

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT
VALE NOUVELLE-CALEDONIE

**ÉTAT DE LA FONCTIONNALITÉ DES
CORRIDORS ÉCOLOGIQUES
SUR LE PLATEAU DE GORO
PAR CAPTURE - MARQUAGE - RECAPTURE.
ANNÉE 2018**



DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT
VALE NOUVELLE-CALEDONIE

**ÉTAT DE LA FONCTIONNALITÉ DES
CORRIDORS ÉCOLOGIQUES
SUR LE PLATEAU DE GORO
PAR CAPTURE - MARQUAGE - RECAPTURE.
ANNÉE 2018**

Thomas DUVAL & Maurice WANGUENE

Photo de couverture (Thomas DUVAL) : l'autour à ventre blanc *Accipiter haplochrous*, un prédateur des passereaux forestiers commun sur le plateau de Goro et à surveiller de près lors des séances de capture.

Citation : Duval T. & Wanguene M. 2018. État de la fonctionnalité des corridors écologiques sur le plateau de goro par capture - marquage - recapture. Année 2018. Document Hémisphères. 33 pp.

Fichiers d'accompagnement ; base de données brutes des captures réalisées sur le plateau de Goro en 2018.

Table des matières

Résumé.....	4
Glossaire.....	5
I. Contexte.....	6
1. Contexte de l'étude.....	6
2. Contexte du déplacement des oiseaux.....	7
a) Contexte de reproduction : les mouvements de dispersion.....	7
b) Contexte alimentaire ; espèces sédentaires, migratrices, nomadiques.....	10
3. Principe de l'étude par Capture - Marquage - Recapture.....	11
II. Matériel et méthodes.....	11
1. Localisation des stations de capture.....	11
2. Protocole de capture.....	13
3. Analyse.....	14
III. Résultats.....	15
1. Effectifs et espèces capturées.....	15
2. Âge ratio et biométrie des populations d'oiseaux du plateau de Goro.....	17
a) Suceur.....	17
b) Gérygone.....	18
c) Myzomèle.....	19
d) Sourd à ventre jaune.....	21
e) Méliphage barré.....	22
f) Lunette à dos vert.....	24
g) Rhipidure tacheté.....	25
h) Bilan en termes de connectivité des reliques forestières.....	27
3. Flux réels des oiseaux et comparaison avec les flux théoriques.....	28
IV. Discussion.....	30
1. Limites de l'étude.....	30
2. Fonctionnalité des corridors dans la périphérie de la zone d'étude.....	31
3. Perspectives.....	32
Références.....	33

RÉSUMÉ

Un état de la fonctionnalité des corridors écologiques sur le plateau de Goro sur deux années consécutives est demandé en vue de proposer des mesures de protection et de renforcement de ces corridors. Une étude des oiseaux par Capture – Marquage - Recapture sur le plateau de Goro est réalisée ici en 2018, après avoir circonscrit la problématique et analysé les tendances populationnelles des oiseaux sur les dix dernières années en 2017 (Duval & Desmoulins 2017).

- Quatre stations de capture, comprenant 120 m linéaires de filets japonais, ont été mises en place dans des contextes de potentiel corridor théorique contrastés, suivant le modèle de Utard (2016), à proximité des reliques forestières de Forêt Nord, Forêt Jaffré, Forêt Tuyau et de Koué Est Carrière. Trois sessions successives de 9 h débutant au lever du jour ont été réalisées sur chaque station en juin 2018, permettant la capture d'un total de 290 oiseaux de 19 espèces différentes.

- L'analyse des données de capture montre, sur la base des âges ratio des suceurs et des rhipidures tachetés capturés, que les secteurs périphériques de la zone d'étude sont des zones de dispersion active conformément aux prédictions, et sur la base des âges ratio des rhipidures tachetés et des méliphages barrés, que les secteurs centraux de la zone d'étude sont des zones de faible dispersion, contrairement aux prédictions.

- L'analyse des données de capture montre, sur la base de la biométrie des 7 espèces les plus communément capturées, comparée entre chaque station par des ANOVA, que la connectivité globale des reliques forestières est bonne, et sur la base d'éléments biométriques du myzomèle et du suceur, que les secteurs centraux de la zone d'étude sont potentiellement des zones moins connectées, contrairement aux prédictions.

- L'analyse des données de capture et de recapture est réalisée sur une base descriptive, en l'absence de données de contrôle suffisamment nombreuses, avec seulement 36 recaptures. Elle montre que les flux principaux d'oiseaux se situent dans les zones périphériques de la zone d'étude, conformément aux prédictions, et que les flux sont plus faibles dans les secteurs centraux de la zone d'étude, contrairement aux prédictions.

- L'hypothèse est émise qu'une plus forte connectivité existe entre les reliques forestières du plateau de Goro et les reliques forestières extérieures à la zone d'étude, qu'au sein des reliques forestières du plateau de Goro. Les résultats restent limités à ce stade en termes de préconisations opérationnelles de renforcement des corridors, mais peuvent être affinés par des études complémentaires.

GLOSSAIRE

ANOVA	Analyse de Variance
B	baguage
C	contrôle, recapture
CMR	Capture – Marquage - Recapture
CRBPO	Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux
DENV	Direction de l'Environnement de la Province Sud
FJ_ST BG	station de baguage proche de Forêt Jaffré
FT_STBG	station de baguage proche de Forêt Tuyau
GORO	stations de baguage du plateau de Goro
KEC_STBG	station de baguage proche de Forêt Jaffré
KOUMAC	stations de baguage de la Grande Forêt (Koumac)
LP	longueur de l'aile pliée en mm
LR	longueur de la queue en mm
LT	longueur du tarse en mm
MA	masse de l'oiseau en g
MNHN	Museum National d'Histoire Naturelle de Paris
MW	Maurice Wanguene
NEAVIN	stations de baguage de la vallée de Néavin (Ponérihouen)
PANIE	stations de baguage du mont Panié (Hienghène)
PINDAI	stations de baguage de la presqu'île de Pindai (Népoui)
TD	Thomas Duval
USINE_STBG	station de baguage proche de Forêt Nord

I. CONTEXTE

1. Contexte de l'étude

La DENV a demandé à Vale Nouvelle - Calédonie de réaliser, sur deux années consécutives, un état de la fonctionnalité des corridors écologiques et de proposer des mesures de protection et de renforcement de ces corridors, sur le plateau de Goro, suite à leur identification par modélisation (Utard 2016). Le choix a été réalisé de centrer l'étude sur l'avifaune, étant donné l'existence d'un certain nombre d'études et de données déjà disponibles. Une étude préliminaire a été remise en 2017 (Duval & Desmoulins 2017) ; cette étude s'est attachée dans un premier temps à expliciter la problématique de la connectivité sur le plateau de Goro, notamment en la replaçant dans la problématique plus large de la fragmentation des habitats (taille, qualité, effet lisière et connectivité sont interdépendants) et en questionnant ses différentes déclinaisons (efficacité réelle des corridors, pertinence des mesures éventuelles de renforcement).

Dans un premier temps, comme in fine l'étude de la fonctionnalité des corridors vise à assurer le maintien de populations viables d'espèces cibles, le problème a été « soulevé à l'envers » en s'intéressant directement à l'objectif final ; est-ce-que les populations d'espèces cibles se maintiennent ? Des données de suivi de l'avifaune terrestre sur le plateau de Goro existent sur 10 ans (2008 – 2017) ont été analysées et ont permis de répondre à cette première question.

Dans un deuxième temps, une étude complémentaire a été proposée pour étudier plus précisément la connectivité d'un ou plusieurs patchs pour une ou plusieurs espèces ; sur trois options envisageables, étude d'individus marqués par suivi télémétrique et/ou satellitaire, étude des marqueurs génétiques d'une espèce et étude des flux d'oiseaux par capture marquage recapture, c'est la dernière qui a été choisie, notamment pour sécuriser l'obtention certaine d'un minimum de données dans le délai imparti. Le cadre théorique de cette étude par CMR, déjà présenté (Duval 2017 b), est ici explicité avec le support de représentations schématiques.

2. Contexte du déplacement des oiseaux

Le déplacement des oiseaux, comme celui des animaux plus généralement, répond à deux objectifs principaux ; 1. la reproduction ; 2. l'alimentation. Dans le premier cas uniquement, les déplacements entraînent un flux de gènes ; c'est par l'existence ou non de ce flux de gènes que l'on entend généralement si des populations sont isolées ou non (Clobert *et al* 2001). Dans le deuxième cas, les oiseaux cherchent à « optimiser leur approvisionnement » (Pyke *et al* 1977). Ces deux types de déplacements vont être captés directement ou indirectement lors de l'étude par CMR.

a) Contexte de reproduction : les mouvements de dispersion

On peut distinguer la dispersion adulte et la dispersion juvénile ; la dispersion adulte correspond au déplacement d'adultes entre deux sites de reproduction, tandis que la dispersion post-juvénile correspond au déplacement des jeunes individus entre leur site de naissance et le site de leur première reproduction. Ces dispersions dépendent essentiellement des capacités de déplacement des oiseaux, de la qualité de l'habitat et de sa fragmentation, de la compétition intra et interspécifique, de la prédation et du parasitisme, de la recherche d'un partenaire sexuel (Clobert *et al* 2001).

Pour les oiseaux terrestres de Nouvelle-Calédonie, *a priori*, la dispersion adulte peut être considérée comme très peu fréquente en comparaison avec la dispersion post-juvénile, ce qui est le cas le plus fréquemment rencontré chez les passereaux et documenté dans la région (Brooker & Brooker 2002). Le résultat attendu est donc une variation de l'âge-ratio entre les zones à forte probabilité de déplacement (« zones fortement corridor »), où le ratio de jeunes individus devrait théoriquement être le plus élevé, et les zones à faible probabilité de déplacement (Schéma 1).

Ce type de déplacement est logiquement celui sur lequel est centré prioritairement l'étude de la connectivité, car il est responsable de la persistance des populations d'oiseaux (renouvellement et flux de gènes), mais aussi de leur microévolution, c'est-à-dire l'acquisition au niveau d'une population de caractéristiques spécifiques comme par exemple leurs caractéristiques biométriques (Schéma 2).

En résumé,

- la présence de différences significatives de l'âge ratio entre sites peut être indicatrice des zones à forte ou faible probabilité de déplacement (ratio de jeunes élevé ou faible respectivement, Schéma 1) ; l'analyse des oiseaux capturés lors de l'étude permet de détecter ces différences d'âge ratio (2. Âge ratio et biométrie des populations d'oiseaux du plateau de Goro).

