

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT
VALE NOUVELLE-CALEDONIE

**SUIVI DE L'AVIFAUNE FORESTIÈRE ET
LACUSTRE DU PLATEAU DE GORO.
ANNÉE 2018**



DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT
VALE NOUVELLE-CALEDONIE

**SUIVI DE L'AVIFAUNE FORESTIÈRE ET
LACUSTRE DU PLATEAU DE GORO.
ANNÉE 2018**

Thomas DUVAL

Photo de couverture (Thomas DUVAL) : la perruche à front rouge, omniprésente autour du plateau de Goro.

Citation : DUVAL T. 2018. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Année 2018. Document Hémisphères. 21 pp.

Fichiers d'accompagnement ; base des données brutes des points d'écoute forestiers 2018 et des points d'observation lacustre 2018

Table des matières

Résumé.....	4
I. Matériel et méthodes.....	5
1. Suivi forestier.....	5
2. Suivi lacustre.....	5
3. Analyse.....	5
II. Résultats.....	7
1. Indices ponctuels d'abondance des espèces contactées.....	7
2. Espèces d'intérêt particulier.....	7
3. Tendances générale 2008 – 2018 par espèce.....	10
4. Tendances générale 2008 – 2018 par reliques forestières.....	12
5. Comptages sur la plaine des Lacs.....	15
III. Discussion.....	16
1. Biais méthodologiques.....	16
2. Stabilité des indices.....	17
3. Cortège spécifique.....	18
Références.....	19
Annexes.....	21

RÉSUMÉ

- Depuis 2008, un suivi de l'avifaune forestière est effectué par points d'écoute sur le plateau de Goro et un suivi des oiseaux d'eau de la plaine des Lacs est effectué par points d'observation, afin de mesurer l'impact potentiel de l'activité industrielle de Vale Nouvelle Calédonie sur ces sites.

- En 2018, 48 points d'écoute de 10 minutes, avec 4 réplicas chacun, ont été effectués entre le 3 octobre et le 1^{er} novembre, sur 12 reliques forestières, conformément au protocole déployé depuis 2008.

- Neuf espèces apparaissent en progression sur la période 2008 - 2018; les 2 coucous, l'échenilleur pie, le rhipidure tacheté le polochion moine, le miro, les deux sourds, la perruche à front rouge (tous LC selon les critères de l'IUCN). Huit espèces sont stables ; l'échenilleur calédonien, le méliophage barré, le suceur, les deux monarques, le petit rhipidure, l'autour à ventre blanc (NT), le notou (NT). Quatre paraissent en régression, le sucrier, le lunette à dos vert, la gérygone et le cardinal.

- 3 reliques forestières présentent une richesse spécifique nettement inférieures aux 9 autres ; Koué Nord, forêt S2 et Koué Est Carrière sont les reliques les plus proches d'activité d'extraction et / ou isolées et / ou de faible taille.

- Le cortège et les comptages d'oiseaux d'eau sur la Plaine des Lacs en 2018 sont similaires aux années précédentes, le fuligule austral représentant la majorité des observations ; comme en 2017, le cormoran noir n'a pas été contacté.

- Des biais méthodologiques sont exposés qui peuvent compliquer l'interprétation de l'évolution des indices d'abondance en termes d'évolution d'effectifs présents.

- Même si l'avifaune semble stable voire en progression pour certaines espèces sur la période 2008 – 2018, des tendances sur un plus long terme peuvent pour l'instant échapper à la sensibilité du suivi mis en place.

I. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Suivi forestier

Le suivi de l'avifaune forestière est réalisé selon un protocole identique à celui déployé de 2008 à 2017 (Desmoulins 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, Duval 2017) ; points d'écoute (Blondel *et al* 1981, Bibby *et al* 2000) de 10 minutes sans limitation de distance, avec 4 réplicas effectués par points d'écoute, 2 le matin, 2 l'après-midi.

Le matin, les points d'écoute sont généralement commencés vers 6h15 (au moins 15 minutes après que le chorus matinal soit considéré comme terminé) et réalisés jusqu'à environ 9h30 ; l'après-midi, ils sont généralement effectués entre 14h30 et 17h30. Les points d'écoute sont effectués entre septembre et décembre (idéalement d'octobre à novembre), ce qui correspond à la saison de reproduction et au pic d'activité de chant de la plupart des passereaux forestiers (Barré *et al* 2013), donc à la plus forte détectabilité des effectifs nicheurs.

Pendant les points d'écoute, tous les oiseaux vus ou entendus (chants, cris) et considérés comme des individus différents sont notés. Des jumelles 10 * 42 sont utilisées si nécessaire pour les observations. La date, l'heure et les principaux biais de détection (vent, pluie, nuages, conditions d'écoute) sont également relevés.

