

Etude sur les traits de vies des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de mortalité avec les éoliennes

Par **Alix THUROW**¹ (athurow@exen.pro)

Yannick BEUCHER¹ (ybeucher@exen.pro)

Baptiste ANGIN² (ardops.environnement@gmail.com)

¹ EXEN ; 12130 Vimenet

² Ardops Environnement ; 97139 Les Abymes

Mots-clés : chiroptères, Petite Antilles, radiopistage, GPS, éolien.

Résumé

Soumises à diverses pressions anthropiques, les chauves-souris guadeloupéennes sont notamment menacées par le développement de l'éolien. Les éoliennes en exploitation constituent un risque de mortalité, en cas de collision et phénomène de barotraumatisme entre les chauves-souris en vol et les pales en mouvement. Aujourd'hui, il est difficile d'évaluer l'impact d'un projet éolien, en raison d'un manque de connaissances quant à la sensibilité aux risques de collision pour certaines espèces de chiroptères, en particulier les espèces omnivores, frugivores ou nectarivores, mais également pour les espèces peu connues et très vulnérables. Ciblées sur 4 espèces prioritaires (Sérotine de la Guadeloupe, Monophylle des Petites Antilles, Artibé de la Jamaïque, Ardops des Petites Antilles) et basée sur une méthode de suivi GPS et radiopistage



VHF, cette étude a permis d'étudier le comportement de vol et les zones d'activités de 3 espèces (Sérotine de la Guadeloupe, Chiroderme de la Guadeloupe, Artibé de la Jamaïque). Les suivis ont mis en évidence les boisements voire les ravines forestières, comme siège de gîtes diurnes, et les espaces agricoles et urbanisés du littoral, comme zones d'activité récurrentes, notamment pour les espèces frugivores attirées par des arbres fruitiers parfois isolés. Ce contexte implique des trajectoires de transit concentrées au niveau des rivières et lisières de ravine, mais aussi ponctuellement en milieu ouvert cultivés. Pour les quelques individus suivis, le risque de collision éolien semblerait se présenter principalement lors de vols de transit, pour des déplacements depuis et vers le gîte diurne ou entre des zones d'alimentation. Cette étude propose alors des pistes de réflexion lors d'implantation de parcs éoliens, notamment en lien avec le contexte paysager, la présence d'essences végétales chiroptérophiles et le gabarit des éoliennes.

Introduction

1. Contexte général

a) Les chiroptères de Guadeloupe, espèces sensibles et menacées.

Les îles de la Guadeloupe, situées au sein de l'un des principaux « hotspot¹ » de biodiversité à travers le monde, comptent de nombreuses espèces endémiques de la faune et de la flore, soumises à diverses pressions les menaçant d'extinction (BROOKS 2002). Concernant les chiroptères, la Guadeloupe présente la plus grande richesse spécifique des Petites Antilles avec 14 espèces. Il s'agit des derniers mammifères terrestres indigènes encore présents sur l'archipel guadeloupéen. Ce groupe témoigne d'un endémisme important, avec une espèce strictement endémique de Guadeloupe (Sérotine de la Guadeloupe *Eptesicus guadeloupensis*), 3 espèces sub-endémiques (Chiroderme de la Guadeloupe *Chiroderma improvisum*, Murin de la Dominique *Myotis dominicensis*, Sturnire de la Guadeloupe *Sturnira thomasi*) et 4 espèces endémiques des Petites Antilles (Monophylle des Petites Antilles *Monophyllus plethodon luciae*, Ardops des Petites Antilles *Ardops nicholli*, Natalide isabelle *Natalus stramineus*, Fer de lance de Schwartz *Artibeus schwartzi*) (GROUPE CHIROPTÈRES DE GUADELOUPE (GCG) 2015). Parmi les 6 espèces non endémiques de l'archipel, on retrouve des espèces à répartition plus large comme le Brachyphylle des Antilles *Brachyphylla cavernarum*, présent dans les Petites Antilles et à Porto Rico, les autres espèces : l'Artibé de la Jamaïque *Artibeus jamaicensis*, le Molosse commun *Molossus molossus*, la Tadaride du Brésil *Tadarida brasiliensis antillarum*, le Noctilion

¹ Points chauds de biodiversité, dont chacun compte au moins 1500 espèces de plantes endémiques et ne possède pas plus de 30 % de son habitat naturel d'origine (BROOKS 2002).



Artibeus jamaicensis
© Erwann THEPAUT

pêcheur *Noctilio leporinus mastivus* et le Ptéronote de Davy *Pteronotus davyi*, ont une répartition incluant certaines îles des Caraïbes et le continent Américain (IBÉNÉ *et al.* 2007).

La richesse de cette faune chiroptérologique s'exprime par des régimes alimentaires variés (insectivores, omnivores, pollinivores, nectarivores, frugivores, piscivores) et une utilisation d'habitats diversifiés. Les chiroptères de Guadeloupe remplissent alors des fonctions importantes dans les écosystèmes, telles que la pollinisation, la dissémination des graines et la consommation d'insectes. Ils rendent donc de nombreux services écosystémiques (GCG 2015). Les espèces insectivores et piscivores se situant en bout de chaîne alimentaire et les espèces exploitant les ressources végétales étant très conditionnées par la qualité des forêts, leur position au sein des écosystèmes leur confère une qualité d'indicateur quant à l'intérêt biologique de leur milieu naturel (BARATAUD & GIOSA 2014).

Étudiées depuis une cinquantaine d'années, les chauves-souris guadeloupéennes ont fait l'objet de plusieurs missions d'inventaires et de recherches ayant permis d'avancer sur la connaissance de leur écologie, leur répartition géographique, et la localisation de leurs gîtes. Toutefois, la découverte de certaines espèces rares et endémiques comme le Chiroderme de la Guadeloupe ou la Sérotine de la Guadeloupe sont récentes et leur écologie reste très mal connue aujourd'hui.

Toutes protégées depuis 2018 (LÉGIFRANCE 2018), elles souffrent de la perte généralisée de leurs habitats naturels liée à l'urbanisation et la déforestation, mais également de dérangements et de la destruction de leurs gîtes, du braconnage, d'une pollution intense liée à l'agriculture intensive, d'une pression de prédation par

des espèces de mammifères introduites et des catastrophes naturelles, comme les cyclones impactant les ressources alimentaires en fruits et fleurs (BARATAUD & GIOSA 2013, BASCOLE 2021, GCG 2015). Enfin, le développement récent des parcs éoliens sur les Petites Antilles, engendrant des mortalités, ajoute de nouvelles pressions sur certaines populations de chauves-souris (ASSOCIATION POUR LA SAUVEGARDE ET LA RÉHABILITATION DE LA FAUNE DES ANTILLES (ASFA) 2014, BASCOLE 2021, GCG 2015). Les chiroptères de Guadeloupe sont aujourd'hui considérés comme un groupe au statut de conservation défavorable, comprenant plusieurs espèces menacées d'extinction à l'échelle mondiale et locale (UICN 2021).

b) Le développement de l'éolien en Guadeloupe.

L'impact moindre de la production éolienne sur l'environnement comparé à celui causé par les sources d'énergie traditionnelles justifie l'importante croissance mondiale de l'éolien terrestre au cours des dernières décennies (SAIDUR *et al.* 2011). En effet, la production de cette énergie est moins polluante et moins consommatrice en eau, elle détient aujourd'hui une place importante dans les systèmes énergétiques mondiaux (SYNDICAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES, SAIDUR *et al.* 2011). L'Europe, pionnière dans le développement de l'éolien, impose à la suite des accords de Kyoto de 2005, la directive européenne 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (EUR-LEX 2009). En France, dès 2010, la loi Grenelle II redéfinit les trajectoires des politiques énergétiques du territoire et est rapidement suivie par la loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (2015), fixant la part des énergies renouvelables à au moins 32 %

de la consommation nationale à l'horizon 2030 (LÉGIFRANCE 2015, LÉGIFRANCE 2010). La production au moyen de l'énergie cinétique du vent se développe alors en France, que ce soit par l'implantation de nouveaux parcs éoliens ou par le remplacement d'éoliennes désuètes par des éoliennes de grande puissance (MEEM 2017, CYCLEO 2015).

Le développement éolien sur l'archipel de Guadeloupe suit donc cette dynamique nationale. Depuis 2013, il est boosté par l'arrêté ministériel du 08 mars (modifié par l'arrêté du 12 février 2021), offrant un tarif d'achat bonifié de l'électricité produite par les éoliennes en zone cyclonique (LÉGIFRANCE 2013). Aujourd'hui, 9 parcs éoliens sont présents en Guadeloupe (Figure 1), sur les communes d'Anse-Bertrand, Petit-Canal, Saint-François, la Désirade, Capesterre, Marie-Galante et

Sainte-Rose. La production d'énergie éolienne de l'archipel a augmenté de 46,5 % entre 2020 et 2021 et représente aujourd'hui une puissance de 56 mégawatts (DEAL GUADELOUPE 2021a).

c) La sensibilité des chauves-souris de Guadeloupe au risque de mortalité lié aux éoliennes, une question urgente vers une meilleure maîtrise des impacts.

Comme évoqué précédemment, les chauves-souris guadeloupéennes sont soumises à plusieurs pressions d'origines anthropiques (BARATAUD & GIOSA 2013). Parmielles, le développement éolien récent représente une menace de destruction de leur habitat naturel, la création de nouveaux parcs pouvant engendrer une destruction de zones de gîtes, de milieux de chasse et d'alimentation, et de corridors. Les éoliennes constituent

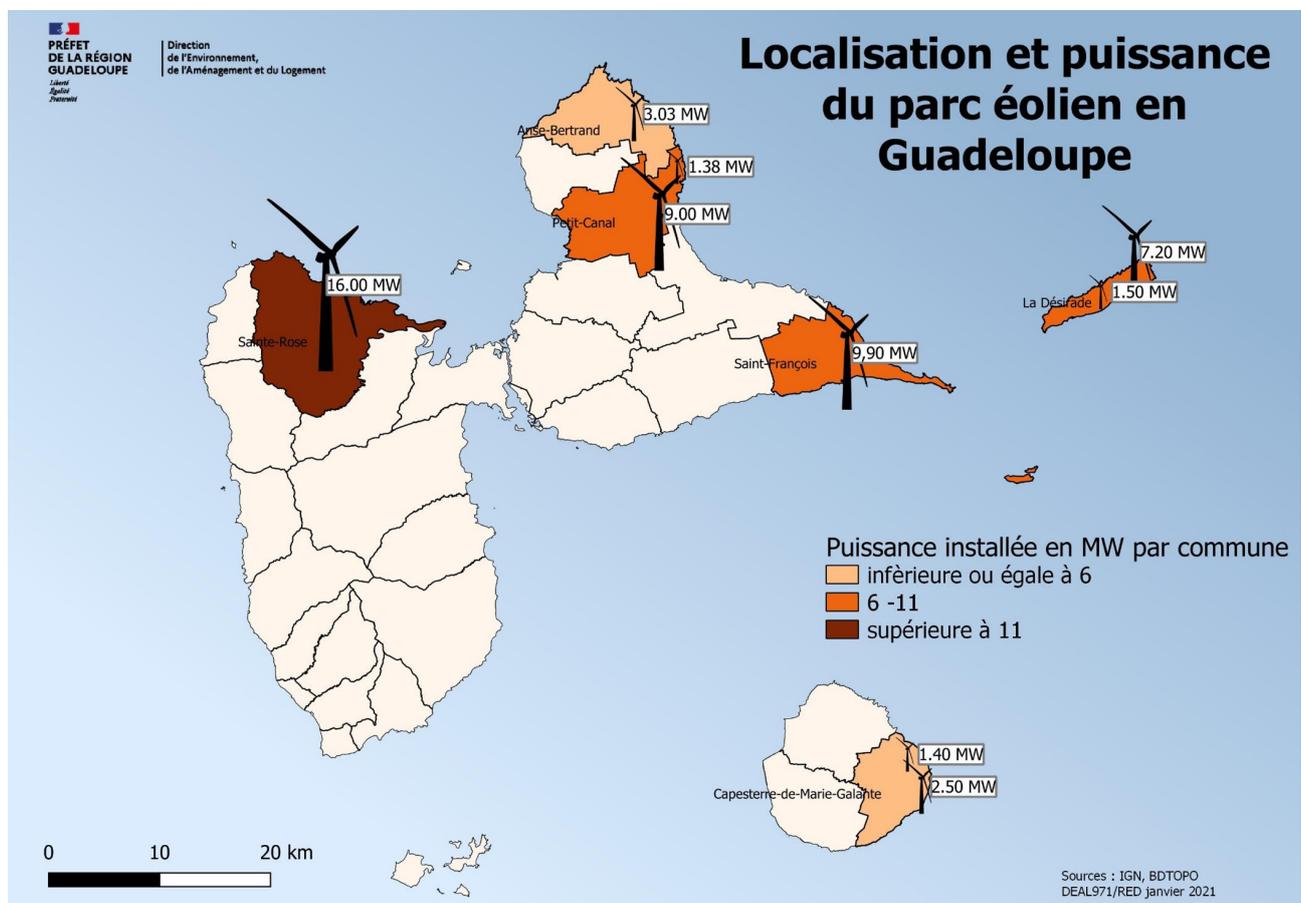


Figure 1. Localisation et puissance du parc éolien de Guadeloupe (DEAL GUADELOUPE 2021a).

également un risque de mortalité en phase d'exploitation, puisque les chauves-souris entrent en collision ou subissent des barotraumatismes avec les pales en mouvement (BAERWELD *et al.* 2008). En complément des connaissances sur les impacts recensés, l'écologie de chaque espèce, et notamment les comportements de vol, permet d'identifier le niveau de sensibilité au risque de collision, celui-ci dépend notamment des comportements de chasse, de la hauteur de vol, des capacités migratoires...

Dans les Petites Antilles, il est aujourd'hui difficile d'estimer l'impact d'un projet éolien en amont de sa construction, puisqu'aucune étude n'a encore évalué la sensibilité des espèces au risque de collision (ASFA 2014, GCG 2015). Avant l'implantation des premiers parcs et sur la base des connaissances initiales, il était supposé que les espèces insectivores de haut-vol seraient les plus exposées, comme la Tadaride du Brésil ou le Molosse commun. En effet, ces deux espèces communes à large répartition géographique sont connues pour chasser des insectes en plein ciel et voler à hauteur de rotors des éoliennes. Plusieurs études indiquent la Tadaride du Brésil comme l'une des espèces les plus impactées par les parcs éoliens américains et le Molosse commun est mentionné comme l'espèce la plus retrouvée sous un parc de Puerto Rico (MILLER 2008, PIORKOWSKI & O'CONNELL 2010, RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES 2015). Cependant, des cas des mortalités d'autres espèces néotropicales avaient été mentionnés lors du suivi d'un parc de Puerto Rico. Ils concernaient notamment le groupe des Phyllostomidés (*Artibeus jamaicensis*, *Monophyllus redmani*, *Stenoderma rufum*, *Brachyphylla cavernarum* et *Erophylla bombifrons*), potentiellement impactés lors de leur déplacement de transit, et

les groupes des Noctilionidés (*Noctilio leporinus*), Mormopidés (*Mormoops blainvillei*) et Vespertilionidés (*Eptesicus fuscus* et *Lasiurus minor*) (RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES 2015).

En Martinique et Guadeloupe, les premiers suivis de mortalité de deux parcs éoliens menés ces dernières années ont témoigné d'une majorité de mortalités pour les espèces de Molossidés, mais aussi pour d'autres espèces frugivores et nectarivores des Petites Antilles (BASCOLE 2021, EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). Les deux années de suivis de la mortalité du parc de Sainte-Rose en Guadeloupe (entre 2019 et 2022) indiquent de nombreux cas de mortalité pour le Molosse commun et plusieurs cas pour la Tadaride du Brésil, et des cas pour les espèces omnivores, frugivores ou nectarivores, comme le Brachyphyllle des Antilles, l'Ardops des Petites Antilles, l'Artibé de la Jamaïque et le Monophyllle des Petites Antilles (EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). En parallèle, le suivi mortalité mené sur le parc éolien de Grand'Rivière en Martinique au cours des mêmes années, révèle un nombre considérable de mortalités pour le Molosse commun et la Tadaride du Brésil, ainsi que pour le Monophyllle des Petites Antilles, qui est finalement l'espèce la plus impactée par ce parc (BASCOLE 2021). Les études d'impact réalisées pour le développement de ces deux parcs sous-estimaient l'impact des éoliennes sur ce groupe d'espèces (ASFA 2014, BASCOLE 2021). De plus, d'autres espèces insectivores ont été retrouvées lors des suivis mortalité. C'est le cas du Ptéronote de Davy et de la Sérotine de la Guadeloupe, pour laquelle un cas de mortalité a été trouvé sur le parc de Sainte-Rose en 2020 (BASCOLE 2021, EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). Il apparaît donc urgent d'améliorer les connaissances quant à la sensibilité aux risques de collision pour les espèces omnivores, frugivores ou

nectarivores, mais également pour les espèces peu connues et très vulnérables, comme la Sérotine de la Guadeloupe.

2. Vers une amélioration de la prise en compte des chiroptères dans l'évaluation des impacts éoliens

a) Initiation de l'étude sur les traits de vies des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de collision éolien.

Comme vu précédemment, il est urgent d'évaluer la sensibilité des espèces guadeloupéennes au risque de mortalité lié aux éoliennes pour tendre vers une meilleure prise en compte des chiroptères dans les projets éoliens et dans le choix des mesures de réduction de leurs impacts. Pour ce faire, il est nécessaire d'améliorer les connaissances sur le comportement de vol des espèces impactées, en particulier les espèces rares et endémiques peu connues, mais aussi les espèces peu détectables acoustiquement pour lesquelles les suivis acoustiques en hauteur montrent des limites dans l'évaluation des conditions de vols à risques.

C'est dans ce but que l'entreprise VALOREM a missionné le bureau d'études EXEN pour mener une étude de recherche appliquée. Après échanges entre EXEN, Ardops environnement, Valorem et les services de l'état (DEAL Guadeloupe), l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation initial (DEAL Guadeloupe 2015), mentionnant a été modifié en 2021 via un nouvel arrêté préfectoral complémentaire mentionnant désormais la participation de l'exploitant à des études écologiques et éthologiques adéquates, permettant de déterminer « les habitudes de vie et de déplacement des espèces de chiroptères fréquentant les sites des parcs

éoliens » et « d'améliorer les connaissances sur l'utilisation des milieux par celles-ci » (DEAL GUADELOUPE 2021b). Pour remplir ces objectifs, EXEN a donc engagé en 2022 une étude en collaboration avec Ardops Environnement, pour mieux comprendre comment les espèces de chiroptères guadeloupéennes exploitent leur environnement et comment leurs comportements de vol peuvent les exposer à une sensibilité spécifique à l'éolien.

b) Objectifs et choix des espèces cibles prioritaires.

L'objectif principal était de caractériser l'activité nocturne des espèces guadeloupéennes exposées au risque de mortalité éolien. En priorité, il s'agissait de suivre les espèces au statut de conservation défavorable, mais également les espèces pour lesquelles les connaissances du comportement nocturne ne présument pas de sensibilité particulière (espèces nectarivores ou frugivores, très peu détectées acoustiquement en hauteur et pourtant impactées par les éoliennes). Sous réserve du succès de capture, il s'agissait par ordre de priorité de suivre des individus de : Sérotine de la Guadeloupe, Monophylle des Petites Antilles, Ardops des Petites Antilles et Artibé de la Jamaïque. En cas de capture et de matériel suffisant, le Ptéronote de Davy et le Brachyphylle des Antilles pouvaient également être suivis. De même, en fonction des conditions de capture, le Chiroderme de la Guadeloupe pouvait être suivi. Bien qu'aucun cadavre de cette espèce n'ait été retrouvé sous les éoliennes, sa sensibilité au risque éolien était inconnue.

Les résultats de ces suivis visaient une meilleure connaissance du domaine vital, des comportements de vol et des rythmes d'activité nocturnes de ces espèces. Il

s'agissait de caractériser l'activité sur le plan géographique, mais aussi sur le plan altitudinal (rythme d'activité nocturne, hauteur de vol, milieux de chasse, ressources alimentaires, voies de transit, distances d'éloignement du gîte...). Ainsi, ces suivis devaient aider à une meilleure évaluation de la sensibilité de ces espèces au risque de collision et à une détermination plus concrète des risques. En amont de l'étude, les connaissances initiales des espèces cibles sont résumées ci-dessous.

Sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*)



Découverte en 1974, la Sérotine de la Guadeloupe est la seule espèce de chauve-souris endémique de Guadeloupe. Jusqu'alors, elle n'a été contactée que sur l'île de Basse-Terre et aucun de ses gîtes n'a été découvert. Les dernières captures remontaient aux années 2000, avant une récente recapture en 2022 (B. Angin et V. Ruffray comm. pers.). Principalement capturée au niveau des massifs forestiers de Basse-Terre, l'espèce semble apprécier les forêts marécageuses, mésophiles et ombrophiles (BARATAUD & GIOSA 2013). Insectivore, elle est supposée chasser principalement au niveau des lisières et canopées, mais également dans des milieux plus ouverts (ASFA 2014). Ses signaux d'écholocation sont forts et permettent

de détecter l'espèce à une distance raisonnable. Cependant, le répertoire acoustique de l'espèce est encore mal connu et elle peut être confondue avec d'autres taxons (*Brachyphylla cavernarum*, *Tadarida brasiliensis*) (BARATAUD et al. 2015). Le nombre de contacts attribués à cette espèce est très réduit sur les dernières études de grande ampleur (BARATAUD & GIOSA 2013). Très peu capturée et peu contactée acoustiquement, l'espèce est considérée comme très rare (BARATAUD & GIOSA 2013), aux tendances de population en diminution (UICN 2021). En 2021, la liste rouge des espèces menacées de Guadeloupe lui attribue un statut de conservation très défavorable. Elle est alors considérée comme en danger critique d'extinction à l'échelle guadeloupéenne et en danger d'extinction à l'échelle mondiale (UICN 2021).