- la présence de différences significatives des variables biométriques entre sites peut être indicatrice d'un isolement de ces populations (mauvaise connectivité, Schéma 2) ; l'analyse des oiseaux capturés lors de l'étude permet de détecter ces différences de biométrie (2. Âge ratio et biométrie des populations d'oiseaux du plateau de Goro).

- la diminution des populations d'oiseaux sur un site peut être indicatrice d'un isolement de cette population ; cet aspect a été traité par Duval & Desmoulins (2017).

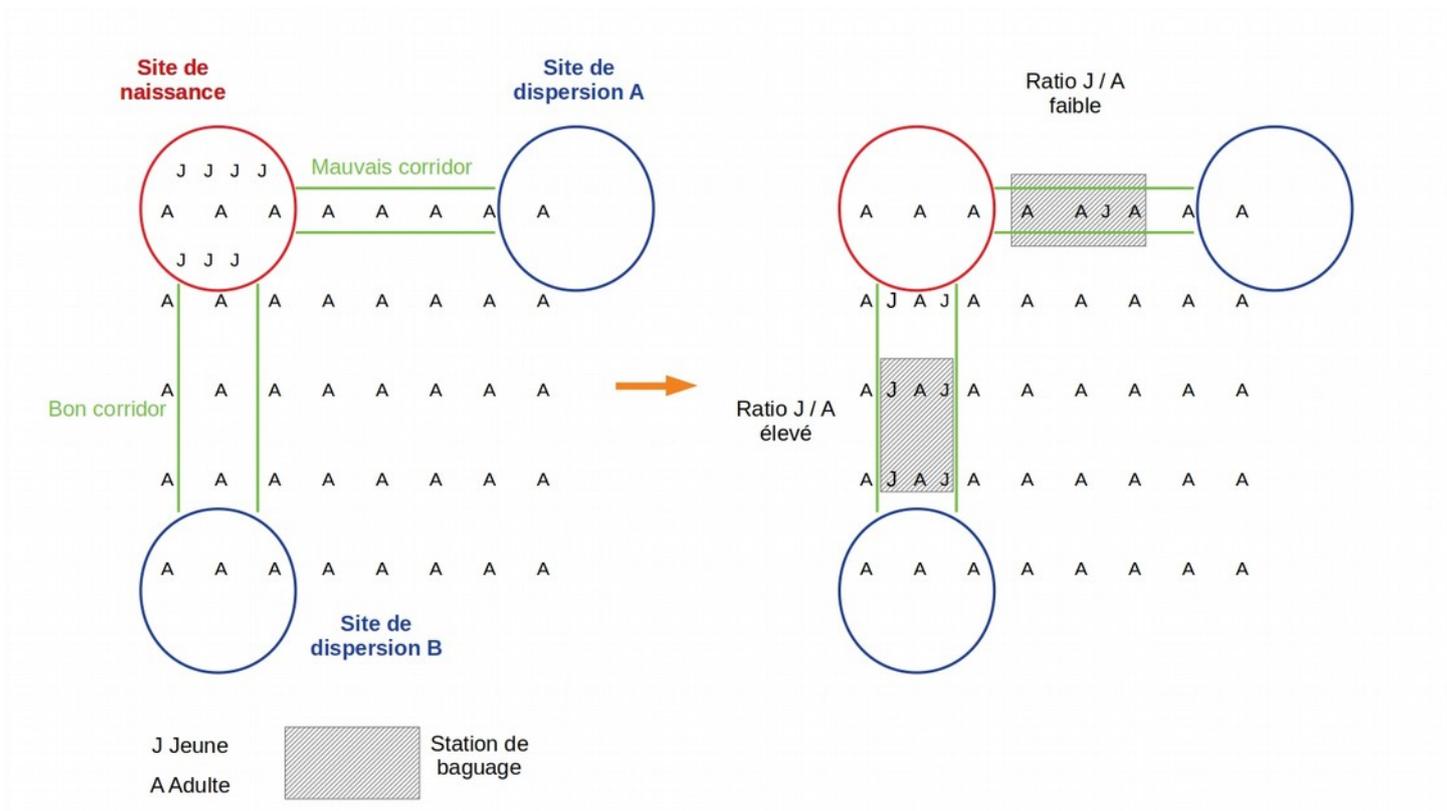


Schéma 1: Interprétation de l'âge ratio en termes de connectivité des reliques forestières

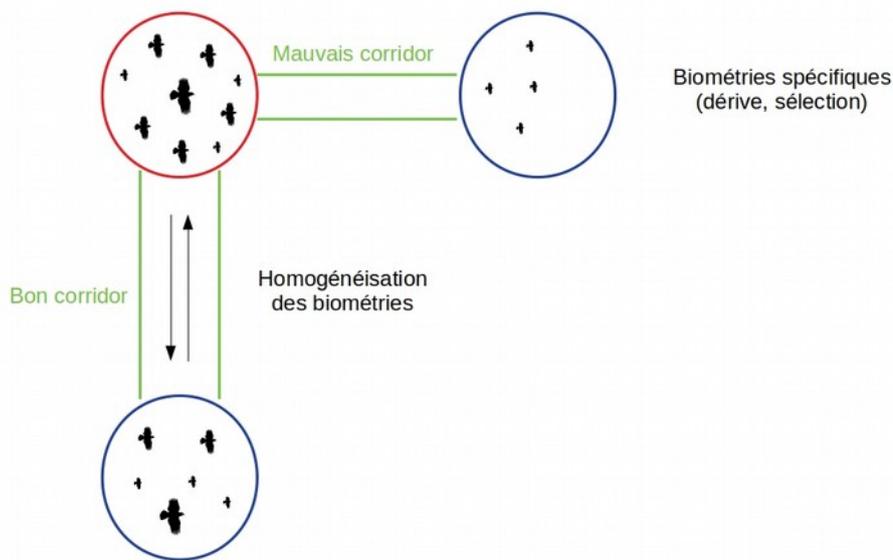


Schéma 2: Interprétation de la biométrie en termes de connectivité des reliques forestières

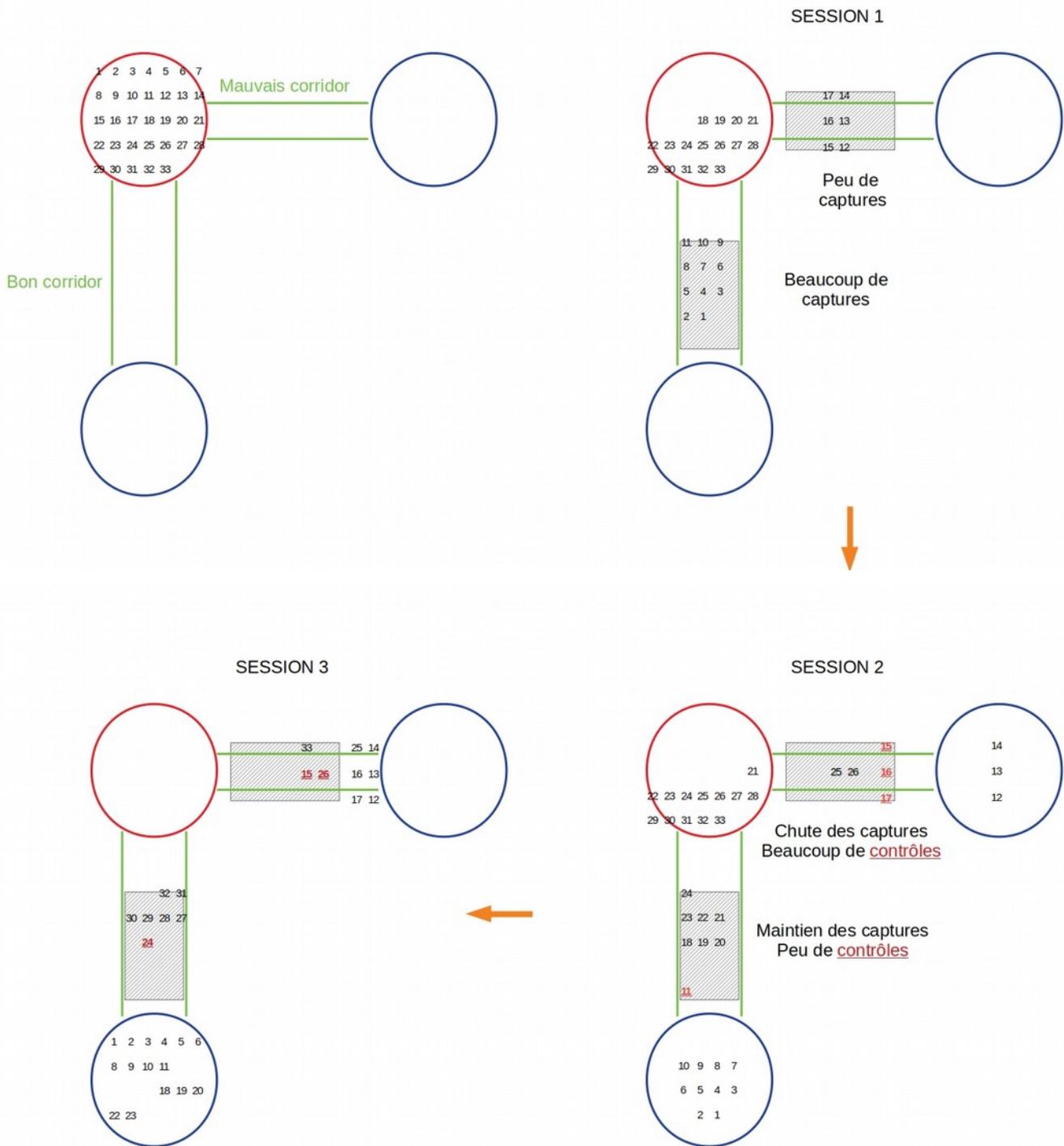


Schéma 3: Interprétation des taux de capture et recapture en termes de connectivité des reliques forestières

b) Contexte alimentaire ; espèces sédentaires, migratrices, nomadiques

Les déplacements alimentaires dépendent de la disponibilité des ressources alimentaires (dans le temps et dans l'espace) et de l'expérience qu'ont les oiseaux de cette disponibilité ; ils sont donc orientés et basés sur la mémoire. On distingue trois cas de figure, qui peuvent en partie coexister en fonction de l'espèce considérée.

- la sédentarité, qui se traduit par une territorialité plus ou moins importante et l'exploitation d'un domaine vital.

- la migration, qui correspond à des mouvements réguliers (dans le temps et dans l'espace), sur de longues distances, dans des zones spatialement disjointes, déterminés par les fluctuations périodiques et prévisibles des ressources alimentaires.

