant, étude du Murin de la Martinique

Situé sur la commune du Diamant, ce gîte abrite deux espèces de chauves-souris : la Tadaride du Brésil et le Murin de la Martinique. Pour cette étude, nous nous concentrons sur le *M. martiniquensis*, une espèce insectivore de petite taille qui représente un enjeu patrimonial et culturel important pour le territoire. Ce gîte, facile d'accès, se situe sous un pont à proximité d'une usine de métallurgie fonctionnelle depuis 2007. Les deux espèces de chauves-souris se logent dans les 7 failles que renferme le pont. Ces dernières sont notées R1, R2, R3, R4, R5, R6 & R7 (tableau 1 de l'annexe 5).

Pour cette étude, nous nous sommes concentrés sur les Murins cependant nous avons également dénombré les *T. brasiliensis* pour comprendre la dynamique du gîte dans son intégralité. Au vu de la concentration de certains groupes d'individus dans quelques failles, nous avons estimé grâce à l'indice IC (tableau 4) l'importance de la colonie, à savoir si nous avons plus ou moins de 100 individus. La répartition des chauves-souris dans ce gîte nous a

permis de faire un comptage faille par faille pour ainsi suivre leurs évolutions au fil des mois (tableau 1 en annexe 5). Au total, nous avons prospecté 11 fois ce gîte durant la période d'étude.

2.3 *Gîte Four à Chaux sur la commune de Sainte-Anne, étude du Noctilion pêcheur*

Situé dans la commune de Sainte-Anne, cet ancien four à chaux entouré de cultures, de zones humides et non loin de l'Anse Trabaud, abrite une colonie de *N.leporinus*. Cette espèce piscivore est la plus grande de Martinique. Elle est répartie dans plusieurs régions néotropicales, notamment dans les Antilles et sur le continent Sud-américain. En raison du cycle biologique de l'espèce, nous avons choisi le Noctilion pêcheur pour mener notre étude sur l'acquisition de nouvelles données de reproduction sur les espèces présentes en Martinique. Ce gîte, facile d'accès, nous a permis de le suivre 9 fois durant la période d'étude.

3. *Partie 3 : Impact des éoliennes sur les chauves-souris aux Petites Antilles*

3.1 *Recherches et synthèse bibliographiques*

A partir des rapports environnementaux disponibles sur l'impact des éoliennes sur les chiroptères dans les Petites Antilles (Guadeloupe & Martinique), une synthèse bibliographique a été réalisée, permettant de présenter les premières données concernant l'impact de l'installation des parcs éoliens dans les régions néotropicales .

Une attention plus particulière a été apportée au parc éolien situé sur la commune de Grand Rivière en Martinique.

3.2 *Le parc éolien de Grand Rivière (GRESS) en Martinique*



Figure 2 : Photographie aérienne avec l'emplacement des sept éoliennes du parc éolien de Grand Rivière.

Le Parc éolien de Grand Rivière (GRESS ; figure 2) a été mis en service le 15 janvier 2019. Il est composé de 7 éoliennes de type Vesta V100 d'une hauteur de rotor à 80 mètres et de taille de pale de 50 mètres. L'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation de cette installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) date de 2016. L'étude d'impact pour ce parc avait conclu à un impact négligeable sur les chauves-souris et les oiseaux. Ce parc n'a fait l'objet d'aucune demande de Dérogation Espèces Protégées (DEP). Conformément à la législation, ce parc a fait l'objet d'un suivi de mortalité et un suivi acoustique conformes au protocole national de suivi environnemental

des parcs éoliens (<https://eolien-biodiversite.com/programme-eolien-biodiversite/actualites/le-protocole-de-suivi-environnemental-icpe>). Le protocole de suivi de mortalité a été modifié à la suite des préconisations de la DEAL Martinique et François Catzeflis. Ainsi, un rapport environnemental paru en novembre 2020 fait l'état des lieux de l'impact du parc éolien sur la chiroptérofaune et l'avifaune. Dans le cadre du stage, ce rapport et les nouvelles données relatives à la mortalité ont été mis à jour. A l'aide d'un tableur (Microsoft® Office Excel), un tableau de synthèse et un ensemble de graphiques permettent actuellement de visualiser l'impact des éoliennes sur les populations de chauves-souris.

3.3 *Prospection du gîte à proximité du parc éolien de Grand'Rivière : le Tunnel Beauséjour*

Le Parc éolien est situé à proximité (310 mètres à vol d'oiseau ; Géoportail) du Tunnel Beauséjour qui fait l'objet d'un Arrêté Préfectoral de Protection Biotope (APPB) dû à la présence de colonie de *M. martiniquensis* et de *B. cavernarum*. Au total, 4 espèces sont présentes dans ce gîte. Il est suivi depuis 2015 par la SFEPM et les agents du PNRM. Pour évaluer l'impact du parc éolien sur les espèces, nous avons prospecté ce gîte selon le même protocole utilisé dans la partie 1.2.2 du suivi de gîte.

3) *Résultats*

1. **Partie 1 : Base de données (BDD) et actualisation des suivis de gîtes**

1.1. *Nouvelle base de données*

La nouvelle base de données reprend l'intégralité des données collectées sur les gîtes depuis 2015. Elle est composée de 11 colonnes : le gîte, la commune, l'espèce présente, le mois, l'année, la date précise de la prospection, l'effectif de la population, l'indice de population (IC), l'observateur, la présence ou non de juvéniles et les commentaires éventuels.

En annexe 2 se trouve un extrait de la base de données.

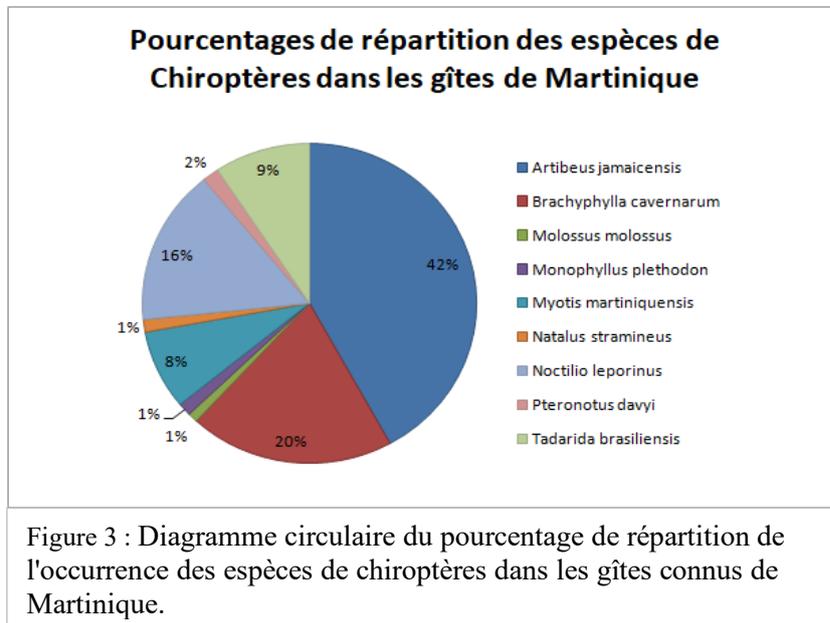
1.2. *Évolution des effectifs de populations sur les gîtes*

1.2.1. *Nombre de suivis réalisés et liste des gîtes prospectés*

En 2015 et 2016, 47 gîtes ont été suivis par la SFEPM. Entre 2017 et 2019, 19 gîtes ont été prospectés par les agents du PNRM dont deux nouveaux gîtes qui ont été découverts. Durant ma période de stage, nous avons recensé encore deux nouveaux gîtes. Le nombre total de gîtes connus à ce jour sur le territoire s'élève donc à 53 gîtes. La récolte des données au cours de ma période de stage a été effectuée les mercredis et les jeudis de chaque semaine entre le 14 janvier

2021 et le 15 mai 2021. Sur une période de 5 mois, nous avons prospecté 32 gîtes et récolté 59 nouvelles données sur les effectifs des populations de chauves-souris en Martinique.

1.2.1.1 Répartitions des espèces dans les gîtes



Les analyses de la base de données (BDD) ont démontré que *A. jamaicensis* est l'espèce la plus présente dans les gîtes connus de Martinique (figure 3). Les deux autres espèces les plus présentes sont *B. cavernarum* et *N. leporinus*. Sur les 11 espèces de chiroptères de Martinique, 9

espèces ont des gîtes connus. Un seul gîte abrite actuellement *N. stramineus*, et *M. plethodon* et trois gîtes abritent *T. brasiliensis*. Aucun gîte abritant *S. angeli* et de *A. nicholssi* ne sont connus à ce jour. Nous avons observé de la reproduction sur 12 gîtes et estimé une reproduction potentielle sur 30 gîtes (Tableau Annexe 7).

1.2.2. Graphique de l'évolution des populations dans trois gîtes

L'analyse de la BDD a permis de produire un ensemble de graphiques retraçant l'évolution des effectifs de population et la dynamique des gîtes au fil des mois et des années depuis 2015 (Annexe 6). Dans les trois sous parties suivantes se trouve l'exemple de l'évolution des populations dans trois gîtes sur le territoire ayant chacun une dynamique différente.

1.2.2.1 Gîte Clocher du Prêcheur

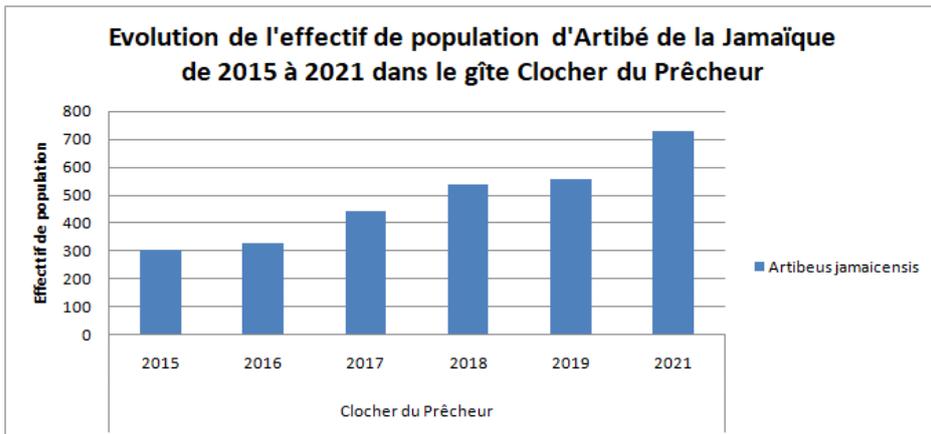


Figure 4 : Histogramme en bâton sur l'évolution de l'effectif moyen de la population *A. jamaicensis* dans le gîte Clocher du Prêcheur entre 2015 et 2021

La colonie a doublé en l'espace de 6 ans, passant de 300 individus en 2015 à plus de 700 individus en 2021.

Sur ce graphique (figure 4), nous observons une augmentation significative de la population de *A. jamaicensis* dans le gîte Clocher du Prêcheur. La

1.2.2.2 Gîte La Semair

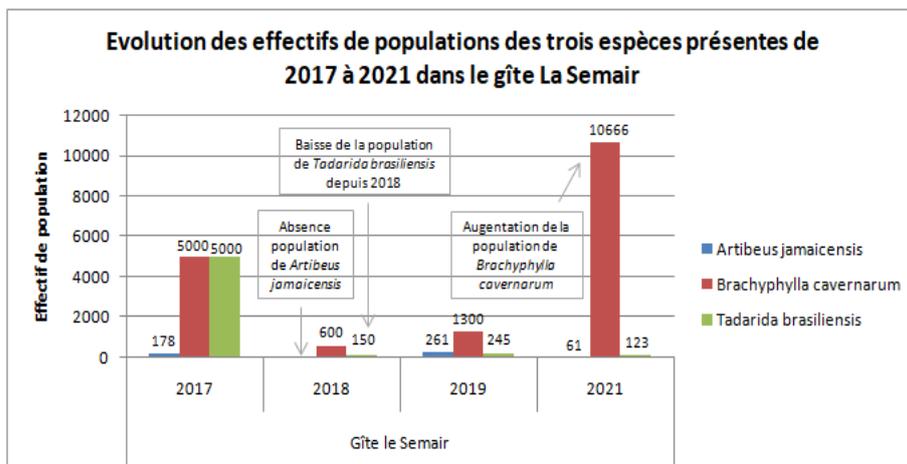


Figure 5 : Histogramme en bâton sur l'évolution des effectifs moyens de populations des trois espèces de chiroptères présentes entre 2017 et 2021 sur le

gîte de la Semair depuis 2017. La population de *A. jamaicensis* a disparu en 2018 puis à recoloniser le gîte en 2019 en atteignant son effectif le plus haut. La colonie de *T. brasiliensis* a nettement diminué en 2018, passant de 5000 individus à 150 individus. Depuis cette perte d'effectif, la colonie n'a pas dépassé plus de 245 individus. Pour finir, la colonie de *B. cavernarum* a subi la même chute d'effectif de population que les Tadaride du Brésil en 2018, puis a significativement augmenté entre 2019 et 2021.

Ce graphique (figure 5) retrace l'évolution des trois espèces de chauves-souris présentes dans le gîte de la Semair depuis 2017. La population de *A. jamaicensis* a disparu en 2018 puis à recoloniser le gîte

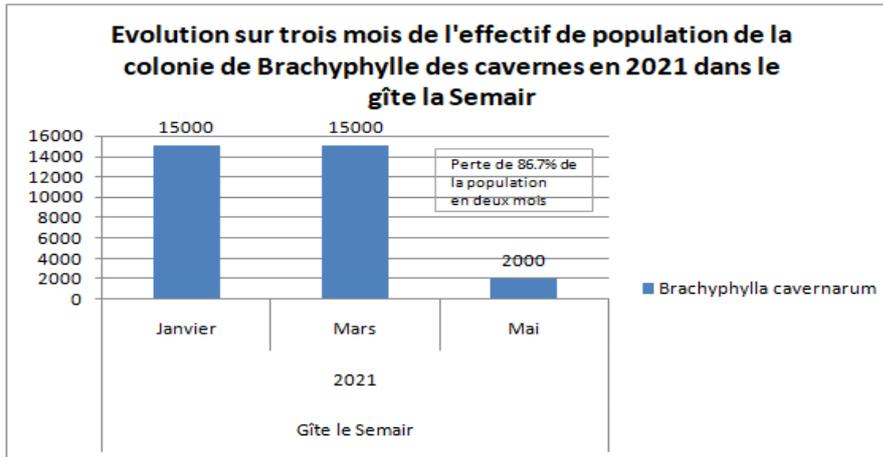


Figure 6 : Histogramme en bâton sur l'évolution des effectifs de population de la colonie de *B.cavernarum* entre janvier et mai 2021.

individus à environ 2000.

1.2.2.3 Gîte Grotte de l'Anse Belleville

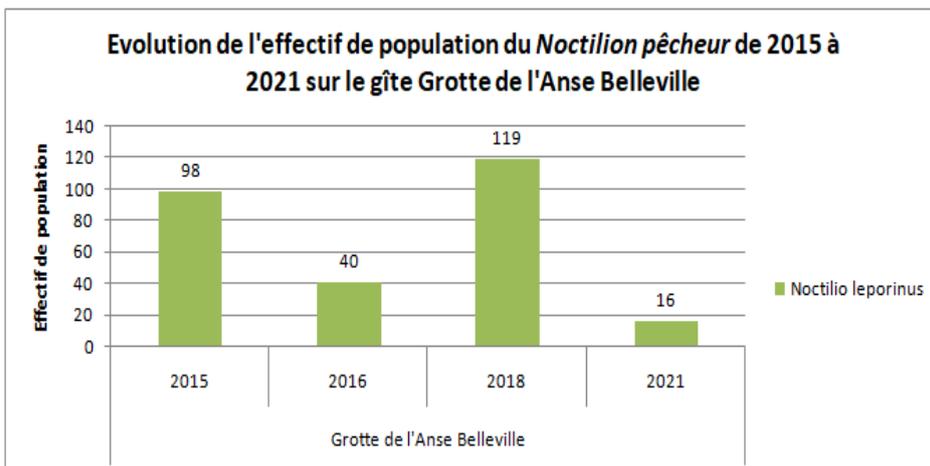


Figure 7 : Histogramme en bâton sur l'évolution de l'effectif du *N. leporinus* sur le gîte Grotte de l'Anse Belleville entre 2015 et 2021

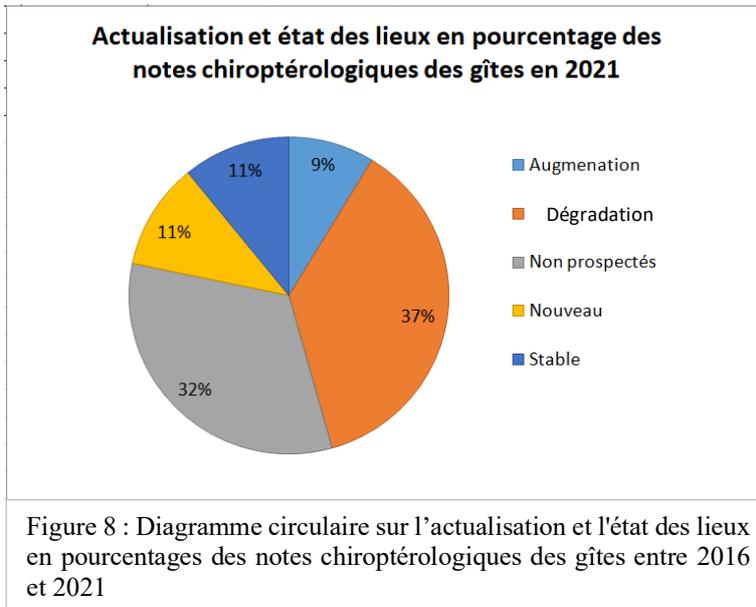
avant de croître en 2018 pour atteindre 119 individus. En l'espace de trois ans, la population de Noctilion pêcheur a nettement diminué, avec seulement 16 Noctilions pêcheurs recensés dans le gîte.

1.2.3. Réévaluation de l'intérêt chiroptérologique des gîtes et hiérarchisation des notes

En annexe 7 se trouve l'intégralité des tableaux de calculs réalisés pour déterminer la nouvelle note des gîtes. Dans cette annexe se trouve également le tableau comprenant la hiérarchisation des gîtes. Depuis 2016, nous observons des changements significatifs sur les gîtes présents sur le territoire.

Ce graphique (figure 6) représente l'évolution de la population de *B. cavernarum* dans ce gîte durant ma période de stage. Nous pouvons observer une chute de 86,7% de la population entre mars et mai 2021, passant de 15000

Ce graphique (figure 7) retrace l'évolution de la population de *N. leporinus* dans un gîte situé dans la grotte de l'Anse Belleville. Nous constatons que la colonie a régressé, en mars, en 2016,

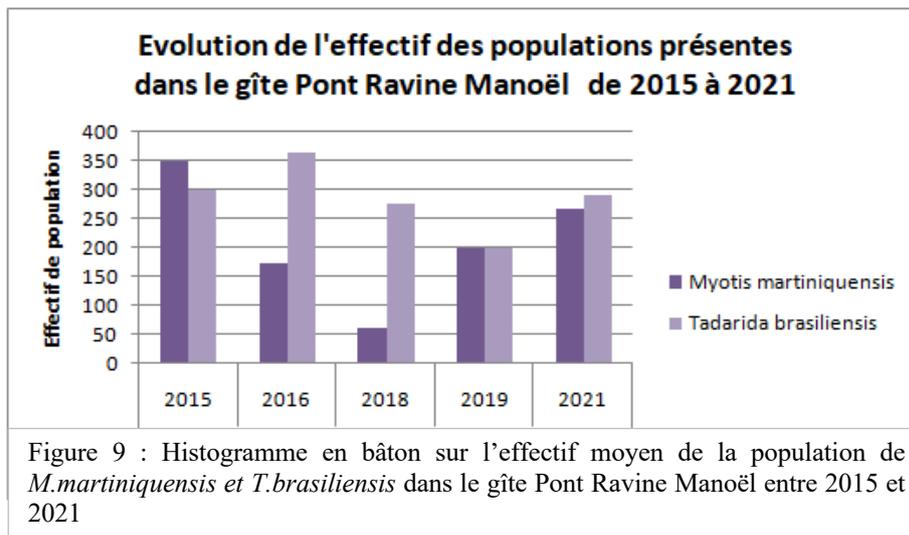


La figure 8 nous permet de visualiser l'évolution des notes chiroptérologiques des gîtes entre 2016 et 2021 (figure 8). Ainsi sur la totalité des gîtes, 37% ont subi une dégradation du site, 32% n'ont pas pu être remis à jour depuis 2016, 11% ont maintenus des notes stables entre 2016 et 2021, 11% sont des nouveaux gîtes pour lesquels aucune comparaison ne peut être

effectuée et enfin 9% ont une augmentation de l'intérêt chiroptérologique du site entre 2016 et 2021.

