

Consultez les discussions, les statistiques et les profils des auteurs de cette publication sur <https://www.researchgate.net/publication/358046978>

Estimations de l'abondance et de la densité des oiseaux terrestres à la Grenade

Articles · décembre 2021

CITATIONS

0

LIT

21

2 auteurs dont :



[Eleanor S. Devenish-Nelson](#)

L'université d'Édimbourg

23 PUBLICATIONS 121 CITATIONS

[VOIR LE PROFIL](#)

Certains des auteurs de cette publication travaillent également sur ces projets connexes :



Oiseaux endémiques [Voir le projet](#)

Revue de Journal of Ornithologie des Caraïbes

ARTICLE DE RECHERCHE

Vol. 34: **–**. 2021

Estimations de l'abondance et de la densité des oiseaux terrestres à la Grenade

Eleanor S. Devenish-Nelson et Howard P. Nelson



Photo: ???

Estimations de l'abondance et de la densité des oiseaux terrestres à la Grenade

Eleanor S. Devenish-Nelson^{1*} et Howard P. Nelson^{2,3}

Résumé Dans toute la Caraïbe, les oiseaux terrestres résidents ont fait l'objet de recherches proportionnellement limitées par rapport aux espèces migratrices. À la Grenade en particulier, il existe une incertitude quant au statut de plusieurs espèces endémiques régionales, notamment le Grena da Flycatcher (*Myiarchus nugator*) et le Tangara des Petites Antilles (*Stilpnia cucullata*). Nous avons effectué des comptages ponctuels d'échantillonnage à distance ($n = 199$) dans les habitats forestiers et agricoles de la Grenade en 2018 et 2019 pour estimer la répartition et l'abondance relative des espèces d'oiseaux résidentes ($n = 1\ 235$ détections). Pour les espèces avec plus de 30 observations, nous avons estimé la densité des espèces à l'aide de modèles de distance hiérarchiques, y compris les covariables d'habitat spécifiques au site de la couverture terrestre et de l'altitude. Nous avons détecté plus de 90 % ($n = 32$) des espèces d'oiseaux terrestres précédemment enregistrées au cours de nos relevés. Le renouvellement des espèces était faible par rapport à une enquête similaire menée dans les années 1980, avec une différence de six espèces entre les deux études. Ces différences pourraient être attribuées aux introductions récentes, à la saisonnalité, à l'intensité de l'échantillonnage ou à d'autres différences méthodologiques entre ces études. Nous avons eu suffisamment d'observations pour estimer la densité de neuf espèces résidentes, y compris le Colibri huppé des Antilles endémique (*Or thorhyncus cristatus*; 1,68 ind/ha), Tangara des Petites Antilles (1,02 ind/ha), Bouvreuil des Petites Antilles (*Loxigilla noctis*; 0,73 ind/ha) et le Moucherolle de Grenade (0,59 ind/ha). Nos résultats fournissent une base de référence importante pour les futurs travaux de surveillance et de conservation, y compris la surveillance des impacts du changement climatique, la fourniture de services écosystémiques ou le changement d'utilisation des terres.

Mots-clés Conservation aviaire, Caraïbes, échantillonnage à distance, endémique, utilisation de l'habitat, modèle de population hiérarchique, densité de population, renouvellement des espèces

Estimations sommaires de l'abondance et de la densité des oiseaux terrestres à la Grenade • Dans toutes les Caraïbes, les oiseaux terrestres résidents ont fait l'objet de recherches proportionnellement limitées par rapport aux espèces migratrices. À Grenade, en particulier, il existe des doutes sur le statut de plusieurs espèces endémiques régionales, telles que *Myiarchus nugator* et *Stilpnia cucullata*. En 2018 et 2019, nous avons effectué un échantillonnage à distance par point d'écoute ($n = 199$) dans les habitats forestiers et agricoles de la Grenade pour estimer la répartition et l'abondance relative des espèces d'oiseaux résidentes ($n = 1\ 235$ détections).

Pour les espèces avec plus de 30 observations, nous avons estimé la densité à l'aide de modèles puissance-distance, qui comprenaient des covariables d'habitat spécifiques au site de la couverture terrestre et de l'altitude. Au cours de nos relevés, nous avons détecté plus de 90 % ($n = 32$) des espèces d'oiseaux terrestres précédemment enregistrées. Le renouvellement des espèces était faible par rapport à une étude similaire menée dans les années 1980, avec une différence de six espèces entre les deux. Ces différences pourraient être attribuées aux introductions récentes, à la saisonnalité, à l'intensité de l'échantillonnage ou à d'autres différences méthodologiques. Nous avons recueilli suffisamment d'observations pour estimer la densité de neuf espèces résidentes, dont l' *Orthorhyncus* endémique *cristatus* (1,68 ind/ha), *Stilpnia cucullata* (1,02 ind/ha), *Loxigilla noctis* (0,73 ind/ha) et *Myiarchus nugator* (0,59 ind/ha). Nos résultats fournissent une base de référence importante pour les futurs travaux de surveillance et de conservation, y compris le suivi des impacts du changement climatique, la fourniture de services écosystémiques ou le changement d'utilisation des terres.

Mots -clés Caraïbes, conservation des oiseaux, densité de population, endémique, modèle de population hiérarchique, échantillonnage à distance, renouvellement des espèces, utilisation de l'habitat

Résumé Estimation de l'abondance et de la densité des oiseaux terrestres sur l'île de la Grenade • Dans l'ensemble de la Caraïbe, les oiseaux terrestres sédentaires ont fait l'objet de recherches relativement plus limitées que les espèces migratrices. En particulier sur l'île de la Grenade, il existe une incertitude quant au statut de plusieurs espèces endémiques régionales, notamment le Tyran bavard (*Myiarchus nugator*) et le Caliste dos-bleu (*Stilpnia cucullata*). Nous avons réalisé des dénombrements ponctuels par distance sampling ($n = 199$) dans des habitats forestiers et agricoles à travers la Grenade en 2018 et 2019 pour estimer la répartition et l'abondance relative des espèces d'oiseaux sédentaires ($n = 1235$ détections). Pour les espèces ayant fait l'objet de plus de 30 observations, nous avons estimé la densité spécifique à l'aide de modèles de distance hiérarchiques, incluant les covariables d'habitat propres au site que sont la couverture végétale et l'altitude. Nous avons détecté plus de 90 % ($n = 32$) des espèces d'oiseaux terrestres précédemment enregistrées au cours de nos comptages. Le renouvellement

*Auteur correspondant; 1 Département des sciences biomédicales, Université d'Édimbourg, Teviot Place, Édimbourg, EH8 9AG, Royaume-Uni; e-mail : ellie.devenish@ed.ac.uk. La liste complète des informations sur l'auteur est disponible à la fin de l'article.

des espèces était faible par rapport à un dénombrement similaire réalisé dans les années 1980, avec une différence de six espèces entre les deux études. Cette variation pourrait être attribuée à des introductions récentes, à la saisonnalité, à l'intensité de l'échantillonnage ou à d'autres différences méthodologiques entre ces comptages. Nous avons fait suffisamment d'observations pour estimer la densité de neuf espèces sédentaires endémiques, dont le Colibri huppé (*Orthorhynchus cristatus* ; 1,68 ind./ha), le Caliste dos-bleu (1,02 ind./ha), le Sporophile rouge-gorge (*Loxigilla noctis* ; 0,73 ind./ha), et le Tyran bavard (0,59 ind./

ha). Nos résultats constituent une base de référence importante pour les futurs travaux de suivi et de conservation, notamment pour les suivis des conséquences du changement climatique, de la fourniture de services écosystémiques ou du changement d'utilisation des terres.

Mots clés Caraïbes, conservation des oiseaux, densité de population, distance sampling, endémisme, modèle hiérarchique de population, renouvellement des espèces, utilisation de l'habitat

La Caraïbe insulaire est un hotspot mondial de la biodiversité (Bellard et coll. 2014) avec une richesse aviaire qui comprend plus de 600 espèces, dont un tiers (environ 170 espèces) sont endémiques à cette région (Devenish-Nelson et al. 2017, Raffaele et al. 2020).

Malgré cette diversité et cet endémisme, les oiseaux résidents ont fait l'objet de relativement peu de recherches par rapport aux oiseaux migrateurs de la région (Latta 2012, Devenish-Nelson et al. 2017, Devenish-Nelson et al. 2019). Ainsi, en tant que groupe, les données publiées issues des enquêtes de terrain sur le statut de ces espèces insulaires restent limitées (Devenish-Nelson et al. 2017, Devenish-Nelson et al. 2019). L'insuffisance des ressources humaines et financières des gouvernements régionaux et des ONG (Kaiser-Bunbury et al. 2015), l'accélération de la dégradation anthropique des habitats naturels (Portillo-Quintero et Sánchez-Azofeifa 2010, Holdschlag et Ratter 2013) et la menace du changement climatique (Bellard et al.