En octobre 2020, un individu de l'espèce a été retrouvé impacté par les éoliennes de Sainte-Rose (SITELECO 2021). Les suivis acoustiques menés sur le parc depuis 2020 témoignent d'une activité faible mais régulière, avec plusieurs contacts sur l'année entière. D'après les résultats du suivi acoustique entre mars 2021 et mars 2022, elle semblait exploiter le site à diverses heures de la nuit et plusieurs détections en début et fin de nuit laissaient supposer la présence d'une zone de gîte à proximité (EXEN 2022a).

Monophylle des Petites Antilles (*Monophyllus plethodon*)



Endémique des Petites Antilles, le Monophylle est largement réparti sur les îles de l'archipel. Pour établir ses gîtes, l'espèce privilégie les cavités, notamment souterraines mais également arboricoles (IBÉNÉ *et al.* 2007). Elle est principalement nectarivore et pollinivore, se nourrissant de diverses essences sauvages et cultivées, telles que les fleurs de bananiers (BARATAUD & GIOSA 2014). Elle est contactée dans plusieurs milieux naturels, comme les ravines et lisières de forêts sèches, mésophiles, humides (BARATAUD *et al.* 2017) ou marécageuses, mais également dans les cultures et jardins en fleurs. Ses zones d'alimentation dépendent très probablement des arbres en floraison. La liste rouge des espèces de Guadeloupe classe le Monophylle des Petites Antilles en statut de conservation vulnérable à l'échelle guadeloupéenne et en préoccupation mineure à l'échelle mondiale. Les connaissances actuelles ne permettent pas de statuer sur la tendance de ses populations (UICN 2021).

Cette espèce présente un sonar à haute fréquence, dont les signaux ne sont détectables qu'à 10 mètres de distance maximum (BARATAUD *et al.* 2015). En raison de cette très faible intensité d'émission, les inventaires et suivis acoustiques montrent des limites pour évaluer sa présence.

Sur le parc de Sainte-Rose, le Monophylle des Petites Antilles avait été contacté au sein des boisements et ravines autour du site (SAINTE-ROSE ENERGIES 2014), puis à hauteur de nacelle, au niveau de la ligne d'éoliennes de Bellevue en 2021 (SITELECO 2021). Lors du suivi acoustique mené entre mars 2021 et mars 2022, aucun enregistrement de l'espèce n'avait été relevé. Pourtant, un cadavre a été retrouvé au pied d'une éolienne sur la même période de suivi (EXEN 2022a). Déjà impacté lors de la précédente année de suivi, le Monophylle des Petites Antilles

représente 6 % des cas de mortalité sur les deux années de suivi du parc (EXEN 2022a, SITELECO 2021). Il est également lourdement impacté par le parc éolien martiniquais de Grand'Rivière, où il représente l'espèce la plus retrouvée sous les éoliennes (BASCOLE 2021).

Il était pourtant initialement considéré comme peu sensible au risque de mortalité. Son exposition au risque éolien reste donc à évaluer.

Ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*)



L'Ardops des Petites Antilles est une espèce de chauves-souris endémique des Petites Antilles. Principalement arboricole, l'Ardops trouve ses gîtes au niveau des feuillages et branchages (IBÉNÉ *et al.* 2007). Frugivore et occasionnellement insectivore, il est présent dans tous les types de milieux forestiers, voire dans les milieux dégradés ou les jardins (IBÉNÉ *et al.* 2007). Toutefois, il semble préférer les forêts denses et humides comme la mangrove et les forêts marécageuses et ombrophiles (BARATAUD & GIOSA 2014, BARATAUD *et al.* 2017, IBÉNÉ *et al.* 2007). Actuellement, l'Ardops des Petites Antilles est classé en statut de conservation « préoccupation mineure » à l'échelle guadeloupéenne et mondiale. Les connaissances ne permettent pas de statuer sur la tendance de ses populations (UICN 2021).

Très difficilement détectable acoustiquement, l'espèce n'est audible qu'à 5 mètres de distance maximum (BARATAUD *et al.* 2015). Il fait donc partie des espèces pour lesquelles les signaux d'écholocation rendent les inventaires et suivis acoustiques difficiles et peu pertinents pour une évaluation fiable de sa présence.

Le suivi acoustique du parc de Sainte-Rose n'avait pu enregistrer qu'un seul contact d'Ardops des Petites Antilles entre mars 2021 et mars 2022, au niveau d'un enregistreur à cinq mètres du sol. Pourtant, l'espèce avait été impactée à deux reprises sur la même période de suivi (EXEN 2022a) et représente 6 % des cas de mortalité sur les deux années de suivi du parc (EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). Jusqu'alors, aucune étude n'avait évalué la sensibilité au risque éolien de l'Ardops des Petites Antilles.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)



Espèce à plus large répartition géographique, l'Artibé de la Jamaïque est présent dans les Caraïbes et en Amérique centrale. En Guadeloupe, il est connu sur toutes les îles de l'archipel (IBÉNÉ *et al.* 2007). Espèce ubiquiste, il trouve ses gîtes

dans divers habitats tels que les grottes, les feuillages, les cavités arboricoles et les bâtiments. L'Artibé de la Jamaïque est une espèce à dominance frugivore, plus rarement nectarivore ou insectivore. Il est omniprésent dans de nombreux milieux de l'archipel, dont les habitats forestiers (aussi bien au niveau des lisières et canopées qu'en sous-bois), les jardins et les zones anthropiques ou cultivées (BARATAUD & GIOSA 2014, IBÉNÉ *et al.* 2007). Cette espèce est considérée comme l'espèce frugivore la plus commune de Guadeloupe. En 2021, il était classé en statut de conservation « préoccupation mineure » à l'échelle guadeloupéenne et mondiale. Les connaissances ne permettaient pas de statuer sur la tendance de ses populations (UICN 2021).

Comme les autres espèces de Phyllostomidés, il est difficilement détectable acoustiquement, avec une distance de détection de huit mètres maximum (BARATAUD *et al.* 2015). La technologie acoustique reste donc limitée pour suivre son activité.

Lors du suivi acoustique du parc de Sainte-Rose entre mars 2021 et mars 2022, l'espèce n'avait été détectée que quelques fois sur deux enregistreurs à cinq mètres du sol. Pourtant, l'Artibé de la Jamaïque a été impacté à trois reprises sur la même période de suivi (EXEN 2022a) et représente 4 % des cas de mortalité sur les deux années de suivi du parc (EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). L'espèce était également mentionnée lors du suivi d'un parc de Puerto Rico, avec 4 cadavres retrouvés sur deux ans (RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES 2015). Comme pour l'Ardops des Petites Antilles, la sensibilité au risque de collision de l'Artibé de la Jamaïque n'avait pas été évaluée avec précision et semble donc avoir été sous-estimée dans les études d'impact éolien.

Chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*)



Le Chiroderme de la Guadeloupe est une espèce endémique de Montserrat, de la Guadeloupe et de Saint-Kitts-et-Nevis. En amont de l'étude, aucun de ses gîtes n'avait été inventorié, mais il était supposé vivre en petites colonies arboricoles (IBÉNÉ et al. 2007). Espèce très certainement frugivore, il est supposé exploiter des zones forestières, en lisières et canopées. Les quelques captures témoignaient de sa capacité à s'éloigner des lisières et à voler en milieux plus ouverts (capturé à une vingtaine de mètres d'une lisière) (ASFA 2014, IBÉNÉ et al. 2007). Le Chiroderme de la Guadeloupe est aujourd'hui considéré comme une espèce très rare, un statut de conservation défavorable. Il est classé en danger d'extinction à l'échelle guadeloupéenne et à l'échelle mondiale (UICN 2021). La tendance évolutive de ses populations n'est pour l'instant pas connue (UICN 2021).

Le Chiroderme présente lui aussi une faible distance de détection de ses signaux d'écholocation, estimée entre quatre et six mètres maximum (BARATAUD et al. 2015). L'espèce n'avait jamais été détectée sur le parc de Sainte-Rose et n'avait pas non plus été retrouvée impactée lors des suivis mortalité (EXEN 2022a, SITELECO

2021). Toutefois, il a historiquement été capturé sur deux sites très proches et était supposé fréquenter les environs des éoliennes (ASFA 2014). Les habitudes de vol du Chiroderme ne sont pas suffisamment connues pour juger de sa sensibilité au risque éolien (ASFA 2014). Son comportement de vol à hauteur de canopée avec une possibilité de s'éloigner des lisières pourrait l'exposer à des risques de mortalité, en particulier sur des parcs situés à proximité de lisières de boisement (ASFA 2014).

Etant donné l'absence de mortalité trouvée jusqu'alors sur le parc éolien de Sainte-Rose, le Chiroderme de la Guadeloupe est ciblé par la présente étude, mais de façon non prioritaire. Il ne devait être suivi qu'en cas de capture et sous réserve de moyens matériels et humains suffisants.

Brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*)



Espèce endémique des Antilles, le Brachyphylle est présent sur les îles des Petites Antilles, à Puerto Rico et aux Iles Vierges (IBÉNÉ et al. 2007). En Guadeloupe, il est connu sur toutes les îles de l'archipel et gîte principalement en cavités souterraines et en bâtiments, formant des colonies pouvant atteindre plusieurs milliers d'individus (IBÉNÉ

et al. 2007). Espèce omnivore, il se nourrit de fruits, nectars et pollens, mais peut également consommer une part importante d'insectes, notamment en début de saison sèche (LENOBLE et al. 2015). Espèce ubiquiste, il fréquente la majorité des habitats de l'archipel (BARATAUD & GIOSSA 2014). En zone forestière, il se nourrit principalement en canopées (IBÉNÉ et al. 2007).

En 2021, il est classé en statut de conservation « préoccupation mineure » à l'échelle guadeloupéenne et mondiale, et les connaissances actuelles ne permettent pas de statuer sur la tendance de ses populations (UICN 2021).

Contrairement au reste des Phyllostomidés, l'intensité d'émission de ses signaux d'écholocation est considérée comme forte, avec une distance de détection de 20 à 40 m (BARATAUD et al. 2015). Le suivi acoustique, mené sur le parc de Sainte-Rose entre mars 2021 et mars 2022, témoignait d'une activité régulière, principalement en milieu de nuit, avec des contacts sur l'année entière et sur différents points de suivis (EXEN 2022a). Au cours des deux années de suivi mortalité, 10 cadavres de *Brachyphylle* ont été retrouvés, soit 15 % des cas de mortalité, classant l'espèce au deuxième rang des espèces les plus impactées par le parc (EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). Le *Brachyphylle* était également mentionné lors du suivi d'un parc de Puerto Rico, avec 3 cas de mortalité sur une année de suivi (RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES 2015). Cette espèce de canopée est connue pour se déplacer en hauteur et donc potentiellement au niveau des zones de rotation des pales (ASFA 2014). Le *Brachyphylle* apparaît comme une espèce cible non prioritaire de la présente étude et ne devait être suivi qu'en cas de capture et sous réserve de moyens matériels et humains suffisants.

Méthode et matériel

1. Zone et période d'étude

a) Période d'étude et conditions météorologiques.

Les périodes de missions de terrain ont été choisies pour se rapprocher au mieux des périodes où l'activité acoustique et le nombre de mortalités étaient les plus élevés sur le parc éolien de Sainte-Rose (EXEN 2022a). Deux sessions ont ainsi été organisées du 10 au 19 mai 2022 et du 13 au 22 septembre 2022, couvrant la saison humide et la saison sèche.

La session de mai s'est déroulée sous de bonnes conditions météorologiques, avec des températures d'environ 33°C le jour et 25°C la nuit et un temps principalement sec, entrecoupé de quelques averses courtes en journée.

La session de septembre a été altérée par des conditions météorologiques pluvieuses, avec le passage de la tempête tropicale Fiona du 16 au 17 septembre, pendant laquelle l'étude a été suspendue. En-dehors de ces jours, les averses n'ont pas entravé la réalisation des captures et des suivis.

b) Zone d'étude

Les espèces cibles prioritaires étant connues pour exploiter les environs du parc éolien de Sainte-Rose, l'étude a été menée autour du parc éolien, au nord de l'île de Basse-Terre (**Figure 2**).

Les lignes de relief de l'Espérance et de Bellevue, où sont implantées les éoliennes, sont constituées de milieux ouverts agricoles, principalement des champs de canne à sucre. Elles sont bordées par plusieurs ravines (Rivière salée, Ravine des Bois, Rivière de la Ramée, Rivière Madame), descendant du boisement de forêt ombrophile surplombant le parc éolien (**Figure 3**). Ce milieu forestier comprend principalement le Bois de la

Ramée et le Bois du Comté, et remonte jusque plusieurs points hauts tels que le Piton de la Ramée, le Petit Belvédère, Morne Goton et la Source de Sofaia. Cette forêt humide présente un grand nombre de ravines et rivières descendant des reliefs, imposant une topographie particulière en créant des ruptures de pentes importantes et des fonds de ravines profonds.

Entre la forêt et le littoral, les milieux sont principalement anthropiques avec une alternance de zones d'habitations et d'espaces agricoles (Figure 3). Les rivières, entourées de ripisylves plus ou moins dégradées, y rejoignent la mer en quadrillant cultures et habitations.

c) Localisations précises des captures

Pour chaque session, quatre captures ont été effectuées. Les positions des captures sont présentées en Figure 4 et les détails des milieux naturels associés sont résumés

dans le **Tableau 1**.

Pour ces captures, entre deux et trois filets de 6 à 15 mètres étaient positionnés de façon à maximiser les chances de capturer les espèces cibles, c'est-à-dire principalement en lisière de boisement ou de rivière, et à proximité d'arbres en fleurs et en fruits. Pour deux captures du mois de mai, l'installation de filets canopée sur cordes, à une vingtaine de mètres de haut, a également été tentée. Pour l'ensemble de ces nuits, les filets étaient ouverts au coucher du soleil puis pendant environ quatre heures.

2. Prise de mesures et équipement des balises GPS et VHF

a) Le choix de la méthode : suivis GPS et radiopistage VHF.

Jusqu'à récemment, les petites chauves-souris ne pouvaient pas être suivies par des

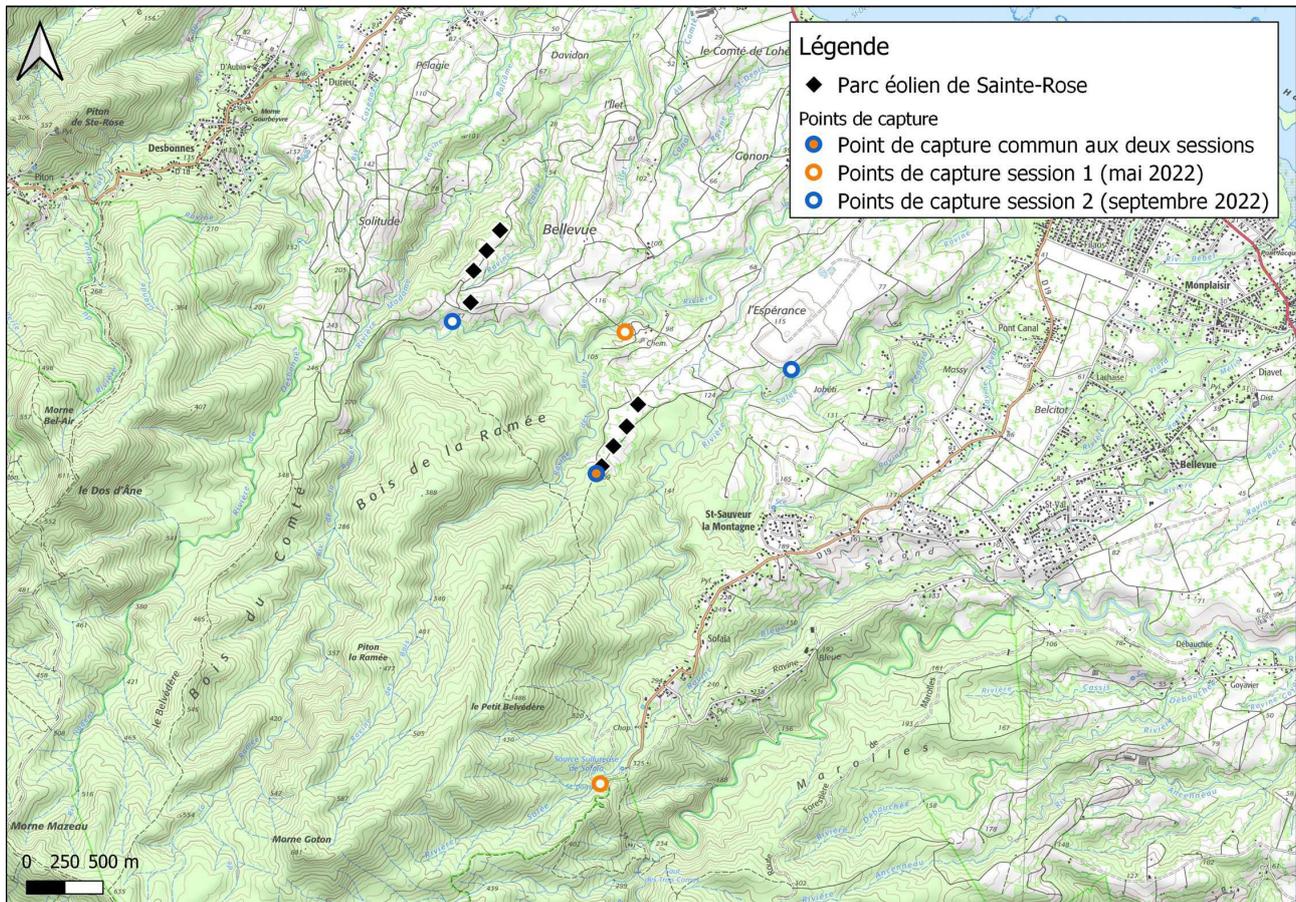


Figure 2. Zone d'étude à large échelle et localisation des captures.

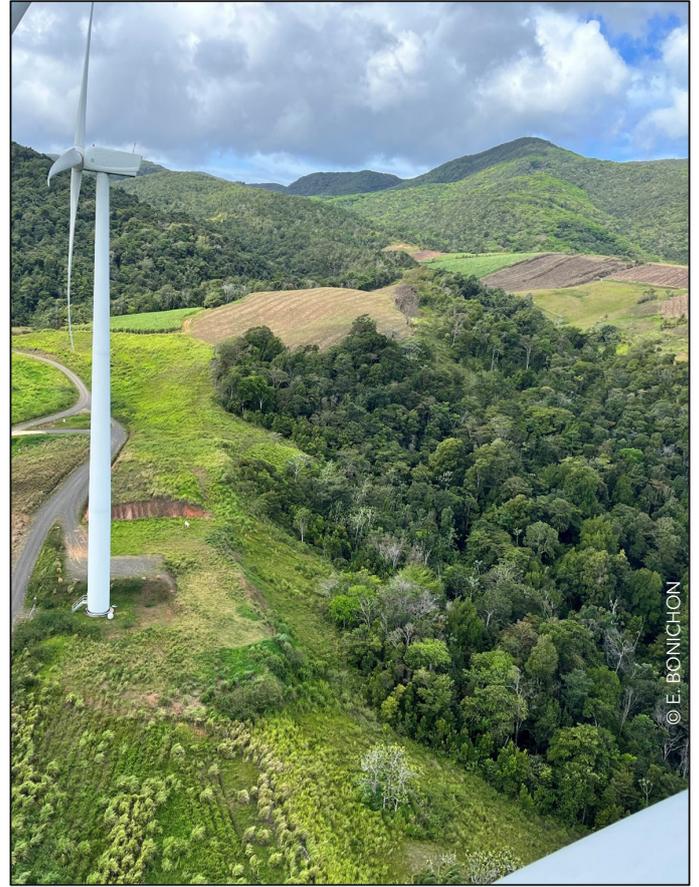


Figure 3.

Contexte paysager de la zone d'étude.

En haut, entre le parc éolien et le relief boisé, en bas, entre le parc et le littoral.

méthodes de technologies alternatives du système de positionnement global (GPS), en raison du coût et du poids des GPS (JONG *et al.* 2013, López-López 2016). Les études détaillées sur le mouvement des chiroptères ont donc été historiquement limitées (JONG *et al.* 2013). Aujourd’hui, la taille et le prix des dispositifs ayant fortement diminués, les suivis GPS sont plus

accessibles, ce qui ouvre la perspective de résultats précis sur les mouvements des chauves-souris, informations cruciales sur leur écologie (OLEKSY *et al.* 2015). Depuis 2016, EXEN a pu expérimenter plusieurs suivis GPS sur une espèce européenne (*Nyctalus lasiopterus*) (BEUCHER *et al.* 2022, THUROW 2018, THUROW & BEUCHER 2018). En quelques années de pratique, le matériel et

Tableau 1.