2. Partie 2 : Étude du cycle biologiques de deux espèces de chiroptère

2.1. Evolution de la population de *M. martiniquensis* sur le gîte Pont Ravine Manoël



Ce graphique (figure 9) montre l'évolution de la colonie de *M. martiniquensis* et *T. brasiliensis* dans le gîte du Pont Ravine Manoël situé sur la commune du Diamant de 2015 à 2021. Entre 2015 et

2018, l'effectif de la population de *M. martiniquensis* a diminué significativement, puis, la colonie a de nouveau augmenté entre 2019 et 2021. La population de *T. brasiliensis* est restée relativement stable au fil des années avec une baisse plus importante en 2019.

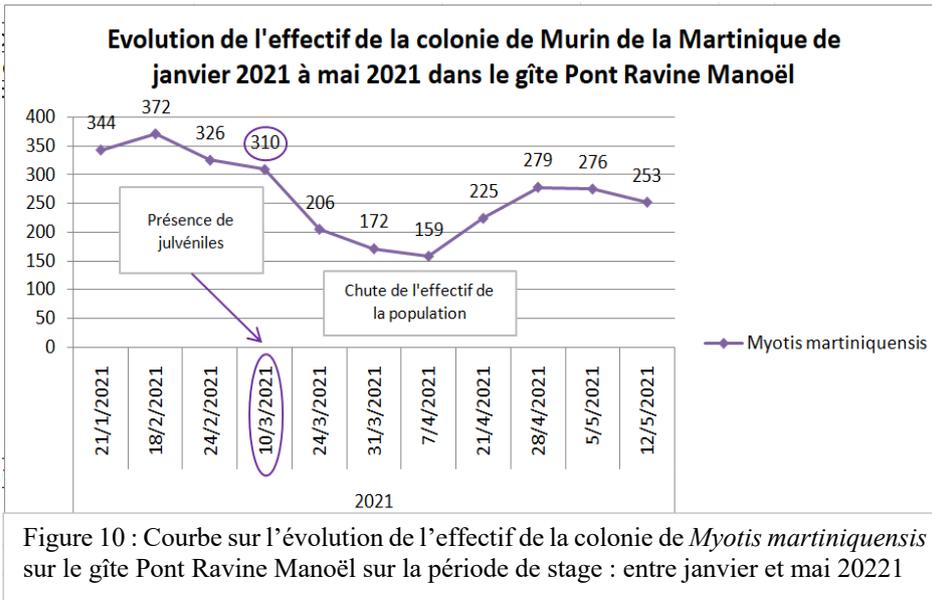


Figure 10 : Courbe sur l'évolution de l'effectif de la colonie de *Myotis martiniquensis* sur le gîte Pont Ravine Manoël sur la période de stage : entre janvier et mai 2021

Ce graphique (figure 10) retrace l'évolution de la population de *M. martiniquensis* durant ma période de stage. Ainsi, 11 suivis ont été réalisés afin d'étudier le cycle de reproduction de cette espèce. Nous

observons un effectif de population relativement stable durant trois mois, de janvier à mars, puis une chute de l'effectif de population jusqu'en avril. Cette perte de population a été recensée après l'observation de juvénile le 10 mars. Entre le 10 mars 2021 et le 24 mars 2021, une chute de population a été enregistrée et plus aucun jeune n'a été recensé sur le gîte par la suite.

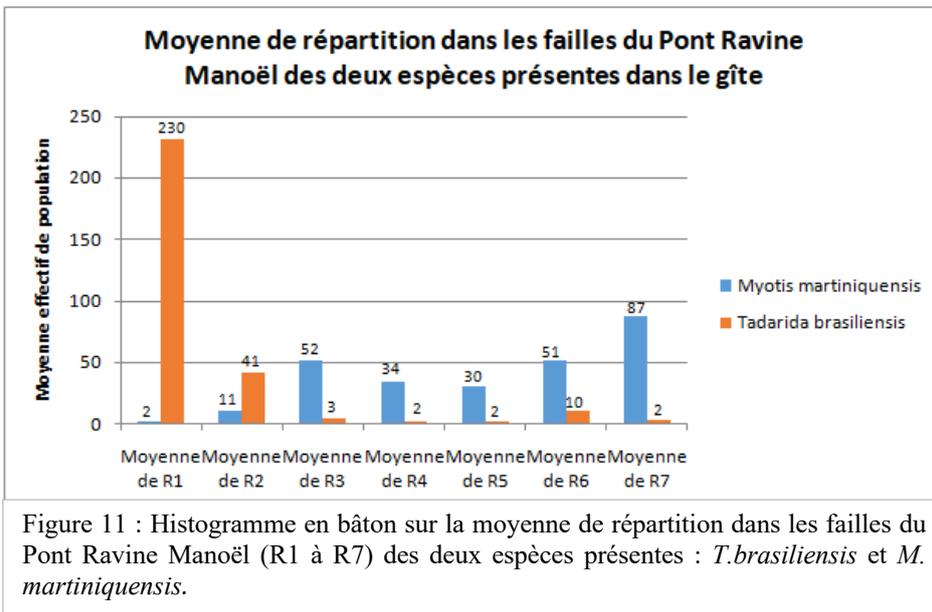


Figure 11 : Histogramme en bâton sur la moyenne de répartition dans les failles du Pont Ravine Manoël (R1 à R7) des deux espèces présentes : *T. brasiliensis* et *M. martiniquensis*.

Ce graphique nous permet de visualiser la répartition des deux espèces de chiroptères présentes dans le gîte. Nous constatons que de manière générale la *T. brasiliensis* est présente

majoritairement dans la première et seconde faille du pont (R1 et R2). Le Murin de la Martinique semble être réparti de la faille trois à la faille sept (R3 à R7) avec une préférence pour la faille 7 (R7). Ces deux espèces restent donc bien séparées l'un de l'autre dans les failles, avec chacune un côté du pont préférentiel.

2.2. Évolution de la population de *N. leporinus* sur le gîte Four à Chaux

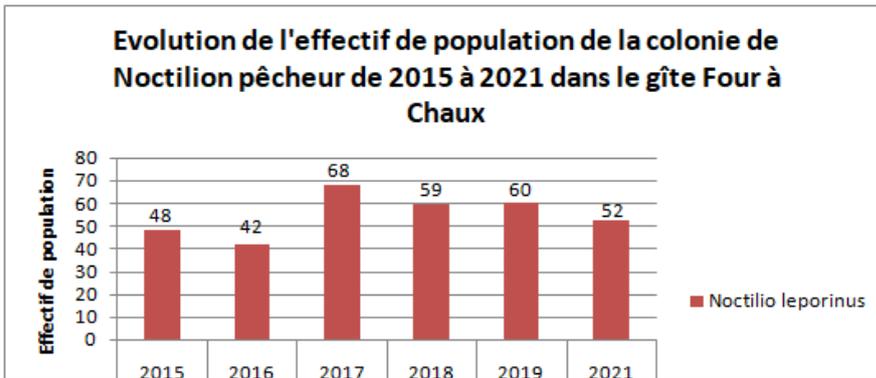


Fig 12 : Diagramme en bâton sur l'évolution de l'effectif moyen de la population de *N.leporinus* dans le gîte Four à Chaux entre 2015 et 2021.

Dans ce graphique (figure 12), nous observons l'évolution de l'effectif de la population de *N. leporinus* présents dans le gîte Four à Chaux sur la commune de Sainte Anne de 2015 à 2021. La colonie semble

relativement stable avec de faibles variations de population au fil des années.

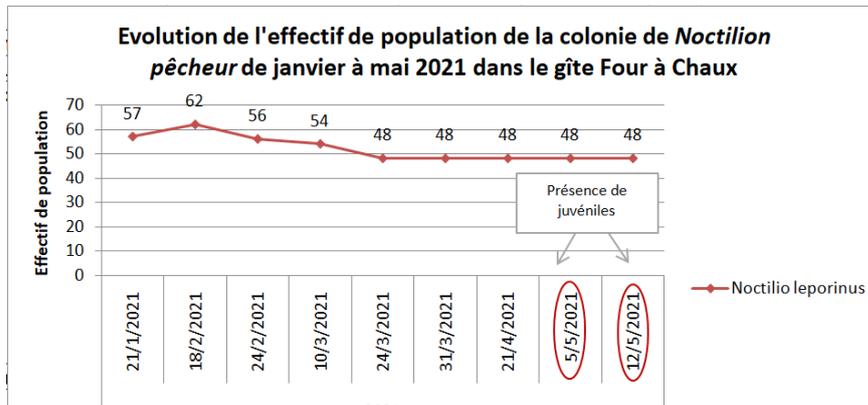


Figure 13 : Courbe sur l'évolution de l'effectif de population de la colonie de *N.leporinus* dans le gîte Four à Chaux durant la période de stage : entre janvier et mai 2021

La figure 13 retrace la période sur laquelle ce gîte a été suivi durant ma période de stage. Ainsi entre janvier et mai 2021, 9 prospections ont été effectuées afin d'obtenir des données sur la biologie de

l'espèce. Nous avons observé un effectif de population relativement stable, plus important entre janvier et février puis totalement stable entre mars et mai 2021 avec la présence de juvénile en mai.

3. Partie 3 : Impact des éoliennes sur les chauves-souris aux Petites Antilles

3.1 Synthèse bibliographique (annexe)

En annexe 8 se trouve l'intégralité des documents fournis pour cette partie de l'étude, dont la synthèse bibliographique sur l'impact des éoliennes sur l'activité des chauves-souris aux Petites Antilles et plus spécifiquement en Martinique.

3.2 Evolution, répartition et état des lieux de l'impact des éoliennes sur le parc GRESS de Martinique (tableau de synthèse et graphique)

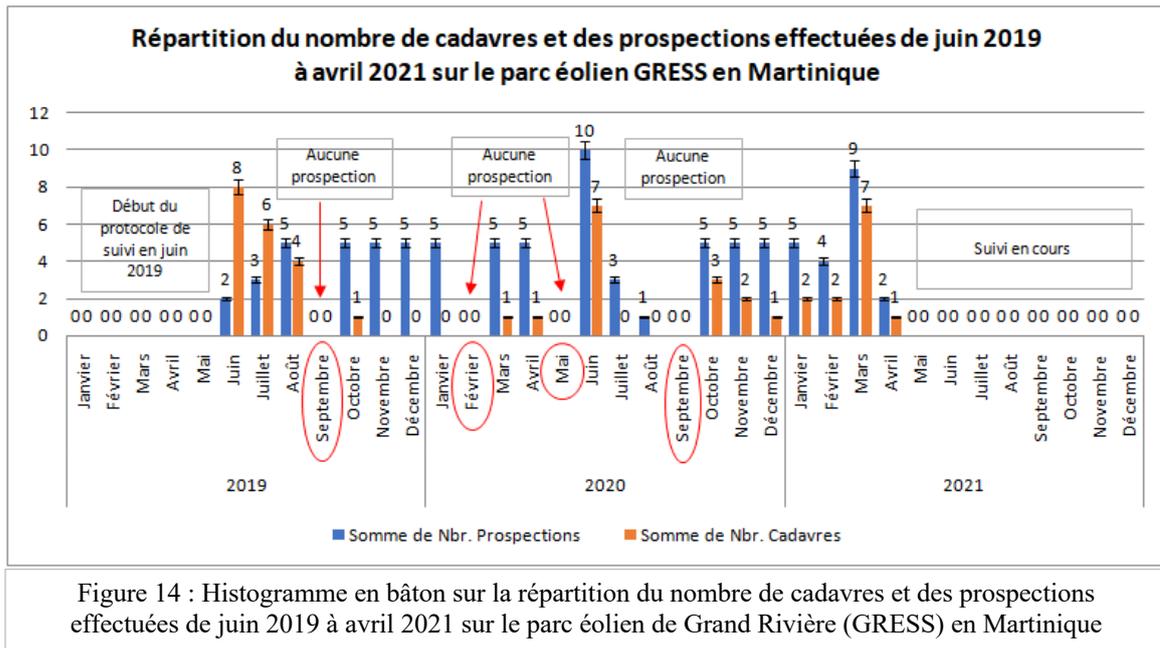


Figure 14 : Histogramme en bâton sur la répartition du nombre de cadavres et des prospections effectuées de juin 2019 à avril 2021 sur le parc éolien de Grand Rivière (GRESS) en Martinique

Ce graphique (figure 14) nous permet de visualiser la répartition du nombre de cadavres et des prospections effectuées entre juin 2019 et mai 2021 sur le parc éolien de Grand Rivière. En septembre 2019, février 2020, mai 2020 et septembre 2020, aucune prospection n'a été effectuée sur le parc éolien. En 2019, un nombre élevé de cadavres a été enregistré entre juin et août. En 2020, le suivi a été effectué sur seulement 9 mois sur 12 avec un changement de protocole : une fois par semaine pour juin et juillet 2019, puis 5 jours consécutifs et suivi tous les 6 semaines d'août 2019 à janvier 2021 puis à nouveau le protocole standard une fois par semaine depuis février 2021. Ce choix a été fait en raison de la forte prédation et de la forte probabilité de disparition des cadavres en une semaine d'un cadavre. Comme pour 2019, le mois de juin 2020 est également le plus meurtrier. D'octobre 2020 à mai 2021 une mortalité constante a été enregistrée sur une période de 8 mois avec un pic en mars et en mai 2021, malgré des mesures de bridages pour le mois de mai (résultats du mois de mai disponible dans la partie discussion). Les éoliennes ont un impact sur la mortalité des chiroptères toute l'année.

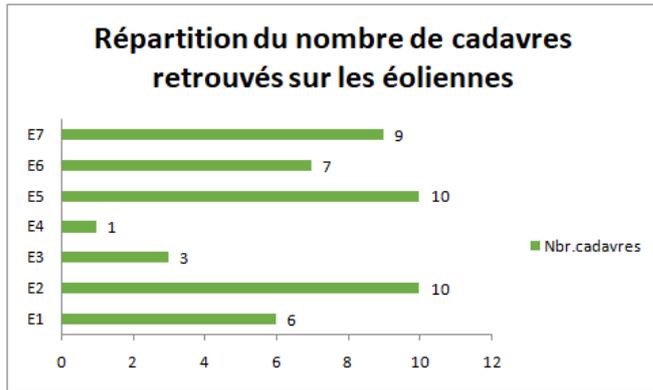


Figure 15 : Diagramme en bâton sur la répartition du nombre de cadavres retrouvés aux pieds des éoliennes depuis juin 2019 sur le parc éolien de Grand Rivière

Ce graphique représente la répartition du nombre de cadavres retrouvés sur les éoliennes entre 2019 et avril 2021 (figure 16). L'intégralité des éoliennes ont eu un impact sur les chauves-souris présentes sur le site. Les trois éoliennes les plus meurtrières sont la E2, la E5 (toutes deux 10 cadavres), et la E7 (9 cadavres). L'éolienne E4 a le moins d'impact sur les chiroptères (1 cadavre).

(1 cadavre).

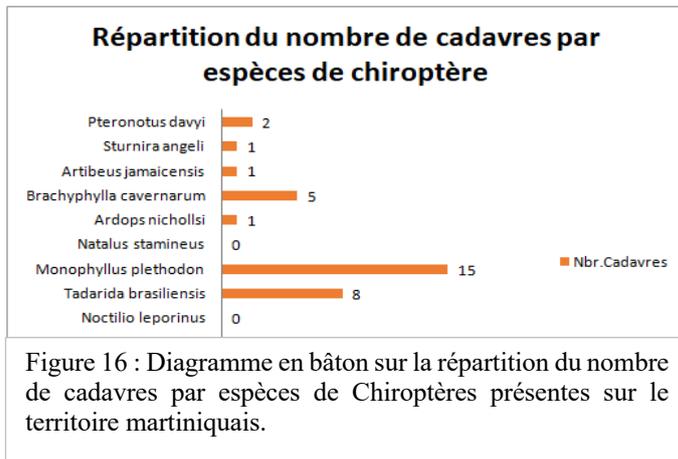


Figure 16 : Diagramme en bâton sur la répartition du nombre de cadavres par espèces de Chiroptères présentes sur le territoire martiniquais.

La figure 16 expose la répartition du nombre de cadavres par espèce de chiroptères. 8 espèces de chiroptères sur 11 sont impactées par le parc éolien. Les espèces non impactées sont : *N. stramineus*, *N. leporinus* et *M. martiniquensis*. L'espèce la plus touchée est le *M. plethodon* (15 cadavres), une espèce endémique des

Petites Antilles. Les deux autres espèces les plus impactées sont : *M. molossus* (13 cadavres) et *T. brasiliensis* (8 cadavres).

Tableau 5 : Tableau de synthèse par espèces des différents des résultats obtenus entre juin 2019 et avril 2021 sur le parc éolien de Grand Rivière (GRESS) en Martinique

Espèces	Recensées sur le plateau Beauséjour	Entendu acoustiquement	Heures d'enregistrement	Cadavres retrouvés	Nombres de cadavres	Mois où les cadavres ont été découverts	Risque pour l'espèce (min : 6)
<i>Myotis martiniquensis</i>	Oui	Oui	21h	Non	0	/	11
<i>Molossus molossus</i>	Oui	Oui	18h00 19h00 20h30	Oui	13	Juin Juillet Mars	78

<i>Noctilio leporinus</i>	Oui	Oui	NR	Non	0	/	12
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Oui	Oui	20h00	Oui	8	Juin Juillet Octobre	64
<i>Natalus stramineus</i>	Non	Non	NR	Non	0	/	0
<i>Monophyllus plethodon</i>	Non	Non	NR	Oui	15	Juin Juillet Août Avril Octobre Novembre Décembre Janvier Mars	195
<i>Ardops nicholli</i>	Non	Non	NR	Oui	1	Août	13
<i>Brachyphylla cavernarum</i>	Oui	Oui	20h00 23h00	Oui	5	Octobre Février Mars	35
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Oui	Oui	20h30 23h00	Oui	1	Août	7
<i>Sturnira angeli</i>	Non	Oui	NR	Oui	1	Octobre	11
<i>Pteronotus davyi</i>	Oui	Oui	19h30 20h30	Oui	2	Août Mars	24

Le tableau 5 est une synthèse des résultats obtenus jusqu'à présent depuis le début du suivi environnemental. Il reprend par espèce, différents critères nous permettant de visualiser l'impact du parc éolien. Sur les 11 espèces présentes, 7 ont été recensées sur le plateau Beauséjour lors de l'étude d'impact réalisée post-fonctionnement des turbines. Les études acoustiques ont permis d'enregistrer le sonar de 8 espèces de chauves-souris. Ces deux premières données nous permettent de constater qu'une espèce supplémentaire (*S. angeli*) a été enregistrée sur le site alors qu'elle n'avait pas été détectée comme présente sur le site. Huit espèces de chauves-souris ont été retrouvées mortes dans le parc éolien. Deux espèces (*M. martiniquensis* et *N. leporinus*) ont été enregistrées acoustiquement mais aucun cadavre n'a encore été retrouvé. La seule espèce qui ne semble pas être impactée sur le parc éolien est *N. stramineus* ; aucun recensement ni enregistrement acoustique n'a décelé sa présence autour du site. Le *M. plethodon* n'a été ni recensé dans l'étude d'impact ni enregistré lors des études

acoustiques. Cependant, c'est l'espèce dont le nombre de cadavres est le plus important. De même, aucun recensement n'a montré sa présence de *A. nichollsi*, pourtant un cadavre a été retrouvé. Les enregistrements acoustiques et le recensement d'un cadavre montrent que *Sturnira angeli* est également impactée. Les autres espèces *P. davyi*, *A. jamaicensis*, *B. cavernarum*, *T. brasiliensis* et *M. molossus*, ont toutes été recensées et enregistrées dans cette zone et plusieurs cadavres de chacune de ces espèces ont déjà été retrouvés.