2014) défient la collecte systématique de données de terrain pour éclairer les efforts de conservation de ces espèces. Dans ce contexte, la science fondamentale et la surveillance sont nécessaires de toute urgence pour éclairer les actions de gestion et de conservation de ces espèces des Caraïbes et de leurs habitats afin d'assurer leur survie à long terme.

Environ 36 espèces d'oiseaux terrestres résidentes habitent l'île de Grenade (Raffaele et al. 2020). L'assemblage aviaire de la Grenade a fait l'objet de peu de recherches, à l'exception des études menées dans les années 1980 (Wunderle 1981, Wunderle 1985), celles de la tourterelle endémique en danger critique d'extinction (*Lep totila wellsi* ; Rusk 2017), et une plus étude récente des habitats anthropiques (Williams et al. In Review). Bien que le statut de la tourterelle de Grenade ait été bien documenté (Rivera-Milán et al.

2015, Rusk 2017), d'autres espèces endémiques régionales sont moins bien étudiées. Le Moucherolle de la Grenade (*Myiarchus nugator*) et le Tangara des Petites Antilles (*Stilpnia cucullata*) sont des espèces endémiques régionales que l'on ne trouve qu'à la Grenade et à Saint-Vincent-et-les Grenadines (Raffaele et al. 2020). Les deux espèces sont classées comme Préoccupation mineure selon la Liste rouge de l'UICN (UICN 2020). Cependant, la taille de la population des deux espèces reste non quantifiée et on pense que la population de moucherolle de la Grenade est en déclin en raison de la dégradation de l'habitat (UICN 2020). Aucune des deux espèces n'est considérée comme en voie de disparition et elles ont historiquement reçu peu d'attention (Devenish-Nelson et al. 2017). De même, alors que le Colibri huppé des Antilles (*Orthorhynchus cristatus*) et le Caribe à gorge verte (*Eulampis holosericeus*) endémiques régionaux ont une distribution plus large parmi les îles des Caraïbes (Raffaele et al. 2020), leurs tendances démographiques restent inconnues (UICN 2020) et très peu d'études écologiques publiées ont examiné ces espèces

(Devenish-Nelson et al. 2017, Devenish-Nelson et al. 2019). Bien que ces endémiques régionales soient souvent considérées comme localement abondantes dans leur aire de répartition (Raffaele et al. 2020), ces espèces communes risquent de plus en plus de subir des déclin plus rapides que les espèces plus rares (Julliard et al. 2004, Inger et al. 2015, Xu et al. 2016). En l'absence de mesures de base de l'abondance et de la taille de la population, les déclin rapides des populations de ces espèces (Wintle et al. 2010) peuvent passer inaperçus.

Les lacunes actuelles dans les connaissances sur les espèces d'oiseaux résidentes de la Grenade sont particulièrement préoccupantes compte tenu de la vulnérabilité de l'île au changement climatique et aux perturbations anthropiques (Simpson et al. 2012). Les ouragans, qui peuvent avoir des impacts substantiels sur les oiseaux et leurs habitats (Wiley et Wunderle 1993), devraient augmenter en intensité en raison du changement climatique (Knutson et al. 2019). Depuis la dernière enquête sur les oiseaux terrestres dans les années 1980, la Grenade a été frappée par l'ouragan de catégorie 3 Ivan en 2004 et l'ouragan de catégorie 2 Emily en 2005, entraînant d'importants dégâts et la destruction de l'habitat (Rusk 2009). Les pressions sur les habitats terrestres augmentent également, avec des changements considérables dans l'utilisation des terres depuis les années 1980 en raison du développement du tourisme et du logement (Gouvernement de la Grenade 2016). Ces menaces présentent des défis importants pour la conservation des oiseaux compte tenu de la superficie limitée des petites îles telles que la Grenade.

Nous présentons ici les résultats d'une enquête à l'échelle de l'île sur les espèces d'oiseaux terrestres résidentes de la Grenade. À notre connaissance, il n'y a pas d'estimations publiées récemment à l'échelle de l'île des densités d'espèces d'oiseaux résidents ou de leur relation avec l'habitat forestier ; par conséquent, ceux estimés dans notre étude comblent une lacune importante et établissent une base de référence pour les futurs travaux de surveillance et de conservation. Nous fournissons également une brève comparaison des assemblages aviaires de la Grenade avec ceux de l'étude de Wunderle (1985).

Méthodes

Lieu d'étude

La Grenade (12°07'N, 61°41'W) est l'île la plus méridionale de la chaîne des Petites Antilles dans les Caraïbes (Fig. 1), avec une superficie terrestre totale de 344 km² et une altitude maximale de 840 m. La population humaine (~111 000) est concentrée dans les zones urbaines du sud et environ 23 % de l'île est actuellement sous couvert forestier (forêt et bois saisonniers de haute altitude, sempervirents, semi-sempervirents et décidus ; Rusk 2009). La végétation naturelle va des forêts xériques et caducifoliées sèches aux forêts sempervirentes et nuageuses, les forêts sempervirentes et semi-caducifoliées saisonnières ayant les zones de couverture les plus élevées

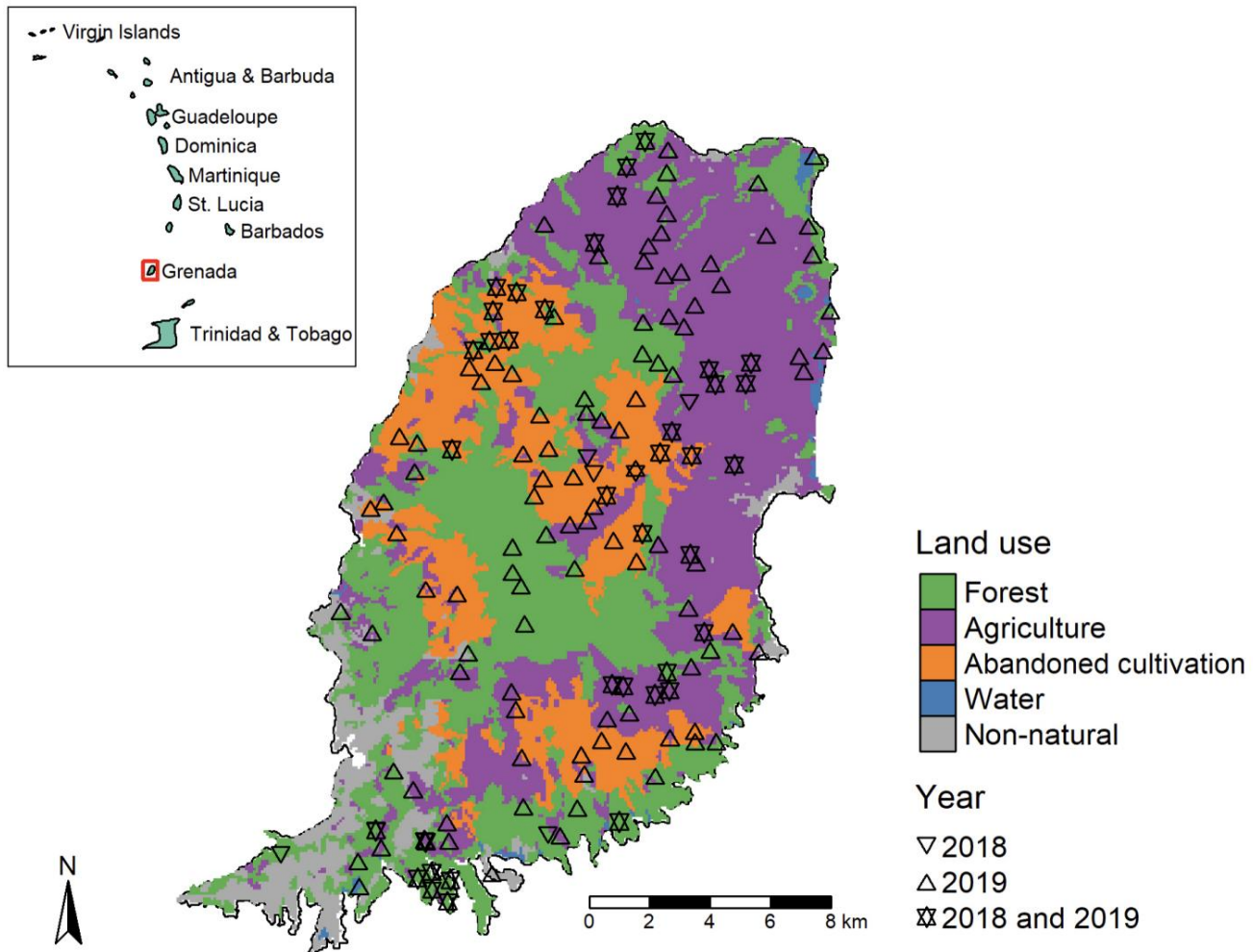


Fig. 1. Carte de la Grenade montrant l'utilisation des terres et les points d'étude de 2018 et 2019 (l'encart montre la position de la Grenade dans les Petites Antilles).
Source: Données sur l'utilisation des terres de 2009 (Unité SIG, Ministère de l'agriculture, des terres, des forêts et de la pêche, Gouvernement de la Grenade).