Caractéristiques des sessions de captures.

Session	Date	Milieu	Durée de capture (env.)	Type de filet	Nombre de filets
Mai 2022	10/05/2022	Ripisylve et lit de rivière	4 h	Filets japonais sur perches	3
	11/05/2022	Chemin forestier	4 h	Filet japonais sur perches et filet canopée	2
	12/05/2022	Chemin forestier et lisière de boisement	4 h	Filet japonais sur perches et filet canopée	2
	13/05/2022	Lisière de boisement	3 h	Filets japonais sur perches	2
Septembre 2022	13/09/2022	Lisière de boisement	4 h	Filets japonais sur perches	2
	14/09/2022	Lisière de ripisylve et milieu ouvert (prairie)	4 h 30	Filets japonais sur perches	3
	18/09/2022	Lisière de ripisylve et milieu ouvert (allée enherbée longeant champs de canne à sucre)	4 h	Filets japonais sur perches	2
	20/09/2022	Lisière de boisement	4 h	Filets japonais sur perches	2



Figure 4.

A gauche : filet canopée, capture du 11/05/2022, à proximité de la source de Sofaia.

A droite : filet sur perches, capture du 14/09/2022.

la méthode d'exploitation de cet outil ont pu être optimisés et ont montré un grand intérêt pour les mesures de hauteur de vol, l'inventaire des zones d'alimentation et les capacités de déplacement depuis les gîtes. Plus récemment, les nouveaux GPS ont été équipés d'un accéléromètre, enregistrant la valeur du mouvement de la chauve-souris au cours de la nuit et apportant donc des données très précises sur le rythme d'activité (EXEN 2022b).

Afin de remplir les objectifs de la présente étude, il fallait pouvoir suivre l'activité de plusieurs individus en même temps et obtenir des données précises sur le rythme d'activité nocturne, les zones exploitées et la hauteur de vol. La méthode de suivi par puce GPS paraissait donc la plus adaptée. Les GPS devaient enregistrer directement la position et l'altitude de la chauve-souris en fonction du temps, ainsi que la valeur du mouvement sur la nuit entière.

Cependant, les puces les plus légères disponibles aujourd'hui pèsent au moins 1,5 grammes. Sur les 4 espèces cibles prioritaires, seuls l'Ardops des Petites Antilles et l'Artibeus de la Jamaïque sont assez légers pour être équipés d'un GPS, en se rapprochant du seuil de 5 % de leur masse corporelle et sans dépasser les 10 %, comme préconisé dans la littérature (O'MARA *et al.* 2014). Pour la Sérotine de la Guadeloupe et le Monophylle des Petites Antilles, dont le poids est inférieur à 20 grammes, le choix s'est porté sur l'utilisation d'émetteurs radio VHF (Very High Frequency), de moins de 0,6 gramme. Ces équipements permettent de réceptionner un signal radio envoyé depuis la position de l'émetteur, que l'individu soit en vol ou au gîte. Ainsi, bien qu'il n'y ait pas de relevé de positionnement géographique comme avec le GPS, il est possible de caractériser les secteurs d'activité nocturne et d'identifier les gîtes diurnes à l'aide de récepteurs VHF

qui donnent la direction du signal et qui permettent la localisation de l'animal équipé, par triangulation simultanée depuis plusieurs récepteurs espacés. Cette méthode utilisée sur la faune depuis les années 1980, nécessite de grands moyens humains et aboutit à des résultats moins précis que les GPS (HATCH *et al.* 2000, LÓPEZ-LÓPEZ 2016). Toutefois, elle reste aujourd'hui la méthode la plus efficace pour suivre les petites chauves-souris, trop légères pour les GPS actuellement disponibles sur le marché.

b) Paramétrage des balises GPS et VHF.

Le nombre de positions pouvant être relevé par les balises GPS dépend des capacités prédéfinies de la batterie (10 mA pour les GPS de 1,5 gramme PinPoint-VHF-10 et 40 mA pour les GPS de 2,5 grammes PinPoint-VHF-40). Il s'agit donc de trouver un compromis entre la finesse de perception de l'activité (intervalles de relevés de positions) et la durée du suivi. L'émission du signal VHF permettant de localiser la balise lors des suivis télémétriques diurnes, est dépendante de la même batterie. Les plages horaires de cette fonctionnalité doivent donc également faire l'objet d'un compromis avec la précision et la durée du suivi GPS. S'agissant de premiers suivis GPS dans les Petites Antilles, la balise GPS PinPoint-VHF-10 a été créée spécialement pour les petites chauves-souris ciblées par cette étude. La programmation des GPS a donc évolué entre la première et la seconde session, pour s'adapter au mieux aux objectifs de l'étude et aux contraintes locales.

Après tests de l'autonomie des batteries, les GPS ont été programmés via le logiciel PinPoint Host 2.15.4.0 (Biotrack) pour enregistrer la position et l'altitude du coucher au lever du soleil, pendant une

durée de 5 nuits pour les GPS de 1,5 gramme (Pinpoint-VHF-10) et de 8 nuits pour les GPS de 2,5 grammes (Pinpoint-VHF-40). Les valeurs ODBA (Overall Dynamic Body Acceleration), représentant le mouvement de la chauve-souris détecté par l'accéléromètre, étaient enregistrées toutes les 5 secondes du lever au coucher du soleil.

Pour la première session de mai 2022, les GPS étaient programmés pour relever une position toutes les 20 minutes lorsque l'accéléromètre indiquait un mouvement significatif (ODBA > 500) et toutes les heures lorsque l'individu était considéré au repos (ODBA < 500 pendant plus de 20 minutes). Le but de cette programmation était d'économiser la batterie du GPS lorsque l'animal était au repos au gîte. Finalement, ces paramètres n'ayant pas permis une économie de batterie satisfaisante, les GPS utilisés pour la seconde session de septembre ont été programmés pour prendre une position toutes les 30 minutes, indépendamment de la valeur ODBA.

Les émetteurs VHF intégrés aux balises GPS dépendant de la même batterie que celui-ci, les contraintes d'autonomie ont imposé une restriction des heures d'émission du signal VHF : de 14h à 18h30 pour les GPS de 1,5 gramme (Pinpoint-VHF-10) et de 10h à 18h30 pour les GPS de 2,5 grammes (Pinpoint-VHF-40). Ici aussi, il s'agissait de trouver un compromis entre l'économie de batterie pour un suivi GPS pertinent, et une plage horaire diurne suffisamment large pour suivre le signal VHF jusqu'à la localisation des gîtes.

Pour les individus équipés d'émetteurs VHF seuls, les balises envoyaient un signal continu sur toute la durée de la journée et de la nuit jusqu'à ce que la batterie soit vide. L'autonomie de la balise était estimée à une dizaine de jours.

c) Biométrie, biopsie et équipement des chiroptères capturés.

Dès qu'un individu était capturé, il était rapidement démaillé, puis mesuré, pesé, sexé, âgé, marqué et pris en photo (**Figure 5**). Pour les espèces dont les connaissances en taxonomie et les références ADN étaient incomplètes, des prélèvements biologiques furent prélevés (Sérotine de la Guadeloupe, Chiroderme de la Guadeloupe, Artibé de la Jamaïque). Pour celles dont les références acoustiques étaient minces, les signaux ultrasonores émis lors des relâchés furent enregistrés (Sturnire de la Guadeloupe, Sérotine de la Guadeloupe, Chiroderme de la Guadeloupe).

Pour tout individu équipé de GPS ou VHF, la balise fut testée pour vérification de bon fonctionnement puis collée entre les omoplates de l'animal avec une colle chirurgicale. La colle Manfred Sauer GMBH a été utilisée pour la première session, puis remplacée par la colle OSTOBOND, supposée plus résistante à l'humidité du climat tropical. Les équipements pesaient entre 1,5 et 2,5 grammes pour les balises GPS et entre 0,6 et 0,8 gramme pour les émetteurs VHF. Ils représentaient toujours moins de 7% de la masse de l'individu (entre 2 % et 7 %). Après quelques minutes de séchage et une vérification de la bonne tenue de la balise, la chauve-souris était nourrie au sirop de sucre (pour les espèces frugivores/nectarivores) puis relâchée.

d) Suivi télémétrique et récupération des données GPS.

Dès qu'un individu équipé était relâché après capture, sa direction de vol était prise via une antenne connectée à un récepteur radio. En journée, les gîtes de chaque chauve-souris étaient recherchés via les signaux VHF émis par leur balise. Cela impliquait de vastes transects en voiture avec antenne fixée sur le toit et



© Y. BEUCHER



© B. ANGIN



© Y. BEUCHER



© B. ANGIN



© Y. BEUCHER



© B. ANGIN

Figure 5.
 Etapes de manipulation.
 De gauche à droite et de haut en bas : prise de mesures, positionnement pour biopsie, pose de GPS, pose d'émetteur VHF, prise de photos, nourrissage au sirop de sucre.

des suivis à pied à l'antenne manuelle. Un suivi télémétrique à bord d'un petit avion a également été tenté. Chaque gîte localisé était ensuite géoréférencé, photographié et décrit. Les cavités arboricoles supposées étaient inspectées à l'endoscope (Inskam 113) (Figure 6).

Lorsque les émissions VHF des balises GPS étaient actives, les données GPS et ODBA (accéléromètre) pouvaient être téléchargées à distance via un récepteur dédié. Le téléchargement est possible lorsque le signal VHF reçu par le récepteur est assez puissant. Cela peut se faire à proximité directe du gîte et jusqu'à plusieurs centaines de mètres, si les contraintes de relief et végétation permettent un signal d'intensité suffisante. Toutefois, le téléchargement des données affecte les capacités d'autonomie de la balise GPS. Ici encore, il s'agit de trouver un compromis entre la sécurisation des données via leur téléchargement, et la préservation de la batterie du GPS pour assurer la fin de la période de suivi ciblée. Pour certaines chauves-souris équipées d'émetteur VHF seul, un suivi télémétrique par triangulation en début de nuit a été réalisé afin de localiser les zones exploitées malgré l'absence de suivi GPS. Pour cela, au moins trois chiroptérologues déployés sur la zone d'étude notaient simultanément la direction du signal de l'individu à l'aide d'une boussole. La cartographie de ces trois directions permettait ensuite de localiser la position estimée de l'animal au moment des relevés de directions.

e) Analyse des données.

Les données de l'accéléromètre et les positions GPS ont été récupérées via le logiciel PinPoint Host 2.15.4.0, puis extraites sous forme de tableaux Excel. Pour calculer les hauteurs de vol des chauves-souris, l'altitude topographique de chaque point a été soustraite aux

altitudes du GPS. Les points GPS et les positions acquises lors des suivis télémétriques de début de nuit ont été projetés sur fonds de carte via le logiciel QGIS 3.10.

Les données de précipitation proviennent de la station météorologique de Gros Piton, accessibles sur www.infoclimat.fr. Les vitesses de vents ont été fournies par Valorem et correspondent aux enregistrements de la nacelle de l'éolienne E5 du parc éolien de Sainte-Rose. Elles ne sont disponibles que pour la session de mai, le passage de la tempête Fiona ayant altéré la prise de mesures pour la session de septembre.

Les localisations GPS ont été comparées aux données de mouvements enregistrées simultanément par l'accéléromètre. Ainsi, il a été possible d'identifier les points où l'individu était en mouvement, correspondant à des vols de transit actif. Lorsque plusieurs positions GPS successives indiquent une même zone et que l'accéléromètre montre une alternance entre des phases de mouvement très courtes et des phases d'immobilité, la chauve-souris était considérée en activité d'alimentation, représentant l'alternance entre la recherche de nourriture active et la consommation passive. Les zones fréquentées de façon récurrente ont été considérées comme des zones d'alimentation principales.

Résultats

1. Inventaires des chiroptères capturés sur les deux sessions

Pour la première session de mai 2022, les soirées de capture ont abouti à la prise de 36 artibés de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*), 13 ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*), 11 molosses communs

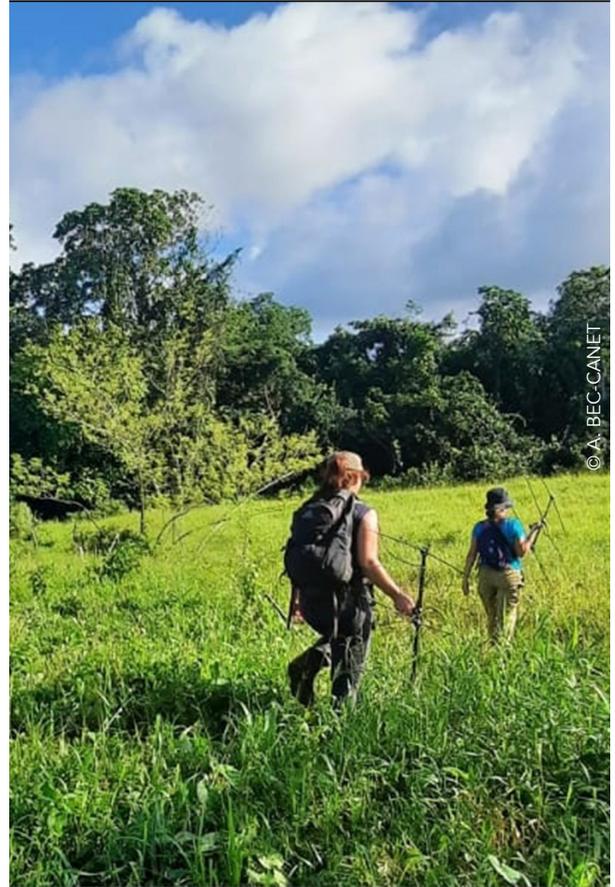


Figure 6.

Etapes de suivi.

De gauche à droite et de haut en bas : suivi télémétrique en voiture, suivi télémétrique à pied, prospection de cavités à l'endoscope, récupération des données GPS à distance.

(*Molossus molossus*), six sturnires de la Guadeloupe (*Sturnira thomasi*), un brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*), un chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*) et une sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*) (Figures 7 et 9). Les individus d'Ardops des Petites Antilles et d'Artibé de la Jamaïque ont été capturés dans toutes les stations. Les six sturnires de la Guadeloupe, le chiroderme de la Guadeloupe et la sérotine de la Guadeloupe ont été exclusivement capturés en lisière du Bois de la Ramée. Les molosses communs ont principalement été attrapés à la station de Sofaia, où l'utilisation d'un filet canopée monté à plusieurs dizaines de mètres a facilité la capture de cette espèce de vol haut.

Concernant la seconde session de septembre 2022, les captures ont permis d'attraper 33 artibés de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*), 14 ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*), quatre molosses communs (*Molossus molossus*), sept sturnires de la Guadeloupe (*Sturnira thomasi*), un brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*) et trois chirodermes de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*) (Figures 8 et

9). Les individus d'Ardops des Petites Antilles et d'Artibés de la Jamaïque ont été capturés dans toutes les stations. De même, les sept sturnires de la Guadeloupe ont tous été capturés en lisière du Bois de la Ramée, sur la même station qu'en mai. Les quatre molosses communs ont été capturés sur deux stations : en lisière de la Rivière de la Ramée, et en milieu plus ouvert, à proximité de la Rivière Salée. Le brachyphylle des Antilles et les chirodermes de la Guadeloupe ont tous été capturés sur la station proche de la Rivière Salée. Malgré les tentatives de captures à proximité d'arbres en fleurs et l'utilisation de filets en canopée, aucun Monophylle des Petites Antilles n'a été capturé sur les deux sessions de suivis.

2. Suivis VHF/GPS, pour la première session (mai 2022)

a) Equipement des espèces cibles prioritaires.

Le 10/05/2022, deux ardops des Petites Antilles ont été équipés de GPS (Modèle Pinpoint-VHF-10). Il s'agissait d'un mâle (Ardops 1) et d'une femelle (Ardops 2) adultes.

Concernant les individus d'Artibé de la Jamaïque, deux mâles adultes ont

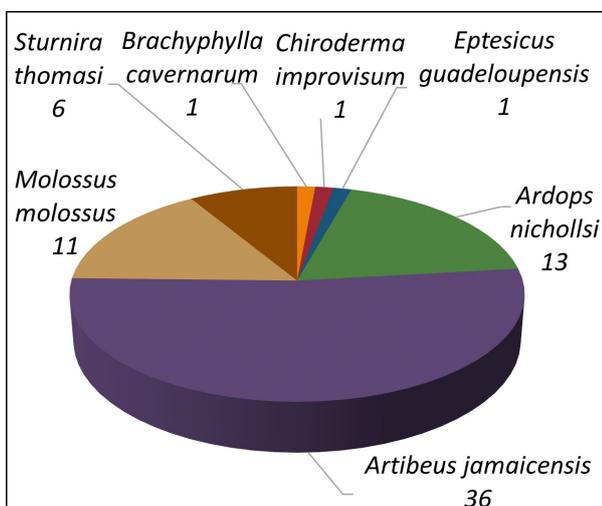


Figure 7.
Abondance des espèces capturées en mai 2022 (session 1).

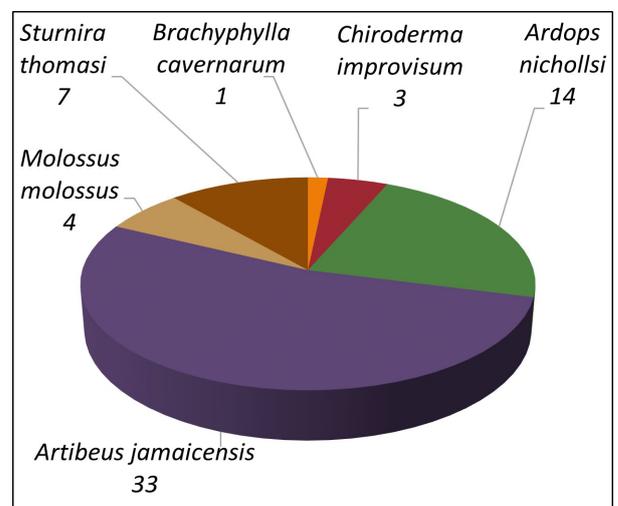


Figure 8.
Abondance des espèces capturées en septembre 2022 (session 2).

été équipés de GPS (Modèle Pinpoint-VHF-40), le 10 (Artibeus 1) et 11 mai 2022 (Artibeus 3). Un VHF seul (sans GPS) a également été posé sur un troisième mâle adulte (Artibeus 2), lors de la première capture du 10 mai.

La femelle de Sérotine de la Guadeloupe (Eptesicus 1), capturée le 13/05/2022, était trop légère pour être équipée d'un GPS, un émetteur VHF seul de 0,6 grammes a été utilisé.

Ce même soir, un mâle adulte de Sturnire de la Guadeloupe (Sturnira 1) a également été équipé d'un émetteur VHF. Cette espèce ne faisant pas partie des espèces cibles prioritaires de l'étude, les résultats de ce suivi sont présentés en **Annexe**.

Les détails concernant chaque chauve-souris équipée sur cette session sont résumés dans le **Tableau 2**.

b) Suivis diurnes : phase de recherche de gîtes diurnes et récupération des données GPS.

Ardops des Petites Antilles (Ardops nicholli)

Les deux individus équipés utilisaient des gîtes arboricoles en feuillage. Le gîte du mâle Ardops 1 se situait à proximité du site de capture et le gîte de la femelle Ardops 2 était plus enfoncée dans le Bois de la Ramée (**Figure 10**).

Les balises GPS/VHF ont indiqué les directions de ces gîtes pendant trois jours consécutifs. A partir du 14/05/2022, premier jour où les données GPS devaient être téléchargées, aucun des deux GPS n'a été retrouvé. Les balises ont été recherchées au sol au pied des arbres gîtes, sans succès.

