

Ornithologie

SÉLECTION DE L'HABITAT DE NIDIFICATION DES PASSEREAUX DANS LA FORÊT HUMIDE FRAGMENTÉE DE L'AIRE PROTÉGÉE DE BEMANEVIKA (NORD-OUEST DE MADAGASCAR)

par

Armand BENJARA^{1,2}, Laurent RAVELOSON^{1,2},

Angelinah RENE DE ROLAND^{1,2}, Tolojanahary ANDRIAMALALA²,

Marius RAKOTONDRATSIMA² & Lily-Arison RENE DE ROLAND²

Comprendre les exigences de la sélection de l'habitat de nidification des passereaux dans une forêt humide fragmentée est essentiel pour développer les stratégies de conservation adéquates. La présente étude se focalise sur la répartition des nids de passereaux en fonction de la taille du fragment forestier et de la distance à la bordure, et sur la structure de la végétation autour des nids d'espèces de Philepittinae. Elle a été conduite dans l'Aire protégée de Bemanevika pendant une saison de reproduction, entre octobre 2018 et janvier 2019. Sept fragments de forêt variant entre 10 ha et 1 050 ha ont été prospectés. La recherche de nids a été effectuée au sein de parcelles (0,0625 ha) disposées le long de lignes de transects. Pour déterminer quelles variables différencient les nids des philépitte, les sites potentiels et les sites inoccupés, une analyse factorielle discriminante a été faite. Au total, 219 nids appartenant à 18 espèces de passereaux incluant trois espèces de Philepittinae (*Neodrepanis coruscans*, *Philepitta castanea* et *P. schlegeli*) ont été localisés. Selon l'analyse de régression sur le nombre d'espèces nicheuses suivant la surface et la distance à la lisière, une nette signification a été observée pour la surface ($t = 3,73$; $ddl = 5$). Par ailleurs, la densité des arbres ≥ 20 m hauteur et 40-50 cm dhp, et le recouvrement de la canopée sont les variables les plus discriminantes entre les sites

1. École Doctorale de la Biodiversité et Environnements Tropicaux, Université de Toliara, BP 304, Toliara 601, Madagascar. E-mail : benjara204@gmail.com, ravelolaurent@gmail.com, linahange@gmail.com.

2. The Peregrine Fund Project, BP 4113, Antananarivo 101, Madagascar. E-mail: tollens37@yahoo.fr, mariusphr@yahoo.com, lilyarison@yahoo.fr.

Auteur correspondant : Armand Benjara (benjara204@gmail.com).

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

de nidification des philépitte et les autres sites. En effet, la fragmentation modifie la structure de la forêt, les arbres de grande taille sont moins représentés et la formation végétale devient plus ouverte, notamment dans les petits fragments. En conclusion, la grandeur de la forêt est importante pour la pérennité des espèces, et ceci devrait être considéré dans le maintien de leurs habitats naturels.

Mots-clés : Habitat de nidification, passereaux, forêt humide fragmentée, Aire protégée de Bemanevika.

Nesting habitat requirements of passerine birds in the fragmented humid forest of the Bemanevika Protected Area (northwestern Madagascar)

The development of conservation strategies requires knowledge of the nesting requirements of passerines in a fragmented rain forest. In this study, we examined the distribution of nesting species in terms of forest fragment size and distance from the edge. Especially for the species of Philepittinae, a subfamily endemic to Madagascar, we identified the vegetation structure around nests in seven forest fragments, ranging from 10 ha to 1050 ha, in Bemanevika Protected Area, northwestern Madagascar, during the breeding season, from October 2018 to January 2019. Nests were surveyed in sampling plots of 0.0625 ha, located every 100 m along transect lines. We used discriminant analysis to determine which variables differentiate nest sites of Philepittinae species, potential sites, and unoccupied sites. A total of 219 nests belonging to 18 species of passerines, including three species of Philepittinae (*Neodrepanis coruscans*, *Philepitta castanea* and *P. schlegeli*), were located. According to the regression analysis, the number of nesting species increased with forest size ($t = 3.73$; $df = 5$), but did not change with distance from the edge ($t = 1.86$; $df = 9$). Furthermore, the most discriminating variables between the nest sites of Philepittinae species and other sites were densities of trees with a height of ≥ 20 m and a trunk diameter (dbh) of 40-50 cm, and the amount of canopy cover. Fragmentation modifies the structure of the forest, with large trees being under-represented, and the structure becomes more open in small fragments. In conclusion, forest size is very important for the perennity of species, and this should be considered in the management of their natural habitats.

Keywords: Nest sites, passerines, fragmentation, forest, Bemanevika Protected Area.