Sur le terrain, les localisations des points d'écoute (Illustration 1) ont été atteintes en utilisant leurs coordonnées GPS (utilisation d'un Garmin 62 s); les points d'écoute sont généralement situés à des endroits particuliers (chablis important, kaori, banyan ou chène-gomme imposant, arbre-mort sur pied, cuvette...) et aucun balisage additionnel n'a été effectué.

2. Suivi lacustre

Le suivi de l'avifaune lacustre a été réalisé selon un protocole voisin de ceux déployés de 2008 à 2015 (Desmoulins 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015), le même qu'en 2017 (Duval 2017) ; 3 points d'observation de 10 minutes étaient initialement effectués et répétés un nombre variable de fois selon les années. En 2017 et 2018, ces points ont été complétés et ce sont 2 points d'observation par « lac » (les 2 secteurs du Lac en 8, le Grand Lac et le Lac Intermédiaire) qui ont été effectués, sans limitation de temps d'observation, soit 8 points d'observation au total, réalisés successivement (pour limiter les envols d'individus d'un lac à un autre) ; les points d'observation ont généralement duré 5 à 10 minutes (environ 1h30 pour un passage sur l'ensemble des 4 lacs), la contrainte temps n'ayant pas la même importance que pour un point d'écoute ; l'objectif est un décompte d'individus et non pas la production d'un indice d'abondance. De même ces points ont été effectués entre 10h00 et 13h00 mais peuvent être effectués quelque soit le moment de la journée, car la détectabilité des oiseaux d'eau change peu qu'ils soient au repos ou en nourrissage. Les observations sont réalisés à la jumelle (Kite Petrel 10 * 42) et à la longue-vue (Optolyth HD 80, oculaire 30 W, trépied Manfrotto).

3. Analyse

Toutes les données pour chaque réplicas des points d'écoute forestier sont saisies dans un tableur (Libreoffice Calc); pour chaque point d'écoute et chaque espèce, c'est le maximum de contacts des 4 réplicas qui est extrait pour les analyses, dans l'objectif de minimiser les variations liées notamment à la météo sans recourir à des modélisations statistiques plus complexes.

Les indices ponctuels d'abondance et fréquence d'occurrence pour 2018 sont calculés comme en 2017 ainsi ;

– indice d'abondance ; nombre moyen de contacts par point d'écoute pour une espèce donnée ; plus il est élevé, plus l'espèce est abondante en termes d'effectifs contactés.

– fréquence d'occurrence ; pourcentage de points d'écoute où une espèce donnée a été détectée ; plus elle est élevée, plus l'espèce est largement répartie sur le secteur d'étude.

Les observations manquantes (année 2016 et les 4 points de Koué Nord en 2009) sont remplacées par des valeurs prédites par un modèle log-linéaire basés sur les valeurs observées à l'aide du logiciel TRIM (Pannekoek & Van Strien 2010).

Des tests statistiques permettent de déterminer si les variations d'indices d'abondance sont statistiquement significatives, c'est à dire qu'elles ne sont pas le fait du hasard ; ces tests sont réalisés avec le logiciel TRIM. Les variations calculées sont significatives lorsque l'on estime à moins de 5% le risque qu'elles puissent être le fruit du hasard ($p < 0,05$). Les tests statistiques ont été réalisés sur les espèces dont le cumul des maximums de contact sur les 11 ans de suivi étaient au moins égal à 100 sur la période (limite arbitraire mais opérationnelle, au voisinage de cette valeur le modèle linéaire devient souvent mal ajusté), en excluant loriquets et salanganes qui sont mal appréhendés par points d'écoute (Duval & Desmoulins 2017). Chaque point d'écoute est considéré comme un site différent. Le modèle utilisé est le modèle linéaire, avec changement de pente chaque année sauf en 2016 (année manquante). 4 cas peuvent se présenter ;

- _ augmentation : tendance linéaire positive significative ($p < 0,05$)
- _ diminution : tendance linéaire négative significative ($p < 0,05$)
- _ stable : tendance linéaire non significative ($p > 0,05$)
- _ modèle linéaire non adapté au jeu de données

Pour chaque relique, un indice d'abondance moyen par espèce et sur l'ensemble de la période de suivi est donné par la moyenne de la somme annuelle des maximums de contact des 4 points d'écoute ; elle permet de visualiser les différences de richesse spécifique entre reliques. Une simple régression linéaire de la somme des contacts d'une espèce donnée sur l'année est effectuée pour la période de 2008 à 2018, sans test statistique ; elle permet de visualiser les grandes tendances d'évolution par espèce et par relique forestière. Les différences de tendances par espèce et par relique sont testées uniquement pour quelques espèces représentatives de Koué Est Carrière par rapport aux autres reliques, par l'addition d'une covariable *ad hoc* dans Trim.

Pour les oiseaux d'eau de la Plaine des Lacs, une description des résultats de comptage est simplement fournie et comparée aux données présentées dans les rapports annuels précédents (Desmoulins 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, Duval 2017).

