HAL
open science

DIpositif de Suivi des Changements socio-écologiques à la Réserve naturelle nationale de la Caravelle (DiSC)

Jean-Raphaël Gros-Désormeaux, Steven Son, Thierry Lesales, Lise Tupiassu, Laurent Louis-Jean

To cite this version:

Jean-Raphaël Gros-Désormeaux, Steven Son, Thierry Lesales, Lise Tupiassu, Laurent Louis-Jean. DIpositif de Suivi des Changements socio-écologiques à la Réserve naturelle nationale de la Caravelle (DiSC). [Rapport de recherche] Centre national de la recherche scientifique; Parc naturel régional de la Martinique; Université des Antilles. 2020. hal-03322283

HAL Id: hal-03322283

https://hal.science/hal-03322283v1

Submitted on 18 Aug 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DiSC

Dispositifs de suivi des changements

CONVENTION DE COLLABORATION SCIENTIFIQUE ENTRE
LE PARC NATUREL REGIONAL DE LA MARTINIQUE ET LE CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

RAPPORT SCIENTIFIQUE DU 1 JANVIER 2016 AU 31 DECEMBRE 2019

Rédigé par

Jean-Raphaël GROS-DESORMEAUX, *chercheur, CNRS*
Steven SON, *chercheur, UMR ECOFOG*
Thierry LESALES, *consultant, CIHENCE sarl*
Lise TUPIASSU, *chercheure, UFPA/CESUPA*
Laurent LOUIS-JEAN, *conservateur, PNRM*

Avec la participation de

Thomas ALEXANDRINE, *gardien de l'environnement, PNRM*
Christophe AUGUSTE, *gardien de l'environnement, PNRM*
Alexis Georges TAYALAY, *naturaliste, AOMA*
Sébastien MOTREUIL, *ingénieur d'étude, UMR Biogéosciences*
Émilie LAGAHE, *ingénieure d'étude, EA AIHP-GEODE*
Jonathan PRIAM, *ingénieur d'étude, UMR LC2S*
Pascal VATBLE, *gardien de l'environnement, PNRM*
Yoann BELROSE, *gardien de l'environnement, PNRM*

En collaboration avec

Nadine VENUMIERE, *conservatrice, PNRM*

SOMMAIRE

1. Objectifs, cadre conceptuel et fabrique des dispositifs 2
2. État des lieux et dispositifs de recherche 5
3. Mise en œuvre des DiSC 8
   3.1 Une équipe en réseau 8
   3.2 Retour d'expérience de la mise en œuvre des dispositifs 8
4. Principaux résultats obtenus 12
   4.1 AXE I. Production de connaissances sur la biologie 12
      4.1.1 Condition corporelle du Moqueur gorge-blanche 12
      4.1.2 Démographie 24
   4.2 AXE II. Production de connaissances sur l'écologie 37
      4.2.1 Alimentation 37
      4.2.2 Nidification 42
   4.3 AXE III. Production de connaissance sur l'ethnoécologie 47
      4.3.1 Fréquentation 47
      4.3.2 Comportements 50
      4.3.3 Vocalises 54
   4.4 AXE IV. Production de connaissance sur la socioécologie 55
      4.4.1 État de l'art de la construction de savoirs 55
      4.4.2 Construction d'un enjeu de conservation 59
5. Limites méthodologiques 61
6. Recommandations 63
7. Bibliographie 64
8. Table des illustrations 69

1. Objectifs, cadre conceptuel et fabrique des dispositifs

Dans le cadre de son plan de gestion 2014-2018 de la Réserve Naturelle Nationale de la presqu'île de la Caravelle (RNNC), le syndicat mixte du Parc Naturel Régional de la Martinique (PNRM) s'est fixé pour objectif de maintenir les populations d'oiseaux endémiques et remarquables qui fréquentent ce site. Les actions de conservation du Moqueur gorge-blanche (*Ramphocinclus brachyurus brachyurus*) de Martinique et de son habitat sont déclinées en trois objectifs opérationnels : la connaissance des populations, la réduction du dérangement et la restauration des espaces d'alimentation et de reproduction.

Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et la Direction de la Biodiversité et de l'Aménagement Durable du Territoire (DBADT) du PNRM collaborent à la mise en œuvre de dispositifs scientifiques fiables, efficients, efficaces, reproductibles et pérennes qui permettraient de fournir des données sur les variations inter et intra annuelles de l'état de la végétation, des usages et du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) dans la RNNC et sur la presqu'île de la Caravelle. Les résultats et les perspectives de recherche qui découlent de cette collaboration alimentent les travaux scientifiques d'un Réseau de recherche international (IRN) porté par le Laboratoire Caribéen de Sciences Sociales (LC2S) en partenariat avec les laboratoires GRED (Gouvernance Risque Environnement Développement) et ECOFOG (Écologie des Forêts de Guyane), ainsi que l'INRAE Antilles-Guyane (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), l'UFPA au Brésil (Universidade Federal do Pará) et l'Université du Costa Rica. L'IRN IRCAB est un Institut de recherche en sciences sociales sur la biodiversité dans la Caraïbe et les Amériques. Ce réseau se veut fondamentalement pluridisciplinaire en croisant des expertises dans les champs académiques de la conservation de la biodiversité, de l'étude des tensions socio-environnementales et de l'écologisation de l'action publique.

Dès lors, lesdits « dispositifs de recherche sur le suivi des variations inter et intra annuelles des changements socio-écologiques et de leurs implications sur la conservation d'un oiseau patrimonial, *Ramphocinclus brachyurus brachyurus* » arborent une triple dimension. Ils se veulent à la frontière des attentes du gestionnaire, des sciences académiques et des sciences participatives. De ce fait, il doit être en congruence avec le concept de « forum hybride » dans lequel des mondes aux préoccupations aussi différentes que complémentaires se rencontrent et se fécondent mutuellement en vue de produire de véritables changements de paradigmes.

L'Institut Écologie et Environnement du CNRS met en œuvre des outils spécifiques pour observer, expérimenter et modéliser le passé et le présent afin de comprendre et de concevoir des moyens de gestion et de remédiation des écosystèmes. Parmi ces dispositifs, nous pouvons citer les écotrons, les stations d'écologie expérimentale, les observatoires hommes-milieux, les bases de données, les conventions d'échange, les groupements de recherche internationaux, les laboratoires internationaux associés, les projets exploratoires, les projets internationaux de coopération scientifique, les réseaux thématiques pluridisciplinaires, les sites d'étude en écologie globale, les zones ateliers et l'Institut de Recherche en Sciences Sociales sur la biodiversité Caraïbes-Amériques (IRCAB).

Le Réseau de recherche international IRCAB porté par le LC2S s'appuie sur la légitimité acquise par ce dernier dans l'étude des processus de problématisation des rapports entre nature et culture – dans deux ensembles régionaux, la Caraïbe et les Amériques – à partir d'une approche résolument pluridisciplinaire. Approcher le changement des trajectoires de conservation selon des perspectives opérationnelles et réflexives est au cœur des activités développées par l'IRCAB.

Afin de répondre à cette ambition, le contrat de collaboration de recherche a pour objectif de fournir une méthode de suivi des variations inter et intra annuelle des changements socio-écologiques, mis en œuvre pour l'étude et le suivi de trois objets : la végétation, en termes d'habitat du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ; les usages, en termes de dérangement pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ; et les populations, en termes d'effectifs.

Les dispositifs doivent intégrer les contraintes suivantes :

- la prise en compte des protocoles de suivis scientifiques existants ;
- la conformité entre les méthodes de recueil de données et les possibilités des agents en charge de pérenniser les dispositifs ;
- le respect du bien-être des animaux en limitant dans le temps et dans l'espace les dérangements occasionnés pour les besoins de la recherche.

Le contrat de collaboration de recherche se structure en cinq phases :

- Un état des lieux des dispositifs de recherche mis en œuvre sur le site d'étude
- La conception de dispositifs de recherche efficients
- La mise en œuvre des « dispositifs de recherche »
- Le recueil de données
- La finalisation

Les DiSC s'inscrivent pleinement dans la « recherche-action » : « il s'agit d'une démarche fondamentale dans les sciences de l'homme, qui naît de la rencontre entre une volonté de changement et une intuition de recherche » (Lewin 1947, in Lefrançois 1997). Lewin (1947) précise que « la recherche-action poursuit un objectif dual qui consiste à réussir un projet de changement délibéré, et ce faisant, faire avancer les connaissances fondamentales dans les sciences de l'homme. Toujours selon Lewin (1947), « la recherche-action s'appuie sur un travail conjoint entre toutes les personnes concernées et se développe au sein d'un cadre éthique négocié et accepté de tous ». Cette pratique de la recherche se structure en trois catégories : la recherche participative, la recherche collaborative et la recherche intervention. Dans le cadre des DiSC, ces différentes approches sont mobilisables selon la typologie des dispositifs envisagés. L'action participative considère que la recherche est un processus de création de savoirs, d'éducation, de développement de conscience et de mobilisation pour l'action. Les sujets qui s'inscrivent dans cette démarche ne sont plus des partenaires gestionnaires, mais deviennent des instruments au service de la production de savoirs académiques. La recherche collaborative désigne les différentes formes de partenariats qui impliquent la coopération entre acteurs sociaux, intervenants et chercheurs principalement. Lefrançois (1997) précise qu'il s'agit d'une « démarche d'investigation scientifique multi finalisée, impliquant une coopération étroite entre les personnes œuvrant dans le domaine de la recherche et les gestionnaires ». Dans ce contexte,

chaque acteur appuie les actions et les objectifs de chaque autre partenaire, sans se les approprier et sans forcément les intégrer à leur propre logique de gestion. Dans cette configuration, le chercheur est essentiellement engagé autour de son sujet et de ses propres objectifs de recherche. La recherche intervention implique un engagement direct du chercheur dans la construction concrète des réalités observées. Dans cette situation, le chercheur propose en plus une formalisation du changement poursuivi et conçoit des outils qui aident à l'installer conformément au modèle de gestion formalisé. Les recherches participatives et collaboratives ne suggèrent pas de formalisation du changement, car le chercheur part d'une situation initiale perçue par l'observation ou les représentations de données par les acteurs. Dans la recherche intervention, le chercheur participe et assume pleinement son action dans le changement et dans la construction d'une réalité dont il est le co-auteur. Il assume ses impacts et les biais que lui-même construit dans sa recherche. Le chercheur se confronte aux regards critiques des autres acteurs en acceptant la remise en question de ses méthodes, de ses hypothèses et même de la pertinence de ses objectifs. Il s'agit de situations dans lesquelles la science est en société en tenant compte de sa propre sociologie.

2. État des lieux et dispositifs de recherche

L'état des lieux des recherches mis en œuvre sur le site d'étude a permis de faire émerger deux principales catégories de dispositifs : ceux que nous qualifierons de « ponctuels », dont l'objectif est de répondre à une question particulière, et ceux qui peuvent être qualifiés de « récurrents » du fait de leur reproductibilité dans le temps.

Les dispositifs de recherche ponctuels sont des études dont l'objectif est de produire un rapport qui apporte une connaissance nouvelle sur l'un des trois objets précités en liaison avec l'espèce (végétation, usages et populations). Ce type de production comprend des articles scientifiques ainsi que des rapports techniques et académiques. Les thématiques traitées sont extrêmement variées : écologie comportementale, éthologie, écologie moléculaire, bioacoustique, chorologie, phylogéographie, synécologie, dérangements anthropiques, biologie des populations, prédation et compétition interspécifique. La variété des thèmes abordés illustre le potentiel offert par le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) dans la production de connaissances nouvelles. Néanmoins, la parcimonie des informations obtenues ne permet pas au gestionnaire d'envisager des actions concrètes de conservation comme la translocation de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) et le contrôle de certains prédateurs. Cela s'explique par les incertitudes qui demeurent dans les savoirs produits à cause d'échantillons peu représentatifs aussi bien dans l'espace que dans le temps.

Les dispositifs de recherche récurrents sont des suivis qui alimentent des bases de données dans des intervalles de temps fixes dans certains cas et variables dans d'autres. Ce type de démarche comprend principalement des actions planifiées portées par le PNRM. Ce sont les travaux de suivi des populations de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) réalisés par des associations, les inventaires des placettes forestières permanentes et les données collectées par les compteurs de fréquentation de la RNNC. Indépendamment des actions initiées par le PNRM, d'autres outils d'acquisition de données ont été mobilisés individuellement par des bagueurs certifiés par le Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO) au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) de Paris. Malgré les biais que suscite cette approche participative individualisée, elle offre l'opportunité de connaître l'évolution des captures et recaptures de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) depuis les années 1990. L'état des lieux des dispositifs de recherche mis en œuvre sur le site d'étude est actuellement achevé. Ce livrable est disponible sous la forme de dossier numérique contenant des fichiers bruts destinés à alimenter l'Observatoire Martiniquais de la Biodiversité (OMB). Cette base de données a fait l'objet d'une analyse exploratoire durant la deuxième année du contrat de collaboration. Les résultats de cette analyse ont alimenté les trois études.

L'ensemble de ces dispositifs traduit trois situations de production de savoirs à la RNNC. La première situation est celle de la production de savoirs écologiques d'usages basés sur l'expérience essentiellement portés par des militants, des naturalistes, des associatifs, des passionnés qui observent régulièrement la nature depuis plusieurs années. Leurs expériences (observations, analyses et avis) sont intégrées et prises en considération dans le cadre de réunions comme celles menées par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) et par le Conseil Scientifique et Culturel du Parc Naturel Régional de la Martinique (CSCPNRM), mais aussi plus largement à l'occasion d'autres

formes de production de savoirs. La deuxième situation de production de savoirs à la RNNC peut-être formalisée comme étant institutionnelle. Elle correspond aux nombreuses et riches études commandées pour répondre aux besoins de connaissances du PNRM dans l'exercice de ses missions. Ces activités sont généralement sous la responsabilité scientifique d'associations, de bureaux d'étude et plus largement d'experts. Enfin, la troisième situation renvoie à la production de savoirs académiques : ce sont les connaissances qui sont reconnues par la communauté scientifique internationale (articles de revues classées, thèses, dispositifs de recherche institutionnalisés, ateliers, séminaires, colloques et autres manifestations scientifiques labellisées).

Les DiSC sont un espace de co-construction d'objectifs, d'hypothèses, de méthodes, d'analyses et d'organisation d'une recherche intervention commune, admise, voulue et intégrée à la gestion et à la recherche. L'éthique qui construit les dispositifs repose sur le principe que rien n'existe à priori pour les différents partis. Les visions des uns et des autres (chercheurs et gestionnaires) n'entretiennent pas de rapports de domination, mais sont accueillies, discutées, confrontées, testées et surtout respectées. Les seuls objets qui fédèrent initialement les participants sont les processus observés (le changement), l'objet (le Moqueur gorge-blanche) et le lieu (la RNNC et la presqu'île de la Caravelle). Les travaux d'élaboration et d'expérimentation de dispositifs de recherche réalisés ont permis l'émergence de quatre axes :

- le premier, biologique, centré sur l'observation des individus ;
- le deuxième, écologique, centré sur l'observation de la végétation ;
- le troisième, ethnoécologique, centré sur l'observation des comportements des personnes qui fréquentent la RNNC ;
- le quatrième, socioécologique, centré sur la construction de l'enjeu de conservation à partir d'un état de l'art de la construction des savoirs.

L'une des originalités des dispositifs tient du fait qu'ils induisent toujours un changement dont ils mesurent les impacts (installation de panneaux d'information, installation de pièges pour prédateurs, changements climatiques, etc.). L'autre originalité provient du fait que ces dispositifs font dialoguer des représentants des trois précédents registres épistémologiques de production de savoirs, pour co-construire des hypothèses, des questions et des méthodologies de recherche dans lesquelles les porteurs des différents registres se retrouvent.

Dans le cadre de la fabrique institutionnelle de dispositifs de suivi, les partenaires se sont accordés sur six dispositifs applicables sur quatre sites de la presqu'île de la Caravelle, Château Dubuc et Balata à l'intérieur de la RNNC et Morne Pavillon et Anse Spoutourne à l'extérieur de la RNNC (figure 1) :

- « Record » est un dispositif qui vise à suivre les changements de comportements du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) par l'observation de la vigilance et de l'effort de capture des individus ;
- « Canopy » vise à évaluer et à suivre les changements des couvertures forestières dans différentes placettes floristiques de l'écotope du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ;
- « Killer » observe la régulation des prédateurs (rats, mangoustes, etc.) et leurs changements de comportement face aux outils d'élimination installés dans des écotopes du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ;

- « LandUse » est un dispositif visant à suivre la fréquentation et les comportements des visiteurs au sein des écotopes du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ;
- « Catching » consiste en l'organisation d'opérations de marquage et de prélèvements de tissu (plumes et/ou sang) du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) afin de mesurer les changements des variables biologiques suivantes : stress, condition corporelle, parasitisme, sex-ratio et effectifs ;
- « Breeding » est un suivi des changements dans la nidification (architecture des supports et taux d'échec) du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

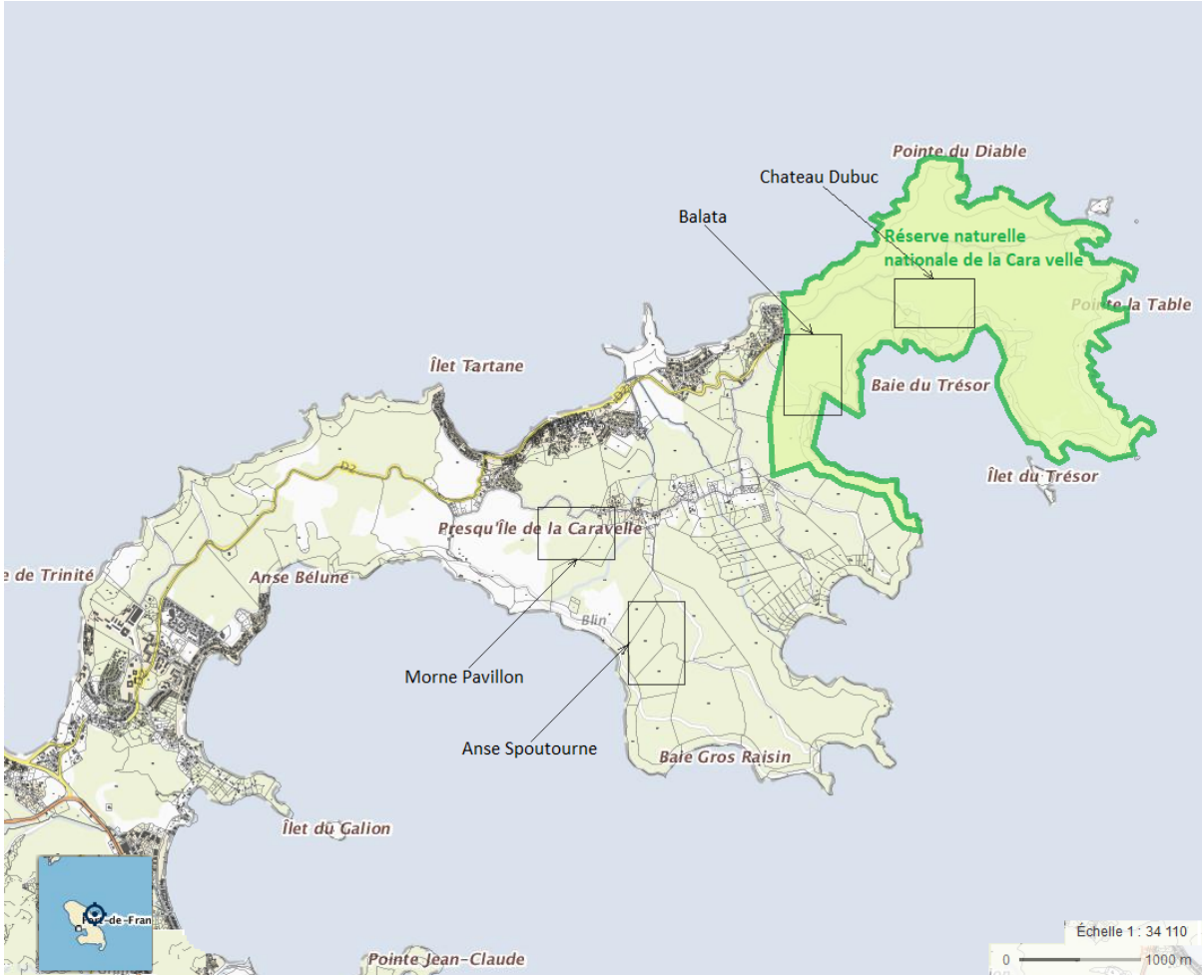

Figure 1. Sites d'application des dispositifs

3. Mise en œuvre des DiSC

Chaque dispositif a été mis en œuvre à partir d'une méthodologie expérimentale « essai-erreur » qui s'est avérée particulièrement chronophage avant l'obtention de procédures satisfaisantes par rapport aux attentes de la recherche et de la conservation. Le temps consacré aux campagnes de captures a été de 1164 heures réparties sur trois ans. Cela représente 388 heures par an, soit 33 heures en moyenne par mois. À ce temps consacré à la capture-marquage-recapture (CMR) s'ajoutent 525 heures d'observations comportementales, dont 390 heures d'observations directes, et 45 heures d'observations indirectes (enregistrements vidéo) sur trois ans. Cela représente en moyenne 175 heures par an, soit 15 heures par mois. L'évaluation des conditions alimentaires et de nidification du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) représente 180 heures de terrain sur deux ans, soit 8 heures par mois. En y ajoutant les 5 heures mensuelles consacrées à la mise en œuvre du dispositif « Canopy », le temps consacré à la collecte de données représente plus de 2000 heures de terrain, soit près d'une centaine de jours effectivement consacrés à l'observation du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) et de son habitat.

3.1 Une équipe en réseau

La première étape a consisté à formaliser un réseau de parties prenantes associant les coordinateurs du projet aux agents et aux experts concernés par la conservation du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Les membres de ce réseau sont Thomas Alexandrine (gardien de l'environnement responsable des activités terrain), Frank Cézilly (expert scientifique responsable du co-encadrement des missions scientifiques et pédagogiques d'un stagiaire en écologie comportementale), Jean-Raphaël Gros-Désormeaux (coordinateur du projet pour le CNRS), Emilie Lagahé (experte scientifique responsable technique de la cartographie), Thierry Lesales (expert naturaliste responsable de l'intégration des sciences participatives), Sébastien Motreuil (expert scientifique responsable technique des opérations de capture, de marquage et de prélèvements sanguins), Jennifer Mortensen (experte scientifique associée aux opérations de capture, de marquage et de prélèvements sanguins), Jonathan Priam (expert scientifique responsable de la bioacoustique), Georges Alexis Tayalay (expert ornithologue responsable logistique), Lise Tupiassu (experte dispositifs de politiques environnementales) et Nadine Vénumière (coordinatrice du projet pour le PNRM) qui a été ensuite remplacée par Laurent Louis-Jean (conservateur des Réserves Naturelles Nationales pour le PNRM). Ces mises en liens ont été concrétisées par plusieurs réunions au siège du PNRM, des prospections de terrain et de nombreux échanges directs ou indirects entre membres du réseau.

3.2 Retour d'expérience de la mise en œuvre des dispositifs

« Canopy » : à partir des résultats des premiers échanges, le groupe de travail a choisi de focaliser l'étude de la végétation sur la mise en œuvre d'un suivi de l'état de la biomasse végétale à partir de méthodes de photo-interprétation assistées par ordinateur. En effet, les travaux de suivi de la

végétation coordonnés par le PNRM sous la responsabilité scientifique de Michel Vennetier (INRAE ex. INRA) depuis 1990, permettent la collecte de données sur les espèces présentes, leur évolution morphologique, leur phytosociologie, leur abondance ainsi que leur densité. Les reproductibilités du protocole aussi bien dans le temps que dans l'espace, permettront de répondre aux questionnements relatifs à l'observation de changements du point de vue de la phytosociologie. Néanmoins, l'architecture de la végétation, reconnue pour son influence sur les oiseaux, n'est pas prise en compte dans le protocole d'inventaire de placettes permanentes. Or dès la fin des années 1990, Berthol signalait déjà un accroissement moyen important des indices de végétation calculés à partir des images satellites. Afin de considérer l'évolution de la structure spatiale de la biomasse, nous avons expérimenté deux sources de données : l'une in situ (la photographie) et l'autre ex-situ (l'image satellite). Le retour d'expérience du projet Caribsat nous a conduit à éliminer l'utilisation de l'image satellite. En effet, bien que les résolutions et les mises à jour s'avèrent de plus en plus performantes, les contraintes liées à la présence de nuages, aux problèmes de capteurs et à la complexité des traitements, limitent l'efficience d'un dispositif basé sur ce type de ressource. Ainsi, nous avons fait le choix d'utiliser des prises de vue à partir de points d'observation situés notamment au centre de placettes caractéristiques de l'habitat (figure 2). Durant les tests, l'appareil photographique a été placé à 20 cm du sol, avec un objectif qui respecte un angle de 90° par rapport à la voute céleste.

Figure 2. Exemple de prise de vue à partir du centre d'une placette écologique

« LandUse » : les réflexions relatives au suivi des usages nous ont conduits à choisir prioritairement le renforcement du dispositif existant en programmant d'installer un compteur et un piège vidéo sur le petit sentier de la RNNC, identifié comme l'un des sites de prédilection du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Les données collectées par ces deux instruments seront aussi complétées par une mobilisation planifiée des gardiens pour la détection d'unités fonctionnelles anormales ou exceptionnelles. La caractérisation des différentes catégories de ce type de comportement s'appuie principalement sur les données collectées par Thierry Lesales dans le cadre d'une étude éthologique. La question des seuils de dérangements sonores a été traitée dans le cadre des travaux de Katie Johnonson.

« Catching » : la question qui a fortement mobilisé le groupe de travail reste celle de l'étude et du suivi des populations. Après analyse des données historiques, il s'est avéré que la méthode du suivi indirect par Indice Ponctuel d'Abondance (IPA) ne permettait pas de détecter les éventuelles variations au sein des populations de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) dont l'effectif est particulièrement faible. Le groupe de travail a donc retenu le principe méthodologique de la capture avec marquage des individus et prélèvements sanguins. Le fait de coupler marquage et prélèvements sanguins permettra de répondre aux interrogations relatives à l'évolution des populations et l'état sanitaire (parasitologie) des individus. Afin de bénéficier d'une autorisation de capture et de prélèvements sanguins, nous avons obtenu une dérogation à la capture ou l'enlèvement de spécimens d'espèces animales protégées (figure 3). En collaboration avec l'association Caribaea initiative et le laboratoire Biogéoscience de l'Université de Bourgogne, nous avons retenu le principe de mobiliser un étudiant co-encadré par Frank Cézilly, Jean-Raphaël Gros-Désormeaux et Sébastien Motreuil sur les différentes tâches. Précisons que les membres du groupe de travail se sont entendus sur le principe de minimiser au maximum les pressions occasionnées par les sessions de capture.

« Breeding » : ce dispositif a permis de localiser et de comptabiliser les nids des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*), leur état et leur support.