(Helmer *et al.* 2008). De ces terres forestières, 9 % sont sous protection formelle ou informelle (Helmer *et al.* 2008). Près de 30 % de l'île est utilisée pour l'agriculture ligneuse mixte, comme la noix de muscade et le cacao, principalement à moyenne altitude (Helmer *et al.* 2008).

Le climat est tropical, avec des cycles annuels de précipitations de 30 ans de saisons sèches (janvier-mai) et pluvieuses (juin-décembre) allant de 4000 mm dans les montagnes à 1500 mm dans les zones côtières (Rusk 2009).

Collecte de données

Nous avons mené des relevés ponctuels par échantillonnage à distance (Buckland *et al.* 2001) dans des habitats forestiers et agricoles de l'île de Grenade afin de déterminer la répartition et l'abondance relative des espèces d'oiseaux terrestres résidentes. Les espèces d'oiseaux d'eau et de rapaces ont été enregistrées mais n'ont pas été incluses dans nos analyses. Nous avons utilisé une carte d'utilisation des terres de la Grenade de 2009 (fournie par l'Unité SIG, Ministère de l'Agriculture, des Terres, des Forêts et de la Pêche, Gouvernement de la Grenade) pour identifier l'emplacement des types d'habitats sur l'île (à l'exclusion des zones résidentielles), que nous avons superposée avec un système de grille systématique de 1 km² dans ArcGIS 10.4. Nous avons échantillonné au hasard des points d'enquête dans ces cellules de 1 km², avec des distances entre les points d'enquête d'au moins 500 m

pour éviter les doubles comptes. Nous avons choisi des cellules d'échantillonnage pour maximiser l'accessibilité (p. ex. terres publiques, réseau routier) et le nombre de sites pouvant être sondés au cours d'une saison sur le terrain. Des prospections ont été menées en mai pendant la période de transition entre la fin de la saison sèche et le début de la saison des pluies. Nous avons sondé 52 points entre le 14 et le 24 mai 2018 et 147 points entre le 12 et le 29 mai 2019, dont 35 points échantillonnés les deux années (Fig. 1). Des contraintes logistiques ont empêché tous les sites d'enquête d'être échantillonnés deux fois au cours des deux années.

Nous avons effectué des comptages ponctuels de 10 minutes à rayon illimité à chaque emplacement entre 0600 et 1100 (Lee et Marsden 2008, Mat suoka *et al.* 2014, Rivera-Milán *et al.* 2015). Deux observateurs ont enregistré tous les oiseaux détectés à la fois auditivement et visuellement à partir d'un emplacement fixe pendant une période de temps spécifique. Lors des points d'écoute, nous avons enregistré les paramètres suivants pour chaque rencontre visuelle : espèce, distance de l'observateur, angle de l'observateur et abondance. Pour éviter le double comptage des individus, nous n'avons pas enregistré l'angle et la distance par rapport aux oiseaux pour les observations auditives, car la détectabilité peut être fortement influencée par le bruit de fond et la végétation dense (Pacifci *et al.* 2008). Nous avons estimé les covariables de l'habitat du site pour chaque emplacement, y compris l'élévation (sur la base d'un modèle numérique d'élévation fourni par l'unité SIG du ministère de l'Intérieur).

Agriculture, Terres, Forêts et Pêches, Gouvernement de la Grenade) et la couverture terrestre, déterminée par la couverture terrestre fractionnaire à une résolution de 100 m, dérivée des données mondiales de télédétection téléchargées depuis le Copernicus Global Land Service (Buchhorn *et al.* 2019). Les covariables année-site enregistrées lors de chaque point d'écoute comprenaient la date, l'heure de la journée, la pluie (présence ou absence) et la vitesse du vent (continue).

L'analyse des données

Nous avons utilisé un test du chi carré pour comparer les estimations d'abondance relative de notre étude avec celles rapportées lors d'une enquête en 1981 par Wunderle (1985). Pour chaque étude, nous avons défini un indice d'abondance relative comme la somme de la présence de chaque espèce dans tous les points d'écoute (selon Wunderle 1985) et l'avons normalisé par le nombre total de présences d'espèces. Nous avons traité l'indice de l'étude de Wunderle comme les fréquences attendues et celui de notre étude comme les fréquences observées. Seules les espèces signalées au cours des deux études ont été incluses dans cette analyse. Pour le contexte, Wunderle (1985) a effectué des comptages de 20 minutes le matin pendant la saison des pluies en novembre 1981, enregistrant toutes les espèces entendues ou vues dans un rayon illimité, à l'exception des rapaces et des oiseaux d'eau. Son étude consistait en 10 périodes d'observation par habitat, avec des points distants d'au moins 100 m, et couvrait neuf types d'habitats (90 comptages), définis comme des prairies secondaires, des broussailles secondaires, une jeune forêt secondaire, une vieille forêt secondaire, une forêt de plaine mature, forêt nuageuse, savane, forêts de mangrove et résidentiel (Wunderle 1985). À l'exception de la forêt de mangrove et des parcs résidentiels, notre étude a couvert les mêmes types d'habitats et de nombreux endroits similaires à ceux de cette enquête de 1981. Dans notre analyse, nous avons exclu les rapaces et les oiseaux aquatiques pour être cohérent avec l'étude de Wunderle (1985).

Nous avons utilisé des modèles hiérarchiques d'échantillonnage à distance (Kéry et Royle 2015) pour analyser nos données d'échantillonnage à distance afin de déterminer la détectabilité et les estimations de densité (individus/ha). Nous ajustons des modèles de densité qui tiennent compte de la détection imparfaite à l'aide de la fonction «*ygdistsamp*» dans le package *non marqué* (Fiske et Chandler 2011) dans R 4.0.3 (R Core Team 2020). Ce modèle étend les modèles d'échantillonnage à distance généralisés (Royle *et al.* 2004) pour inclure la variation de l'abondance et de la détection en tant que fonctions des covariables de l'habitat. Nous avons estimé la densité uniquement pour les espèces avec plus de 30 observations visuelles, afin d'éviter l'incertitude associée à la petite taille des échantillons. Les données de distance ont été regroupées en intervalles de 10 m et les distances ont été tronquées à droite au 95^e centile (Buckland *et al.* 2001). Nous avons considéré les points d'écoute comme les unités d'échantillonnage et avons utilisé une structure de données « empilée » qui traitait chaque combinaison site-année comme une unité indépendante, conditionnellement aux variables d'habitat explicites (Kéry et Royle 2015). En modélisant essentiellement une seule saison, cette structure suppose que les populations sont fermées au cours des saisons mais ouvertes au fil des années. Cette méthode est applicable lorsque la taille des échantillons est petite ou que la réplication temporelle est limitée et améliore les performances de calcul, bien qu'elle puisse sous-estimer une partie de la variabilité de l'abondance (Burnett et Roberts 2015, Fuller

et coll. 2016, Nareff *et al.* 2019, Roberts *et al.* 2019).

Nous avons évalué l'ajustement des modèles nuls d'abondance de Poisson et binomiaux négatifs, avec des clés de demi-normalité et de taux de risque pour la fonction de détection, en utilisant les critères d'information d'Akaike (AIC) pour déterminer la structure de modèle la plus appropriée pour

chaque espèce (Burnham *et al.* 2002). Nous avons testé l'effet des covariables site et site-année sur la probabilité de détection (p) et des covariables habitat sur les estimations de densité (\hat{y}). Nous avons standardisé toutes les covariables numériques par remise à l'échelle et centrage pour améliorer la convergence de l'algorithme d'optimisation (Kéry et Royle 2015).

Nous avons testé les covariables numériques pour la colinéarité à l'aide du facteur d'inflation de la variance (VIF), en excluant celles avec un $VIF > 10$ (Dormann *et coll.* 2013). Nous avons d'abord construit des modèles du processus de détection, en gardant \hat{y} constant, tout en explorant comment l'année, la date julienne, l'heure de la journée et le vent affectaient la probabilité de détection. La pluie n'a pas été incluse comme covariable en raison des très faibles précipitations enregistrées pendant l'enquête. Nous avons ensuite exploré l'influence des covariables d'habitat spécifiques au site de la couverture terrestre et de l'altitude sur les estimations de densité. Dans les analyses initiales, nous avons inclus les données de couverture terrestre du Copernicus Global Land Service (CGLS) sur la couverture des terres cultivées, la végétation herbacée, les arbustes et la couverture forestière. Cependant, comme les données de couverture forestière du CGLS avaient un $VIF > 10$, nous avons remplacé la couche de couverture forestière par des données de Global Forest Watch (Hansen *et coll.* 2013). Cela garantissait que toutes les covariables avaient un $VIF < 2$. Pour éviter les modèles surparamétrés, nous avons inclus un maximum de deux covariables dans chaque modèle pour estimer à la fois p et \hat{y} , en testant chaque combinaison possible de covariables.