Introduction

De nombreuses études antérieures ont constaté que le nombre d'espèces d'oiseaux forestiers décline suivant la diminution de la taille du fragment forestier (LANGRAND & WILMÉ, 1997 ; RABENANDRASANA *et al.*, 2000 ; RAHERILALAO, 2001). De plus, les petits fragments sont soumis à des effets de lisières plus importants. Ces effets conduisent aux changements des conditions écologiques, entre autres l'augmentation de la température et de la vitesse du vent (MURCIA, 1995). La question est de savoir si la surface de forêt et les effets de lisière affectent aussi la sélection de l'habitat de nidification des passereaux dans une forêt humide fragmentée. Les passereaux, espèces territoriales, sont considérés comme les plus caractéristiques des peuplements d'oiseaux par leur diversité et leur capacité d'adaptation dans les différents habitats (BLONDEL, 1981). Ainsi, les stratégies de conservation pertinentes pourraient être conçues sur la connaissance approfondie de

Habitat de nidification des passereaux à Madagascar

l'écologie de ces oiseaux, notamment les caractéristiques et les facteurs déterminant la sélection de leurs habitats de nidification. À notre connaissance, très peu d'informations sont disponibles sur les habitudes de nidification de la plupart des passereaux malgaches.

La présente étude vise à identifier les exigences de la sélection de territoire de nidification des passereaux forestiers dans la forêt humide fragmentée de l'Aire protégée (AP) de Bemanevika, nord-ouest de Madagascar. L'étude repose sur (1) la distribution des nids de passereaux forestiers en fonction de la surface de forêt et de la distance par rapport à la bordure de la forêt, et (2) la structure de la végétation aux alentours des nids d'espèces de la sous-famille endémique de *Philepittinae*.

Matériels et méthodes

Sites d'étude

La présente étude a été conduite dans l'AP de Bemanevika pendant une saison de reproduction, entre octobre 2018 et janvier 2019. L'AP (E48° 32', S14° 22') se situe dans la partie nord-ouest de Madagascar et est constituée de parcelles de forêt tropicale fragmentée. Le choix des fragments étudiés est dicté par leur superficie. L'*Atlas de la végétation de Madagascar* (MOAT & SMITH, 2007) a été utilisé pour définir la taille des divers fragments. En effet, sept fragments ont été visités (Figure 1) : un fragment de grande taille (Andrakanala ou S1), deux fragments de taille moyenne (Matsaborimena et Matsaborimaitso, ou S2 et S3) et quatre fragments de petite taille (Kijananihasina, Analanjao-sud, Analanjao-nord et Andripatra, ou S4, S5, S6 et S7). L'ordre respectif de la superficie de ces fragments est 1 050 ha, 423 ha, 305 ha, 29 ha, 18 ha, 13 ha et 10 ha. Les forêts au sein de S1, S2 et S3 étaient plus ou moins intactes tandis que celles des petits fragments étaient assez dégradées. D'ailleurs, les fragments S1, S2 et S3 sont considérés comme des blocs forestiers.

Recherche de nids

Des recherches actives de nids ont été conduites dans les zones forestières des sept fragments considérés. La localisation des nids a été menée par deux personnes au sein des parcelles (0,0625 ha) disposées le long des douze (12) transects préexistants. Les centres de deux parcelles consécutives d'un même transect ont été espacés de 100 m. La longueur du transect, ainsi que le nombre, dépendait de la taille du fragment. Chaque ligne de transect va d'un côté à l'autre côté de la lisière en traversant la forêt intérieure. Chaque parcelle d'échantillonnage a été visitée deux fois.

Les passereaux forestiers malgaches possèdent généralement des nids placés sur des arbres (WILMÉ, 1996). Chaque personne a ainsi inspecté minutieusement les arbustes et les arbres dans sa zone de recherche en vérifiant la présence de nids. Chaque arbre de nid localisé a été marqué à l'aide des rubans colorés et les coordonnées géographiques ont été enregistrées à l'aide d'un GPS. De plus, le contenu des nids trouvés a été vérifié avec discrétion.

Caractéristiques des nids

Quelques caractéristiques ont été prises en considération pour chaque nid trouvé telles que sa hauteur par rapport au sol et son type (suspendu ou non). Les nids suspendus, au lieu de s'appuyer par leur base sur les branches, sont au contraire accrochés par leur partie supérieure. Quelques informations ont été aussi notées sur l'arbre de nid comme le diamètre, la hauteur totale, la distance par rapport au point d'eau et à la bordure de forêt la plus proche.

Structure de la végétation autour des nids

Les données de la végétation aux alentours de nids des espèces de Philepittinae ont été collectées via la méthode décrite par TOUIHRI *et al.* (2014) avec quelques modifications. Cette technique consiste à la mise en place de quatre transects (50 m x 4 m) orientés vers le nord-est, le nord-ouest, le sud-est et le sud-ouest. Sur chaque transect, le diamètre et la hauteur totale de tous les arbres ont été notés. Le taux de la fermeture de la canopée a été estimé chaque 25 m selon la technique de EMLÉN (1956) fondée sur l'utilisation d'un sachet plastique transparent (70 cm x 70 cm) subdivisé en 100 petits carrés. Le sachet a été placé au-dessus de la tête et de là il a été possible de compter le nombre de carrés où le ciel pouvait être visible. Ainsi, le taux réel n'est autre que le calcul opposé de cette pénétrabilité.