« Killer » : ce dispositif a permis de constater la présence effective de quatre espèces problématiques (rats, mangoustes, manicou et chats). Il a permis de tester l'efficacité des piégeages au moyen de pièges à gaz de type « A24 ». Ce type de technologie néo-zélandaise est peu contraignant en termes de temps « agent » (un à deux passages par mois contre deux passages par jour pour le système classique avec cage), plus hygiénique, facile d'utilisation et sans biocides. Un piston létal fonctionnant au CO2 comprimé permet la mise à mort instantanée et sans souffrance des espèces cibles. Le piège se réarme automatiquement après chaque frappe et permet d'effectuer jusqu'à 24 éliminations successives par capsule de CO2. Cette technique est actuellement privilégiée pour la dératisation et le contrôle des populations de mangoustes et de rats dans le cadre du projet LIFE BIODIV'OM.

« Record » : ce dispositif s'est focalisé sur l'observation des comportements de l'oiseau en situation de recherche alimentaire. Il a permis de mesurer la vigilance de moqueurs gorge-blanche selon leur plus ou moins grande proximité aux sentiers.

ARRETE :

ARTICLE 1

Messieurs Jean-Raphaël GROS-DESORMEAUX et Sébastien MOTREUIL ainsi que Madame Jennifer MORTENSEN sont autorisés, à des fins scientifiques et dans les conditions fixées par les articles 2 à 4 du présent arrêté,

- à CAPTURER-MARQUER-RELACHER des spécimens vivants de Moqueurs gorge-blanche (*Ramphocinclus brachyurus*) sur le territoire de la commune de La Trinité ;

- à PRELEVER-TRANSPORTER-DETENIR-UTILISER-DETRUIRE des échantillons de matériel biologique (sang, plumes) collectés sur des moqueurs à gorge-blanche.

ARTICLE 2

Les opérations s'inscrivent dans le cadre d'un programme de recherche coordonné par le Centre National de la Recherche Scientifique, l'Université des Antilles et le Parc Naturel régional de la Martinique. Avec l'appui de Madame MORTENSEN qui a travaillé sur Ste Lucie, l'objectif sera d'améliorer les connaissances sur les moqueurs à gorge-blanche de la presqu'île de la Caravelle (commune de La Trinité).

Grâce à des analyses génétiques, l'étude vise à démontrer que les oiseaux présents en Martinique appartiennent à une autre espèce que ceux de Ste Lucie. Dans le même temps, les scientifiques évalueront le degré de parasitisme des oiseaux capturés.

ARTICLE 3

Les oiseaux seront attirés par des sons pré-enregistrés puis ils seront capturés grâce à des filets japonais. Cette étape doit permettre de réaliser un prélèvement sanguin (50µl) pour réaliser les analyses génétiques prévues ultérieurement.

Des bagues pourront être apposées pour reconnaître les oiseaux déjà capturés.

En période de nidification, il conviendra de rester vigilant sur le possible dérangement des oiseaux. Si des signes de stress sont observés (abandon des œufs, fuites des oiseaux,...), y compris dans les autres populations d'oiseaux, l'opération devra être suspendue.

Lors des opérations de terrain, les trois scientifiques pourront être assistés de naturalistes locaux impliqués dans les programmes de suivi et de préservation de l'avifaune martiniquaise.

Le nombre de moqueurs à gorge-blanche pouvant être capturés n'est pas limité.

Les prélèvements biologiques pourront être transportés ou expédiés de la Martinique vers un autre département français ainsi que vers l'étranger.

ARTICLE 4

Les autorisations sont délivrées pour les années 2016 à 2019 inclus.

ARTICLE 5

Monsieur Jean-Raphaël GROS-DESORMEAUX rédigera un rapport annuel présentant les interventions effectuées (dates de mission, participants, lieu précis, …), le nombre de

2/3

Figure 3. Extrait de dérogation

4. Principaux résultats obtenus

Les résultats suivants, obtenus grâce aux différents dispositifs, souhaitent éclairer le gestionnaire sur les trois principaux enjeux de connaissance pour la conservation du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) et de son habitat : la biologie (conditions corporelles et démoécologie), les dérangements (fréquentation humaine) et les écotopes (alimentation et reproduction). Nous avons jugé pertinent de compléter ces trois enjeux écologiques par une relecture socioécologique de la construction scientifico-naturaliste de l'enjeu de conservation du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

4.1 AXE I. Production de connaissances sur la biologie

4.1.1 Condition corporelle du Moqueur gorge-blanche

L'analyse de la condition corporelle des individus a été jugée par les gestionnaires et les chercheurs comme étant un compromis acceptable capable d'apporter des informations aussi bien sur les conditions physiologiques des individus que sur l'évolution des caractères morphologiques des populations. La condition corporelle pour les moqueurs gorge-blanche a été estimée par le calcul de l'indice de masse mise à l'échelle. Cet indice a été présenté comme un indicateur fiable de la quantité relative de réserves énergétiques (Peig et Green 2009, 2010). La condition corporelle peut-être définie comme le capital énergétique accumulé dans le corps résultant de la nutrition. Ainsi, il est supposé comme étant un indicateur de la santé et de la qualité d'un individu (Peig et Green 2009). Cet indice est supposé comme étant un bon prédicteur du fitness et les comparaisons entre habitats peuvent apporter d'importantes informations pour la gestion. Il autorise ainsi la comparaison entre les différents groupes d'individus définis par leur site de capture.

4.1.1.1 Résultats

Entre 1994 et 2005, 79 moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ont été capturés par l'Association ornithologique de la Martinique (AOMA), dont 41 à l'intérieur de la Réserve et 38 à Anse Spoutourne.

Leurs caractères morphologiques ont été comparés en fonction de l'année et/ou du site par une analyse de la variance (ANOVA) (tableau 1).

Tableau 1. Résultats de l'analyse de la variance sur les caractères morphologiques de moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) mesurés par Tayalay *et al*. (1994 -2005). Les résultats significatifs sont en gras. *** correspond à une significativité ou p< 5‰. ** correspond à un niveau de significativité ou p<1 ‰. * correspond à une significativité ou p<5%.

Caractère morphologique / Variable	F	d.d.l.	*p*
Masse			
Effet site	**7,424**	**1**	**0,00826 ****
Effet année	0,360	9	0,9498
Effet interaction site-année	1,006	10	0,40
Longueur du Tarse			
Effet site	**5,106**	**1**	**0,0271***
Effet année	0,494	9	0,8734
Effet interaction site-année	0,9554	10	0,4899
Longueur du Bec			
Effet site	**10,399**	**1**	**0,00195 ****
Effet année	0,394	9	0,9338
Effet interaction site-année	1,395	10	0,202
Longueur de l'Aile			
Effet site	**32,257**	**1**	**3,17 e^{-07}*****

Effet année	2,7373	9	0,407
Effet interaction site-année	**4,176**	**10**	**0,0001649 *****

L'ANOVA montre des différences significatives entre l'intérieur et l'extérieur de la Réserve pour l'ensemble des caractères étudiés. Néanmoins, il n'y a pas de différence significative d'une année à l'autre pour ces caractères mesurés de 1994 à 2005 (tableau 1).

Ainsi, l'effet site de ces caractères morphologiques a été analysé (figures 4, 5, 6 et 7).

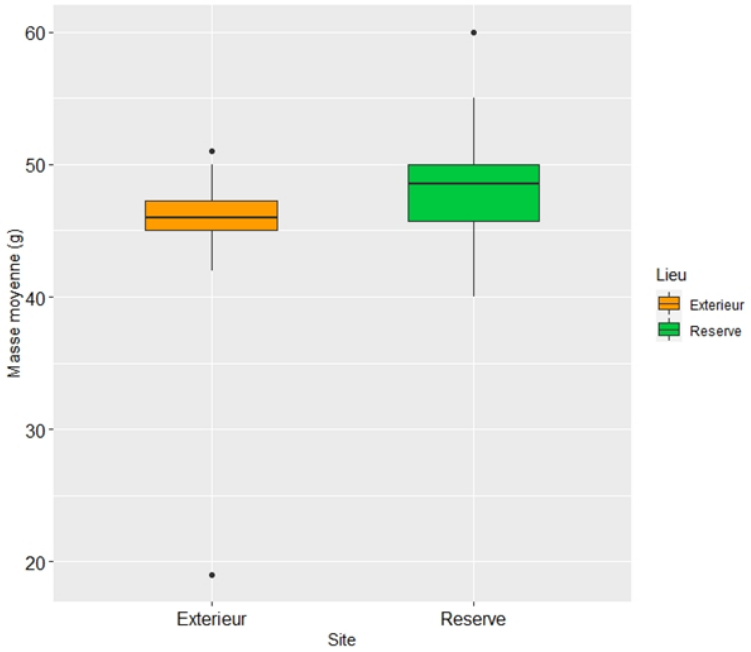

Figure 4. Masses moyennes (en g) mesurées pour les moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 1994 et 2005

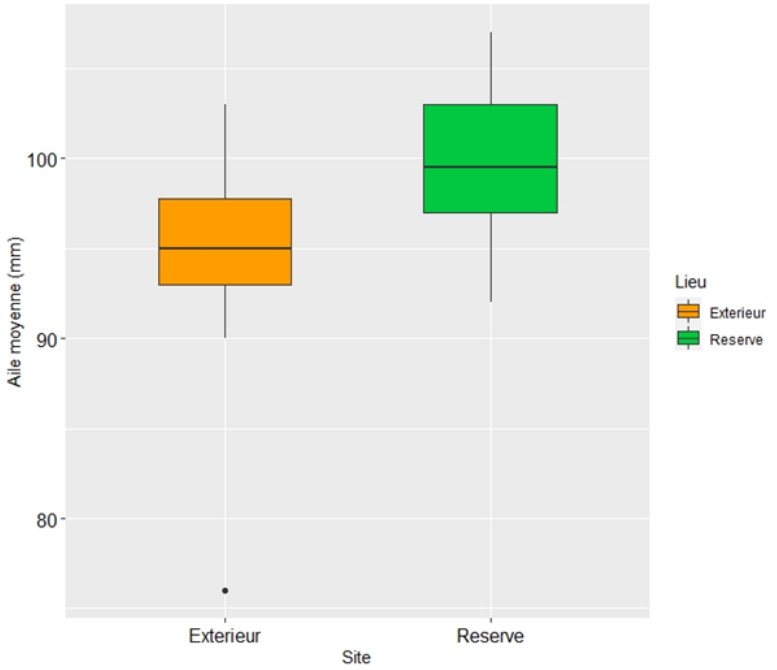

Figure 5. Mesures moyennes d'ailes (en mm) de moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 1994 et 2005

.

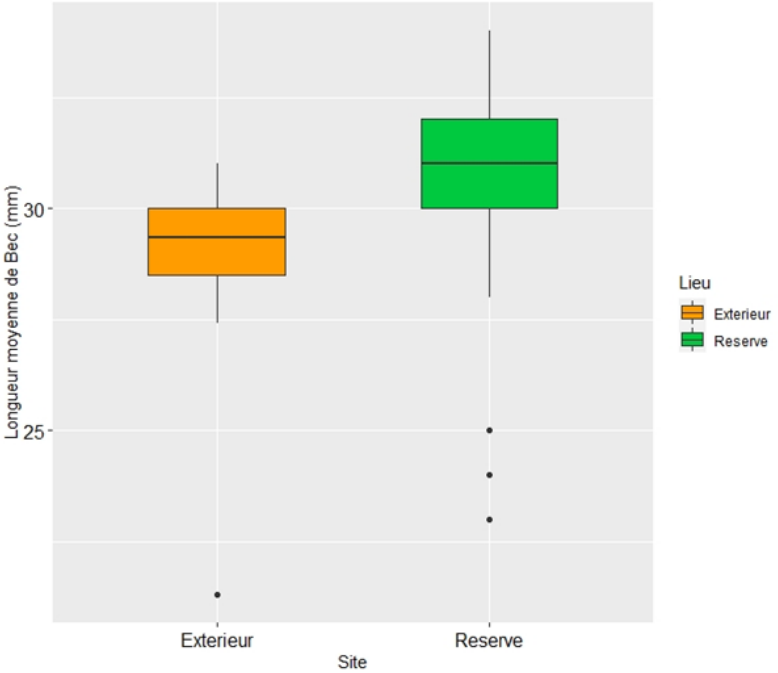

Figure 6. Mesures moyennes de longueur de becs (en mm) pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 1994 et 2005.

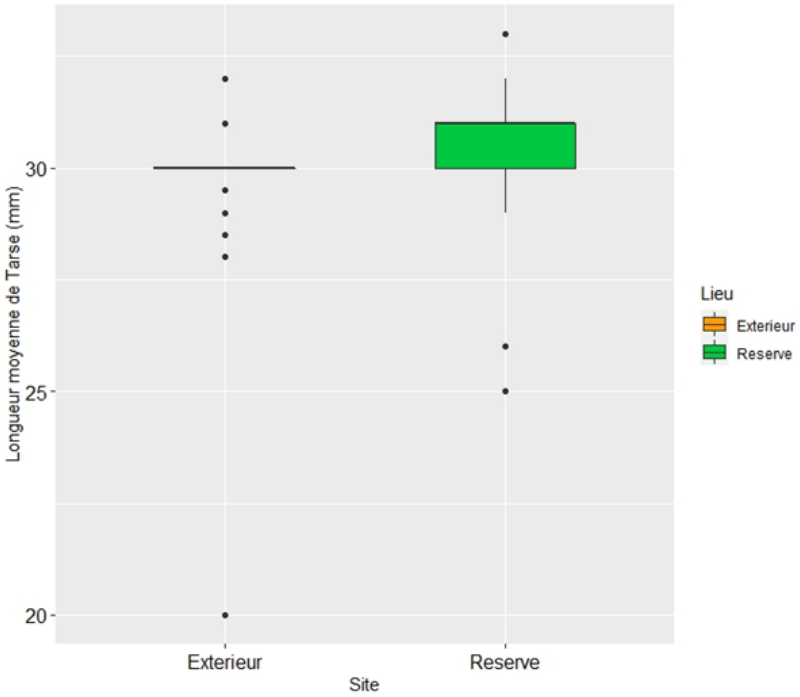

Figure 7. Mesures moyennes de longueurs de tarses (en mm) pour les moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 1994 et 2005.

Les individus à l'intérieur de la Réserve sont en moyenne plus grands et plus lourds que ceux se trouvant à l'extérieur (figures 4, 5, 6 et 7).

La comparaison des tailles d'ailes a été effectuée en fonction des années (figure 8).

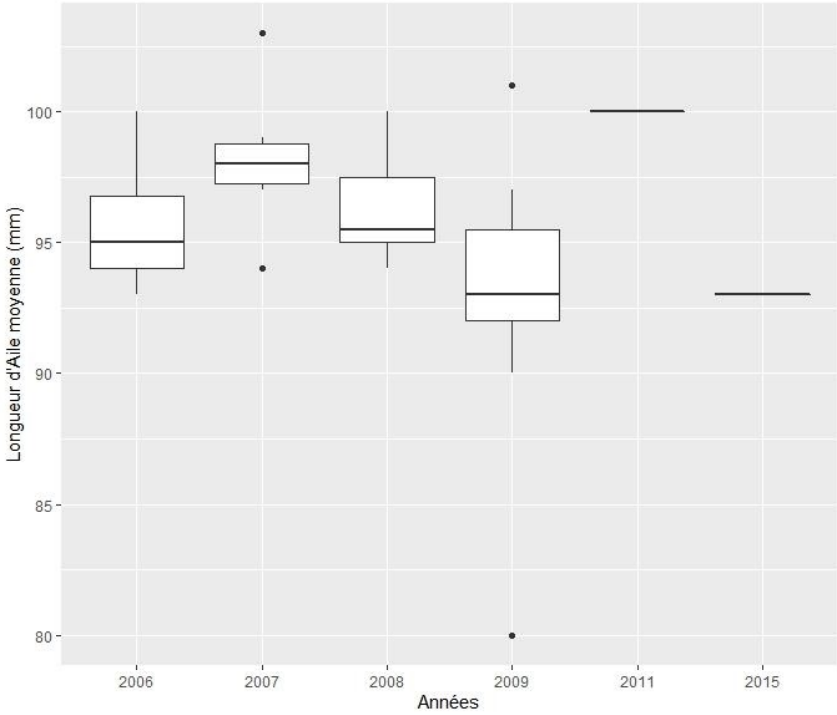

Figure 8. Longueurs d'ailes moyennes de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) représentées en fonction de l'année de mesure (2005-2016). Les longueurs d'ailes sont exprimées en millimètres.

A l'analyse des données, on observe qu'en moyenne, les tailles d'ailes mesurées en 2009 sont significativement plus petites que celles mesurées les autres années (figure 8).

Entre 2006 et 2015, 63 moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ont été capturés par Belfan et Condé au « lieu-dit » Anse Spoutourne.

Les caractères morphologiques ont de même été comparés en fonction de l'année (tableau 2).

Tableau 2. Résultats de l'analyse de la variance sur les caractères morphologiques de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) mesurés par Belfan et Condé (2006-2015).

Les résultats significatifs sont en gras* correspond à une significativité ou p<5%.

Caractère morphologique / Variable	F	d.d.l.	*p*
Masse			
Effet année	0,84	5 ; 37	0,5303
Longueur du tarse			
Effet année	0,1978	5 ; 37	0,9613
Longueur du bec			
Effet année	0,394	5 ; 37	0,9338
Longueur de l'aile			
Effet année	**3,3652**	**5 ; 37**	**0,01323 ***

L'analyse de la variance (ANOVA) ne montre pas de différences significatives pour les caractères considérés en fonction de l'année, à l'exception des mesures de taille d'ailes (tableau 2).

Entre 2016 et 2018, nous avons capturé 63 individus, dont 42 à la Réserve et 21 à Anse Spoutourne.

Leurs caractères morphologiques ont été également comparés en fonction de l'année et/ou du site par une ANOVA (tableau 3).

Tableau 3. Résultats de l'analyse de la variance sur les caractères morphologiques des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) mesurés par Son *et al*. (2016-2018). Les résultats significatifs sont en gras.* correspond à une significativité ou p<5%.

Caractère morphologique / Variable	F	d.d.l.	*p*
Masse			
Effet site	**6,1252**	**1**	**0,01617 ***
Effet année	1,43	2	0,242
Effet interaction site-année	2,0244	3	0,1204
Longueur du Tarse			
Effet site	**4,785**	**1**	**0,0326 ***
Effet année	1,978	2	0,147
Effet interaction site-année	**2,5703**	**3**	**0,06272**
Longueur du Bec			
Effet site	**187,35**	**1**	**$<10^{-5}$**
Effet année	**85,065**	**2**	**$<10^{-5}$**

Effet interaction site-année	**119,16**	**3**	**<10^{-5}**
Longueur de l'Aile			
Effet site	0,1067	1	0,7450
Effet année	1,8950	2	0,1594
Effet interaction site-année	1,2989	3	0,2833

L'ANOVA (tableau 3) montre des différences significatives entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve pour l'ensemble des caractères étudiés, sauf pour les longueurs d'ailes. Des différences significatives sont aussi observées entre la longueur des becs des individus capturés au cours des différentes années. La différence est beaucoup plus significative pour l'année 2016 : les individus capturés avaient en moyenne des becs plus petits que les individus capturés au cours des autres années. L'ANOVA ne montre pas de différences significatives entre la longueur des ailes des individus capturés au cours des différentes années (F_2= 1,895; p=0,159). Elle ne montre pas non plus de différences significatives entre la longueur des ailes des individus capturés dans la Réserve et à l'extérieur.

L'effet site des caractères morphologiques de ces individus a été analysé (figures 9, 10, 11 et 12).

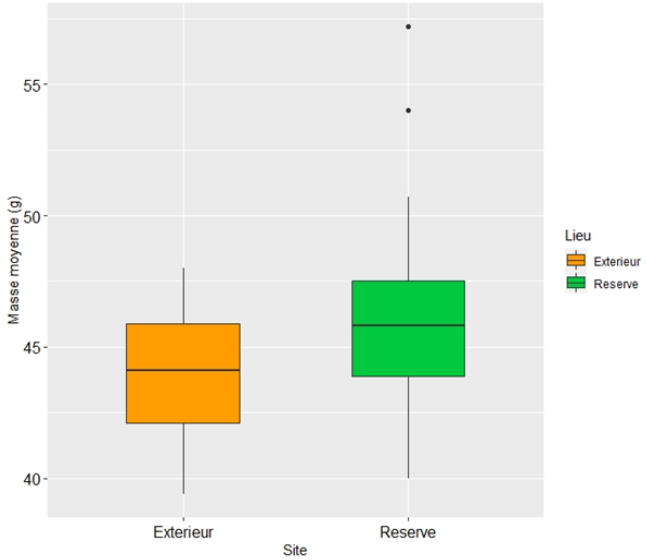

Figure 9. Masses moyennes (en g) mesurées pour des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 2016 et 2018.

L'ANOVA ne montre pas de différences significatives entre la masse des individus capturés au cours des différentes années étudiées (F_2 = 1,43; *p*=0,248). Elle met cependant en évidence des différences significatives entre les masses des individus capturés dans la Réserve et celles des individus capturés à Anse Spoutourne (F_1 = 6,125 ; *p*=0,0162). Les individus capturés dans la Réserve ont en moyenne une masse plus importante que ceux capturés à l'extérieur (figure 9).

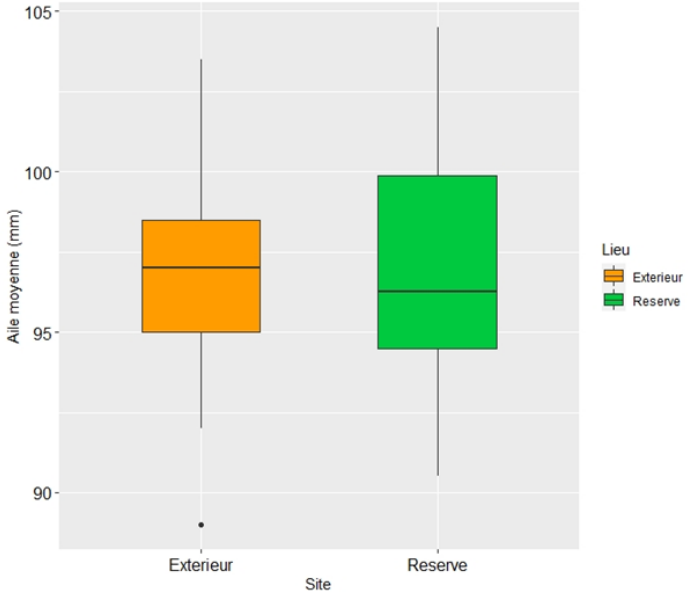

Figure 10. Longueurs moyennes d'ailes mesurées pour des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 2016 et 2018.

L'ANOVA ne montre pas non plus de différences significatives entre la longueur des ailes des individus capturés dans la Réserve et à l'extérieur (F_2= 1,895; *p*=0,159).

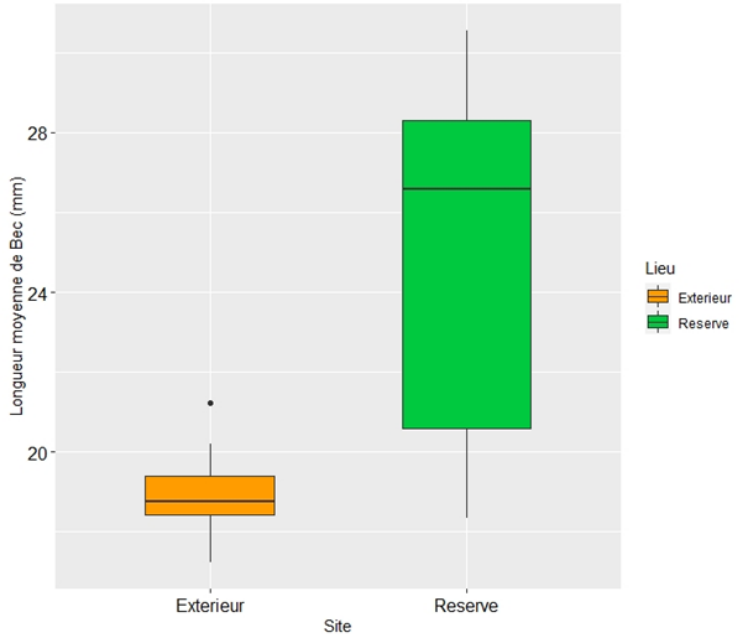

Figure 11. Longueurs moyennes de becs mesurées pour des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 2016 et 2018.

Dans la Réserve, les individus capturés ont des becs plus longs que ceux de l'extérieur de la Réserve (figure 11).

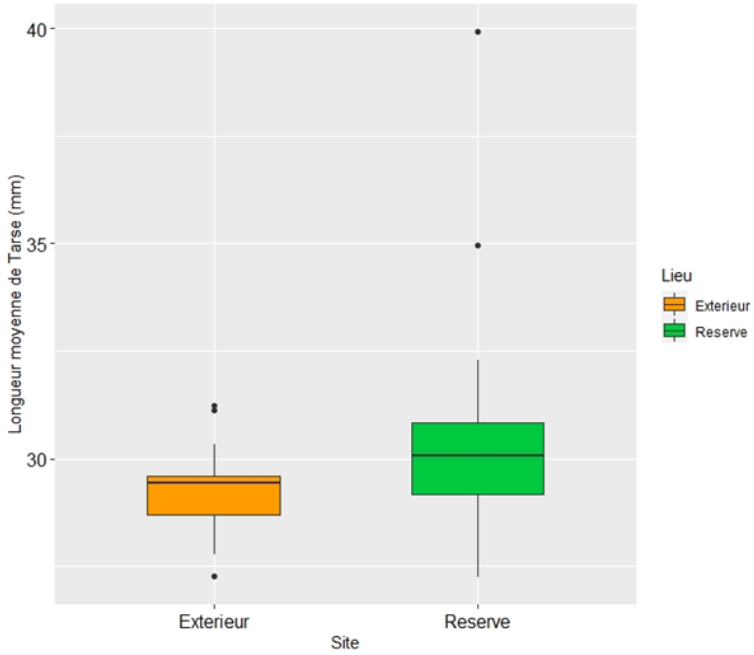

Figure 12. Longueurs moyennes de tarse (en mm) pour des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 2016 et 2018.

L'ANOVA montre qu'il y a des différences significatives entre la longueur du tarse des individus capturés dans la Réserve et à Anse Spoutourne (F_1= 4,785; p=0,0326). En effet, ces derniers présentent

en moyenne des longueurs de tarse plus grandes que ceux qui ont été capturés à l'extérieur de la Réserve (figure 12).

Les caractères morphologiques ont été comparés en fonction des jeux de données et/ou du site d'échantillonnage (tableau 4).

Tableau 4. Résultats de l'analyse de la variance sur les caractères morphologiques de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus).* Les résultats significatifs sont en gras. *** correspond à une significativité ou p< 5‰. ** correspond à un niveau de significativité ou p<1 ‰. * correspond à une significativité ou p<5%.