Relique forestière		3 oct	4 oct	5 oct	6 oct	7 oct	8 oct	12 oct	26 oct	27 oct	28 oct	29 oct	30 oct	31 oct	1 nov
FC	Forêt cuvette _ Mine des Japonais					pm	am				pm	am			
FJ	Forêt Jaffré				pm*	am		pm*	am			pm			
FN	Forêt Nord	am					pm						pm		am
FN2	Forêt Nord _ Port Boisé	am					pm						pm		am
S2	Forêt S2			pm	am				pm	am					
FT	Forêt Tuyau		pm	am					pm	am					
KEC	Koué Est _ Carrière		pm	am						pm	am				
KE	Koué Est _ Forêt longue				pm	am			am			pm			
KN	Koué Nord			pm	am					pm	am				
PGK	Pic du Grand Kaori	pm	am										am	pm	
PDP	Pic du Pin	pm	am										am	pm	
WA	Wadjana					pm	am				pm	am			

Tableau 1: Dates de réalisation 2018 des répliques dans les 12 reliques forestières suivies du plateau de Goro.

am = matin, pm = après-midi, FC...WA codes forêt. * réalisés en deux après-midi au lieu d'une à cause de la météo

II. RÉSULTATS

1. Indices ponctuels d'abondance des espèces contactées

Les 48 points d'écoute ont été réalisés 4 fois entre le 3 octobre 2018 et le 1er novembre 2018, soit 192 répliques (Tableau 1). Les conditions météo se sont avérées globalement satisfaisantes, avec quelques journées ventées et des températures qui se sont rafraîchies fin octobre, ce qui semble avant analyse avoir diminué l'activité vocale des oiseaux. L'activité dans la fosse minière est apparue beaucoup plus intense, avec le bruit des engins très proches pénalisant les écoutes sur Koué Est – Forêt Longue ou Forêt Tuyau. Chaque matinée et chaque après-midi permettait normalement la réalisation d'un total de 8 répliques sur 2 reliques forestières associées suivant leur proximité, mais l'ordre n'a pas été systématiquement le même entre les répliques et en comparaison avec 2017 à cause des conditions d'accès changeantes (fermeture du CR10 ou de l'accès direct à Forêt Jaffré) ; pour un point d'écoute donné, chacun des 4 répliques a été réalisé un jour différent.

29 espèces ont été détectées lors des points d'écoute forestiers, dont 25 sont des taxons endémiques au niveau de l'espèce ou de la sous-espèce (Tableau 2); aucune espèce exotique n'a été détectée par point d'écoute.

Plusieurs espèces supplémentaires ont été détectées hors points d'écoute sur les parcours ou à proximité immédiate des reliques forestières, notamment ; l'hirondelle messagère, à proximité des installations de la Plaine des Lacs ; le martin-chasseur, à diverses reprises dans les maquis à proximité des reliques forestières.

2. Espèces d'intérêt particulier

Deux espèces présentes sur le plateau de Goro sont classées NT d'après les critères de l'UICN :

_ l'autour à ventre blanc, avec 19 contacts au total répartis sur 9 reliques forestières ; il est donc relativement commun dans les reliques forestières mais n'a jamais été détecté entre 2008 et 2018 dans les forêts S2 et Koué Est Carrière KEC ; en 2018 elle n'a pas été contactée non plus sur Koué Est Forêt Longue. Cette espèce est forestière mais s'accommode de milieux variés (maquis, jardins) et est donc commune sur la quasi totalité de la Grande Terre

_ le notou, avec 64 contacts au total répartis sur 7 reliques forestières ; il a été détecté en 2018 dans toutes les reliques sauf les plus proches de la fosse minière (Koué Nord, Koué Est Carrière, Koué Est « Forêt Longue » et forêt S2) ; le notou est commun dans une grande partie des massifs forestiers de la Grande Terre sous réserve d'une taille suffisante (Villard *et al* 2003) et son statut de conservation est lié à son statut de gibier.

La perruche à front rouge fait l'objet d'une attention spécifique également (64 contacts au total répartis sur 11 reliques forestières, soit toutes les zones suivies sauf Wadjana en 2018); elle est classée LC depuis 2017 d'après les critères de l'UICN (Birdlife International 2017) car elle est considérée comme une sous-espèce de *Cyanoramphus novaezelandiae* (IUCN 2018) mais était classée NT jusqu'en 2017 et VU lorsqu'elle était considérée une espèce à part entière (Legault *et al* 2011, Barré *et al* 2009, Dutson 2011), sa position taxonomique et donc son statut de conservation continuant à faire débat (Olah *et al* 2018) ; l'espèce est commune sans être abondante dans la moitié sud de la Grande Terre, notamment dans les mosaïques forestières sur sols ultramorphiques, et plus localisée dans la moitié nord.