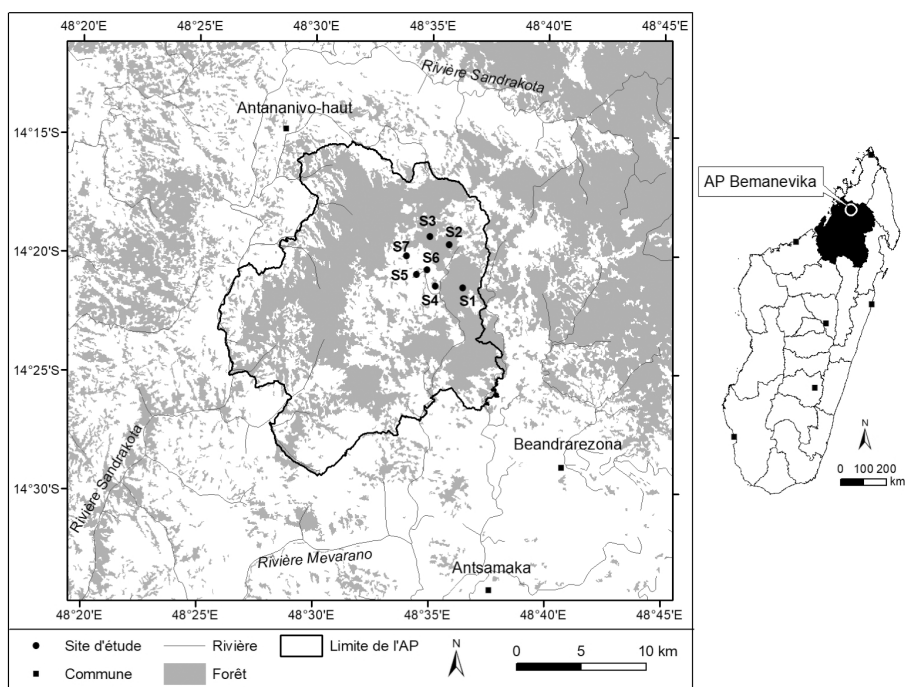


Figure 1

Localisation géographique des sites d'étude.
Geographical location of the study sites.

Habitat de nidification des passereaux à Madagascar

Pour appréhender les exigences écologiques des espèces de Philepittinae en termes d'habitat de nidification, la structure de la végétation sur les sites potentiels et inoccupés a été également analysée en utilisant le même protocole décrit par TOUIHRI *et al.* (2014). Un site est considéré comme « potentiel » s'il possède au moins une trace de nid des espèces considérées. Si après les deux visites, aucune preuve de nidification n'a été constatée, le site est considéré comme « inoccupé ».

Analyse des données

Les passereaux, tout comme les autres espèces d'oiseaux malgaches, peuvent être classés en deux grands groupes fondés sur la qualité de l'habitat forestier (WILMÉ, 1996). Le groupe 1 rassemble les espèces non forestières et les espèces généralistes (présentes dans les forêts naturelles et dégradées). Le groupe 2 comprend les espèces dépendantes de forêts intactes ou relativement intactes.

Nous avons adopté le principe de « sous-ensembles inclus » ou « *nested subsets* » (PATTERSON, 1987) pour voir la répartition des espèces nicheuses dans les divers fragments. Les sous-ensembles sont inclus lorsque les espèces trouvées dans des fragments plus petits sont également présentes dans des fragments plus riches.

Traitements statistiques

Pour vérifier si la surface de forêt et la distance à la bordure de forêt ont des influences sur la sélection d'habitat de nidification des passereaux forestiers, l'analyse de régression linéaire a été appliquée. L'hypothèse nulle stipule qu'il existe une vraie relation entre : 1) la surface des fragments et le nombre d'espèces nicheuses, et 2) la distance par rapport à la bordure de forêt et le nombre d'espèces nicheuses. La relation entre les variables est traduite par une équation de la droite de régression : $y = a + bx$. La signification de la régression est déterminée par la valeur t de Student.

Nous avons développé une analyse factorielle discriminante (AFD) incluant 10 variables de la structure de la végétation afin de déterminer quelles variables de végétation différencient les sites de nidification d'espèces de Philepittinae avec les sites potentiels et inoccupés. Ces variables sont la densité des arbres de dhp entre 10-20 cm, de dhp entre 20-30 cm, de dhp entre 30-40 cm, de dhp entre 40-50 cm, de dhp \geq 50 cm, de hauteur entre 5-10 m, de hauteur entre 10-15 m, de hauteur entre 15-20 m, de hauteur \geq 20 m et le pourcentage de la fermeture de la canopée. Sur les 33 habitats analysés, 11 habitats de nidification, 11 habitats potentiels et 11 habitats inoccupés ont été répertoriés.