- le nomadisme, qui correspond à des mouvements irréguliers à l'échelle de plusieurs années successives et dans l'espace, sur des distances plus modérées et dans des zones pouvant être contiguës, déterminés par des fluctuations imprévisibles des ressources alimentaires.

Peu de données sont disponibles (ou ont été exploitées) pour statuer sur le statut sédentaire, nomadique ou migrateur des oiseaux de Nouvelle Calédonie ; des espèces comme les rhipidures ou les sourds sont généralement considérées comme sédentaires, mais des données préliminaires (Duval & Wanguene 2017) et la référence aux données régionales (Higgins & Peter 2002) indiquent qu'une espèce comme le sourd à ventre jaune est localement nomadique. Le notou (Létocart 1997) a montré dans le Grand Sud un comportement intermédiaire entre nomadisme et migration. La grande majorité des espèces de Nouvelle-Calédonie sont cependant manifestement non migratrices. Les méliphagidés et les lunettes sont eux manifestement des espèces nomadiques d'après des données préliminaires (Duval & Wanguene 2017).

L'analyse des oiseaux capturés et recapturés lors de l'étude permet de détecter en partie les mouvements des oiseaux sédentaires et nomadiques (Schéma 3), sous la forme d'une quantification du flux d'oiseaux, mais non directionnelle, sauf dans le cas éventuel de contrôles intersites.

Dans le cas des espèces sédentaires, des déplacements intersites ne seront pas mis en évidence sauf éventuellement pour les jeunes oiseaux en dispersion ; les contrôles correspondent au contexte des déplacements alimentaires et sociaux quotidiens ; ces contrôles seront a priori très peu fréquents si les sessions de capture se font à intervalle rapproché, de l'ordre de quelques jours, à cause de la mémorisation par les oiseaux de la position des dispositifs de capture ; ces contrôles seront plus fréquents si les sessions de capture se font à intervalle plus extensif, de l'ordre du mois au moins, car les oiseaux seront toujours sur place mais où le facteur mémorisation intervient beaucoup moins. La détection de ces mouvements a peu d'intérêt dans le cadre de la problématique de la connectivité des habitats.

Les espèces nomadiques sont beaucoup plus pertinentes à suivre dans le cadre de la problématique de connectivité des habitats, si l'on s'en tient aux déplacements alimentaires.

Dans les couloirs de déplacements importants, on s'attendra à observer beaucoup de captures, qui se maintiennent dans le temps (lors des sessions successives de capture, car le renouvellement des oiseaux fournit de « nouveaux candidats » à la capture, qui ne connaissent pas encore la position des dispositifs de capture), et peu de recaptures puisque les oiseaux se déplacent et peuvent quitter la zone d'étude alors que les stations de capture sont fixes.

Dans les couloirs de déplacements faibles, on s'attendra à observer peu de captures, qui ont tendance à chuter dans le temps (lors des sessions successives de capture, car le renouvellement des oiseaux fournit insuffisamment de « nouveaux candidats » à la capture), et beaucoup de recaptures puisque les oiseaux se déplacent peu et peuvent rester sur la zone d'étude.

Dans les deux cas, des facteurs individuels ou spécifiques peuvent influencer sur le taux de recapture, notamment la « timidité à la capture » ou *trap shyness*, qui correspond à la capacité plus ou moins grande à mémoriser et / ou identifier les dispositifs de capture en tant que tels.

3. Principe de l'étude par Capture - Marquage - Recapture

Le principe de cette étude de CMR consiste donc à se placer dans le cadre de la modélisation théorique des probabilité de déplacements des oiseaux (Utard 2016) ; des stations de capture sont établies dans des zones dont les probabilités théoriques de déplacements des oiseaux sont nettement différentes. Dans un premier temps (III.2), on analyse les données de capture seules (pas les recaptures), sous l'angle de l'âge ratio et de la biométrie, pour mettre en évidence les différences entre stations et les interpréter suivant la grille d'analyse présentée ci-dessus (schématiquement, âge ratio important = dispersion active des juvéniles ; spécificités biométriques = isolement). Dans un deuxième temps (III.3), on recherche alors des différences de « comportement » réel de ces stations en termes d'effectifs de capture et de contrôle, et, avec la grille d'analyse présentée ci-dessus (peu de capture + beaucoup de recapture = flux faible, beaucoup de capture + peu de recapture = flux élevé), on met en évidence des différences entre flux réels et flux théoriques pour identifier les problèmes de connectivité.

Pour rappel (Duval & Desmoulins 2017, Duval 2017 b), on ne s'intéresse qu'à la facette exclusivement aviaire du déplacement des oiseaux (reproduction, alimentation), et pas à sa facette opérationnelle pour les autres espèces (par exemple, déplacement des oiseaux et fonctionnalité en termes de pollinisation ou de dispersion des fruits).

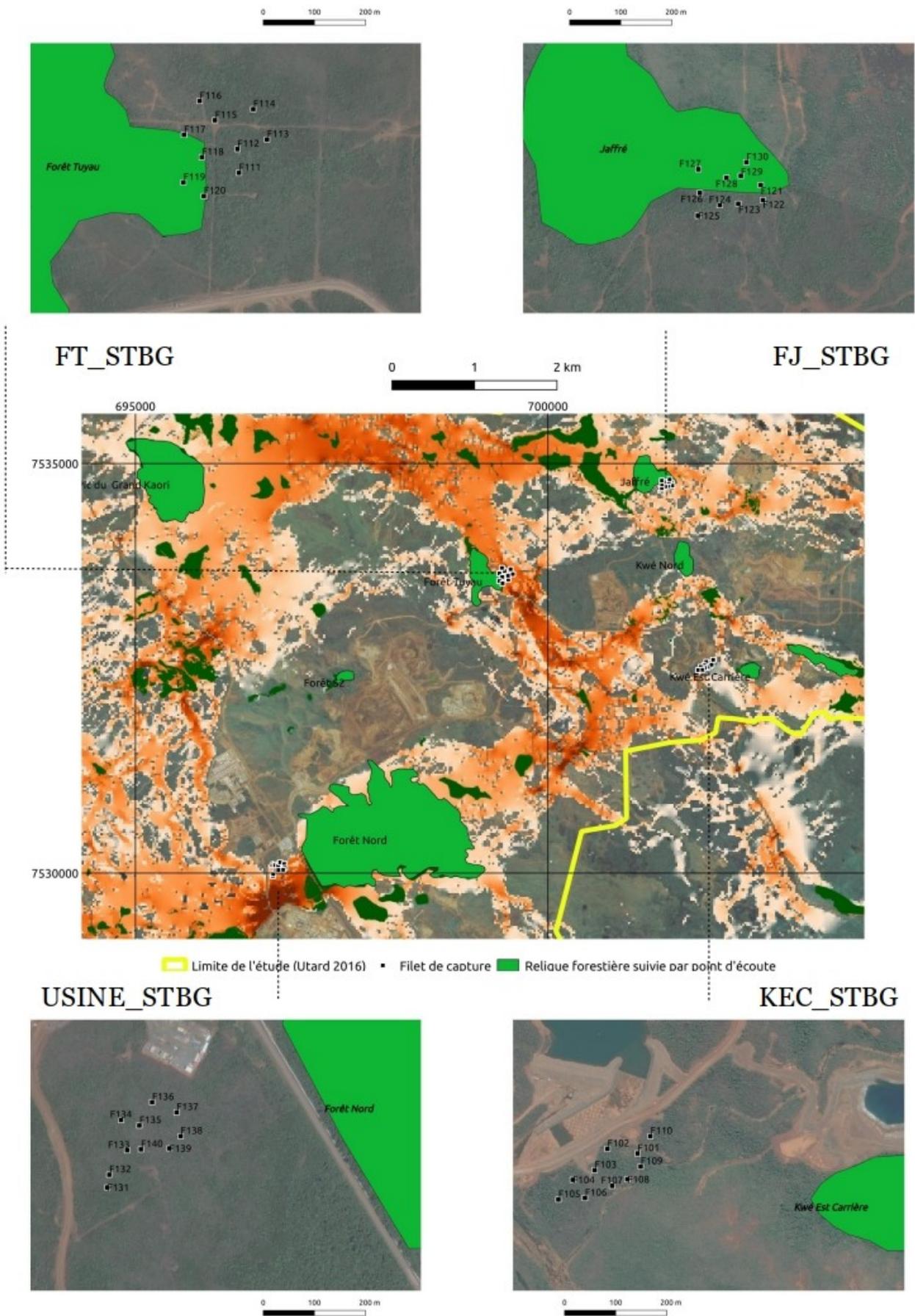
II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Localisation des stations de capture

Quatre stations de baguage sont mises en place, dans des zones de corridor théoriquement plus ou moins favorable de la « ceinture verte » et à proximité des reliques forestières suivies par point d'écoute (Carte 1, s'appuyant sur les probabilités de déplacement représentées par Utard (2016) par des densités croissantes de marron) ;

- une dans une zone à très forte probabilité de déplacement (« goulot d'étranglement »), à proximité de Forêt Nord, de l'usine et de la base – vie ; USINE_STBG,
- une dans une zone à forte probabilité de déplacement, à proximité de Forêt Tuyau ; FT_STBG,
- une dans une zone à probabilité de déplacement intermédiaire, à proximité de Forêt Jaffré ; FJ_STBG,
- enfin, une dans une zone à probabilité de déplacement faible, à proximité de Koué - Est Carrière ; KEC_STBG,

Les stations sont ainsi espacées entre elles d'une distance allant de 2,3 km à 6,5 km, les trois stations FJ_STBG, FT_STBG et KEC_STBG étant les plus proches les unes des autres (2,3 – 2,7 km). Si l'on considère la zone d'étude délimitée initialement pour l'étude des corridors (Utard 2016, Carte 1), USINE_STBG et FJ_STBG sont des zones périphériques, proches des limites de la zone d'étude, tandis que KEC_STBG et FT_STBG sont des zones plus centrales.



Carte 1: Localisation des stations de capture sur le plateau de Goro

2. Protocole de capture

Dans chaque station, dix filets de 12 m (2,5 m de haut, 5 poches, maille de 16 mm en 70 deniers ou 110 deniers, marque Ecotone ; Photo 1), numérotés et toujours placés au même endroit, sont installés dans des layons naturels ou éclaircis manuellement (au sécateur essentiellement). Ils sont disposés de manière à induire une pression de capture le plus homogène possible dans une station approximativement circulaire, adaptée aux contraintes du terrain. Ils sont ouverts un peu avant le lever du jour jusqu'au début d'après - midi (14:30), dans des conditions météo considérées comme correctes (soleil ou couvert sans pluie, absence de vent ou présence d'un vent raisonnable). La fermeture des filets en début d'après - midi peut être légèrement repoussée si les filets ont du être fermés transitoirement pour cause de pluie en matinée. Le choix a été fait de ne capturer qu'une matinée par session et non pas une journée entière ; cela permet d'enchaîner idéalement les stations tous les jours (en milieu de journée, les filets sont fermés, démontés puis remontés sur la station suivante pour la session du lendemain), d'éviter la météo plus fréquemment capricieuse de l'après-midi, et de ne pas garder pour la nuit des oiseaux capturés trop tard en soirée...