Caractère morphologique/ Variable	F	d.d.l.	*p*
Masse			
Effet Site	**12,765**	**1**	**0,000456 *****
Effet Expérimentateur	**3,841**	**2**	**0,023296 ***
Effet interaction Site- Expérimentateur	0,225	1	0,635602
Longueur du Tarse			
Effet Site	**12,1678**	**1**	**0,0006119 *****
Effet Expérimentateur	3,0464	2	0,0500008
Effet interaction Site- Expérimentateur	0,0835	1	0,7729984
Longueur du Bec			
Effet Site	**67,287**	**1**	**$4{,}434e^{-14}$ *****
Effet Expérimentateur	**174,826**	**2**	**< $2{,}2e^{-16}$ *****
Effet interaction Site- Expérimentateur	**29,983**	**1**	**$1{,}458e^{-07}$ *****
Longueur de l'Aile			
Effet Site	**22,236**	**1**	**$4{,}83.10^{-06}$ *****
Effet Expérimentateur	**3,777**	**2**	**0,0247 ***
Effet interaction Site- Expérimentateur	**13,017**	**1**	**0,0004 ***

L'ANOVA montre des différences significatives entre les différents jeux de données pour l'ensemble des caractères étudiés à l'exception des longueurs de tarse qui n'évoluent qu'en fonction du site d'échantillonnage (tableau 4).

Les masses moyennes ont été étudiées en fonction des périodes de captures (figure 13).

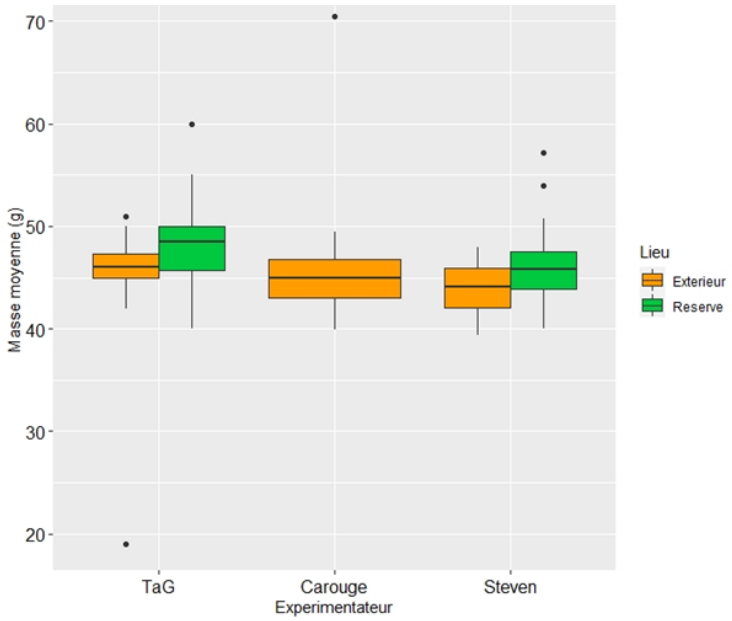

Figure 13. Représentation des masses moyennes mesurées chez des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) entre 1994 et 2018.

Ainsi, nous observons que les masses moyennes diminuent entre les différentes périodes considérées (figure 13).

Sur la période allant de 2016 à 2018, les 63 moqueurs gorge-blanche mesurés et marqués ont été sexés (tableau 5).

Tableau 5. Tailles d'échantillons, moyennes, écart-types et comparaisons de mesures en fonction des sexes pour des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) mesurés de 2016 à 2018.

	Mâles		**Femelles**		***d* de Cohen**
Caractères	*n*	x ± *sd*	*n*	x ± *sd*	(95% CI)
Masse (g)	38	44,86 (3,33)	24	46,08 (3,19)	-0,38 (-0,99; 0,13)
Longueur de l'aile (mm)	39	97,37 (3,46)	24	96,23 (3,33)	0,34 (-0,17; 0,90)
Longueur de la Queue (mm)	39	92,01 (6,32)	24	93,96 (9,81)	-0,34 (-0,86; 0,24)
Longueur du Tarse (mm)	39	30,09 (2,02)	24	29,71 (1,07)	0,22 (-0,32; 0,58)
Epaisseur du Tarse (mm)	39	2,98 (0,30)	24	2,88 (0,37)	0,29 (-0,26; 0,81)
Longueur du Bec (mm)	39	23,01 (4,60)	24	23,23 (4,38)	-0,05 (-0,56; 0,46)
Hauteur du bec (mm)	39	5,97 (0,31)	24	5,98 (0,39)	-0,05 (-0,63; 0,51)

Les caractères morphologiques ont été analysés en fonction du sexe (tableau 6).

Tableau 6. Résultats de l'analyse multi-variée de la variance (MANOVA) sur les caractères morphologiques du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

Caractère morphologique/ Variable	**Sum sq**	**Mean Sq**	**F**	**d.d.l.**	**p**
Masse					
Effet sexe	22,01	22,015	2,0524	1	0,1572
Résidus	643,57	10,726		60	
Longueur de l'aile					
Effet sexe	16,54	16,537	1,4149	1	0,2389
Résidus	701,31	11,688		60	

Longueur de la queue					
Effet sexe	71,7	71,735	1,2228	1	0,2732
Résidus	3519,8	58,664		60	
Longueur du tarse					
Effet sexe	1,918	1,9184	0,5807	1	0,4490
Résidus	198,214	3,3036		60	
Epaisseur du tarse					
Effet sexe	0,0908	0,090842	0,8908	1	0,3498
Résidus	6,1185	0,101975		60	
Longueur du bec					
Effet sexe	0,13	0,1324	0,0065	1	0,9361
Résidus	1224,97	20,4162		60	
Hauteur du bec					
Effet sexe	0,0042	0,004227	0,0356	1	0,8511
Résidus	7,1325	0,118875		60	

L'analyse multivariée de la variance (MANOVA) ne montre pas de différences significatives entre les sexes pour l'ensemble des caractères étudiés (tableau 6).

La masse échelonnée a été comparée en fonction de l'expérimentateur et/ou du site d'échantillonnage (tableau 7).

Tableau 7. Résultats d'analyse de la variance sur l'indice de masse échelonnée pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

Indice de Masse échelonnée	**F**	**d.d.l.**	**p**
Effet site	0,4443	1	0,5059
Effet expérimentateur	2,0008	2	0,1383
Interaction effet site-expérimentateur	0,2744	1	0,6011

L'ANOVA des indices de masse échelonnée, a permis de mettre en évidence qu'il n'y a pas de différence significative pour la masse échelonnée, que ce soit en fonction du site d'échantillonnage ou en fonction de l'expérimentateur (tableau 7).

4.1.1.2 Discussion

Pour les caractères considérés, les analyses confirment qu'il n'y a pas de dimorphisme sexuel chez le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Or, les données recueillies par Vieillot en 1818 et Storer en 1989 précisent le sexe des individus capturés. Si un caractère dimorphique existe chez cette espèce, il se peut que nous ne l'ayons pas mesuré et dans ce cas d'autres études seraient nécessaires pour le déterminer. Au regard des résultats de nos analyses, nous considérons qu'il n'existe pas à ce jour de caractère dimorphique comme c'est le cas chez de nombreuses espèces d'oiseaux (Bercovitz *et al*. 1978, Price et Birch 1996, Dubiec et Zagalska-Neubauer 2006).

Néanmoins, du point de vue des caractères morphologiques, il existe des différences significatives selon le jeu de données traité. Tout d'abord, les tests statistiques réalisés sur les données de Tayalay *et al*. entre 1994 et 2005 dévoilent un effet « site » pour les différents traits considérés. Le caractère adaptatif des traits morphologiques chez les oiseaux a notamment été discuté par Charles Darwin (Lack et David 1983). On remarque qu'à l'intérieur de la RNNC, qui bénéficie d'un fort degré de protection

réglementaire, les individus présentent de plus grandes mesures qu'à Anse Spoutourne où l'Arrêté de protection de biotope (APB) est moins strict. Cependant, les analyses réalisées à partir du jeu de données de Son *et al*. entre 2016 et 2018 ne montrent pas de différence significative entre les indices de condition corporelle calculés pour l'intérieur et l'extérieur de la RNNC. Cela signifie que les ratios « masses » et « tarses » sont les mêmes pour les deux sites d'étude, ce qui traduit un état physiologique équivalent entre les individus quel que soit le lieu d'observation. Les résultats des données de Storer sont significativement différents de ceux de Son *et al*. En effet, l'analyse comparative révèle que les individus capturés entre 2016 et 2018 présentaient des ailes et des queues plus grandes que celles mesurées en 1989. Il est probable que la disponibilité en ressources soit plus importante actuellement qu'en 1989 et que ces ressources soient allouées dans certaines parties du corps (Diaz 1990). Chez les oiseaux en contexte insulaire, Clegg et Owens (2002) ont observé qu'en condition de grande abondance de ressources, certaines espèces présentaient des caractères morphologiques de plus grandes tailles qu'en plus faible abondance de ressource. Il est aussi probable que les individus mesurés en 1989 soient plus jeunes que ceux mesurés entre 2016 et 2018. Dans ce cas, la différence entre les caractères morphologiques révélée par les analyses serait due à des variances d'âges importantes (Wendeln et Becker 1999). N'ayant pas suffisamment d'informations sur le jeu de données de Storer, il n'est pas possible de confirmer l'hypothèse d'une variation morphologique temporelle. En effet, d'autres hypothèses peuvent expliquer ces différences morphologiques. Les ailes et la queue étant considérées comme les membres décisifs pour la fonction du vol (Swaddle *et al*. 1996), le changement de structure arbustive (Vennetier 2015) de la végétation pourrait aussi être une variable à l'origine de ces différences comme cela a été mis en évidence chez l'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) pour lequel il a été démontré qu'un habitat encombré augmentent les performances de vol (Swaddle *et al*. 1996). Plus encore, chez certaines espèces effectuant des parades, on observe que la performance de vol peut dépendre du sexe (Verspoor *et al*. 2007). Or, chez le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*), l'une des activités de parades se matérialise par des courses poursuites entre individus (Gros-Désormeaux *et al*. 2014). Il est aussi probable que ces poursuites participent à une sélection morphologique des individus. Si tel est le cas, des différences morphologiques entre mâles et femelles devraient être significatives au niveau des ailes et de la queue. Nos données ne permettent pas de mettre en évidence de telles différences. De plus, ne disposant d'aucune information sur le sexe de l'individu poursuivi et du poursuivant, les hypothèses explicatives de mécanismes sous-jacents à une telle sélection restent encore à être explorées.

En revanche, l'ensemble des données recueillies entre 1994 et 2018 met en évidence une influence significative du site d'échantillonnage et de l'année sur les différents caractères morphologiques mesurés chez *R. b. brachyurus*. En milieu sauvage, des éléments de microévolution peuvent potentiellement être masqués par des fluctuations de l'environnement. À l'instar du cas d'une population de Gobemouches à collier (*Ficedula albicollis)* dont les traits continuent de diminuer alors que les composantes génétiques et phénotypiques sont sélectionnées de façon positive au cours de la reproduction, ce risque d'évolution cryptique masquée appuie la nécessité d'un suivi à long terme de la morphologie et de la génétique du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) pour comprendre les potentielles variations morphologiques de l'espèce (Merilä *et al*. 2001). D'autres différences significatives sont à noter entre zones échantillonnées. Rappelons que les individus capturés dans la Réserve présentent des tarses plus grands que ceux à l'extérieur de la Réserve : la longueur du tarse est un bon indicateur de la croissance des oiseaux au moment de leur période juvénile (Grant 1971, Peig et Green 2009, Labocha et Hayes 2012). Les individus vivants dans la Réserve ont donc une meilleure croissance dans les stades juvéniles. Cela conduit à s'interroger sur la qualité des écotopes (Cheula *et al*. 2013). En 2001, Mangel et Stamps (2001) mettaient déjà en évidence que les taux de croissance étaient hautement dépendants de facteurs écologiques tels que le risque de prédation ou

la recherche de nourriture. Au stade juvénile, la recherche de nourriture et la survie chez le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) dépendent en majeure partie d'un autre facteur écologique crucial que sont les soins parentaux (Gros-Désormeaux *et al*. 2014). Or, les juvéniles sont nourris au sol par les adultes et ces derniers effectuent des cris d'alerte lors de la détection d'un prédateur à proximité, comportement permettant au juvénile de se camoufler dans la litière (Gros-Désormeaux *et al*. 2014). Ces observations comportementales sont en adéquation avec l'assertion de Mangel et Stamps (2001) selon laquelle la croissance dépend d'une multitude de facteurs écologiques et évolutifs. De plus, les trajectoires de croissance divergent pour des populations subissant des gradients de conditions écologiques différentes (Dmitriew 2011). Dès lors, il semble évident que l'identification des multiples causes de cette différence de croissance inter-sites requiert des études supplémentaires visant à l'évaluation à long terme ou à court terme de plusieurs facteurs écologiques (Werner et Anholt 1993).

4.1.2 Démographie

4.1.2.1 Résultats

De 2016 à 2018, 69 captures ont été réalisées avec un taux moyen de capture allant de zéro à quatre individus par jour. Le succès de capture estimé par an correspondant au nombre d'individus capturés par heure d'échantillonnage s'élève pour 2016, 2017 et 2018 respectivement à 0.058, 0.081 et 0.077 individu/heure. Cela signifie qu'en moyenne nous avons capturé un Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) toutes les 14 heures. Parmi les individus capturés, 48 provenaient de la RNNC et 21 ont été capturés à l'extérieur de la RNNC. Le sexage moléculaire, en utilisant des *markers*, a été effectué sur les 69 échantillons. Dans le cadre du génotypage, la fréquence allélique de six loci microsatellites a été analysée pour ces échantillons. Cependant, il semblerait après analyse des génotypes que l'on soit en présence de 63 génotypes différents. Six génotypes sont communs à deux échantillons. Les MG005, MG011, MG037, MG038, MG052 et MG053 correspondent respectivement aux MG048, MG030, MG045, MG041, MG055 et MG063. Notons que les individus MG052 et MG053 ont été recapturés avec des bagues métalliques différentes de leur correspondance génétique respective : MG055 et MG063. Si le génotypage suggère que ces quatre prélèvements de tissu correspondent à deux individus, la méthode de Capture-Marquage-Recapture (CMR) prouve qu'il s'agit en réalité de quatre individus différents. De plus, le génotypage montre que MG005, MG011, MG037, MG038 ont été capturés, marqués avec des bagues plastiques colorées en 2016, puis recapturés pour être de nouveau marqués avec des bagues métalliques en 2017. Précisons que ces individus ne portaient plus de marques colorées au moment de leur seconde capture en 2017. En 2016, neuf individus ont été recapturés dont sept recapturés une seule fois et deux individus recapturés deux fois. Un individu capturé en 2016 a été recapturé une fois en 2017. En 2018, un seul individu capturé a été recapturé une fois. Les individus marqués ont été observés à plusieurs reprises par des associations ornithologiques et par les gardiens de l'environnement. Notons enfin que parmi les individus capturés, l'individu MG032 est une recapture d'une capture réalisée par Belfan et Condé en 2008. En effet, l'individu possédait la marque Muséum Paris JA532387, nous renseignant qu'il avait été capturé le 24 février 2008 à 08h20.

Le tableau 8 montre le nombre de mâles et de femelles capturés sur les deux sites.

Tableau 8. Résultats du sexage moléculaire des 63 moqueurs gorge-blanche

	Nombre de mâles	Nombre de femelles
Intérieur RNNC	25	17
Extérieur RNNC	14	7

Il n'y a pas de différences entre les sex-ratios des deux échantillons (Fisher exact, Odd-ratio = 0,7389; p = 0,7837; IC95% = [0,2064; 2,4745]). Les deux échantillons ont été considérés comme une population pour les analyses statistiques. De manière générale, le sex-ratio n'est pas significativement différent de 1:1 (Binomial test : $P_{obs} = 0{,}6190; p = 0{,}0769;\ IC_{95\%} = [0{,}4879; 0{,}7385]$).

La méthode consistant à estimer la taille de population à partir de modèles pour des populations fermées a été effectuée sur les huit modèles d'Otis proposés par le logiciel *Mark* (tableau 9).

Tableau 9. Estimation de la taille de population de Moqueur gorge-blanche (*R. b.brachyurus*) calculée à partir des différents modèles d'Otis *et al*. (1978).

Modèle	Estimation	Erreur standard	AIC	95%CI
M0	285	102	366.9269	(161 ; 592)
Mh	285	102	366.9269	(161 ; 592)
Mb	303	442	368.9336	(89 ; 941)
Mbh	303	442	368.9336	(89 ; 941)
Mtb	$1{,}7.10^5$	$1{,}4.10^7$	434.7249	(553 ; 6.10^7)
Mtbh	$9{,}5.10^4$	$3{,}5.10^6$	434.7255	(557 ; $1{,}8.10^7$)
Mt	286	101	435.3265	(160 ; 588)
Mth	286	101	435.3265	(160 ; 588)

La comparaison des scores d'AIC (Critère d'Information d'Akaike) de ces modèles propose deux modèles que sont M0 et Mh. Ces modèles estiment la taille de population à 285 individus avec un intervalle de confiance allant de 161 à 592 individus (tableau 9).

Différentes analyses génétiques ont été réalisées à l'aide d'analyses factorielles des correspondances (AFC) (figures 14, 15 et 16).

Les génotypes ont ainsi été analysés.

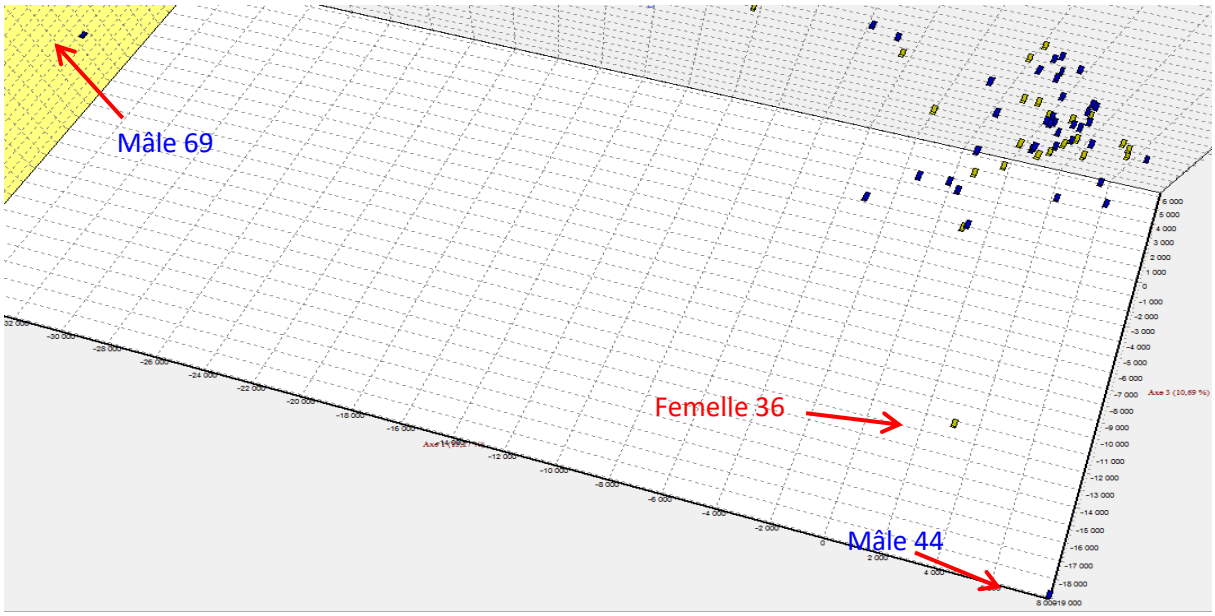

Figure 14. Graphique des individus de l'AFC représentant les 63 moqueurs capturés et présentant les mâles en bleu et les femelles en jaune.

L'AFC met en évidence que trois individus possèdent des génotypes rares dans la population. En effet, les individus 36 et 44 sont les seuls qui présentent un allèle 192 au locus TH15. L'individu 69 est le seul de la population capturée qui possède les allèles 178 et 182 au locus TH3 (figure 14).

Trois individus sont excentrés à cause de génotypes rares (Inertie des axes: 1 = 15,24%; 2 = 10,67%; 3 = 10,19%). Du fait de leurs particularités, ces individus ont été retirés des représentations suivantes de l'AFC (figure 15), car ils induisent une distorsion dans la représentation graphique qui pourrait biaiser l'interprétation (Kwak et Kim 2017).

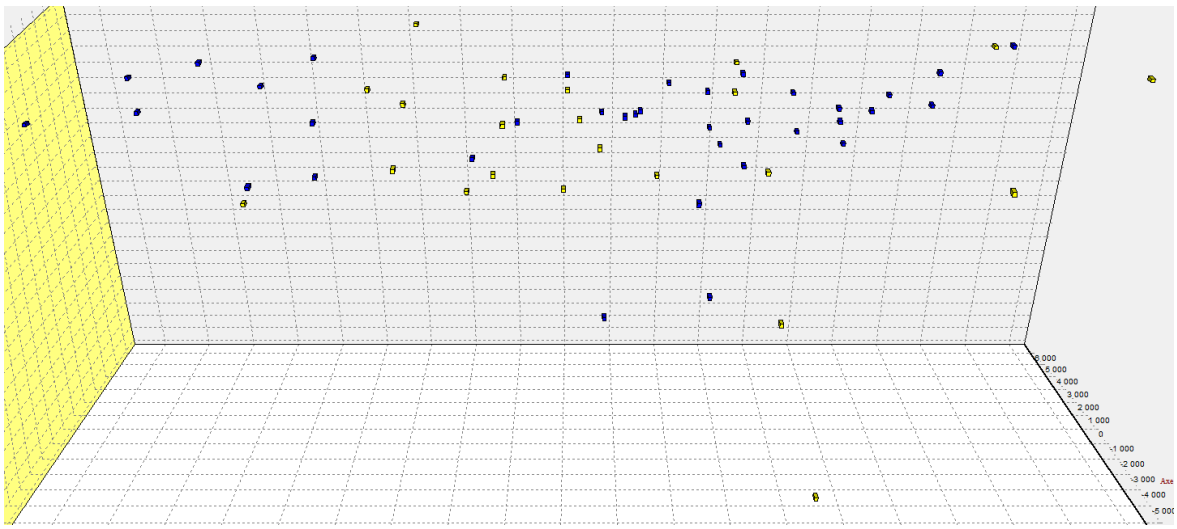

Figure 15. Graphique des individus de l'AFC sans les trois individus excentrés par leur génotype rare.

Ces données ont ensuite été analysées en fonction des localités de capture.

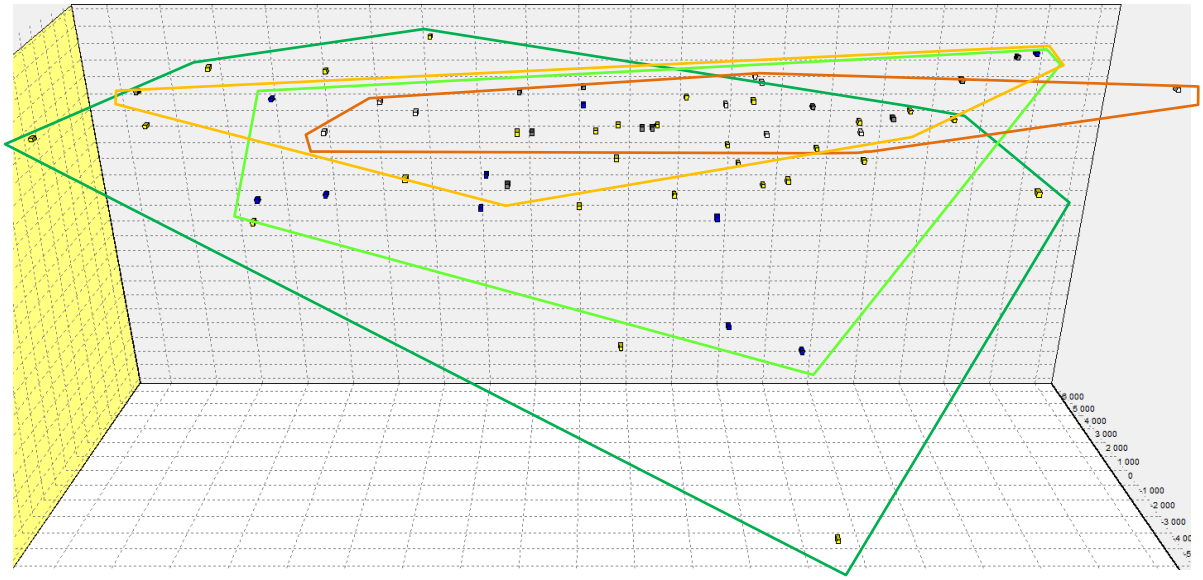

Figure 16. Graphique des individus de l'AFC distinguant les deux localités de capture de Château Dubuc (Château Dubuc = vert foncé, Balata = vert clair) et les deux localités de l'Anse Spoutourne (orange foncé = Anse Spoutourne, orange clair = Morne Pavillon).

L'analyse des mêmes données en fonction des localités de capture (figure 16) montre une grande similitude de l'ensemble le long de l'axe 1 (horizontal), le plus informatif (ici 14,42% de l'inertie totale), mais une différence perceptible sur l'axe 2 (vertical, 11,16%) et partiellement sur l'axe 3 (dans la profondeur du graphique 3D, 9,4%), étirant nettement les points des stations Château Dubuc vers le bas. Il n'y a pas de différences génétiques entre sites d'échantillonnage.

L'analyse factorielle de correspondances ne montre pas de structure génétique pour les données dont nous disposons (figure 16).

La structure génétique en fonction des sites a donc été étudiée.

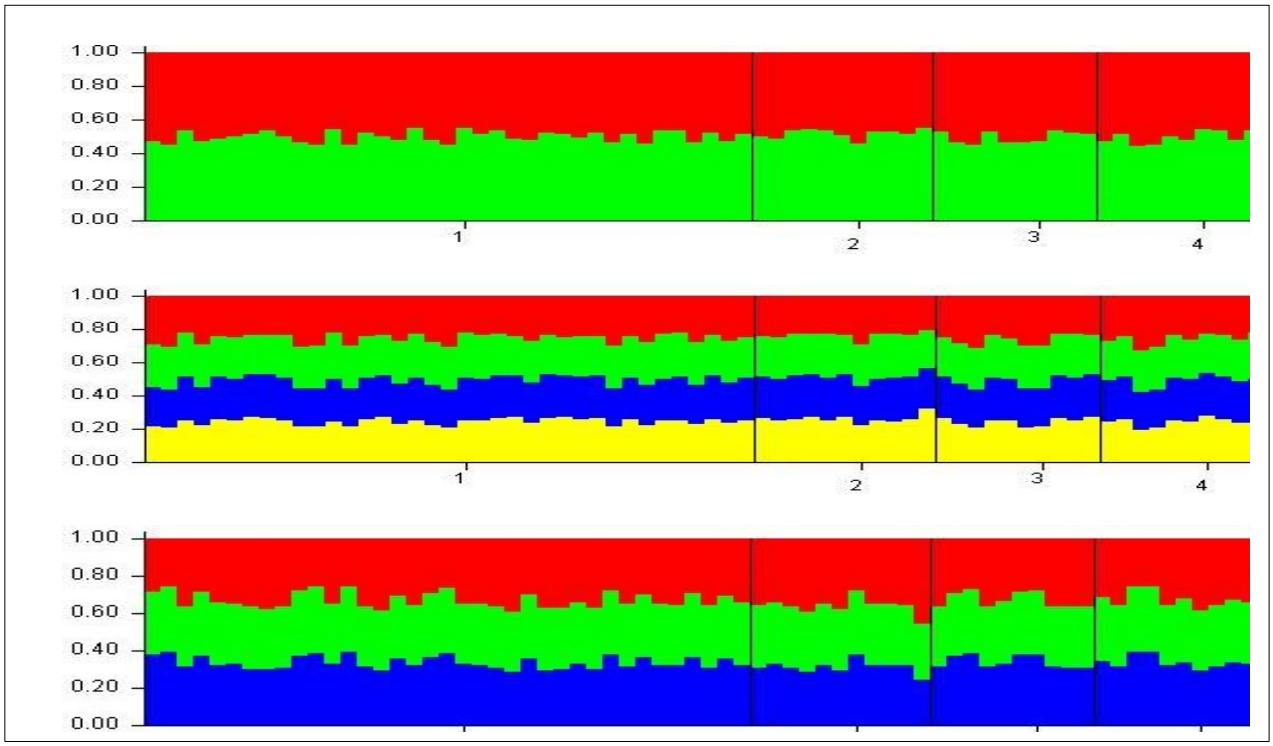

Figure 17. Résultat d'analyse d'assignation. Chaque groupe formé génétiquement est représenté par une couleur. En abscisses sont représentés les différents sites d'échantillonnage (1 = Château Dubuc; 2 = Balata; 3 = Anse Spoutourne; 4 = Morne Pavillon).