Résultats

Nids détectés

Les 183 parcelles prospectées dans les sept sites d'étude ont permis de localiser un total de 219 nids de passereaux. Ces nids ont été occupés par 18 espèces de passereaux dont trois (*Neodrepanis coruscans*, *Philepitta castanea* et *P. schlegeli*)

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

appartiennent à la sous-famille de Philepittinae. Dix de ces espèces sont strictement forestières et huit généralistes. Le grand nombre des nids localisés sont ceux de *Xanthomixis zosterops*, *Hypsipetes madagascariensis*, *Terpsiphone mutata* et *Ploceus nelicourvi*. Les nids de ces quatre espèces représentent ainsi 68,9 % (n = 151) de l'effectif total. Par contre, le nombre le plus faible a été enregistré pour *Philepitta schlegeli* avec seulement deux nids observés.

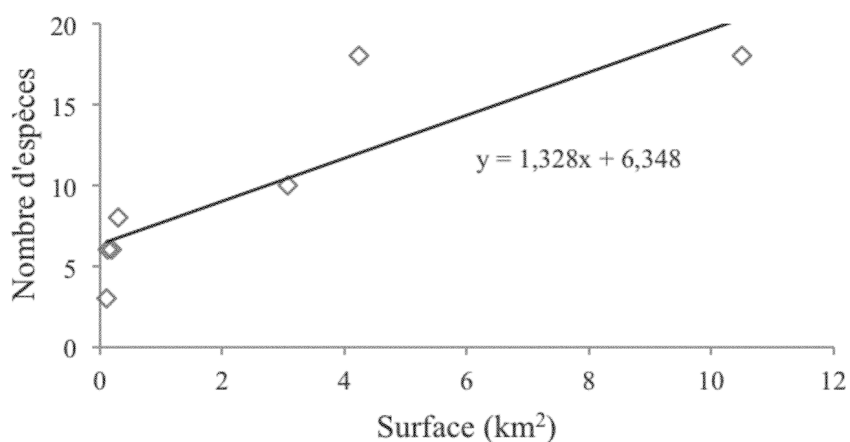


Figure 2

Effet de la surface des fragments forestiers sur le nombre total d'espèces nicheuses.
Effect of forest fragment size on total number of nesting species.

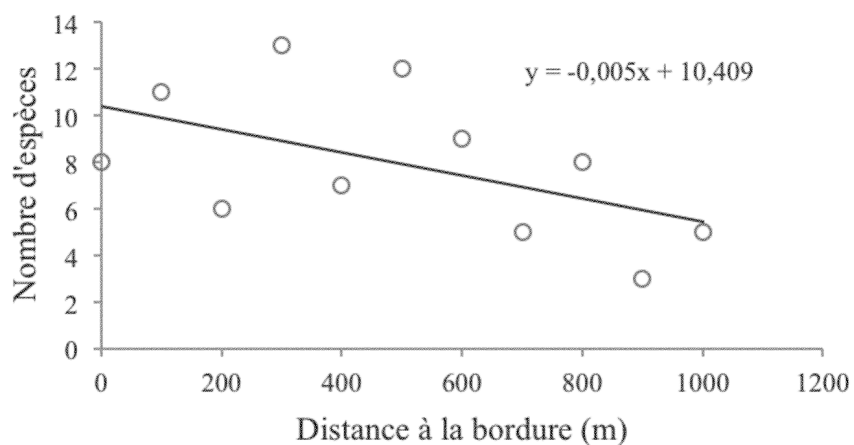


Figure 3

Effet de la distance à la bordure de forêt sur le nombre total d'espèces nicheuses.
Effect of distance from forest edge on total number of nesting species.

Habitat de nidification des passereaux à Madagascar

Répartition des espèces nicheuses

Les espèces nicheuses dans les fragments de petite taille (S4, S5, S6 et S7) et de taille moyenne (S2 et S3) sont complètement incluses au grand fragment (S1). Par ailleurs, aucun nid des six espèces comme *Xanthomixis cinereiceps*, *Tylas eduardi*, *Neodrepanis coruscans*, *Philepitta castanea*, *P. schlegeli* et *Newtonia amphichroa* n'a été observé dans les petits fragments (10-29 ha). Ces espèces ont construit leurs nids à partir de 260,0 m de la bordure de forêt. Elles sont toutes endémiques de Madagascar et strictement forestières.

Le nombre total d'espèces nicheuses répertoriées décline en fonction de la réduction de la surface forestière. La relation entre ces deux variables se traduit par l'équation de la droite de régression : $y = 6,348 + 1,328x$ (Figure 2). L'analyse a donné une valeur de t calculée égale à 3,73. Cette valeur est nettement supérieure à celle de la table 2,57 ($ddl = 5$; $\alpha = 0,05$). Il y a donc une corrélation significative entre le nombre total d'espèces nicheuses et la surface des fragments de forêt.

Pour la distance par rapport à la bordure de forêt, la droite de régression a pour équation : $y = 10,409 - 0,005x$ (Figure 3). La valeur de t calculée de 1,86 est inférieure à celle lue sur la table 2,26 ($ddl = 9$; $\alpha = 0,05$). En effet, il n'existe pas une vraie relation entre la distance par rapport à la bordure de forêt et le nombre d'espèces nicheuses.