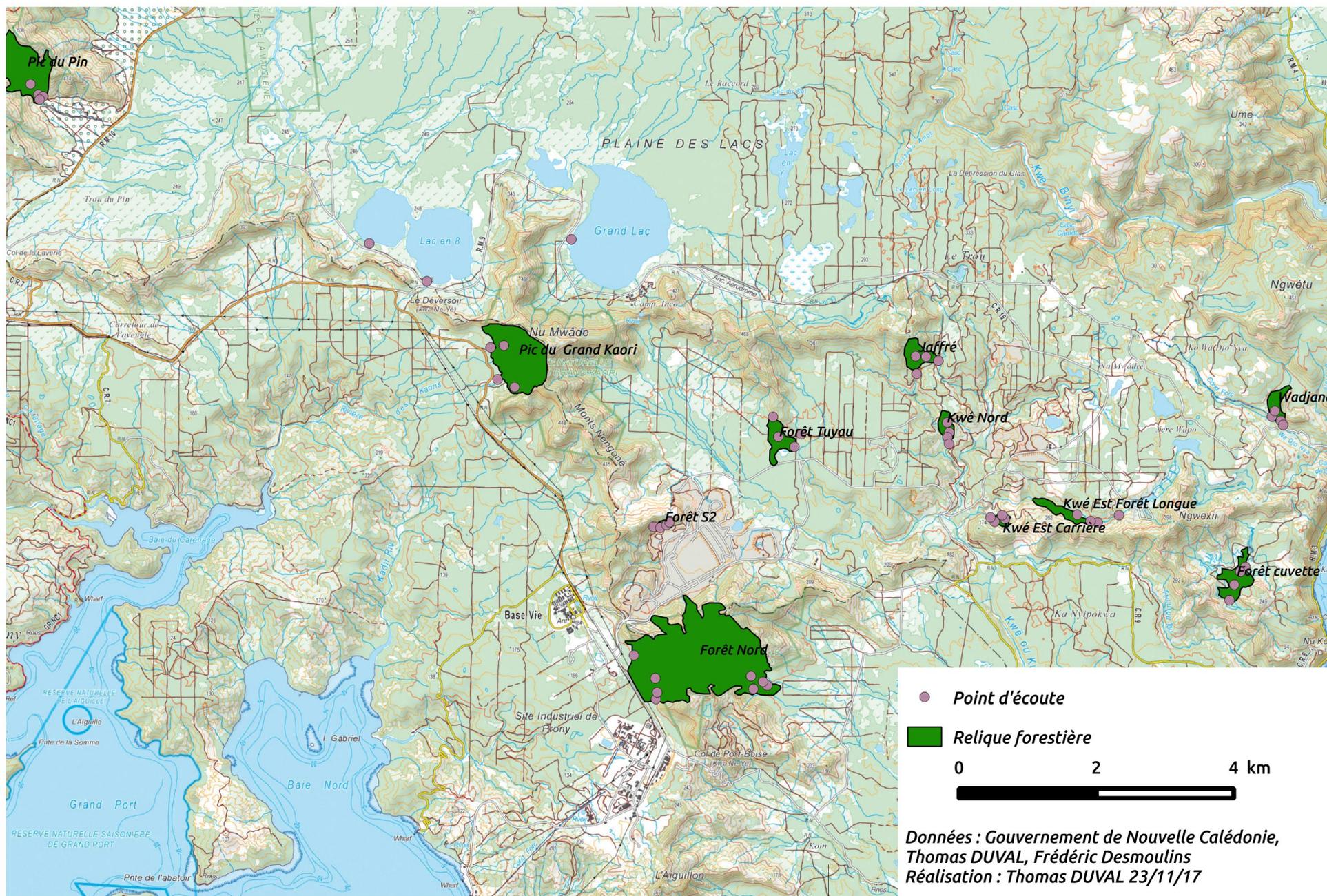


Illustration 1: Localisation des reliques forestières suivies et des points d'écoute