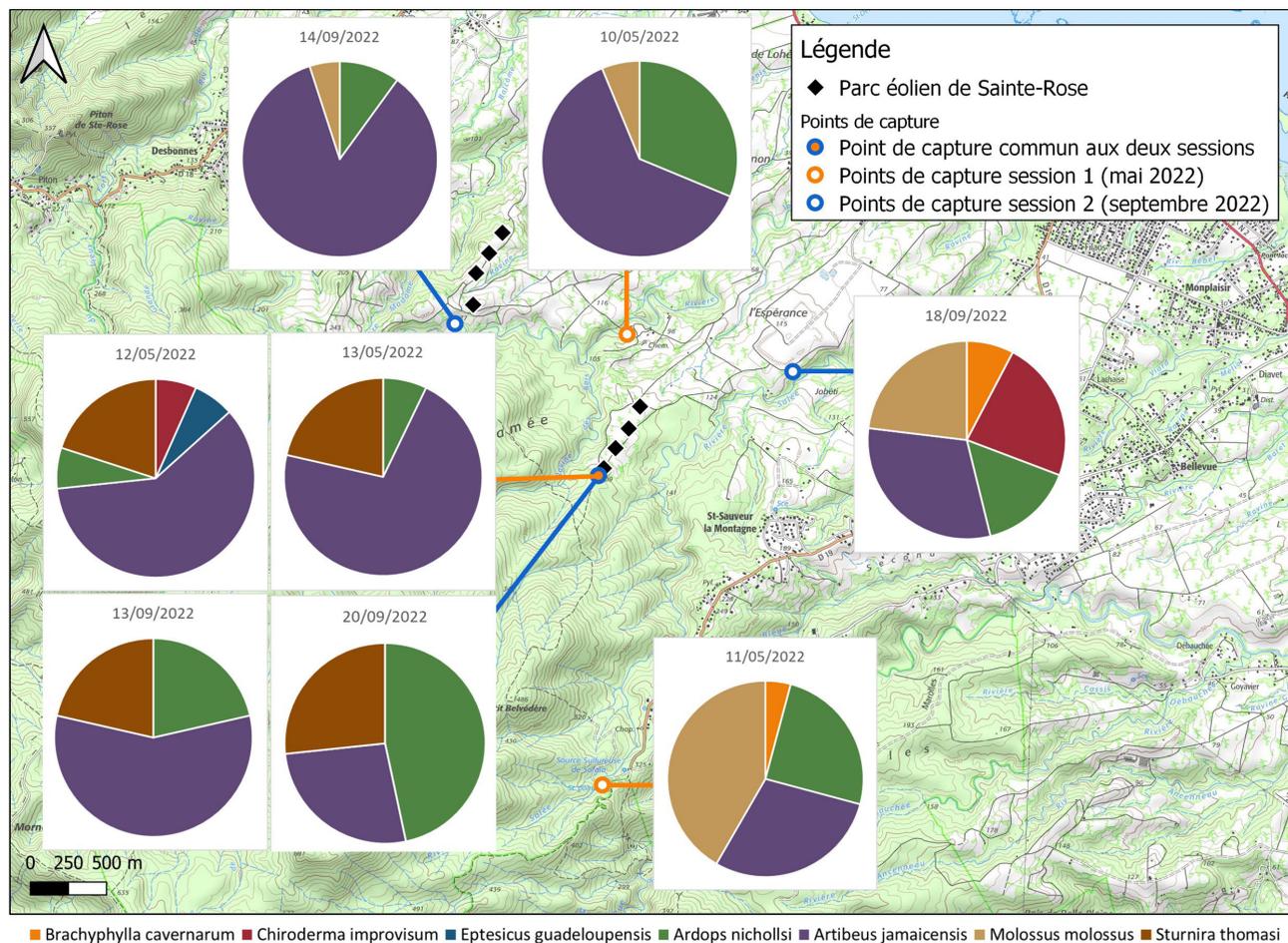


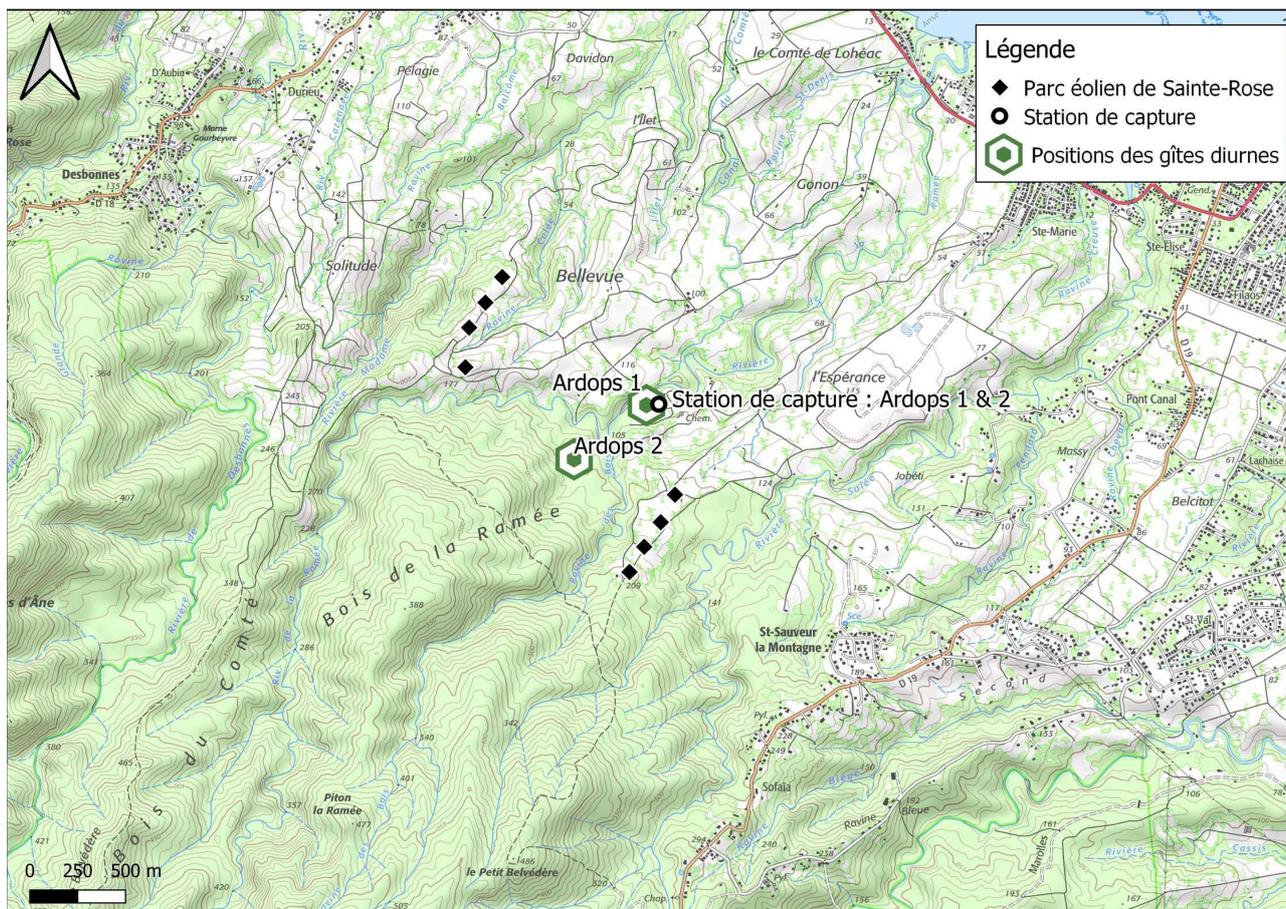
Figure 9.

Abondance des espèces capturées sur les différentes stations de capture.

Tableau 2.

Détails des individus équipés de GPS et VHF pour la session 1.

Identification	Session	Date	Espèce	Age	Sexe	Statut reproducteur	Équipement	Programme GPS
Ardops 1	Mai	10/05/2022	<i>A. nichollsi</i>	Adulte	Mâle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-10	5 nuits
Ardops 2	Mai	10/05/2022	<i>A. nichollsi</i>	Adulte	Femelle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-10	5 nuits
Artibeus 1	Mai	10/05/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Adulte	Mâle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-40	8 nuits
Artibeus 2	Mai	10/05/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Adulte	Mâle	Actif	VHF 150,269	
Artibeus 3	Mai	11/05/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Adulte	Mâle	Actif	GPS PinPoint-VHF-40	8 nuits
Eptesicus 1	Mai	12/05/2022	<i>E. guadeloupensis</i>	Adulte	Femelle	Allaitante	VHF 150,140	
Sturnira 1	Mai	12/05/2022	<i>S. thomasi</i>	Adulte	Mâle	Actif	VHF 150,052	

**Figure 10.**

Positions des captures et gîtes des ardops des Petites Antilles équipés (Ardops 1, Ardops 2).

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Le gîte de l'individu Artibeus 2, équipé d'un émetteur VHF seul, se situait en feuillage, au sein d'une ravine forestière à l'ouest de la ligne d'éoliennes de Bellevue (**Figure 11**). L'émetteur a indiqué la direction de ce gîte pendant six jours consécutifs, avant de tomber au sol la nuit du 16/05/2022, en lisière du boisement de l'arbre gîte et au niveau d'un arbre fruitier probablement

exploité par la chauve-souris.

L'individu Artibeus 1, équipé d'un GPS, utilisait un gîte en feuillage, au sein du houppier d'un arbre en bord de ravine, à proximité du site de capture et entre les deux lignes d'éoliennes du parc de Sainte-Rose. Les données du GPS et de l'accéléromètre ont pu être téléchargées le 14/05/2022 et le signal VHF de la balise n'a plus été détecté après cette date.

Le gîte de l'Artibeus 3, équipé d'un GPS,



Figure 11.
Arbre gîte de l'Artibeus 2.

n'a jamais été trouvé. Une zone de gîte approximative a toutefois été identifiée, au sein du boisement au nord de son site de capture. Le signal de la balise a été perdu rapidement (deux jours après sa capture), et les données n'ont pas pu être récupérées.

L'ensemble des résultats figure sur la **Figure 12**.

Sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*)

La recherche du gîte de la sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus 1*), équipée d'un émetteur VHF, n'a pas pu aboutir à l'identification précise du gîte. L'émetteur a été retrouvé au sol le 16/05/2022. La balise est probablement tombée dès le 14/05/2022 (deux jours après la capture), puisque l'individu a été détecté en vol uniquement le soir du 13/05/2022. Le secteur où l'émetteur est tombé est une futaie claire, située en bord de rivière de la Ravine des Bois, au sein du Bois de la Ramée (**Figure 13**). La zone présente de gros arbres aux nombreuses potentialités de gîtes arboricoles, avec une très forte densité de cavités et fissures. Plusieurs d'entre elles ont été prospectées à

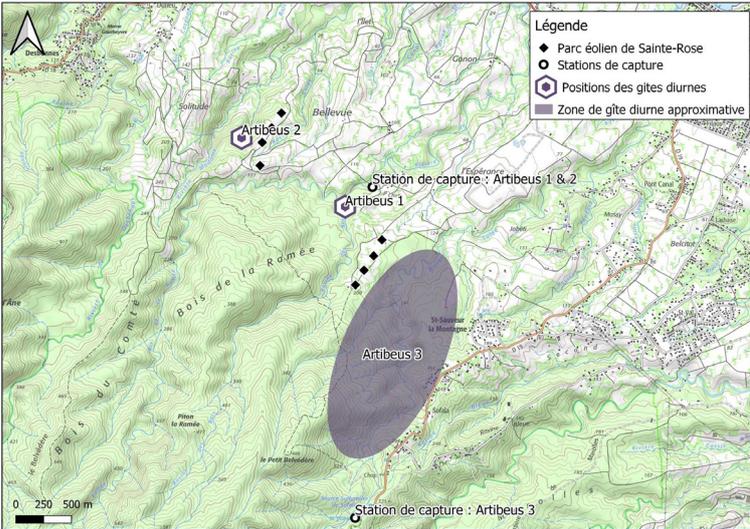


Figure 12.
Positions des captures, gîtes et zone de gîte des artibéus de la Jamaïque équipés (Artibeus 1, Artibeus 2, Artibeus 3).

l'endoscope, mais aucune chauve-souris n'y a été observée. Cependant, cela n'exclut pas la possibilité qu'il s'agisse du secteur de gîte, tant les possibilités restent nombreuses des arbres environnants. Au coucher du soleil, le soir du 17/05/2022, cette même zone a présenté une importante activité chiroptérologique au niveau de la canopée, mais aucun contact acoustique avéré pour la Sérotine de la Guadeloupe n'a été détecté.

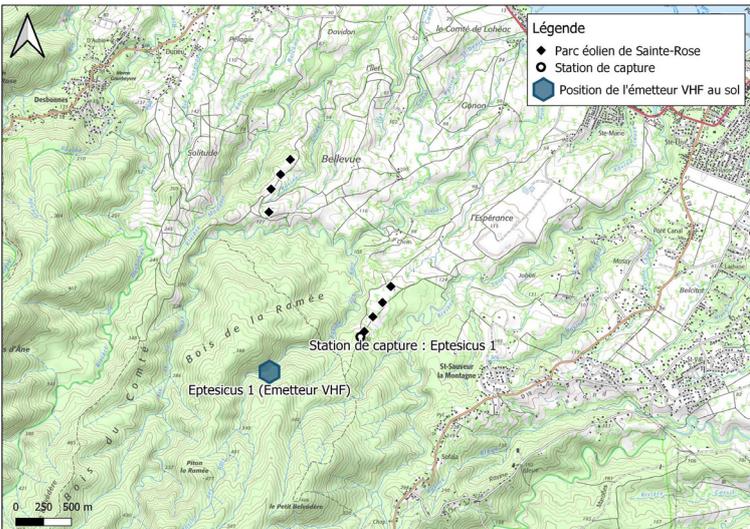


Figure 13.
Positions de la capture et de l'émetteur au sol de la sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus 1*).

c) Suivis nocturnes : données VHF et GPS.

Sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*)

Après sa capture, la femelle de Sérotine de la Guadeloupe équipée de l'émetteur VHF a pu être suivie en vol en direction nord-est depuis le poste de capture (situé en lisière du Bois de la Ramée, au sud de la ligne d'éolienne du lieu-dit Espérance). Dès le lendemain soir, elle a été détectée 20 minutes après le coucher du soleil, en direction du Bois de la Ramée, depuis le poste de suivi télémétrique n°1 (**Figure 14**). Les 2 premières directions restent approximatives en raison de la faiblesse du signal, mais indiquent une provenance du Bois de la Ramée ce qui renforçait l'hypothèse de la présence du gîte dans ce boisement.

Elle a ensuite été suivie par triangulation pendant environ 2 heures et évoluait à l'écart de la forêt, en direction de la Rivière Salée, au nord-est de sa station de capture (**Figure 15**). La perte récurrente du signal et la variation de l'intensité perçue par les quatre postes de suivi indiquent qu'elle était probablement en chasse à faible altitude au niveau de la ravine ou de la

lisière. Ce secteur correspond à la direction indiquée par l'émetteur après son relâché, la nuit du 12/05/2022, laissant supposer l'utilisation régulière de zones de chasse d'une nuit à l'autre. La chauve-souris a ensuite transité en direction de la Rivière de la Ramée, au niveau des champs cultivés, avant de poursuivre sa trajectoire vers l'ouest et de possiblement remonter dans le bois de la Ramée. Son signal a ensuite été perdu.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Les données de l'Artibeus 1, positions GPS et valeurs d'accéléromètre, ont permis de suivre l'activité nocturne de la chauve-souris sur quatre nuits consécutives, du 10 au 13 mai 2022. Pour rappel, l'individu suivi était un mâle adulte, capturé le 10/05/2022, au niveau de la Rivière de la Ramée. Son gîte a été localisé en feuillage, dans un arbre à la confluence entre la Ravine des Bois et la Rivière de la Ramée. Rythme d'activité nocturne :

Les heures d'émergence furent toujours proches de 18h40, soit 10 minutes après le coucher du soleil. Les heures de retour au gîte étaient de plus en plus tardives avec l'avancée du suivi. Elles ont évolué d'un

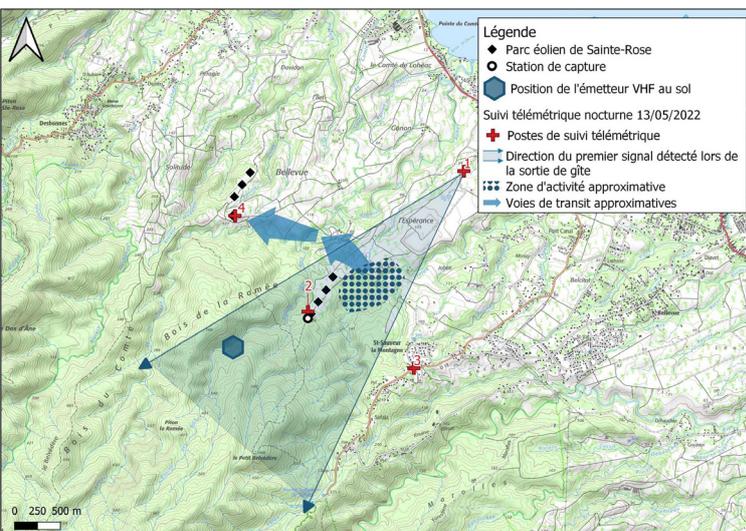


Figure 14. Résultat du suivi télémétrique de la Sérotine de la Guadeloupe équipée (Eptesicus I).



Figure 15. Photographie aérienne de la zone d'activité approximative (en rouge) d'Eptesicus I.

retour à 3h20 après la nuit de capture, à un retour à 5h pour la 4ème nuit de suivi, soit 35 minutes avant le lever du soleil. Chaque nuit après le départ de son gîte, le mâle d'Artibé de la Jamaïque alternait entre périodes d'alimentation et phases de transit, au cours desquelles il exploitait plusieurs zones d'alimentation récurrentes, chacune numérotées sur la **Figure 16**. La **Figure 17** permet de visualiser avec précision le rythme d'activité de la nuit du 11/05/2022. Les périodes d'alimentation s'illustrent par des temps de mouvement très courts, où la chauve-souris semble chercher un fruit intéressant ou se déplacer dans l'arbre, et un temps plus long où elle est presque immobile, probablement posée en train de se nourrir. Lorsqu'elle était sur la zone 4, les valeurs de l'accéléromètre présentaient moins de périodes immobiles. Cela peut s'expliquer par la nature de la source alimentaire exploitée ici (fruits ou fleurs), nécessitant une recherche plus active, voire d'une activité sociale ou de chasse. Les phases de transit entrecoupant les périodes d'alimentation s'illustraient par des mouvements intenses, de quelques minutes entre les zones de nourrissages 1,

2 et 3, à une trentaine de minutes pour rejoindre la zone 4. Après le retour au gîte en fin de nuit (au moins jusqu'au lever du soleil, où s'arrête l'enregistrement de l'activité), l'accéléromètre indiquait que l'animal n'était pas complètement immobile, avec des valeurs d'ODBA faibles mais non nulles. Il est possible que la chauve-souris ait conservé une activité sociale au niveau du gîte, ou bien que ces valeurs d'activité faibles ait été liées aux mouvements de la branche sur laquelle elle est posée.

Zones d'activité :

Concernant les zones d'alimentation, l'individu a exploité quatre zones principales, toutes quasiment chaque nuit (**Figure 16**). Après son départ du gîte, la chauve-souris rejoignait directement trois zones d'alimentation, situées entre le bois de la Ramée et la zone urbanisée du littoral (zones 1, 2 et 3). Elle les exploitait toujours dans le même ordre, dans un axe sud-est vers nord-ouest. Elle rejoignait ensuite directement une zone située en altitude en plein cœur du massif forestier, à environ quatre kilomètres au sud-ouest de son gîte diurne, au niveau de Morne Goton (zone 4). Cette zone a toujours été exploitée entre 22h30 et 23h30. L'individu redescendait ensuite en direction des zones d'alimentation de début de nuit, et alternait entre chaque zone dans un ordre variable. Il passait d'une zone à l'autre en s'arrêtant généralement sur la zone 2 lorsqu'il transitait entre les zones 1 et 3.

Concernant les déplacements de transit, il est difficile de retracer le trajet précis de l'individu, en raison de la période de prise de point GPS de 20 minutes. Les zones 1, 2 et 3 étant séparées par des milieux de cultures et aucun point GPS n'ayant été relevé le long d'un corridor boisé lors du trajet entre ces zones, il est possible que l'individu transitait directement au niveau des champs cultivés.

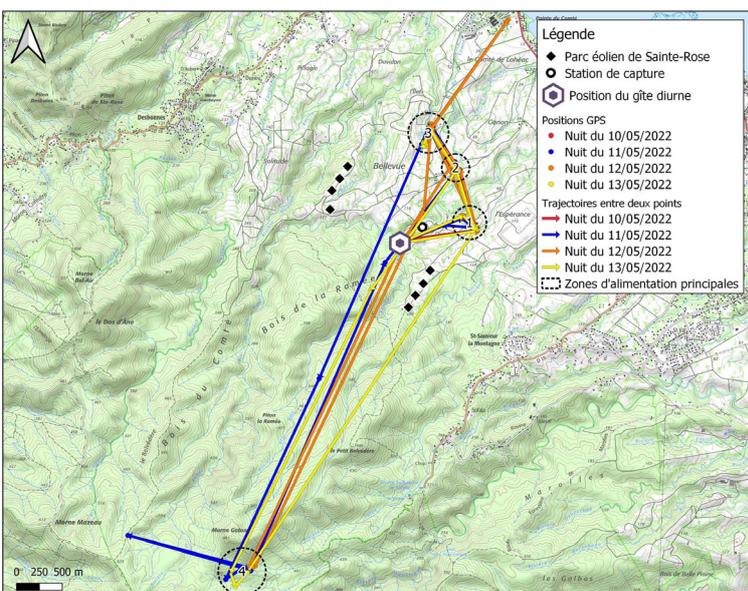


Figure 16.
Résultat du suivi GPS de l'Artibeus I.