Tableau 1

Type de nids et nombre d'œufs (moyenne \pm écart-type) des 18 espèces nicheuses.

Les espèces dépendantes de la forêt (ou strictement forestières) sont précédées du signe *.

*Types of nest and clutch size (mean \pm SD) for the 18 nesting species. * : indicates forest-dependent species.*

Espèces nicheuses	Nid suspendu	Nb. œufs	Nids avec œufs	Nids recensés
* <i>Philepitta castanea</i>	Oui	2,0 \pm 0,0	2	5
* <i>Philepitta schlegeli</i>	Oui	3	1	2
* <i>Neodrepanis coruscans</i>	Oui	2,0 \pm 0,0	2	4
* <i>Newtonia brunneicauda</i>	Non	2,0 \pm 0,0	4	8
* <i>Newtonia amphichroa</i>	Non	2,0 \pm 0,0	2	3
* <i>Tylas eduardi</i>	Non	2,0 \pm 0,0	2	3
* <i>Calicalicus madagascariensis</i>	Non	2,0 \pm 0,0	2	3
<i>Dicrurus forficatus</i>	Non	2,3 \pm 0,4	4	5
<i>Terpsiphone mutata</i>	Non	3,0 \pm 0,0	9	20
<i>Nesillas typica</i>	Non	2,0 \pm 0,0	2	4
* <i>Bernieria madagascariensis</i>	Oui	2,0 \pm 0,0	2	3
* <i>Xanthomixis zosterops</i>	Oui	2,7 \pm 0,5	16	84
* <i>Xanthomixis cinereiceps</i>	Oui	3,0 \pm 0,0	2	3
<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	Non	2,3 \pm 0,5	10	34
<i>Zosterops maderaspatanus</i>	Oui	3,0 \pm 0,0	3	7
<i>Copsychus albospecularis</i>	Non	3,0 \pm 0,0	5	8
<i>Cinnyris sovimanga</i>	Oui	2,0 \pm 0,0	5	10
<i>Ploceus nelicourvi</i>	Oui	2,0 \pm 0,0	5	13

Caractéristiques des nids

Le tableau 1 présente le type de nids (suspendu ou non), ainsi que le nombre d'œufs des 18 espèces nicheuses répertoriées. Tous les nids localisés sont arboricoles et la quasi-totalité sont placés sur des arbres vivants (98,2 % ; n = 215). Les arbres portant ces nids sont principalement constitués des arbustes du sous-bois forestier (avec dhp < 10 cm ; n = 206). Leur hauteur totale varie entre 0,7 et 18,0 m avec une moyenne de 3,4 m ($\sigma = 3,1$), mais la majorité est inférieure à 5,0 m (n = 173).

L'espèce *Copsychus albospecularis*, très particulière par rapport aux autres, construit son nid dans les troncs tantôt des vieux arbres (n = 4), tantôt des arbres morts (n = 4). D'autre part, les nids de *Ploceus nelicourvi* sont fixés sur une tige de jeunes arbres, suspendus au-dessus de l'eau (n = 10). Quelques nids de cette espèce sont observés loin de cours d'eau (n = 3). Cet oiseau niche généralement en colonie.

En excluant les dix nids suspendus au-dessus de l'eau, la hauteur des nids par rapport au sol varie entre 0,5 et 11,2 m ($\bar{X} = 2,1$ m ; $\sigma = 1,7$; n = 209), mais la plu-

Tableau 2

Paramètres de l'analyse factorielle discriminante avec la moyenne et l'écart-type des dix variables dans chaque type de sites. * Variables ayant la corrélation la plus élevée avec l'axe F1

*Parameters of the discriminant analysis with means and standard deviations of ten variables at each type of site. * Variables having the highest correlation with the F1 axis.*

Variables	Corrélations		Moyennes (écart-type) Différents types de sites		
	F1	F2	Nids (n = 11)	Potentiels (n = 11)	Inoccupés (n = 11)
Densité des arbres 10-20 cm dhp (tiges/ha)	-0,48	0,04	526,1 (159,6)	642,1 (125,5)	768,2 (256,4)
Densité des arbres 20-30 cm dhp (tiges/ha)	0,02	-0,25	235,2 (69,1)	260,2 (56,4)	230,7 (77,5)
Densité des arbres 30-40 cm dhp (tiges/ha)	0,75	-0,03	155,7 (38,2)	111,4 (28,4)	69,3 (35,9)
Densité des arbres 40-50 cm dhp (tiges/ha)	0,87*	-0,24	169,3 (44,1)	121,6 (34,6)	35,2 (19,8)
Densité des arbres ≥ 50 cm dhp (tiges/ha)	0,75	-0,38	96,6 (43,3)	79,6 (26,3)	13,6 (6,4)
Densité des arbres 5-10 cm hauteur (tiges/ha)	-0,77	0,34	885,2 (166,9)	1047,7 (187,7)	1537,5 (299,2)
Densité des arbres 10-15 cm hauteur (tiges/ha)	0,01	-0,09	408,0 (128,3)	425,0 (100,4)	404,6 (166,6)
Densité des arbres 15-20 cm hauteur (tiges/ha)	0,73	-0,01	289,8 (103,9)	187,5 (70,5)	96,6 (64,9)
Densité des arbres ≥ 20 cm hauteur (tiges/ha)	0,90*	0,22	288,6 (105,5)	90,9 (35,4)	9,0 (8,0)
Recouvrement de la canopée (%)	0,88*	0,16	82,7 (4,2)	61,8 (8,6)	51,4 (10,0)