L'analyse d'assignation réalisée sur les individus en fonction des quatre sites d'échantillonnage ne montre aucune structure (figure 17). Nous ne pouvons affirmer l'origine génétique des individus pour un échantillon constitué d'un génotype à six loci. Les 4 sites d'échantillonnage appartiennent tous à la même population.

Une analyse de parenté a ainsi été effectuée.

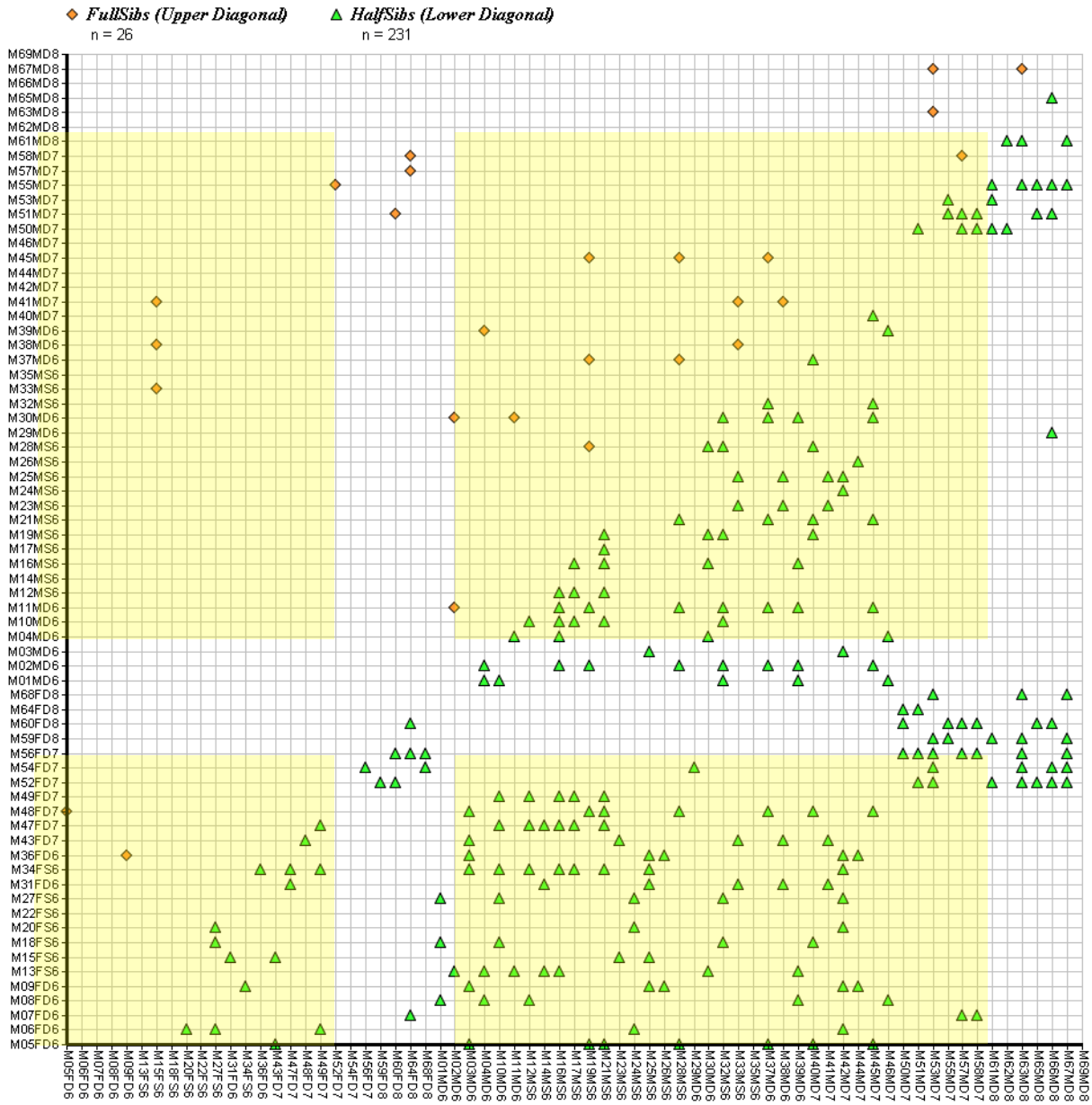

Figure 18. Résultats de l'analyse de parentage.

Les moqueurs sont séparés par sexe et désignés par leur numéro (M69) puis par leur sexe (M696M est un mâle) puis par les sites de capture (D = intérieur de la RNNC et S = extérieur de la RNNC) et l'année de capture. Sur ces résultats sont représentées deux informations. La première matérialisée par les losanges orange représente les liens de parenté du 1er degré (« Full sibs ») et la seconde matérialisée par des triangles verts représente les liens de parenté du 2nd degré (« Half sibs »). La zone jaune identifie des individus de la première famille considérée alors que ceux de la zone non colorée appartiennent à une deuxième famille.

L'analyse de parenté a mis en évidence des proximités génotypiques qui suggèrent deux « familles » du point de vue génétique (figure 18).

Dans ce graphique (figure 18), les individus sont rangés dans l'ordre de la matrice des génotypes en abscisse et en ordonnée : le tableau comprend donc 63 individus sur chaque axe, soit 3969 cellules. Chaque intersection correspond à la comparaison entre un individu en ordonnée et un individu en abscisse. Chaque intersection où on observe un losange orange correspondant à la détection d'individus génétiques liés au premier degré (*full sibs*) : ce lien génétique renvoie à la parenté « parent/enfant », « frère/frère », « sœur/sœur » ou « frère/sœur ». Les triangles verts correspondent à la détection d'individus génétiques liés au second degré (*half sibs*) : il s'agit dans ce cas d'une parenté « grands-parents/petits-enfants », « oncle/neveux », « oncle/nièce », « tante/neveux » et « tante/nièce ».

À partir du tableau de contingence (tableau 10), nous avons testé l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différences en fonction du site d'échantillonnage. Pour ce faire, nous avons effectué le test du Khi² de contingence dont les résultats sont les suivants :

$$\chi 2 = 4{,}5716;\ d.d.l. = 1;\ p = 0{,}03251$$

Tableau 10. Résultats de parentage pour les moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) par localité de capture. « Full sibs » représente les apparentés du premier degré. « Half sibs » représente les apparentés du second degré. Les « Non sibs » ou individus non apparentés représentant moins de 1% de la population n'ont pas été indiqués.

Site	Localité	Full sibs	Half sibs
Intérieur de la R.N.N.C	Château Dubuc	28 (23%)	96 (77%)
	Balata	10 (21%)	38 (79%)
Extérieur de la R.N.N.C	Morne Pavillon	3 (6%)	45 (94%)
	Anse Spoutourne	5 (16%)	27 (84%)

Comme le $p < 0.05$, on rejette l'hypothèse nulle, et on accepte l'hypothèse alternative. Ces résultats mettent en évidence une différence significative de proportion d'apparentés en fonction du site d'échantillonnage : il y a bien plus de « Full sibs » à l'intérieur de la Réserve que de « Half sibs ».

Pour ce qui concerne l'analyse de la diversité génétique, 28 allèles ont été observés sur 6 loci dont 28 présents dans la Réserve et 20 présents dans la forêt couvrant Morne Pavillon et Anse Spoutourne. Dans la Réserve, le nombre moyen d'allèles par locus est de 4,67 allant de 2 (TH12) à 7 (WB2). À l'extérieur de la Réserve, le nombre moyen d'allèles par locus est de 3,33 allant de 2 (TH6, TH12) à 5 (WB2). La diversité génétique aux deux localités de la RNNC est légèrement supérieure à celle à l'extérieur de cette dernière (figure 17).

Nous avons testé les paramètres de diversité génétique et de panmixie en fonction des localités de capture.

Tableau 11. Paramètres de diversité génétique et de panmixie en fonction des localités de capture chez le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

$\boldsymbol{N}$ est la taille de l'échantillon. $\boldsymbol{H_E}$ est l'hétérozygotie attendue. $\boldsymbol{H_{nb}}$ est l'hétérozygotie de Nei. $\boldsymbol{H_O}$ est l'hétérozygotie observée. $\boldsymbol{A}$ est le nombre moyen d'allèles par locus. $\boldsymbol{F_{IS}}$ est l'indice de fixation. En ce qui concerne la significativité des $\boldsymbol{F_{IS}}$: *** correspond à une valeur de $\boldsymbol{p}$<2.10^{-4}. ** correspond à une valeur de $\boldsymbol{p}$<1.10^{-4}.

Localité	N	H_E	H_{nb}	H_O	A	F_{IS}	Significativité
Intérieur Réserve	42	0,587	0,594	0,512	4,7	0,139	***
Extérieur Réserve	21	0,481	0,493	0,405	3,3	0,182	**
Presqu'île de la Caravelle	63	0,587	0,572	0,476	4,7	0,168	***

Pour la population globale de *R. b. brachyurus*, la valeur de l'indice de fixation F_{IS} global moyen par locus est de 0,168. Cela montre qu'il n'y a pas de panmixie au niveau de la Presqu'île de la Caravelle (tableau 11).

Pour la Réserve, des valeurs de F_{IS} global par locus allant de -0.238 (WB5) à 0,653 (TH6), montrent un F_{IS} moyen de 0,139 (tableau 19). Pour l'extérieur de la Réserve, des valeurs de F_{IS} global par locus allant de -0,068 (TH3) à 0,728 (TH15), montrent un F_{IS} moyen de 0,182 (tableau 11).

Les tailles efficaces ont ainsi été caractérisées.

Tableau 12. Estimation de la taille efficace sur échantillon simple pour la population du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

		Presqu'île de la Caravelle ($n = 63$)	
		Estimation	$IC_{95\%}$
Méthode du déséquilibre de liaison (LD)	Test paramétrique	43.9	22.3;117.3
	Jacknife des *loci*		19.96;154.8
Méthode d'excès d'hétérozygotes	Test paramétrique	+ ∞	9.9; +∞
	Jacknife des *loci*		-
Méthode de co-ascendance moléculaire	Test paramétrique	+ ∞	-
	Jacknife des *loci*		+ ∞

Les trois méthodes à échantillon unique révèlent des tailles efficaces contrastées (tableau 12).

En effet, lorsque l'on considère l'échantillon de 63 individus, nous obtenons des estimations de tailles efficaces moyennes entre une quarantaine et une cinquantaine d'individus pour la Presqu'île de la Caravelle. Cependant, les intervalles de confiance obtenus sont très variables selon la méthode utilisée. La méthode du déséquilibre de liaison propose une estimation de 43 individus avec un intervalle de confiance entre 22 et 117 individus obtenu grâce au test paramétrique et un intervalle de confiance entre 19 et 154 individus par la méthode de Jackknife.

D'autres méthodes ont donc été testées afin d'estimer la taille efficace.

Tableau 13. Estimation de la taille efficace sur deux échantillons temporels selon 3 comparaisons annuelles pour la population de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

		2016-2017		2016-2018		2017-2018	
		Estimation	IC95%	Estimation	IC95%	Estimation	IC95%
Estimateur de Nei et Tajima (1981)	Test paramétrique	142.8	8.8; +∞	64.8	10.1; +∞	-65	7.7; +∞
	Jacknife des *loci*		8.8; +∞		35;196.7		9.9; +∞
Estimateur de Pollack (1983)	Test paramétrique	-708.3	10.6; +∞	71.5	10.4; +∞	-49.7	8.4; +∞
	Jacknife des *loci*		13.2; +∞		37.4;254.6		15.1; +∞
Estimateur de Jorde et Ryman (2007)	Test paramétrique	-104.3	-46.4; +∞	34.3	16.1;59.3	-20	-9.4; +∞
	Jacknife des *loci*		33.9; +∞		19;188.7		-67; +∞

Parmi les autres méthodes testées, celles à échantillons diachroniques révèlent aussi des résultats très variables. Les estimations les plus fiables sont celles qui correspondent à deux années d'intervalle (tableau 13).

Les résultats obtenus pour cette période sont aussi variables selon la méthode employée. Au regard des résultats obtenus, les estimateurs les plus cohérents sont ceux de 2016-2018 qui sont de 64, de 71 et de 34 individus avec des intervalles extrêmement variables selon la méthode utilisée.

Estimons ainsi la taille efficace au sein de la population.

Tableau 14. Estimation de la taille efficace des moqueurs échantillonnés, considérés comme formant une seule population par le logiciel COLONY. La méthode de vraisemblance a été employée.

	Estimation	IC95%
Population panmictique	33	[21 ; 56]
Population non panmictique	24	[14 ; 45]

Les effectifs efficaces estimés par COLONY® sont inférieurs aux effectifs obtenus précédemment (tableau 14).

On observe des tailles efficaces d'une trentaine d'individus. Il s'agit du même ordre de grandeur que ce qui a été obtenu grâce aux méthodes précédentes.

4.1.2.2 Discussion

Les résultats de génotypages obtenus montrent que parmi les 69 moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) de Martinique capturés, 63 sont génétiquement différents les uns des autres. Cela met en évidence que la population minimale actuelle de moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) physiquement capturés est de 63 individus pour la Presqu'île de la Caravelle. Rappelons que les précédentes campagnes de capture ont dénombré 79 individus capturés et marqués en onze ans pour l'AOMA et 63 individus en dix ans pour l'association « Le Carouge » : cela correspond respectivement à 34 et 39 jours de capture, avec une moyenne de 3 jours par ans pour l'AOMA et 4 jours par ans pour le « Carouge ». Dans le cadre des campagnes réalisées entre 2016 et 2018, nous avons totalisé 43 jours de capture, soit une moyenne de 14 jours par an. La comparaison entre les nombres d'individus capturés et marqués par rapport aux pressions d'échantillonnage de chacun des trois opérateurs, conforte une tendance de capture allant de moins d'une centaine d'individus sur moins de 14 jours par an. Ces effectifs bruts d'individus confirment une importante augmentation du nombre de moqueurs gorge-blanche observés à la Presqu'île de la Caravelle depuis le recensement de deux moqueurs par Bond en 1966. Les données collectées ont permis d'utiliser 12 des 65 modèles de base proposés par le logiciel *Mark* (White et Burnham 1999).

Le choix du type de modèle testé a reposé sur l'hypothèse de population fermée au sens démographique (White 1982). Au sens géographique et génétique, une population est dite « fermée » lorsqu'il n'y a pas de migration, de naissance et/ou de décès durant la période d'échantillonnage. Temples *et al*. (2009), Mortensen et Reed (2016), Gros-Désormeaux *et al*. (2014) et DaCosta *et al*. (2019) apportent des informations qui confortent l'hypothèse d'une population fermée. Néanmoins, par curiosité nous avons aussi testé quatre modèles spécifiques aux populations ouvertes. Les estimations obtenues sont dix fois plus importantes que celles des populations fermées. Les estimations de taille de population qui nous apparaissent les plus pertinentes correspondent aux résultats des deux modèles M0 et Mh (Otis *et al*. 1978), ainsi que ceux obtenus à partir de la méthode CMR. Précisons que les estimations pour des populations fermées sont plus appropriées pour les études à court terme (White, 1982).

Les modèles d'Otis *et al*. (1978) estiment la taille de population vivant à la Presqu'île de la Caravelle à environ 285 individus avec une marge d'erreur située entre 152 et 592 individus. Les résultats obtenus à partir de la méthode de Khon *et al.*, (1999) estiment les effectifs à 447 individus avec un intervalle de confiance de 264 à 630 individus (Kohn *et al*. 1999, Luikart *et al*. 2010). Rappelons que la taille de population pour cette espèce avait été estimée entre 200 et 400 individus en 2007 (AOMA 2008) par extrapolation à partir de méthodes d'estimations d'abondance « Distance Sampling » (Buckland *et al*. 2004, 2008) et la surface des écotopes potentiels du Moqueur gorge-blanche (Gros-Désormeaux et Tayalay 2009, Cheula *et al*. 2010). Au regard de ces effectifs, nous aurions donc capturé près de 17% à 34.5% de la population totale estimée à cette période. Cela représente entre deux et trois dixièmes d'une espèce rare dont le maximum d'individus capturés en une année n'a jamais dépassé la vingtaine d'individus depuis 1994. La population totale de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) de la Martinique représenterait entre 5% et 25% de la population mondiale. En effet, Mortensen et Reed (2016) estiment la population totale de Moqueurs gorge-blanche à moins de 2000 individus. Ces résultats traduisent une situation critique pour la survie d'une espèce cumulant de

faibles tailles de populations et une aire de distribution géographique restreinte. L'enjeu de conservation du Moqueur gorge blanche (*R. b. brachyurus*) est d'autant plus renforcé par les conclusions de DaCosta *et al*. (2019) qui affirment qu'il y a autant de distance génétique entre la sous-espèce de Martinique et celle de Sainte-Lucie qu'il y en a entre celle de Martinique et une autre espèce de Mimidé. Ils suggèrent de considérer les deux sous-espèces comme deux espèces distinctes. Dans cette perspective, les effectifs de l'espèce de Martinique sont critiques et indiquent un risque d'extinction particulièrement significatif. Bien que cette deuxième estimation soit une information cruciale pour la stratégie de conservation, elle apporte aux gestionnaires une représentation biaisée qui sous-évalue le niveau critique de conservation de la sous-espèce à la Martinique. En effet, l'estimation de la taille efficace fournit des valeurs bien en dessous de l'estimation minimum de 152 individus. La taille efficace obtenue serait de l'ordre de moins de 100 individus. Cela reviendrait à estimer la proportion d'individus qui se reproduisent à moins d'un tiers de la population totale estimée. Ces résultats mettent en évidence que la diversité génétique de l'espèce est très faible. Ces résultats confortent l'état critique de conservation des populations de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) sur la Presqu'île de la Caravelle.

Les analyses d'assignation montrent qu'il n'y aurait pas de structuration de la population de Moqueur gorge-blanche (*R.b. brachyurus*) à l'échelle de l'ensemble de la Presqu'île de la Caravelle. Les analyses ne mettent pas en évidence de différence significative pour la diversité génétique en fonction des sites d'échantillonnage. Les indices de différenciation (F_{ST}) testés pour les 63 individus montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre l'intérieur et l'extérieur de la Réserve (F_{ST}=0,012 ; p <2.10^{-4}). De plus, les indices de fixation (F_{IS}) indiquent un déficit en hétérozygotes. En effet, 18,1% des hétérozygotes attendus sous l'hypothèse de panmixie sont absents. Le déficit en hétérozygotes est cohérent avec la littérature scientifique montrant une petite population et un « bottleneck » ancien pour la population de Moqueur gorge-blanche (Pinchon 1976, Lesales *et al*. 2012). Enfin, ces résultats répondent négativement à l'hypothèse théorique de présence de métapopulation au sens de Levins (Gilpin 2012). En outre, les analyses révèlent l'existence de deux familles. La part d'individus apparentés au premier degré est plus importante dans la zone « Château Dubuc » qu'aux autres localités de la Presqu'île. On peut alors suggérer que des individus présents au « Châteaux Dubuc » pourraient présenter des ressemblances alléliques plus élevées au niveau de certains « loci » qu'aux autres sites d'échantillonnage. Ce constat conduit à s'interroger sur les systèmes de reproduction et plus singulièrement sur l'hypothèse de couples reproducteurs. Plus encore, en analysant les lieux de capture des individus des deux groupes, il semblerait que leur répartition soit homogène en dehors de quelques rares exceptions comme les trois individus isolés. Ce qui génère de nouvelles interrogations pour une espèce dont la durée de vie minimale constatée est de 8 ans.

Le mode de reproduction du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) de Martinique est actuellement très mal connu. Chez celui de Sainte-Lucie, beaucoup plus étudié, il a été démontré qu'il pratique une reproduction communautaire facultative : « *facultative communal breeding* » (Temple *et al*. 2009). Cela signifie qu'il aurait des unités de reproduction monogames qui sont aidées par des individus auxiliaires, nommés « helpers », durant la reproduction. Ces couples sont généralement des adultes âgés d'au moins deux ans qui la plupart du temps se font aider par des jeunes (de précédentes reproductions) ou des apparentés. L'aide est donnée soit de façon indirecte sous la forme de

surveillance des prédateurs ou directement en aidant aux tâches parentales (Temple *et al*. 2009). Le régime d'appariement de l'espèce de Sainte-Lucie semble se conformer à une monogamie sociale et génétique, avec un très faible taux de paternité hors couple, soit 7,5% sur un échantillon de 67 poussins issus de 40 nids différents et 30 unités de reproduction différentes (Temple *et al*. 2009). Ces conclusions ne sont pas vérifiables pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) de Martinique à cause d'un faible taux de recaptures visuelles qui ne nous permet pas d'identifier des couples ou plus largement des unités de reproduction. Le sex-ratio tertiaire résultant du traitement des données traduit un état d'équilibre : il y aurait autant de femelles que de mâles. Plusieurs interprétations peuvent être proposées au regard de ces résultats. Premièrement, les campagnes de captures ont été mises en œuvre avant le début de la période de reproduction pour éviter tout biais de capture lié à une activité plus importante de l'un des deux sexes. Il est possible que nous ayons capturé autant de mâles que de femelles, car en période précédant la reproduction, le degré d'activité des deux sexes doit probablement être équivalent. Bien qu'un sex-ratio équilibré soit observé fréquemment chez les vertébrés (McIlhenny 1940), cette norme a tendance à être contestée dans la littérature scientifique relative à l'étude des oiseaux (Donald 2007). Dans le cas du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) de Martinique, le sex-ratio équilibré pourrait signifier un système de reproduction particulier. Si le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) de Martinique effectue réellement de la reproduction coopérative comme son homologue de Sainte-Lucie, le fait qu'il y ait autant de femelles que de mâles est un aspect positif. En effet, chez certaines espèces, l'un des deux sexes étant plus rare que l'autre cela a pour conséquence de diminuer le nombre potentiel de couples (monogames, polygames, polyandre et polygynandre) pouvant se reproduire. Dans les études en écologie et évolution, le sex-ratio est pris en compte dans l'étude des systèmes de reproduction, dans la sélection sexuelle, dans les soins parentaux, dans les comportements individuels, dans les stratégies de dispersion des espèces étudiées (Clutton-Brock et Parker 1992, Kvarnemo et Ahnesjo 1996, Le Galliard *et al*. 2005, Gerber 2006, Kokko *et al*. 2006, Marr *et al*. 2006).

Dès lors, ces aspects mal connus pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) gagneraient à être étudiés dans le cadre de la conservation de l'espèce. En tant qu'espèce rare à forte valeur patrimoniale, la gestion du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) à l'échelle de différentes populations apparaît comme un enjeu en matière de conservation pour le PNRM. La mise en évidence de l'existence d'une seule et unique population est une information essentielle dans le cadre de la conception des plans de gestion de la RNNC. Néanmoins, la nécessité d'une connaissance approfondie de la démographie et des systèmes de reproduction de l'espèce, ainsi que la mise à jour des connaissances actuelles, sont d'importance capitale pour une gestion et une conservation durables de cette espèce. En effet, les estimatifs populationnels mettent en évidence le caractère hautement vulnérable de la population vivant à la Presqu'île de la Caravelle. Ce constat est appuyé par les indices de différenciation (F_{IS}) qui traduisent un déficit en hétérozygotes. Les causes de ces écarts sont encore inconnues pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) mais ils pourraient s'expliquer par de hauts niveaux de consanguinité dans la population. Soulignons que pour cette espèce avec une faible taille de population et une faible répartition démographique, le risque d'extinction pourrait être accentué par la dépression de consanguinité. Dans le cadre d'actions visant à favoriser la conservation du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) par la facilitation à des sites de reproduction favorables ou par la relocalisation d'individus, nous recommandons de coupler les actions de gestion à

l'acquisition d'information génétique. Les méthodes d'échantillonnage (CMR), les méthodes génétiques et les méthodes d'analyses statistiques sont alors nécessaires à toute action de conservation menée pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). En effet, dans le but de préserver la diversité génétique au sein des populations de la Presqu'île de la Caravelle, la connaissance des groupes génétiques pourrait être décisive dans le choix des actions à mener. En outre, au regard de l'état critique d'une population d'une sous-espèce appelée à être élevée au rang d'espèce, il est impératif que les méthodes de prélèvements de tissus soient les moins invasives possibles, aussi bien dans leur organisation temporelle que dans leur modalité technique de mise en œuvre.

4.2 AXE II. Production de connaissances sur l'écologie

4.2.1 Alimentation

4.2.1.1 Résultats

Entre 2016 et 2018, 54 enregistrements vidéo correspondant à autant de localisations GPS, d'observations individualisées de recherche d'approvisionnement ont été réalisés.

Tableau 15. Résultats des tests de Mantel réalisés sur plusieurs paramètres pour les années 2016, 2017 et 2018. Ces calculs ont été réalisés sur 10000 réplicas.

Paramètres	2016		2017		2018	
Distance entre les taux de vigilance (rangs)	r	*p*	r	*p*	r	*p*
	0.1295	0.0695	0.0937	0.1298	0.0958	0.1844
Taux de vigilance (données)	r	*p*	r	*p*	r	*p*
	0.0078	0.3784	0.1783	0.0763	-0.1194	0.7007
Distance entre les taux de grattage (rang)	r	*p*	r	*p*	r	*p*
	0.1295	0.0625	0.0931	0.1279	0.0958	0.1826
Taux de grattage (données)	r	*p*	r	*p*	r	*p*
	0.0315	0.2404	-0.0105	0.3740	-0.1591	0.8454
Distances entre les taux de prédation (rang)	r	*p*	r	*p*	r	*p*
	0.1295	0.0688	0.0931	0.1255	0.0958	0.1844
Taux de prédation (données)	r	*p*	r	*p*	r	*p*
	0.0025	0.3988	-0.0038	0.3344	-0.0983	0.4878
Distance entre les taux d'autres comportements (rangs)	r	*p*	r	*p*	r	*p*
	0.1295	0.0672	0.0931	0.1280	0.0958	0.1815
Taux d'autres comportements (données)	r	*p*	r	*p*	r	*p*
	0.1047	0.0600	0.0567	0.2448	-0.2081	0.9508

Pour chaque année, sur l'ensemble des comportements étudiés, les tests de Mantel réalisés entre la matrice des distances géographiques et la matrice des distances biologiques n'étaient pas significatifs (tableau 15), mettant ainsi en évidence que 18 enregistrements en 2016, 19 enregistrements en 2017 et 17 enregistrements en 2018 pouvaient être considérés comme des données indépendantes.