Code	Nom latin	Nom commun	Ind. ab.	Fq. occ.	End.	UICN
AUVE	<i>Accipiter haplochrous</i>	Autour à ventre blanc	0,3	31%	EE	NT
BAPE	<i>Pandion haliaetus cristatus</i>	Balbuzard	0,0	0%	LR	LC
BUGO	<i>Circus approximans</i>	Busard de Gould	0,0	2%	LR	LC
COCA	<i>Corvus moneduloides</i>	Corbeau	0,2	19%	EE	LC
COCU	<i>Chrysococcyx lucidus layardi</i>	Coucou cuivré	0,6	44%	LR	LC
COEV	<i>Cacomantis flabelliformis pyrrhophanus</i>	Coucou à éventail	0,4	33%	SE	LC
COTU	<i>Chalcophaps indica chrysochlora</i>	Tourterelle verte	0,1	10%	LR	LC
DIPS	<i>Erythrura psittacea</i>	Cardinal	0,5	44%	EE	LC
ECCA	<i>Coracina caledonica</i>	Echenilleur calédonien	0,3	31%	SE	LC
ECPI	<i>Lalage leucopyga montrosieri</i>	Echenilleur pie	0,6	52%	SE	LC
GEME	<i>Gerygone flavolateralis flavolateralis</i>	Gérygone	1,1	92%	SE	LC
LAVE	<i>Artamus leucorhynchus</i>	Hirondelle busière	0,2	10%	SE	LC
LOTE	<i>Trichoglossus haematodus deplanchei</i>	Loriquet	0,4	21%	SE	LC
MACH	<i>Todiramphus sanctus canacorum</i>	Martin-chasseur	0,0	0%	SE	LC
MEBA	<i>Glycifohia undulata</i>	Mélyphage barré	2,9	98%	EE	LC
MEOR	<i>Lichmera incana incana</i>	Suceur	3,0	85%	SE	LC
MISI	<i>Haliastur sphenurus</i>	Milan siffleur	0,0	2%	LR	LC
MIVE	<i>Eopsaltria flaviventris</i>	Miro	0,9	73%	EE	LC
MOBR	<i>Clytorhynchus pachycephaloides pachycephaloides</i>	Monarque brun	0,3	23%	SE	LC
MOME	<i>Myiagra caledonica</i>	Monarque à large bec	0,9	65%	SE	LC
MYCA	<i>Myzomela caledonica</i>	Sucrier	4,0	100%	EE	LC
NOTO	<i>Ducula goliath</i>	Notou	0,8	48%	EE	NT
PEFR	<i>Cyanoramphus novaezelandiae saisseti</i>	Perruche à front rouge	0,9	56%	SE	LC*
PIGO	<i>Columba vitiensis hypoenochroa</i>	Pigeon collier blanc	0,1	8%	SE	LC
POMO	<i>Philemon diemenensis</i>	Polochion moine	0,3	23%	EE	LC
RHCO	<i>Rhipidura albiscapa bulgeri</i>	Petit rhipidure	1,0	71%	SE	LC
RHTA	<i>Rhipidura verreauxi verreauxi</i>	Rhipidure tacheté	0,9	71%	SE	LC
SASO	<i>Collocalia esculenta albidior</i>	Salangane soyeuse	0,0	2%	SE	LC
SICA	<i>Pachycephala caledonica</i>	Sourd à ventre jaune	2,4	100%	EE	LC
SIIT	<i>Pachycephala rufiventris xanthebraea</i>	Sourd à ventre roux	0,9	71%	SE	LC
STCA	<i>Aplonis striata striata</i>	Stourne calédonien	0,0	0%	SE	LC
ZODV	<i>Zosterops xanthochrous</i>	Lunette à dos vert	3,1	100%	EE	LC
ZODG	<i>Zosterops lateralis griseonata</i>	Lunette à dos gris	0,0	0%	SE	LC

Tableau 2: Résultats des points d'écoute 2018 sur le plateau de Goro.

Ind. Ab = indice d'abondance ponctuel en 2018, Fq. occ. = fréquence d'occurrence en 2018. End. = niveau d'endémisme (Barré et al 2009), LR = espèce à large répartition régionale, SE = sous-espèce endémique, EE = espèce endémique, UICN = statut UICN (IUCN 2018), LC=Least Concern soit considéré « non menacé », NT = Near Threatened soit considéré « quasi menacé ». LC* voir texte.

3. Tendence générale 2008 – 2018 par espèce

Le détail des analyses réalisées est présenté dans le Tableau 5 (Annexes), une présentation synthétique des tendances est donnée sous forme de taux moyen annuel d'évolution des indices d'abondance (Illustration 3), avec en exemple une représentation des taux annuels pour 6 espèces, 3 en régression et 3 en progression (Illustration 2).

Sur les 21 espèces suivies avec des données suffisantes (cumuls > 100 contacts) ;