3.3 Evolution du gîte à proximité du parc éolien : Tunnel Beauséjour

Le tunnel Beauséjour a été suivi depuis 2015 par la SFPEM puis par le Parc Naturel Régional de la Martinique à partir de 2017. Au total, quatre espèces ont été recensées dans ce gîte : Le *M. martiniquensis*, la *N. stramineus*, le *M. plethodon* et le *B. cavernarum*.

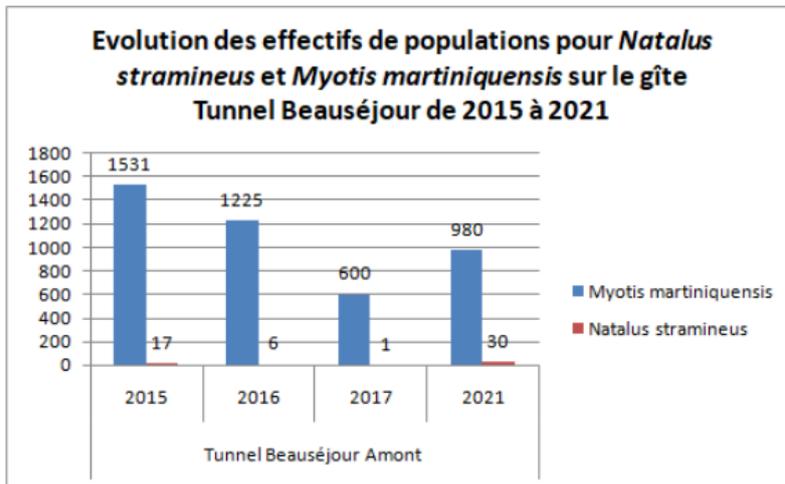


Figure 17 : Diagramme en bâton sur l'évolution des populations de *Natalus stramineus* et *Myotis martiniquensis* sur le gîte Tunnel Beauséjour Amont entre 2015 et 2021.

Ce graphique retrace l'évolution des effectifs de populations de la *N. stramineus* et du *M. martiniquensis* dans le gîte Tunnel Beauséjour Amont entre 2015 et 2021. Nous constatons que l'effectif de la colonie de *M. martiniquensis* a significativement baissé en 2017, puis a légèrement remonté en l'espace de 3 ans. La colonie de *N. stramineus* est restée faible entre 2015 et 2017, puis a significativement augmenté en 2021 avec 30 individus.

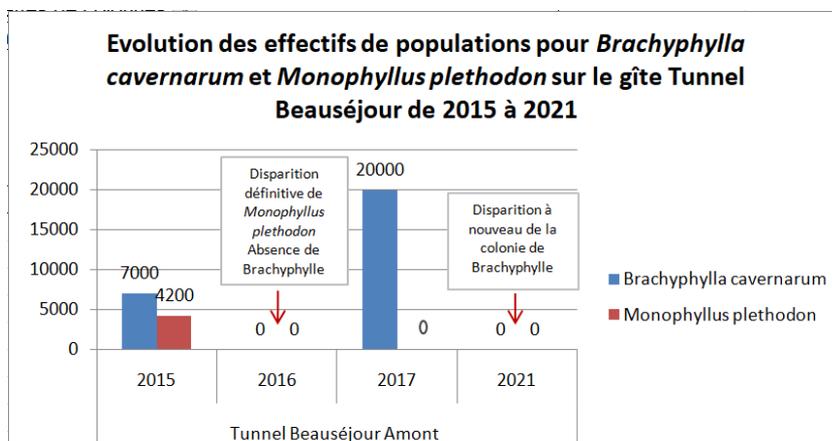


Figure 18 : Diagramme en bâton sur l'évolution des colonies de *B.cavernarum* et de *M.plethodon* sur le gîte Tunnel Beauséjour Amont entre 2015 et 2021.

Ce graphique retrace l'évolution depuis 2015 des deux autres espèces présentes dans le gîte : *M. plethodon* et *B. cavernarum*. Entre 2015 et 2016, la population de *M. plethodon* a totalement disparu du gîte, plus aucun individu n'a été retrouvé depuis. La

population de *B. cavernarum* a subi de nombreuses variations d'effectifs. La colonie a disparu en 2016, puis a significativement augmenté en 2017 avec un effectif d'environ 20000 individus. La prospection effectuée cette année en 2021 a révélé une absence de la population comme en 2016.

4) Discussion

1. Partie 1 : Base de données et actualisation des suivis de gîtes

Perspectives et évolutions de la base de données

La conception de la base de données et son analyse furent les premiers éléments fournis lors de mon stage. Dès les premières semaines, nous avons pu connaître l'évolution et la dynamique des gîtes présents sur le territoire. Cette partie bio-informatique a été nécessaire afin de révéler visuellement la tendance des gîtes suivis depuis 2015. Cette phase de création nous a permis d'entrevoir des améliorations et une évolution de cette base de données. A long terme, l'objectif serait d'avoir une base de données nationale en intégrant le cadre du Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP). Le principal intérêt de faire partie de ce référentiel est d'intégrer un programme global permettant de consolider nos connaissances sur les espèces. Ce référentiel TAXREF semble être la suite logique de l'évolution de la base de données sur les chiroptères de Martinique. Pour prétendre à ce statut, nous avons intégré le code INPN aux espèces (tableau 1 partie 2) et nous attendons la validation de la base de données pour rentrer dans ce programme, d'abord au niveau régional, puis au niveau national.

Lors de la phase de recherches bibliographiques, nous nous sommes rendu compte que certains gîtes référencés dans notre base de données avaient été prospectés avant 2015. Une nouvelle mise à jour de la BDD peut être réalisée en intégrant ces suivis antérieurs, ce qui permettra une meilleure appréhension de la dynamique de certains gîtes.

État des populations de chiroptères dans les gîtes, nouvelles méthodes de prospections

Les analyses de la base de données post terrains nous ont permis de répondre à une grande partie des questions que nous nous posions sur l'écologie des chiroptères. Nous avons pu définir les espèces les plus présentes dans les gîtes, connaître le nombre de passages effectués dans chaque gîte, connaître les tendances d'évolution des gîtes en fonction des années, discerner les gîtes menacés et ceux qui nécessitent des mesures de conservation. Les conclusions tirées de la base de données sont toutefois discutables. En effet, si nous reprenons le graphique de

répartition des espèces dans les gîtes de Martinique, nous interprétons les résultats de sorte qu'on ait des espèces très présentes sur le territoire et d'autres beaucoup moins. Certaines espèces comme *A. jamaicensis* sont très présentes dans les gîtes faciles d'accès, ainsi leur recensement est plus régulier. Les colonies de *B.cavernarum* sont moins nombreuses sur le territoire car ce sont des espèces cavernicoles qui forment généralement des colonies de plus de 5000 individus. Certaines espèces comme le *M. molossus* affectionnent particulièrement les constructions humaines et gîtent sous les toitures de tôles ondulées (Ibéné, 2007). Une grande partie de leurs gîtes ne sont pas répertoriés dans notre base de données car ils sont principalement installés chez des particuliers. L'écologie des espèces est un élément qui influence les proportions de gîtes sur le territoire. Les espèces arboricoles ont une préférence pour les milieux forestiers et sont donc plus difficiles à observer. C'est la raison pour laquelle, aucun gîte n'est connu actuellement pour *A. nichollsi* et *S. angeli*. L'acquisition de nouvelles méthodes de prospection pourrait permettre de connaître un panel de gîtes plus importants et plus diversifiés. L'étude acoustique semble être la méthode de prospection la plus adaptée au territoire néotropical qu'est la Martinique. Grâce à des détecteurs à ultrasons qui enregistrent les sonars des individus, la présence des chiroptères peut être détectée lors de leurs déplacements. La méthode utilisée pour évaluer et quantifier l'activité des chiroptères a été élaborée par Michel Barataud (Barataud, 1992, 1996, 2012, 2015). En Martinique, deux missions d'inventaire des espèces et des gîtes, incluant la détection ultrasonore, se sont déroulées en 2004 et 2006 (Issartel et Leblanc, 2004 ; Issartel et al, 2008). Entre 2008 et 2013, six missions d'étude sur les liens existant entre les onze types de forêts en Martinique et les chiroptères (Barataud et al, 2014) ont précisé les critères d'identification acoustique des onze espèces présentes. A partir des précédentes missions, une extension des connaissances sur les gîtes et les espèces peut être apportée avec la mise en place régulière de suivis acoustiques.

Etat des populations de chiroptères dans les gîtes, menaces et mesures de conservations

L'actualisation des données nous a permis de suivre la tendance des populations de chiroptères sur 6 ans. Les trois gîtes présentés dans la partie concernant les résultats nous montrent les différentes allures et changements que peuvent prendre les colonies dans les gîtes. Certains gîtes ne semblent pas être perturbés par des facteurs anthropiques. Le premier gîte présenté, le Clocher du Prêcheur qui compte une population de *A. jamaicensis* voit depuis plusieurs années son effectif croître. Ce gîte est le parfait exemple d'un gîte en bonne santé qui permet à la colonie de se reproduire. *A. jamaicensis* est une espèce qui donne naissance à un à deux jeunes par an (Ortega, 2001). Nous avons pu observer les jeunes de *A. jamaicensis* lors de

nos prospections à partir du mois de mars dans de nombreux gîtes (Tunnel de Bally, Maison n°41, La Semair, le Galion, Pont Anse Latouche). Le gîte Tunnel de Didier a attiré notre attention. En effet, ce gîte, qui auparavant comprenait des milliers d'individus de *A. jamaicensis*, comporte actuellement 39 individus. Nous émettons l'hypothèse que les chauves-souris ont arrêté de se reproduire dans ce gîte car il est peu propice à la reproduction et à la mise bas des jeunes. L'accès au tunnel est interdit à la randonnée dû à la présence d'un captage avec un périmètre de protection. Cependant, la cascade de Didier auquel mène ce tunnel est un véritable attrait touristique qui ne cesse d'être emprunté. Cela occasionne des dérangements non-négligeables pour l'espèce. D'ici quelques années, il est probable que la colonie ait totalement disparu de ce gîte. Aucune étude concernant le nombre de touristes ni la période de fréquentation n'a été réalisée, ce qui ne nous permet pas à l'heure actuelle de corréler la baisse des effectifs de populations avec le dérangement touristique.

Le second gîte présenté (Gîte la Semair) se trouve au milieu d'une zone industrielle, il est menacé par les activités humaines. Des mesures de protection et de conservation sont à mettre en place urgemment. Il a subi à deux reprises une destruction intentionnelle, ce qui a eu un fort impact sur les populations de chiroptères. En 2017, le gîte a été brûlé, les colonies de *T. brasiliensis* et de *B. cavernarum* ont significativement été impactées et diminuées après cet évènement. Seulement trois gîtes en Martinique sont connus pour *T. brasiliensis*. La diminution de cette population dans ce gîte est très préoccupante, il s'agissait de la plus grosse colonie de cette espèce connue sur le territoire. Lors de notre dernière prospection dans ce gîte, en mai 2021, nous avons constaté le même scénario. Nous émettons l'hypothèse que des milliers de *B. cavernarum* ont été victimes de braconnage à des fins de consommation. Nous avons retrouvé des milliers d'ailes coupées sur le sol, signe que ces dernières ont été coupées afin de prélever seulement le corps des individus, qui est la partie comestible chez les chauves-souris. La consommation des chauves-souris, notamment des Rats-Volants (*B. cavernarum*) faisait autrefois partie des plats traditionnels que les habitants avaient l'habitude de consommer. Ainsi il n'est pas rare, même actuellement et malgré le statut de protection des espèces, de voir des humains chasser les chiroptères pour leur propre consommation. Les pressions que les espèces subissent sont multiples, cependant une grande partie sont liées aux activités humaines. Lors de notre prospection des gîtes littoraux, nous avons constaté la disparition de deux colonies de *B. cavernarum* dans deux gîtes sur la commune de Schoelcher : La grotte de l'Anse Collat et la grotte de Fond Bernier. Dans ces deux cas, une forte pollution de déchets a été observée occasionnant une gêne pour les individus (odeur, dégradation de plastiques, obstruction des

gîtes). Le gîte Grottes aux chauves-souris de l'Anse Noire a lui subi une forte baisse de sa population liée au dérangement causé par des touristes voulant observer la colonie. Des mesures de conservation devront être mises en place afin de permettre un éventuel relogement des colonies.

Les chiroptères sont des mammifères et, au même titre que nous, certaines colonies peuvent décider de quitter un gîte intentionnellement pour des raisons sanitaires ou à cause de phénomènes naturels. L'exemple du gîte de la grotte de l'Anse Belleville dans la partie résultat en fait partie. La population de *N. leporinus* a significativement diminué en 2021. Lors de la prospection du gîte nous avons constaté un effritement de la roche, causant petit à petit l'effondrement de la grotte. Ce phénomène naturel explique le déplacement de la colonie. Il existe d'autres cas où les espèces peuvent décider elles-mêmes de quitter un gîte. Le gîte de la Maison D5 Grand Savane, a vu disparaître sa colonie de *B. cavernarum* d'environ 200 000 individus, car la maison qui était en bois a été détruite lors d'évènements climatiques. La grotte de l'îlet chancel qui abrite une forte population de *B. cavernarum* et de *P. davyi* se ferme naturellement. L'accumulation du guano dans la grotte réduit considérablement l'espace habitable pour les colonies de chiroptères. Une précédente étude a montré que 70 cm de guano dans cette grotte s'est vraisemblablement formé en moins de 70 ans. Il est donc possible que la cavité soit en train de se combler très rapidement sous l'action de la colonie de chauves-souris qu'elle abrite (Bochaton, 2021). Les grosses colonies de chiroptères cavernicoles sont susceptibles de vivre dans les gîtes infectés par l'Histoplasmose. Cette maladie due à la prolifération d'un champignon dans le guano peut être présente chez les individus vivant dans le gîte. En Martinique, des chercheurs ont réussi à isoler ce champignon (*Histoplasma capsulatum*) dans les *B. cavernarum*, preuve de leur contamination par inhalation des spores (Garsaud et al, 1999). Ainsi il n'est pas rare de voir des colonies désertir certains gîtes trop infectés pendant un certain temps pour assainir le gîte (Disalvos, 1970).

Dégradation alarmante de l'intérêt chiroptérologique des gîtes

Afin de pouvoir prioriser les actions de conservation, une réévaluation de l'intérêt chiroptérologique des gîtes a été établie. Cette méthode, initiée par le second Plan National d'Action Chiroptères, projette de suivre à long terme la potentielle dégradation des gîtes. Notre étude a révélé une dégradation sur 37% des gîtes, un résultat alarmant en l'espace de 5 ans. Des mesures de conservation semblent aujourd'hui nécessaires et urgentes quant à la préservation des populations de chiroptères de Martinique. Dans un premier temps, certains suivis de gîtes

devront être ajoutés afin de mieux comprendre la dynamique de ces derniers et ainsi savoir si certaines colonies migrent dans d'autres gîtes à certaines périodes (reproduction par exemple). Les suivis, mensuels, trimestriels et annuels devront être ajoutés, ainsi que la prospection des 32% des gîtes n'ayant pas été visité depuis 2016. Au même titre que le Tunnel Beauséjour qui renferme un effectif de populations important, les territoires sur lesquels nous connaissons la présence de gîtes majeurs devrait passer en Arrêtés Préfectoraux de Protection Biotope (APPB). L'interdiction d'accès à certains gîtes nous semble également une mesure indispensable pour éviter tout dérangement sur les colonies. Nous avons par exemple cette année interdit l'entrée à un gîte de *B. cavernarum* situé sur la commune du Lamentin (Gîte Vito) qui renferme plus de 20000 individus, anciennement 35000 individus en 2016.

Actions de sensibilisations et médiation

La gestion des populations de chiroptères en Martinique passe également par les actions de sensibilisation et de médiations que le PNRM met en place depuis 2017. Communiquer, rassembler et rassurer la communauté sur les espèces indigènes de l'île fait partie intégrante des missions qu'assure le PRNM. Durant ma période de stage, plusieurs actions de sensibilisation ont été réalisées. Nous sommes intervenus en tant qu'organisme de conseils spécialisés en chiroptérologie lors d'une journée découverte des chiroptères à la grotte aux chauves-souris, dans un collège à St Joseph, à la Brasserie Lorraine, ainsi que sur des sites classés. La diffusion des actions menées par le PNRM sur la connaissance et l'étude des chiroptères de Martinique a été réalisée grâce à la rédaction d'un article coécrit par ma maître de stage Christelle Béranger et par moi-même, qui est parue et toujours disponible sur le site internet du Plan d'Action National (PNA) Chiroptères ([Focus sur les actions menées sur l'île de la Martinique | Plan National d'Actions Chiroptères \(plan-actions-chiropteres.fr\)](#)).

2. Partie 2 : Etude du cycle biologique de deux espèces de Chiroptères

Les facteurs de reproduction chez les chiroptères

L'étude phénologique des espèces se traduit par l'analyse de la reproduction. Chez les chiroptères, elle est déterminée par différents facteurs exogènes et endogènes. Ainsi, pour étudier la phénologie des espèces de chiroptères, l'influence de la disponibilité en nourriture, l'habitat, les conditions météorologiques et la saisonnalité jouent un rôle important (Robert, 2003). Les chauves-souris sont des mammifères atypiques qui ont des stratégies de cycle de vie inhabituel pour des animaux de cette taille. Communément, les espèces de petites tailles ont

une stratégie de vie qui suit le schéma suivant : une reproduction rapide et une mortalité élevée. Cependant, les chiroptères, malgré leur petite taille, n'ont pas ce schéma de cycle de vie. Nous observons chez ce taxon un retard dans la maturité sexuelle, surtout chez les femelles. Ces dernières donnent naissance à un ou deux petits par an et très peu de mortalité de juvéniles est comptabilisée (Chavery et al. 2006). La taille des jeunes lors de la mise bas est un autre facteur déterminant la spécificité des chauves-souris. Les juvéniles peuvent atteindre jusqu'à 43% de la masse maternelle à leur naissance, ce qui équivaut à un bébé de 27 kilogrammes pour une femme humaine de 63 kilogrammes.

Le statut reproducteur et les périodes de mise bas doivent encore être précisés pour la plupart des espèces présentes en Martinique. Cette présente étude nous a permis d'acquérir de nouvelles données sur la reproduction d'une espèce : *M. martiniquensis* et de confirmer le cycle reproductif au niveau local d'une autre espèce : *N. leporinus*.