Trois sessions de capture, avec donc un total de 120 m linéaire de filets, sont réalisées pour chaque station en juin 2018, l'intervalle entre les sessions étant en moyenne de 4 jours (1 – 6, Tableau 1). La repasse des chants du sourd à ventre jaune et du rhipidure tacheté est effectuée à l'aide d'un haut parleur (Foxpro Scorpio, séquences sonores de Yves Létocart) lors de chaque session a raison de 2 minutes de repasse de chaque chant sur 3 à 4 filets différents de la station, les 10 filets ayant été « réalisés » une fois à l'issue des 3 sessions ; ceci pour favoriser la détection et la capture de ces oiseaux à tendance plutôt forestière (Duval 2017 b).

	FJ_STBG	FT_STBG	KEC_STBG	USINE_STBG
Dates des sessions	10/06/18	09/06/18	08/06/18	14/06/18
	13/06/18	12/06/18	11/06/18	15/06/18
	18/06/18	17/06/18	16/06/18	21/06/18

Tableau 1: Date des sessions de capture



Photo 1: Positionnement d'un filet (filet 132, USINE_STBG)



Photo 2: Matériel et camp de baguage (KEC_STBG)

Une fois les filets ouverts, les tournées sont régulières, toutes les 30 minutes voire plus rapprochées car effectuées également lors du relâcher des oiseaux de la tournée précédente à proximité de leur filet de capture. Les oiseaux capturés sont démaillés, mis en pochon et ramenés au camp de baguage proche pour y être bagués et mesurés (Photo 2). Les bagues posées sont des bagues aluminium du MNHN ; pour les sourds à ventre jaune et les rhipidures tachetés, deux espèces forestières plus particulièrement susceptibles d'être affectées par des problèmes de connectivité des habitats, et facilement observables, des bagues couleurs en plastique ont également été posées suivant un code unique par oiseau, afin de permettre des contrôles ultérieurs à distance. Un fois l'oiseau bagué, les données suivantes sont notées (Duval 2016); numéro de bague, heure de capture, action (bague B ou contrôle C d'un oiseau déjà bagué), numéro du filet, espèce, sexe, âge, critère de sexage utilisé, adiposité, longueur d'aile pliée (LP), masse (MA), présence d'une plaque incubatrice, d'une protubérance cloacale, de mue, longueur de la queue (LR), longueur du tarse (LT), état de santé au relâcher. Des photographies de l'individu sont réalisées ; aile déployée, vue de profil et vue de dessus. Le relâcher de l'oiseau a lieu immédiatement après au camp de baguage (espèces très mobiles de façon certaine comme les méliphages) ou lors de la tournée suivante à proximité du filet de capture initial, soit en général moins d'une vingtaine de minutes après leur démaillage (l'oiseau étant gardé en main environ 3 à 4 minutes lors du baguage et des mesures).

Le travail est effectué en binôme (TD & MW), le baguage et les mesures étant effectués par un seul opérateur (TD).

3. Analyse

Toutes les données sont consignées dans une base de données de type Excel dans un format compatible avec la transmission des données au CRBPO (MNHN). Les statistiques descriptives sont effectuées sous LibreOffice Calc et R, les tests statistiques sont effectués sous R.

Pour chaque station sont présentés un bilan par espèce des effectifs capturés pour chacune des 3 sessions, numérotées par ordre chronologique (1, 2, 3), ainsi que le total des oiseaux bagués et des oiseaux contrôlés (capturés déjà bagués). Pour chaque individu contrôlé est présentée son historique de capture.

Pour les espèces les plus capturées, un indice de condition corporelle est calculé à partir de la masse et de la longueur d'aile pliée, utilisée comme proxy de la taille de l'oiseau (MA / LP). Les différences des principales variables biométriques (aile pliée, longueur du tarse et de la queue, masse et indice de condition corporelle) sont testées par ANOVA entre les 4 stations de capture elles-mêmes, ou entre les 4 stations de capture et celles de stations hors plateau de Goro issues d'autres études, s'appuyant alors sur une base de donnée totale de 3131 captures réalisées depuis 2014 ; ces études, effectuées dans les forêts de la réserve de nature sauvage du mont Panié, les savanes à niaoulis proches de Koumac, la forêt sèche et végétation arrière littorale de la presqu'île de Pindai, et les forêts pâturées de la vallée de Néavin, sont respectivement mentionnées comme PANIE, KOUMAC, PINDAI, NEAVIN. L'âge ratio est calculé et comparé pour les espèces pour lesquelles on peut distinguer plusieurs classes d'âge.

III. RÉSULTATS

1. Effectifs et espèces capturées

Un total de 21 espèces ont été capturées, dont 19 pour lesquelles tous les individus capturés ont été bagués, soit un total de 290 oiseaux dont 36 recaptures ou contrôles (Tableau 2). Seules deux espèces de Psittacidés n'ont pas été bagués, par manque de disponibilité de bague acier spécifique (courte et large) et pour raisons administratives (le baguage des perruches à front rouge avec des bagues MNHN Paris nécessitant une autorisation spécifique du Museum en rapport avec son statut de conservation IUCN récent). 6 perruches à front rouge et 1 loriquet ont été capturés lors de l'étude.

Les effectifs totaux de capture par station et la diversité spécifique des captures sont variables, les plus importants sur le site USINE_STBG (143 captures, 13 espèces), puis FJ_STBG (61 captures, 12 espèces), KEC_STBG (48 captures, 9 espèces) et FT_STBG (38 captures, 9 espèces). L'effectif de capture moyen d'une session sur une station de GORO ($22,3 \pm 4$ oiseaux) est similaire à ceux des sessions comparables (une matinée, 120 m de linéaire de filets) réalisés sur d'autres sites d'étude comme PANIE ($20,9 \pm 4,4$), PINDAI ($24,9 \pm 5,8$) ou NEAVIN ($22,5 \pm 11$), tous inférieurs à ceux de KOUMAC ($36,2 \pm 4,8$, $p=0,005$). La diversité spécifique des captures par station suit globalement celle des études faites par point d'écoute dans les reliques forestières proches (maximale sur Forêt Nord, plus faible sur Koué Est Carrière).

Les espèces les plus capturées sont les petits passereaux les plus mobiles, fréquentant régulièrement les strates basses de la végétation (hauteur des filets maximum entre 2,5 et 3 m) et exploitant les milieux ouverts ; lunette à dos vert (97 captures) et méliphagidés, méliphage barré (49 captures), suceur (33 captures) et myzomèle (24 captures).

Plusieurs espèces absentes ou très peu présentes sur le plateau de Goro en début de saison chaude 2017-2018 (Duval 2017 a) et 2018-2019 (Duval 2018), ont été capturées lors de la saison fraîche 2018 ; le polochion moine (2 captures), le corbeau (1 seule capture sur un total de 290 sur GORO, mais seulement 2 captures pour 2835 oiseaux sur les autres sites d'étude), la tourterelle verte (3 captures) et le ptilope de Grey (1 capture, oiseau juvénile). Les observations de polochion moine étaient par ailleurs très fréquentes lors des sessions de capture, comme celles de tourterelle verte et dans une moindre mesure de corbeau, bien plus fréquentes qu'en saison chaude (*données non présentées*). Le ptilope de Grey n'a semble-t-il jamais été mentionné dans aucun rapport de suivi de l'avifaune des reliques forestières sur le plateau de Goro depuis 2008 (Duval & Desmoulins 2017) ; toutes ces observations témoignent de déplacements saisonniers importants de ces espèces d'oiseaux (dispersion juvénile et /ou déplacements alimentaires).

Une analyse détaillée des données de capture, âge ratio et biométrie est présentée pour les 7 espèces les plus communément capturées, leurs effectifs étant suffisants pour permettre raisonnablement la réalisation de tests statistiques sur les résultats ; lunette à dos vert, gérygone, sourd à ventre jaune, méliphage barré, suceur, myzomèle et rhipidure tacheté. Un tableau est présenté pour les ANOVA réalisées pour chaque espèce, avec pour chaque variable biométrique une première colonne mentionnant la valeur moyenne (ligne 1, station et catégorie sexe / âge de référence, appelée « intercept » car correspondant à l'ordonnée à l'origine de la droite de régression) ou l'écart à cette valeur moyenne (lignes suivantes) pour les catégories considérées, et dans une seconde colonne la valeur du p du test statistique. Par exemple pour le suceur (Tableau 3) ; la valeur de référence de la masse est de 14,25 g pour les adultes de FJ_STBG, ceux de USINE_STBG sont plus lourds ($14,25 + 0,76 = 15,01$ g) mais pas de façon significative ($p=0,41$), les jeunes sont moins lourds ($14,25 - 2,59 = 11,66$ g) de façon significative ($p<0,001$). Les valeurs significatives sont grisées.

Espèce / Captures	FJ_STBG					FT_STBG					KEC_STBG					USINE_STBG					Total
	1	2	3	B	C	1	2	3	B	C	1	2	3	B	C	1	2	3	B	C	
Autour à ventre blanc																		1	1		1
Tourterelle verte			2	2														1	1		3
Corbeau	1			1																	1
Miro	2		3	5		1	2		2	1											8
Cardinal													1	1			2	2	4		5
Gérygone	1	3	1	4	1	3	2	2	5	2	1			1		2	2	1	5		18
Echenilleur pie																		1	1		1
Suceur	1		1	2							4	3	1	8		11	5	7	23		33
Monarque à large bec	2			1	1																2
Sucrier		3	1	4			1	1	2							3	6	9	18		24
Sourd à ventre jaune	4	2	1	7		1	5		6			2		2		2			2		17
Sourd à ventre roux	1			1				1	1		3			2	1	1		1	2		7
Polochion moine												1	1	2							2
Méliphage barré	2	4	4	10		1	1	2	2	2	11	6	1	14	4	9	4	4	13	4	49
Ptilope de Grey																	1		1		1
Petit rhipidure	1		1	2			1		1		1	1		1	1		2		2		7
Rhipidure tacheté	2		2	4			3		2	1						1		4	3	2	12
Lunette à dos gris																2			2		2
Lunette à dos vert	8	2	6	13	3	1	2	8	10	1	10	1		9	2	41	2	16	49	10	97
<i>Total</i>	<i>25</i>	<i>14</i>	<i>22</i>	<i>56</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>17</i>	<i>14</i>	<i>31</i>	<i>7</i>	<i>30</i>	<i>14</i>	<i>4</i>	<i>40</i>	<i>8</i>	<i>72</i>	<i>24</i>	<i>47</i>	<i>127</i>	<i>16</i>	<i>290</i>

Tableau 2: Effectif de capture par espèce, station, session et type de capture, baguage ou contrôle, sur le plateau de Goro

1, 2, 3 ; sessions par ordre chronologique (dates cf Tableau 1) ; B ; Bague, première capture d'un oiseau ; C ; Contrôle, captures subséquentes d'un oiseau déjà bagué, incluant contrôles intrasession (recapture le même jour) et intersession (recapture un jour différent).