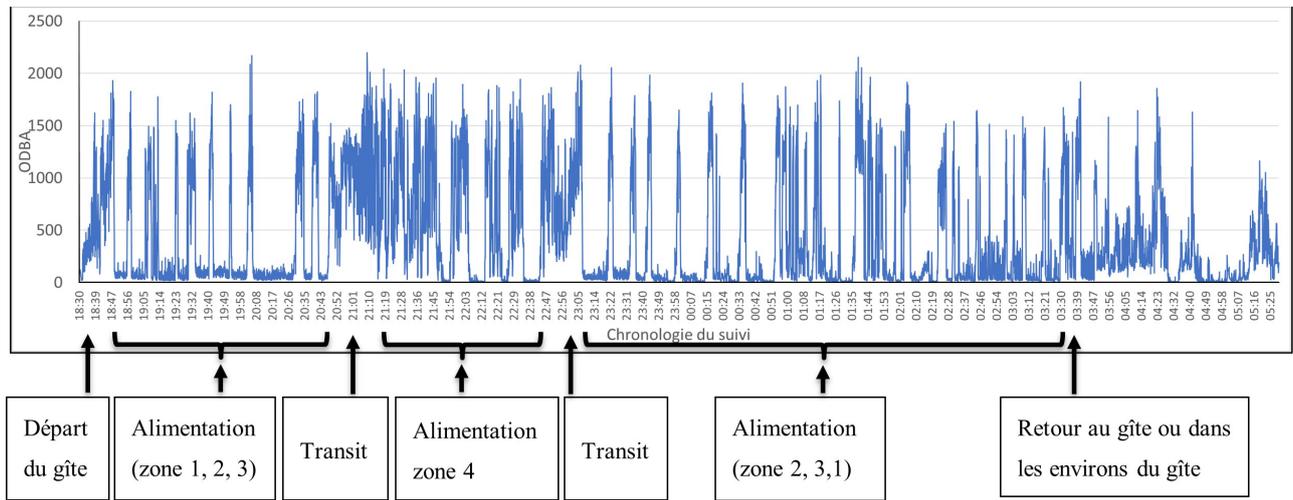


Figure 16. Valeur ODBA (accéléromètre) pour la nuit du 11/05/2022 pour Artibeus I.

Quand l’Artibé de la Jamaïque rejoignait son gîte en fin de nuit, quelques positions furent relevées en lisière des arbres bordant la Rivière la Ramée. Il suivait alors probablement ce corridor pour rejoindre son arbre-gîte diurne, situé à la confluence des deux rivières.

Concernant les plus longues phases de transit entre les zones 1, 2 et 3 et la zone 4, la chauve-souris ne semblait pas suivre les ravines ou les lignes de crête, mais la précision du suivi GPS ne permet pas une perception fine de la route de vol.

Arbres exploités :

Après vérification au niveau des zones d’alimentation principales, il s’avère que la chauve-souris exploitait principalement des arbres fruitiers situés en jardins privés. Un inventaire du terrain a permis d’identifier plusieurs espèces végétales, sans qu’il soit possible de confirmer leur consommation par l’individu : Manguiers (*Mangifera indica*), Bois canon (*Cecropia schreberiana*), Jaquier (*Artocarpus heterophyllus*), Acajou amer (*Cedrela odorata*) et Avocatier (*Persea americana*). La chauve-souris se rendait également fréquemment sur un figuier (*Ficus sp.*), situé en ripisylve de la Rivière de la Ramée. Certains arbres, localisés en propriétés privées inaccessibles, recouverts

d’épiphytes, ou dont l’accès était difficile, n’ont pas pu être identifiés (points 5, 6, 7 et 8 de la **Figure 17**).

Hauteurs de vol :

Les hauteurs de vol enregistrées par la balise GPS se sont révélées peu fiables, avec une diversité importante de valeurs et des données de hauteur de vol pouvant être négatives. Cela peut s’expliquer par la difficulté du GPS à détecter correctement les satellites. Toutefois, aucune prise d’altitude importante ne semble avoir eu lieu, la majorité des données reste

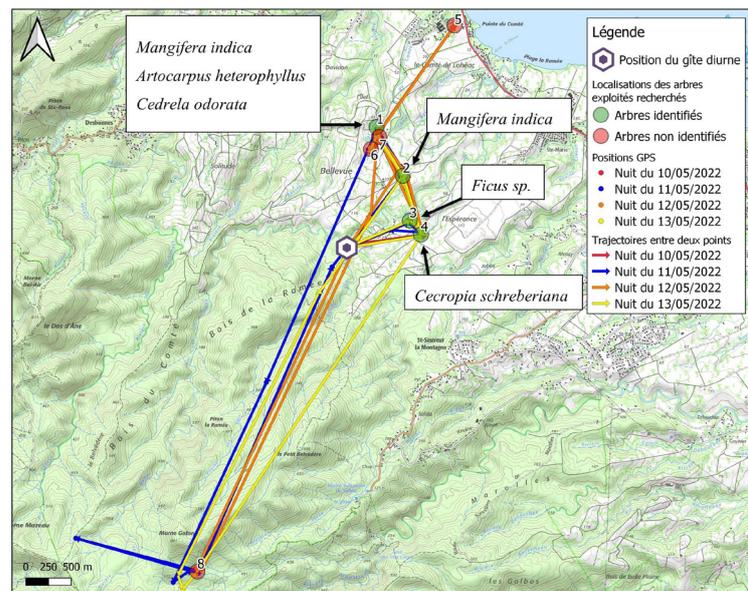


Figure 18. Localisation des principaux arbres exploités par Artibeus I, recherchés et identifiés.

inférieure à 40m. Le nombre de positions GPS correspondant au transit vers la zone 4 est insuffisant pour évaluer si la chauve-souris passait au-dessus ou au-dessous de la canopée lors de ce trajet.

Effet des conditions climatiques :

Pour les quatre nuits de suivi, les conditions climatiques sont restées stables et sèches. La vitesse de vent moyenne enregistrée au niveau de la nacelle de l'éolienne E5 du parc de Sainte-Rose était de 7 m/s. Cette vitesse était probablement surestimée par rapport à la vitesse de vent plus proche du sol. Toutefois, dans le cas où la chauve-souris passerait au-dessus de la canopée lors de son transit vers la zone 4, elle aurait probablement été soumise à des vitesses de vent proches de celle-ci.

3. Suivis VHF/GPS, pour la seconde session (septembre 2022)

a) Equipement des espèces cibles prioritaires.

Dès le début de la seconde session, lors des captures du 13 et 17 septembre, deux ardops des Petites Antilles ont été équipés de balise GPS (Modèle Pinpoint-VHF-10). Il s'agissait de deux mâles, un

adulte (Ardops 3) et un jeune (Ardops 4). De même, deux GPS ont été posés sur des artibés de la Jamaïque (Modèle Pinpoint-VHF-40), un mâle adulte (Artibeus 4) et une jeune femelle (Artibeus 5).

Le 18/09/2022, 3 adultes de Chiroderme de la Guadeloupe ont été équipées d'émetteur VHF seul. Il s'agissait de deux femelles (Chiroderma 2 et Chiroderma 3) et un mâle (Chiroderma 1). Cette même capture a permis l'équipement d'un émetteur VHF sur un mâle adulte de Brachyphylle des Antilles (Brachyphylla 1). Le soir du 13/09/2022, deux mâles adultes de Sturnire de la Guadeloupe ont été équipés d'émetteurs VHF. Cette espèce ne faisant pas partie des espèces cibles prioritaires de l'étude, les résultats de ces suivis sont présentés en **Annexe**.

Les détails concernant chaque chauve-souris équipée sur cette session sont résumés dans le **Tableau 3**.

b) Suivis diurnes : phase de recherche de gîtes diurnes et récupération des données GPS.

Ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*)

Le GPS de l'Ardops 4 a été localisé dès

Tableau 3.

Détails des individus équipés de GPS et VHF pour la session 2.

Identification	Session	Date	Espèce	Age	Sexe	Statut reproducteur	Equipement	Programme GPS
Artibeus 4	Septembre	13/09/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Adulte	Mâle	Actif	GPS PinPoint-VHF-40	8 nuits
Ardops 3	Septembre	13/09/2022	<i>A. nichollsi</i>	Adulte	Mâle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-10	5 nuits
Sturnira 2	Septembre	13/09/2022	<i>S. thomasi</i>	Adulte	Mâle	Non actif	VHF 150,083	
Sturnira 3	Septembre	13/09/2022	<i>S. thomasi</i>	Adulte	Mâle	Actif	VHF 150,038	
Artibeus 5	Septembre	14/09/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Jeune	Femelle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-40	8 nuits
Ardops 4	Septembre	14/09/2022	<i>A. nichollsi</i>	Jeune	Mâle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-10	5 nuits
Brachyphylla 1	Septembre	18/09/2022	<i>B. cavernarum</i>	Adulte	Mâle	Non actif	VHF 150,214	
Chiroderma 1	Septembre	18/09/2022	<i>C. improvisum</i>	Adulte	Mâle	Actif	VHF 150,007	
Chiroderma 2	Septembre	18/09/2022	<i>C. improvisum</i>	Adulte	Femelle	Post-allaitante	VHF 150,129	
Chiroderma 3	Septembre	18/09/2022	<i>C. improvisum</i>	Adulte	Femelle	Post-allaitante	VHF 150,065	

le lendemain de sa capture, en bordure de la Rivière de la Ramée, au niveau d'un arbre à houppier dense (**Figure 19**). Les données enregistrées par le GPS ont pu être téléchargées le 17/09/2022. La balise n'a plus été détectée après cela.

Le signal du GPS de l'Ardops 3 n'a jamais été perçu après le relâché de la chauve-souris, les données de son suivi ne sont donc pas disponibles.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Le gîte de l'individu Artibeus 4, équipé d'un GPS, se trouvait en feuillage, dans un arbre du Bois de la Ramée, à proximité de la Ravine des Bois (**Figure 20**). Par sécurité, les données GPS ont été récupérées presque tous les jours au cours du suivi, jusqu'au 19/09/2022 où la batterie de la balise a cédé pendant le téléchargement des données de l'accéléromètre.

Concernant la femelle d'Artibé de la Jamaïque (Artibeus 5), également équipée d'un GPS, le signal de sa balise n'a jamais été détecté après son relâché et aucune donnée n'a été obtenue.

Brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*)

Le gîte du brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla* 1), équipé d'un émetteur VHF seul, n'a jamais été retrouvé. Le signal n'a été détecté que quelques heures après son relâché, en direction du Bois de la Ramée, depuis le site de capture. Après cela, l'individu n'a plus été détecté, que ce soit de jour ou de nuit.

Dans un second temps, un gîte de brachyphylles des Antilles a été découvert au cours des prospections (**Figure 21**). Situé au sein du Bois de la Ramée, il regroupait une quarantaine d'individus logés au sein d'un tronc creux (**Figure 22**).

Chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*)

Sur les 3 individus de Chiroderme équipés d'émetteur VHF, seul celui du mâle (*Chiroderma* 1) a pu être localisé. Les balises des femelles n'ont jamais été détectées, que ce soit en journée ou en soirée après le coucher du soleil.

Le gîte du mâle se trouvait au sein du bois de la Ramée, dans un habitat plutôt jeune constitué d'arbres d'une douzaine de mètres de haut (**Figure 23**). L'arbre-gîte présentait une cavité bouchée, laissant supposer que la chauve-souris utilisait plutôt la zone de houppier. La sortie

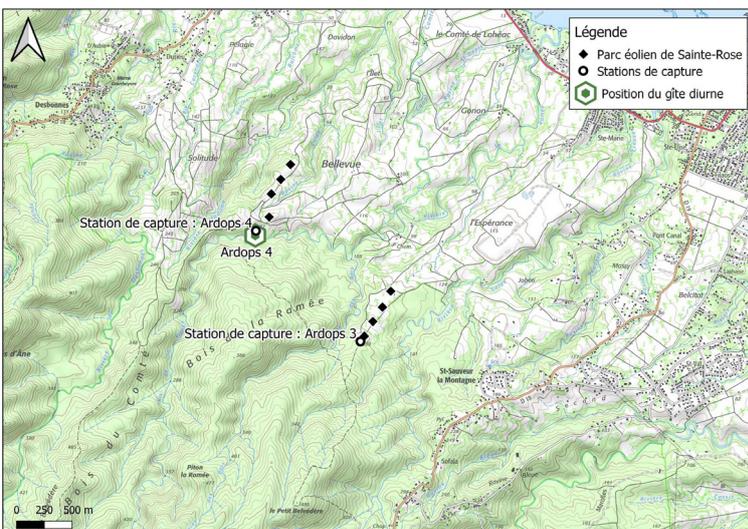


Figure 19. Positions des captures et du gîte des ardops des Petites Antilles équipés (Ardops 3, Ardops 4).

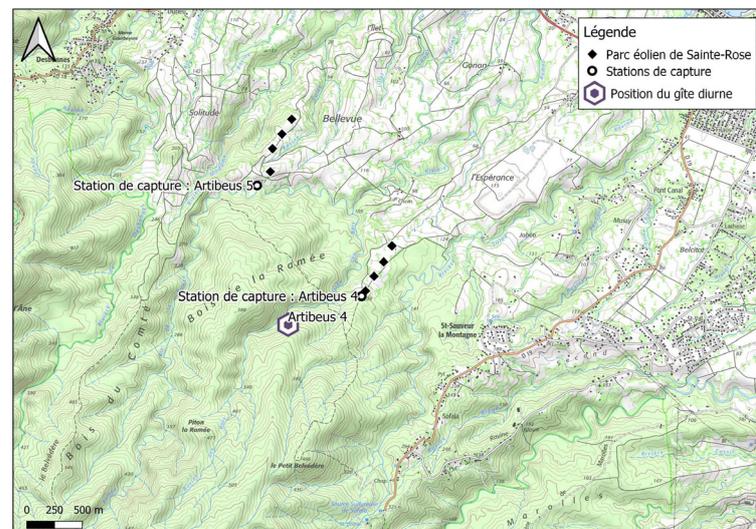


Figure 20. Positions des captures et du gîte des artibés de la Jamaïque équipés (Artibeus 4, Artibeus 5).

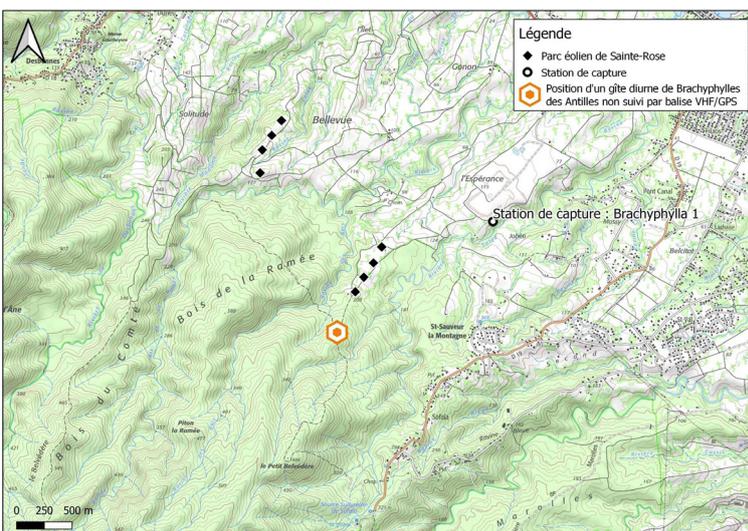


Figure 21.
Positions de la capture du brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla* 1) et d'un gîte d'une colonie non suivie par GPS/VHF.

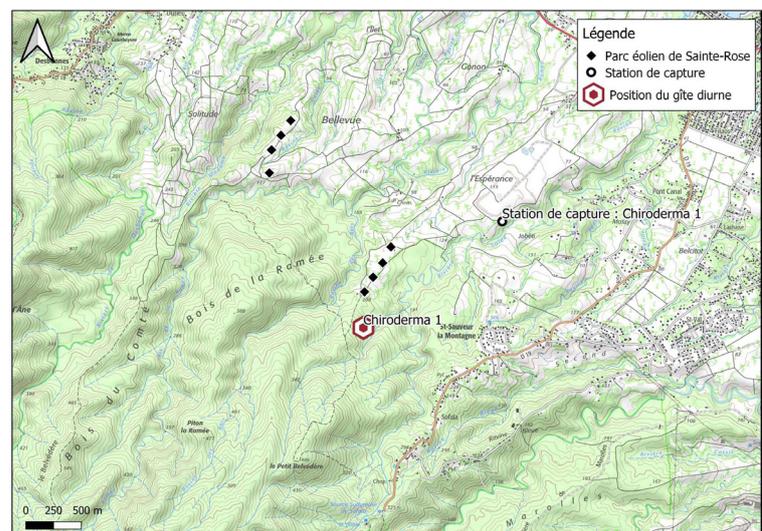


Figure 23.
Positions de la capture et du gîte du chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma* 1).



Figure 22.
Arbre gîte d'une colonie de *Brachyphylla* des Antilles.



Figure 24.
Chiroderma observés dans l'arbre gîte.

de gîte du 20/09/2022 a été filmée à la caméra thermique et infrarouge sans que le *Chiroderma* ne puisse être observé. L'utilisation du feuillage comme gîte a finalement été confirmée le 27/09/2022, avec deux individus de *Chiroderma* de la Guadeloupe identifiés pendus aux branchages (**Figure 24**).

c) Suivis nocturnes : données VHF et GPS.

Chiroderma de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*)
Après le relâché des 3 individus de *Chiroderma* équipés d'émetteur VHF, le mâle et l'une des femelles ont quitté le site de capture en direction nord-est et la seconde femelle est partie vers la Rivière Salée, au niveau du lieu-dit Jobéti. Le lendemain soir, l'émetteur du mâle est le seul à avoir été détecté. Dès sa sortie

de gîte (25 minutes après le coucher du soleil), il a été suivi par triangulation pendant 2h30 (Figure 25). La chauve-souris a quitté le boisement en suivant l'axe de la Rivière Salée, avant de traverser les cultures pour rejoindre le corridor formé par la Rivière de la Ramée. Après perte de son signal VHF, l'individu a été retrouvé au niveau la zone résidentielle de Duzer, se nourrissant probablement dans des jardins privés où plusieurs arbres en fruit ont été identifiés (palmiers et manguiers) (Figure 26). En début de nuit, le 20/09/2022 et le 23/09/2022, son émetteur indiquait ce même secteur. Cela pourrait présager d'une exploitation régulière de zones d'alimentation favorables d'une nuit à l'autre.

Ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*)

Seules les données GPS de l'Ardops 4 ont été récupérées, les données de l'accéléromètre n'ont pas pu être téléchargées avant la perte du signal de la balise.

Sur les premières nuits suivies, le GPS n'a pas capté suffisamment de signaux satellites pour obtenir des positions fiables. A partir du 15 septembre, les

positions GPS relevées ont témoigné d'une absence de déplacement significatif (Figures 27 et 28). Les données ne sont donc pas exploitables. Il est difficile d'en déterminer la raison. Il est possible que la chauve-souris se soit posée dans l'arbre directement après son relâché et ait réussi à détacher la balise.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Les données de l'accéléromètre et du GPS de l'Artibeus 4 ont permis d'obtenir un suivi nocturne sur 6 nuits consécutives, du 13 au 18 septembre 2022 (Figure 29). Comme mentionné précédemment, l'individu suivi était un mâle adulte, capturé le 13/09/2022, en lisière du Bois de la Ramée. Son gîte a été identifié en feuillage dans le Bois de la Ramée, proche de la Ravine des Bois.

Les données issues de l'accéléromètre ne sont disponibles que jusqu'au début de la nuit du 17/09/2022, les capacités de la batterie de la balise ayant été épuisées pendant le téléchargement des données.

Rythme d'activité nocturne :
Les sorties de gîte sont toujours intervenues aux alentours de 18h15, soit moins de 10 minutes après le coucher du

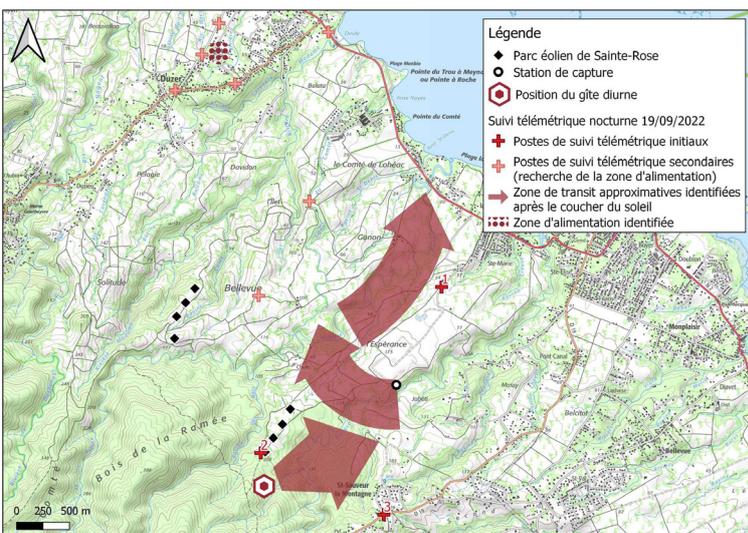


Figure 25. Résultat du suivi télémétrique du mâle équipé de Chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma I*).



Figure 26. Photographie aérienne de la zone d'activité approximative (en rouge) de *Chiroderma I*.



Figure 27.
Résultat du suivi GPS de l'Ardops 4, gros plan.

soleil. Le lendemain de la capture est la seule nuit où l'individu a quitté son gîte plus tardivement, vers 18h40. Les heures de retours au gîte furent plus variables, de 2h15 à 4h20, soit entre 3h40 et 1h30 avant le lever du soleil. La nuit du 16/09/2022 s'est démarquée par un retour tardif, la chauve-souris entamant le vol de retour uniquement à partir de 4h, pour y arriver aux alentours de 6h, soit au lever du soleil. Les fortes pluies et vents, engendrés cette nuit-là par la tempête Fiona, ont certainement imposé un retour au gîte particulièrement tardif.