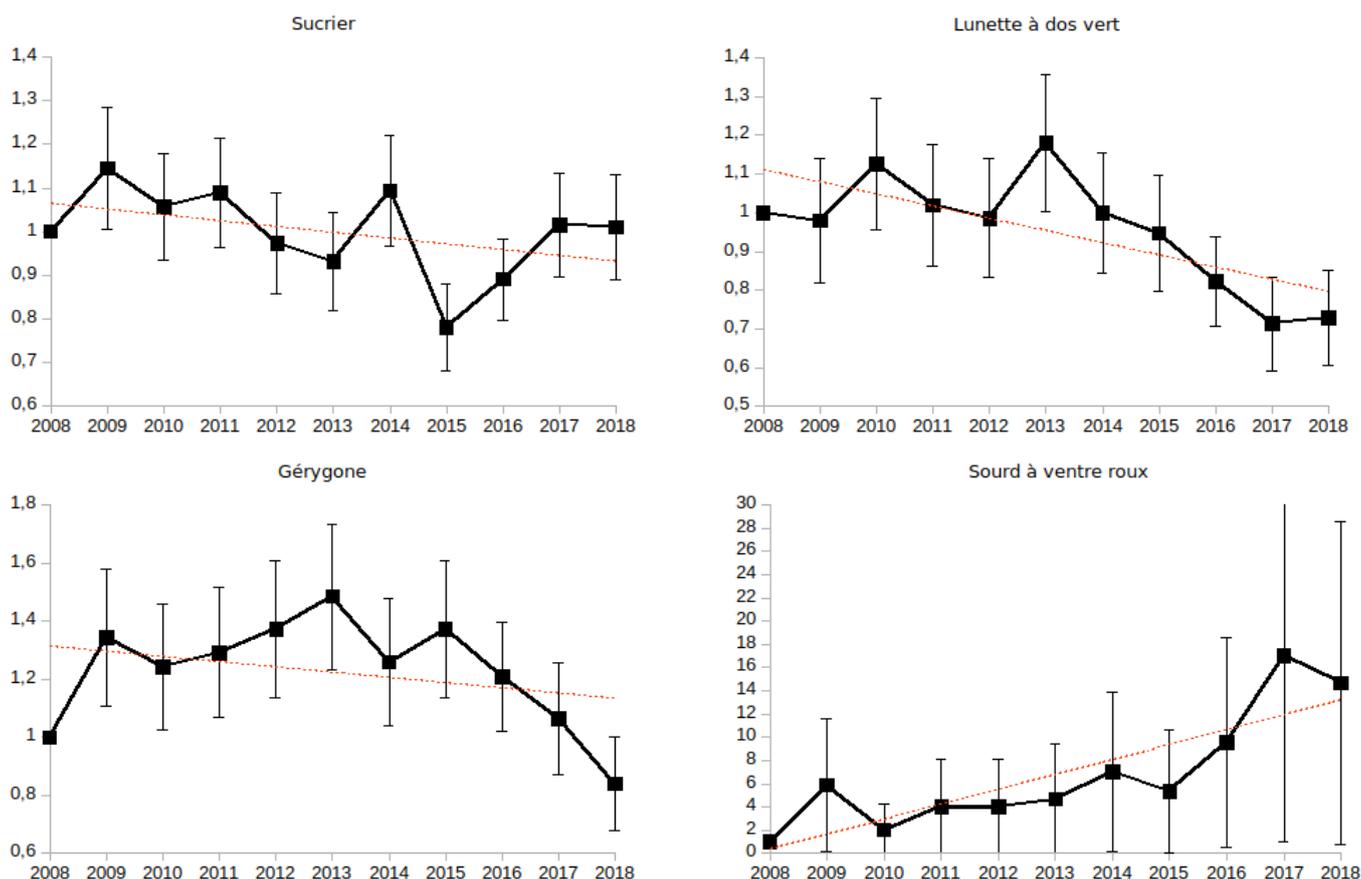
_ 9 espèces apparaissent en augmentation ; les 2 coucou (coucou cuivré et coucou à éventail), l'échenilleur pie, le rhipidure tacheté le polochion moine (modèle linéaire utilisé mal adapté pour cette espèce), le miro, les deux sourds (sourd à ventre roux et sourd à ventre jaune), la perruche à front rouge

_ 8 sont stables ; l'échenilleur calédonien, le méliphage barré, le suceur (modèle linéaire utilisé mal adapté pour cette espèce), les deux monarques (monarque brun et monarque à large bec), le petit rhipidure, l'autour à ventre blanc, le notou

_ 4 sont en régression, le sucrier, le lunette à dos vert, la gérygone et le cardinal (modèle linéaire utilisé mal adapté pour cette espèce).

Les 2 espèces quasi-menacées (selon les critères de l'IUCN) sont donc stables. Le lunette à dos vert présente des indices d'abondance en régression significative sur la période écoulée ; un réexamen du jeu de données montre d'une part un décrochement des contacts en 2017 – 2018, correspondant au changement d'observateur, ainsi que des indices d'abondance de 10 contacts sur un nombre important de points d'écoute en 2010, 2013 et 2014, qui suggère que des périodes d'écoute hors saison de reproduction. La baisse significative des contacts ne correspond donc probablement pas à une réelle régression des effectifs de lunette à dos vert.

Illustration 2: Evolution de l'indice annuel d'abondance de 6 passereaux sur le plateau de Goro entre 2008 et 2018. Base 2008 = 1