La reproduction chez M. martiniquensis, comparaison littérature scientifique

Les résultats recueillis sur le gîte Pont Ravine Manoël pendant les 5 mois de prospection ont permis d'identifier une période de mise bas des jeunes chez *M. martiniquensis*. Le 10 mars 2021, nous avons observé une vingtaine de jeunes sur certaines femelles présentes dans le gîte. Il s'agit de la première donnée de reproduction observée pour l'espèce. Le *M. martiniquensis* est une espèce très peu décrite dans la littérature. La phylogéographie et la génétique sont les seules informations connues jusqu'à présent car des études ont été menées pour certifier de l'endémisme de l'espèce (Larsen et al, 2011). Le *M. martiniquensis* est de la famille des *Vespertilionidae*, il fait partie des 110 espèces de cette famille (Simmons, 2005) et des vingt-cinq espèces néotropicales actuellement connus dans le monde (Wilson, 2008 ; Moratelli et al, 2011, 2013, 2016 ; Moratelli et Wilson, 2011, 2014 ; Larsen et al, 2012 ; Mantilla-Meluk et Muñoz-Garay, 2014). L'observation des jeunes corrèle avec celle établie pour d'autres espèces, notamment *A. jamaicensis*. De nombreuses espèces de *Phyllostomidae* tropicaux synchronisent l'accouplement et la naissance avec la saison des pluies. Ce phénomène est dû à la disponibilité en nourriture qui est plus abondante en cette période (Chaverri et Kunz, 2006). Nous pouvons émettre l'hypothèse que les espèces insectivores comme le *M. martiniquensis* sont également dépendant de la saisonnalité étant donné qu'un bloom d'insectes est enregistré durant les périodes de pluies (Moratelli et al, 2017). En comparaison, plusieurs études ont montré des périodes de gestations et de mises bas des jeunes à différentes périodes pour d'autres espèces de Murins. Au Costa Rica, les études sur le *Myotis riparius* montrent une mise bas des jeunes entre avril et juin (LaVal et Fitch 1977 ; LaVal et Rodríguez, 2002), ce qui semble cohérent

avec les jeunes observer ici en mars. Toujours chez *M. riparius*, des femelles ont été observées en gestation au plein mois d'août (Novaes et al, 2017) et les mises bas en Uruguay ont été observées en février. Ainsi nous pouvons constater que les Murins peuvent avoir plusieurs périodes de reproduction en fonction de l'espèce et de la zone géographique dans laquelle ils vivent. Pour mieux comprendre la biologie de *M. martiniquensis*, des suivis réguliers sur les trois gîtes connus en Martinique devront être mis en place afin de savoir si cette espèce met bas seulement au mois de mars ou si comme *A. jamaicensis*, elle donne deux petits par an à des périodes différentes. Des études ont démontré que les chauves-souris *Vespertilionidae* insectivores présentes en région tempérée, ont une augmentation de l'activité spermatogène et une augmentation de la masse des testicules lors de la période de reproduction (Kunz et al.1998). Parallèlement, *Myotis nigricans*, présente au Brésil, montre une régression testiculaire au cours de son cycle de reproduction (Beguelini, 2014). Enfin, le *Myotis levis*, présente les mêmes particularités que *M. nigricans*, à savoir une régression testiculaire lors de la période de reproduction (Araujo, 2013). Une différence fondamentale apparaît entre les espèces peuplant les zones tempérées et celles vivant en zone néotropicale. Ainsi, des sessions de captures d'individus à différentes périodes de l'année en Martinique pourraient nous permettre de constater la potentielle régression testiculaire chez les mâles des *M. martiniquensis* et ainsi mieux connaître les périodes de reproduction de l'espèce.

Dynamique du gîte Pont Ravine Manoël

Concernant la dynamique du gîte, antérieurement à 2015, ce dernier a été contrôlé 5 fois et les 2 espèces présentes actuellement étaient déjà recensées dans le gîte. Pour *M. martiniquensis* les résultats des effectifs de population ont été très variables. Le dénombrement de cette espèce entre 2009 et 2021 fluctue entre 159 individus (2021) et 1700 individus (2011). Malgré une moyenne de 260 individus lors des prospections effectuées en 2021, nous avons enregistré l'effectif de population le plus bas depuis 12 ans. Il est important de préciser qu'actuellement seulement 3 gîtes sont connus pour abriter des colonies de *M. martiniquensis*. Ainsi le Pont Ravine Manoël est un gîte à enjeu majeur sur le territoire qui doit être suivi régulièrement, d'autant que ce dernier abrite également une colonie de *T. brasiliensis*, dont seulement 3 gîtes sont connus. La plupart des espèces forment des groupes monospécifiques (Racey et Entwistle, 2000), mais quelques espèces se regroupent parfois en colonies mixtes. C'est le cas pour ce gîte où deux espèces cohabitent dans un même pont. Pour comprendre la dynamique du gîte, nous avons décidé d'étudier l'évolution de ces deux espèces. Tout comme pour le *M. martiniquensis*, des relevés sur la *T. brasiliensis* ont été effectués avant 2015. Ces

prospections effectuées entre 2009 et 2014 estiment une population comprise entre 1200 et 1800 individus. Entre 2016 et 2021, le plus gros effectif de population enregistré est 350 individus. Une baisse significative des deux populations a donc été rapportée. Lors de nos prospections, nous avons constaté un dérangement sonore et olfactif dû à l'activité de l'usine de métallurgie présente en contrebas du site. Un constat a été déposé par les agents du PNRM pour rendre compte de la situation qui selon nous est un facteur déterminant sur la chute des effectifs de populations de chiroptères présentes dans ce gîte.

Dynamique du gîte Four à Chaux

Concernant le gîte Four à Chaux sur la commune de Sainte Anne, nous avons suivi ce gîte afin de mieux comprendre la biologie du *N. leporinus* au niveau local. En effet, cette espèce est relativement bien décrite sur le plan phénologique dans les autres pays, mais il nous semble nécessaire de confirmer notamment les cycles de reproduction à notre échelle. Le Noctilion pêcheur appelé la Grande chauve-souris bulldogg, est largement répandu dans les Néotropiques (Koopman, 1982). Le *N. leporinus* est une espèce piscivore qui utilise la technologie sonar basée sur la détection de mouvement grâce à l'effet Doppler pour chasser ses proies (Kalko et Schnitzler, 1998 ; Schnitzler et al, 1978). C'est la seule chauve-souris à utiliser cette méthode de chasse dans les Antilles. Son habitat est influencé par son régime alimentaire, ce qui explique que tous les gîtes connus en Martinique soient situés à proximité du littoral. Comme la plupart des espèces de chauves-souris, son régime alimentaire ne dépend pas d'une seule denrée. Une étude à Puerto Rico a démontré que selon la saison, cette espèce va changer son habitude alimentaire. Pendant la saison des pluies, les insectes sont sa principale source d'alimentation. Lors de la saison sèche, *N. leporinus* se nourrit préférentiellement de poisson (Brooke, 1994). Ainsi *N. leporinus* a une véritable stratégie d'alimentation flexible qui peut s'adapter aux conditions locales et inclure des proies terrestres. Pour étudier plus spécifiquement les colonies martiniquaises, des études isotopiques pourraient être établies afin de connaître les habitudes alimentaires des individus. Concernant la dynamique du gîte Four à Chaux, d'autres données que celles que nous avons dans notre base de données ont été collectées entre 2006 et 2013. Le *N. leporinus* est la seule espèce présente dans le gîte. Les anciennes prospections montrent des effectifs de population supérieurs aux derniers effectifs enregistrés. La colonie a diminué de moitié entre 2006 et 2021. Cette diminution de l'effectif de population a été progressive au fil des années et nécessite la mise en place de mesures de protection et de conservation. Un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope semble être un outil suffisamment fort et adapté au contexte. Un APPB est déjà présent à la Réserve Naturelle de l'îlet de Sainte Anne, une

intégration à ce dernier peut être une solution. La végétation qui se développe autour de l'ancien Four à Chaux et qui obstrue l'entrée du gîte a été identifiée comme une menace réelle sur ce site. Pour éviter le dérangement des *N. leporinus*, un défrichage manuel a été effectué. Cette opération pour lutter contre la végétation peut être renouvelée plusieurs fois dans l'année, surtout lors de la saison des pluies.

Nouvelle donnée de reproduction chez N. Leporinus, comparaison littérature scientifique

La période de reproduction de *N. leporinus* n'a jamais été observée en Martinique. Cependant, les deux dernières prospections au mois de mai nous ont permis d'observer 8 jeunes dans le gîte. Ces résultats sont en corrélation avec certaines études menées ailleurs dans le monde sur cette espèce. *N. leporinus* a un système d'accouplement polygénique, c'est-à-dire que les mâles de la colonie défendent un groupe de femelles appelé un harem. La reproduction entre individus est possible par l'état de fertilité des femelles présentes dans la colonie (Bordignon et al, 2012). Dans le sud du Brésil, le profil de reproduction de *N. leporinus* a été étudié, notamment à travers les organes reproducteurs mâles et femelles. Il en est ressorti que les mâles sont actifs toute l'année et les femelles ovulent entre juillet et décembre. Cette étude a également montré que *N. leporinus* a une configuration polyester bimodale avec une augmentation du recrutement des jeunes entre janvier et mai (Bordignon, 2004). En revanche, une étude menée à Mexico a démontré que l'espèce s'accouple en saison hivernale, puis les femelles allaitent leurs petits au printemps et en été (Hernandez et al, 1985), tandis qu'à Porto Rico, l'accouplement a lieu en septembre et novembre puis la naissance des jeunes a lieu à partir de mai (Brooke, 1997). Le cycle biologique de reproduction des espèces de Martinique semble être en adéquation avec les études menées à Porto Rico.

3. Partie 3 : Impact des éoliennes sur les chauves-souris aux Petites Antilles

Les éoliennes sont, à l'heure actuelle, une source d'énergie renouvelable en plein essor. Les objectifs mondiaux quant à la réduction des gaz à effet de serre, définis lors de la Conférence de Kyoto en 1997, a permis à l'Union Européenne de développer les énergies renouvelables. En décembre 2015, lors de la COP 21, tous les pays membres se sont engagés à déployer et renforcer leurs énergies renouvelables. Ainsi, depuis les années 2000, la production d'énergie éolienne a été multipliée par 15 (Coly et Al, 2017). Une production d'énergie "verte" oui, mais à quel prix ?

L'étude menée sur les risques et l'impact du parc éolien de Martinique sur les chiroptères nous a permis de faire le même constat que les études menées ailleurs dans le monde. Un réel

impact direct et indirect sur l'environnement et tout particulièrement sur la chiroptérofaune est généré (Erickson et West 2002).

Difficulté d'accès aux ressources dans les Petites-Antilles

La partie connaissance et recherche bibliographique de rapports environnementaux pour appréhender la problématique des éoliennes dans un contexte néotropical met en évidence la difficulté d'accès aux données. Ce manque d'information génère une difficulté à estimer rigoureusement l'impact des éoliennes dans ces régions. Les rapports trouvés sur un parc éolien de Guadeloupe et un parc éolien de Porto Rico semblent tous deux incomplets et non conformes aux demandes réglementaires concernant les suivis environnementaux selon la loi du Code de L'Environnement (Art. L. 122.1 du code de l'Environnement ; Modifié par LOI n°2020-1525 du 7 décembre 2020 - art. 37). En Martinique, le rapport environnemental paru en novembre 2020 semble quant à lui plus complet malgré des périodes de non-prospection et une étude acoustique incomplète. A partir de ce premier document, et en collaboration avec l'exploitant, nous avons fourni de nouveaux documents pour quantifier l'impact sur les chauves-souris sur le site. L'étude d'impact initiale du parc éolien de Grand'Rivière en Martinique avait conclu à un impact négligeable sur la faune dont les chiroptères. Les relevés de mortalités montrent une véritable faille dans les suivis réalisés en amont des implantations des éoliennes au vue de la mortalité enregistrée sur le site. Pour rappel, ce parc n'a pas fait l'objet d'une demande de dérogation espèce protégée (DEP), pourtant la mortalité engendrée est plus qu'alarmante (voir figure 16 et 17). Aucune prospection dans le gîte du Tunnel Beauséjour (APPB) n'a été réalisée pour compléter l'étude d'impact. Cette négligence ne nous permet pas à l'heure actuelle de quantifier les impacts engendrés sur les populations présentes dans le gîte.

Mesures de bridages non adaptés aux activités des chiroptères

Les résultats de novembre 2020 concernant la mortalité de la faune sauvage sur le parc éolien ont alerté quant à la menace du parc sur la biodiversité. L'exploitant s'est alors engagé à mettre en place un plan de bridage de mai à septembre 2021 entre 18h et 21h, lorsque les conditions de vent sont inférieures à 6m/s. Cette mesure de réduction consiste à arrêter les éoliennes, permettant ainsi aux individus de ne pas être impactés lors de leurs sorties de gîtes, c'est-à-dire aux crépuscules (Marchais, 2017). Cependant, les nouvelles données apportées lors de la période de stage (post novembre 2020) ont montré une mortalité, tout au long de l'année. Les premières mesures de bridage sur seulement 5 mois de l'année ne sont pas adaptées à la dangerosité de la situation. A la suite d'un contrôle effectué en mai 2021 par la DEAL

Martinique, l'exploitant a revu les périodes de bridages en considérant les derniers chiffres sur la mortalité. Le bridage des éoliennes sera effectif tous les mois de l'année entre 18h et 21h, toujours lorsque les conditions de vent seront inférieures à 6m/s.

La synthèse des résultats (tableau 5) permet de visualiser que sur les 8 espèces enregistrées, au moins 5 sont actives entre 20h30 et 21h, et parmi elles, certaines ont été enregistrées à 23h et 1h. La période (18h/21h) de bridage des éoliennes est trop restreinte pour espérer faire disparaître la mortalité de certaines chauves-souris qui ont des périodes d'activités plus tardives dans la nuit. Concernant le facteur vent, nos observations ainsi que les données sur le terrain ne nous permettent pas actuellement de définir précisément la vitesse du vent en dessous de laquelle les chiroptères ont une activité moindre. En mai 2021, malgré les mesures de bridage fonctionnelles, 10 cadavres de chiroptères ont été retrouvés : 7 *T. brasiliensis*, 2 *M. molossus* et 1 *M. plethodon*. Cette découverte appuie notre expertise selon laquelle un bridage entre 18h et 21h pour un vent inférieur à 6m/s n'est pas une mesure adaptée pour la protection des chiroptères en Martinique. Les prochains mois seront déterminants quant à l'efficacité du bridage. Si la mortalité est toujours constatée, les mesures devront être adaptées.

Les deux protocoles de suivi réglementaires (suivis mortalité et acoustique) sont indispensables afin d'avoir une étude complète sur l'ensemble des espèces présentes sur le site. Ces deux méthodes doivent absolument être réalisées conjointement car des informations sont apportées lors de la synthèse des résultats obtenus. Deux espèces, *M. plethodon* et *A. nichollsi* n'ont pas été enregistrées acoustiquement car ce sont des espèces ayant des sonars très faibles et de courte distance. Leur présence n'avait pas non plus été détectée lors de l'étude d'impact du parc. Le suivi de mortalité a quant à lui démontré que ces deux espèces ont été impactées par les éoliennes : 1 cadavre de *A. nichollsi* a été découvert et plus de 15 cadavres pour *M. plethodon* (espèce la plus impactée sur le site).

Aucune saisonnalité dans l'année n'apparaît quant à la mortalité des chiroptères contrairement aux résultats obtenus dans les études d'impacts menées en Métropole. Les espèces européennes hibernent pendant l'hiver ce qui réduit considérablement le nombre de mois où elles sont susceptibles d'être impactées par les parcs éoliens. Les mesures ERC et de bridage doivent donc être adaptées au contexte néotropical et aux cycles biologiques des espèces. Dans les Petites Antilles, les chauves-souris ne rentrent pas en hibernation, elles sont donc vulnérables toute l'année.

Malgré une omission de prospection dans le Tunnel Beauséjour lors de la phase initiale d'étude d'impact, nous avons réalisé en mai 2021 un comptage des espèces. Ce dernier a renforcé notre inquiétude quant à la pérennité des espèces autour de ses ravines. Actuellement,

seulement 2 espèces sur 4 sont présentes dans le gîte : *M. martiniquensis* et *N. stramineus*. Aucun cadavre de ces deux espèces n'a été retrouvé jusqu'à présent, cependant *N. Stramineus* est considérée comme "absente" sur le site alors qu'une colonie gîte à 300 mètres du parc éolien, signe d'une défaillance dans les protocoles de recherche d'espèces. En 2015 une population de 4500 *M. plethodon* a été observée ; depuis 2016 cette population semble avoir disparu de ce gîte. Cependant nous savons avec certitude qu'un autre gîte à proximité du parc éolien doit exister au vu du nombre de cadavres retrouvés aux pieds des éoliennes. Une importante colonie de 20000 individus de *B. cavernarum* était également présente de 2015 à 2017, cette année en 2021, aucun individu n'a été recensé dans ce gîte. Le *B. cavernarum* est une espèce à fort intérêt patrimonial sur le site, un APPB a été instauré dû à sa grande colonie, disparue à ce jour. Tout comme pour le *M. plethodon*, les individus ont dû trouver de nouveaux gîtes dans les ravines avoisinantes.

État des lieux et recommandations

L'étude alarmante menée lors de ce stage soulève les limites de la documentation sur les dispositifs de collectes de données et nous amène à nous questionner sur la qualité des protocoles utilisés lors des études d'impacts de futurs parcs. En région néotropicale, les deux protocoles réglementaires doivent être mis en place rigoureusement pour combler le manque d'informations sur l'activité des espèces encore peu décrites dans la littérature ainsi que pour mesurer avec certitude la mortalité causée par les éoliennes. A l'heure actuelle, la mortalité enregistrée n'a pas diminué avec les conditions de mesures de bridages. Les compensations écologiques au même titre que les protocoles de suivis doivent être cohérentes et adaptées au contexte. Ainsi sans suivi acoustique depuis plusieurs mois (malgré l'obligation réglementaire stipulé dans l'arrêté d'exploitation du parc éolien) et sans connaître les heures de sorties précise de l'ensemble des espèces de chiroptères impactés par les éoliennes, les recommandations de bridage sont les suivantes : arrêt effectif 30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 30 minutes après le lever du soleil tous les jours de l'année sans prendre en compte le facteur vent sur l'ensemble du parc éolien. Ces mesures pourront être adaptées lors de l'acquisition de nouvelles données sur l'activité des espèces. Dans le cas contraire et pour protéger les chiroptères de Martinique, ces mesures devront être appliquées le plus rapidement possible pour freiner la croissance de la mortalité effective et connue depuis maintenant plus de deux ans.

Les démarches ERC pour cette problématique sont encore à développer sur l'ensemble des parcs éoliens du monde. Elles sont trop souvent non conformes à l'activité des espèces (Peste

et al, 2015), ne permettant pas de juger de l'efficacité des mesures. Ces démarches se justifient d'autant plus dans le contexte actuel où les espèces de chiroptères voient leur abondance chuter depuis 10 ans (Kerbiriou et al, 2015) sans que les causes soient réellement identifiées.

5) *Conclusion*

Les connaissances chiroptérologiques en Martinique ont été développées grâce aux différentes missions menées depuis plusieurs années sur le territoire. Ce stage a permis l'acquisition de nouvelles données relatives à l'écologie des chiroptères de Martinique. Les problématiques de gestion de ce taxon, qu'elles soient par la sensibilisation, la valorisation ou la médiation conservent un caractère majeur. A ce titre le PNRM a pour objectif la poursuite de recherches sur les chiroptères grâce au développement des méthodes et des protocoles d'étude sur le territoire. A partir des résultats et rapports obtenus durant le stage, différents axes de recherches ont été envisagés. Premièrement, et grâce aux graphiques fournis sur l'évolution des effectifs de population dans les gîtes, une actualisation des périodes de suivis ainsi que des mesures de conservation vont pouvoir être appliquées. Deuxièmement, un effort de recherche de gîte semble être un des points à développer afin de recenser de nouveaux gîtes et ainsi mieux appréhender la biologie des espèces. Les méthodes acoustiques et de SIG semble être des méthodes adaptées au territoire martiniquais afin d'obtenir ces nouvelles informations. Dans un troisième temps, et en compléments de ces dispositifs, des sessions de captures ou encore des études génétiques et isotopiques nous permettraient d'acquérir des connaissances plus fines sur la biologie des chiroptères de Martinique. L'intérêt de développer ces études sur les chauves-souris au PNRM permettrait d'avoir une technicité et une expertise autonome à l'échelle du territoire.

Enfin, la problématique des éoliennes dans les Petites Antilles et plus spécifiquement en Martinique est un enjeu majeur à conserver pour la protection et la préservation de ce taxon. Le premier état des lieux établi sur l'impact des éoliennes sur les chiroptères pendant ce stage est une base pour la prise en compte des chiroptères notamment lors de l'installation des prochains parcs éoliens. Cependant des efforts de recherches et de diffusion des données devront être développés dans les Petites Antilles afin de mettre au point des mesures ERC adaptées et spécifiques aux régions néotropicales.