Habitat de nidification des passereaux à Madagascar

part sont placés à moins de 3,0 m (82,3 % ; n = 172 nids). Par ailleurs, nous avons constaté que les nids de *Philepitta castanea* et de *P. schlegeli* sont localisés à quelques mètres près de cours d'eau saisonniers ou permanents avec une distance moyenne de 23,9 m ($\sigma = 21,1$; n = 7 nids).

Les matériaux de construction varient suivant les espèces mais se composent de matière végétale (herbes, fibres, feuilles mortes, mousses, brindilles). Les nids des Philepittinae sont faits de mousses et munies de feuilles sèches à l'extérieur. Toutefois, des matériaux de nature non végétale peuvent être utilisés, tel le nid de *Cinnyris souimanga* dont l'intérieur est tapissé de duvet.

Différence de structure de la végétation autour des nids, des sites potentiels et inoccupés

Les 11 nids des trois espèces de Philepittinae (*Neodrepanis coruscans*, *Philepitta castanea* et *P. schlegeli*) ont été uniquement localisés dans le grand fragment (S1) et dans le moyen fragment S2. Une trace d'ancien nid a été observée dans le fragment moyen S3 tandis qu'aucune preuve de nidification n'a été constatée dans les petits fragments (S4, S5, S6 et S7). Pour les trois types de sites, de nidification, potentiels et inoccupés, l'AFD a produit deux axes significatifs ($p < 0,001$; test du Lambda de Wilks). Une différence significative dans la structure de la végétation a été constatée entre ces trois types de sites. Le premier axe (F1) explique 89,9 % de la variance totale et sépare les nids des autres sites. Selon leur degré de corrélation, la densité des arbres de hauteur ≥ 20 m, la densité des arbres de 40-50 cm dhp et la fermeture de la canopée sont respectivement les variables les plus discriminantes et positivement corrélées à F1 (Tableau 2).

L'axe F1 dissocie les sites de nidification des sites inoccupés et place les sites potentiels à leur milieu (Figure 4). En effet, les sites de nidification sont caractérisés par une couverture importante de la canopée et une densité élevée de grands arbres (40-50 cm de dhp et de hauteur ≥ 20 m). Pourtant, ces deux variables sont moins représentées dans les petits fragments. Les sites potentiels occupent des valeurs intermédiaires par rapport aux deux autres sites. En effet, il est probable que ces trois espèces de Philepittinae nichent également dans le moyen fragment S3.

Discussion

Le nid joue des rôles très importants chez la faune ornithologique, autant biologiques qu'écologiques (RAKOTONINDRAINY, 2003). Le nid de l'oiseau paraît assumer trois fonctions principales : supporter les œufs et les jeunes, isoler la couvée des fluctuations microclimatiques et camoufler celle-ci aux yeux des prédateurs (BROSSET, 1974). Plusieurs critères déterminent le choix d'un territoire de nidification : la survie, le succès de reproduction qui inclut les fonctionnalités telles que la protection contre les intempéries et la prédation, et l'abondance des ressources en nourriture dans les environs (RAHERILALAO & GOODMAN, 2011).

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

L'emplacement du nid a certainement une influence sur le choix des habitats de nidification d'oiseaux, entre autres, les passereaux forestiers. La majorité des nids localisés sont placés sur des arbustes dans le sous-bois et à faible hauteur par rapport au sol. Ceci pourrait être considéré comme un atout pour éviter la prédation. En fait, ces jeunes arbres ne supportent pas les prédateurs arboricoles comme les oiseaux de proie et la position au-dessus du sol est hors des voies de circulation des prédateurs terrestres. En outre, les matériaux de construction d'origine végétale rendent les nids peu distincts (BROSSET, 1974). Ceci implique qu'ils sont difficiles à repérer par les prédateurs.

En se référant aux théories classiques de biogéographie des îles (MACARTHUR & WILSON, 1967), on envisage une relation entre le nombre d'espèces d'oiseaux et la superficie du fragment forestier (RAHERILALAO, 2001). Des nombreux chercheurs (NEWMARK, 1991 ; LANGRAND & WILMÉ, 1997 ; RABENANDRASANA *et al.*, 2000 ; RAHERILALAO, 2001) ont constaté que les fragments forestiers de taille plus grande ont la capacité d'abriter plus d'espèces d'oiseaux que ceux de taille moins importante. Les résultats obtenus pour les espèces nicheuses, fondés sur la distribution de leurs nids, semblent aller dans le même sens. En effet, plus d'espèces ont niché dans les fragments de taille plus grande. De plus, les espèces qui nidifient