2. Âge ratio et biométrie des populations d'oiseaux du plateau de Goro

a) Suceur

- Description

Les suceurs sont des méliphages qui fréquentent exclusivement les milieux les plus ouverts, maquis bas, arbustifs ou préforestiers, lisières forestières. L'espèce semble peu concernée par les problématiques de connectivité sur le plateau de Goro (par la présence d'un maquis extensif favorable à l'espèce). Adultes et jeunes peuvent être distingués sur la base de la coloration de la nuque et la tête, grise chez l'adulte contrastant nettement avec le dos, olive chez le jeune comme le dos. La couleur des commissures n'est pas diagnostique (pouvant être jaune chez l'adulte après la reproduction). Hors période de reproduction les individus ne peuvent pas être sexés sauf dans certains cas sur des bases biométriques, les mâles étant plus grands que les femelles mais avec un chevauchement possible (LP).



Photo 3: Jeune suceur (FJ_STBG)



Photo 4: Suceur adulte (KEC_STBG)

- Captures

33 suceurs ont été capturés, dont 15 jeunes ; les sites de capture principaux étaient USINE_STBG (23 individus) et KEC_STBG (8 individus).

- Âge ratio

La proportion de jeunes capturés est plus importante sur le site de GORO (âge ratio de 15/18 soit 0,8) que KOUMAC (16/29 soit 0,6) ; sur le site de GORO, elle est plus importante sur la station USINE_STBG (11/12 soit 0,9) que sur KEC_STBG (2/6 soit 0,3).

- Biométrie

La relation entre variables biométriques et station de capture est analysée par ANOVA en prenant en compte l'âge. Les oiseaux d'une même classe d'âge ne diffèrent pas sur le plan de la biométrie entre les stations de GORO et de KOUMAC, sauf pour la station KEC_STBG où les tarses (LT) sont significativement plus grands. Les jeunes sont significativement plus petits (LR, LT, LP) et moins lourds (MA) que les adultes.

	MA		LR		LT		LP		MA / LP	
Intercept FJ_STBG	14,25		61,99		19,66		70,62		0,20	
KEC_STBG	0,78	0,44	0,30	0,93	1,13	0,03*	1,22	0,52	0,01	0,55
KOUMAC	-0,11	0,90	-0,11	0,97	0,11	0,80	0,93	0,59	0	0,75
USINE_STBG	0,76	0,41	0,58	0,86	0,57	0,23	1,53	0,38	0,01	0,58
JEUNE	-2,59	<0,001***	-5,64	<0,001***	-1,36	<0,001***	-5,87	<0,001***	-0,02	<0,001***

Tableau 3: Biométrie des suceurs dans les stations de GORO

b) Gérygone

- Description

Les gérygones fréquentent tous les types d'habitats, forestiers comme les milieux les plus ouverts. L'espèce semble peu concernée par les problématiques de connectivité sur le plateau de Goro (capacité à exploiter et se reproduire dans tous les habitats). Adultes et jeunes peuvent être distingués sur la base de la coloration générale (suffusions jaunâtres sur tout le corps et la tête chez le jeune), de l'oeil (gris chez le jeune, rouge chez l'adulte) et du bec (noir chez l'adulte). Les individus sont difficilement sexables quelque soit la période considérée, la répartition bimodale des LP à l'échelle d'un site suggérant une plus grande taille chez le mâle.



Photo 5: Gérygone adulte (KEC_STBG)



Photo 6: Gérygone juvénile (PINDAI)

- Captures

15 gérygones ont été capturées, dont une jeune. Trois sites sont relativement équivalents, USINE_STBG (5 individus), FT_STBG (5 individus), et FT_STBG (4 individus).

- Âge ratio

Seul un jeune a été capturé ; l'âge ratio peut être considéré comme faible de manière équivalente dans les 4 stations de GORO. Cette faible proportion de jeunes (1/14 soit 0,1) est retrouvée sur le site de PANIE (6/54 soit 0,1), KOUMAC (8/47 soit 0,2) et PINDAI (3/19 soit 0,2).

- Biométrie

La relation entre variables biométriques et station de capture est analysée par ANOVA. Les différences de biométrie entre gérygones capturées dans les différentes stations sont nombreuses. Elles sont probablement dues à la faiblesse de l'échantillonnage dans les stations de GORO et à la non prise en compte du sexe des oiseaux capturés dans l'analyse, alors que des données empiriques indiquent qu'un dimorphisme de taille existe entre mâles et femelles. On retiendra comme résultat valide que les indices de condition corporelle des oiseaux de GORO, KOUMAC et PINDAI sont sensiblement équivalents et inférieurs à ceux des oiseaux du PANIE.

	MA		LR		LT		LP		MA / LP	
Intercept FJ_STBG	5,83		45,05		19		53,75		0,11	
FT_STBG	0,08	0,76	1,28	0,53	0,04	0,91	-0,54	0,62	0,003	0,60
KEC_STBG	-0,35	0,42	-3,75	0,27	-1,10	0,08	-4,2	0,02*	0,002	0,80
KOUMAC	-0,28	0,17	-1,25	0,43	-0,81	0,006**	-2,63	0,002**	0,001	0,95
PANIE	0,68	0,001**	-0,83	0,59	-0,07	0,78	-1,69	0,05*	0,02	<0,001***
PINDAI	-0,01	0,96	0,09	0,95	-0,18	0,55	-0,99	0,26	0,002	0,63
USINE_STBG	0,01	0,97	-6,87	0,001**	-0,10	0,78	-1,05	0,34	0,002	0,64
JEUNE	-0,19	0,05	-1,48	0,06	0,19	0,17	-1	0,02*	-0,002	0,44

Tableau 4: Biométrie des gérygones dans les stations de GORO

c) Myzomèle

- Description

Les sucriers sont des méliphages qui fréquentent les forêts humides et secondairement les maquis arbustifs. L'espèce semble peu concernée par les problématiques de connectivité sur le plateau de Goro (capacité à exploiter les maquis qui sont extensifs). Adultes et jeunes peuvent être distingués sur la base de l'acquisition progressive du masque rouge et des autres caractéristiques du plumage adulte. La couleur des commissures n'est pas diagnostique (pouvant être jaune chez l'adulte après la reproduction). Les individus sont généralement facilement sexables. Les mâles adultes sont noirs et rouge, les jeunes mâles sont noirs bigarrés de marron (plumes juvéniles) et de rouge, et ont une LP > 54 mm ; les femelles adultes ont un masque rouge très restreint autour de la tête, aucune trace de noir et une LP < 54,5 mm.

- Captures

24 sucriers ont été capturés, la grosse majorité des individus sur la station USINE_STBG (18 individus, contre 4 sur FJ_STBG et 2 sur FT_STBG)

- Âge-ratio

7 jeunes ont été capturés pour 17 adultes sur les stations de GORO, avec un âge ratio sensiblement équivalent entre les stations de USINE_STBG (6/12 soit 0,5) et FJ_STBG (1/3 soit 0,3), similaire à celui de l'étude sur KOUMAC (5/13 soit 0,4) inférieur à celui de l'étude sur PANIE (180/184 soit 1), réalisée en plein saison de reproduction.



Photo 7: Myzomèle mâle adulte (FJ_STBG)



Photo 8: Myzomèle mâle jeune (FJ_STBG)



Photo 9: Myzomèle femelle adulte (USINE_STBG)

- Biométrie

La relation entre variables biométriques et station de capture est analysée par ANOVA, en prenant en compte classe d'âge et sexe. Les mâles adultes sont significativement plus grands que les femelles adultes et les jeunes, avec un indice de condition corporelle significativement plus faible. Les individus de FT_STBG sont significativement plus grands (LP) que ceux des autres stations de GORO et des autres études, sauf PINDAI ; des oiseaux potentiellement plus mobiles fréquentent donc ces deux sites.

	MA		LR		LT		LP		MA / LP	
Intercept FJ_STBG	8,16		33,95		15,61		51,73		0,16	
FT_STBG	0,43	0,39	0,07	0,96	0,39	0,35	2,42	0,03*	0,001	0,88
KOUMAC	-0,35	0,28	3,18	0,004**	-0,25	0,34	0,51	0,49	-0,01	0,19
PANIE	-0,31	0,27	0,79	0,43	-0,12	0,62	0,68	0,29	-0,01	0,16
PINDAI	-0,58	0,15	0,44	0,75	-0,46	0,18	1,83	0,04*	-0,01	0,04*
USINE_STBG	-0,14	0,65	0,69	0,53	-0,04	0,86	0,91	0,21	-0,01	0,40
MALE	-0,02	0,75	2,67	<0,001***	0,48	<0,001***	3,34	<0,001***	-0,01	<0,001***
JEUNE	-0,15	0,5	-0,77	0,33	0,18	0,35	-0,52	0,31	-0,001	0,73

Tableau 5: Biométrie des myzomèles dans les stations de GORO

d) Sourd à ventre jaune

- Description

Les sourds à ventre jaune sont des insectivores fréquentant essentiellement les milieux forestiers, avec une capacité à s'implanter dans certains milieux plus ouverts (maquis, savanes à niaoulis, jardins) sous réserve de la présence de quelques îlots de végétation plus dense. L'espèce est donc potentiellement concernée par les problématiques de connectivité sur le plateau de Goro. Adultes et jeunes peuvent être distingués sur la base du plumage, les jeunes ayant des couvertures rousses et la tête olivâtre (couvertures olives et tête grise chez les adultes) ; le mâle adulte est olive, jaune, gris et noir, la femelle adulte est olive et grise.



*Photo 10: Sourd à ventre jaune mâle adulte
(FJ_STBG)*



*Photo 11: Sourd à ventre jaune jeune
(FJ_STBG)*



*Photo 12: Sourd à ventre jaune femelle adulte
(KEC_STBG)*

- Captures

17 individus ont été capturés, principalement sur FJ_STBG (7 individus) et FT_STBG (6 individus) ; seulement 2 individus ont été capturés sur USINE_STBG et sur KEC_STBG.