6) Bibliographie

- Koopman, Anderson, Bats of Bolivia : An Annotated Checklist. American Museum Novitates, 1982.
- Araújo, et al. Seasonal Reproduction of Yellowish Myotis, *Myotis Levis* (Chiroptera: Vespertilionidae), from a Neotropical Highland *Journal of Morphology*, 2013
- Edwar et al. Patterns of Bat Fatalities at Wind Energy Facilities in North America , *The Journal of Wildlife Management* , 2008
- Arrêté du 15 septembre 2012 modifiant l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (s. d.).
- Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (s. d.).
- Baerwald, et al. Barotrauma Is a Significant Cause of Bat Fatalities at Wind Turbines, *Current Biology*, 2008
- Baker et Genoways. Zoogeography of Antillean Bats, *Mammalogy Papers: University of Nebraska State Museum*, 1978.
- Barataud et al. Identification et écologie acoustique des chiroptère, 2015
- Barataud, et al. Identification et écologie acoustique des chiroptères de Guyane Française, *Le Rhinolophe*, 2013
- Barataud, et al. Identification et écologie acoustique des chiroptères de la Guadeloupe et de la Martinique, 2015
- Beguelini, et al. Two Periods of Total Testicular Regression Are Peculiar Events of the Annual Reproductive Cycle of the Black Myotis Bat, *Myotis Nigricans* (Chiroptera: Vespertilionidae), 2014
- Bochaton, Corentin. Le Robert – Grotte de l'Îlet Chancel, 27 janvier 2021.
- Bordignon, et al. Variações na coloração da pelagem do morcego-pescador *Noctilio leporinus* (L., 1758) (Mammalia, Chiroptera, . *Revista Brasileira de Zoociências* 6, n° 2 , 2004
- Bradley, Richard. *The Significance of Monuments: On the Shaping of Human Experience in Neolithic and Bronze Age Europe*. Routledge, 2012.
- Brooke, Anne P. Social Organization and Foraging Behaviour of the Fishing Bat, *Noctilio Leporinus* (Chiroptera:Noctilionidae) , *Ethology* 103, n° 5, 1997
- Brooks et al. Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity , *Conservation Biology* 16, n° 4, 2002
- Chaverri, Kunz. Reproductive Biology and Postnatal Development in the Tent-Making Bat *Artibeus Watsoni* (Chiroptera: Phyllostomidae), *Journal of Zoology* 270, n° 4, 2006
- Coly et al. Études chiroptérologiques dans les dossiers réglementaires éoliens : disponibilité de l'information et conformité avec les recommandations nationales et européennes., *Naturae* 3 , 2017
- Cryan, et al. Causes of Bat Fatalities at Wind Turbines: Hypotheses and Predictions, *Journal of Mammalogy* 90, n° 6, 2009
- Laval et al. Distribution and natural history of *Myotis lavalii* (Chiroptera, Vespertilionidae) | *Journal of Mammalogy* | Oxford Academic ». 1977
- Disalvo et al. - Bats and soil studies for sources of Histoplasmosis in Florida, 1970
- Erickson, West. The Influence of Regional Climate and Nightly Weather Conditions on Activity Patterns of Insectivorous Bats, *Acta Chiropterologica* 4, n° 1, 2002
- OMB, Faune | le site Internet de l'Observatoire Martiniquais de la Biodiversité. <http://www.biodiversite-martinique.fr/faune>.
- Fleming, Theodore H., et Paul A. Racey. *Island Bats: Evolution, Ecology, and Conservation*. University of Chicago Press, 2010.
- OMB, Flore | le site Internet de l'Observatoire Martiniquais de la Biodiversité. <http://www.biodiversite-martinique.fr/flore>.
- Garsaud et al. Epidemiology of histoplasmosis in the French West Indies (Martinique), *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 93, n° 3 (1 juin 1999)
- Larsen et al. Genetic Diversity of Neotropical *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae) with an Emphasis on South American Species, 2012
- Moratelli et al. Ecomorph Evolution in *Myotis* (Vespertilionidae, Chiroptera), *Journal of Mammalian Evolution*, 2017
- Gros-Désormeaux, La biodiversité dans des territoires insulaires, approche théorique et perspectives de développement , 2012
- Hernandez, et al. Notes on Distribution and Reproduction of Bats from Coastal Regions of Michoacan, Mexico, *Journal of Mammalogy* 66, n° 3, 1985
- Herrera et al. Trophic relationships in a Neotropical bat community: A preliminary study using carbon and nitrogen isotopic signatures, *Tropical Ecology* 39, 1998
- Horn et al. Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines, *The Journal of Wildlife Management* 2008
- Joseph - University of the French West, The Spatio-Temporal Interfaces within the Lesser Antilles Vegetation (The Example of the Island of Martinique), 2016
- Ibéné et al. Contribution à l'étude des chiroptères de Guadeloupe, 2007.
- Fricks et al. Influence of climate and reproductive timing on demography of little brown myotis *Myotis lucifugus* , 2010, *Journal of Animal Ecology*
- Kerbiriou et al. Estimations des tendances des populations de Chiroptères à partir des suivis de gîtes hivernaux, 2018.

- LaVal, Richard K., et Bernal Rodríguez-H. *Costa Rica bats*. Editorial INBio, 2002.
- SFPEM, Le Groupe Chiroptères National
- Lenoble, Arnaud, Baptiste Angin, et al. Seasonal Insectivory of the Antillean Fruit-Eating Bat (*Brachyphylla cavernarum*), *Caribbean Journal of Science* 48, 2014
- Mantilla-Meluk, et al. Biogeography and taxonomic status of *Myotis keaysi pilosatibialis* LaVal 1973 (Chiroptera: Vespertilionidae), *undefined*, 2014
- Marchais et Vuitton , Quelles alternatives au suivi acoustique des chiro.pdf .<https://eolien-biodiversite.com/sitesmutu/eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/marchais>, 2017
- Marchais, Vuitton. « Quelles alternatives au suivi acoustique des chiroptères sur mât de mesure de grande hauteur ? Application dans le cadre de l'étude d'impact d'un projet de parc éolien en milieu forestier en Bourgogne », 2017
- Miljutin, Andrei, Notes on the external morphology, ecology, and origin of *Megalomys desmarestii* (Sigmodontinae, Cricetidae, Rodentia), the extinct giant rat of Martinique Island, Lesser Antilles, *Estonian Journal of Ecology* 59, 2010
- Mobèche - Réseaux pluviométriques et pluviographiques en Martinique, 1994.
- Moratelli et al, Current and Potential Distribution of *Myotis Simus* (Chiroptera, Vespertilionidae) , 2011
- Wilson, Moratelli. The Identity of *Myotis Punensis* (Chiroptera: Vespertilionidae) ». *Zoologia*, 2011
- Novaes et al. « *Myotis riparius* (Chiroptera: Vespertilionidae) | Mammalian Species | Oxford Academic ». 2017
- Moratelli et al. new species of *Myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) from Bolivia | Journal of Mammalogy | Oxford Academic 2014
- Ortega et al. *Artibeus jamaicensis*, *Mammalian Species* 2001, n° 662, 2001
- Pedersen et al. Biodiversity, Biogeography, and Conservation of Bats in the Lesser Antilles, *Mammalogy Papers: University of Nebraska State Museum*, 2013.
- Peste et al. How to Mitigate Impacts of Wind Farms on Bats? A Review of Potential Conservation Measures in the European Context , *Environmental Impact Assessment Review* 51, 2015
- Albert, Spieser - Atlas climatique. Le temps de Martinique, 1999
- Ponton, Dominique. ENSO and the Hydrology of the Sinnamary River (French Guiana) during the Rainy Season: Will Future El Niño Events Increase the Impact of the Petit Saut Dam on Downstream Fish Communities?, *Fundamental and Applied Limnology* 152, 2001
- Programme des Nations Unies pour l'environnement. *Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens*, UNEP/EUROBATS, 2016.
- Picard, Catzeflis - Première études des chauves-souris dans les goyaveries de Martinique. 2013
- Domenge, Quelques contraintes du milieu insulaire - Persée, 1987.
- Moralelli, et al. Range extension of *Myotis midastactus* (Chiroptera, Vespertilionidae) to Paraguay, 2015
- Schneeberger et al. Zoonotic Viruses and Conservation of Bats In *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*, 2016
- Schnitzler, Hans-Ulrich, Adaptations for the Detection of Fluttering Insects by Echolocation in Horseshoe Bats, Science Institutes Series, 1983
- Stone, Street lighting disturbs commuting bats, Elsevier, 2009
- Simmons et al. Un big bang éocène pour les chauves-souris, Science.sciencemag, 2005
- Taglioni, François, Les petits espaces insulaires et leurs organisations régionales, 2003
- Kalko, Schnitzler. The Roles of Echolocation and Olfaction in Two Neotropical Fruit-Eating Bats, *Carollia Perspicillata* and *C. Castanea*, Feeding on Piper, *Behavioral Ecology and Sociobiology* 42, 1998
- Robert, Hugh H Genoways, West Indian Mammals from the Albert Schwartz Collection: Biological and Historical Information, 2003
- Willig et al. Macroecology of Caribbean Bats : Effect of area, elevation, latitude and Hurricane, 2010

Annexes

Annexe 1 : Avant-propos, généralité sur les chiroptères ; p.1-p.6

Annexe 2 : Extrait de la nouvelle base de données ; p.7-p.9

Annexe 3 : Les gîtes chiroptérologiques de Martinique ; p.10

Annexe 4 : Les différents indices composant le Ke (note chiroptérologique) ; p.11

Annexe 5 : Tableau du suivi du gîte Pont Ravine Manoël (Le Diamant) ; p.12

Annexe 6 : Evolution de l'effectif de population dans certains gîtes/exploitation de la BDD; p.13-16

Annexe 7 : Tableaux et méthode d'évaluation des notes chiroptérologique des gîtes/hierarchisation des notes ; p.17-21

Annexe 8 : Synthèse sur l'impact des parc éoliens sur les chiroptères dans les Petites-Antilles ; p.22-29

Résumé/abstract : p.30

Annexe 1 : Avant propos, généralités sur les chiroptères

L'apparition des chiroptères

L'évolution et l'apparition des chiroptères, communément appelés chauves-souris, restent encore aujourd'hui un mystère que les scientifiques essaient de percer.

Nous savons depuis un certain temps que l'Eocène, période géologique s'étendant de -55,8 à -33,9 millions d'années, fut marqué par l'apparition des tout premiers mammifères. Les chauves-souris, appartenant à la classe des mammifères, ont été découvertes pour la première fois à cette période (Arthur L. et Lemaire M., 2005). Les fossiles retrouvés prouvent que les caractéristiques de ces chauves-souris étaient similaires aux espèces que nous pouvons observer de nos jours.

Classification

Actuellement, environ 1400 espèces de chiroptères sont connues à travers le monde. Malgré de nombreuses interrogations quant à la phylogénie des différentes espèces présentes à la surface du globe, il existe une classification de l'ordre des chiroptères. La communauté scientifique s'est accordée sur le fait que deux lignées de mammifères ont évolué indépendamment en constituant deux sous-ordres : les mégachiroptères et les microchiroptères.

Les deux sous ordres : Les Microchiroptères & les Mégachiroptères

Les espèces appartenant aux microchiroptères sont les plus diversifiées et les plus nombreuses. Ce sous-ordre est constitué de 759 espèces réparties dans 16 familles. Ces chauves-souris sont pour la plupart insectivores, cependant quelques espèces ont un régime alimentaire différent, elles peuvent être frugivores, nectarivores, piscivores, omnivores ou encore hématophages.

Les mégachiroptères sont présents dans les régions tropicales et sont regroupés dans une seule famille, les *Pteropodidés*. Cette famille renferme 173 espèces réparties dans 42 genres (Arthur L., Lemaire M., 2005). Ces espèces de chauves-souris sont strictement végétariennes, c'est-à-dire nectarivores et frugivores.

Des mammifères atypiques & biologie de l'espèce

Du fait de leurs particularités biologiques, de leur adaptation à différents types d'habitats, à leur rythme de vie ainsi qu'à leur capacité à rendre des services écosystémiques, les chauves-souris sont des mammifères qui méritent une attention bien particulière afin de comprendre la phénologie de ces espèces.

Comme tous les représentants de la classe des mammifères, les chiroptères ont leurs corps recouverts de poils et les femelles allaitent leurs petits. Ces animaux sont nocturnes, ainsi pour se déplacer la nuit et chasser, ils utilisent ce qu'on appelle l'écholocation pour pallier leur manque de vue performante dans le noir. L'écholocation est une fonction de localisation acoustique qui leur permet de percevoir le milieu. Les chauves-souris utilisent l'audition active, c'est-à-dire qu'elles émettent des signaux ultrasonores puis analysent l'écho retour de ces sons pour construire une image tridimensionnelle de leur environnement.

Cette méthode de communication, de déplacement et de chasse fait de la chauve-souris, le seul mammifère capable de réaliser un vol actif. Ce vol est permis grâce à leurs ailes formées d'une membrane de peau entre le corps, les membres et les doigts : le patagium. Cette main ailée sert également de bouclier de protection et de régulateur thermique.

La plupart des espèces ne se posent que très rarement au sol, cependant elles passent une grande partie de leur vie la tête en bas. Leurs pieds ayant subi une rotation de 180°, les chiroptères ont une faculté d'accroche à des supports tels que des branches, des cavités ou tous types de supports qu'elles jugent adéquates. Lors de cette phase de suspension qui a lieu exclusivement la journée, leur poids exerce une traction sur leurs tendons et ainsi maintient les griffes en position d'accrochage.

Services écosystémiques

Les chauves-souris sont des animaux singuliers qui sont remarquables à plusieurs niveaux. Leurs richesses spécifiques au sein de l'écologie mondiale ainsi que les différents services écosystémiques qu'ils rendent font d'eux un sujet biologique tout à fait attrayant.

Partout dans le monde et d'autant plus dans les zones tropicales, les chauves-souris révèlent être des acteurs indispensables aux bons vivres des Hommes en tant

que régulateurs de populations d'insectes. En effet, les chauves-souris consomment une quantité extrêmement élevée d'insectes et notamment de moustiques. Il a été calculé qu'un seul Molosse commun (*Molossus molossus*) peut consommer 5 millions de moustiques en seulement une année. Ces animaux jouent donc un rôle primordial dans l'équilibre et la préservation des écosystèmes. Chaque nuit sur la planète, les chauves-souris éliminent des centaines de tonnes d'insectes et ainsi nous permettent de réduire la consommation d'insecticides.

En plus d'être des insecticides naturels, les chauves-souris jouent un autre rôle primordial dans la structuration de nos paysages. Dans les zones tropicales, nombreuses d'entre elles consomment des fruits et du nectar. En consommant les fruits et le pollen de ces centaines d'espèces végétales, elles participent ainsi à leur reproduction et à leur conquête de nouveaux territoires. De plus, quand une chauve-souris consomme un fruit ou qu'elle le déplace, elle va disperser les graines, les pépins et les noyaux. Dans ces zones tropicales beaucoup de végétaux vont dépendre de cette action de pollinisation et de dissémination des chauves-souris (exemple : ananas, le bananier, l'avocatier, le manguiier). Certains le sont même exclusivement, comme par exemple le baobab.

Le guano des chiroptères est également commercialisé et généralement utilisé en agriculture comme engrais naturel. En effet, pour les espèces insectivores, le guano une fois séché se retrouve très rapidement sec et friable. Sa composition riche en azote et en matière organique est un véritable engrais naturel pour nos cultures.

Les rôles écologiques joués par les chauves-souris sont donc essentiels : insecticides naturels, pollinisatrices de plusieurs centaines d'espèces végétales dans les milieux tropicaux, et engrais naturel. Autant de services qui rendent la chauve-souris indispensable à nos écosystèmes et ainsi justifient pleinement leurs statuts de protection et de conservation.

Statut de protection

Les chauves-souris malgré leurs importances écologiques doivent faire face à de nombreuses menaces. Comme la plupart des espèces présentes sur la planète, les activités de l'Homme ont eu de graves conséquences sur leurs aires de répartition, sur leurs habitudes alimentaires. Les chauves-souris doivent constamment faire face à de nouvelles menaces.

De ce fait, ces animaux sont protégés par différentes conventions et lois.

Au niveau National et depuis l'arrêté Ministériel d'avril 1981, l'ensemble des chauves-souris bénéficie d'une protection stricte. De plus, en mai 2007, un nouvel Arrêté

Ministériel met à jour cette liste des mammifères protégés sur le territoire français dont font partie les chiroptères.

Aux niveaux international et européen, les chauves-souris font également l'objet de protections réglementaires ou conventionnelles.

La Convention de Bonn (sur la conservation des espèces migratrices) et celle de Berne (relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe) adoptées respectivement en juin et en septembre 1979, sont ratifiées par la France en 1990 et protègent également les chauves-souris. Dans le cadre de cette dernière convention il existe un accord sur la protection des chauves-souris d'Europe, Eurobats, signé en décembre 1991 et ratifié par la France en 1995.

De plus, la Directive « Habitats, Faune, Flore » adoptée en mai 1992 s'attache à la protection de la faune et de la flore sauvage et à leurs habitats en Europe. Toutes les espèces de chauves-souris sont concernées, et sont, soit inscrites à l'annexe II (espèces menacées et dont la protection passe par la désignation de Zones Spéciales de Conservation), soit à l'annexe IV (espèces dont le statut est à préciser ou à surveiller).

Pathologies transmises par la chauve-souris

Outre leur rôle important dans l'ensemble des écosystèmes mondiaux, ces mammifères, comme l'ensemble de cette classe y compris l'Homme, sont des hôtes de certains virus pouvant être transmis. Ces maladies humaines qui sont transmises par d'autres mammifères sont appelées « zoonoses ».

La transmission d'un virus d'un animal sauvage aux êtres humains est la conséquence d'une perturbation de l'habitat naturel par les Hommes. L'empiètement sur l'habitat naturel des animaux sauvages et notamment des chauves-souris, poussent ces espèces à avoir une proximité plus importante avec les Hommes. Ces nouveaux contacts provoquent la transmission de virus depuis des populations d'animaux sauvages vers des populations humaines, soit par contact direct ou par le biais d'hôtes intermédiaires (exemple : animaux domestiques). Le seul animal domestique qui interfère régulièrement avec les chauves-souris est le chat domestique qui chasse ces espèces. En France, 2 cas de chat infectés par des chauves-souris ont été avérés. Toutefois, aucun cas de passage de virus : Chauve-souris □ Chat □ Homme, n'est connu dans le monde.

Les humains sont ainsi les principaux responsables et les seuls vecteurs de ces maladies.

Les chauves-souris et la rage

Dans l'état actuel en Europe, une seule maladie est transmise directement de la chauve-souris vers l'Homme, il s'agit de la rage. Il existe plusieurs espèces de virus, toutes différentes de celle retrouvée chez les animaux domestiques (les chiens). La rage des chauves-souris a fait actuellement 4 morts en Europe dû à une morsure. Il est important de rappeler que cette maladie se transmet par contact direct. Ainsi, pour contracter le virus de la rage à cause d'une chauve-souris, il faut qu'il y ait une morsure, une griffure ou un contact de salive de chauves-souris sur une plaie. Les chauves-souris étant protégées, une habilitation est nécessaire pour les manipuler, le risque de contamination n'est pas nul mais extrêmement faible. Les chiroptérologues habilités à manipuler les chiroptères, notamment pour des sessions de captures, sont les principaux concernés par cette maladie. Toutefois, au vue des risques, ces personnes sont quasiment toutes vaccinées contre la rage.

Les chauves-souris et le coronavirus

De nombreuses interrogations sur le coronavirus font face actuellement au vue des conditions sanitaires mondiales face à la maladie Covid-19. Cette pandémie apparue en début d'année 2020 est due au coronavirus SARS-CoV-2, une sorte de coronavirus parmi de nombreuses autres.

La majorité des animaux sont porteurs d'autres types de coronavirus inoffensifs pour l'Homme. Il est estimé que 30% des rhumes hivernaux sont provoqués par des coronavirus.

A ce jour, aucune chauve-souris dans le monde ne porte le virus responsable du Covid-19. Une sorte de SARS-CoV-2 a été potentiellement retrouvée chez des espèces de chauves-souris au Yunnan (Chine), mais ces résultats sont discutables et attendent d'être prouvés. En Asie comme en Europe, des espèces de chauve-souris sont porteuses de virus apparentés mais qui ne contaminent pas les Hommes.

Les chauves-souris et l'Histoplasmose

Les virus ne sont pas les seuls responsables des maladies pouvant être transmises de la chauve-souris à l'Homme.