Les variables comportementales ont été analysées en fonction de l'année.

Tableau 16. Moyennes ($\bar{x}$) et écart-types (s) pour chaque comportement (actes par seconde) de la séquence comportementale pour chaque localisation GPS, pour le taux de vigilance et l'efficacité de capture des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) en fonction de l'année**.**

Année	Grattage		Prédation		Autres comportements		Taux de vigilance		Temps de vigilance		Temps Inter-actes		Efficacité de capture	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
2016	0,918	0,386	0,005	0,007	0,019	0,024	4,81	2,30	2,58	2,25	10,36	7,84	132,14	110,82
2017	0,791	0,464	0,005	0,009	0,009	0,009	4,26	2,65	2,73	2,17	8,15	4,41	166,56	208,99
2018	1,005	0,483	0,020	0,036	0,015	0,010	6,08	2,30	2,13	2,17	6,66	4,19	130,045	161,47

Tableau 17. Résultats d'ANOVA réalisés sur les différentes variables comportementales en fonction d'un effet année.

Variable comportementale	*F*	d.d.l.	*p*
Actes de vigilance	0,1003	2	0,9047
Grattage	0,1163	2	0,8904
Prédation	1,6379	2	0,2045
Autres comportements	1,5042	2	0,2319
Taux de vigilance	0,6066	2	0,5491
Temps de vigilance	0,4171	2	0,6612
Temps inter-actes	1,6603	2	0,2013
Efficacité de capture	0,7922	2	0,4584

L'analyse des données met en évidence l'absence de variation significative pour les variables comportementales étudiées en fonction de l'année. Ce qui permet de les analyser indépendamment de l'année d'enregistrement (tableau 16 et 17).

Les variables comportementales ont ensuite été analysées en fonction du contexte social et de la distance au sentier de randonnée.

Tableau 18. Résultats d'ANOVA sur les différentes variables comportementales en fonction d'un effet contexte social et d'un effet distance au sentier.

	Effet contexte social	**Effet distance au sentier**
Actes de vigilance	$F_{1,49}$ =2,5961 (0,1136)	$F_{1,49}$=0,5072 (0,4997)
Grattage	$F_{1,49}$=1,0766(0,3046)	$F_{1,49}$=0,4136 (0,5231)
Prédation	$F_{1,49}$=0,4079(0,5260)	$F_{1,49}$=0,6194(0,4350)
Autres comportements	$F_{1,49}$=0,0449(0,8331)	$F_{1,49}$=1,1356(0,2918)
Durée moyenne de la vigilance	$F_{1,49}$=0,5813(0,4495)	$F_{1,49}$=0,0002(0,9902)
Temps interscan	$F_{1,44}$=2,8519(0,09834)	$F_{1,44}$=4,2659 (0,04481*)

L'analyse des données révèle qu'il n'y a pas d'influence de la distance au sentier et du contexte social sur les différentes variables comportementales étudiées. Néanmoins, il est important de noter que la distance au sentier influence significativement l'inter-scan : la durée entre deux actes de vigilance (tableau 18). En effet, plus la localisation est proche du sentier, plus l'inter-scan est faible et inversement.

De plus, les données révèlent qu'il n'y a pas d'influence de la distance au sentier et du contexte social sur le taux de vigilance ($F_{sentier}$ =0,4281 p=0,5137; $F_{context\ social}$=0,1057 p=0,7454) ou sur l'efficacité de capture ($F_{sentier}$=0,3959 p=0,5335; $F_{context\ social}$=0,7836 p=0,3824). Elles soulignent de surcroît, qu'il n'y a pas de relation entre les variables liées à la vigilance (taux de vigilance et durée moyenne de la vigilance) et l'efficacité de capture (taux de vigilance : t=-0.6410, *d.d.l.*= 34, p=0.5257 ; durée moyenne de la vigilance : t=-1.4489, d.d.l.= 34, p=0.1563).

Au cours de l'approvisionnement chez le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*), la séquence comportementale se décompose en différentes activités. Parmi elles, l'activité la plus fréquente est le grattage avec 0.9627± 0.5663 acte par seconde, alternant avec des séquences de vigilance durant en moyenne 2.48 ± 2.20 secondes et des actes d'alimentation. Sur certaines séquences, on observe d'autres comportements peu fréquents tels que des auto-grattages ou plus fréquents tels que les envols qui mettent fin à la séquence d'observation.

4.2.1.2 Discussion

Rappelons que le grattage est une activité coûteuse énergétiquement, car elle consiste au déplacement de différents éléments de la litière tels que de la terre, des racines, des branches et des feuilles de taille variable (Weathers *et al*. 1984). En effet, par moments nous avons assisté au déplacement de feuilles de Raisiniers grandes feuilles (*Coccoloba pubescens*) qui peuvent mesurer jusqu'à trois fois la taille de l'oiseau. Nous considérons que cette activité est coûteuse cognitivement, car elle demande à chaque individu de débusquer et d'attraper des proies cryptiques plus ou moins agiles (Lawrence 1985). La fréquence élevée de grattage pourrait être alors un indice de la difficulté à capturer des proies d'une grande mobilité, d'une importante crypticité, d'une faible quantité ou encore d'un regroupement de ces causes. Les moqueurs gorge-blanche seraient alors obligés d'augmenter quantitativement leurs tentatives, de façon à avoir des succès pour rééquilibrer leur balance énergétique (Ydenberg *et al*. 1994, Dugatkin 2013). D'autre part, nous considérons les séquences de vigilance difficiles à caractériser du point de vue énergétique, car comme le grattage, la vigilance est dépendante d'un compromis entre gestion d'énergie, risque de prédation et compétition intra-spécifique. Le temps de vigilance correspond à un temps où les oiseaux ne grattent pas, ce qui pourrait être considéré comme un déficit en termes de prise énergétique. Néanmoins, il s'agit d'une activité cruciale dans l'évaluation de l'environnement, car elle permet la vérification locale de la compétition ou du risque de prédation (Beauchamp 2015, 2017). Parmi les facteurs explicatifs étudiés, peu d'entre eux ont un impact sur la séquence comportementale. Chez *R. b. brachyurus*, on observe que la distance au sentier est un facteur qui n'influence pas les actes comportementaux (en termes de fréquences ou de durées d'actes), mais plutôt les durées entre actes de vigilances (interscan). À proximité du sentier, nos données révèlent que la durée moyenne entre actes de vigilance est plus courte que celles qui sont éloignées du sentier. Ces résultats appuient des études précédentes selon lesquelles les intervalles d'inter-actes sont considérés comme « hypervariables » (Bednekoff et Lima 1998). Dans le cadre du comportement d'approvisionnement, nos résultats mettent en évidence que la proximité des *R. b. brachyurus* aux zones de sentiers est corrélée positivement avec la nécessité d'une fréquence de vigilance individuelle accrue. Ce constat est en accord avec les résultats de différentes études montrant que cette zone support d'activités humaines (Lerandy et Chery 2013), pourrait affecter négativement les communautés d'oiseaux présentes à proximité des sentiers (Wang *et al*. 2011, Klett-Mingo *et al*. 2016, Bötsch *et al*. 2018). Il est alors cohérent de s'interroger sur la perception du sentier par les moqueurs gorge-blanche et leur cortège communautaire. En effet, les animaux semblent percevoir les activités humaines comme une forme de menace prédatrice (Tarjuelo *et al*. 2015), impliquant qu'ils se comportent potentiellement comme étant sous le coup de risques élevés de prédation dans les zones de sentiers. Ces assertions sont à nuancer, car des observations montrent que la proximité du sentier à la RNNC était favorable à la nidification (Johnson 2013). En effet, il a été démontré que les probabilités de prédation des nids d'oiseaux étaient plus faibles dans ces zones (Smith-Castro et Rodewald 2010). Les prédateurs étant plus souvent dérangés, éviteraient aussi la proximité de ces zones. Le contexte social n'influence aucune variable comportementale mesurée qu'ils fassent de l'approvisionnement solitaire (un individu) ou de l'approvisionnement social (de 2 à 4 individus). Nos données n'ont pas montré de comportements significativement différents chez les moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) en fonction du contexte social. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Lovette *et al*. (2012) qui ont évoqué une importante variabilité au niveau des relations sociales que l'on retrouve chez les Mimidés. Par exemple, chez le Moqueurs gorge-blanche de Sainte-Lucie, *Ramphocinclus brachyurus sanctaeluciae*, il a été démontré que l'espèce pratique la reproduction coopérative facultative (Temple *et al*. 2006), alors que cela n'a pas été démontré ni chez *R.b. brachyurus* ni chez le Trembleur gris *Cinclocerthia gutturalis* (LaPergola *et al*. 2011). Dans la vaste littérature traitant de l'impact de la taille de groupe sur la vigilance anti-prédateur (Lima 1995, Beauchamp 2001, 2017 ; Fernández *et al*. 2003, Fernández-Juricic *et al*. 2007), on peut

observer ce qu'on appelle l'effet taille de groupe, selon lequel la vigilance individuelle devrait diminuer avec l'augmentation de la taille de groupe (Elgar 1989, Treves 2000, Bolhuis et Giraldeau 2005). Ainsi, nous aurions dû observer des différences dans les composantes de la vigilance individuelle entre les différents contextes sociaux étudiés : plus il y aurait d'individus présents et plus les taux de vigilance individuels auraient dû diminuer et/ou plus les durées moyennes de vigilance auraient dû augmenter. Or, nous n'observons pas de variations de la magnitude de vigilance chez le Moqueur gorge-blanche (Roberts 1996, Beauchamp 2008).

Dans le cadre de l'approvisionnement social, une invariance des activités comportementales pour différentes tailles de groupe peut s'expliquer de différentes façons. Il est possible que les individus étudiés aient une forte tolérance à côtoyer des « compétiteurs » (Kutsukake et Clutton-Brock 2008). En effet, le nombre d'individus recherchant des ressources alimentaires sur une surface de 5m² ne dépassant que rarement trois voire quatre individus, il est possible que le seuil de tolérance soit élevé et soit rarement atteint, d'autant plus que les individus présents sont potentiellement des apparentés (Ekman et Griesser 2002, Dickinson *et al*. 2009). De plus, au cours de leur fouille, les moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) sont mobiles, augmentant ainsi leur surface de prospection. Aussi, par leurs déplacements dus au caractère hétérogène du milieu, et de par leur espacement avec leur congénère au cours des sessions de grattage, ils éviteraient potentiellement les zones déjà prospectées par eux-mêmes ou par des compétiteurs, ce qui atténuerait drastiquement la pression de compétition intraspécifique dans une même zone. Enfin, il est possible que les effets de la compétition soient présents, mais soient masqués par la réponse des individus à des facteurs écologiques tels qu'un excès de ressources disponibles ou encore de trop faibles risques de prédation dans la zone (Brown 1988). L'évaluation de ces deux paramètres apparaît comme étant l'étape méthodologique suivante de notre étude.

4.2.2 Nidification

4.2.2.1 Résultats

Au total, 41 nids de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ont été localisés et analysés (figure 19 et tableau 19).

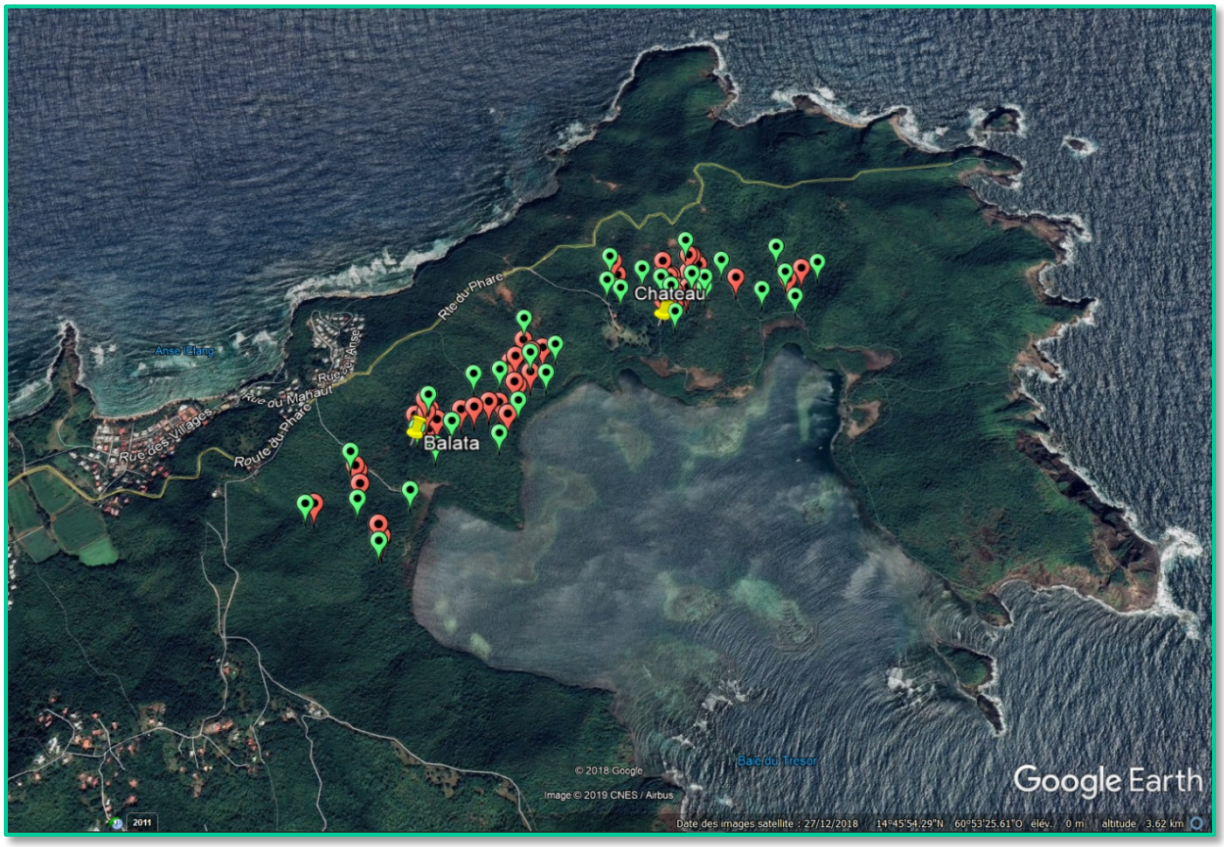

Figure 19. Cartographie des sites d'étude de la nidification chez le Moqueur gorge-blanche au Château Dubuc et à Balata. Les points rouges représentent les localisations de nids de Moqueurs. Les points verts correspondent aux localisations ne présentant pas de nids de moqueurs. Conception : Steven SON. Propriété de DiSC (Dispositif de suivi des changements), Source : PNRM et CNRS (2018).

Tableau 19. Évaluation de la densité de nids pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

	Station	Aire (ha)	Nombre de nids	Nombre de nids par surface (nids/ha)
Château Dubuc	SSJ8	2,263	6	$2{,}65e^{-01}$
	SSJ2	2,539	3	$1{,}18e^{-01}$
	SSJ6	1,026	1	$9{,}75e^{-02}$
	SSJ4	2,275	8	$3{,}52e^{-01}$
Balata	SSJ5	2,697	5	$1{,}85e^{-01}$
	SSJ3	2,917	4	$1{,}3e^{-01}$
	SSJ1	1,229	8	$6{,}51e^{-01}$
	SSJ7	6,257	6	$9{,}59e^{-02}$

Le nombre de nids recensés dans la RNNC est de 0,193 nid/ha (σ=0,19) avec un coefficient variation (CV) de 0,98 (tableau 19).

La localité Château Dubuc présente une densité de 0,222 (σ=0,121) nid/ha et CV de 0,55, alors que ceux de Balata sont de 0,176 (σ=0,258) nid/ha pour la densité et 1,471 pour le CV. Sur les 41 nids observés, 7 (17%) sont classés comme « actifs », dont un contenant un jeune et un œuf, deux contenant un œuf chacun et quatre vides avec un individu adulte dans le nid. Les trois nids actifs occupés ont été prédatés.

Caractérisons les espèces végétales servant de support aux nids.

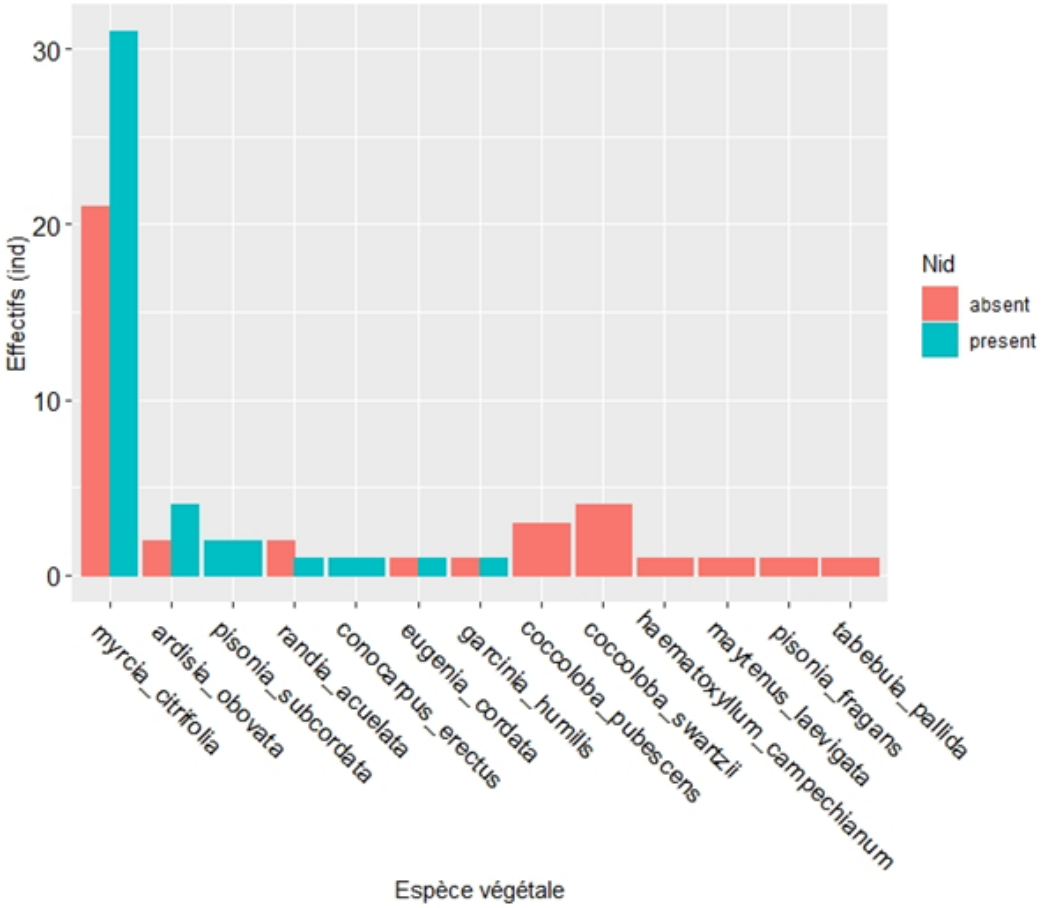

Figure 20. Effectif d'espèces végétales servant de support aux nids de Moqueur gorge-blanche (*R.b.brachryurus*).

Ils ont été observés sur sept espèces d'arbres parmi la quarantaine d'espèces qu'il est possible de rencontrer à la Presqu'île de la Caravelle (Vennetier 2015). Nos résultats montrent une forte fréquence des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) à construire leurs nids sur des merisiers (*Myrcia citrifolia*) puis dans une moindre mesure sur des bois chique (*Ardisia obovata*) (figure 20).

Tableau 20. Résultat d'analyse logistique binomiale entre la présence/absence et la détermination spécifique du support végétal.

	Estimation	Erreur standard	z	p
Intercept	-19,26	3765,85	-0,005	0,996
Coccoloba pubescens	-19,26	3261,32	-0,006	0,995
Coccoloba swartzii	17,87	6522,64	0,003	0,998
Conocarpus erectus	-0,69	1,66	-0,418	0,676

Eugenia cordata	-0,69	1,66	-0,418	0,676
Garcinia humilis	-19,26	6522,64	-0,003	0,998
Haematoxyllum campechianum	-19,26	6522,64	-0,003	0,998
Maytenus laevigata	-0,30	0,91	-0,333	0,739
Myrcia citrifolia	-19,26	6522,64	-0,003	0,998
Pisonia fragans	17,87	4612,2021	0,004	0,997
Randia acuelata	-1,39	1,5	-0,924	0,355
Tabebuia pallida	-19,26	-19,26	-0,003	0,998

L'analyse par régressions logistiques démontre que l'utilisation des merisiers (*Myrcia citrifolia*) en tant que support de nid pourrait être due au hasard et non à un choix du Moqueur gorge-blanche, du fait précisément de leur abondance (tableau 20).

Tableau 21. Résultat de l'analyse de la régression logistique binomiale. ** significativité correspondant à un p<1 %.

	Estimation	Erreur standard	z	p
Intercept	1,839	0,582	3,160	0,00158 **
Diamètre de tronc	-0,174	0,059	-2,933	0,00336 **

En outre, si le choix du support de nidification ne dépend pas de l'espèce, la régression logistique binomiale met en évidence une relation significative entre le diamètre des troncs et la présence de nids (tableau 21).

En effet, on observe que les troncs des individus supports font entre 4,3 et 20,3 cm de diamètre, mais que l'occurrence la plus fréquente est l'utilisation de supports de 5,3 et 5,7 cm de diamètre. Dans 57% des cas, ce sont les merisiers (*Myrcia citrifolia*) qui présentent cette gamme de diamètres. 14% des individus de « Ti coco » (*Randia acuelata*), d'Abricotier batard (*Garcinia humilis*) et de Mapous gris (*Pisonia subcordata*) se retrouvent dans ces gammes de diamètres.

Approfondissons ces résultats.

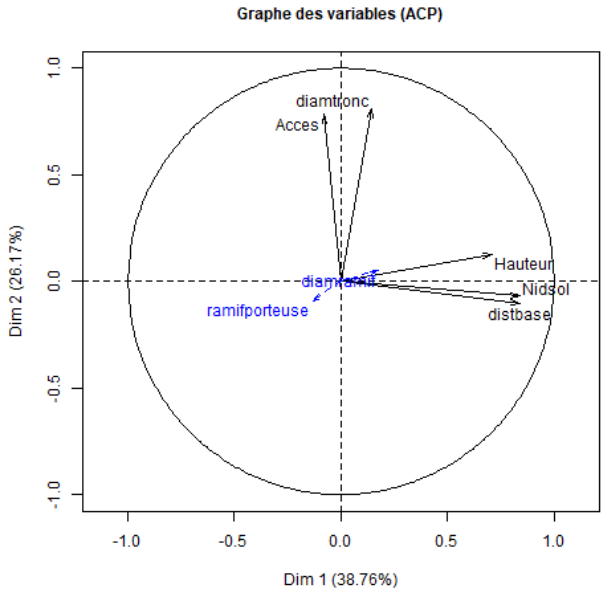

Figure 21. Graphe des variables de l'ACP sur les variables mesurées à chaque station.

L'analyse en composantes principales révèle des corrélations entre certaines variables physiques mesurées. Sur l'axe 1, qui explique 38,76% de l'inertie, on observe que trois variables sont corrélées. Ce sont la hauteur de l'espèce support, la hauteur du nid au sol et la distance du nid à la base de l'espèce support. Sur l'axe 2, qui explique 26,17% des données, on observe que la variable d'accessibilité au nid est corrélée avec le diamètre du tronc (figure 21).

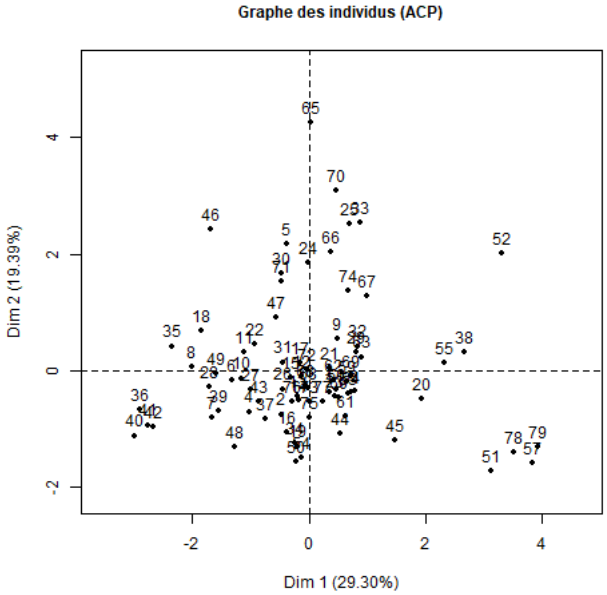

Figure 22. Graphique des individus de l'ACP. Chaque point représente une station. Dim 1 représente la première dimension. Dim2 représente la deuxième dimension.

Le graphique des individus ne met pas en évidence une quelconque structure des données du fait d'une diversité dans les gammes de valeurs des variables considérées pour les stations étudiées (figure 22).

4.2.2.2 Discussion

À partir de la méthode de comptage indirect par dénombrement de nids, Benito-Espinal et Hautcastel ont dénombré 15 couples en 1987, alors que Peter Evans comptabilise 40 couples en 1990 (Lesales *et al*. 2012). En appliquant cette méthode, nous obtenons les résultats suivants : 41 couples en tenant compte de l'ensemble des nids identifiés, 7 couples en se référant au nombre de nids actifs et 3 couples en considérant les nids contenant au moins un œuf et/ou un jeune. La littérature fait fréquemment référence au fait que le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) construirait plusieurs nids. Aussi, dans les années 70, Pinchon précise que « tous les nids trouvés avaient des jeunes » (Pinchon 1976). S'il nous est impossible de vérifier cette hypothèse, force est de constater que le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) rencontre des contraintes de nidification significatives. En outre, nos résultats attestent que le taux d'activité pour ces nids est particulièrement faible (17% observés actifs) et que leur taux de prédation (100%) traduit une situation critique. Bien que ces résultats soient inquiétants, l'inventaire floristique démontre que les conditions d'habitat sont propices à la nidification. Le merisier (*Myrcia citrifolia*) est le support de nidification le plus fréquemment observé. L'espèce *Myrcia citrifolia* est en effet la plus abondante dans ce type de forêt sèche secondaire. Elle est souvent présentée comme une espèce primordiale pour favoriser la nidification du Moqueur gorge-blanche (Bulens et al. 1994, Béranger 2007, AOMA 2008, Lesales *et al*. 2012). Or, les analyses ont révélé qu'en termes statistiques, l'espèce n'est pas la variable décisive dans le choix de construction des nids. Ces résultats sont en accord avec les conclusions de Lesales *et al.* (2012) à partir de l'ensemble des observations menées depuis 1994. Les résultats de l'analyse par régression logistique tendent à valider l'hypothèse que l'utilisation des merisiers (*Myrcia citrifolia*) comme supports de nidification préférentiels pourrait être due au hasard et non à un choix du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*), du fait de la forte abondance et de l'importante fréquence de l'espèce dans la zone. En revanche, le diamètre des troncs de l'espèce support est une variable explicative significative dans le choix de nidification. Ces résultats mettent en évidence une préférence des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) pour des supports de nidification d'environ 5 cm de diamètre. Ce constat interroge les constats naturalistes qui prétendent que le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) aurait un comportement opportuniste lors du choix de son site de nidification, justifiant probablement la détection d'un grand nombre de nids inactifs. Dans le cadre de la construction de nids, certaines espèces d'oiseaux procéderaient par stratégie d'essai/erreur (Bitterman 1979, Danchin *et al*. 2008, Ackerman 2019). Cette stratégie mobilisée par les individus en cours d'apprentissage permettrait à ces derniers de gagner de l'expérience jusqu'à ce qu'ils aient du succès dans leur activité. Par conséquent les choix de sites de nidification se feraient au hasard avec plusieurs tentatives, ce qui dans le cas du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) pourrait justifier la présence de plusieurs nids construits, mais dont l'activité n'a pu être observée (Lesales *et al*. 2012). Dans les cas où cette stratégie serait avérée pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*), elle aura tendance à accentuer les inquiétudes relatives à la conservation de l'espèce. En effet, ce type de stratégie est coûteux en temps et en énergie. Le facteur qui semble être décisif pour la nidification est la prédation. Bien que l'échantillon observé soit particulièrement faible, les nombres obtenus font état d'un problème majeur d'échec de reproduction. Sur 41 nids recensés, 17% étaient actif, 7% font état d'œufs et/ou de jeunes et aucun d'entre eux n'a fait l'objet d'un succès : 100% des nids occupés ont été prédatés.