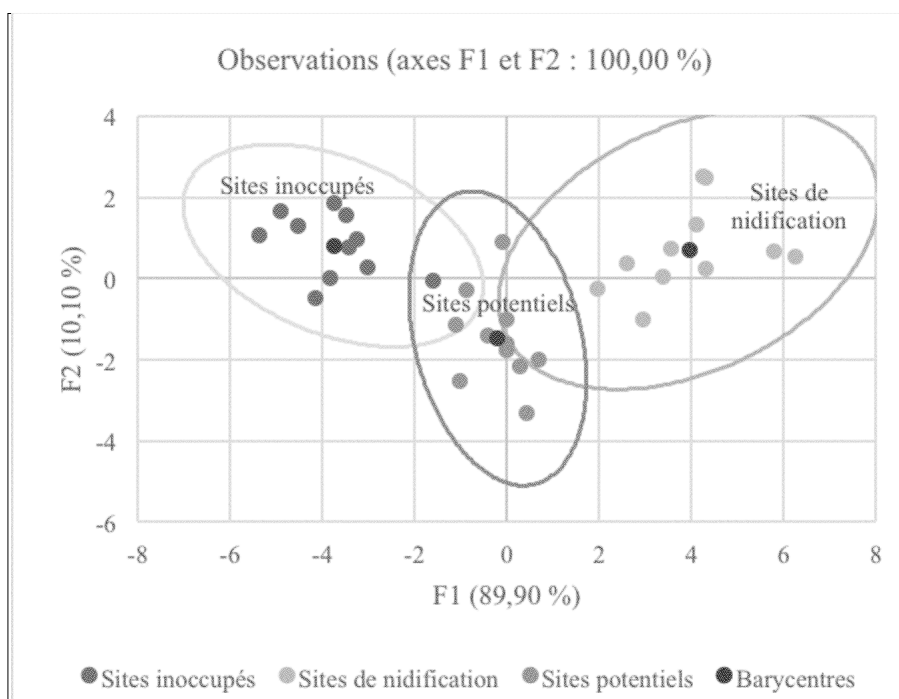


Figure 4

Représentation des observations d'une analyse discriminante intégrant 10 variables de la structure de la végétation pour les trois types de sites ($n = 33$).

Discriminant analysis plot of 10 vegetation structure variables for the three types of sites ($n = 33$).

Habitat de nidification des passereaux à Madagascar

dans les fragments de petite taille (S4, S5, S6, S6 et S7) et de taille moyenne (S2 et S3) nichent également dans le grand fragment (S1). Cette situation est cohérente avec le principe de « sous-ensembles inclus » (PATTERSON, 1987).

Soulignons que les fragments forestiers plus petits sont soumis aux effets de bordure plus importants (MURCIA, 1995). Nos résultats montrent qu'aucun nid de six espèces forestières dépendantes et endémiques comme *Xanthomixis cinereiceps*, *Tylas eduardi*, *Neodrepanis coruscans*, *Philepitta castanea*, *P. schlegeli* et *Newtonia amphichroa* n'a été observé dans les fragments de petite taille (10-29 ha). En plus, ces espèces préfèrent nicher dans les parties plus intérieures de la forêt (à partir de 260,0 m de la limite de forêt). Pourtant, cette distance minimale ne peut pas être obtenue au niveau des fragments de petite taille. En conséquence, ces six espèces sont classées parmi celles qui sont vulnérables à la réduction de la taille de l'habitat forestier et aux effets de lisières pour la sélection de leurs habitats de nidification.

Les sites de nidification des trois espèces de la sous-famille endémique de Philepittinae (*Neodrepanis coruscans*, *Philepitta castanea* et *P. schlegeli*) sont confinés dans le grand fragment S1 (1 050 ha) et dans le fragment moyen S2 (423 ha). En outre, le fragment moyen S3 (306 ha) est considéré comme site potentiel. Ces résultats pourraient être expliqués par le fait qu'un grand fragment, ainsi qu'un fragment moyen, possède des conditions écologiques favorables à la survie de l'avifaune dépendante des milieux forestiers contrairement au petit fragment où des changements biologiques et physiques sont engendrés par la fragmentation (RAHERILALAO, 2001). On peut dire que les blocs forestiers considérés répondraient bien aux exigences écologiques de ces trois espèces de Philepittinae, notamment en termes d'habitats de nidification.

Nos résultats statistiques montrent que la densité des grands arbres (de dhp entre 40-50 cm et de hauteur ≥ 20 m) ainsi que la fermeture de la canopée sont les variables les plus discriminantes pour dissocier surtout les sites de nidification des sites inoccupés. En effet, la fragmentation modifie la structure de la communauté des plantes (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2011) ; les arbres de grande taille sont moins représentés et la formation végétale devient plus ouverte dans les lambeaux forestiers. Ces modifications valideraient donc le choix non aléatoire de ces trois espèces de Philepittinae, strictement forestières, de nicher dans les blocs forestiers. Outre la disponibilité des ressources alimentaires, il est probable que la structure de la végétation est l'une des conditions écologiques les plus importantes.