L'Histoplasmose est une maladie pulmonaire que les chauves-souris peuvent transmettre par leur guano. Dans des conditions bien particulières, à savoir lors d'une accumulation de

guano important, d'un seuil d'humidité élevé et de l'obscurité, un champignon microscopique peut se développer et ainsi provoquer l'histoplasmosse si un être humain respire les spores.

Le risque d'attraper cette maladie existe dans les endroits comme des grottes où il y a une véritable accumulation de guano. Une fois de plus, les principaux concernés par cette maladie sont les chiroptérologues qui suivent les populations de chauves-souris dans leurs gîtes. À l'image de la rage, des précautions sont à prendre contre l'histoplasmosse, les scientifiques portent des masques FFP2 ou FFP3 lors d'une prospection dans les gîtes. Les autres personnes susceptibles de rentrer dans des grottes ou endroit où une présence d'Histoplasmosse est suspectée dû à la présence de chauves-souris sont généralement repoussés par les odeurs engendrées par l'accumulation de guano et d'urine.

Annexe 2 : Extrait de la nouvelle base de donnée (BDD)

Certaines modifications ont été apportées sur la BDD afin de la mettre en annexe. La colonne commentaire a été supprimée à cet effet.

Pour des raisons de confidentialité, seulement un extrait de la base de données est présenté afin d'éviter le dérangement des espèces.

Tableau 1 : Extrait de la Base de Données

Gîte	Commune	Mois	Année	Espèce	Effectif	Indice IC	Date	Observateur	Juveniles
Pont de l'Anse Latouche	Le Carbet	Juin	2019	Artibeus jamaicensis	0	1	21/06/2019	PNRM/Maurice MIAN	Non
Pont de l'Anse Latouche	Le Carbet	Octobre	2019	Artibeus jamaicensis	0	1	01/10/2019	PNRM/Maurice MIAN	Non
Tunnel Beauséjour Amont	Grand-Rivière	Mars	2016	Brachyphylla cavernarum	0	1	26/03/2016	SFEPM	Aucunes données
Tunnel Beauséjour Amont	Grand-Rivière	Mars	2016	Monophyllus plethodon	0	1	26/03/2016	SFEPM	Aucunes données
Tunnel Beauséjour Amont	Grand-Rivière	Mal	2021	Natalus stramineus	30	2	21/04/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Falaise de Fonds Cérémeaux	La Trinité	Mars	2015	Artibeus jamaicensis	20	1	21/03/2015	SFEPM	Aucunes données
Pont de l'Anse Latouche	Le Carbet	Février	2018	Artibeus jamaicensis	3	1	28/02/2018	PNRM/Maurice MIAN	Non
Pont de l'Anse Latouche	Le Carbet	Novembre	2019	Artibeus jamaicensis	3	1	16/11/2019	PNRM/Maurice MIAN	Non
Anse Four à Chaux	Le carbet	Mars	2016	Noctilio leporinus	4	1	23/03/2016	SFEPM	Aucunes données
Pont de l'Anse Latouche	Saint-Pierre	Mars	2015	Artibeus jamaicensis	5	1	28/03/2015	SFEPM	Aucunes données
Pont de l'Anse Latouche	Le Carbet	Avril	2018	Artibeus jamaicensis	6	1	20/04/2018	PNRM/Maurice MIAN	Non
Pont de l'Anse Latouche	Le Carbet	Mars	2021	Artibeus jamaicensis	21	1	28/03/2021	PNRM/Maurice MIAN	Oui
Tunnel Beauséjour Amont	Grand-Rivière	Mars	2016	Natalus stramineus	6	1	26/03/2016	SFEPM	Aucunes données
Falaise de Fonds Cérémeaux	La Trinité	Mars	2015	Myotis martiniquensis	191	3	21/03/2015	SFEPM	Aucunes données
Falaise de Fonds Cérémeaux	La Trinité	Mars	2015	Brachyphylla cavernarum	1579	4	21/03/2015	SFEPM	Aucunes données

Pont Ravine Manoël	Le Diamant	Avril	2021	Tadarida brasiliensis	372	3 = entre 101 et 1000	21/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Pont de l'Anse Latouche	Saint-Pierre	Avril	2021	Artibeus jamaicensis	20	1 = inférieur à 20	22/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Aucunes données
Falaise Anse Turin	Saint-Pierre	Avril	2021	Artibeus jamaicensis	330	3 = entre 101 et 1000	22/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Aucunes données
Tunnel de Bally	Le Carbet	Avril	2021	Artibeus jamaicensis	250	3 = entre 101 et 1000	22/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Oui
Château Aubéry	Ducos	Avril	2021	Artibeus jamaicensis	77	2 = entre 21 et 100	22/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Oui
Château Aubéry	Ducos	Avril	2021	Brachyphylla cavernarum	6000	4 = entre 1001 et 10000	22/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Château Aubéry	Ducos	Avril	2021	Monophyllus plethodon	10	1 = inférieur à 20	22/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Pont Ravine Manoël	Le Diamant	Avril	2021	Tadarida brasiliensis	225	3 = entre 101 et 1000	28/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Pont Ravine Manoël	Le Diamant	Avril	2021	Myotis martiniquensis	279	3 = entre 101 et 1000	28/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Anse Four à Chaux	Le Carbet	Avril	2021	Noctilio leporinus	29	2 = entre 21 et 100	29/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Anse Four à Chaux	Le Carbet	Avril	2021	Artibeus jamaicensis	7	1 = inférieur à 20	29/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Oui
Pointe Guatomy 15	Le Carbet	Avril	2021	Artibeus jamaicensis	50	2 = entre 21 et 100	29/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Cheval blanc 1	Bellefontaine	Avril	2021	Noctilio leporinus	15	1 = inférieur à 20	29/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Cheval blanc 2	Bellefontaine	Avril	2021	Noctilio leporinus	0	1 = inférieur à 20	29/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Grotte de Fond Boucher	Bellefontaine	Avril	2021	Pteronotus davyi	5000	4 = entre 1001 et 10000	29/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non
Grotte de Fond Boucher	Bellefontaine	Avril	2021	Brachyphylla cavernarum	19000	5 = entre 10001 et 30000	29/4/2021	PNRM/Maurice MIAN	Non

Annexe 3 : Les gîtes chiroptérologiques de Martinique

Tableau 1 : Liste des gîtes en Martinique (Nom du site, code site, commune et type de gîte).

N°	Nom du site	Code site	Commune	Type
1	Ilet à Ramiers	3il 1	Les trois-îlets	Maison
2	Grottes aux chauves-souris Anses d'Arlet	Ana 1	Les Anses d'Arlet	Grotte
3	Poudrière la Capot	Bap 1	Basse-Pointe	Bâtiment
4	Grotte de Fond Boucher	Bel 1	Bellefontaine	Grotte
5	Cheval Blanc 1	Bel 2	Bellefontaine	Falaise
6	Cheval Blanc 2	Bel 3	Bellefontaine	Falaise
7	Falaise Aval Bellefontaine	Bel 4	Bellefontaine	Falaise
8	Falaise Anse Turin	Carb 1	Le Carbet	Falaise
9	Grotte du Carbet	Carb 2	Le Carbet	Grotte
10	Grotte du Four	Carb 3	Le Carbet	Falaise
11	Pont Campbellh	Carb 4	Le Carbet	Falaise
12	Pointe Guatony 16	Carb 5	Le Carbet	Falaise
13	Pointe Guatony 15	Carb 6	Le Carbet	Falaise
14	Anse Four à Chaux	Carb 7	Le Carbet	Falaise
15	Maison 41 Grande-Anse	Carb 5	Le Carbet	Maison
16	Tunnel de bally	Carb 9	Le Carbet	Tunnel
17	Plate-forme 1 zone 10	Cas 1	Case-Pilote	Falaise
18	Gîte 7 Amont Fond Bellemare	Cas 2	Case-Pilote	Falaise
19	Gîte Grotte 8 Côté caraïbe	Cas 3	Case-Pilote	Falaise
20	Grotte Aval Case Pilote 13	Cas 4	Case-Pilote	Falaise
21	Grotte Aval Case Pilote 12	Cas 5	Case-Pilote	Falaise
22	Pont Ravine Manoël	Dia 1	Le Diamant	Pont
23	Rocher du Diamant	Dia 2	Le Diamant	Grotte
24	Château Aubéry	Duc 1	Ducos	Maison
25	Maison D5 Grande Savane	Duc 2	Ducos	Maison
26	Le Petit Coin	FDf 1	Fort-de-France	Bâtiment
27	Tunnel de Didier	FDf 2	Fort-de-France	Tunnel
28	Gîte Vito	FDf 3	Fort-de-France	Bâtiment
29	Tunnel Beauséjour Amont	Gdr 1	Grand-Rivière	Tunnel
30	Tunnel Beauséjour Aval	Gdr 2	Grand-Rivière	Tunnel
31	Gîte la Favorite	Lam 1	Le Lamentin	Bâtiment
32	Grotte de Macouba	Mac 1	Macouba	Falaise
33	Clocher du Pêcheur	Pré 1	Le Prêcheur	Bâtiment
34	Ruine de l'Anse Belleville	Pré 2	Le Prêcheur	Bâtiment
35	Habitation Céron	Pré 3	Le Prêcheur	Bâtiment
36	Grotte Anse Belleville 17	Pré 4	Le Prêcheur	Grotte
37	Gîte la Mary	Pré 5	Le Prêcheur	Maison
38	Grotte aux chauves-souris	Rip 1	Rivière-Pilote	Grotte
39	Grotte de l'îlet Chancel	Rob 1	Le Robert	Grotte
40	Grotte de Fond Bernier	Sch 1	Schoelcher	Falaise
41	Gîte 3	Sch 2	Schoelcher	Falaise
42	Gîte 4	Sch 3	Schoelcher	Falaise
43	Gîte 5 Anse Collat	Sch 4	Schoelcher	Falaise
44	Four à Chaux	Sta 1	Saint-Anne	Four à Chaux
45	Grotte de l'Anse Latouche / Saint Marthe	Stp 1	Saint-Pierre	Grotte
46	Pont de l'Anse Latouche	Stp 2	Saint-Pierre	Pont
47	Falaise Fonds Cérémaux	Tri 1	Trinité	Falaise
48	Gîte le Galion	Tri 2	Trinité	Pont
49	Gîte la Semair	Rob 2	Le Robert	Bâtiment
50	Falaise Le Prêcheur	Pré 6	Le Prêcheur	Falaise
51	Falaise 2 Fond Boucher	Bel 5	Bellefontaine	Falaise

Annexe 4 : Indices composant le Ke (note chiroptérologique)

Tableau 1 : Indice 1, amplitude écologique

Indice 1		Amplitude écologique	Note
1a	Terrain de chasse	1 espèce euryèce	1
		2 espèce sténoèce	2
1b	Régime alimentaire	1 espèce peu spécialisée	1
		2 espèce spécialisée	2
1c	Gîte	Espèce peu spécialisée	1
		Espèce spécialisée	2

Tableau 2 : Indice 2, aire de répartition

Aire de répartition	Note
1 - espèce à large répartition	1
2 - espèce endémique des Antilles	2
3 - espèce endémique des Petites Antilles	3
4 - espèce endémique de Martinique	4

Tableau 3 : Indice 3, abondance locale

Abondance locale	Note
Espèce couramment contactée	1
Espèce peu couramment contactée	2
Espèce rarement contactée	3

Tableau 4 : Indice 4, dynamique des populations en Martinique

Dynamique des populations dans en Martinique	Note
Espèce dont les populations semblent stables ou en augmentation	1
Espèce dont les populations semblent présenter des signes de régression	2
Espèce dont les effectifs semblent présenter une régression importante	3

Annexe 5 : Tableau de suivi du gîte Pont Ravine Manoël (Le Diamant)

Tableau 1 : Suivi du gîte Pont Ravine Manoël ; effectif de population de *M. martiniquensis* et *T. brasiliensis* dans chaque failles

Date	Espèce	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	TOTAL
21/01/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	0	0	1	120	3	70	150	344
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	200	50	4	0	2	15	0	271
18/02/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	0	40	15	80	17	120	100	372
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	200	40	10	0	4	25	0	279
24/02/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	0	20	1	100	5	100	100	326
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	200	50	1	0	2	15	0	268
10/03/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	8	25	80	4	17	81	95	310
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	300	58	1	1	1	7	14	382
31/03/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	0	3	62	8	4	57	38	172
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	280	65	13	2	2	3	0	364
24/03/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	4	12	12	49	42	48	39	206
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	340	74	6	6	1	14	0	441
07/04/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	1	2	41	4	13	65	34	159
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	183	38	0	2	1	18	0	242
21/04/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	0	4	100	2	50	22	47	225
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	326	32	1	2	1	9	1	372
28/04/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	0	6	124	3	60	0	86	279
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	217	7	0	1	0	0	0	225
05/05/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	1	3	73	2	57	0	140	276
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	158	16	2	3	1	2	1	183
12/05/2021	<i>Myotis martiniquensis</i>	2	1	58	3	61	0	128	253
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	145	25	0	0	2	5	6	183



Fig 1 : Photo du gîte Pont Ravine Manoël

Annexe 6 : Exemples de l'évolution de certains gîtes / Exploitation de la BDD

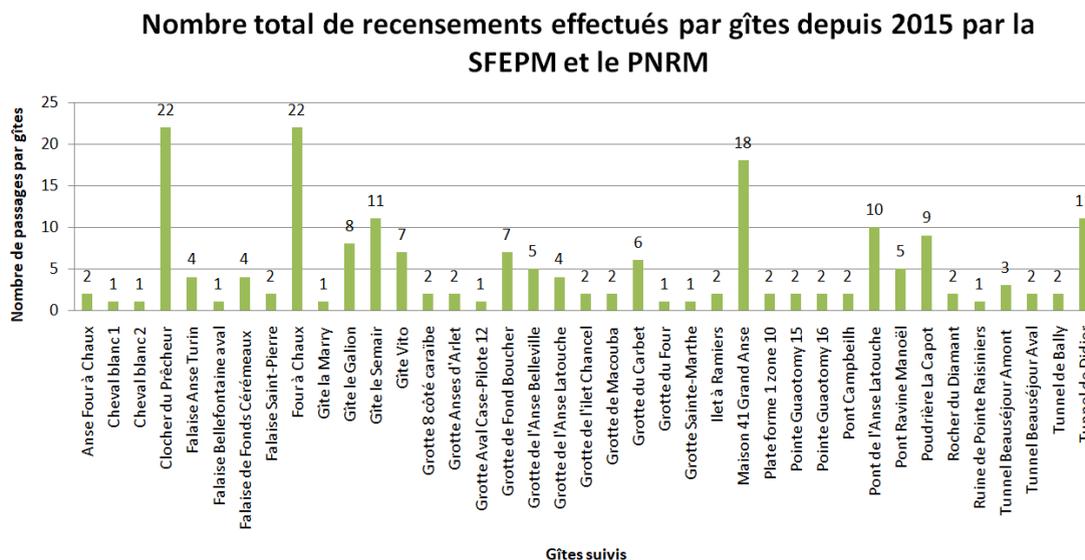


Fig 1 : Histogramme en bâton sur le nombre de prospections effectuées dans les gîtes entre 2015 et 2019

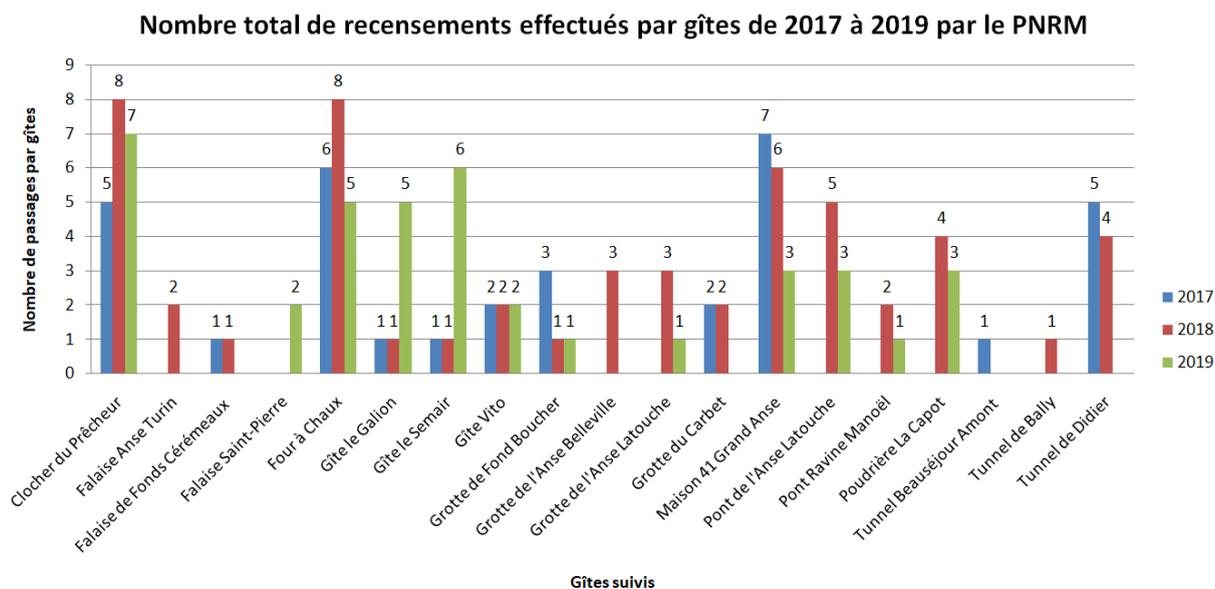


Fig 2 : Histogramme en bâton sur le nombre de prospections effectuées entre 2017 et 2019 par le PNRM

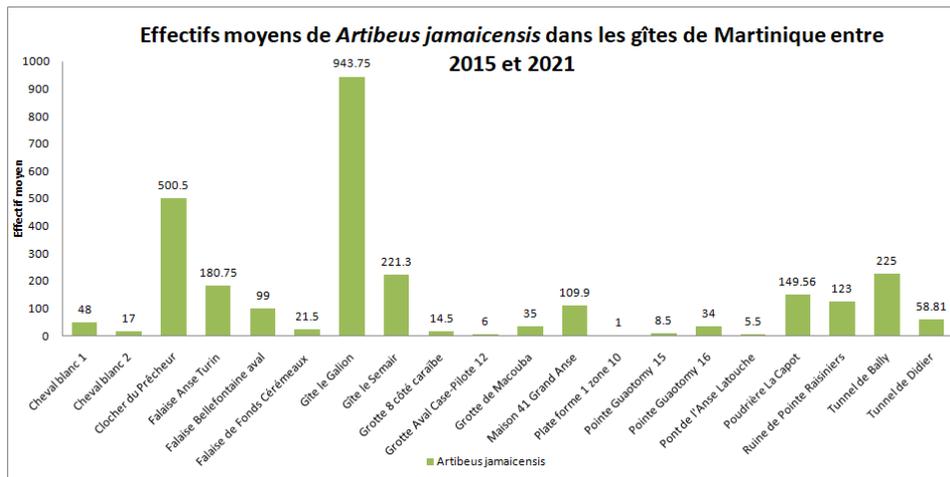


Fig 3 : Histogramme en bâton sur l'effectif moyen de *Artibeus jamaicensis* dans les gîtes de Martinique entre 2015 et 2021

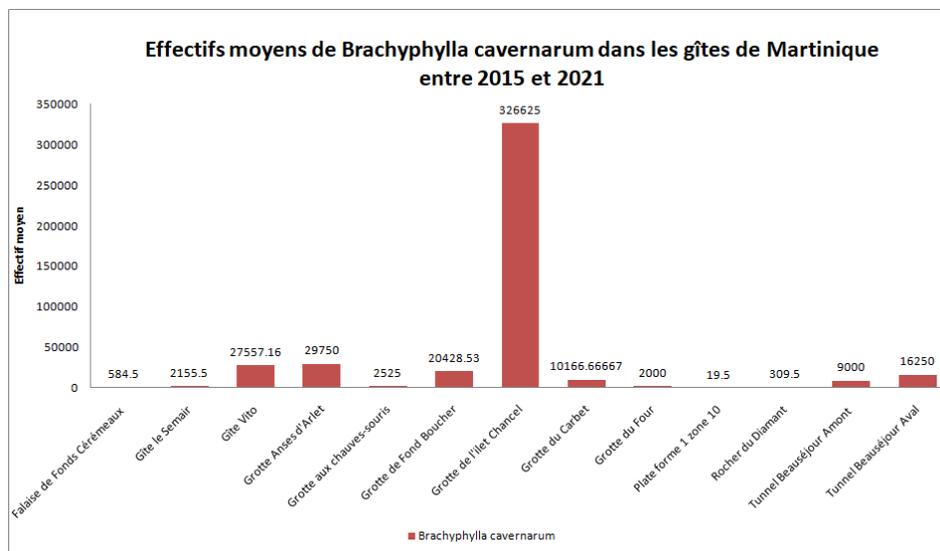


Fig 4 : Histogramme en bâton sur l'effectif moyen de *Brachyphylla cavernarum* dans les gîtes de Martinique entre 2015 et 2021