- Age-ratio

Un seul jeune a été capturé pour 16 adultes, soit un âge ratio très faible comparable à NEAVIN (1/13 soit 0,1) et inférieur à celui de KOUMAC (7/27 soit 0,3) et PANIE (20/70 soit 0,3)

Ce très faible âge ratio rend problématique l'évaluation de la dispersion juvénile.

- Biométrie

La relation entre variables biométriques et station de capture est analysée par ANOVA, en prenant en compte le sexe. Chez le sourd à ventre jaune, les femelles sont significativement plus lourdes que les mâles, et donc, les tailles étant équivalentes (LP, LR), elles ont un indice de condition corporelle significativement plus élevé. Les oiseaux capturés sur les 4 stations de GORO sont sensiblement de la même taille (absence de différences significatives), voisine de celle des oiseaux des autres stations du Nord sauf celle du Panié, où les oiseaux sont significativement plus grands et plus lourds.

	MA		LR		LT		LP		MA / LP	
Intercept FJ_STBG	22,82		67,32		25,43		81,9		0,28	
FT_STBG	-0,82	0,21	-0,61	0,70	-0,19	0,55	0,31	0,74	-0,01	0,14
KEC_STBG	-0,54	0,55	-0,46	0,84	-0,75	0,09	1,06	0,43	-0,01	0,34
KOUMAC	0,04	0,93	0,08	0,95	-0,69	0,005	0,07	0,92	0,001	0,94
NEAVIN	0,79	0,15	1,38	0,30	-0,01	0,96	1,11	0,17	0,001	0,34
PANIE	2,46	<0,001***	2,58	0,03*	0,22	0,33	1,51	0,03*	0,024	<0,001***
USINE_STBG	0,03	0,97	0,24	0,92	-0,10	0,81	1,07	0,42	-0,003	0,76
MALE	-1,77	<0,001***	0,58	0,34	-0,34	0,003**	-0,03	0,93	-0,021	<0,001***

Tableau 6: Biométrie des sourds à ventre jaune dans les stations de GORO

e) Méliphage barré

- Description

Le méliphage barré est un méliphage de taille moyenne qui fréquente quasiment tous les habitats, forêts, maquis plus ou moins arbustifs ou préforestiers, jardins, savanes ... L'espèce semble peu concernée par les problématiques de connectivité sur le plateau de Goro (capacité à exploiter et se reproduire dans tous les habitats). Les jeunes peuvent être distingués des adultes grâce à leur gorge jaune qui disparaît progressivement avec l'âge, et les contrastes visibles dans les couvertures de l'aile. Hors période de reproduction les individus ne peuvent pas être sexés sauf dans certains cas sur des bases biométriques, les mâles étant plus grands que les femelles mais avec un chevauchement possible (LP).

- Captures

39 individus ont été capturés, sur 3 stations principalement; 10 individus sur FJ_STBG, 14 sur KEC_STBG, et 13 sur USINE_STBG.



Photo 13: Méliphage barré jeune (KEC_STBG)



Photo 14: Méliphage barré adulte (FJ_STBG)

- Age-ratio

Sur GORO dans l'ensemble, 12 jeunes ont été capturés pour 27 adultes, avec des variations d'âge ratio entre stations ; 4/6 soit 0,7 sur FJ_STBG, 5/9 soit 0,6 sur KEC_STBG et seulement 3/10 soit 0,3 sur USINE_STBG. L'âge ratio plus élevé relevé sur PANIE (31/28 soit 1,1) provient probablement de la période de capture différente, estivale sur PANIE ; l'usure des plumages en hiver peut rendre difficile le repérage des caractéristiques des jeunes oiseaux. L'âge ratio des oiseaux capturés sur KOUMAC (3/7 soit 0,4) et PINDAI (1/5 soit 0,2) est relativement similaire à celui de GORO.

- Biométrie

Les jeunes individus sont significativement plus petits (LP, LT) que les adultes, mais ont un indice de condition corporelle similaire. Les individus capturés ne diffèrent pas sur le plan biométrique entre les 4 stations de GORO, mais globalement différent des autres stations d'étude ; leur indice de condition corporelle est supérieur à celui des sites de KOUMAC et de PINDAI ; inversement, leur taille (LP) est similaire à celle de KOUMAC et PINDAI mais supérieure à celle des oiseaux de PANIE ; on peut considérer que les méliphages atteignent une sorte d'optimum écologique sur le plateau de Goro, avec des oiseaux de grande taille adapté à des déplacements sur de plus grandes distances que les oiseaux forestiers de PANIE, et avec une condition corporelle supérieure à celle des oiseaux de savanes et forêt sèche de KOUMAC et PINDAI.

	MA		LR		LT		LP		MA / LP	
Intercept FJ_STBG	26,16		83,16		26,34		89,36		0,292	
FT_STBG	-1,65	0,39	-0,36	0,92	-1,09	0,17	-0,61	0,83	-0,02	0,31
KEC_STBG	0,52	0,61	-0,23	0,90	-0,26	0,53	-0,21	0,88	0,01	0,43
KOUMAC	-2,8	0,02*	-0,21	0,92	-1,32	0,004**	-0,79	0,63	-0,03	0,002**
PANIE	-1,31	0,13	-3,52	0,4*	-0,88	0,01*	-2,83	0,03*	-0,01	0,46
PINDAI	-3,13	0,02*	-1,71	0,49	-0,71	0,18	-0,62	0,74	-0,03	0,006**
USINE_STBG	-1,03	0,32	-1,76	0,38	-0,85	0,05	-1,46	0,35	-0,91	0,42
JEUNE	-1,51	0,003**	-3,11	0,002**	-0,38	0,06	-3,89	<0,001***	-0,01	0,29

Tableau 7: Biométrie des méliphages barrés dans les stations de GORO

f) Lunette à dos vert

- Description

Les lunettes à dos verts sont des zosteropidés, petits passereaux à dominante insectivore mais aussi éclectiques (fruits, nectar, graines...), dont la plupart des espèces sont très sociables. Ils fréquentent tous les habitats, du bord du littoral aux forêts humides de montagne, en passant par les savanes, maquis ... L'espèce semble peu concernée par les problématiques de connectivité sur le plateau de Goro (capacité à exploiter et se reproduire dans tous les habitats). Mâles et femelles sont distinguables en période de reproduction (aspect des cloaques) mais pas le reste de l'année. Les jeunes et immatures sont très difficiles à distinguer des adultes, la plupart des oiseaux capturés ne peuvent pas être âgés.



Photo 15: Lunette à dos vert (USINE_STBG)

- Captures

Les lunettes à dos vert ont largement dominé les captures, avec 81 individus capturés au total ; le site principal, essentiellement USINE_STBG est le site principal de capture (49 individus), les 3 autres stations ayant permis la capture d'une dizaine d'oiseaux à chaque fois (13 sur FJ_STBG, 10 sur FT_STBG, 9 sur KEC_STBG).

- Âge ratio

L'absence de distinction nette entre jeunes oiseaux et adultes ne permet pas d'évaluer les âges ratio.

- Biométrie

Aucune différence n'a été détectée entre oiseaux des 4 stations de GORO, dont la biométrie est sensiblement la même que sur PINDAI et KOUMAC (pour cette dernière station, la présence de multiples manipulateurs a ajouté un biais observateur qui peut expliquer la différence significative de LP) ; la masse et l'indice de condition corporelle des oiseaux de toutes ces stations est en retrait par rapport aux oiseaux de PANIE.

	MA		LR		LT		LP		MA / LP	
Intercept FJ_STBG	10,85		48,08		18,83		59,34		0,18	
FT_STBG	0,44	0,24	0,35	0,71	0,23	0,39	0,45	0,49	0,006	0,31
KEC_STBG	-0,15	0,69	-0,37	0,70	-0,05	0,85	-0,90	0,19	0,00	0,98
KOUMAC	0,002	0,99	-0,87	0,17	-0,25	0,18	-0,99	0,02*	0,003	0,43
PANIE	0,68	0,008**	-0,82	0,20	0,21	0,27	-0,85	0,05	0,01	<0,001***
PINDAI	-0,54	0,05	-0,52	0,44	0,08	0,67	-0,20	0,67	-0,01	0,05
USINE_STBG	0,12	0,67	-0,35	0,63	0,27	0,19	-0,52	0,28	0,003	0,40

Tableau 8: Biométrie des lunettes à dos vert dans les stations de GORO

g) Rhipidure tacheté

- Description

Les rhipidures tachetés sont des passereaux insectivores fréquentant essentiellement les milieux forestiers, avec une capacité à s'implanter dans certains milieux plus ouverts (maquis, savanes à niaoulis, jardins) sous réserve de la présence de quelques îlots de végétation plus dense. Son écologie est très semblable au sourd à ventre jaune, espèce à laquelle elle est très souvent associée. L'espèce est donc potentiellement concernée par les problématiques de connectivité sur le plateau de Goro. Adultes et jeunes peuvent être distingués sur la base du plumage, les jeunes ayant des couvertures rousses retenues sur les ailes ou usées et contrastant avec les plumes plus récentes, et la base du bec plus jaune.



Photo 16: *Rhipidure tacheté* adulte
(USINE_STBG)



Photo 17: *Rhipidure tacheté* juvénile
(USINE_STBG)

- Captures

9 individus ont été capturés, 4 sur FJ_STBG, 2 sur FT_STBG et 3 sur USINE_STBG. Aucun n'a été capturé sur KEC_STBG, dont le maquis est probablement trop ouvert pour être favorable à une présence continue du rhipidure tacheté.

- Âge-ratio

3 jeunes ont été capturés pour 6 adultes sur GORO, un âge ratio (3/6 soit 0,5) semblable à celui des études faites sur KOUMAC (10/20 soit 0,5) et sur PANIE (22/34 soit 0,6) et supérieur à celui de PINDAI (1/10 soit 0,1). Aucune jeune n'a été capturée sur FT_STBG (0/2), un seul sur FJ_STBG (1/3 soit 0,3) mais 2 sur USINE_STBG pour un seul adulte (2/1 soit 2) ; ce dernier site est donc potentiellement un site de dispersion plus actif que FJ_STBG et surtout que FT_STBG.

- Biométrie

Les jeunes individus sont plus petits (LP) que les adultes. Aucune différence significative n'a été détectée entre les oiseaux des 3 stations de GORO ayant été capturés, et leur biométrie est sensiblement équivalente à celle des oiseaux de KOUMAC, NEAVIN et PINDAI ; seuls les oiseaux du PANIE sont significativement plus lourds et donc avec un meilleur indice de condition corporelle.