Comme pour le premier artibé de la Jamaïque suivi en mai, le rythme d'activité de cet individu présentait des phases d'alimentation entrecoupées de phases de transit. La **Figure 30** illustre le rythme d'activité du 14/09/2022. Ici aussi, il existe une alternance entre mouvement et immobilité, lorsque la chauve-souris se trouvait sur des zones d'alimentation. Comme précédemment, cette alternance correspond probablement aux instants où l'individu cherchait sa nourriture, puis aux phases où il était posé pour la consommer. Ce temps d'immobilité peut être variable, dépendant peut-être de la nature et de la quantité de nourriture consommée.

Au maximum, l'accéléromètre indiquait une absence de mouvement pendant 1h, lorsque la bête se trouvait au niveau de la zone 5, la nuit du 14/09/2022. Cette zone correspondait à des arbres fruitiers et à un probable reposoir nocturne, où des restes alimentaires ont été retrouvés. Les phases d'alimentation étaient entrecoupées de périodes où l'accéléromètre enregistrait un mouvement plus intense, correspondant aux phases de transit. Il pouvait s'agir de transits courts (quelques minutes à une vingtaine de minutes), lorsque l'individu se déplaçait entre le gîte et les zones d'alimentation proches, ou de transits

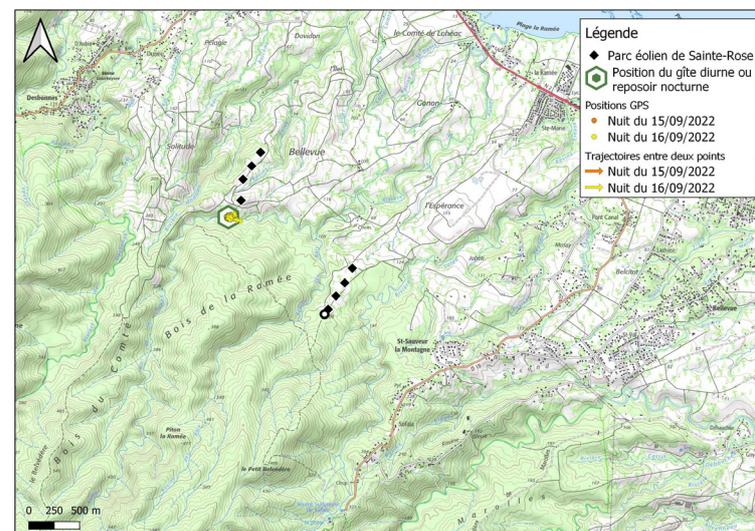


Figure 28.
Résultat du suivi GPS de l'Ardops 4, plan large.

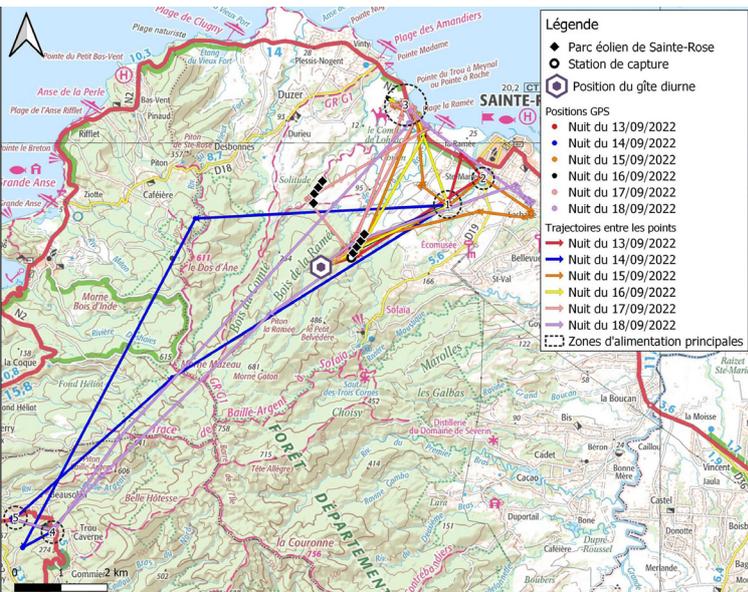


Figure 29.
Résultat du suivi GPS de l'Artibeus 4.

longs, lors des trajets vers et depuis les zones d'alimentation de Pointe-Noire (45 minutes à 1h)

Les données de l'accéléromètre enregistrées après le retour au gîte diurne furent comparables à celles de l'individu suivi en mai, l'animal n'étant pas complètement immobile (au moins jusqu'au lever du soleil, où s'arrête l'enregistrement de l'activité). Il reste difficile d'interpréter ce résultat, provenant peut-être d'une activité sociale ou de l'influence des mouvements des branchages de l'arbre-gîte.

Zones d'activité :

La chauve-souris suivie exploitait cinq zones d'alimentation principales, trois situées sur la commune de Sainte-Rose, et deux sur la commune de Pointe-Noire (**Figure 29**). Les positions GPS indiquent également des zones ponctuelles, où elle passait une seule fois au cours du suivi. Ces zones ponctuelles se trouvaient principalement au sein des quartiers d'habitations, mais aussi au niveau de la Ravine des Bois. Les nuits du 14 et 18 septembre, il est parti sur la commune de Pointe-Noire, à une dizaine de kilomètres de son gîte diurne, sur les zones d'alimentation n°4 et 5. Contrairement à l'individu suivi en mai, il ne se rendait pas sur ces zones aux mêmes heures de la nuit. Le soir du 14, il est d'abord allé sur la zone 1 avant de transiter vers Pointe-Noire aux alentours de 19h30. La nuit du 18, il s'y est rendu directement après avoir quitté son gîte. L'enchaînement entre les cinq zones d'alimentation principales et le temps passé sur chacune d'elles fut variable en fonction des nuits suivies. La zone n°3 fut la plus exploitée, l'artibé s'y étant rendu chaque nuit à partir du 15 septembre. Concernant les déplacements de transit, il reste difficile de retracer le trajet précis de l'individu, la période de prise de point

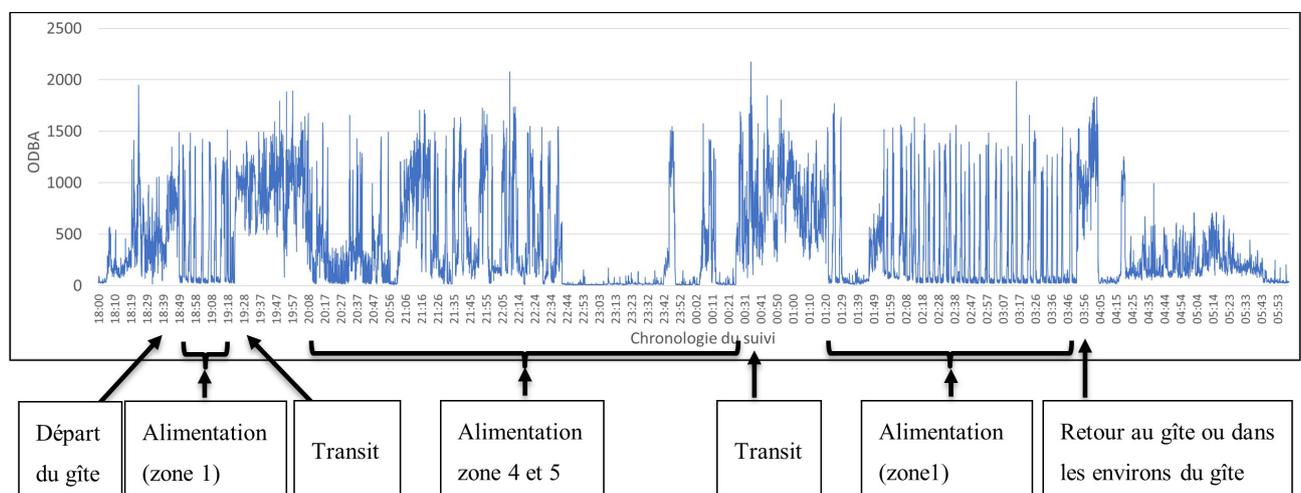


Figure 30.
Valeur ODBA (accéléromètre) pour la nuit du 14/09/2022., Artibeus 4.

GPS étant de 30 minutes. Lors des transits entre les zones d'alimentation proches du littoral, certains points GPS sont relevés au niveau de champs de canne à sucre ou de zones d'habitations. La chauve-souris semblait donc s'affranchir de corridors boisés pour ces déplacements. Pour le retour au gîte diurne en fin de nuit, plusieurs points GPS furent relevés en lisière de la Rivière Salée, pouvant indiquer l'utilisation de ce corridor pour rejoindre le Bois de la Ramée. L'individu devait probablement suivre ces lisières avant de remonter l'axe de la Ravine des Bois en direction de son arbre-gîte.

Concernant les plus longues phases de transit pour rejoindre les zones 4 et 5 de Pointe-Noire, la chauve-souris ne semblait pas suivre de route de vol particulière, mais la précision des positions prises toutes les 30 minutes ne permettait pas une perception fine du trajet.

Arbres exploités :

L'individu suivi exploitait lui aussi une majorité d'arbres fruitiers en jardins privés, où diverses essences ont été identifiées, sans qu'il soit possible de confirmer leur consommation par l'individu : manguiers

(*Mangifera indica*), figuiers (*Ficus citrifolia*), pruniers mombin (*Spondias mombin*), acajous amer (*Cedrela odorata*), palmiers de Manille (*Adonidia merrillii*) et arbres à pain (*Artocarpus altilis*). Seuls deux arbres exploités n'étaient pas localisés proche d'habitations (point 4 et 3 de la **Figure 31**), il s'agit de deux espèces de figuiers (*Ficus nymphaeolia* et *Ficus citrifolia*). Un reposoir nocturne localisé sur le point 11 (**Figure 32**) a également permis d'identifier des restes alimentaires de fruits de quenettier (*Melicoccus bijugatus*) et de palmiers (*Adonidia* sp.). Les accès privés de trois localisations n'ont pas permis l'identification des essences concernées (7, 5 et 9 sur la **Figure 31**).

Effet des conditions climatiques :

Le suivi a été marqué par le passage de la tempête Fiona (nuit du 16/09/2022), ayant engendré de fortes précipitations et des vents importants. Les données météorologiques ont indiqué des passages de pluies intenses aux alentours de minuit, 3h et 4h du matin. Sur ces horaires, l'artibé de la Jamaïque est resté inactif sur la zone d'alimentation 3. Entre ces deux périodes de précipitations, les données

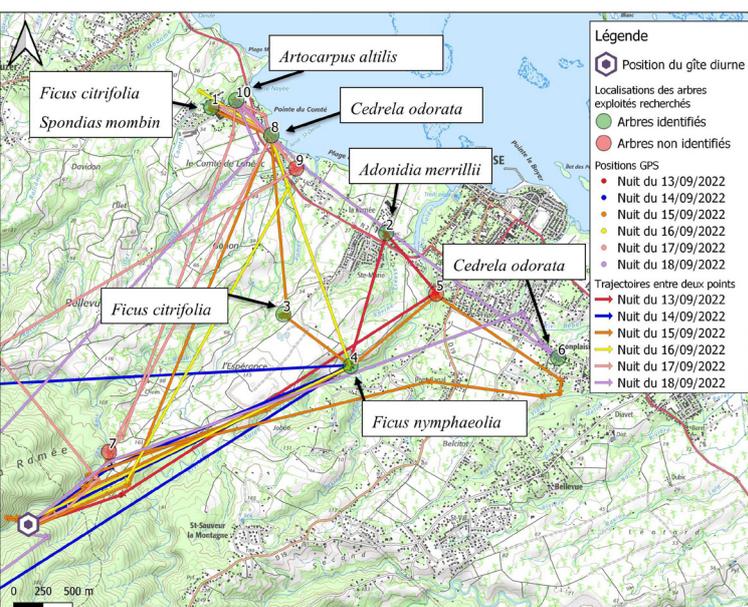


Figure 31. Localisation des principaux arbres exploités par Artibeus 4 à Sainte-Rose, recherchés et identifiés.

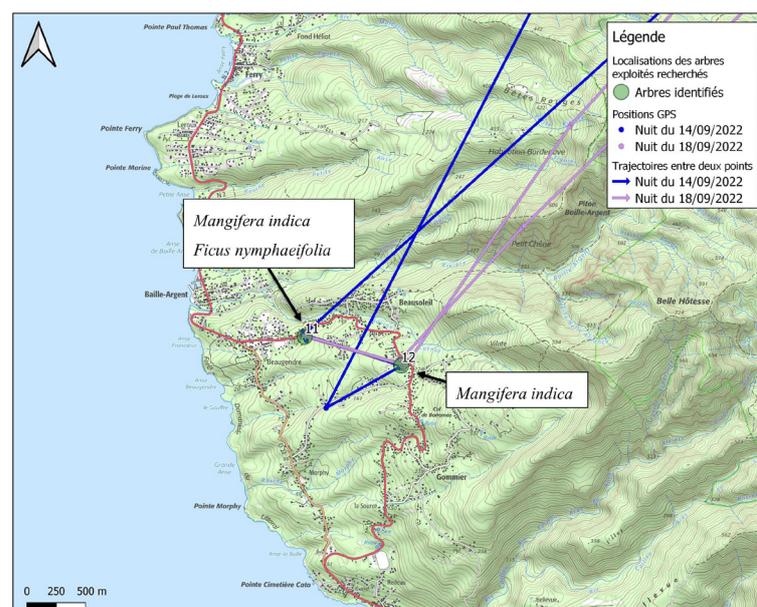


Figure 32. Localisation des principaux arbres exploités par Artibeus 4 à Pointe-Noire, recherchés et identifiés.

montrent une phase de mouvement, où l'individu avait probablement repris son alimentation. Après 4h du matin, il a entamé le retour vers son gîte diurne, qu'il a atteint au lever du soleil. Les conditions climatiques particulières de cette nuit l'on probablement poussé à retarder son retour jusqu'au lever du jour. Le passage de la tempête Fiona ayant endommagé les serveurs de stockage du parc de Sainte-Rose, les vitesses de vent n'ont pas été disponibles et n'ont donc pas été comparées à l'activité de la chauve-souris. Hauteur de vol :

Les hauteurs de vol enregistrées par la balise GPS sont peu fiables et ne permettent pas une analyse détaillée. Elles sont majoritairement inférieures à 30m, ce qui n'indiquerait pas de prise d'altitude particulière. En raison de la fiabilité de ces valeurs, il est difficile de conclure quant à la hauteur des vols de transit vers et depuis les zones de Pointe-Noire. Toutefois, ces trajectoires présentent des vitesses approximatives proches de 20 km/h, avec presque 10 km parcourus entre deux points espacés de 30 minutes (transit retour 18/09/2022). Ces vitesses se rapprochent de celles calculées lors de transit en milieu ouvert, entre les zones d'alimentation proches du littoral. Il est donc possible que la chauve-souris s'affranchisse des obstacles et transit au-dessus de la canopée, mais les résultats actuels sont insuffisants pour le confirmer.

Discussion

1. Intérêts de la méthode

La méthode de capture couplée au suivi télémétrique a fourni de nouvelles connaissances sur l'écologie des chauves-souris suivies, à propos de localisation et la nature de leur gîte diurne, mais

également sur leurs zones d'activité nocturne. Ces découvertes sont d'autant plus précieuses qu'elles concernent des espèces rares comme la Sérotine de la Guadeloupe et le Chiroderme de la Guadeloupe, jusqu'aujourd'hui jamais suivies par méthode de télémétrie.

De plus, les suivis GPS réalisés sur les Artibés de la Jamaïque ont procuré des données intéressantes sur le rythme d'activité nocturne, les zones d'alimentation et les voies de transit. Seule la technologie GPS associée à un accéléromètre permet un suivi d'une telle précision sur la nuit entière. En outre, cette méthode permet un suivi simultané de plusieurs individus, sans nécessité de moyens humains importants comme le demande les suivis télémétriques par triangulation.

2. Limites de la méthode

Les contraintes géographiques locales ont complexifié les recherches de gîte par télémétrie. Le relief du Bois de la Ramée, l'épaisse végétation et les conditions d'humidité limitaient la portée de détection des signaux VHF, imposant aux chercheurs de remonter le boisement par les rivières pour accéder aux zones encaissées. L'émetteur de la Sérotine de la Guadeloupe tombé au sol n'a par exemple été détecté qu'à une cinquantaine de mètres de distance, depuis le lit de la Rivière des Bois. Les gîtes des individus jamais détectés après leur relâché pourraient ainsi se trouver dans les boisements proches, mais dans des zones à très faible portée du signal. L'absence de sentier et le haut niveau d'eau des rivières en septembre ont par ailleurs rendu l'avancée en forêt difficile et ont ralenti les recherches. Le suivi télémétrique en avion n'a pas pu pallier ces contraintes. Les parasites acoustiques étaient trop forts et le vol proche des boisements difficile. De

plus, le secteur de recherche était situé à proximité directe du principal couloir aérien de Guadeloupe, ce qui a limité les trajectoires de l'avion.

Les contraintes matérielles ont également limité les résultats de l'étude. La colle SAUER utilisée pour la session de mai n'a pas résisté à l'humidité et s'est dégradée rapidement, provoquant la perte de l'émetteur de la Sérotine de la Guadeloupe deux jours après sa capture. La colle OSTOBOND employée en septembre a remédié à cette contrainte, avec une tenue estimée entre 6 et 10 jours sur le mâle de Chiroderme de la Guadeloupe, malgré des conditions d'humidité importante.

De plus, la taille des espèces cibles a exigé l'utilisation de petites balises GPS dont les capacités de batteries ne permettaient pas l'émission d'un signal VHF sur la journée entière. Le temps de recherche de gîte restait alors limité à quatre heures par jour pour les ardops des Petites Antilles. L'autonomie des balises a aussi conditionné la précision du suivi, imposant des prises de position GPS toutes les 20 ou 30 minutes pour un suivi de plusieurs nuits. Il s'agit donc de rester prudent quant à l'interprétation des trajectoires entre deux positions GPS. Par ailleurs, les plus petits GPS utilisés sur les ardops des Petites Antilles n'ont probablement pas tenu les cinq nuits estimées, leur signal n'ayant plus été détecté après quatre jours.

Les capacités des balises GPS n'ont pas permis un calcul fiable des hauteurs de vol. Pour les deux individus d'Artibé de la Jamaïque suivis, ces données n'ont pas pu aboutir à des résultats satisfaisants. Les positions GPS semblent également présenter une marge d'erreur lorsque l'individu est sous la canopée, au niveau de son gîte, alors qu'elles paraissent plus précises lorsqu'il se trouve sur les zones d'alimentation en dehors de la forêt.

Enfin, une limite majeure de la méthode concerne le caractère ponctuel des données recueillies, basées sur quelques individus et sur un nombre de nuits suivies limité. Ainsi, il reste difficile de percevoir des comportements de vol habituels et représentatifs de l'espèce. Il s'agit donc de rester prudent quant aux interprétations liant comportement de vol et risques éoliens.

3. Interprétation et sensibilité au risque éolien

Sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*)

Le suivi sur la Sérotine de la Guadeloupe a confirmé la forte probabilité d'un gîte forestier dans la zone d'étude, au sein du Bois de la Ramée. L'individu suivi étant une femelle allaitante, il est possible qu'une activité de reproduction existe au sein du site d'étude (colonie de mises-bas, élevage de jeunes, si tant est que l'espèce se regroupe bien en colonie pour la reproduction).

Sa capture en lisière de ce même boisement et une direction en vol vers le nord-est après son relâché laissent penser qu'elle utilisait la lisière d'une ravine descendant du massif forestier comme zone de transit. Localisée en chasse à faible altitude au sein de la ravine ou en lisière de la Rivière Salée, elle fréquentait donc également la ravine ou son entourage comme zone de chasse. Le suivi a également mis en évidence un axe de transit au niveau de champs cultivés entre deux ripisylves, laissant penser qu'elle ne dépend pas strictement de corridors boisés pour ses déplacements. Cet axe n'a pas été précisément délimité.

Concernant son rythme d'activité nocturne, les résultats se basent uniquement sur une nuit de suivi ce qui limite toute interprétation. Cette nuit-là, la

sortie de gîte serait intervenue environ 20 minutes après le coucher du soleil. Cela reste conforme aux données acoustiques enregistrées sur le parc éolien Sainte-Rose, présentant des contacts de l'espèce à des heures variables, dès le coucher du soleil et jusqu'à 45 minutes avant le jour (EXEN 2022a).

Ces résultats supposeraient une utilisation des lisières du boisement ombrophile et des ravines forestières comme zones de transit et de chasse, ainsi qu'une possibilité de vol en milieux plus ouverts pour transiter entre deux zones favorables. Ils restent basés sur un suivi ponctuel et ne peuvent être généraliser au comportement de l'espèce.

Concernant le risque de mortalité, la Sérotine de la Guadeloupe pourrait donc s'exposer aux éoliennes lors de transits où elle s'affranchit des lisières, en cas de prise de hauteur ou d'éoliennes à faible garde au sol. Cela peut également concerner les éoliennes implantées proche des lisières et des ravines forestières, sur les zones de chasse ou les voies de transit régulières, qu'il s'agisse de transits depuis et vers le gîte, ou entre les zones d'alimentation favorables.