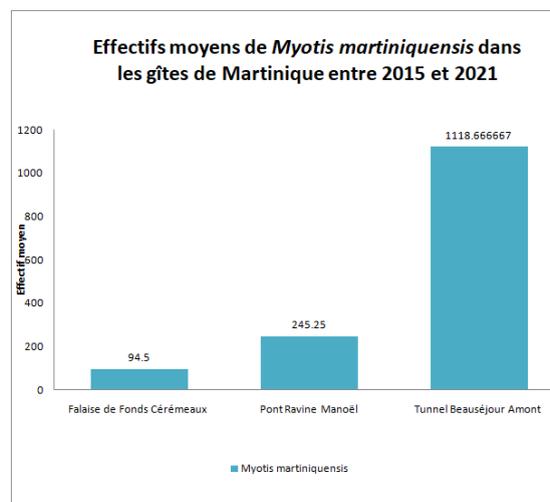


Fig 4 : Histogramme en bâton sur l'effectif moyen de *Myotis martiniquensis* dans les gîtes de Martinique entre 2015 et 2021

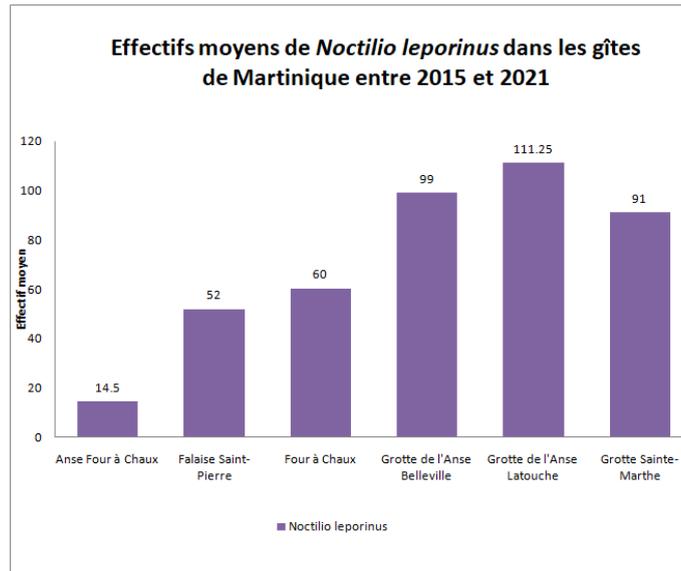


Fig 5 : Histogramme en bâton sur l'effectif moyen de *Noctilio leporinus* dans les gîtes de Martinique entre 2015 et 2021

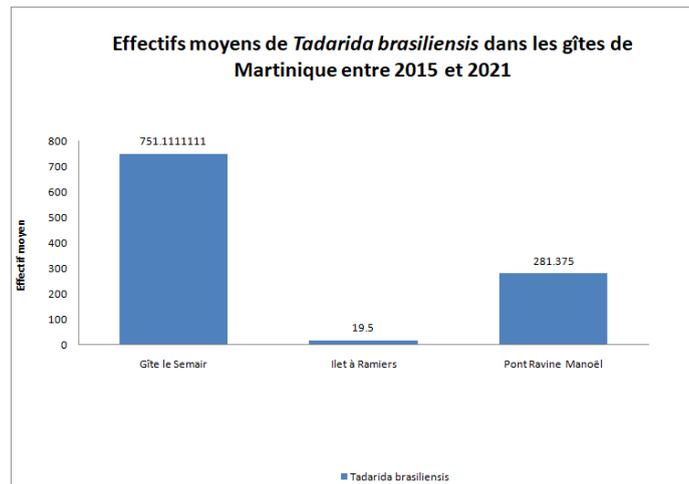


Fig 6 : Histogramme en bâton de l'effectif moyen de *Tadarida brasiliensis* dans les gîtes de Martinique entre 2015 et 2021

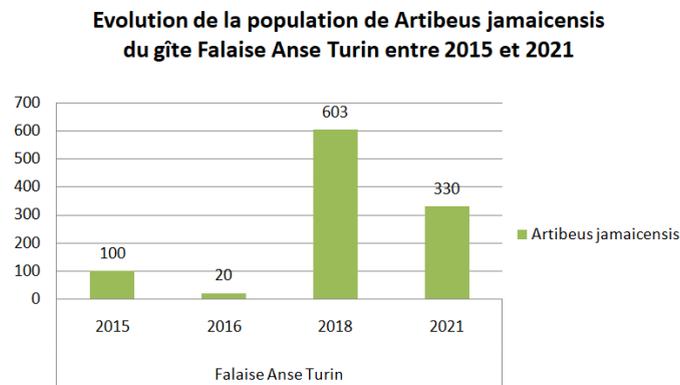


Fig 7 : Histogramme en bâton de l'effectif moyen de *Artibeus jamaicensis* dans le gîte Falaise de l'Anse Turin entre 2015 et 2021

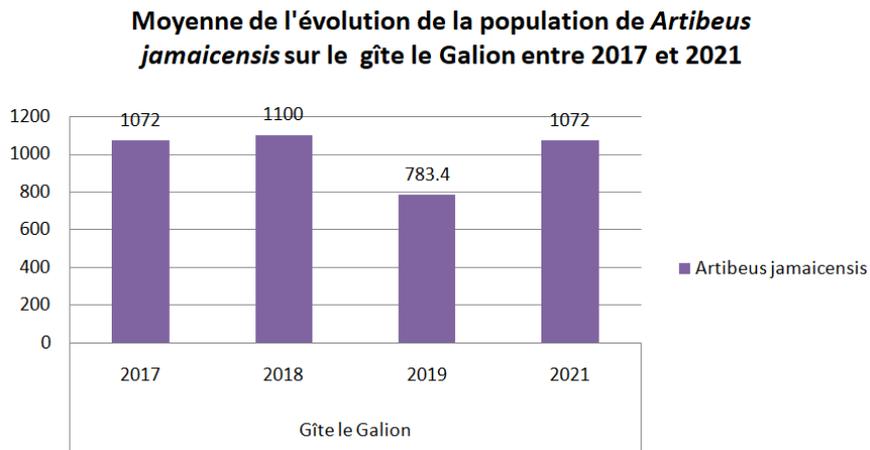


Fig 8 : Histogramme en bâton de l'effectif moyen de *Artibeus jamaicensis* dans le gîte le Galion entre 2015 et 2021

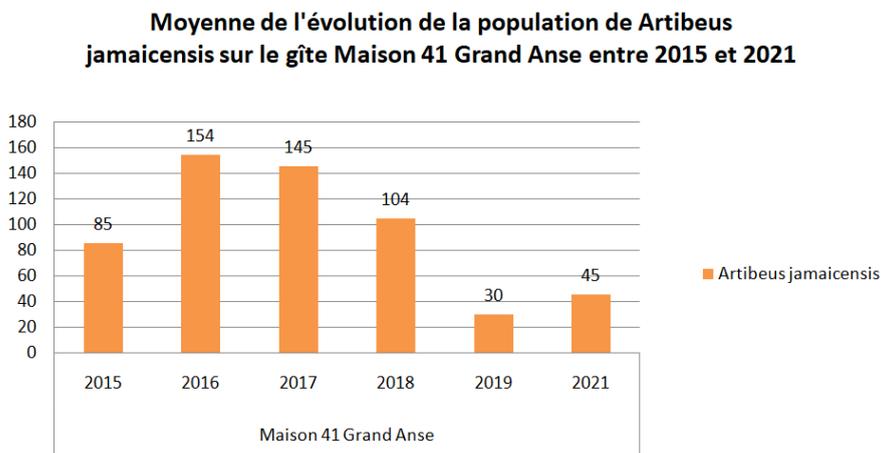


Fig 9 : Histogramme en bâton de l'effectif moyen de *Artibeus jamaicensis* dans le gîte Maison 41 Grande Anse entre 2015 et 2021

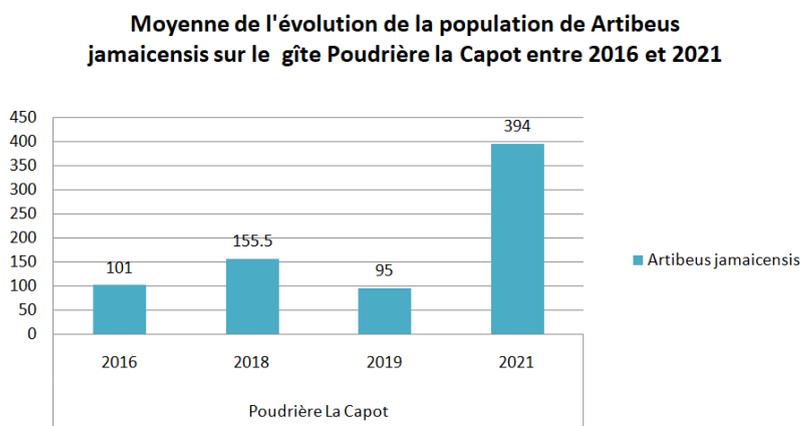


Fig 10 : Histogramme en bâton de l'effectif moyen de *Artibeus jamaicensis* dans le gîte Poudrière La Capot entre 2015 et 2021

*Annexe 7 : Tableaux et méthode d'évaluation de la note
chiroptérologique des gîtes/ Hiérarchisation des notes*

Tableau 1 : Méthodes d'évaluation des gîtes avec les indices et l'évolution entre 2016 et 2021

Tableau 2 : Hiérarchisation de l'ensemble des gîtes de Martinique en fonction de leurs intérêts chiroptérologiques ; en vert figure les nouvelles notes ; en bleu figure les notes chiroptérologiques de 2016 pour les gîtes qui n'ont pas été suivis en 2021

Tableau 1 : Méthode de calcul des notes chiroptérologiques des gîtes ; Pour le calcul des notes, l'effectif retenu a été celui de 2021 afin d'avoir une actualisation récente.

Nom site	Code site	Espèce	Statut repro	Années			Eff max retenu	Indices & Calculs						NOTE 2016	Tendance
				2018	2019	2021		KE	TG	TGC	IC	NOTES ESPECE/SITE	NOTE SITE		
Pourdrière de la Rivière Capot	Bap 1	Artjam	R	217	130	450	450	7	2		3	42	42	42	→
Grotte Fond Boucher	Bel 1	Bracav	RP	20000	20000	19000	20000	7	1	0.5	5	52.5	100.5	111	↘
Grotte Fond Boucher	Bel 1	Ptedav	RP	0	0	5000	5000	8	1	0.5	4	48			
Falaise Anse Turin	Carb 1	Artjam	R	486	NR	330	330	7	2		3	42	42	62	↘
Falaise Anse Turin	Carb 1	Molmol	T	0	0	0	0	0	0		1	0			
Grotte du Carbet	Carb 2	Artjam	R	0	0	NR	0	0	0		1	0	52.5	80.5	↘
Grotte du Carbet	Carb 2	Bracav	RP	11000	11000	NR	11000	7	1	0.5	5	52.5			
N°41 Grande-Anse	Carb 8	Artjam	R	217	47	62	62	7	2		2	28	28	42	↘
Tunnel de Bally	Carb 9	Artjam	R	250	NR	250	250	7	2		3	42	42	42	→
Pont sur la D7 Ravine Fonds Manoël	Dia 1	Tadbra	RP	300	200	441	441	8	1	0.5	3	36	85.5	114	↘
Pont sur la D7 Ravine Fonds Manoël	Dia 1	Myomar	RP	60	200	344	344	11	1	0.5	3	49.5			
Tunnel de Didier	FDf 2	Artjam	T	45	61	38	38	7	1		2	14	14	25	↘
Tunnel de Didier	FDf 2	Myomar	T	0	0	0	0	0	0		1	0			
Gîte le Galion **	Tri 2	Artjam	RP	1100	1100	1461	1461	7	2		4	56	56	/	→
Gîte la Semair **	Rob 2	Tadbra	RP	150	500	200	200	8	2		3	48	128.5	/	→
Gîte la Semair **	Rob 2	Bracav	T	600	2000	15000	15000	7	1	0.5	5	52.5			
Gîte la Semair **	Rob 2	Artjam	RP	0	450	63	63	7	2		2	28			
Garage Vito	FDf 3	Bracav	RP	26200	25000	20000	20000	7	1	0.5	5	52.5	52.5	63	↘

Tunnel de Beauséjour Amont	Gdr 1	Myomar	RP	600	NR	1500	1500	11	1	0.5	4	66	108	217.5				
Tunnel de Beauséjour Amont	Gdr 1	Bracav	RP	20000	NR	0	0	0	0	0	0	0						
Tunnel de Beauséjour Amont	Gdr 1	Monple	RP	0	NR	0	0	0	0		1	0						
Tunnel de Beauséjour Amont	Gdr 1	Natstr	RP	1	NR	30	30	14	1	0.5	2	42						↘
Clocher du Prêcheur	Prê 1	Artjam	R	689	769	809	809	7	2		3	42	42	42	→			
Grotte de l'Anse belleville N°17	Prê 4	Noclep	RP	150	NR	16	16	12	1	0.5	1	18	18	36	↘			
Four à chaux de la Baie des Anglais	Sta 1	Noclep	RP	67	87	62	62	12	1	0.5	2	36	36	54	↘			
Grotte de l'Anse Latouche	Stp 1	Noclep	T	147	80	108	108	12	1	0.5	3	54	54	/	→			
Falaises de Fonds Cérémaux-Tartane	Tri 1	Bracav	R	160	NR	NR	0	7	2		3	42	65.5	124.5				
Falaises de Fonds Cérémaux-Tartane	Tri 1	Artjam	T	9	NR	9	9	7	1		1	7						
Falaises de Fonds Cérémaux-Tartane	Tri 1	Myomar	RP	2	NR	3	2	11	1	0.5	1	16.5						
Falaises de Fonds Cérémaux-Tartane	Tri 1	Molmol	T	0	NR	0	0	0	0		1	0						↘
Anse Four à Chaux	Carb 7	Noclep	RP	NR	NR	29	29	12	1	0.5	2	36	50	31				
Anse Four à Chaux	Carb 8	Artjam	R	NR	NR	7	7	7	2		1	14						↗
Chateau Aubéry	Duc 1	Artjam	R	NR	NR	77	77	7	2		2	28	89.5	88.5				
Chateau Aubéry	Duc 2	Bracav	RP	NR	NR	6000	6000	7	1	0.5	4	42						
Chateau Aubéry	Duc 3	Monple	RP	NR	NR	10	10	13	1	0.5	1	19.5						↗
Cheval blanc 1	Bel 2	Noclep	RP	NR	NR	15	15	12	1	0.5	1	18	18	14	↗			
Cheval blanc 2	Bel 3	Noclep	RP	NR	NR	0	0	7	1	0	0	0	7	7	→			
Falaise 2 Fond Boucher	Bel 5	Bracav	RP	NR	NR	200	200	7	1	0.5	3	31.5	42	/	→			
Falaise 2 Fond Boucher	Bel 5	Artjam	RP	NR	NR	5	5	7	1	0.5	1	10.5						
Falaise le Pêcheur	Prê 6	Artjam	R	NR	NR	33	33	7	2		2	28	28	/	→			
Gîte la Favorite	Lam 1	Bracav	T	NR	0	0	0	7			0	0	7	7	→			

Grotte Anse Collat	Sch 4	Bracav	RP	NR	NR	0	6	7	1	0.5	0	0	7	63	↘
Grotte Anse Collat	Sch 4	Artjam	T	NR	NR	6	6	7	1		1	7			
Grotte de Fond Bernier	Sch 1	Bracav	RP	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	42	↘
Maison D5 Grand Savane	Duc 2	Bracav	RP	NR	NR	0	0	7	0	0	0	0	7	52.5	↘
Plate Forme 1 zone 10	Cas 1	Bracav	RP	NR	NR	0	0	7	0			0	21	28	↘
Plate Forme 1 zone 10	Cas 1	Artjam	RP	NR	NR	22	22	7	1	0.5	2	21			
Pointe Guatomy 15	Carb 6	Artjam	RP	NR	NR	50	50	7	1	0.5	2	21	21	35	↘
Pointe Guatomy 16	Carb 5	Artjam	RP	NR	NR	0	0	7	0	0	0	0	7	14	↘
Pont de l'Anse Latouche	Stp 2	Artjam	R	6	11	20	20	7	2		2	28	28	7	↗

Tableau 2 : Hiérarchisation de l'ensemble des gîtes de Martinique en fonction de leurs intérêts chiroptérologiques ; en vert figure les nouvelles notes ; en bleu figure les notes chiroptérologiques de 2016 pour les gîtes qui n'ont pas été suivis en 2021

Hiérarchisation de l'ensemble des gîtes 2021		
Nom du gîte	Code	Note
Grotte de l'ilet Chancel	Rob1	144
Gîte le Semair **	Rob2	128.5
Grotte aux chauves-souris Anses d' Arlets	Ana1	111
Tunnel Beauséjour Amont	Gdr1	108
Grotte Fond Boucher	Bel1	100.5
Grotte aux chauves-souris	Rip1	90
Château Aubéry	Duc1	89.5
Pont Ravine Manoël	Dia1	85.5
Falaises Fonds Cérémeaux	Tri1	65.5
Le Petit Coin	FDf1	63
Gîte le Galion **	Tri2	56
Grotte de l'Anse Latouche	Stp1	54
Habitation Céron	Prê3	54
Grotte du Carbet	Carb2	52.5
Garage Vito	FDf3	52.5
Tunnel Beauséjour Aval	Gdr2	52.5
Anse Four à Chaux	Carb7	50
Falaise de l'Anse Turin	Carb1	42
Poudrière la Capot	Bap1	42
Tunnel de Bally	Carb9	42
Clocher du Prêcheur	Prê1	42
Grotte du Four	Carb3	42
Rocher du Diamant	Dia2	42
Ruine de l'Anse Belleville	Prê2	42
Four à Chaux	Sta1	36
Maison N°41 Grande Anse	Carb8	28
Falaise Aval Bellefontaine	Bel4	28
Grotte de Macouba	Mac1	27

Pont de la Campbeilh	Carb4	27
Ilet à Ramiers	3il1	24
Pointe Guotony15	Carb6	21
Plate forme 1 zone 10	Cas1	21
Grotte de l'Anse Belleville N°17	Prê4	18
Cheval blanc 1	Bel2	18
Tunnel de Didier	FDf2	14
Gîte 8 Grotte 8 Côté Caraïbe	Cas3	14
Grotte aval Case Pilote 13	Cas4	14
Gîte la Marry	Prê5	9
Pointe Guotony16	Carb5	7
Grotte de l'Anse Collat	Sch4	7
Maison D5 Grande Savane	Duc2	7
Grotte de Fond Bernier	Sch1	7
Gîte la Favorite	Lam1	7
Cheval blanc 2	Bel3	7
Grotte aval Case Pilote 12	Cas5	7
Gîte la Favorite	Lam1	7
Falaise 2 Fond Boucher	Bel5	42
Pont de l'Anse Latouche	Stp2	28
Falaise le Prêcheur	Prê6	28

Annexe 8 : Synthèse de l'impact des parcs éoliens sur les chiroptères dans les Petites-Antilles

Depuis plusieurs années, un certain nombre de publications scientifiques alerte et souligne la dangerosité des éoliennes pour les chiroptères. La mortalité dépend du comportement des espèces, de leurs hauteurs de vols et des conditions météorologiques. La mortalité des chauves-souris peut être causée soit par une collision avec les pales, ou en succombant à un phénomène de barotraumatisme. Ce dernier est causé par la pression de l'air changeant brusquement autour des pales générant ainsi une hémorragie interne (Baerwald et al. 2008; Horn et al. 2008; Edward et al. 2010; Cryan et al. 2009). Des suivis environnementaux sur les parcs éoliens sont obligatoires et sont composés de deux protocoles : un suivi de mortalité avec collecte de cadavres, un test de prédation et un test du chercheur puis une étude acoustique pour enregistrer l'activité des chiroptères. On estime ainsi que chaque année en France métropolitaine, plusieurs dizaines de milliers de chauves-souris sont victimes des éoliennes. Mais qu'en est-il dans les régions néotropicales ? Quels sont les chiffres dans les Petites Antilles?