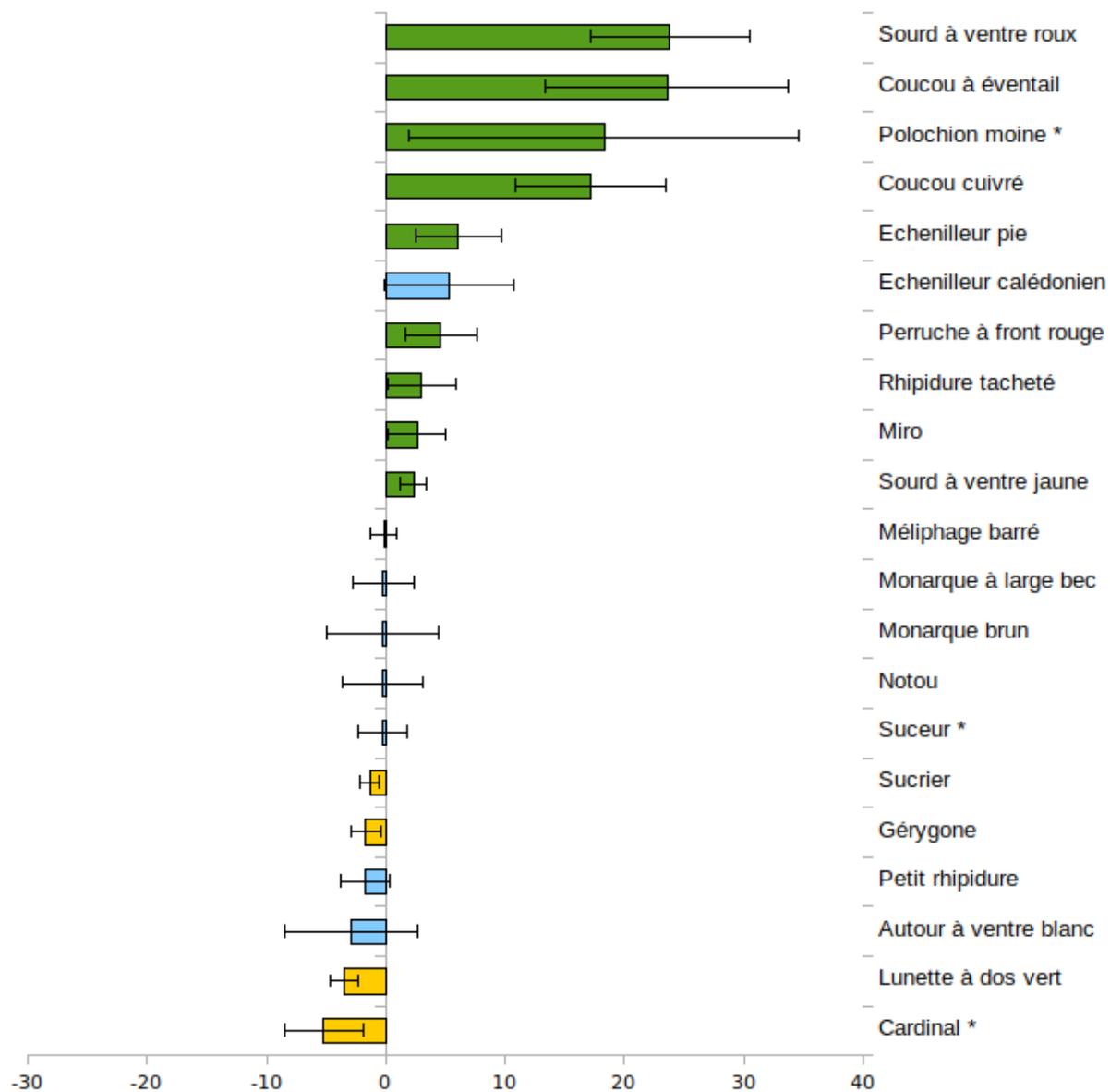
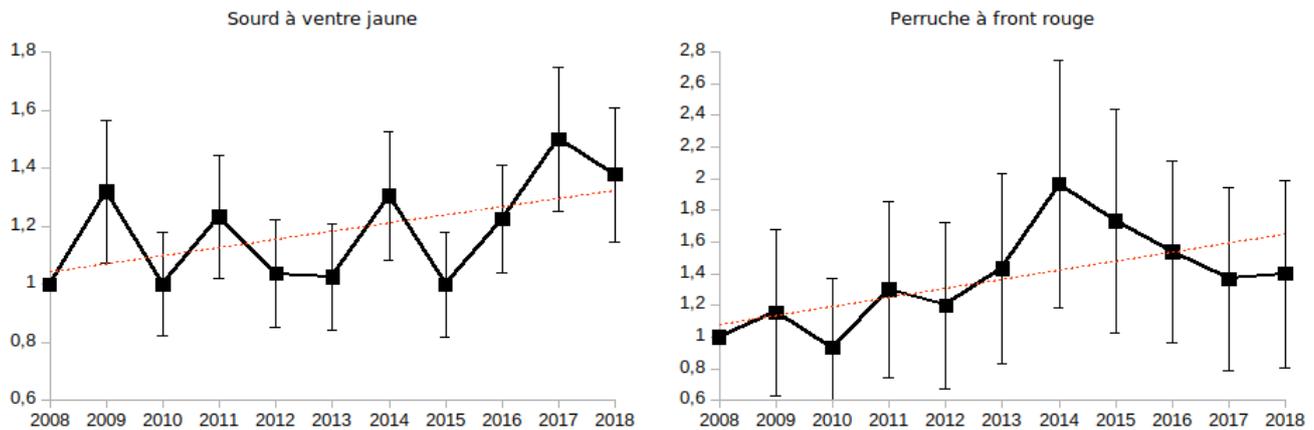