Dans la dernière étape, nous avons construit un ensemble de modèles candidats pour la densité qui comprenait les covariables de détection \hat{y} ; pour éviter une surparamétrisation, nous avons inclus au maximum une covariable pour p et deux covariables pour \hat{y} , en testant toutes les combinaisons possibles. Nous avons gardé la disponibilité (\hat{y}) constante pour tous les modèles. Nous avons évalué l'ajustement du modèle à l'aide de l'AIC et pour tenir compte de l'incertitude de sélection du modèle, tous les modèles avec $\hat{y}AIC < 6$ ont été considérés comme compétitifs (Richards 2005). Nous avons inclus uniquement les covariables de détection des modèles de détection avec $\hat{y}AIC < 6$ dans les modèles finaux. Pour tous les modèles concurrents, nous avons évalué leur qualité d'ajustement en examinant la statistique de Freeman-Tukey à partir d'une approche bootstrap paramétrique avec 200 simulations (Kéry et Royle 2015) en utilisant la fonction «*parboot*» en *non marqué*. Nous avons estimé la densité (individus/ha) à partir du modèle le plus compétitif et estimé la confiance par intervalles avec 200 simulations à l'aide de la fonction «*parboot*».

Résultats

Nous avons détecté un total de 32 espèces d'oiseaux terrestres (tableau 1) au cours des deux années d'enquêtes ($n = 199$ sites), dont 25 espèces ont été détectées visuellement ($n = 1167$). La plupart des individus ont été observés à moins de 50 m (moyenne = 26,8 m, SD = 25,86 m), avec une distance maximale observée de 295 m. Les espèces les plus couramment détectées étaient le Pigeon à nuque écaillée (*Patagioenas squamosa*), le Bananaquit (*Coereba flaveola*), le Tyran gris (*Tyrannus dominicensis*), la Grive à lunettes (*Turdus nudigenis*), le Tangara des Petites Antilles et le Moqueur des Tropiques (*Mimus gilvus*). (Tableau 1). Nous avons enregistré toutes les espèces détectées par Wunderle (1985) au cours de nos relevés, à l'exception de la *Volatinia jacarina* (*Volatinia jacarina*). Notre étude a également enregistré la paruline jaune (*Setophaga petechia*), l'euphonie antillaise (*Chlorophonia musica*) et le perroquet à ailes orange (*Amazona amazonica*), qui n'ont pas été signalés par Wunderle (1985). Les différences notables entre nos observations et celles de l'étude précédente étaient une abondance relative plus élevée que prévu du Tyran gris et une abondance relative plus faible que prévu de l'Ermite à poitrine rousse (*Glauco alps hirsutus*) et du Quiscale bronzé (*Quiscalus lugubris*) dans notre étude.

Tableau 1. Nombre total de détections auditives et visuelles d'oiseaux terrestres lors des relevés ponctuels à la Grenade en mai 2018 et 2019.

Nom commun	Nom scientifique	Attribution	Nombre de détections
Pigeon à nuque écaillée	<i>Patagioenas squamosa</i>		386
Colombe commune	<i>Columbina passerEAU</i>		45
Ruddy Caille-Dove	<i>Géotrygon montana</i>		6
Grenade OÙ	<i>Puits de Leptotila</i>	Endémique insulaire	3
Colombe Zenaïda	<i>Zenaïda aurita</i>		47
Colombe à oreilles	<i>Zenaïda auriculata</i>		43
Ani à bec lisse	<i>Crotophaga ani</i>		dix
Coucou de la mangrove	<i>Coccyzus mineur</i>		44
Martinet à croupion gris	<i>Chaetura cinereiventris</i>		15
Ermite à poitrine rousse	<i>Glaucis hirsute</i>		---
Carib à gorge verte	<i>Eulampis holosericeus</i>	Endémique résident régional	17
Colibri huppé des Antilles	<i>Orthorhyncus cristatus</i>	Endémique résident régional	105
Perroquet à ailes orange	<i>Amazona amazonique</i>	Résident présenté	48
Élénie des Caraïbes	<i>Elenia martinique</i>		11
Elenia à ventre jaune	<i>Elaenia flavogaster</i>		67
Moucherolle de la Grenade	<i>Nugateur de Myiarchus</i>	Endémique résident régional	105
Tyrann gris	<i>Tyrann du Seigneur</i>		195
Viréo à moustaches noires	<i>Viréo altiloquus</i>		40
Martin des Caraïbes	<i>Progne dominicensis</i>	Endémique de reproduction régionale	2
Troglodyte familier	<i>Troglodytes aëdon</i>		63
Grive du cacao	<i>Turdus fumigatus</i>		13
Grive à lunettes	<i>Turdus nudigenis</i>		179
Moqueur tropical	<i>Mimi gilvus</i>		132
Euphonie antillaise	<i>Musique de chlorophonie</i>	Endémique résident régional	2
Vacher brillant	<i>Molothrus bonariensis</i>	Résident présenté	19
Quiscal des Caraïbes	<i>Quiscalus lugubris</i>		11
Paruline jaune	<i>Pétéchies de Setophaga</i>		1
Tangara des Petites Antilles	<i>Stilpnia cucullata</i>	Endémique résident régional	146
Quitte à la banane	<i>Coereba flaveola</i>		384
Grassquit à face noire	<i>Melanospiza bicolore</i>		54
Bouvreuil des Petites Antilles	<i>Hamac Loxigilla</i>	Endémique résident régional	100
Sporophile à ventre jaune	<i>Sporophile nigricollis</i>		6

(Fig. 2). L'abondance relative des espèces endémiques est restée similaire entre les deux études, à l'exception de l'abondance relative du Colibri huppé des Antilles, qui était plus faible que prévu dans notre étude (Fig. 2).

Nous avons estimé la densité de l'espèce avec plus de 30 détections visuelles (tableau 2), y compris le Moucherolle de Grenade endémique régional, le Tangara des Petites Antilles, le Colibri huppé des Antilles et le Bouvreuil des Petites Antilles. Nous avons ajusté les modèles avec une fonction de détection de Poisson en utilisant une clé de taux de risque pour toutes les espèces à l'exception de la grive à lunettes et du moqueur tropical, qui ont été ajustées avec une fonction semi-normale. Toutes les covariables avaient un VIF < 2. Parmi les espèces pour lesquelles nous avons estimé la densité, le Bananaquit avait la densité la plus élevée (tableau 2). La densité de bananaquit avait une relation négative avec la couverture des cultures et des arbustes (tableau 2). Le Colibri huppé des Antilles avait la plus forte densité de

les espèces endémiques incluses dans nos analyses, augmentant à la fois avec la couverture végétale et l'altitude (tableau 2). Parmi les autres espèces endémiques régionales, la densité des Moucherolles de la Grenade avait une relation négative avec l'altitude et une relation positive avec le couvert arbustif (Tableau 2), tandis que le Tangara des Petites Antilles était plus fréquemment observé dans les forêts à plus haute altitude. Le Bouvreuil des Petites Antilles avait une relation positive avec le couvert arbustif et herbacé (tableau 2).

Discussion

Au cours des deux années de notre enquête, nous avons détecté environ 90 % des espèces d'oiseaux terrestres résidents existantes enregistrées pour la Grenade (Raffaele *et al.* 2020). Notre assemblage d'espèces est similaire à Wunderle (1985), qui a signalé 30 espèces en 1981. Les différences dans les espèces observées entre ces deux périodes pourraient être à