Cette synthèse permet de faire un état des lieux des rapports environnementaux disponibles dans les Petites Antilles et ainsi estimer l'impact des parcs éoliens sur les chiroptères. Nous avons analysé un rapport disponible pour le parc éolien de Sainte Rose en Guadeloupe et un rapport environnemental du parc éolien de Grand rivière en Martinique.

I. Le cas du parc éolien de Sainte Rose en Guadeloupe

Le Parc éolien de Sainte Rose en Guadeloupe a été mis en service en novembre 2018. Il est composé de 8 éoliennes de type Siemens Gamesa G90 de 2MW d'une hauteur inférieure à 100 mètres, réparties en deux lignes parallèles sur les sites de Bellevue et L'Espérance. Le rapport du projet éolien de Sainte Rose (971) apparu en avril 2020 est le seul suivi environnemental mis en place sur ce projet éolien. Ce suivi environnemental ne semble ni adapté ni pertinent pour déterminer l'impact environnemental du parc éolien sur les chiroptères de Guadeloupe.

Les résultats obtenus lors de ce suivi d'impact ont tout de même pu nous apporter des réponses sur la mortalité engendrée par ce parc éolien. Les quelques résultats confirment l'impact des éoliennes sur au moins cinq espèces de chauves-souris. Des cadavres de

Monophylle des Petites Antilles, Molosse commun, Brachyphylle des Antilles, Ardops des Petites Antilles et de Ptéronote de Davy ont été retrouvés aux pieds de ces éoliennes. Toutes ces espèces de chiroptères au même titre que les 9 autres présentes en Guadeloupe, font l'objet d'une **protection stricte** depuis 2018.

Les résultats concernant les tests de persistance des cadavres ont révélé une **disparition des cadavres de chiroptères au bout de 6 jours**. Hors, durant l'étude d'impacts, les suivis ont été réalisés une fois par semaine, ce qui signifie que les tests de mortalité sont biaisés par le fort taux de prédation présent dans cette région. Concernant les tests de recherche (capacité du chercheur à trouver un cadavre), les résultats ont montré que **seulement 50 à 75% des cadavres étaient retrouvés** par les chercheurs. Ainsi ses deux tests nous montrent la difficulté d'appréhender la mortalité exacte engendrée par ce parc éolien sur la chiroptérofaune.

Les résultats obtenus, nous montrent une quantité infime de cadavres retrouvés aux pieds des éoliennes (entre 1 à 8 cadavres retrouvés). Ces résultats concordent avec les deux tests réalisés. En effet, les comptages de mortalité sont effectués espacés de 7 jours chacun ; hors il a été démontré que les cadavres mettent moins de 6 jours pour être prédatés. Nous supposons que les cadavres sont **systematiquement prédatés** avant l'arrivée du chercheur, et que seuls les cadavres les plus "frais" sont retrouvés.

Recommandation pour combler le manque d'information :

- Mettre en place des tests de chercheurs et de persistance des cadavres sur l'ensemble de l'année (saison sèche seulement renseigné) ;

- Poser des pièges photos sur une ou plusieurs éoliennes afin d'estimer visuellement la prédation;

- Réaliser l'estimation de la mortalité sur le parc éolien afin de connaître grâce à deux indices différents le nombre de chauves-souris mortes /éoliennes/an. Une analyse fine des résultats doit également être renseignée (influence météorologiques, chronologie, répartition des cadavres, influence des milieux environnants, analyse des espèces retrouvées, etc) ;

- Faire en sorte que la méthode ainsi que les résultats du suivi de l'activité en hauteur des chiroptères soient effectués en continu sur au moins une année complète. Ces enregistrements peuvent se faire de 17h30 jusqu'à 5h30 afin de connaître la période d'activité

des espèces présentes sur le parc éolien. Ces résultats pourront être croisés à ceux obtenus lors du suivi de mortalité ;

- Faire une proposition de nouvelles mesures correctives visant à réduire la mortalité des chiroptères (mettre en place du bridage à certaines périodes et horaires de l'année, où l'activité des chauves-souris est plus susceptible d'être forte);

- Généraliser et centraliser les données : mettre les résultats (suivis/tests) ainsi que les informations générales du parc éolien (bureau d'étude, date de passage, période de suivi, surface de prospection, observations, etc.) sous forme d'un tableau exploitable.

II. Le cas du parc éolien de Grand'Rivière (GRESS) en Martinique

Le Parc éolien de Grand Rivière (GRESS) a été mis en service le 15 janvier 2019. Il est composé de 7 éoliennes de type Vesta V100 d'une hauteur de rotor à 80 mètres et de taille de pale de 50 mètres. L'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation de cette installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) date d'avril 2016. L'étude d'impact pour ce parc avait conclu à un impact négligeable sur les chauves-souris et les oiseaux. Ce parc n'a fait l'objet d'aucune demande de Dérogation Espèces Protégées (DEP). Conformément à la législation, ce parc a fait l'objet d'un suivi de mortalité et un suivi acoustique conformes au protocole national de suivi environnemental des parcs éoliens (<https://eolien-biodiversite.com/programme-eolien-biodiversite/actualites/le-protocole-de-sui-vi-environnemental-icpe>). Le protocole de suivi de mortalité a été modifié à la suite des préconisations de la DEAL Martinique et François Catzeflis (université de Montpellier). Ainsi, un rapport environnemental paru en novembre 2020 fait l'état des lieux de l'impact du parc éolien sur la chiroptérofaune et l'avifaune. Le Parc éolien est situé à proximité (310 mètres à vol d'oiseau ; Géoportail) du Tunnel Beauséjour qui fait l'objet d'un Arrêté Préfectoral de Protection Biotope (APPB) dû à la présence de colonie de *M. martiniquensis* et de *B. cavernarum*.

Les résultats des calculs d'évaluations de la mortalité relevés lors de ce rapport estime une mortalité **entre 171 et 254 individus sur une année** de suivi. Soit entre **12 et 63 individus/éoliennes/an**, avec 70% des observations se concentrant sur les mois de juin, juillet et août. Ces indices doivent être mis à jour avec les nouveaux cadavres retrouvés. Dans le tableau figure des résultats dans des parc éoliens partout dans le monde.

Tableau 1 : Comparaison de Nombre cadavre/an/éolienne sur différent parc éolien dans le monde.

Site	Période d'étude	Nbr cadavre/an/éolienne	Référence
Buffalo Ridge, (États-Unis)	1999	0,07	Erickson <i>et al.</i> 2002
Vansickle,(Etat-Unis)	1999	0,74	Erickson <i>et al.</i> 2002
Foot Creek Rim,(Etats-Unis)	1998 - 2001	1,04	Erickson <i>et al.</i> 2002
Stateline Wind Proj, (Etats-Unis)	2002 - 2003	1,12	Western Ecosystems Technology, 2004
Buffalo Ridge, MN (Etats-Unis)	1998 - 2001	2,02	Erickson <i>et al.</i> 2002
Buffalo Ridge, (Etats-Unis)	1999 - 2001	2,32	Erickson <i>et al.</i> 2002
Nine Canyon,(Etats-Unis)	09/2002 – 08/2003	3,21	Erickson <i>et al.</i> 2003
Steinberg, (Autriche)	09/2003 –09/2004	5,33	Traxler <i>et al.</i> 2004 in Brinkmann <i>et al.</i> 2006
Bouin, (France)	2006	6,0 à 9,3	Dulac, 2008
Prellenkirche, (Autriche)	09/2003 –09/2004	8,00	Traxler <i>et al.</i> 2004 Brinkmann <i>et al.</i> 2006
Cantons de Berne et de Lucerne, (Suisse)	06 – 10/2007	8,2	Leuzinger, 2008
Navarre, (Espagne)	03/2000 – 03/2001	13,3	Lekuona, 2001
Bouin, (France)	2004	20,3 à 21,6	Dulac, 2008
Bouin, (France)	2005	21,5 à 26,7	Dulac, 2008
Buffalo Mountain (Etats-Unis)	04 – 12/2005	63,9	Fiedler <i>et al.</i> 2007
Castelneau-Pegarols (France)	2013	26.64	Beucher Y., 2013
Mas de Leuze, (France)	2011	79.3	Lagrande, 2011
Punta Lima (Porto Rico)	2011	11.8	Rodriguez-Duran & Feliciano-Robles, 2015
GRESS (Martinique)	2020	Entre 12 et 63	Biotope, 2020

Dans le tableau figure une synthèse des résultats obtenus sur le parc éolien de Grand Rivière depuis son installation.

Tableau 2: Tableau de synthèse par espèces des différents des résultats obtenus entre juin 2019 et avril 2021 sur le parc éolien de Grand Rivière (GRESS) en Martinique

Espèces	Recensées sur le plateau Beauséjour	Entendu acoustiquement	Heures d'enregistrement	Cadavres retrouvés	Nombres de cadavres	Mois où les cadavres ont été découverts	Risque pour l'espèce (min : 6)
<i>Myotis martiniquensis</i>	Oui	Oui	21h	Non	0	/	11
<i>Molossus molossus</i>	Oui	Oui	18h00 19h00 20h30	Oui	13	Juin Juillet Mars	78
<i>Noctilio leporinus</i>	Oui	Oui	NR	Non	0	/	12
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Oui	Oui	20h00	Oui	8	Juin Juillet Octobre	64
<i>Monophyllus plethodon</i>	Non	Non	NR	Oui	15	Juin Juillet Août Avril Octobre Novembre Décembre Janvier Mars	195
<i>Natalus stramineus</i>	Non	Non	NR	Non	0	/	0
<i>Ardops nichollsi</i>	Non	Non	NR	Oui	1	Août	13
<i>Brachyphylla cavernarum</i>	Oui	Oui	20h00 23h00	Oui	5	Octobre Février Mars	35
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Oui	Oui	20h30 23h00	Oui	1	Août	7
<i>Sturnira angeli</i>	Non	Oui	NR	Oui	1	Octobre	11
<i>Pteronotus davyi</i>	Oui	Oui	19h30 20h30	Oui	2	Août Mars	24

Conclusion et préconisation sur le parc éolien de Grand Rivière :

L'étude d'impact initiale du parc éolien de Grand Rivière en Martinique avait conclu à un impact négligeable sur la faune dont les chiroptères. Les relevés de mortalités montrent une véritable faille dans les suivis réalisés en amont des implantations des éoliennes au vue

de la mortalité enregistrée sur le site. Pour rappel, ce parc n'a pas fait l'objet d'une demande de dérogation espèce protégée (DEP), pourtant la mortalité engendrée est plus que alarmante. Aucune prospection dans le gîte du Tunnel Beauséjour (APPB) n'a été réalisée pour compléter l'étude d'impact. Cette négligence ne nous permet pas à l'heure actuelle de quantifier les impacts engendrés sur les populations présentes dans le gîte.

Les résultats de novembre 2020 concernant la mortalité de la faune sauvage sur le parc éolien ont alerté quant à la menace du parc sur la biodiversité. L'exploitant s'est alors engagé à mettre en place un plan de bridage de mai à septembre entre 18h et 21h, à partir de mai 2021, lorsque les conditions de vent sont inférieures à 6m/s. Cependant, les nouvelles données apportées (post novembre 2020) ont montré une mortalité, tout au long de l'année. Les premières mesures de bridage sur seulement 5 mois de l'année ne sont pas adaptées à la dangerosité de la situation. A la suite d'un contrôle effectué en mai 2021 par la DEAL Martinique, l'exploitant a revu les périodes de brigades en considérant les derniers chiffres sur la mortalité. Le bridage des éoliennes sera effectif tous les mois de l'année entre 18h et 21h, toujours lorsque les conditions de vent seront inférieures à 6m/s.

La synthèse des résultats (tableau 2) permet de visualiser que sur les 8 espèces enregistrées, au moins 5 sont actives entre 20h30 et 21h, et parmi elles, certaines ont été enregistrées à 23h et 1h. La période (18h/21h) de bridage des éoliennes est trop restreinte pour espérer faire disparaître la mortalité de certaines chauves-souris qui ont des périodes d'activités plus tardives dans la nuit. Concernant le facteur vent, nos observations ainsi que les données sur le terrain ne nous permettent pas actuellement de définir précisément la vitesse du vent en dessous de laquelle les chiroptères ont une activité moindre. En mai 2021, malgré les mesures de bridage fonctionnelles, 10 cadavres de chiroptères ont été retrouvés : 7 *T. brasiliensis*, 2 *M. molossus* et 1 *M. plethodon*. Cette découverte appuie notre expertise selon laquelle un bridage entre 18h et 21h pour un vent inférieur à 6m/s n'est pas une mesure adaptée pour la protection des chiroptères en Martinique. Les prochains mois seront déterminants quant à l'efficacité du bridage. Si la mortalité est toujours constatée, les mesures devront être adaptées.

Les deux protocoles de suivi réglementaires (suivi mortalité & suivi acoustique) sont indispensables afin d'avoir une étude complète sur l'ensemble des espèces présentes sur le site. Ces deux méthodes doivent absolument être réalisées conjointement car des informations sont apportées lors de la synthèse des résultats obtenus. Deux espèces, *M. plethodon* et *A. nichollsi* n'ont pas été enregistrées acoustiquement car ce sont des espèces ayant des sonars très faibles et de courte distance. Leur présence n'avait pas non plus été détectée lors de

l'étude d'impact du parc. Le suivi de mortalité a quant à lui démontré que ces deux espèces ont été impactées par les éoliennes : 1 cadavre de *A. nicholli* a été découvert et plus de 15 cadavres pour *M. plethodon* (espèce la plus impactée sur le site).

Aucune saisonnalité dans l'année n'apparaît quant à la mortalité des chiroptères contrairement aux résultats obtenus dans les études d'impacts menées en Métropole. Les espèces européennes hibernent pendant l'hiver ce qui réduit considérablement le nombre de mois où elles sont susceptibles d'être impactées par les parcs éoliens. Les mesures ERC et de bridage doivent donc être adaptées au contexte néotropical et aux cycles biologiques des espèces. Dans les Petites Antilles, les chauves-souris ne rentrent pas en hibernation, elles sont donc vulnérables toute l'année.

Malgré une omission de prospection dans le Tunnel Beauséjour lors de la phase initiale d'étude d'impact, nous avons réalisé en mai 2021 un comptage des espèces. Ce dernier a renforcé notre inquiétude quant à la pérennité des espèces autour de ses ravines. Actuellement, seulement 2 espèces sur 4 sont présentes dans le gîte : *M. martiniquensis* et *N. stramineus*. Aucun cadavre de ces deux espèces n'a été retrouvé jusqu'à présent, cependant *N. Stramineus* est considérée comme "absente" sur le site alors qu'une colonie gîte à 300 mètres du parc éolien, signe d'une défaillance dans les protocoles de recherche d'espèces. En 2015 une population de 4500 *M. plethodon* a été observée ; depuis 2016 cette population semble avoir disparu de ce gîte. Cependant nous savons avec certitude qu'un autre gîte à proximité du parc éolien doit exister au vu du nombre de cadavres retrouvés aux pieds des éoliennes. Une importante colonie de 20000 individus de *B. cavernarum* était également présente de 2015 à 2017, cette année en 2021, aucun individu n'a été recensé dans ce gîte. Le *B. cavernarum* est une espèce à fort intérêt patrimonial sur le site, un APPB a été instauré dû à sa grande colonie, disparue à ce jour. Tout comme pour le *M. plethodon*, les individus ont dû trouver de nouveaux gîtes dans les ravines avoisinantes.

A l'heure actuelle, la mortalité enregistrée n'a pas diminué avec les conditions de mesures de bridages. Les compensations écologiques au même titre que les protocoles de suivis doivent être cohérentes et adaptées au contexte. Ainsi sans suivi acoustique depuis plusieurs mois (malgré l'obligation réglementaire stipulé dans l'arrêté d'exploitation du parc éolien) et sans connaître les heures de sorties précises de l'ensemble des espèces de chiroptères impactés par les éoliennes, les recommandations de bridage sont les suivantes : arrêt effectif 30 minutes avant le coucher du soleil jusqu'à 30 minutes après le lever du soleil tous les jours de l'année sans prendre en compte le facteur vent sur l'ensemble du parc éolien.

Ces mesures pourront être adaptées lors de l'acquisition de nouvelles données sur l'activité des espèces. Dans le cas contraire et pour protéger les chiroptères de Martinique, ces mesures devront être appliquées le plus rapidement possible pour freiner la croissance de la mortalité effective et connue depuis maintenant plus de deux ans.

Conclusion générale :

_____L'étude des deux parcs éoliens en Guadeloupe et en Martinique mettent en évidence le manque d'informations connues à ce jour sur les mesures ERC à mettre en place dans les régions néotropicales. Ce manque d'informations génère une difficulté à estimer rigoureusement l'impact des éoliennes dans ces régions. Une négligence dans les suivis environnementaux est également un des facteurs qui ne nous permet pas à l'heure actuelle d'avoir des données complètes sur l'impact des éoliennes.

Ce premier état des lieux est une base pour la prise en compte des chiroptères dans les Petites Antilles notamment lors de l'installation des prochains parcs éoliens afin d'éviter une mortalité exponentielle comme c'est constaté aujourd'hui.

Résumé :

Les chiroptères de Martinique nécessitent une meilleure connaissance et prise en compte en terme de conservation face aux menaces anthropiques, c'est pourquoi cette étude a été réalisée. Tout d'abord, nous avons créé et analysé une base de données retraçant l'évolution des populations de chiroptères dans les gîtes de Martinique depuis 2015. De plus, une étude de la phénologie (période de reproduction) de deux espèces a été réalisée. La dernière composante de l'étude s'intéresse à l'impact des éoliennes sur la mortalité des chiroptères. Nos résultats ont montré une dégradation importante dans 37% des gîtes connus. Plusieurs menaces ont été identifiées impliquant des mesures de conservation à appliquer pour préserver ces populations. L'observation de juvéniles de *Noctilio leporinus* et *Myotis martiniquensis* a permis l'acquisition de nouvelles données relatives au cycle biologique de ces espèces en Martinique. L'étude des impacts du parc éolien de Martinique a révélé une mortalité alarmante sur les populations de chiroptères. Ce premier état des lieux va permettre d'avancer sur la problématique des éoliennes dans les Petites Antilles. Les chiroptères de Martinique font face à de nombreuses menaces sur le territoire ; des études complémentaires doivent être mises en place pour protéger ces mammifères indigènes.

Mots clés : Chiroptères, Martinique, Petite Antilles, gîtes, conservation, phénologie, éoliennes

Abstract :

Martinique bats require better knowledge and consideration about conservation to deal with anthropogenic threats. That is why this study was conducted. First of all, we created and analyzed a database retracing the evolution of bats populations in Martinique roosts since 2015. Then, a study about the phenology (breeding season) of two species was carried out. The last component of the study focuses on the impact of wind turbines on bats mortality. Our results showed significant degradation in 37% of known roosts. Several threats have been identified involving conservation measures to be applied to preserve these populations. The observation of juveniles of *Noctilio leporinus* and *Myotis martiniquensis* allowed the acquisition of new data relating to the biological cycle of these species in Martinique. The study of the impact of the Martinique wind farm revealed an alarming number of death in bat populations. This first synthesis will allow us to move forward on the issue of wind turbines in the Lesser Antilles. The bats of Martinique face many threats on the territory; additional studies must be carry out to protect these native mammals.

Keywords : Bats, Martinique, Lesser Antilles, roosts, conservation, phenology, wind turbines.