4.3 AXE III. Production de connaissance sur l'ethnoécologie

4.3.1 Fréquentation

4.3.1.1 Résultats

L'étude de la fréquentation a consisté à observer les comportements des usagers du petit sentier, au cœur d'un « hotspot » important, à partir d'un piège-photo qui enregistre également l'ambiance sonore à chaque déclenchement (figure 23).

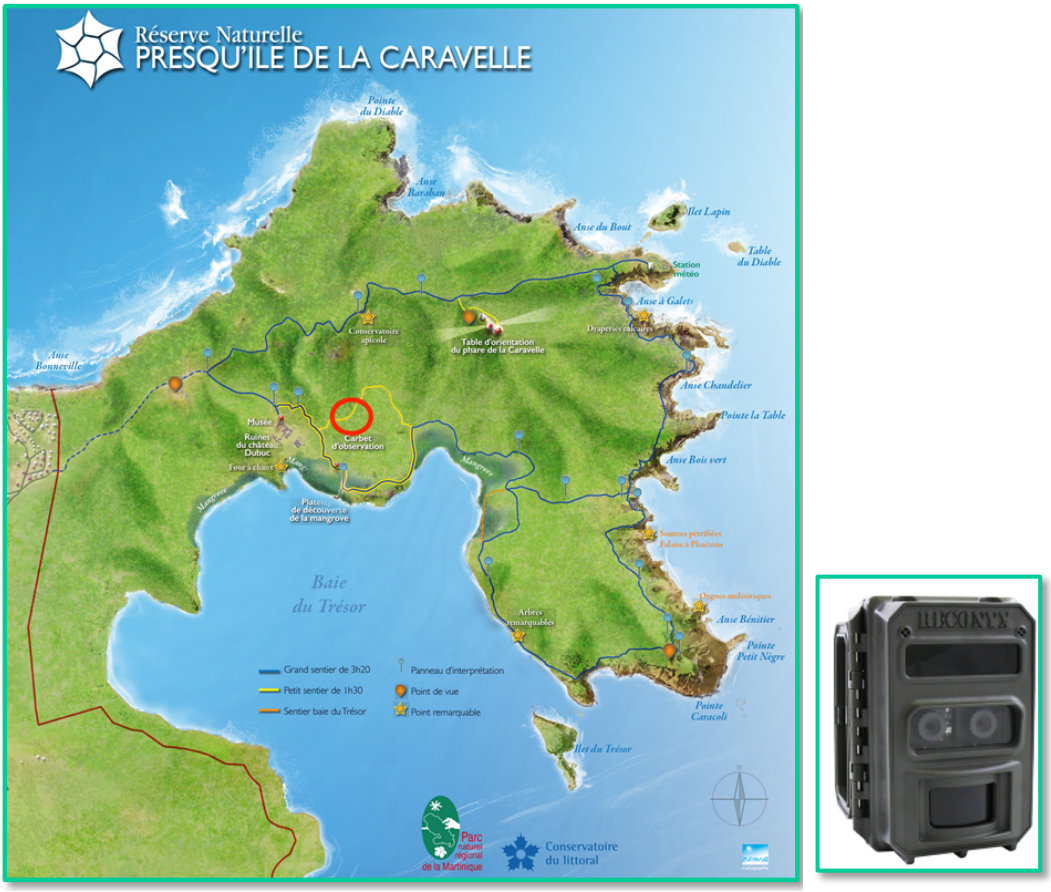

Figure 23. Site et matériel d'étude

Cela nous permet également de capter les interactions potentielles avec les moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Un certain nombre d'observations ont été réalisées de manière aléatoire à l'intérieur de la Réserve. Ces observations ont concerné aussi bien les usagers des sentiers, que les moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Le piège photo a donc été placé directement au-dessus du sentier, sur une branche transversale, à près de 3 m de hauteur (figure 24).

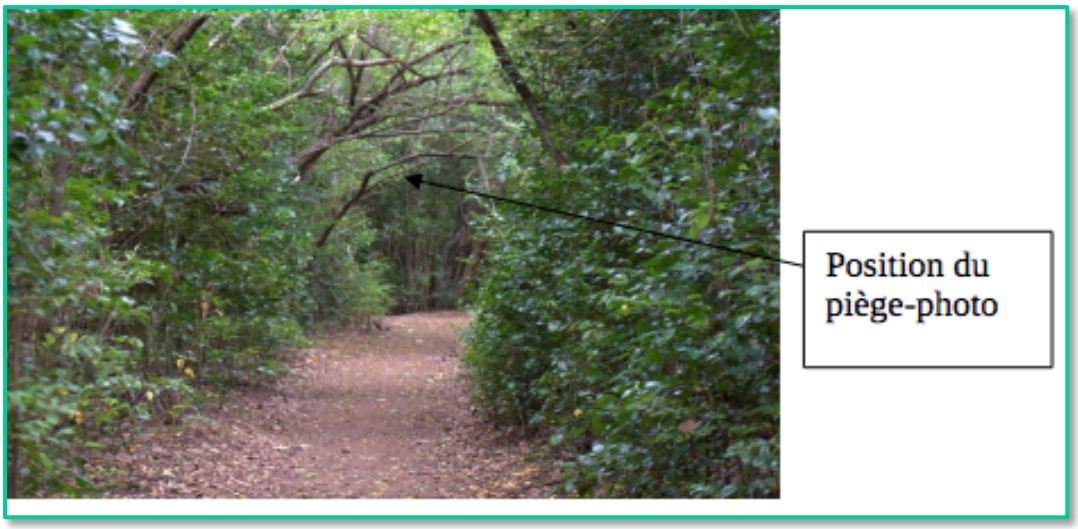

Figure 24. Situation du piège photographique

Les enregistrements s'étendent du vendredi 13 au dimanche 15 mai, puis du mardi 17 au mercredi 18 mai 2016. Les passages sont compris entre 5h18 et 18h38. 272 déclenchements ont été enregistrés. 78 causes du déclenchement sont identifiées. Les journées du 17 et du 18 ont été particulièrement venteuses. Les enregistrements restent intéressants car ils permettent de saisir une ambiance sonore à un moment donné et de façon aléatoire.

Les figures 25 à 28 présentent les bilans des enregistrements qui ont été analysés pour un total de 391 passages de personnes (moyenne = 2 ; minimum = 1 ; maximum = 19).

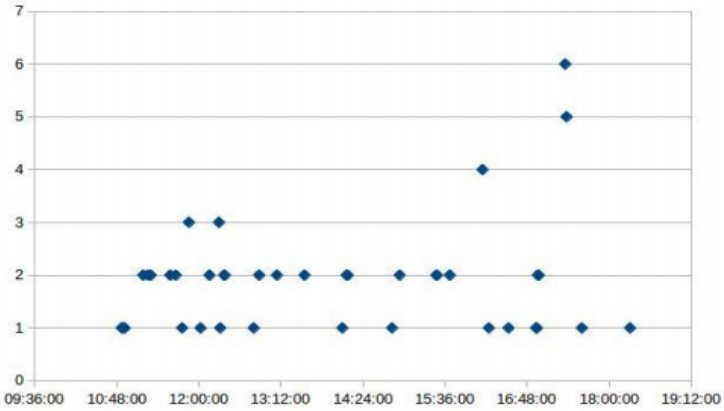

Figure 25. Répartition de la fréquentation du 13 mai 2016

Durée d'activité : 7h26
Nombre de personnes par heure : 9.95

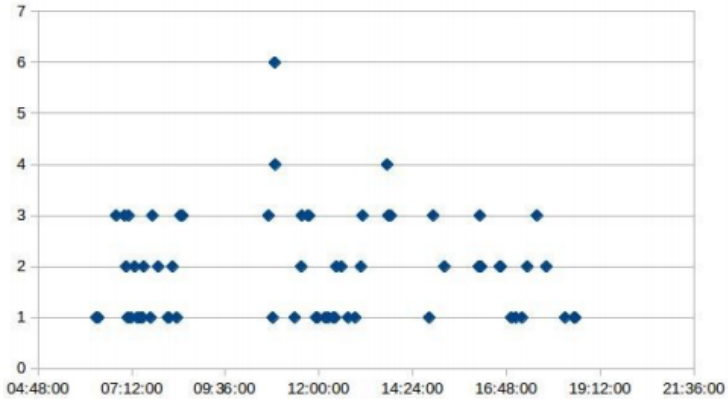

Figure 26. Répartition de la fréquentation du 14 mai 2016

Durée d'activité : 12h16
Nombre de personnes par heure : 10

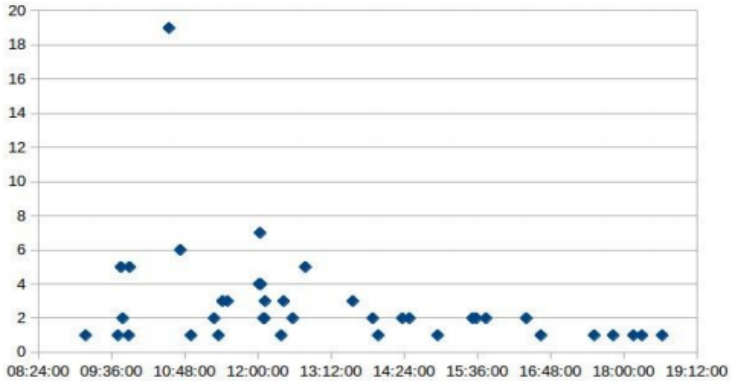

Figure 27. Répartition de la fréquentation du 17 mai 2016

Durée d'activité : 10h01
Nombre de personnes par heure : 11

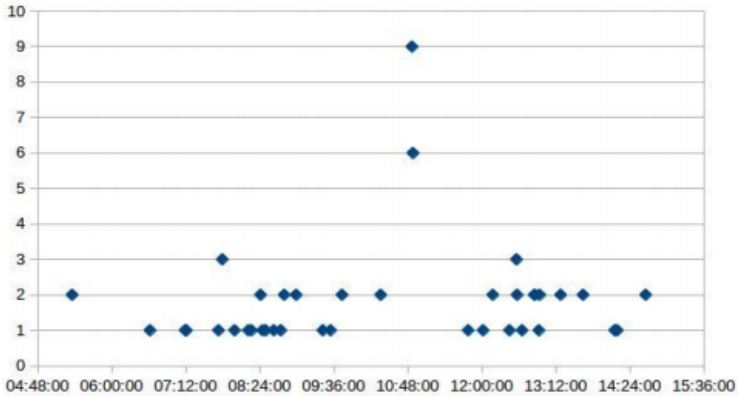

Figure 28. Répartition de la fréquentation du 18 mai 2016

Durée d'activité : 9h19
Nombre de personnes par heure : 7

4.3.1.2 Discussion

On peut juger la fréquentation du sentier comme étant modérée sur la période d'observation : entre 7 et 11 personnes par heure (figures 24, 25, 26, 27). Nous avions effectivement observé en amont que la grande majorité des usagers arrivant du Château Dubuc préférait emprunter le sentier littoral, plutôt que le tronçon échantillonné. Il est difficile en l'état de justifier une telle orientation et de la lier à la mise en place de la signalétique spécifique. Nous avons également noté, sans pouvoir le quantifier en l'état, que peu d'usagers s'arrêtent pour lire les panneaux.

Les horaires de passage soulignent également une plage d'utilisation du sentier particulièrement étendue, avec le passage le plus tôt enregistré dès 5h18, et le plus tardif à 18h38, soit respectivement avant le lever (5h36) et après le coucher du soleil (18h25). Sur la période d'étude, nous avons estimé le nombre de personnes ayant emprunté le sentier à 391. Il s'agit en moyenne de 2,02 personnes par passage enregistré. Le groupe le plus important était constitué de 19 personnes.

4.3.2 Comportements

4.3.2.1 Résultats

Les figures 29 à 37 font le bilan des 271 actions comportementales identifiées : marcher, courir, parler, crier, sauter, téléphoner, pleurer et taper.

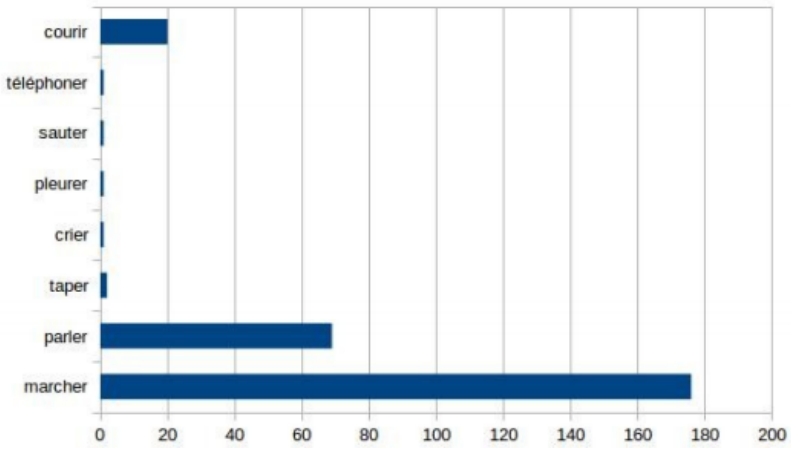

Figure 29. Distribution des actions comportementales

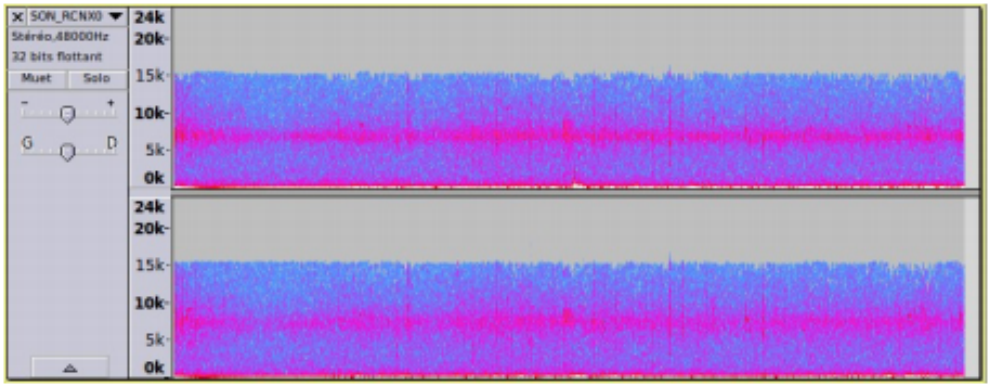

Figure 30. Spectrogramme de l'ambiance sonore naturelle (rafale de vent)

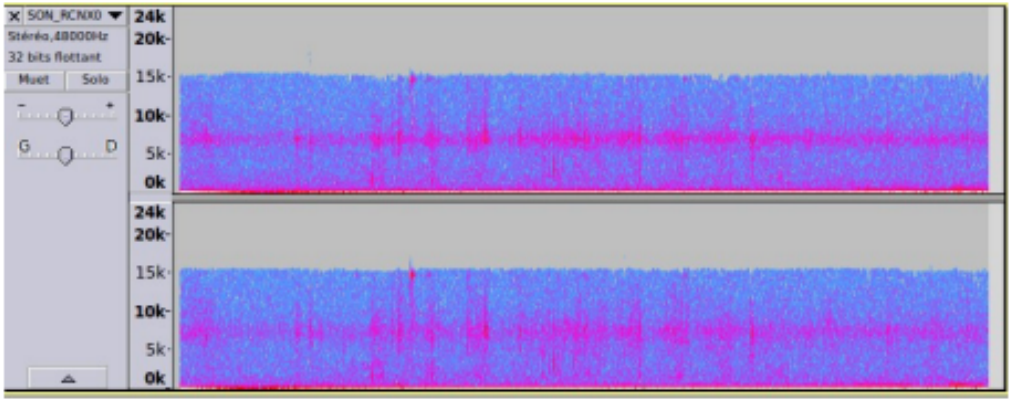

Figure 31. Spectrogramme du passage de 2 marcheurs

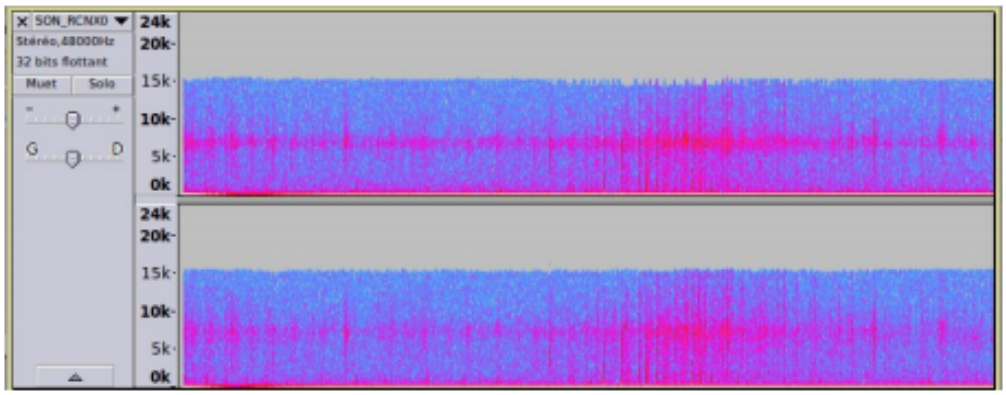

Figure 32. Spectrogramme du passage de 3 coureurs

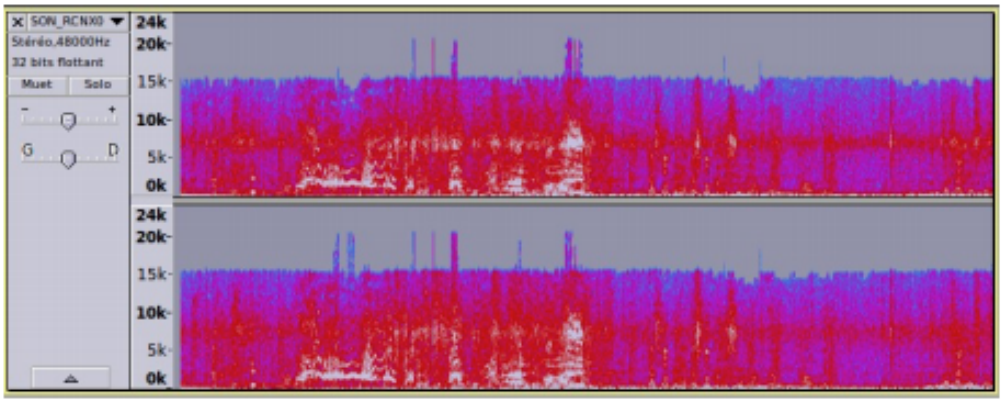

Figure 33. Spectrogramme du passage d'un groupe d'élèves courant et criant

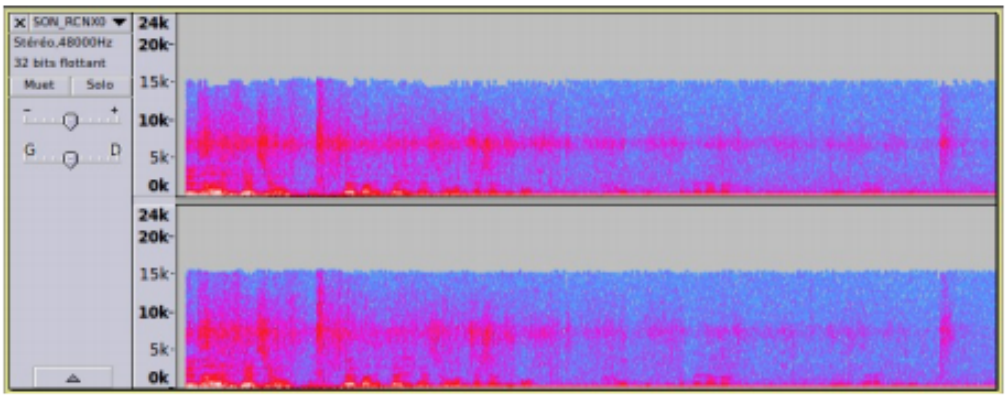

Figure 34. Spectrogramme du passage de 2 marcheurs discutant

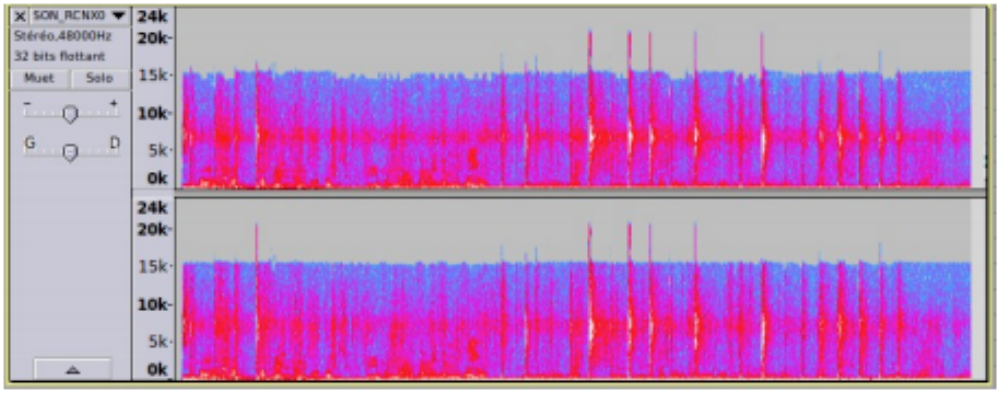

Figure 35. Spectrogramme du passage d'une famille discutant et un enfant tapant sur une bouteille

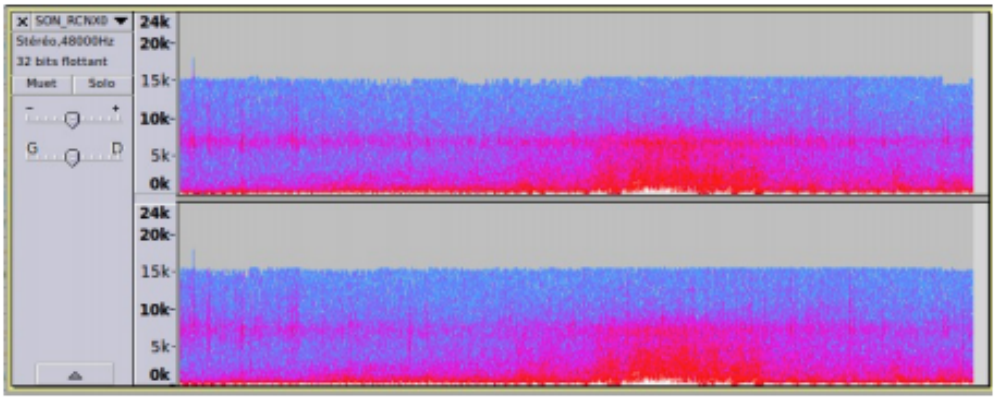

Figure 36. Spectrogramme du passage d'un hélicoptère

Figure 37. Exemple de comportements susceptibles d'engendrer du dérangement : pleurer, courir, parler fort, crier, sauter, taper.

4.3.2.2 Discussion

L'analyse des comportements de ces usagers est riche d'enseignements. 271 actions comportementales ont pu être décrites à partir des enregistrements. De manière indiscutable, la marche constitue l'action la plus fréquente, avec 65% des actions relevées. Les discussions (parler) représentent ensuite plus du quart des actions comportementales (25,5%). La course/jogging ne représente que 7% des actions, mais cette dernière est totalement contraire aux comportements recommandés lors de la traversée de la zone. Force est de constater qu'en dépit de la mise en place de panneaux d'information, cette pratique perdure dans les zones d'habitat des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Le bruit étant une source majeure de dérangement pour l'oiseau, nous avons donc tenté de qualifier les comportements que l'on peut juger excessifs. 21 cas, soit près de 8 % des actions comportementales, rentrent dans cette catégorie. Il peut s'agir d'actions directes incompatibles avec la tranquillité recherchée pour la conservation de l'espèce (crier, taper, pleurer, sauter) ou d'actions conventionnelles mais générant du bruit (marcher, parler, courir). L'analyse des spectrogrammes produits à partir des enregistrements sonores nous permet dès lors de mettre en évidence les bruits forts. Les couleurs chaudes (du rouge vers le blanc) soulignent ainsi les intensités sonores élevées. Le passage d'un groupe d'élèves courant et criant, ainsi qu'une famille accompagnée d'un enfant tapant sur une bouteille sont particulièrement remarquables. Alors que la majorité des visiteurs semblent parcourir le sentier en silence, le niveau des voix semble aussi parfois problématique. Si certains usagers ne font que chuchoter, d'autres au contraire s'expriment plus librement et génèrent du bruit. A noter que tous les coureurs n'engendrent pas systématiquement un bruit excessif.

4.3.3 Vocalises

4.3.3.1 Résultats

26 manifestations de moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ont été enregistrées. Il s'agissait de 12 pré-alertes (cri de type 2), de 7 alertes (cri de type 3), 4 cris de type 1, 1 cri de type 4 et 2 cris indéfinis.

Aussi, nous avons répertorié 20 manifestations en lien avec des passages, 3 manifestations (cris types 1, 2 et 3) pendant des actions comportementales jugées excessives (marcher, courir, marcher et taper) et 6 manifestations saisies lors d'enregistrements aléatoires (2 cris d'alerte de type 3, 3 cris de pré-alerte de type 2 et 1 cri de type 4).