Les résultats n'indiquent pas une activité de chasse en plein ciel, bien que ce comportement ait été mis en évidence par l'acoustique (BARATAUD & GIOIA 2013). Mais on ne peut pas exclure que des phénomènes d'aérologie puissent entraîner des insectes en hauteur (et donc les chauves-souris qui les chassent), et favorisent son exposition à un risque ponctuel de mortalité supplémentaire.

Chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*)

Les résultats des captures montrent qu'une population de chirodermes est présente dans les environs du site d'étude, avec la présence d'au moins un

gîte-diurne en feuillage au sein du Bois de la Ramée. Les femelles capturées en mai et septembre étant toutes sexuellement actives (gestantes et/ou allaitantes), il est possible qu'une activité de reproduction existe au sein du site d'étude (colonie de mise-bas, élevage de jeunes, si tant est que l'espèce se regroupe bien en colonie pour la reproduction).

Les positions des captures en lisière de boisement et de ripisylves, et les résultats du suivi télémétrique du mâle, indiquent l'utilisation des axes de rivières comme corridors de déplacement, mais également le franchissement d'une zone cultivée pour rejoindre un second corridor boisé. L'une des femelles a justement été capturée sur cet axe de transit, à plus de 50 mètres d'une lisière. Ces informations viennent confirmer les hypothèses considérant que l'espèce est capable de s'éloigner des lisières et de voler en milieux plus ouverts (ASFA 2014, IBÉNÉ et al. 2007). Supposé exploiter principalement les zones forestières, en lisière et canopée, le Chiroderme suivi s'est finalement rendu sur une zone urbanisée à quatre kilomètres de son gîte diurne, pour profiter des arbres fruitiers dans des jardins privés.

Deux nuits consécutives témoignent d'une sortie de gîte 25 minutes après le coucher du soleil, et d'un retour au moins 1h30 avant le lever du soleil. Ces résultats restent insuffisants pour conclure sur le rythme d'activité du Chiroderme de la Guadeloupe. Ils indiquent toutefois que l'espèce peut être active dès le début de nuit.

En fin de compte, l'espèce pourrait s'exposer au risque de collision lors de transits où elle s'affranchit des lisières, en particulier en cas d'éoliennes à faible garde au sol. Comme pour la Sérotine de la Guadeloupe, cela peut également concerner les éoliennes implantées proche des lisières et des ravines forestières, si la

zone de rotation des pales se retrouve proche des voies de transit régulières, par exemple ici, entre le(s) gîte(s) du bois de la Ramée et des zones d'alimentation proche du littoral.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Les nombreuses captures de l'Artibé de la Jamaïque laissent penser que l'espèce fréquente bien le site étudié. Plusieurs gîtes en feuillage ont été découverts, au niveau du massif forestier et des ravines environnantes. L'espèce occupe certainement un nombre de gîtes plus important au sein de la zone d'étude. En mai, plusieurs femelles allaitantes ont été capturées, indiquant la possibilité d'une activité de reproduction au sein du site d'étude (colonie de mise-bas, élevage de jeunes, si tant est que l'espèce se regroupe bien en colonie pour la reproduction).

Les individus suivis par GPS utilisaient les lisières et ravines forestières comme corridors entre les gîtes diurnes en milieu forestier et certaines zones d'alimentation proche du littoral, mais ils traversaient également des milieux ouverts, notamment entre les arbres fruitiers exploités. Par ailleurs, les deux suivis ont montré que les artibés de la Jamaïque étaient capables de réaliser de longues trajectoires pour rejoindre des arbres en fruit, en traversant le massif forestier entier. Les biais de relevés de hauteurs de vol n'ont pas permis une analyse pertinente mais ne tendent pas vers des prises d'altitude particulièrement importantes lors de ces trajectoires.

Les artibés de la Jamaïque suivis ont principalement cherché leur nourriture dans les zones urbanisées, à distance du massif forestier. Le comportement des deux mâles étudiés suppose qu'ils connaissent bien leur environnement, puisqu'ils rejoignent directement les

mêmes arbres fruitiers sur plusieurs nuits consécutives (comportement prédictif). Leurs activités semblent principalement dépendre des arbres fruitiers et de leur phénologie, y compris pour des arbres isolés ou situés en milieux souvent considérés comme moins favorables aux chiroptères (cultures, zone urbanisée).

Concernant le rythme d'activité nocturne, les résultats témoignent d'une activité tout au long de la nuit, avec des sorties de gîtes 10 minutes après le coucher du soleil, et un retour au gîte variable, entre le milieu de la nuit et le lever du jour. Les déplacements vers des zones d'alimentation éloignées surviennent à des heures variables au cours de la nuit.

Finalement, l'Artibé de la Jamaïque semble lui aussi surtout exposé à un risque de collision lors de ses vols de transit. Cela peut concerner les déplacements depuis et vers le gîte diurne ou pour les trajets vers des zones d'alimentation éloignées, en particulier en cas de parcs éoliens implantés proche des lisières. Le risque d'exposition aux éoliennes peut également exister lorsqu'il s'affranchit des lisières et transit en milieu ouvert, lors d'éventuels vols plus en hauteur ou/et pour des éoliennes à faible garde au sol. Pour cette espèce, et possiblement pour les autres espèces dépendantes des essences végétales, il paraît important de considérer en priorité les essences végétales chiroptérophiles et notamment leur position par rapport aux gîtes diurnes lors des réflexions d'implantation des éoliennes.

De plus, l'espèce est connue pour s'alimenter ponctuellement d'insectes. Il n'est pas exclu qu'un risque de collision existe également en cas de poursuite de proies à hauteur de pales. Ce risque resterait toutefois plus ponctuel.

Ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*)

L'Ardops des Petites Antilles a été capturé sur l'ensemble des stations et tous les gîtes découverts se trouvaient dans des arbres environnants. L'espèce est donc bien représentée dans le secteur étudié. Au mois de septembre, la capture d'une femelle allaitante indique la possibilité d'une activité de reproduction au sein du site d'étude (colonie de mise-bas, élevage de jeunes, si tant est que l'espèce se regroupe bien en colonie pour la reproduction).

Aucun des suivis GPS n'ayant abouti, les résultats du comportement de vol de l'Ardops des Petites Antilles restent très limités.

Comme pour les artibés de la Jamaïque suivis, un risque de collision en phase de transit pourrait dépendre principalement de la position et la proximité des essences végétales chiroptérophiles, par rapport à la localisation des éoliennes. Cette hypothèse reste à confirmer par de futurs suivis.

Brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*)

Le Brachyphylle des Antilles n'a été capturé qu'à deux reprises au cours de la présente étude.

Le seul individu équipé d'émetteur VHF n'a jamais été retrouvé. L'espèce est toutefois représentée au sein du bois de la Ramée, où une cavité arboricole abritant une quarantaine d'individus a été découverte. La présente étude n'apporte pas suffisamment d'éléments nouveaux pour traiter de la sensibilité de cette espèce au risque éolien. Les connaissances actuelles tendent à expliquer cette sensibilité par un comportement de vol en plein ciel et l'exploitation d'insectes en hauteur. La présence de gîte en boisement pourrait également engendrer une exposition aux

éoliennes lors de vol de transit depuis et vers les gîtes pour un parc éolien positionné proche de la forêt.

Monophylle des Petites Antilles (*Monophyllus plethodon*)

Malgré les tentatives de captures à proximité d'arbres en fleurs et l'utilisation de filets canopées, aucun Monophylle des Petites Antilles n'a été capturé au cours des deux sessions de suivi. Ce résultat supposerait une utilisation occasionnelle du site d'étude. Il est possible que l'espèce exploite les environs du site sur certaines périodes de floraison non couvertes par les sessions de capture. Déjà contactée sur le site au niveau des boisements et ripisylves (SAINTE-ROSE ENERGIES 2014), on pourrait imaginer que le Monophylle puisse joindre les différentes ravines en restant à hauteur de canopée s'exposant à la zone de rotation des pales. De même, comme pour les autres espèces frugivores, le monophylle consomme une part d'insectes, ce qui peut l'exposer également au risque éolien. L'absence de donnée acquise au cours du suivi ne permet pas de confirmer ces hypothèses.

Conclusion, perspectives

Les résultats de cette étude étoffent les connaissances sur l'écologie des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de mortalité lié aux éoliennes. Les différents suivis ont mis en évidence les boisements du site d'étude, voire les ravines forestières, comme sièges de gîtes diurnes pour les espèces étudiés (Artibé de la Jamaïque, Ardops des Petites Antilles, Brachyphylle des Petites Antilles, Chiroderme de la Guadeloupe et probablement Sérotine

de la Guadeloupe). Les zones d'activité identifiées se trouvent majoritairement au niveau des espaces agricoles et urbanisés en direction du littoral, impliquant des trajectoires de transit entre ces zones et le boisement. Pour toutes les espèces suivies par GPS et radiopistage, rivières et lisières de ravines semblent utilisées comme corridors, et comme zones de chasse pour la Sérotine de la Guadeloupe. Mais des transits ponctuels en milieux ouverts cultivés ont également été identifiés, notamment pour passer d'un corridor à un autre ou pour rejoindre directement un secteur d'alimentation. Pour les espèces frugivores suivies (Artibé de la Jamaïque et Chiroderme de la Guadeloupe), ces zones d'alimentation peuvent être représentées par des arbres fruitiers parfois isolés en zones cultivées ou au sein de jardins

privés. Ces fonctionnalités sont résumées en **Figure 33**. Les résultats n'ont pas présenté de prise d'altitude notable ou de vols en plein ciel.

Concernant la sensibilité à l'éolien, ce premier suivi par GPS et radiopistage semble montrer que les individus suivis seraient surtout exposés à un risque de collision lors de vols de transit, en particulier en cas de parcs éoliens implantés proche des lisières et sur des trajectoires de transits récurrentes. Cela concerne les déplacements depuis et vers le gîte diurne ou entre des zones d'alimentation. Ce résultat rejoint l'hypothèse émise par RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES (2015), évoquant le lien entre les cas de mortalité de Phyllostomidés et les éoliennes implantées sur les voies de transit. Le risque d'exposition aux éoliennes peut également exister lorsqu'ils s'affranchissent des lisières et transitent ou s'alimentent en milieu ouvert, lors d'éventuels vols plus en hauteur ou/et pour des éoliennes à faible garde au sol.

Ces résultats soulignent donc l'importance d'étudier les voies de transit des chiroptères lors de l'implantation de parcs éoliens. Les éoliennes implantées dans la continuité directe (quelques dizaines ou centaines de mètres) de reliefs forestiers, réservoirs de gîtes diurnes, se trouveraient probablement sur des voies de transit récurrentes entre gîtes et zones d'activité nocturnes. Il s'agit donc de privilégier une orientation des lignes d'éoliennes parallèles au relief et d'étudier la position récurrente des pales en fonction des vents dominants pour éviter une rotation des pales à proximité directe des lisières et canopées. Pour les espèces frugivores et nectarivores, il paraît important de considérer en priorité la présence d'essences végétales chiroptérophi- les dans l'entourage du parc et notamment

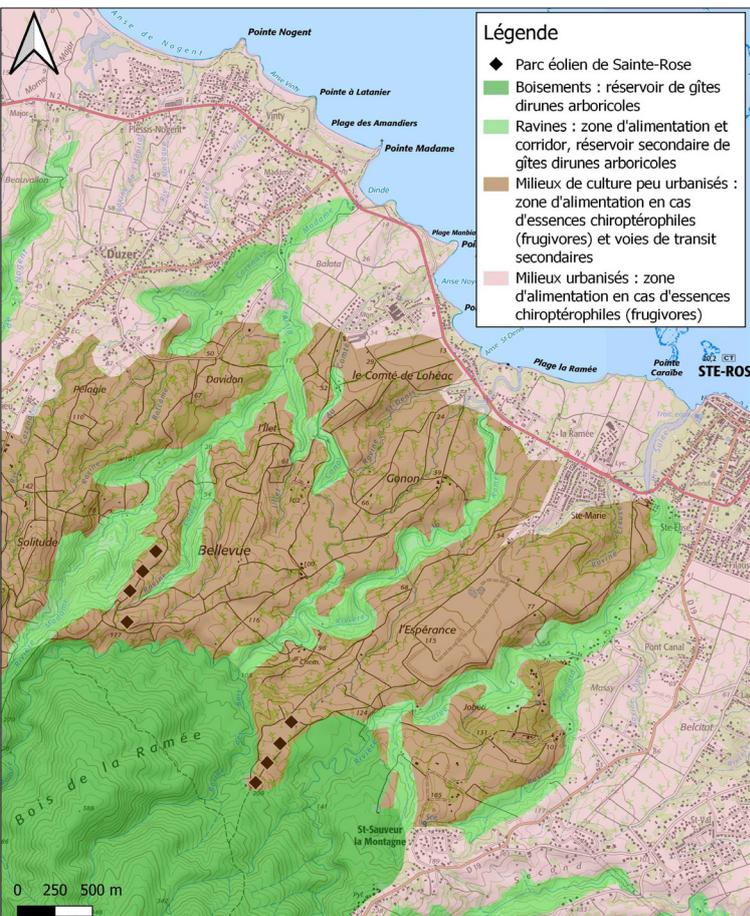


Figure 33.
Synthèse des fonctionnalités de la zone d'étude.

leur position par rapport aux gîtes diurnes lors des réflexions d'implantation d'éoliennes. Il serait intéressant d'étudier les possibilités de création de corridors d'essences végétales attractives pour diriger les vols de transit le long de ces corridors et réduire les trajectoires au sein des parcs éoliens.

Le choix d'éoliennes à gardes au sol importantes pourrait prévenir du potentiel risque de collision évoqué pour des individus s'affranchissant des lisières et transitant ou s'alimentant en milieu ouvert. Cependant, cette réflexion doit également concerner les autres espèces de chiroptères évoluant plus en hauteur et représentant la majorité des cadavres retrouvés sous les éoliennes.

Pour conclure, cette étude permet de mieux comprendre comment les espèces de chiroptères guadeloupéennes exploitent leur environnement et propose quelques hypothèses sur les comportements de vol susceptibles de générer une sensibilité spécifique à l'éolien. Cependant, ces résultats restent basés sur quelques individus de

certaines espèces cibles et deux espèces ciblées (l'Ardops des Petites Antilles et le Monophylle des Petites Antilles) n'ont pas pu être étudiées suffisamment. De plus, les valeurs de hauteur de vol n'ont pas permis une analyse suffisamment précise. Il est donc important d'étoffer l'analyse par l'apport d'autres suivis sur d'autres individus. En parallèle, il paraît intéressant de mener une étude similaire sur les espèces insectivores de plein ciel, dont le statut de conservation actuel n'est pas défavorable mais qui représentent les espèces les plus impactées par les parcs éoliens. D'un point de vue général, il apparaît donc primordial de mettre en place un programme d'élargissement des connaissances de plus vaste envergure si l'on souhaite continuer à améliorer les connaissances sur les chiroptères de Guadeloupe et tendre vers une meilleure maîtrise des impacts de l'éolien sur ces espèces patrimoniales.

Remerciements

Nous remercions l'entreprise Valorem, financeur majoritaire de cette mission, ainsi que la DEAL Guadeloupe, pour avoir validé le protocole d'étude dans le respect de l'arrêté préfectoral du 27 juillet 2015 concernant le parc éolien exploitée par la société SAINTE ROSE ÉNERGIES. Merci également à l'ONF Guadeloupe, pour l'autorisation de capturer en forêt publique.

Cette étude a été rédigée par Alix Thurow, avec la participation de Yannick Beucher et Baptiste Angin. L'analyse et le traitement des données ont été réalisés par Alix Thurow. Les captures et suivis sur le terrain ont menés par : Baptiste Angin, Joël Bec, Anatoli Bec-Canet, Yannick Beucher, Emilien Bonichon, Romane Routtier et Alix Thurow.

Bibliographie

ASFA. 2014. Avis de l'Association de Sauvegarde et de réhabilitation de la Faune des Antilles (L'ASFA) et du Groupe Chiroptères de Guadeloupe (GCG) dans le cadre de l'enquête publique réalisée pour le projet éolien de Sainte-Rose (Espérance et Bellevue). 17p.

BAERWALD, E. F., D'AMOURS, G. H., KLUG, B. J., BARCLAY, R. 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18, 695-696.

BARATAUD, M., S. GIOSA, G. ISSARTEL, J. JEMIN, M. LESTY & J-P. FIARD. 2017. Forêts tropicales insulaires et chiroptères : le cas de la Martinique (Petites Antilles – France). *Le Vespère* 7 : 411-457. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BARATAUD, M., GIOSA, S., LEBRANC, F., FAVRE, P., DESMET, JF. 2015. Identification et écologie acoustique des chiroptères de la Guadeloupe et de la Martinique (Antilles françaises). *Le Vespère* 5, 297-330. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BARATAUD, M. & GIOSA, S. 2013. *Eptesicus guadeloupensis* : une espèce insulaire endémique en danger ? *Le Rhinolophe* 19, 177-187. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BARATAUD, M. & S. GIOSA. 2014. Etude acoustique des chiroptères de Guadeloupe : activité nocturne et utilisation de l'habitat. *Le Vespère* 4 : 241-252. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BASCOLE, P. 2021. Étude transversale sur l'écologie des chiroptères de Martinique pour une meilleure connaissance et conservation de ces mammifères indigènes. 77p.

BECK, J.D., LOFTIS, A.D., DALY, J.L., REEVES, W.K., ORLOVA, M.V. 2016. First record of *Chiroderma improvisum* Baker & Genoways, 1976 (Chiroptera: Phyllostomidae) from Saint Kitts, Lesser Antilles. *Check List*, 12(2) n°1854, 4p.

BEUCHER, Y., DARNIS, T., PARMIN, V. 2022. Utilisation de balises GPS pour étudier l'écologie de la Grande noctule (*Nyctalus lasiopterus*) : retours d'expériences. *Symbioses*, 2022, nouvelle série, n°39-40, p. 37-48.

BROOKS, T. M., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. B., RYLANDS, A. B., KONSTANT, W. R., FLICK, P., PILGRIM, J., OLDFIELD, S., MAGIN, G., HILTON-TAYLOR, C. 2002. Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity. *Conservation Biology*, 16, 909–923.

CYCLECO. 2015. Analyse du Cycle de Vie de la production d'électricité d'origine éolienne en France, Rapport final. 93p.

DEAL GUADELOUPE. 2021A. Energie éolienne. [en ligne]. Consulté le 08/12/2022. <https://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/energie-eolienne-a594.html>

DEAL GUADELOUPE. 2021B. Arrêté préfectoral DEAL/RED imposant des prescriptions de mesures d'urgence à la société SAINTE-ROSE ÉNERGIES relatives à la préservation des enjeux environnementaux par son unité de production d'électricité mécanique du vent (parc éolien) située aux lieux dits « Bellevue » et « Espérance » sur le territoire de la commune de Sainte-Rose. 3 p.

DEAL GUADELOUPE. 2015. Arrêté n°2015-083/SG/DICTAJ/BRA du 27 juil. 2015 autorisant la société SAINTE ROSE ENERGIES à exploiter une activité de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent (Parc éolien) sur le territoire de la commune de Sainte Rose. 10p.

EUR-LEX. 2009. Document 32009L0028 [en ligne]. Consulté le 10/12/2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=celex%3A32009L0028>

EXEN. 2022A. Parcs éoliens de Sainte Rose (971). Suivi environnemental post-implantation 2021-2022 ciblé sur la faune volante. Rapport basé sur les données de mars 2021 à mars 2022. 142p.

EXEN. 2022B. Projet éolien de Heume l'Eglise (63). Expertise chiroptérologique ciblée sur la Grande noctule (*Nyctalus lasiopterus*). Rapport de mission 2021. 88p.

GCG, GROUPE CHIROPTÈRE DE GUADELOUPE. 2015. Karubats Niouz. La lettre d'information du Groupe Chiroptères de Guadeloupe N°2. 46p.

HATCH, S.A., MEYERS, P.M., MULCAHY, D.M. & DOUGLAS, D.C. 2000. Performance of implantable satellite transmitters in diving seabirds. *Waterbirds*, 23, 84–94.

IBÉNÉ, B., LEBLANC, F. & PENTIER, C. 2006. Contribution à l'étude des chiroptères de la Guadeloupe. Rapport final. 135 pp.

JONG, C. DE, FIELD, H., TAGTAG, A., HUGHES, T., DECHMANN, D., JAYME, S., EPSTEIN, J., SMITH, C., SANTOS, I., CATBAGAN, D., LIM, M., BENIGNO, C., DASZAK, P. & NEWMAN, S. 2013. Foraging Behaviour and Landscape Utilisation by the Endangered Golden-Crowned Flying Fox (*Acerodon jubatus*), The Philippines. *PloS One*, 8, e79665.

LENOBLE, A., ANGIN, B., HUCHET, J.-B., ROYER, A. 2015. Seasonal Insectivory of the Antillean Fruit-Eating Bat (*Brachyphylla cavernarum*). *Caribbean Journal of Science*, 48, 127–131.