	MA		LR		LT		LP		MA / LP	
Intercept FJ_STBG	9,21		90,61		20,38		73,04		0,13	
FT_STBG	0,30	0,72	1,64	0,67	0,51	0,39	2,20	0,32	0,01	0,98
KOUMAC	0,55	0,28	0,88	0,70	0,09	0,80	0,99	0,46	0,01	0,31
NEAVIN	-0,002	0,99	1,29	0,70	0,12	0,82	1,12	0,56	0,01	0,96
PANIE	1,81	<0,001***	2,87	0,21	0,59	0,10	2,07	0,12	0,02	<0,001***
PINDAI	-0,09	0,86	0,90	0,72	0,13	0,73	1,7	0,26	-0,01	0,48
USINE_STBG	0,91	0,22	4,24	0,21	1,00	0,06	3,07	0,12	0,01	0,40
JEUNE	-0,25	0,21	-1,23	0,20	0,07	0,59	-2,17	<0,001***	0,01	0,86

Tableau 9: Biométrie des rhipidures tachetés dans les stations de GORO

h) Bilan en termes de connectivité des reliques forestières

L'interprétation des données récoltées est déterminée par d'une part la capacité à âger l'espèce considérée, d'autre part à la sexer quand il existe un dimorphisme sexuel de taille. Ces limites sont rencontrées dans le cas du lunette à dos vert, où actuellement l'incapacité à âger les individus empêchent l'évaluation des âges ratio, et de la gérygone, où actuellement l'incapacité à sexer les individus de manière fiable, associée à l'existence très probable d'un dimorphisme sexuel de taille, empêche dans le cas de faibles échantillonnages l'interprétation des disparités de biométrie entre populations. Enfin, dans le cas du sourd à ventre jaune, malgré la facilité à âger les individus, c'est la très faible proportion de jeunes observée qui empêche la comparaison des âges ratio.

Globalement, pour les 7 espèces pour lesquelles les effectifs de capture ont été suffisants pour analyser les données avec des tests statistiques, on n'observe pas de différences significatives de biométrie entre les 4 stations de baguage correspondant à des zones « plus ou moins fortement corridor théorique » (Utard 2016), à 2 exceptions près ; les myzomèles de FT_STBG sont significativement plus grands (sur la base de LP) que dans les autres stations, et les suceurs de KEC_STBG sont également significativement plus grands (sur la base de LT) que dans les autres stations ; ces spécificités biométriques peuvent être interprétées par un degré de connexion moindre de ces deux secteurs, par rapport aux secteurs périphériques pour la zone d'étude de JF_STBG et USINE_STBG. Cet « isolement » reste relatif puisque pour les autres variables biométriques et / ou les autres espèces, l'absence de différence significative va dans le sens d'une connectivité suffisante entre les reliques forestières.

La comparaison des âges ratio montre que le secteur USINE_STBG, périphérique pour la zone d'étude et présumé « fortement corridor » théorique, est un secteur de dispersion actif des juvéniles (âge ratio élevé comparativement aux autres stations de GORO) pour le suceur, espèce des milieux ouverts, et le rhipidure tacheté, espèce forestière, mais pas pour le méliphage barré, espèce « mixte ». Pour les deux premières espèces, surtout le rhipidure tacheté, les données récoltées confirment la théorie, à savoir que USINE_STBG est une zone « fortement corridor ». Pour le méliphage barré, il est possible que le secteur USINE_STBG ne constitue pas une bonne zone de dispersion pour les jeunes individus car il s'agit en fait d'un habitat favorable de reproduction pour les adultes, dont les jeunes sont exclus par compétition intraspécifique. Inversement, FT_STBG, central pour la zone d'étude et présumé « fortement corridor » théorique également, apparaît lui comme un mauvais secteur relatif de dispersion pour le rhipidure tacheté et le méliphage barré (absence de jeune capturé pour les deux espèces). En résumé, le modèle théorique est respecté pour la zone théorique de USINE_STBG, mais pas pour la zone centrale de FT_STBG.

Enfin, pour ces 7 espèces d'oiseaux, la comparaison des indices de condition corporelle des individus capturés sur GORO avec ceux capturés antérieurement dans d'autres stations d'études sur KOUMAC, NEAVIN, PANIE et PINDAI indique les oiseaux de GORO ont un rapport masse / taille au moins équivalent aux autres stations situées à la même altitude, ou supérieur (méliphage barré). Les indices de condition corporelle des oiseaux de PANIE constatés pour plusieurs espèces (rhipidure tacheté, lunette à dos vert, sourd à ventre jaune, gérygone) sont très probablement liés à l'altitude supérieure des stations de capture de PANIE (règle d'Allen et de Bergmann).

3. Flux réels des oiseaux et comparaison avec les flux théoriques

Un total de 36 contrôles a été réalisé sur les 290 captures de l'étude (Tableau 2), dont 22 contrôles intrasession (capture et recapture le même jour dans la même station, lors de la même session) et seulement 14 contrôles intersession (recapture dans la même station, lors d'une session ultérieure) répartis sur les 4 stations (Tableau 10); pour une même espèce, c'est un maximum de seulement 2 individus par station qui a fait l'objet de contrôle intersession (méliphages barrés SY90316 et SY90318 sur KEC_STBG, SC206526 et SC206534 sur USINE_STBG, lunette à dos vert 8164613 et 8164616 sur USINE_STBG). Ces effectifs faibles de recapture rendent impropre l'utilisation de modélisation statistique (avec les logiciels Closure et Mark) des temps de séjour sur station, basée sur les historiques de capture individuelle des oiseaux.

Pour estimer les flux d'oiseaux, une approche descriptive est donc préférée qui agglomère les historiques de capture toutes espèces confondues (Tableau 11).

Les taux de contrôle intrasession (nombre de contrôle intrasession / nombre total de capture pour une station) sont très similaires entre les 4 stations de capture (7 à 8%) ; ils indiquent que la disposition des filets permet d'exercer une pression de capture relativement homogène entre les 4 stations.

Les taux de contrôle intersession séparent les stations en 2 groupes ;

- FT_STBG et KEC_STBG, dont les taux de contrôle intersession sont relativement élevés (8 à 11%), témoignant de faibles flux d'oiseaux (« les oiseaux restent plus longtemps sur site et donc sont plus susceptibles d'être recapturés »). La forte chute des effectifs capturés lors de la succession des 3 sessions sur KEC_STBG (30 captures, puis 14, puis 4) témoigne également du faible flux d'oiseaux.

- FJ_STBG et USINE_STBG, dont les taux de contrôle intersession sont relativement faibles (2 à 3%), témoignant de forts flux d'oiseaux (« les oiseaux restent moins longtemps sur site et donc sont moins susceptibles d'être recapturés »)

Enfin, aucun contrôle intersite (capture d'un oiseau sur une station et contrôle sur une autre station) n'a été réalisé, ni lors des sessions de baguage proprement dites de juin 2018, ni lors d'observations ultérieures en octobre – novembre 2018 (plusieurs contrôles visuels de sourds à ventre jaune bagués couleur mais aucun contrôle intersite, *données non présentées*) ; la probabilité de contrôle intersite dépend à la fois de la mobilité de l'espèce, de la distance entre sites et de la pression de capture ; on peut émettre l'hypothèse que la pression de capture a été trop faible dans la durée, surtout en comparaison avec les distances entre sites qui sont elles trop élevées.

Les résultats sont donc en adéquation avec la modélisation théorique initiale (Utard 2016) pour FJ_STBG et USINE_STBG (zones où la probabilité de mouvement théorique et les flux réels observés sont élevés) et KEC_STBG (zone où la probabilité de mouvement théorique et les flux réels observés sont faibles), mais pas pour FT_STBG (zone où la probabilité théorique est élevée, mais où les flux réels observés sont faibles). FJ_STBG et USINE_STBG sont les deux stations les plus périphériques si l'on considère la zone d'étude (zone d'étude sur laquelle est basée l'analyse de la connectivité des reliques forestières) ; ce sont également les plus riches d'un point de vue nombre d'espèces. Les flux d'oiseaux semblent donc proportionnels à la richesse des reliques forestières environnantes, et d'autant plus importants que ces reliques sont situées en périphérie du plateau de Goro ; au contraire, dans la zone centrale du plateau, matérialisée par FT_STBG, les flux d'oiseaux sont faibles en comparaison avec les flux attendus (Utard 2016) ; on peut donc émettre l'hypothèse que les principaux flux d'oiseaux s'effectuent en périphérie du plateau de Goro, au sein d'une « ceinture verte » périphérique large incluant les reliques forestières situées hors de la zone d'étude, alors que le plateau central constitue une zone de faible connectivité, pénalisant ou non la connectivité des reliques périphériques.

Espèce	Bague MNHN n°	FJ_STBG			FT_STBG			KEC_STBG			USINE_STBG		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Miro	8164673					2							
Gérygone	2Y7237 2Y7247		2		1	2							
Monarque à large bec	8164665	2											
Sourd à ventre roux	SY90326							2					
Méliphage barré	SC206525										2		
	SC206526										1	1	1
	SC206534										1		1
	SY90316							2		1			
	SY90318							1	1				
	SY90325 SY90329				1	1	1		2				
Petit rhipidure	2Y7216							1	1				
Rhipidure tacheté	8164674					2							
	8164865												3
Lunette à dos vert	8164607					1	1						
	8164612										2		
	8164613										1		1
	8164616										1		1
	8164642							2					
	8164647							1	1				
	8164661	2											
	8164662	1		1									
	8164802										2		
	8164803										2		
	8164810										2		
	8164842											2	
	8164857			2									
8164868												3	
8164877												2	

Tableau 10: Historiques individuelles de capture des oiseaux recapturés au moins une fois sur le plateau de Goro

1, 2, 3 ; sessions par ordre chronologique (dates cf Tableau 1) ; le nombre indiqué dans le corps du tableau indique le nombre de captures de l'oiseau une session donnée; 2 ou 3 correspondent donc aux contrôles intrasession, des chiffres dans des sessions successives correspondent aux contrôles intersession (individus dont la bague est indiquée **en gras**).