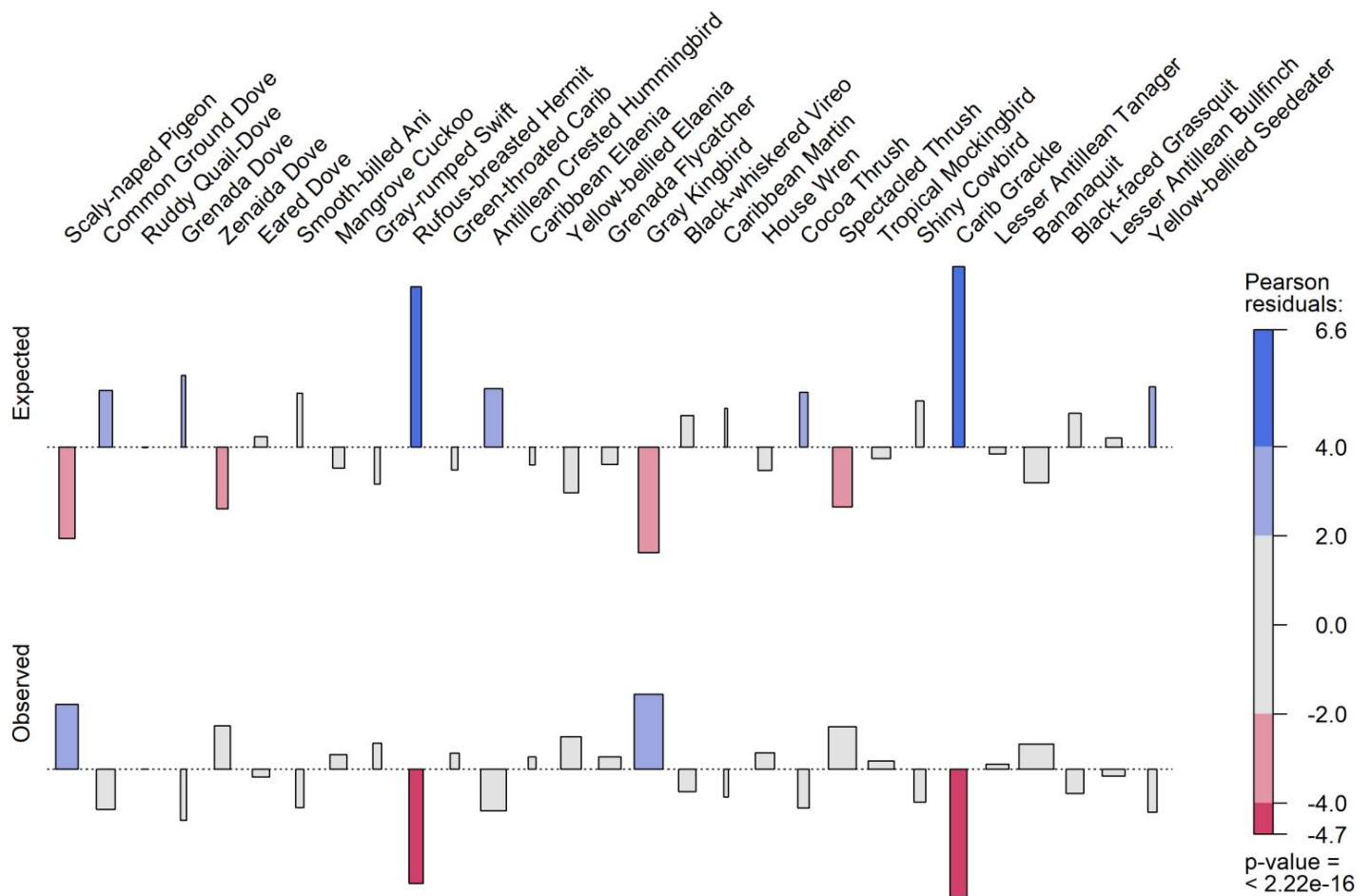


Fig. 2. Résidus de Pearson de l'abondance relative attendue (Wunderle 1985) et observée (cette étude) des espèces, classées taxonomiquement. Les résidus positifs sont indiqués en bleu, les résidus négatifs en rouge.

tributaire, en partie, au calendrier des études. Alors que nous menions nos relevés en mai, Wunderle a mené les siens en novembre, ce qui peut expliquer notre manque d'observations de l'épéaure bleu-noir, car ils sont connus pour migrer en dehors de la saison de reproduction (Raffaele *et al.* 2020). Cependant, il convient également de noter que Wunderle n'a observé cette espèce que dans la partie sud-ouest de l'île (Mt. Hartman, Pt. Saline et Grand Anse), qui a subi une perte et une modification considérables de son habitat depuis les années 1980 (J. Wunderle, comm. pers.). L'augmentation récente de certaines espèces, telles que le sporophile à ventre jaune (*Sporophila nigricollis*) (A. Jeremiah comm. pers.), ainsi que l'introduction du perroquet à ailes oranges (voir ci-dessous), peuvent expliquer les nouvelles espèces ajoutées à l'assemblage observé dans notre étude. Comme nous l'avons constaté il y a près de 40 ans (Wunderle 1985), les généralistes répandus, y compris un certain nombre d'endémiques régionaux, étaient les espèces les plus fréquemment détectées dans notre étude. Compte tenu de la destruction et de la fragmentation importantes de l'habitat causées par l'ouragan Ivan (Rusk 2009, Nelson *et al.* 2015), le renouvellement limité des espèces depuis les années 1980 peut indiquer une certaine résilience de la communauté aviaire.

La comparaison entre notre étude et celle de Wunderle (1985) doit être interprétée avec prudence. Les différences dans le moment des enquêtes entre les deux études rendent difficile d'établir des comparaisons directes, d'autant plus que nous avons mené notre étude pendant la transition saisonnière sèche à humide et que Wunderle

(1985) enquêtés pendant la saison des pluies. En termes d'effort d'enquête, l'effort d'échantillonnage de Wunderle (1985) était de 1800 minutes d'observation sur 90 points d'enquête, tandis que dans notre étude, nous avons échantillonné 199 points avec 1990 minutes d'observation d'effort d'enquête. Compte tenu de cela, l'effort d'enquête dans les deux études était comparable. En tant que tel, il reste utile de présenter cette comparaison étant donné la rareté de telles enquêtes pour la Grenade et que notre enquête a suivi une méthode similaire et comprenait bon nombre des mêmes zones que cette étude précédente. Les différences observées dans l'abondance relative des espèces entre ces deux études pourraient être attribuées en partie à la variation des méthodes ou du moment des relevés. L'étude précédente comprenait une gamme plus large d'habitats, tels que les zones résidentielles et les mangroves, ce qui pourrait expliquer de plus grandes observations d'espèces adaptées aux zones urbaines et/ou aux bordures de mangrove (par exemple, les quiscales des Caraïbes). L'abondance fluctuante des espèces peut être entraînée par des changements saisonniers dans l'utilisation de l'habitat, comme documenté pour le Colibri huppé des Antilles (Schuchmann et Boesman 2020), ce qui signifie que la comparaison des données entre différentes saisons pourrait masquer tout changement temporel réel de l'abondance. Cependant, les changements temporels de l'abondance de certaines espèces peuvent représenter de véritables changements dans l'abondance relative dus au changement climatique, à la dégradation de l'habitat ou à la compétition interspécifique, et nécessitent une plus grande attention. Par exemple, à Porto Rico, le

Tableau 2. Estimations de la densité et probabilités de détection dérivées des détections visuelles de neuf oiseaux terrestres résidents à la Grenade en mai 2018 et 2019.

Espèce	Observations	Détection Probabilité	Densité		Covariables des modèles les mieux ajustés ^b													
			Oiseaux/ha	95% CI ^a	Densité (\hat{y})			Détection (p)										
					Culture	Altitude	Arbuste	Herbe	Heure	Date	Vent							
Antillais à crête																		
Colibri	97	0,27	1,68	0,91–3,76	+	+												
Grenade																		
Moucherolle	63	0,15	0,59	0,10–1,60			+											+
Tyran gris	110	0,08	0,69	0,33–1,16														
à lunettes																		
Muguet	66	0,18	0,49	0,32–0,77														
Tropical																		
Oiseau moqueur	77	0,41	0,28	0,02–0,69														
Petites Antilles																		
Tangara	126	0,19	1,02	0,44–3,09														+
Quitte à la banane	328	0,43	4,00	2,36–5,41														
À face noire																		
Grassquit	44	0,28	0,68	0,16–1,58														
Petites Antilles																		
Bouvreuil	66	0,22	0,73	0,35–1,52														+

^a Intervalle de confiance^b "+" et "-" indiquent respectivement une relation positive et négative.

recupérer après les ouragans Irma et Maria (J. Wunderle, comm. pers.) et les changements à long terme de l'abondance des oiseaux dans les îles Vierges ont été attribués aux impacts des ouragans, au changement d'utilisation des terres et à l'expansion de l'aire de répartition (Steadman *et al.* 2009). Les limites de notre comparaison mettent en évidence la nécessité d'enquêtes régulières à l'échelle de l'île pour comprendre les schémas d'abondance.

De nombreuses espèces endémiques régionales étaient abondantes et détectées dans tous les habitats que nous avons étudiés à travers l'île. Le Colibri huppé des Antilles était l'espèce endémique la plus abondante dans notre enquête et était également une espèce couramment observée par Wunderle (1985). Bien qu'il n'y ait pas d'estimations de densité publiées pour cette espèce dans son aire de répartition, il a également été noté qu'elle était parfois plus abondante que les Bananaquits sur l'île Mustique dans les Grenadines (Paice et Speirs 2010). Le Colibri huppé des Antilles a l'une des distributions les plus répandues des espèces endémiques régionales trouvées à la Grenade, et dans toute son aire de répartition - de Porto Rico à la Grenade - il est couramment observé dans tous les habitats et à toutes les altitudes (Chavez-Ramirez et Tan 1993, Shepherdson 2018). Cependant, l'utilisation de l'habitat par le Colibri huppé des Antilles semble varier d'une île à l'autre.