LÉGIFRANCE. 2018. Arrêté du 17 janvier 2018 fixant la liste des mammifères terrestres représentés dans le département de la Guadeloupe protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection [en ligne]. Consulté le 09/12/2022. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000036543825>

LÉGIFRANCE. 2015. LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte [en ligne]. Consulté le 12/12/2022. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031044385&categorieLien=id>

LÉGIFRANCE. 2013. Arrêté du 8 mars 2013 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie mécanique du vent situées dans des zones particulièrement exposées au risque cyclonique et disposant d'un dispositif de prévision et de lissage de la production. [en ligne]. Consulté le 12/12/2022. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000027262791>

LÉGIFRANCE. 2010. LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement [en ligne]. Consulté le 12/12/2022. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434&categorieLien=id>

LIM, B. K., LOUREIRO, L. O., & GARBINO, G. S. T. 2020. Cryptic diversity and range extension in the big-eyed bat genus *Chiroderma* (Chiroptera, Phyllostomidae). *ZooKeys*, 918, 41-63.

- LÓPEZ LÓPEZ, P. 2016.** Individual-based tracking systems in ornithology: welcome to the era of big data. *Ardeola-International Journal of Ornithology*, 63, 103-136.
- MEEM MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER. 2017.** Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres. 188p.
- MILLER, A. 2008.** Patterns of avian and bat mortality at a utility-scale wind farm on the southern high plains. Thesis, Texas Tech University, 125p.
- OLEKSY, R., RACEY, P. A. & JONES, G. 2015.** High-resolution GPS tracking reveals habitat selection and the potential for long-distance seed dispersal by Madagascar flying foxes *Pteropus rufus*. *Global Ecology and Conservation*, 3, 678-682.
- O'MARA, T., WIKELSKI, M. & DECHMANN, D. 2014.** 50 years of bat tracking: Device attachment and future directions. *Methods in Ecology and Evolution*, 5, 311-319.
- PIORKOWSKI, M. D. & O'CONNELL, T. J. 2010.** Spatial Pattern of Summer Bat Mortality from Collisions with Wind Turbines in Mixed-Grass Prairie. *The American Midland Naturalist*, 164 (2), 260-269.
- RODRÍGUEZ-DURÁN, A. & FELICIANO-ROBLES, W. 2015.** Impact of Wind Facilities on Bats in the Neotropics. *Acta Chiropterologica*, 17 (2), 365-370.
- SAIDUR, R., RAHIM, N. A., ISLAM, M. R., SOLANGI, K. H. 2011.** Environmental Impact of Wind Energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2423-2430.
- SAINTE-ROSE ENERGIES. 2014.** Dossier de demande d'autorisation d'exploiter au titre des installations classées pour la protection de l'environnement – Tome 2 : Etude d'impact. 478p.
- SITELÉCO. 2021.** Parc éolien de Sainte Rose (971) : Suivi environnementaux en phase d'exploitation, Rapport d'étude final // saison 2020-2021. 50p.
- SITELÉCO. 2020.** Parc éolien de Sainte Rose (971) : Suivi environnementaux en phase d'exploitation, Rapport de synthèse des résultats. 50p.
- SYNDICAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES.** L'éolien terrestre. Syndicat des énergies renouvelables [en ligne]. Consulté le 10/12/2022. <http://www.enr.fr/eolien-terrestre>
- THUROW, A. 2018.** Nouvelles découvertes sur les activités nocturnes de la plus grande chauve-souris d'Europe, la Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*). Mémoire de stage de Master 1 IEGB, EXEN.
- THUROW, A., & BEUCHER, Y. 2018.** Foraging flights of the Greater Noctule (*Nyctalus lasiopterus*). New insights based on the GPS tracking technology. 7th SECEMU Conference. Gibraltar.
- UICN (UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE). 2021.** La Liste rouge des espèces menacées en France Faune de Guadeloupe. 36 p.



Ariteus jamaicensis
© Baptiste ANGIN

Pour citer cet article :

THUROW, A., BEUCHER, Y., ANGIN, B. 2024.

Etude sur les traits de vies des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de mortalité avec les éoliennes.

Plume de Naturalistes 8 : 13-60.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles
de *Plume de Naturalistes* :

www.plume-de-naturalistes.fr

Annexe

1. Suivis supplémentaires sur la Sturnire de la Guadeloupe

Les connaissances actuelles sur la Sturnire de la Guadeloupe ne présument pas d'une sensibilité particulière au risque de collision éolien. En effet, cette espèce resterait cantonnée aux sous-bois et ne s'éloignerait pas des forêts (ASFA 2014). De plus, aucun cadavre n'a été retrouvé sur le parc de Sainte-Rose lors des deux années de suivi mortalité (EXEN 2022A, SITELÉCO 2021). Espèce à faible intensité d'émission acoustique, elle a été contactée ponctuellement lors de l'étude d'impact (SAINTE-ROSE ENERGIES 2014), mais aucun enregistrement n'a eu lieu au cours des suivis acoustiques entre 2020 et 2022 (EXEN 2022A, SITELÉCO 2021).

a) Captures et équipement des individus de Sturnire de la Guadeloupe.

Au cours des deux sessions de suivi, 13 Sturnires de la Guadeloupe ont été captu-

rées, exclusivement sur la station en lisière du Bois de la Ramée. 3 mâles adultes ont été équipés d'émetteurs VHF, un en mai (Sturnira 1), et deux en septembre (Sturnira 2, Sturnira 3).

b) Suivis diurnes : phase de recherche de gîtes.

La chauve-souris Sturnira 2 utilisait un gîte en feuillage, enfoncé au sein du bois de la Ramée, à la confluence de plusieurs ravines.

Le gîte de l'individu Sturnira 3 n'a jamais été trouvé. Une zone de gîte approximative a toutefois été identifiée, au sein du boisement au sud de sa station de capture. Le signal de la balise a été perdu après le passage de la tempête Fiona, nuit où la chauve-souris a possiblement changé de gîte.

L'individu Sturnira 1, équipé lors de la première session, n'a jamais été détecté après son relâché. Son gîte n'a donc pas été localisé.

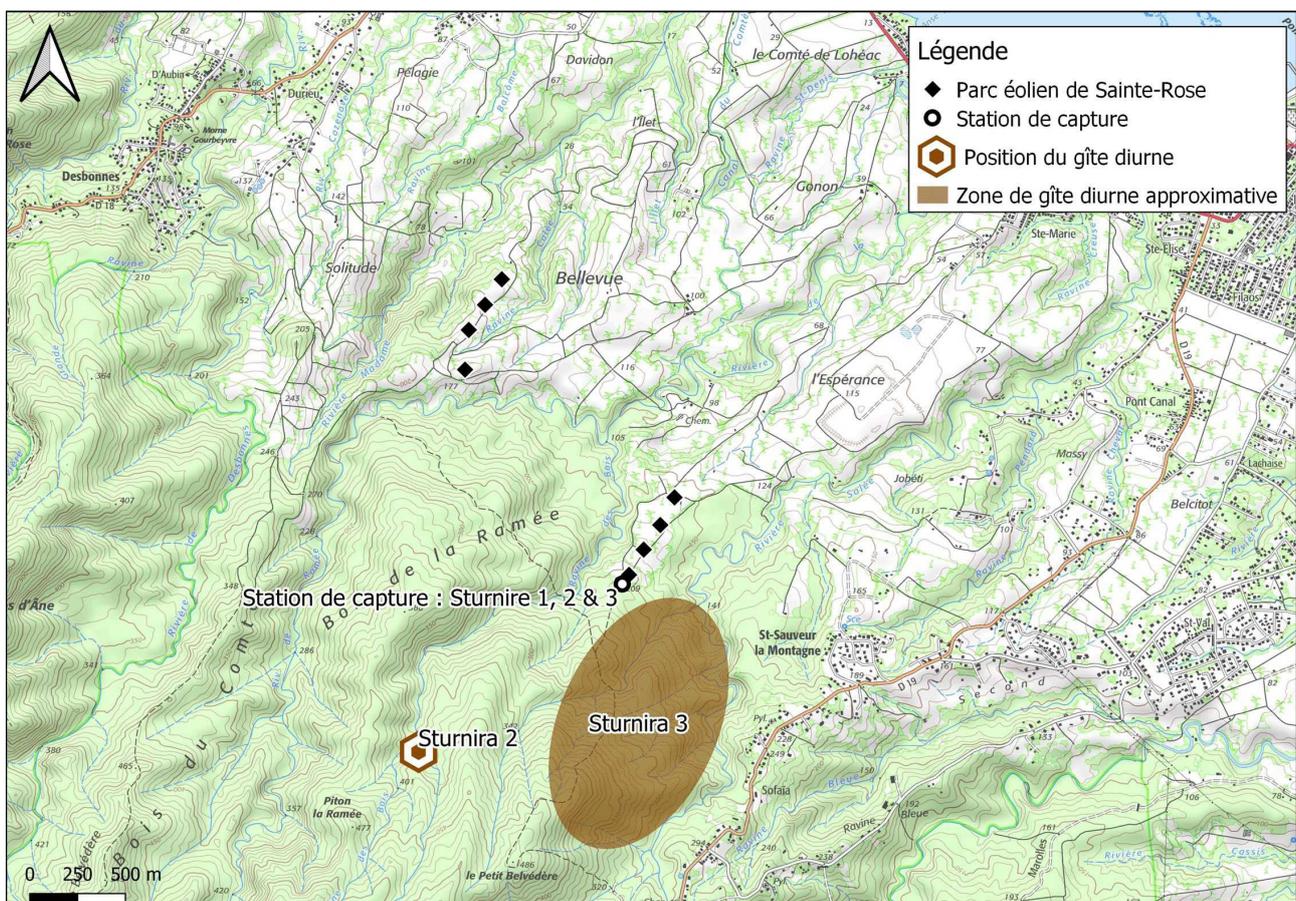


Figure annexe ; 1.

Positions des captures, gîtes et zone de gîte des sturnires de la Guadeloupe équipées (Sturnira 1, Sturnira 2, Sturnira 3).

L'ensemble de ces résultats figurent sur la **Figure annexe ; 1**.

c) Suivis nocturnes : données télé-métriques.

Dès le lendemain de l'équipement des sturnires de la session de septembre, les deux individus ont été détectés en début de nuit (25 minutes après le coucher du soleil), en vol à proximité de leur site de capture, probablement en sous-bois ou lisière (**Figure annexe ; 2**). Le soir suivant, la Sturnira 2 a de nouveau été captée sur cette zone, pendant une trentaine de minute, 1h après le coucher du soleil. Elle évoluait entre la lisière et le sous-bois. Cette zone semble donc exploitée régulièrement, au moins en début de nuit.

d) Interprétation et sensibilité au risque de collision éolien.

La Sturnire de la Guadeloupe a été cap-

turée de nombreuses fois sur la station en lisière du Bois de la Ramée, un gîte en feuillage a été localisé dans ce même boisement, et une zone de gîte approximative signale la présence d'un second gîte dans les environs. L'espèce est donc bien présente au sein des boisements du site d'étude, avec l'existence possible d'une activité de reproduction, révélée par la capture de plusieurs femelles gestantes et allaitantes.

Les courts suivis par radiopistage de début de nuit et l'absence de capture sur les stations éloignées de la forêt supposeraient que l'espèce évolue principalement en sous-bois, moins exposée au risque de collision éolien. Cependant, ces quelques résultats n'excluent pas la possibilité de vol en dehors du couvert végétal et ne représentent pas une évaluation de la sensibilité de l'espèce.

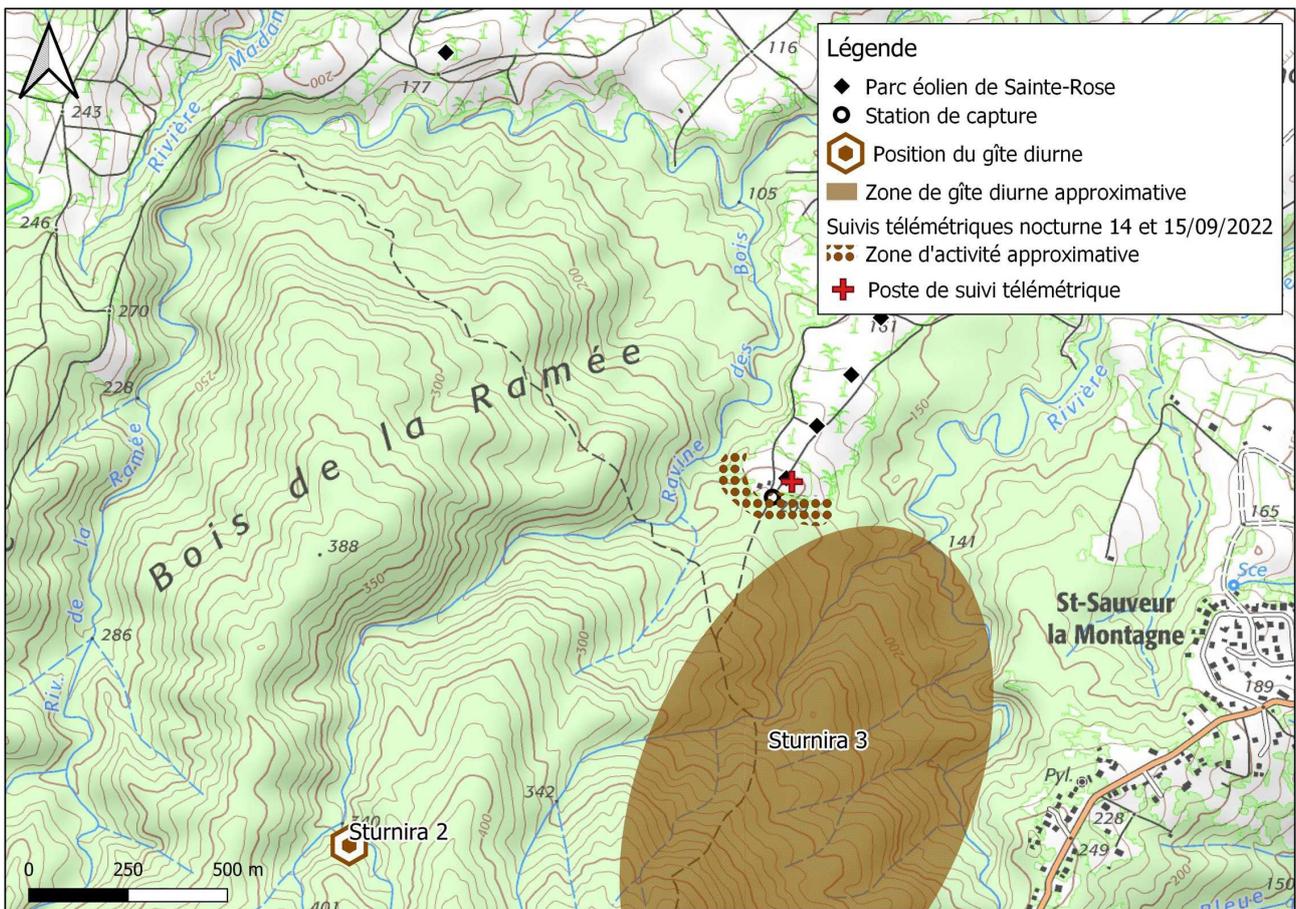


Figure annexe ; 2.

Résultat du suivi télé-métrique des sturnires de la Guadeloupe équipées (Sturnira 2, Sturnira 3).

2. Données supplémentaires acquises au cours des captures des deux sessions d'étude

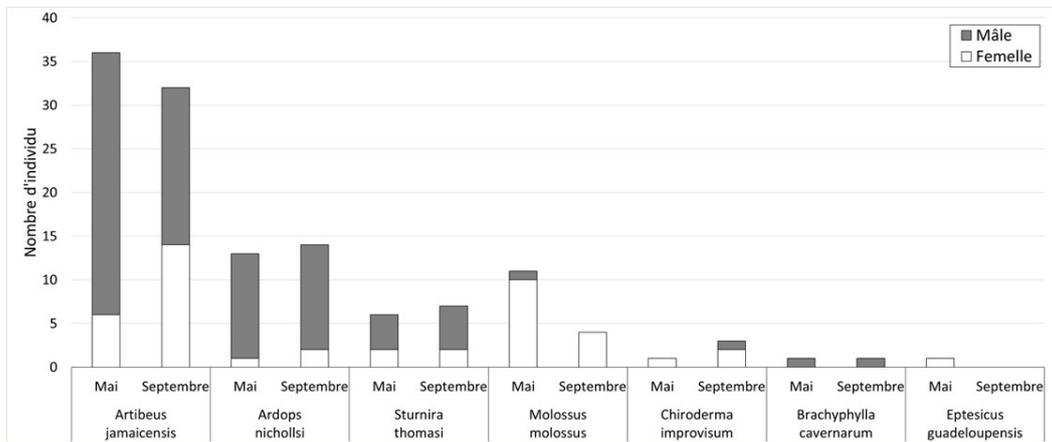


Figure annexe ; 3.
Sex-ratio des différentes espèces capturées.

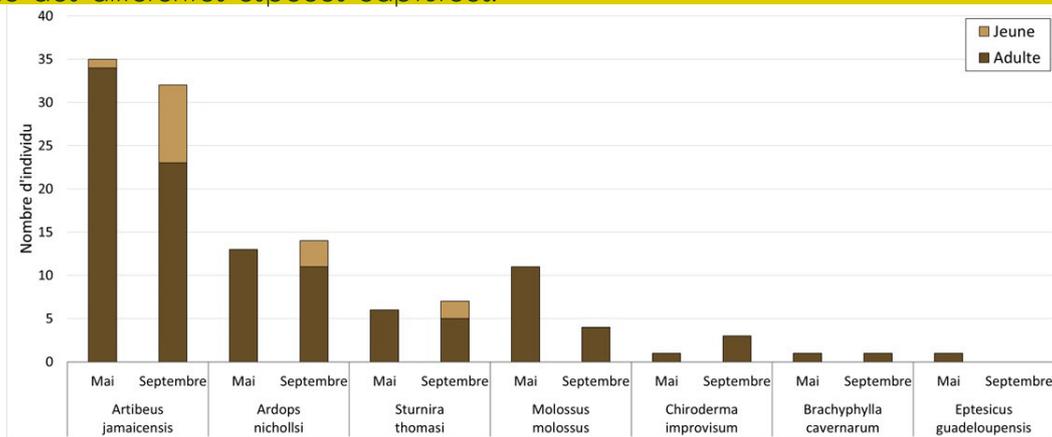


Figure annexe ; 4.
Tranches d'ages des différentes espèces capturées.

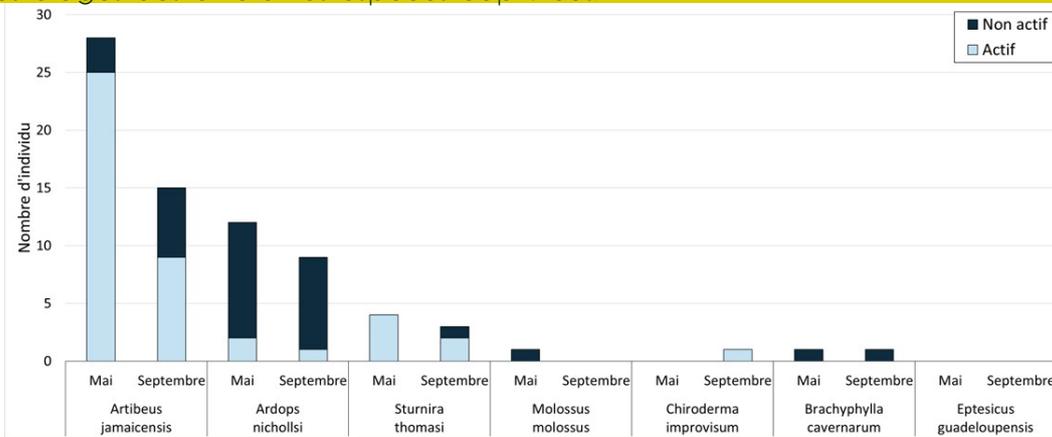


Figure annexe ; 5.
Statuts reproducteurs des mâles des différentes espèces capturées.

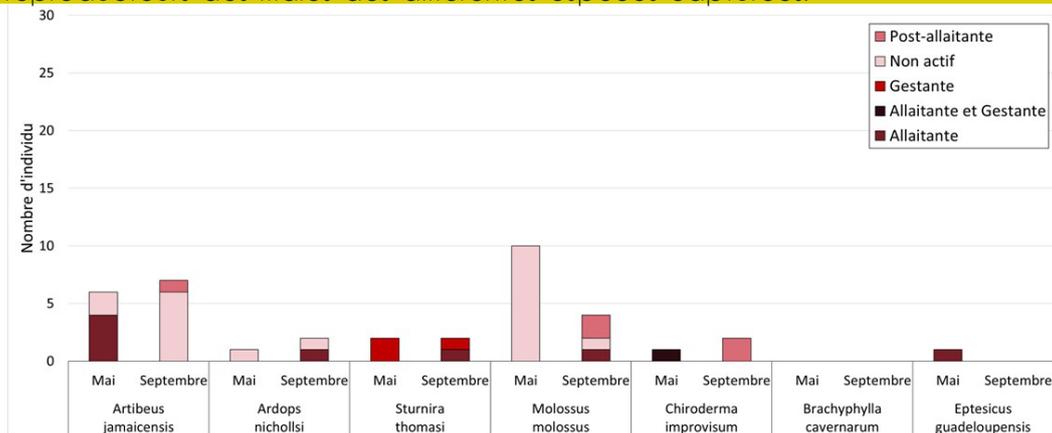


Figure annexe ; 6.
Statuts reproducteurs des femelles des différentes espèces capturées.