	FJ_STBG	FT_STBG	KEC_STBG	USINE_STBG	Total
Total baguage sans contrôle	56	31	40	127	254
Total contrôle intrasession	4	3	4	11	22
Total contrôle intersession	1	4	4	5	14
Total général captures	61	38	48	143	290
Taux de contrôle intrasession	7%	8%	8%	8%	7,5 %
Taux de contrôle intersession	2%	11%	8%	3%	5 %
Taux de contrôle intersite	0%	0%	0%	0%	0%

Tableau 11: Bilan des contrôles d'oiseaux par station

IV. DISCUSSION

1. Limites de l'étude

La pression d'échantillonnage reste le principal facteur limitant de l'étude en termes d'interprétation des résultats. Seuls quatre secteurs ont fait l'objet de la mise en place d'une station de baguage sur Goro, sur un temps limité (trois sessions). Les biais d'échantillonnage sont donc importants ; les caractéristiques de l'habitat, le positionnement des filets et la forme finale de la station, les conditions météorologiques (vent, température, couverture nuageuse et humidité) influent sur les volumes de capture pour chaque espèce ; les différences observées dans les résultats entre les stations de capture peuvent donc être en partie liés à des différences autres que leur potentiel de connectivité. De même, les différences de biométrie observées peuvent être imputées à une faiblesse de l'échantillonnage, notamment dans le cas où le sexe ou la classe d'âge n'est pas pris en compte car difficilement identifiable.

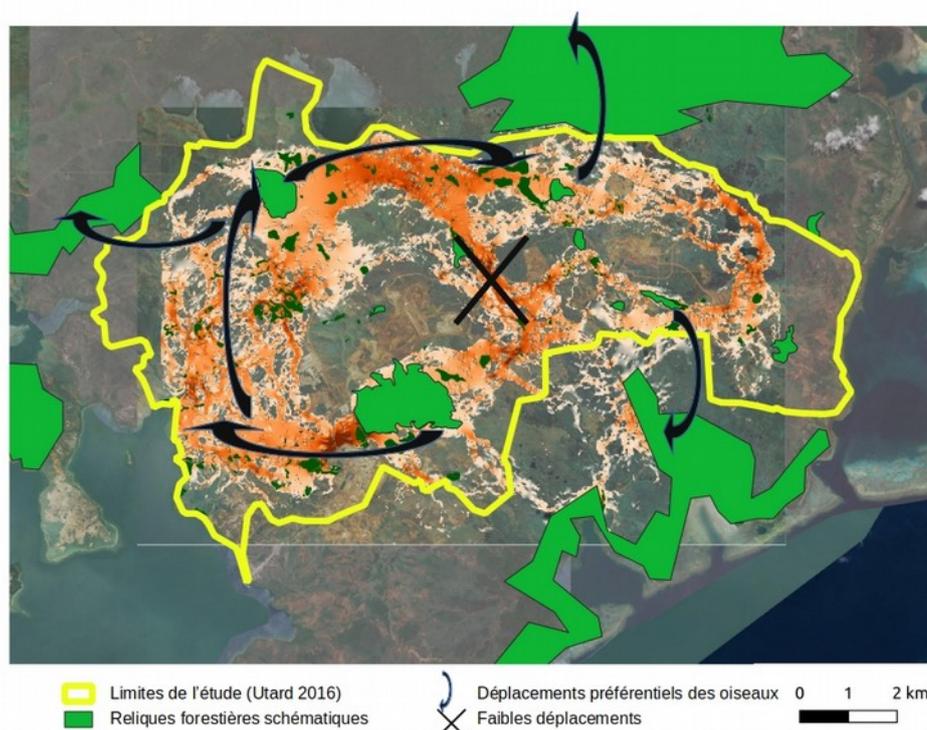
Pour limiter ces biais d'échantillonnage, des stations le plus contrasté possible en termes de potentiel de connectivité théorique ont été choisies, et les données (plus de 2800 oiseaux capturés) issues d'autres stations d'étude, récoltées dans des conditions similaires, ont été exploitées, qui ont ainsi permis de mettre en évidence les caractéristiques réellement spécifiques des stations du plateau de Goro espèce par espèce.

2. Fonctionnalité des corridors dans la périphérie de la zone d'étude

Les principaux résultats issus des 3 méthodes d'évaluation de la connectivité, analyse de l'âge ratio des captures, analyse de la biométrie et estimation des flux relatifs des oiseaux par les captures et recaptures, tendent tous vers une même conclusion, en s'appuyant sur des espèces variées d'une méthode à l'autre ; une zone périphérique qui concentre les indices de forts mouvements des oiseaux, matérialisée par FJ_STBG et USINE_STBG, et une zone centrale qui semble peu propice aux mouvements d'oiseaux, matérialisée essentiellement par FT_STBG. Ces résultats correspondent aux prédictions théoriques (Utard 2016) pour les stations choisies dans la zone périphérique (forte probabilité théorique de mouvements des oiseaux), mais pas pour FT_STBG au centre de la zone d'étude, sans que des problèmes de connectivité globale aient été, à ce jour, mis en évidence à l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude, affirmation s'appuyant sur les analyses de tendances populationnelles depuis 2008 (Duval & Desmoulin 2017) et l'absence de différenciation biométrique des oiseaux dans cette zone périphérique.

L'hypothèse qui en découle est que la connectivité des reliques forestières sur le plateau de Goro se fait principalement dans la périphérie de la zone d'étude, dans la zone d'étude mais aussi entre la périphérie et l'extérieur de la zone d'étude, où des patches forestiers et paraforestiers de taille conséquente sont présents à proximité, dont le plus grand est au voisinage de FJ_STBG (Carte 2). Le centre du plateau de Goro est au contraire une zone concentrant peu de déplacements d'oiseaux, et son poids dans la connexion nord sud des reliques forestières, comme prédit dans le modèle théorique (Utard 2016) est en fait faible comparativement à celui de la couronne périphérique.

Un résultat collatéral de l'étude est qu'on ne détecte pas d'impact manifeste des activités industrielles sur la condition corporelle des oiseaux du plateau de Goro, puisque pour toutes les espèces convenablement suivies cet indice de condition corporelle n'est pas significativement différent des autres stations d'étude, situées en province Nord et où aucune activité industrielle n'a lieu à proximité.



Carte 2: Représentation schématique de la connectivité probable des reliques forestières sur le plateau de Goro

3. Perspectives

Des résultats sont donc acquis grâce à cette étude CMR mais restent forcément, et conformément à ce qui avait été annoncé (Duval & Desmoulins 2017), limités, fortement contraints par les effectifs de capture et de recapture qui ont été atteints et par la multitude des espèces ciblées. Deux autres types d'étude complémentaires avaient été évoqués, suivi télémétrique et / ou satellitaire d'espèces ciblées, et étude génétique d'une ou plusieurs espèces, pour lesquels les résultats attendus et les inconvénients avaient été évoqués. Cette étude CMR permet de préciser certains de ces aspects ; par exemple, l'espèce cible qui nous est apparue la plus évidente pour de telles études, le sourd à ventre jaune, présente sur le plateau de Goro un taux très bas de jeunes oiseaux, pour lesquels il pourrait donc être difficile de suivre les mouvements de dispersion.

Une zone probable de moindre connectivité existe donc probablement au centre du plateau de Goro, matérialisé par FT_STBG ; on reste cependant limité en termes de propositions opérationnelles une fois ce constat réalisé, comme il avait déjà été précédemment mentionné (Duval & Desmoulins 2017) ;

1. cette moindre connectivité détectée peut être une conséquence récente de l'activité industrielle actuelle, mais peut aussi être en l'état depuis la mise en place du faciès actuel de fragmentation des habitats forestiers sur le plateau de Goro qui est vieux de plus d'un demi-siècle (Utard 2015), ou être quasi « naturelle » en raison d'un habitat qui y est sensiblement différent (maquis et plateau de fer , abondance en Cypéracées, absence de relief important)

2. cette moindre connectivité détectée n'a pas forcément un impact sur la connectivité globale des reliques forestières, soit parce qu'elle reste suffisante en fonction de l'échelle de temps envisagée, soit parce qu'elle est compensée par une connectivité suffisante en périphérie de la zone d'étude et un fonctionnement du plateau de Goro comme un élément d'une métapopulation plus vaste que la zone d'étude.

3. cette moindre connectivité n'implique donc pas automatiquement la mise en place de mesures de renforcement des corridors, d'autant plus que son poids doit être pris en compte dans un ensemble d'autres facteurs, comme le rôle des espèces invasives ou la taille et la qualité de l'habitat des reliques forestières (Duval & Desmoulins 2017), qui permettront ainsi de cibler pour les opérations de restauration soit plutôt les corridors, soit plutôt les lisières forestières, ceci dans un contexte de capacité important (de l'ordre de 30 ha annuels pour des opérations de revégétalisation ou de 10 ha annuels pour du renforcement, MacCoy *comm pers*) mais néanmoins limité.

RÉFÉRENCES

- Brooker L. & Brooker M. 2002. Dispersal and population dynamics of the bluebreasted fairywren, *Malurus pulcherrimus*, in fragmented habitat in the Western Australian wheatbelt. *Wildlife Research* 29 : 225 – 233.
- Clobert J., Danchin E., Dhondt A. & Nichols J. 2001 *Dispersal*. Oxford : Oxford University Press.
- Duval T. 2016. Guide pratique pour participer au baguage des oiseaux lors des suivis en province nord, Nouvelle Calédonie. Version v2.2. Avril 2016. Document Hémisphères. 112 pp.
- Duval T. 2017 a. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Année 2017. Document Hémisphères. 17 pp.
- Duval T. 2017 b. Protocole d'étude sur l'état de la fonctionnalité des corridors écologiques pour l'avifaune du plateau de Goro. Document Hémisphères. 9 pp.
- Duval T. & Desmoulins F. 2017. État de la fonctionnalité des corridors écologiques. Étude préliminaire. Document Hémisphères. 30 pp.
- Duval T. 2018. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Année 2018. Document Hémisphères. 21 pp.
- Higgins P. & Peter J. 2002. Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds, Volume 6: Pardalotes to Shrike-thrushes. Volume 6. Publisher Oxford University Press, Melbourne.
- Pyke G., Pulliam H. & Charnov E. 1977. Optimal foraging ; selective review of theory and tests. *Quarterly Review of Biology* 52, 137 – 154.
- Utard S. 2016. Caractérisation de la connectivité écologique du Grand Sud calédonien par une approche paysagère. Rapport de fin d'études d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage. Agrocampus Ouest. 87 pp.
- Duval T. & Wanguene M. 2017. Etat initial des populations d'oiseaux du site de la Guen (mont Panié, hienghène), avant contrôle des rats. Bilan de 3 années de capture marquage recapture (2014 – 2016). Hémisphères. 27 pp.
- Létocart Y. 1997. Observations par radio tracking des comportements du notou (*Ducula goliath*) dans le Parc Provincial de la Rivière Bleue de Août 1993 à Décembre 1997. Rapport non publié pour le Service des Parcs et Réserves Terrestres, Direction des Ressources Naturelles, Province Sud. 45 pp.