4.3.3.2 Discussion

Les enregistrements réalisés par le piège-photo ont pu saisir un total de 26 manifestations de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Les observations réalisées au cours de la période de test n'ont pas mis en évidence d'activité liée à la nidification (nid actif ou construction de nid), alors que la période du mois de mai est généralement propice à cette phase. L'étude éthologique (Lesales *et al*. 2012) permettant une meilleure connaissance des cris et de leur fonction, il est possible de lier certaines de ces manifestations sonores aux actions comportementales observées. 6 cris ont été toutefois enregistrés en dehors de tout passage sur le sentier, lors de déclenchements aléatoires, sans doute provoqués par des rafales de vent. Il s'agit d'un cri de type 4 (« Tchouik »), 3 cris de type 2 (pré-alerte) et 2 cris de type 3 (alerte). Une des séquences d'alerte semble être provoquée par la présence d'une grive dont on peut entendre les cris par intermittence. Sur les 20 manifestations concomitantes de passages sur le sentier, 14 sont liées à des réactions de défense de l'espèce (alerte et pré-alerte). Elles sont donc potentiellement la conséquence d'un dérangement. Seuls 3 cris ont été émis lors d'actions comportementales jugées excessives (courir fort, marcher fort et taper). Cela peut paraître faible et peu significatif, néanmoins, les observations de l'étude éthologique (Lesales et al. 2012) ont déjà montré qu'il n'y avait pas forcément de gradation dans les cris (type 2 puis type 3 – soit pré-alerte puis alerte), et que la première réaction des individus pouvait être la fuite (envol soudain) sans aucune manifestation sonore. Il convient donc de rester prudent dans ces interprétations, notamment, en l'absence d'observation directe sur le terrain au moment des faits. On peut seulement affirmer que ces manifestations de défense au moment de passages sur le sentier ne sont que les indices d'un état de stress des oiseaux.

Les données recueillies apportent un éclairage nouveau sur la perpétuation des attitudes inadaptées lors de la traversée de zones à fort enjeu pour la conservation du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). L'un des principaux intérêts des enregistrements recueillis avec la visualisation des comportements est précisément d'évaluer leur adéquation ou pas avec les consignes formulées sur les panneaux. Afin de limiter le dérangement dans la zone, des efforts doivent être poursuivis pour sensibiliser le public au respect des consignes affichées. Les cris d'alerte étant un indice de l'état de stress des moqueurs gorge-blanche (passage de prédateurs, dérangement), une attention particulière pourrait être apportée à ces cris dans le suivi des populations. Une approche comparative pourrait être menée dans la fréquence d'occurrence de ces cris dans et hors de la Réserve (proximité et éloignement des sentiers).

4.4 AXE IV. Production de connaissance sur la socioécologie

4.4.1 État de l'art de la construction de savoirs

À l'analyse des documents historiques, on observe quatre périodes concernant la dynamique des savoirs. Une première période correspond à des savoirs autochtones et à des observations effectuées par les premiers colons lors de la pratique de la chasse. Au cours de cette période, l'ensemble des connaissances reposent sur des savoirs d'usage basés sur l'expérience. Les traces écrites sont rares. Les premières proviennent des gravures et journaux de voyageurs naturalistes. Nous ne disposons pas de documents originaux datant de cette période.

La deuxième période, ou période des expéditions naturalistes, met en évidence un nombre important d'observations où la quantification devient prépondérante. Le document de Jean-Baptiste Mathieu Thibault de Chanvalon correspond à un récit de voyage et les rares observations naturalistes d'oiseaux présentent une faible couverture textuelle. Nous ne disposons pas des moyens suffisants pour qualifier les types de savoirs présents dans tout l'ouvrage. Cependant, deux allusions à des méthodes de classification, l'une concernant M. Brisson et l'autre M. de Réaumur, mettent en évidence l'existence probable de prémices de taxinomie concernant l'étude du vivant à cette époque. Cependant, la méthode n'étant pas mise en œuvre dans l'ouvrage, nous le considérons dans son intégralité comme constitué de savoirs d'usage basés sur l'expérience. De notre corpus documentaire, la production de Cory (1892) présente uniquement des listes d'espèces faisant état de leurs observations. Le pourcentage de couverture sur cet ouvrage pour l'espèce Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) est de 0,02 %.

Les îles des Petites Antilles étaient considérées comme de véritables laboratoires dans lesquels les théories et concepts étaient testés sur de nouvelles espèces méconnues du monde occidental (Gros-Désormeaux *et al*. 2016). Passionnés de théories et de découvertes, des chroniqueurs et autres naturalistes enchaînent de plus ou moins longs séjours dans les îles. Au cours de cette période, la méthode de production de savoirs reposait essentiellement sur des observations invasives. Au niveau de la faune, les individus sont tués pour être identifiés. Pour ce qui est de la flore, des arbres sont abattus. Ces prélèvements ont eu lieu de façon ponctuelle jusqu'à la création de la Réserve Naturelle Nationale de la Caravelle. Pour preuves, de nombreux spécimens de Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) sont actuellement conservés dans plusieurs musées : American Museum of Natural History of New-York, National History Museum of London, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Yale Peabody Museum (New Haven), University of Michigan Museum of Zoology (Michigan), Royal Ontario Museum (Ontario), Royal Belgian Institute of Natural Sciences (Bruxelles), Field Museum of Natural History (Chicago), Museum of Comparative Zoology, Harvard University (Cambridge), Louisiana State University Museum of Natural Science (Louisiane), Academy of Natural Sciences of Drexel University (Philadelphie), Carnegie Museum of Natural History (Pittsburgh). Au total, nous avons répertoriés près d'une centaine de spécimens différents. Il n'est pas impossible que ces prélèvements réguliers d'individus aient participés au déclin de l'espèce, voire à sa quasi-extinction (Huggan and Tiffin 2015).

Ces prélèvements ont mené à la création des premiers savoirs rationalisés institutionnels sur le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Il s'agit des dénominations taxonomiques, ainsi que des descriptions générales d'individus qui permettent de débuter le classement des espèces par la systématique. L'analyse des contenus révèle une récurrence d'approches morphométriques et anatomiques quantitativistes pour décrire les espèces. Chronologiquement, deux documents apparaissent comme significatifs. Le premier est le catalogue descriptif ornithologique de Ridgway

(1907). Ce document correspond au tome 5 qui consacre moins de 1 % de ses 1083 pages de contenu à faire le bilan des savoirs sur le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) : cela témoigne du peu de connaissances présentes pour cette espèce en 1907. Le second document est le livre rédigé par le Père Robert Pinchon concernant la Faune des Antilles Françaises, et plus précisément les oiseaux. Le Père Pinchon était Docteur ès Sciences et correspondant du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. En ce qui concerne le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*), 1,44 % des 324 pages de cet ouvrage rappellent l'ensemble des connaissances sur les populations de cet oiseau acquises jusqu'en 1976. Ce pourcentage correspond à peine à quatre pages de l'ouvrage, incluant une photographie de nid. Parmi ces savoirs, on a majoritairement des observations naturalistes que nous pouvons qualifier de savoirs d'usage basés sur l'expérience.

Les savoirs produits au cours de la période des expéditions naturalistes ont participé à justifier la création de la Réserve Naturelle Nationale de la Presqu'île de la Caravelle (RNNC) qui marque le début de la troisième période. Créée le 2 Mars 1976 par le Ministère français en charge des questions environnementales, elle implique une politique de protection et de préservation de l'habitat et des espèces (Gouillart 1996). Le statut de Réserve Naturelle Nationale a offert l'opportunité d'accroître la production de savoirs. Les mesures concrètes de conservation de l'espèce se sont opérationnalisées par la mise en place de la Réserve, l'acquisition de terrains par le Conservatoire du littoral et par la fermeture de sentiers. L'année 1988, date à laquelle l'UICN classe le Moqueur gorge-blanche (*R. brachyurus*) au rang « d'espèce menacée », correspond au moment où la production de savoirs sur le Moqueur gorge blanche (*R. b. brachyurus*) a augmenté de manière significative : 45 % des rapports sur le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) ont été produit par des associations, bureaux d'étude et établissements académiques à partir de cette période. Ce sont essentiellement des rapports institutionnels. Une analyse plus fine du contenu de ces rapports montre que les catégories de savoirs mobilisés sont de proportions variables (figures 38 et 39).

La quatrième période débute dans les années 1990. Période de développement des préoccupations environnementales avec une augmentation des catastrophes technologiques, les sciences et techniques apparaissent comme étant la source principale de progrès humains. Dans cette continuité, le début des années 2000 apparaît comme étant le point de départ d'une inflation du recours à l'expert et à l'expertise (Granjou 2003), expliquant la croissance significative des études sur différentes espèces (Damay 2011). Ce constat est visible par l'étude des savoirs relatifs au Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). En effet, si les données dont nous disposons mettent en évidence 300 ans de production de connaissances sur l'espèce, la majorité des savoirs mobilisés actuellement pour la conservation des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) sont récents car ils datent de 2001. C'est précisément à partir de cette date que l'on observe l'augmentation du nombre de publications et la diminution de productions à connotation littéraire sur l'espèce. En effet, on observe que 44% des documents produits correspondent à des publications scientifiques et qu'un seul livre a été rédigé sur le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) de Martinique. Néanmoins, sur une vingtaine de publications, onze, sept et deux d'entre-elles présentent respectivement moins de 2 %, entre 2 % et 6 % et plus de 6 % de contenu consacré au Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) pour les savoirs rationalisés institutionnels (figure 37). En ce qui concerne les savoirs d'usage basés sur l'expérience, sur les vingt publications scientifiques, cinq, dix et quatre d'entre-elles présentent respectivement moins de 2 %, entre 2 % et 10 % et plus de 10 % de couverture textuelle concernant les savoirs d'usage basé sur l'expérience (figure 39).

Pour l'ensemble des données, la part de savoirs d'usage basés sur l'expérience est quantitativement plus importante (319 références) que les savoirs rationalisés institutionnels (188 références).

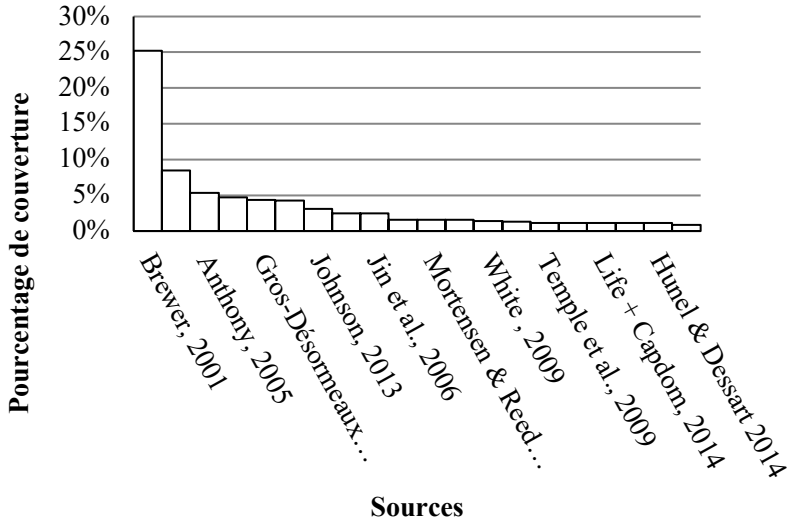

Figure 38. Pourcentages de couverture textuelle des savoirs rationalisés institutionnels existants pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) en fonction des sources analysées.

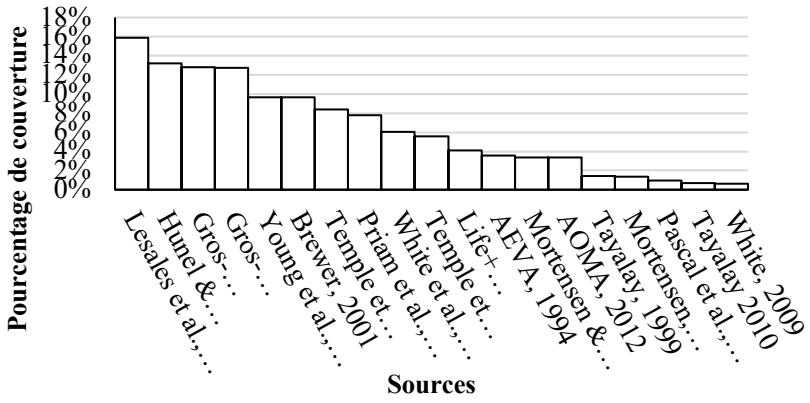

Figure 39. Pourcentage de couverture textuelle des savoirs d'usage basés sur l'expérience pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) en fonction des documents analysés.

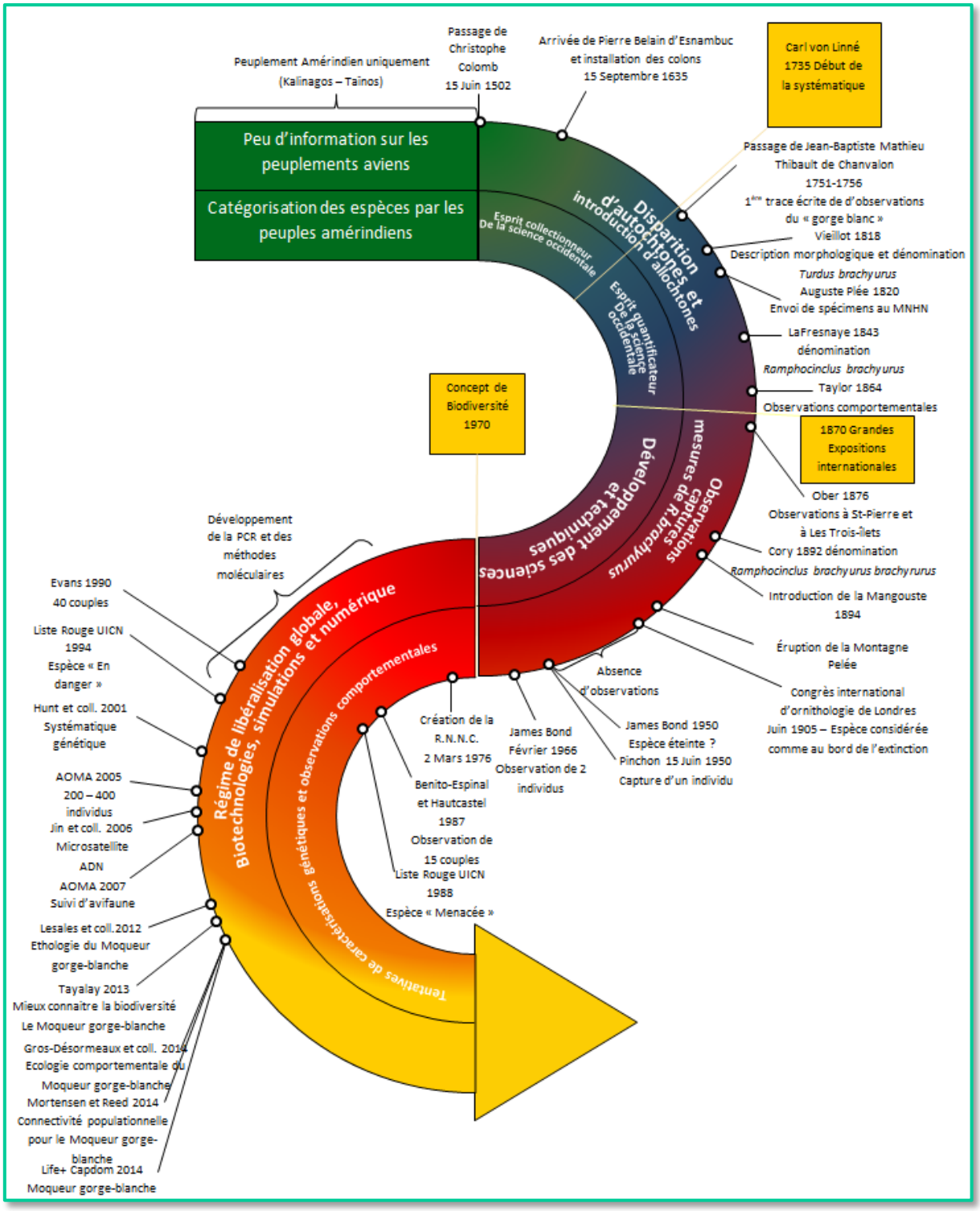

Figure 40. Frise chronologique retraçant l'histoire naturelle et les événements historiques scientifiques marquant pour le Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

Sur les 44 documents analysés, 26 font appel à des savoirs de type rationalisé institutionnel avec en moyenne un pourcentage de couverture textuelle d'environ 2,5 %, et 26 font appel à des savoirs d'usage basés sur l'expérience avec en moyenne un pourcentage de couverture textuelle de 0,7 %. Sur l'ensemble des savoirs existants sur Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) dans notre corpus, on observe une prévalence d'éléments traitant des individus et des populations.

La génétique est traitée dans quatre publications scientifiques et un seul rapport institutionnel, celui du projet européen Life+ Cap DOM (Conservation de l'Avifaune Protégée des Départements d'Outre-Mer). Les savoirs rationalisés institutionnels sont mobilisés dans 17,3 % des documents traitants de questions génétiques pour *R. b. brachyurus.* Les savoirs d'usage basés sur l'expérience sont eux mobilisés dans 14.8 % des documents traitant de la question génétique chez *R. b. brachyurus*.

L'étude des individus représente 80 % du corpus sous forme de savoirs rationalisés institutionnels et 90 % de ce dernier à partir de savoirs d'usage basés sur l'expérience. La prépondérance de ces savoirs dans notre étude peut être due à l'importance des études comportementales. Au niveau populationnel, 78 % des documents y sont consacrés à partir de savoirs rationalisés institutionnels et 91 % traitent de ce niveau d'intégration à partir de savoirs d'usage basés sur l'expérience. Enfin, l'espèce est respectivement traitée à 76 % et à 36 % du corpus à partir de savoirs rationalisés institutionnels et de savoirs d'usages basés sur l'expérience.

Le savoir d'usage basé sur l'expérience est bien plus mobilisé que des savoirs rationalisés institutionnels. La frise chronologique permet d'illustrer la prépondérance de cette catégorie de savoir dans les sources. Plusieurs périodes apparaissent comme cruciales dans ce processus de construction de savoirs (figure 40).

4.4.2 Construction d'un enjeu de conservation

Durant les peuplements précolombiens dans la Caraïbe, les savoirs existants sont des savoirs transmis oralement, dits « autochtones » : ce sont ceux des peuples Tainos et Kalinagos qui peuplent la région (Beckles 1992). Avec leur disparition, une grande partie des savoirs détenus par ces civilisations ont été perdus. Par conséquent, nous ne pouvons avoir de certitude sur ces connaissances. Nous ne pouvons faire que des suppositions sur ces savoirs à partir d'indices archéologiques et à partir de connaissances anciennes transmises aux colons. De nombreux indices laissent penser que les savoirs de la nature sont d'ordre fonctionnel, c'est-à-dire que les observations et les connaissances en découlant ont pour buts premiers de s'alimenter, se soigner ou encore pour nourrir des croyances. Par exemple, il semblerait que l'élevage et le sacrifice de la Petite buse (*Buteo platypterus*) appelée communément « Malfini », constituaient le rite de passage du jeune Kalinago au rang social d'adulte.

Malgré le passage de Christophe Colomb dès le 15 Juin 1502 en Martinique, c'est à partir du 15 Septembre 1635 que la véritable colonisation européenne de l'île a débuté. L'installation de colons travaillant pour la Compagnie des îles d'Amérique sur l'île a été un point de départ dans la tentative de découverte et d'appropriation de connaissances nouvelles pour le monde occidental. En Martinique, les colons cohabitent sur l'île avec les Kalinagos pendant 23 ans. Au cours de cette période, il est possible que des échanges de savoirs aient eu lieu. Cependant, les documents existants entre 1635 (installation des colons sur l'île) et 1658 (l'extermination des Kalinagos de l'île) sont rares et ne traitent pas forcément des savoirs détenus par les Kalinagos. Ce n'est qu'un siècle plus tard que les premiers chroniqueurs passionnés par les débuts de la systématique évoquent l'existence du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*), mettant en évidence le début des connaissances dites « scientifiques » pour cette époque.

En effet, des personnes ont été mandatées pour mener des expéditions dans la région des Caraïbes, dans l'optique de « découvrir » (on entend ici « d'acquérir un ensemble de savoirs ») les nouveautés et spécificités locales. Au cœur de cet objectif, certains voyageurs naturalistes se sont lancés dans l'étude des espèces présentes en Martinique. En ce qui concerne le Moqueur gorge-blanche de Martinique, les premières observations archivées remontent à 1751. En effet, c'est dans le livre « Voyage à la Martinique – contenant diverses observations sur la physique, l'histoire naturelle, l'agriculture, les mœurs et les usages de cette isle », écrit par Jean-Baptiste Mathieu Thibault de Chanvalon, que nous trouvons la première citation sur le Moqueur gorge-blanche. « Les uns [en parlant des oiseaux] sont remarquables par la forme de leur nid, par la matière qu'ils emploient, ou par l'adresse avec laquelle ils suspendent ; d'autres par la couleur de leurs œufs. Par exemple, ceux du gorge blanc sont d'un beau bleu céleste, tachés à l'un de leurs bouts de petites marques noires. » On peut trouver également un peu plus loin : « le gorge blanc ; il se rapporte au genre des merles ou des grives ». Cependant, il ne s'agit que d'une observation naturaliste. Il faudra attendre soixante-dix ans plus tard que la première description scientifique de l'espèce soit faite par Vieillot qui travailla sur des spécimens qui lui ont été envoyés (Lesales *et al*. 2012). Vieillot qui les nommait « Merle à courte queue de la Martinique » avait donné le nom scientifique de *Turdus brachyurus* (Lesales *et al*. 2012). En 1820, Auguste Plée, lors de son voyage en Martinique, envoya au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, divers spécimens d'animaux dont un Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*). Au cours du XIXe siècle, d'autres individus ont été observés et chassés, cependant seulement une cinquantaine de spécimens retrouvés dans les collections zoologiques de musées témoignent des prélèvements effectués durant cette période au sein des populations martiniquaises de Moqueur gorge-blanche.

L'établissement du genre *Ramphocinclus* ne s'est faite qu'à partir des descriptions anatomiques faites par Frédérique de Lafresnaye en 1843, permettant de le nommer *Ramphocinclus brachyurus* (Lesales *et al*. 2012). Une vingtaine d'années plus tard, des observations comportementales de l'oiseau ont été faites puis publiées dans la revue ornithologique Ibis (Taylor 1864, dans Lesales *et al.* 2012). En 1878, une autre publication faisait état des divers lieux où il était probable de rencontrer l'espèce (Ober 1878, dans Lesales *et al.* 2012). Ce n'est qu'à partir de 1892 avec les études menées par Cory, que la sous-espèce de Martinique *Ramphocinclus brachyurus brachyurus* a été officiellement considérée comme différente de la sous-espèce de St-Lucie *Ramphocinclus brachyurus santaeluciae.* En 1905, lors du quatrième congrès international d'ornithologie de Londres la sous-espèce martiniquaise a été présentée au bord de l'extinction. Lesales *et al*. (2012) mettent en évidence qu'en 1950 l'ornithologue américain James Bond aurait considéré l'espèce comme éteinte. Cependant un an plus tard, Robert Pinchon aurait capturé un individu, soulignant la rareté des observations (Pinchon 1976). James Bond lui-même aurait par la suite observé deux individus (Lesales *et al*. 2012).

Avec la création de la Réserve Naturelle Nationale de la presqu'île de la Caravelle le 2 Mars 1976 et la mise en place de suivis scientifiques réguliers, l'observation de moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) est devenue de plus en plus fréquente. En effet, en 1987, Edouard Benito-Espinal et Patricia Hautcastel ont dénombré 15 couples et trois ans plus tard, Evans a estimé la présence de 40 couples. En 1994, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) a classé l'espèce au rang de « menacée » puis au rang « en danger » sur sa liste rouge des espèces menacées (BirdLife International 2018). Depuis avril 2020, le Moqueur gorge-blanche (*R. brachyurus*) est classé « en danger critique » dans « la Liste rouge des espèces menacées en France ». Actuellement, la conservation et l'étude de cette espèce sont sous la responsabilité du PNRM dans le cadre du plan de gestion de la RNNC.

5. Limites méthodologiques

Au fur et à mesure de l'avancement des travaux de collecte et de traitement des données, d'importantes limites se sont révélées. Les recaptures ont mis en lumière que les individus enlevaient les marques plastiques colorées qui avaient été posées lors de la première campagne en 2016 : six des neuf individus marqués à cette période ont été recapturés avec une à deux des trois marques colorées. Ce constat est aussi confirmé par les résultats du génotypage, car les quatre des six individus pour lesquels des marques ont été partiellement retrouvées ont été différenciés grâce à la génétique. À partir de 2017, le marquage a été réalisé à l'aide de marques métalliques colorées et gravées : aucun des individus capturés ou recapturés après la pose de ces dernières n'avait perdu ces marques métalliques. Du fait de la forme allongée et incurvée de leur bec, les moqueurs ont probablement une certaine aisance à extraire leur patte des bagues plastiques souples et flexibles. Ajoutons que la température peut aussi avoir un effet dilatateur sur le plastique. Au regard de ces constats, il est recommandé d'utiliser essentiellement des marques ou bagues métalliques dans le cadre de campagnes de CMR du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*).

Nous avons été surpris par les faibles taux de recapture sur des sites où des moqueurs gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) capturés et marqués étaient observés régulièrement. Cela peut signifier un gain rapide d'expérience par ces individus qui ne se laisseraient pas recapturer aux mêmes endroits, soit par évitement des endroits où les filets ont été placés, soit par accroissement de la vigilance. Un tel comportement des individus serait aussi de nature à biaiser les résultats. Enfin, bien que la CMR soit l'un des outils les plus performants, sa mise en œuvre nécessite une approche collective et s'est avérée de ce fait particulièrement chronophage et contraignante. De plus, à partir de cette méthode, les effectifs capturés restent faibles ; il conviendrait de l'améliorer (filets de couleurs/matières plus discrètes, quantité supérieure de filets, appâtage, etc.) afin de capturer plus d'individus, ce qui induirait probablement davantage de recaptures et des résultats démographiques plus robustes.

Concernant le génotypage, nous ne disposions pas des moyens logistiques et de l'expertise pour le mettre en œuvre localement. Plus encore, au faible nombre d'individus échantillonnés, s'est ajouté un nombre de *markers* limité pour l'espèce. De ce fait, quatre individus identifiés comme étant deux recaptures par le génotypage, correspondent à quatre organismes différents identifiés et bagués. Cela induit que les analyses démographiques réalisées sur la base des 63 individus pourraient-être une légère sous-estimation comprise entre un et six individus. Néanmoins, par précaution, nous avons fait le choix de nous conformer aux données et aux informations dont nous disposions en effectuant tous les calculs sur la base des 63 individus obtenus en croisant les résultats du génotypage et de la recapture. Dès lors les analyses qui résultent du génotypage gagneraient en précision avec un nombre plus important de *markers*. Le faible échantillon a théoriquement pour conséquence de rendre d'autant plus difficile l'estimation des effectifs. Précisons néanmoins que l'échantillon représente entre 16% et 31% de la population estimée (Gros-Désormeaux et Tayalay 2009, Life +Cap DOM 2014). Concernant la structure de la population, des méconnaissances demeurent sur le mode de reproduction (reproduction coopérative, couples monoparentaux, nombre de nids, etc.).