Cette variation peut être due à la variation inter-îles des assemblages de colibris (Lack 1973). Nos modèles ont suggéré que la densité du Colibri huppé des Antilles augmentait avec les deux

la couverture végétale et l'altitude, ce qui concorde avec d'autres observations récentes (Williams *et al.* In Review). Cela peut refléter les besoins alimentaires, qui changent tout au long de l'année, et une éventuelle migration d'altitude (Schuchmann et Boesman 2020). La Petite Antilles et le Tangara étaient une autre espèce endémique abondante observée dans notre enquête, que Wunderle (1985) a également détectée à des fréquences raisonnablement élevées. Bien que cette espèce ait déjà été signalée comme étant commune à toutes les altitudes de la Grenade (Raffaele *et al.* 2020), dans notre étude, ce tangara était plus abondant à des altitudes plus élevées, ce qui est cohérent avec d'autres observations récentes sur la Grenade (Williams *et al.* In Review) ainsi que des enregistrements de Saint-Vincent (Hilty *et al.* 2020). Il n'est pas clair si cela reflète une préférence d'altitude ou une préférence pour la forêt non perturbée qui, à la Grenade, se trouve à des altitudes plus élevées. Notamment, étant donné que nous n'avons pas pu échantillonner certaines zones de haute altitude en raison de contraintes d'accessibilité, ces densités peuvent être sous-estimées. Le Bouvreuil des Petites Antilles est une espèce endémique abondante et nos résultats indiquent que leur densité a augmenté avec la couverture arbustive et herbacée, ce qui est cohérent avec les préférences d'habitat connues (Raffaele *et al.* 2020). Nous avons observé le moucherolle endémique de la Grenade dans toute l'île, tout comme Wunderle (1985), et il était plus largement distribué dans tous les types d'habitats que dans le reste de son aire de répartition à Saint-Vincent-et-les Grena.

dîners (Paice et Speirs 2010). Cependant, la densité de cette espèce a augmenté à des altitudes plus basses et avec l'augmentation de la couverture arbustive, ce qui correspond à sa préférence connue pour les arbustes des basses terres (Raf faele *et al.* 2020), comme l'ont également constaté de récentes enquêtes sur la Grenade (Williams *et al.* In Review). Cette espèce avait des densités plus faibles que les autres espèces endémiques signalées ici, ce qui peut refléter un degré plus élevé de spécialisation de l'habitat ou de concurrence avec des conspécifiques, comme sur l'île Moustique, où ce gobemouche était limité par la présence de Tyran gris (Paice et Speirs 2010). Il est également important de noter que l'habitat de plaine privilégié par le Moucherolle de Grenade est soumis à une forte pression de développement (Simpson *et al.* 2012).

Nous avons obtenu des observations insuffisantes pour estimer la densité de plusieurs endémiques détectées lors de nos enquêtes. Les taux de détection étaient faibles pour la tourterelle de Grenade, probablement en raison de sa répartition très localisée (Rusk 2017). Nous avons détecté deux euphonies antillaises, considérées comme localisées et difficiles à détecter (V. Francis comm. pers.). Ces individus ont tous deux été observés sur des sites de haute altitude près de Clabony Sulphur Springs, ce qui est cohérent avec leur statut sur d'autres îles en tant qu'habitat rare de haute altitude et spécialiste de l'alimentation (Pérez-Rivera 1991). Cette espèce est également sensible aux perturbations causées par les ouragans, avec des déclinés importants après l'ouragan Irma observé à Porto Rico (Lloyd *et al.* 2019). Nous avons également détecté l'Hirondelle des Caraïbes (*Progne dominicensis*)—une reproduction endémique régionale qui est présente à la Grenade en mai—mais comme pour les observations précédentes (Wunderle 1985, voir aussi les enregistrements eBird), cette espèce n'était pas abondante. Nous avons détecté relativement peu de caribe à gorge verte sur l'île, cette espèce étant moins abondante que le colibri huppé des Antilles, comme cela a également été noté sur d'autres îles (Madden et van Zant en 2020). Cependant, nos observations suggèrent que cette espèce est localement abondante et a tendance à se trouver à des altitudes plus élevées. Bien que le caribe à gorge verte soit présent dans toute la Grenade, on pense qu'il présente une migration d'altitude ou saisonnière sur l'île (A. Jeremiah, comm. pers.), ce qui peut expliquer les schémas de nos observations de cette espèce. En effet, les espèces de colibris néotropicaux présentent une migration saisonnière et d'altitude similaire, motivée en partie par la disponibilité des ressources (Rappole et Schuchmann 2003). Deux espèces endémiques régionales documentées à la Grenade (Raffaele *et al.* 2020) - le Carib à gorge pourpre (*Eulampis jugularis*) et le Moqueur à poitrine écaillée (*Allenia fusca*) - n'ont pas été détectées au cours de cette étude et sont considérées comme extrêmement rares ou disparues sur l'île (V. Francis comm. pers.).

Nous avons également estimé la densité de plusieurs espèces résidentes non endémiques. Nos estimations de densité pour les Bananaquits dans différents habitats sont cohérentes avec les estimations précédentes pour la Grenade; signalé comme 2 (broussailles épineuses) à 12 (plantations de noix de coco) individus par ha (Wunderle 1984), bien que notre enquête n'ait pas inclus tous les types d'habitats documentés dans cette étude antérieure. Les bananes sont l'une des espèces les plus abondantes dans les Caraïbes (Paice et Speirs 2010, Wolff *et al.* 2018, Madden et van Zanten 2020). Le Tyran gris, une autre espèce commune dans la région, est plus abondant dans les habitats ouverts à basse altitude (Smith et Jackson 2020). Ce modèle semble être évident à la Grenade, la densité diminuant avec l'altitude dans notre étude. L'Herbe à face noire (*Melanospiza bicolor*) est un résident assez commun et nos estimations de densité pour la Grenade étaient similaires à celles rapportées sur d'autres îles (Lloyd et Slater

2011, Wolff *et al.* 2018). Pour cette espèce, nos modèles ont suggéré que la densité augmentait avec l'altitude et, bien qu'elles n'aient pas été observées par Wunderle (1985) à des altitudes plus élevées, elles se produisent à des altitudes élevées sur certaines îles (Rising 2020). Que leur abondance a augmenté avec la couverture herbacée, comme précédemment observé sur la Grenade (Wunderle 1985) et à Puerto Rico (Wolff *et coll.* 2018), n'est pas surprenant étant donné qu'il s'agit d'un granivore d'habitat ouvert. Ici, il convient de noter que notre méthode d'échantillonnage, qui maximise l'accessibilité, pourrait potentiellement conduire à des surestimations de ces espèces de bordure, bien que nos estimations correspondent aux densités publiées. La Grive à lunettes a diminué avec la couverture arbustive, ce qui correspond à sa préférence pour les habitats forestiers (Wunderle 1985, Raffaele *et al.* 2003), et le Moqueur polyglotte était présent à de faibles densités à la Grenade, diminuant avec l'altitude. Wunderle (1985) a observé le moqueur tropical à une fréquence assez élevée, mais pas à des altitudes plus élevées, ce qui suggère que nos résultats pourraient refléter la nécessité d'étudier des types d'habitats plus larges, y compris des zones résidentielles. Les espèces dont les observations étaient insuffisantes pour estimer la densité comprenaient généralement celles qui étaient plus susceptibles d'être détectées par voie auditive, telles que le Pigeon à nuque écaillée et le *Troglodyte domestique* (*Troglodytes aedon*), celles qui se produisent à de faibles densités, telles que le Sporophile à ventre jaune, ou ceux qui sont des spécialistes de l'habitat, tels que l'ermite à poitrine rousse, la colombe rousse (*Geotrygon montana*) et la grive cacaoyère (*Turdus fumigatus*).

Compte tenu de la vulnérabilité des îles aux espèces envahissantes (Cassey 2003) et de l'introduction fréquente d'espèces aviaires non indigènes dans l'ensemble des Caraïbes insulaires (Wiley et Wunderle 1993, Cassey *et al.* 2015), la Grenade compte relativement peu d'oiseaux non indigènes établis. espèce. Le Pigeon biset (*Columba livia*), implanté de longue date dans la Caraïbe, y compris à la Grenade (Raffaele *et al.* 2020), n'a pas été détecté dans cette prospection, probablement en raison des types d'habitats prospectés et des faibles densités de cette espèce. Le Vacher luisant (*Molothrus bonariensis*) s'est répandu naturellement dans une grande partie des Caraïbes et est établi sur l'île depuis au moins 1901 (Post et Wiley, 1977). Nous avons détecté cette espèce en faible abondance dans toute l'île, ce qui suggère que la population n'a pas augmenté de manière substantielle depuis l'étude de Wunderle (1985). Un ajout plus récent à la faune aviaire de Grenade est le perroquet à ailes oranges, dont on pense qu'il est issu de lâchers de volière à la fin des années 1980 (Massiah et Frost 2003).

Nous avons principalement détecté cette espèce à des altitudes moyennes dans des habitats forestiers, et bien que les détections visuelles aient été insuffisantes pour les analyses de densité, cette espèce semble maintenant être largement établie sur l'île. Le toucan à bec gris (*Ramphastos vitellinus*) s'est également échappé de captivité dans les années 1980 mais ne s'est pas largement établi (Massiah et Frost 2003). Nous n'avons pas observé cette espèce lors de nos relevés, et bien qu'il existe quelques signalements récents dans eBird (eBird 2021), si cette espèce est toujours présente sur l'île elle est rare et localisée (Raffaele *et al.* 2020).