Conclusion

La présente étude a permis de constater que la superficie des fragments de forêt a un effet significatif sur le nombre d'espèces nicheuses de passereaux forestiers. La différence est significative entre la structure de la végétation autour de nids des trois espèces de Philepittinae et celle dans les sites inoccupés. Les sites de nidification sont caractérisés par une couverture importante de la canopée et une densité

Bulletin de la Société zoologique de France 145 (3)

élevée de grands arbres. Il semble que la surface forestière et les conditions écologiques sont les plus importantes pour la pérennité des espèces. À Bemanevika, pour une surface de forêt ≤ 29 ha, plusieurs espèces de passereaux y évitent de construire leurs nids ce qui devrait être pris en considération dans la gestion et la conservation de ces espèces.

Les informations obtenues lors de cette étude sont surtout indicatives et constituent une base pour les études futures sur les divers fragments de Bemanevika. Ainsi, des études complémentaires sur la sélection de l'habitat de nidification chez les espèces non passériformes sur ces fragments pourraient être intéressantes.

Remerciements

Nous remercions vivement toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Nous tenons à remercier particulièrement le projet The Peregrine Fund pour les soutiens matériels et financiers et l'École Doctorale de la Biodiversité et Environnements Tropicaux de l'Université de Toliara pour l'appui pédagogique.

RÉFÉRENCES

- BLONDEL, J. (1981).- Écologie et gestion de l'espace naturel, l'apport du "model-oiseau". In: *Journées scientifiques « Écologie et Développement »*, Paris, 19-20 sept. 1979. Éditions CNRS, Paris, 227-247.
- BROSSET, A. (1974).- *La nidification des oiseaux en forêt gabonaise architecture, situation des nids et prédation*. Société nationale de protection de la nature et d'acclimatation de France, Paris (FRA). « <http://hdl.handle.net/2042/58641> », consulté le 27 mai 2019.
- CONSERVATION INTERNATIONALE (2011).- *Restauration Forestière à Madagascar : Document de capitalisation des expériences en vue de l'élaboration d'un Plan d'Action de Restauration*. Conservation International, Antananarivo.
- EMLEN, J.J. (1956).- A method for describing and comparing avian habits. *Ibis*, **98**, 565-576.
- LANGRAND, O. & WILMÉ, L. (1997).- Effects of forest fragmentation on extinction patterns of the endemic avifauna on the Central High Plateau of Madagascar. In S. M. GOODMAN & B.D. PATTERSON (éd.), *Natural change and human impact in Madagascar*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., pp. 280-305.
- MACARTHUR, R. H. & WILSON, E. (1967).- *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- MOAT, J. & SMITH, P. 2007.- *Atlas of the vegetation of Madagascar*. Royal botanical Garden, Kew.
- MURCIA, C. (1995).- Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, **10**, 58-62.
- NEWMARK, W.D. (1991).- Tropical forest fragmentation and the local extinction of understory birds in the Eastern Usambara Mountains, Tanzania. *Conservation Biology*, **5**, 67-78.
- PATTERSON, B.D. (1987).- The principle of nested subsets and its implications for biological conservation. *Conservation Biology*, **1**, 323-334.
- RABENANDRASANA, M.N., ANDRIAMASIMANANA, R.H., SAM, T.S., VIRGINIE, C., RATELOLAHY, F.J. & RAKOTONIRAINY, E.O. (2000).- *Effets de la fragmentation de forêt humide sur les populations des oiseaux et des lémuriers dans le corridor Mantadia-Zahamena*. Projet ZICOMA, Rapport final, Antananarivo.

Habitat de nidification des passereaux à Madagascar

- RAHERILALAO, M.J. (2001).- Effets de la fragmentation de la forêt sur les oiseaux autour du Parc National de Ranomafana (Madagascar). *Revue d'Écologie*, **56**, 389-406.
- RAHERILALAO, M.J. & GOODMAN, S.M. (2011).- *Histoire naturelle des familles et sous-familles endémiques d'oiseaux de Madagascar*. Association Vahatra, Antananarivo.
- RAKOTONINDRAINY, H.C. (2003).- *Contribution à l'étude des chants et du comportement parental dans le cadre du polymorphisme chez les mâles de la Gobe mouche de paradis de Madagascar Terpsiphone mutata (Hartlaub, 1877) (Monarchidae) dans la Réserve de Bealoka*. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies, Université d'Antananarivo.
- TOUIHRI, M., VILLARD, M.-A. & CHARFI, F. (2014).- Cavity-nesting birds show threshold responses to stand structure in native oak forests of northwestern Tunisia. *Forest Ecology and Management*, **325**, 1-7.
- WILMÉ, L. (1996).- Composition and characteristics of bird communities in Madagascar. *In* : LOURENÇO, W. R. (éd.), *Biogéographie de Madagascar*, ORSTOM, Paris, 349-362.

(reçu le 20/04/2020 ; accepté le 27/05/2020)

mis en ligne le 30/09/2020