Au cours de la phase d'analyse des données morphologiques, nous avons observé plusieurs éléments qui réduisent nos marges d'interprétation. Dans un premier temps, concernant les mesures historiques, on observe de faibles tailles d'échantillons, que ce soit dans les données de Vieillot où les mesures concernent 11 individus, ou dans les données de Storer où les mesures ont été effectuées sur la base d'échantillons allant de 13 à 21 individus. Il est possible que les données historiques ne soient pas représentatives des populations présentes à cette période. Néanmoins, les faibles effectifs pourraient laisser penser le contraire. De plus, de nombreuses études mettent en évidence des erreurs

de détermination du sexe basé sur des différences morphologiques (Storer 1966, Hart *et al*. 2000). Plus encore, les mesures effectuées par Vieillot en 1818 ont été réalisées différemment par rapport aux méthodes et aux instruments que nous avons utilisés : des différences observées entre les jeux de données antérieurs à 1994 peuvent donc provenir de techniques de mesure différentes. Il se peut que des mesures effectuées de la même façon puissent aussi comporter des erreurs. En effet, pour la mesure du bec, la façon dont l'expérimentateur perçoit la limite de la mandibule supérieure cachée à la base du front induit des biais millimétriques. Une telle distribution pourrait aussi s'expliquer par la présence de sous-groupes dans le jeu de données. Pour les mesures concernant les paramètres du bec (longueur, hauteur, longueur tête-bec), il existe d'autres incertitudes similaires lors de la prise de mesure. Ne pouvant démontrer la certitude des mesures pour ces caractères, nous ne les avons pas exploités aussi bien dans les traitements que dans l'analyse. Enfin, concernant les jeux de données représentant les mesures réalisées de 1994 à 2018, les mesures ont été effectuées par des expérimentateurs ayant suivi des formations certifiées dispensées par le CRBPO du MNHN. Par conséquent, nous considérons que les résultats des comparaisons entre ces jeux de données sont relativement fiables, car elles résultent d'une technique standardisée qui permet de minimiser les biais d'observation.

Enfin, le risque de prédation et le régime alimentaire du Moqueur gorge-blanche (*R. b. brachyurus*) constituent des domaines de connaissance incontournables pour assurer la conservation de l'espèce. Ces aspects gagneraient à faire l'objet d'études complémentaires.

6. Recommandations

Comment optimiser la conservation du Moqueur gorge-blanche et de son habitat ?

	CONCLUSIONS	RECOMMENDATIONS
BIOLOGIE	**Un « effet Réserve » efficace** Les moqueurs gorge-blanche sont plus gros à l'intérieur de la Réserve Naturelle Nationale de la Caravelle.	Mettre en place des réglementions qui s'inspirent de celles de la Réserve Naturelle Nationale de la Caravelle dans d'autres zones de présence de l'oiseau.
POPULATION	**Un effectif faible** Le nombre de moqueurs gorge-blanche est estimé à moins de 600 individus, avec près de 1/6 individus qui se reproduit.	Faire la demande d'un Plan national d'action (PNA).
FREQUENTATION	**Un moindre dérangement** Les dérangements sont supportés par les moqueurs gorge-blanche.	Sensibiliser les usagers sur les bons gestes et les comportements à éviter afin d'amoindrir le dérangement.
PREDATION	**Une reproduction prédatée** Tous les nids suivis ont été prédatés par des mangoustes et des rats.	Réguler la prédation et les populations de prédateurs.

Élever chacune des sous-espèces de Martinique et de Sainte-Lucie au rang d'espèce !

7. Bibliographie

Ackerman, J. (2019). Le génie des oiseaux. Marabout.

AOMA (2008). Suivi du Moqueur gorge blanche et des autres oiseaux remarquables: Réserve Naturelle de la Caravelle (Bilan 2006-2007). Association ornithologique de la Martinique.Buckland *et al*. 2004, 2008

Beauchamp, G. (2001). Should vigilance always decrease with group size? Behavioral Ecology and Sociobiology 51:47–52.

Beauchamp, G. (2008). What is the magnitude of the group-size effect on vigilance? Behavioral Ecology 19:1361–1368.

Beauchamp, G. (2015). Animal vigilance: monitoring predators and competitors. Academic Press.

Beauchamp, G. (2017). What can vigilance tell us about fear? Animal Sentience: An Interdisciplinary Journal on Animal Feeling 2:1.

Beckles, H. M. (1992). Kalinago (Carib) Resistance to European Colonisation of the Caribbean. Caribbean Quarterly 38:1–124.

Bednekoff, P. A., and S. L. Lima (1998). Randomness, chaos and confusion in the study of antipredator vigilance. Trends in Ecology & Evolution 13:284–287.

Béranger, C. (2007). La fréquentation de la Réserve naturelle de la Caravelle et du Château Dubuc (Martinique) : étude quantitative et qualitative, et évaluation de l'impact sur un oiseau endémique *Ramphocinclus brachyurus brachyurus*. Rapport non publié pour le Parc naturel régional de la Martinique. 87 p.

Bercovitz, A. B., N. M. Czekala, and B. L. Lasley (1978). A New Method of Sex Determination in Monomorphic Birds. The Journal of Zoo Animal Medicine 9:114–124.

BirdLife International (2018). *Ramphocinclus brachyurus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2018*. [Online.] Available at http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22711137A129922471.en.

Bitterman, M. E. (1979). L'Apprentissage chez l'animal: faits et théories. Editions Mardaga.

Bolhuis, J. J., and L.-A. Giraldeau (Editors) (2005). The behavior of animals: Mechanisms, function, and evolution. Blackwell Publishing, Malden.

Bötsch, Y., Z. Tablado, D. Scherl, M. Kéry, R. F. Graf, and L. Jenni (2018). Effect of Recreational Trails on Forest Birds: Human Presence Matters. Frontiers in Ecology and Evolution 6.

Brown, J. S. (1988). Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, and competition. Behavioral Ecology and Sociobiology 22:37–47.

Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, and L. Thomas. 2004. *Advanced distance sampling*. Oxford University Press Oxford.

Buckland, S. T., S. J. Marsden, and R. E. Green. 2008. Estimating bird abundance: making methods work. *Bird Conservation International* 18:S91–S108. doi: 10.1017/S0959270908000294.

Bulens, P. J., A. Le Dru, A. G. Tayalay, J. Bonet, and M. Tanasi. 1994. *Premiers résultats sur un suivi de l'avifaune de la Presqu'île de la Caravelle*. Rapport institutionnel, Parc Naturel Régional Martinique.

Cheula, A., J.-R. Gros-Désormeaux, Y. Kato, A. G. Tayalay, and S. Tollis (2013). Cartographie par télédétection et SIG des écotopes potentiels du Moqueur gorge blanche. Biodiversité insulaire:167.

Clegg, S. M., and P. F. Owens. 2002. The 'island rule' in birds: medium body size and its ecological explanation. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 269:1359–1365. doi: 10.1098/rspb.2002.2024.

Clutton-Brock, T. H., and G. A. Parker (1992). Potential reproductive rates and the operation of sexual selection. The Quarterly Review of Biology 67:437–456.
Cory, C. B. 1892. Catalogue of West Indian birds, containing a list of all species known to occur in the Bahama Islands, the Greater Antilles, the Caymans, and the Lesser Antilles, excepting the islands of Tobago and Trinidad. Pages 1–180. Boston. doi: 10.5962/bhl.title.13781.
DaCosta JM, Miller MJ, Mortensen JL, Reede M. 2019. Phylogenomics clarifies biogeographic and evolutionary history, and conservation status of West Indian tremblers and thrashers (Aves: Mimidae). Molecular Phylogenetics and Evolution 136 (2019) 196–205.

Damay, L. (2011). Savoirs experts et profanes dans la construction des problèmes publics. Presses de l'Université Saint-Louis.
Danchin, E., L.-A. Giraldeau, and F. Cézilly (2008). Behavioural ecology. Oxford University Press Oxford.
Diaz, M. (1990). Interspecific patterns of seed selection among granivorous passerines: effects of seed size, seed nutritive value and bird morphology. Ibis 132:467–476.
Dickinson, J. L., M. Euaparadorn, K. Greenwald, C. Mitra, and D. Shizuka (2009). Cooperation and competition: nepotistic tolerance and intrasexual aggression in western bluebird winter groups. Animal Behaviour 77:867–872.
Dmitriew, C. M. (2011). The evolution of growth trajectories: what limits growth rate? Biological Reviews 86:97–116.
Donald, P. F. (2007). Adult sex ratios in wild bird populations. Ibis 149:671–692.

Dubiec, A., and M. Zagalska-Neubauer (2006). Molecular techniques for sex identification in birds. Biological Letters 43:3.12.
Dugatkin, L. A. (2013). Principles of Animal Behavior: Third International Student Edition. W. W. Norton & Company.
Ekman, J., and M. Griesser (2002). Why offspring delay dispersal: experimental evidence for a role of parental tolerance. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 269:1709–1713.
Elgar, M. A. (1989). Predator Vigilance and Group Size in Mammals and Birds: A Critical Review of the Empirical Evidence. Biological Reviews 64:13–33.
Fernández, G. J., A. F. Capurro, and J. C. Reboreda (2003). Effect of Group Size on Individual and Collective Vigilance in Greater Rheas. Ethology 109:413–425.
Fernández-Juricic, E., G. Beauchamp, and B. Bastain (2007). Group-size and distance-to-neighbour effects on feeding and vigilance in brown-headed cowbirds. Animal Behaviour 73:771–778.
Gerber, J. D. (2006). Structures de gestion des rivalités d'usage du paysage: une analyse comparée de trois cas alpins. Somedia Buchverlag.
Gilpin, M. (2012). Metapopulation Dynamics: Empirical and Theoretical Investigations. Academic Press.
Gouillart, C. (1996). Le Parc Naturel Régional : Trente ans d'expérience en matière de protection de la nature. Université des Antilles-Guyane.
Granjou, C. (2003). L'expertise scientifique à destination politique. Cahiers internationaux de sociologie n° 114:175–183.
Grant, P. R. (1971). Variation in the Tarsus Length of Birds in Island and Mainland Regions. Evolution 25:599–614.
Gros-Désormeaux, J.-R., and Tayalay (2009). Écosystèmes forestiers des Caraïbes. KARTHALA Editions.
Gros-Désormeaux, J.-R., T. Lesales, and A.-G. Tayalay (2014). Behavioral observations on the White-breasted Thrasher (*Ramphocinclus brachyurus brachyurus*): conservation implications. acta ethologica 18:197–208.
Gros-Désormeaux, J.-R., L. Tupiassu, and R. Z. Bastos (2016). L'île et le vivant revisités dans la théorie de la Biogéographie insulaire : les symptômes du syndrome d'insularité/Island and the living

revisited in the insular biogeography theory : the symptoms of insularity syndrome. Revista GeoAmazônia 3:200–210.
Hart, N. S., J. C. Partridge, and I. C. Cuthill. 2000. Retinal asymmetry in birds. *Current Biology* 10:115–117.
Huggan, G., and H. Tiffin. 2015. *Postcolonial Ecocriticism: Literature, Animals, Environment*. Routledge.
Johnson, K. M. (2013). Une évaluation des dérangements sur la Réserve Naturelle de la Caravelle : le cas du Moqueur gorge blanche (*Ramphocinclus brachyurus brachyurus*).
Klett-Mingo, J. I., I. Pavón, and D. Gil (2016). Great tits, Parus major, increase vigilance time and reduce feeding effort during peaks of aircraft noise. Animal Behaviour 115:29–34.
Kohn, M. H., E. C. York, D. A. Kamradt, G. Haught, R. M. Sauvajot, and R. K. Wayne (1999). Estimating population size by genotyping faeces. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 266:657–663.
Kokko, H., R. A. Johnstone, and J. Wright (2002). The evolution of parental and alloparental effort in cooperatively breeding groups: when should helpers pay to stay? Behavioral Ecology 13:291–300.
Kutsukake, N., and T. H. Clutton-Brock (2008). The number of subordinates moderates intrasexual competition among males in cooperatively breeding meerkats. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 275:209–216.
Kvarnemo, C., and I. Ahnesjo (1996). The dynamics of operational sex ratios and competition for mates. Trends in Ecology & Evolution 11:404–408.
Kwak, S. K., and J. H. Kim (2017). Statistical data preparation: management of missing values and outliers. Korean Journal of Anesthesiology 70:407–411.
Labocha, M. K., and J. P. Hayes (2012). Morphometric indices of body condition in birds: a review. Journal of Ornithology 153:1–22.
Lack, D., and L. David (1983). Darwin's Finches. CUP Archive.
Lawrence, E. S. (1985). Vigilance during 'easy' and 'difficult' foraging tasks. Animal Behaviour 33:1373–1375.
LaPergola, J. B., J. L. Mortensen, and R. L. Curry (2011). Nest, Eggs, and Nesting Behavior of the Gray Trembler (Cinclocerthia gutturalis) on St. Lucia, West Indies. The Wilson Journal of Ornithology 123:390–395.
Lefrançois, R. (1997). La recherche collaborative: essai de définition. Nouvelles pratiques sociales 10:81–95.
Lerandy, Y., and V. Chery (2013). Plan de gestion 2013-2017 - Réserve naturelle de la Caravelle. Parc Naturel Régional de Martinique.
Lesales, T., J.-R. Gros-Désormeaux, and A. G. Tayalay (2012). Ethologie du Moqueur gorge-blanche (R. bachyurus). Parc Naturel Régional Martinique-CIHENCE.
Le Galliard, J.-F., P. S. Fitze, R. Ferrière, and J. Clobert (2005). Sex ratio bias, male aggression, and population collapse in lizards. Proceedings of the National academy of Sciences 102:18231–18236.
Life +Capdom (2014). Conserving French overseas threatened bird species and their habitats using demonstrative conservation tools.
Lima, S. L. (1995). Back to the basics of anti-predatory vigilance: the group-size effect. Animal Behaviour 49:11–20.
Lovette, I. J., B. S. Arbogast, R. L. Curry, R. M. Zink, C. A. Botero, J. P. Sullivan, A. L. Talaba, R. B. Harris, D. R. Rubenstein, R. E. Ricklefs, and E. Bermingham. 2012. Phylogenetic relationships of the mockingbirds and thrashers (Aves: Mimidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 63:219–229. doi: 10.1016/j.ympev.2011.07.009.

Luikart, G., N. Ryman, D. A. Tallmon, M. K. Schwartz, and F. W. Allendorf (2010). Estimation of census and effective population sizes: the increasing usefulness of DNA-based approaches. Conservation Genetics 11:355–373.

Mangel, M., and J. Stamps. 2001. Trade-offs between growth and mortality and the maintenance of individual variation in growth. *Evolutionary Ecology Research* 3.

Marr, A. B., P. Arcese, W. M. Hochachka, J. M. Reid, and L. F. Keller. 2006. Interactive effects of environmental stress and inbreeding on reproductive traits in a wild bird population. *Journal of Animal Ecology* 75:1406–1415.

McIlhenny, E. A. (1940). Sex ratio in wild birds. The Auk 57:85–93.

Merilä, J., L. E. B. Kruuk, and B. C. Sheldon (2001). Cryptic evolution in a wild bird population. Nature 412:76–79

Mortensen, J. L., and J. M. Reed (2016). Population Viability and Vital Rate Sensitivity of an Endangered Avian Cooperative Breeder, the White-Breasted Thrasher (*Ramphocinclus brachyurus*). PLOS ONE 11:e0148928.

Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson (1978). Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildlife monographs:3–135.

Peig, J., and A. J. Green (2009). New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. Oikos 118:1883–1891.

Pinchon, R. (1976). Les Oiseaux. Fort de France, Martinique.

Price, T., and G. L. Birch (1996). Repeated evolution of sexual color dimorphism in passerine birds. The Auk 113:842–848.

Roberts, G. (1996). Why individual vigilance declines as group size increases. Animal Behaviour 51:1077–1086.

Ridgway, R., and H. Friedmann (1907). The birds of North and Middle America : a descriptive catalogue of the higher groups, genera, species, and subspecies of birds known to occur in North America, from the Arctic lands to the Isthmus of Panama, the West Indies and other islands of the Caribbean sea, and the Galapagos Archipelago. Washington : Govt. Print. Off.

Smith-Castro, J. R., and A. D. Rodewald (2010). Behavioral responses of nesting birds to human disturbance along recreational trails. Journal of Field Ornithology 81:130–138.

Storer, R. W. (1989). Geographic Variation and Sexual Dimorphism in the Tremblers (Cinclocerthia) and White-Breasted Thrasher (*Ramphocinclus*). The Auk 106:249–258.

Swaddle, J. P., M. S. Witter, I. C. Cuthill, A. Budden, and P. McCowen (1996). Plumage Condition Affects Flight Performance in Common Starlings: Implications for Developmental Homeostasis, Abrasion and Moult. Journal of Avian Biology 27:103–111.

Tarjuelo, R., I. Barja, M. B. Morales, J. Traba, A. Benítez-López, F. Casas, B. Arroyo, M. P. Delgado, and F. Mougeot (2015). Effects of human activity on physiological and behavioral responses of an endangered steppe bird. Behavioral Ecology 26:828–838.

Temple, H. J., J. I. Hoffman, and W. Amos. 2006. Dispersal, philopatry and intergroup relatedness: fine-scale genetic structure in the white-breasted thrasher, *Ramphocinclus brachyurus*. *Molecular Ecology* 15:3449–3458. doi: 10.1111/j.1365-294X.2006.03006.x.

Temple, H. J., J. I. Hoffman, and W. Amos. 2009. Group structure, mating system and extra-group paternity in the co-operatively breeding White-breasted Thrasher *Ramphocinclus brachyurus*. *Ibis* 151:99–112. doi: 10.1111/j.1474-919X.2008.00867.x.

Treves, A. (2000). Theory and method in studies of vigilance and aggregation. Animal Behaviour 60:711–722.

Vennetier, M. (2015). Inventaire 2015 des placettes permanentes Evolution des unités écologiques Synthèse des travaux réalisés de 1990 à 2015. 212.

Verspoor, J. J., O. P. Love, E. Rowland, E. H. Chin, and T. D. Williams (2007). Sex-specific development of avian flight performance under experimentally altered rearing conditions. Behavioral Ecology 18:967–973.

Wang, Z., Z. Li, G. Beauchamp, and Z. Jiang (2011). Flock size and human disturbance affect vigilance of endangered red-crowned cranes (Grus japonensis). Biological Conservation 144:101–105.

Weathers, W. W., W. A. Buttemer, A. M. Hayworth, and K. A. Nagy (1984). An Evaluation of Time-Budget Estimates of Daily Energy Expenditure in Birds. The Auk: Ornithological Advances 101:459–472.

Wendeln, H., and P. H. Becker (1999). Effects of parental quality and effort on the reproduction of common terns. Journal of Animal Ecology 68:205–214.

Werner, E. E., and B. R. Anholt (1993). Ecological Consequences of the Trade-Off between Growth and Mortality Rates Mediated by Foraging Activity. The American Naturalist 142:242–272.

White, G. C. (1982). Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory.

White, G. C., and K. P. Burnham (1999). Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. Bird study 46:S120–S139.

Ydenberg, R. C., C. V. J. Welham, R. Schmid-Hempel, P. Schmid-Hempel, and G. Beauchamp (1994). Time and energy constraints and the relationships between currencies in foraging theory. Behavioral Ecology 5:28–34.

8. Table des illustrations

Liste des figures

Figure 1. Sites d'application des dispositifs 7
Figure 2. Exemple de prise de vue à partir du centre d'une placette écologique 9
Figure 3. Extrait de dérogation 11
Figure 4. Masses moyennes (en g) mesurées pour les moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 1994 et 2005 13
Figure 5. Mesures moyennes d'ailes (en mm) de moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 1994 et 2005 14
Figure 6. Mesures moyennes de longueur de becs (en mm) pour le Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 1994 et 2005. 14
Figure 7. Mesures moyennes de longueurs de tarses (en mm) pour les moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 1994 et 2005. 15
Figure 8. Longueurs d'ailes moyennes de Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus) représentées en fonction de l'année de mesure (2005-2016). Les longueurs d'ailes sont exprimées en millimètres. 15
Figure 9. Masses moyennes (en g) mesurées pour des moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 2016 et 2018. 18
Figure 10. Longueurs moyennes d'ailes mesurées pour des moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 2016 et 2018. 18
Figure 11. Longueurs moyennes de becs mesurées pour des moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 2016 et 2018. 19
Figure 12. Longueurs moyennes de tarse (en mm) pour des moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre les deux sites d'échantillonnage pour la période entre 2016 et 2018. 19
Figure 13. Représentation des masses moyennes mesurées chez des moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) entre 1994 et 2018. 21
Figure 14. Graphique des individus de l'AFC représentant les 63 moqueurs capturés et présentant les mâles en bleu et les femelles en jaune. 26
Figure 15. Graphique des individus de l'AFC sans les trois individus excentrés par leur génotype rare. 26
Figure 16. Graphique des individus de l'AFC distinguant les deux localités de capture de Château Dubuc (Château Dubuc = vert foncé, Balata = vert clair) et les deux localités de l'Anse Spoutourne (orange foncé = Anse Spoutourne, orange clair = Morne Pavillon). 27
Figure 17. Résultat d'analyse d'assignation. Chaque groupe formé génétiquement est représenté par une couleur. En abscisses sont représentés les différents sites d'échantillonnage (1 = Château Dubuc; 2 = Balata; 3 = Anse Spoutourne; 4 = Morne Pavillon). 28
Figure 18. Résultats de l'analyse de parentage. 29
Figure 19. Cartographie des sites d'étude de la nidification chez le Moqueur gorge-blanche au Château Dubuc et à Balata. 42
Figure 20. Effectif d'espèces végétales servant de support aux nids de Moqueur gorge-blanche (R.b.brachryurus). 43
Figure 21. Graphe des variables de l'ACP sur les variables mesurées à chaque station. 45
Figure 22. Graphique des individus de l'ACP. Chaque point représente une station. Dim 1 représente la première dimension. Dim2 représente la deuxième dimension. 45
Figure 23. Site et matériel d'étude. 47
Figure 24. Situation du piège photographique 48

Figure 25. Répartition de la fréquentation du 13 mai 2016. 48
Figure 26. Répartition de la fréquentation du 14 mai 2016. 49
Figure 27. Répartition de la fréquentation du 17 mai 2016. 49
Figure 28. Répartition de la fréquentation du 18 mai 2016. 49
Figure 29. Distribution des actions comportementales 50
Figure 30. Spectrogramme de l'ambiance sonore naturelle (rafale de vent). 50
Figure 31. Spectrogramme du passage de 2 marcheurs. 51
Figure 32. Spectrogramme du passage de 3 coureurs 51
Figure 33. Spectrogramme du passage d'un groupe d'élèves courant et criant 51
Figure 34. Spectrogramme du passage de 2 marcheurs discutant 52
Figure 35. Spectrogramme du passage d'une famille discutant et un enfant tapant sur une bouteille 52
Figure 36. Spectrogramme du passage d'un hélicoptère. 52
Figure 37. Exemple de comportements susceptibles d'engendrer du dérangement : pleurer, courir, parler fort, crier, sauter, taper. 53
Figure 38. Pourcentages de couverture textuelle des savoirs rationalisés institutionnels existants pour le Moqueur gorge blanche (R. b. brachyurus) en fonction des sources analysées. 57
Figure 39. Pourcentage de couverture textuelle des savoirs d'usage basés sur l'expérience pour le Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus) en fonction des documents analysés. 57
Figure 40. Frise chronologique retraçant l'histoire naturelle et les événements historiques scientifiques marquant pour le Moqueur gorge blanche (R. b. brachyurus). 58

Liste des tableaux

*Tableau 1. Résultats de l'analyse de la variance sur les caractères morphologiques de moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) mesurés par Tayalay et al. (1994 -2005). Les résultats significatifs sont en gras. *** correspond à une significativité ou p< 5‰. ** correspond à un niveau de significativité ou p<1 ‰. * correspond à une significativité ou p<5%.* 12
Tableau 2. Résultats de l'analyse de la variance sur les caractères morphologiques de Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus) mesurés par Belfan et Condé (2006-2015). 16
Tableau 3. Résultats de l'analyse de la variance sur les caractères morphologiques des moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) mesurés par Son et al. (2016-2018). Les résultats significatifs sont en gras. correspond à une significativité ou p<5%.* 16
*Tableau 4. Résultats de l'analyse de la variance sur les caractères morphologiques de Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus). Les résultats significatifs sont en gras. *** correspond à une significativité ou p< 5‰. ** correspond à un niveau de significativité ou p<1 ‰. * correspond à une significativité ou p<5%.* 20
Tableau 5. Tailles d'échantillons, moyennes, écart-types et comparaisons de mesures en fonction des sexes pour des moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) mesurés de 2016 à 2018. 21
Tableau 6. Résultats de l'analyse multi-variée de la variance (MANOVA) sur les caractères morphologiques du Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus). 21
Tableau 7. Résultats d'analyse de la variance sur l'indice de masse échelonnée pour le Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus). 22
Tableau 8. Résultats du sexage moléculaire des 63 moqueurs gorge-blanche. 25
Tableau 9. Estimation de la taille de population de Moqueur gorge-blanche (R. b.brachyurus) calculée à partir des différents modèles d'Otis et al. (1978). 25
Tableau 10. Résultats de parentage pour les moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) par localité de capture. « Full sibs » représente les apparentés du premier degré. « Half sibs » représente les apparentés du

second degré. Les « Non sibs » ou individus non apparentés représentant moins de 1% de la population n'ont pas été indiqués. 30
Tableau 11. Paramètres de diversité génétique et de panmixie en fonction des localités de capture chez le Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus). 31
Tableau 12. Estimation de la taille efficace sur échantillon simple pour la population du Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus). 31
Tableau 13. Estimation de la taille efficace sur deux échantillons temporels selon 3 comparaisons annuelles pour la population de Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus). 32
Tableau 14. Estimation de la taille efficace des moqueurs échantillonnés, considérés comme formant une seule population par le logiciel COLONY. La méthode de vraisemblance a été employée. 32
Tableau 15. Résultats des tests de Mantel réalisés sur plusieurs paramètres pour les années 2016, 2017 et 2018. Ces calculs ont été réalisés sur 10000 réplicas. 37
Tableau 16. Moyennes ($\boldsymbol{x}$) et écart-types ($\boldsymbol{s}$) pour chaque comportement (actes par seconde) de la séquence comportementale pour chaque localisation GPS, pour le taux de vigilance et l'efficacité de capture des moqueurs gorge-blanche (R. b. brachyurus) en fonction de l'année. 38
Tableau 17. Résultats d'ANOVA réalisés sur les différentes variables comportementales en fonction d'un effet année. 38
Tableau 18. Résultats d'ANOVA sur les différentes variables comportementales en fonction d'un effet contexte social et d'un effet distance au sentier. 39
Tableau 19. Évaluation de la densité de nids pour le Moqueur gorge-blanche (R. b. brachyurus). 42
Tableau 20. Résultat d'analyse logistique binomiale entre la présence/absence et la détermination spécifique du support végétal. 43
*Tableau 21. Résultat de l'analyse de la régression logistique binomiale. ** significativité correspondant à un p<1 %.* 44

DiSC

Dispositifs de suivi des changements

Lieu d'étude

Presqu'île de la Caravelle

CNRS	**PNRM**
InEE	DBADT
Campus de Schœlcher	Maison du Parc
BP 7209, 97275 Schœlcher	BP 437, 97205 Fort-de-France

Rédacteurs

Docteur Jean-Raphaël GROS-DESORMEAUX
CNRS
jr.grosdesormeaux@gmail.com

Docteur Steven SON
UA
steveson972@gmail.com

Docteur Thierry LESALES
CIHENCE Sarl
thierry.lesales@gmail.com

Docteur Lise TUPIASSU
UFPA / CESUPA
ltupiassu@gmail.com

Docteur Laurent LOUIS-JEAN
PNRM
l.louisjean@gmail.com