Cette étude apporte une contribution importante à notre connaissance de l'abondance et de la répartition des oiseaux sur l'île de Grenade. Nos résultats suggèrent que l'assemblage d'oiseaux de la Grenade est assez stable et nous fournissons des estimations de densité pour plusieurs des espèces endémiques régionales de la Grenade. En particulier, les estimations de densité du Moucherolle de Grenade, du Colibri huppé des Antilles, du Tangara des Petites Antilles et du Bouvreuil des Petites Antilles représentent une contribution significative à notre connaissance de ces importants

espèces endémiques régionales. Cependant, ces estimations sont limitées à une saison sur deux années consécutives et cela, combiné à un manque d'estimations de densité à travers leurs distributions, nous empêche de détecter des changements spatiaux et temporels. De plus, la détection de nombreuses espèces était trop faible pour estimer la densité, ce qui limite notre capacité à explorer la composition et la dynamique des communautés.

Une surveillance à long terme est essentielle pour pouvoir détecter de tels modèles, ce qui est particulièrement important pour la conservation des espèces insulaires à la lumière du changement climatique et de la menace croissante des ouragans, ainsi que pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes.

Remerciements

Nous sommes reconnaissants à Anthony Jeremiah, Chief Forestry Officer (Ag.) of the Grenada Forestry and National Parks Department, Government of Grenade pour son précieux soutien, et à Michael Mason de la Land Use Division, MALFF, qui a été généreux de son temps, de ses données, et des conseils. Nous remercions Vaughan Francis pour ses discussions éclairées et ses connaissances locales, et Joe Wunderle pour ses commentaires constructifs. Nous remercions trois relecteurs anonymes pour leurs commentaires qui ont grandement amélioré ce manuscrit.

Ce projet a été financé en partie par le Fonds Percy Sladen.

Illustration de la page de titre

??? par ???.

Informations sur l'auteur

¹Département des sciences biomédicales, Université d'Édimbourg, Teviot Place, Édimbourg, EH8 9AG, Royaume-Uni; e-mail: ellie.devenish@ed.ac.uk; Fauna and Flora International, David Attenborough Building, Pembroke Street, Cambridge, CB1 3QZ, Royaume-Uni; courriel : howard.nelson@fauna-flora.org; Département de géographie, Université de Cambridge, CB2 3EN, Royaume-Uni

Ouvrages cités

- Bellard, C., C. Leclerc et F. Courchamp. 2014. Impact de l'élévation du niveau de la mer sur les 10 points chauds de la biodiversité insulaire. *Global Ecology and Biogeography* 23:203–212.
- Buchhorn, M., B. Smets, L. Bertels, M. Lesiv, NE Tsendbazar, M. Herold et S. Fritz. 2019. Copernicus Global Land Service : Couverture terrestre 100 m : époque 2015 : Globe. Ensemble de données de la composante mondiale du Copernicus Land Monitoring Service 2019.
- Buckland, ST, DR Anderson, KP Burnham, DL Thomas et JL Laake. 2001. Introduction à l'échantillonnage à distance : Estimation de l'abondance des populations biologiques. Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni.
- Burnett, RD et LJ Roberts. 2015. Une évaluation quantitative du parapluie de conservation des zones de gestion de la chouette tachetée dans la Sierra Nevada. *PLoS ONE* 10:e0123778 doi:10.1371/journal.pone.0123778.
- Burnham, KP et DR Anderson. 2002. Sélection de modèles et inférence multi-modèles: une approche théorique de l'information pratique. Springer Verlag, New York.
- Cassey, P. 2003. Une analyse comparative du succès relatif des oiseaux terrestres introduits sur les îles. *Evolutionary Ecology Research* 5:1011–1021.
- Cassey, P., M. Vall-Llosera, E. Dyer et TM Blackburn. 2015. La biogéographie des invasions aviaires : histoire, accident et commerce du marché. pp. 37–54 dans *Biological Invasions in Changing Ecosystems* (J. Canning-Clode, éd.). De Gruyter Open Pologne, Varsovie, Pologne.
- Chavez-Ramirez, F., et SS Tan. 1993. Séparation de l'habitat et utilisation des ressources des arthropodes chez trois colibris des Petites Antilles. *Condor* 95:445–458.
- Devenish-Nelson, ES, DE Weidemann, JM Townsend et HP Nelson. 2017. Le rôle d'une revue régionale en tant que dépositaire de précieuses données ornithologiques, comme le démontre les oiseaux endémiques de la forêt des Caraïbes. *Journal d'ornithologie des Caraïbes* 30: 75–87.
- Devenish-Nelson, ES, DE Weidemann, JM Townsend et HP Nelson. 2019. Modèles de recherche sur les oiseaux endémiques insulaires dépendant des forêts: les Caraïbes comme étude de cas. *Biodiversité et conservation* 28: 1885–1904.
- Dormann, CF, J. Elith, S. Bacher, C. Buchmann, G. Carl, G. Carré, JRG Marquéz, B. Gruber, B. Lafourcade, PJ Leitão, T. Münkemüller, C. McClean, PE Osborne, B. Reineking, B. Schröder, AK Skidmore, D. Zurell et S. Lautenbach. 2013. Colinéarité : revue des méthodes pour y faire face et étude de simulation évaluant leurs performances. *Écographie* 36:027–046.
- eBird. 2021. Toucan à bec de canal. eBird: une base de données en ligne sur la répartition et l'abondance des oiseaux. eBird, Ithaca, NY. www.ebird.org.
- Fiske, I., et R. Chandler. 2011. non marqué : un package R pour l'ajustement de modèles hiérarchiques d'occurrence et d'abondance de la faune. *Journal of Statistical Software* 43: 1–23.
- Fuller, AK, DW Linden et JA Royle. 2016. Prise de décision en matière de gestion pour les populations de pêcheurs éclairée par la modélisation de l'occupation. *Journal of Wildlife Management* 80: 794–802.
- Gouvernement de la Grenade. 2016. Politique foncière nationale de la Grenade: assurer une gestion durable des terres et la résilience des écosystèmes. Gouvernement de la Grenade, Grenade.
- Hansen, MC, PV Potapov, R. Moore, M. Hancher, SA Turbanova, A. Tyukavina, D. Thau, SV Stehman, SJ Goetz, TR Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, CO Justice et JGR Townshend. 2013. Cartes mondiales à haute résolution de l'évolution du couvert forestier au XXIe siècle. *Sciences* 342:850–853.
- Helmer, EH, TA Kennaway, DH Pedreros, ML Clark, H. Marcano-Vega, LL Tieszen, TR Ruzycski, SR Schill et CMS Carrington. 2008. Répartition de la couverture terrestre et de la formation forestière pour Saint-Kitts, Nevis, Saint-Eustache, la Grenade et la Barbade à partir de la classification par arbre de décision des images satellitaires dégagées des nuages. *Caribbean Journal of Science* 44: 175–198.
- Hilty, S., J. del Hoyo, NJ Collar et GM Kirwan. 2020. Tangara des Petites Antilles (*Stilpnia cucullata*), version 1.0. Dans *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, DA Christie et E. de Juana, eds.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY. [est ce que je. org/10.2173/bo.w.leatan1.01](https://doi.org/10.2173/bo.w.leatan1.01).
- Holdschlag, A., et BMW Ratter. 2013. Dynamique des systèmes multi-échelles de l'homme et de la nature aux Bahamas : perturbation, connaissance, panarchie et résilience. *Science de la durabilité* 8: 407–421.
- Inger, R., R. Gregory, JP Duffy, I. Stott, P. Vojišek et KJ Gaston. 2015. Les oiseaux européens communs déclinent rapidement tandis que le nombre d'espèces moins abondantes augmente. *Lettres d'écologie* 18: 28–36.

- Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). 2020. Liste rouge de l'UICN des espèces menacées. Édition 2020.1. www.iucnredlist.org.
- Julliard, R., F. Jiguet et D. Couvet. 2004. Les oiseaux communs face aux changements globaux : qu'est-ce qui rend une espèce en péril ? *Biologie du changement global* 10: 148–154.
- Kaiser-Bunbury, CN, F. Fleischer-Dogley, D. Dogley et N. Bunbury. 2015. Responsabilités des scientifiques envers la conservation fondée sur des preuves dans un petit État insulaire en développement. *Journal of Applied Ecology* 52:7–11.
- Kéry, M. et JA Royle. 2015. Modélisation hiérarchique appliquée en écologie : analyse de la distribution, de l'abondance et de la richesse en espèces dans R et BUGS, Vol. 1 : Prélude et modèles statiques. Academic Press, Cambridge, MA.
- Knutson, T., SJ Camargo, JCL Chan, K. Emanuel, CH Ho, J. Kossin, M. Mohapatra, M. Satoh, M. Sugi, K. Walsh et L. Wu. 2019. Cyclones tropicaux et évaluation du changement climatique : Partie I : détection et attribution. *Bulletin de l'American Meteorological Society* 100:1987–2007.
- Lack, D. 1973. Le nombre d'espèces de colibris dans le Antilles. *Évolution* 27: 326–337.
- Latta, SC 2012. Recherche aviaire dans les Caraïbes : contributions passées et priorités actuelles. *Journal of Field Ornithology* 83: 107–121.
- Lee, DC et SJ Marsden. 2008. Ajustement des stratégies de période de dénombrement pour améliorer la précision des estimations de l'abondance des oiseaux forestiers à partir des relevés d'échantillonnage à distance des transects ponctuels. *IBIS* 150:315–325.
- Lloyd, JD, CC Rimmer et JA Salguero-Faria. 2019. Effets à court terme des ouragans Maria et Irma sur les oiseaux forestiers de Porto Rico. *PLoS ONE* 14 : doi.org/10.1371/journal.met.0214432.
- Lloyd, JD et GL Slater. 2011. Abondance et répartition des oiseaux nicheurs dans les forêts de pins de Grand Bahama, Bahamas. *Journal d'ornithologie des Caraïbes* 24: 1–9.
- Madden, H., et A. van Zanten. 2020. Surveillance de l'avifaune terrestre dans six habitats de Saint-Eustache, Pays-Bas des Caraïbes, 2009-2017. *Journal caribéen des sciences* 50: 23–36.
- Massiah, EB et MD Frost. 2003. Le Toucan à bec de Manche (*Ramphastos vitellinus*) est-il établi à la Grenade ? *Journal d'ornithologie des Caraïbes* 16: 68–69.
- Matsuoka, SM, CL Mahon, CM Haendel, P. Sólomos, EM Bayne, PC Fontaine et CJ Ralph. 2014. Raviver les normes communes dans les enquêtes par point d'écoute pour une large inférence entre les études. *Condor* 116:599–608.
- Nareff, GE, PB Wood, DJ Brown, T. Fearer, JL Larkin et WM Ford. 2019. Réponse de la Paruline azurée (*Setophaga cerulea*) à la sylviculture opérationnelle dans la région centrale des Appalaches. *Écologie et gestion forestières* 448:409–423.
- Nelson, HP, ES Devenish-Nelson, M. Geary, A. Lawrence et BL Rusk. 2015. Rapport sur le rééchantillonnage des parcelles de végétation de 2004 de l'habitat de la forêt sèche de la tourterelle de Grenade (*Leptotila wellsi*). Rapport inédit. Département des forêts et des parcs nationaux, Gouvernement de la Grenade, St. George's, Grenade.
- Pacifici, K., TR Simons et KH Pollock. 2008. Effets de la végétation et du bruit de fond sur le processus de détection dans les enquêtes auditives par point d'écoute aviaire. *Auk* 125: 600–607.
- Paice, MR, et R. Speirs. 2010. L'avifaune de l'île Moustique (Saint-Vincent-et-les Grenadines). *Journal of Caribbean Ornithology* 23: 61–84.
- Pérez-Rivera, RA 1991. Modification du régime alimentaire et du comportement de recherche de nourriture de l'Euphonia antillaise à Porto Rico après l'ouragan *Hugo*. *Journal of Field Ornithology* 62: 474–478.
- Portillo-Quintero, CA, et GA Sánchez-Azofeifa. 2010. Étendue et conservation des forêts tropicales sèches des Amériques. *Biological Conservation* 143:144–155.
- Post, W., et JW Wiley. 1977. Le Vacher luisant de l'Ouest meurt. *Condor* 79:119–121.
- Équipe de base R. 2020. R : un langage et un environnement pour le calcul statistique. R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche. www.R-project.org.
- Raffaele, HA, J. Wiley, OH Garrido, A. Keith et JI Raffaele. 2003. Oiseaux des Antilles. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Raffaele, HA, J. Wiley, OH Garrido, A. Keith et JI Raffaele. 2020. Oiseaux des Antilles. 2e éd. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Rappole, JH et KL Schuchmann. 2003. Écologie et évolution des mouvements et migrations des populations de colibris. pp. 39–51 *dans* Migration aviaire. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Allemagne.
- Richards, SA 2005. Tester la théorie écologique en utilisant l'approche théorique de l'information : exemples et résultats de mise en garde. *Écologie* 86: 2805–2814.
- Rising, JD 2020. Grassquit à face noire (*Melanospiza bicolor*), version 1.0. *Dans* Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, DA Christie et E. de Juana, eds.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY. doi.org/10.2173/bow.bkfga.01.
- Rivera-Milán, FF, P. Bertuol, F. Simal et BL Rusk. 2015. Enquête d'échantillonnage à distance et estimation de l'abondance de la tourterelle de Grenade (*Leptotila wellsi*), en danger critique d'extinction. *Condor* 117:87–93.
- Roberts, LJ, R. Burnett, J. Tietz et S. Veloz. 2019. Effets récents de la sécheresse et de la mortalité des arbres sur la communauté aviaire du sud de la Sierra Nevada : un aperçu de l'avenir ? Applications écologiques 29:1002/eap.1848.
- Royle, JA, DK Dawson et S. Bates. 2004. Modélisation des effets d'abondance dans l'échantillonnage à distance. *Écologie* 85: 1591–1597.
- Rusk, BL 2009. Grenade. pp. 229–234 *dans* Important Bird Areas in the Caribbean: Key Sites for Conservation (DC Wege et V. Anadon-Irizarry, dir.). BirdLife International, Cambridge, Royaume-Uni.
- Rusk, BL 2017. Surveillance à long terme de la population de la tourterelle de Grenade (*Leptotila wellsi*), en danger critique d'extinction, à la Grenade, dans les Antilles. *Journal d'ornithologie des Caraïbes* 30: 49–56.
- Schuchmann, KL et PFD Boesman. 2020. Colibri huppé des Antilles (*Orthorhynchus cristatus*), version 1.0. *Dans* Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, DA Christie et E. de Juana, eds.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY. doi.org/10.2173/bow.anchum1.01.
- Shepherdson, JP 2018. Observations du comportement territorial du Colibri huppé des Antilles (*Orthorhynchus cristatus*) à Saint-Eustache. *Journal d'ornithologie des Caraïbes* 31: 48–50.
- Simpson, MC, JF Clarke, DJ Scott, M. New, A. Karmalkar, JO Day, M. Taylor, S. Gossling, M. Wilson, D. Chadee, H. Stager,

- R. Waithe, A. Stewart, J. Georges, N. Hutchinson, N. Fields, R. Sim, M. Ruddy, L. Matthews, S. Charles et A. Agosta G'meiner. 2012. The CARIBSAVE Climate Change Risk Atlas (CCCRA), Grenade, DFID, AusAID et The CARIBSAVE Partnership, Barbade, Antilles.
- Smith, GA et JA Jackson. 2020. Tyrann gris (*Tyrannus dominicensis*), version 1.0. Dans *Birds of the World* (AF Poole et FB Gill, éd.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY. est ce que je.
org/10.2173/bow.grykin.01.
- Steadman, DW, JR Montambault, SK Robinson, SN Oswald, TJ Brandeis, AG Londoño, MJ Reetz, WM Schelsky, NA Wright, JP Hoover, J. Jankowski, AW Kratter, AE Martinez et J. Smith. 2009. Abondance relative, utilisation de l'habitat et changements à long terme des populations d'oiseaux terrestres hivernants et résidents à St. John, îles Vierges américaines. *Wilson Journal of Ornithology* 12: 41–53.
- Wiley, JW et JM Wunderle. 1993. Les effets des ouragans sur les oiseaux, avec une référence particulière aux îles des Caraïbes. *Bird Conservation International* 3:319–349.
- Williams, RJT, MH Warrington et N. Koper. En revue. *Avi* une utilisation des habitats anthropiques et naturels dans un petit État insulaire en développement.
- Wintle, BA, MC Runge et SA Bekessy. 2010. Répartition des efforts de surveillance face aux inconnues inconnues. *Lettres d'écologie* 13: 1325–1337.
- Wolff, PJ, BA DeGregorio, V. Rodriguez-Cruz, E. Mule ro-Oliveras et JH Sperry. 2018. Communauté d'oiseaux en tant que semblage et distribution dans un écosystème tropical urbain de Porto Rico. *Science de la conservation tropicale* 11:doi.
org/10.1177/1940082918754777.
- Wunderle, J. 1985. Une comparaison écologique de l'avifaune de la Grenade et de Tobago, Antilles. *Bulletin Wilson* 97:356–365.
- Wunderle, JM 1984. Changement de compagnon et augmentation saisonnière de la polygamie dans le Bananaquit. *Comportement* 88:123–144.
- Wunderle, JM 1981. Une analyse d'un morph ratio cline dans le Bananaquit (*Coereba flaveola*) à Grenade, Antilles. *Evolution* 35:333–344.
- Xu, Y., S. Lin, J. He, Y. Xin, L. Zhang, H. Jiang et Y. Li. 2016. Les oiseaux tropicaux sont en déclin dans l'île de Hainan en Chine. *Biological Conservation* 210:9–18.

Citer cet article comme suit:

Devenish-Nelson, ES et HP Nelson. 2021. Estimations de l'abondance et de la densité des oiseaux terrestres à la Grenade. *Journal of Caribbean Ornithology* 34:***_**.