Illustration 3: Evolution des oiseaux communs sur le plateau de Goro de 2008 à 2018

Espèces classées par ordre décroissant de la tendance. Les valeurs sont les taux annuels moyens d'évolution (en pour cent) ; la barre d'erreur précise l'intervalle de confiance (95%) autour de cette tendance. Le vert représente les espèces en augmentation significative ; le bleu, celles qui sont stables ; le orange, les espèces en déclin ;* les espèces pour lesquelles le modèle linéaire utilisé est mal adapté.

4. Tendance générale 2008 – 2018 par reliques forestières

Les différences entre reliques forestières sont matérialisées par leur richesse spécifique moyenne et leurs tendances d'évolution par espèces (pentes des droites de régression du total des contacts sur l'année)(Illustration 4 & Illustration 5) ; la description simplifiée de « l'état de santé » de chaque relique forestière est fournie au moyen de codes couleurs, du rouge (tendances à la régression ou faibles indices d'abondance) au vert (tendances à la progression ou forts indices d'abondance). Un focus est réalisé sur Koué Est Carrière en liaison avec la fermeture de la carrière.

	Forêt envette Mine des Japonais	Forêt Jaffré	Forêt Nord	Forêt Nord Port Boisé	Forêt Tuyau	Koué Est Forêt longue	Koué Est Carrière	Koué Nord	Pic du Pin	Pic du Grand Kaori	Forêt S2	Wadjana
Autour à ventre blanc	0,3	1,9	0,4	1,1	1,5	0,4	0,0	0,7	1,9	1,4	0,0	0,3
Corbeau	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,6	0,1	0,1
Coucou cuivré	0,7	1,7	3,1	3,0	2,0	0,1	0,1	0,0	1,4	2,5	0,0	0,4
Coucou à éventail	0,8	1,5	2,6	1,4	2,1	0,1	0,0	0,1	0,7	1,7	0,0	1,2
Echenilleur calédonien	1,1	1,2	3,3	2,4	1,7	1,1	0,5	1,4	1,5	1,8	0,0	0,6
Echenilleur pie	2,2	3,7	1,5	1,3	4,2	2,6	1,9	2,9	1,9	3,1	0,0	0,6
Gérygone	7,3	5,9	6,6	6,5	6,4	7,2	6,3	5,7	6,7	6,2	5,3	5,9
Méiphage barré	10,6	12,0	7,7	16,7	11,2	8,8	11,3	12,0	15,5	12,4	11,0	10,9
Suceur	9,6	1,3	7,5	13,1	9,6	3,1	11,2	9,2	11,2	21,9	5,5	14,2
Miro	4,9	4,9	5,0	6,7	5,4	3,8	2,2	4,4	3,4	4,9	1,0	2,0
Monarque brun	2,5	2,2	2,5	2,7	0,8	0,4	0,0	0,0	2,9	2,0	0,0	0,2
Monarque à large bec	3,8	3,6	2,8	5,3	3,7	2,1	1,4	3,9	4,8	5,0	0,2	0,9
Sucrier	15,8	18,2	13,9	20,4	17,7	14,4	14,3	17,2	14,3	16,8	15,7	14,9
Notou	2,2	1,4	5,9	10,6	0,4	0,2	0,1	0,0	1,5	7,1	0,0	2,1
Perruche à front rouge	2,2	4,7	3,6	4,3	5,2	1,4	1,2	2,0	7,4	5,4	1,9	1,2
Polochion moine	0,7	0,6	0,9	4,2	0,9	0,8	0,9	0,4	1,4	1,3	0,0	0,0
Petit rhipidure	3,3	4,5	5,3	4,1	4,5	3,3	3,4	3,2	6,8	3,6	4,2	3,8
Rhipidure tacheté	3,9	4,0	3,6	4,6	4,8	3,1	2,3	3,6	4,4	3,7	0,8	1,4
Sourd à ventre jaune	8,1	9,1	9,1	8,7	8,1	7,9	6,0	7,3	9,6	8,7	5,8	8,2
Sourd à ventre roux	2,0	2,6	1,6	0,7	1,9	1,4	1,0	0,7	3,2	2,5	0,3	1,8
Lunette à dos vert	20,5	13,2	18,4	25,8	16,0	13,6	15,1	17,4	15,5	14,5	12,6	16,7

Illustration 4: Moyenne des contacts sur la période 2008 – 2018 par relique forestière et par espèce

La somme des maximum de contacts par point d'écoute (4 réplicas) est additionnée pour les 4 points réalisés par relique et par an, puis la moyenne est calculée sur la période 2008 – 2018 et arrondie au dixième. Entouré ; Koué Est Carrière

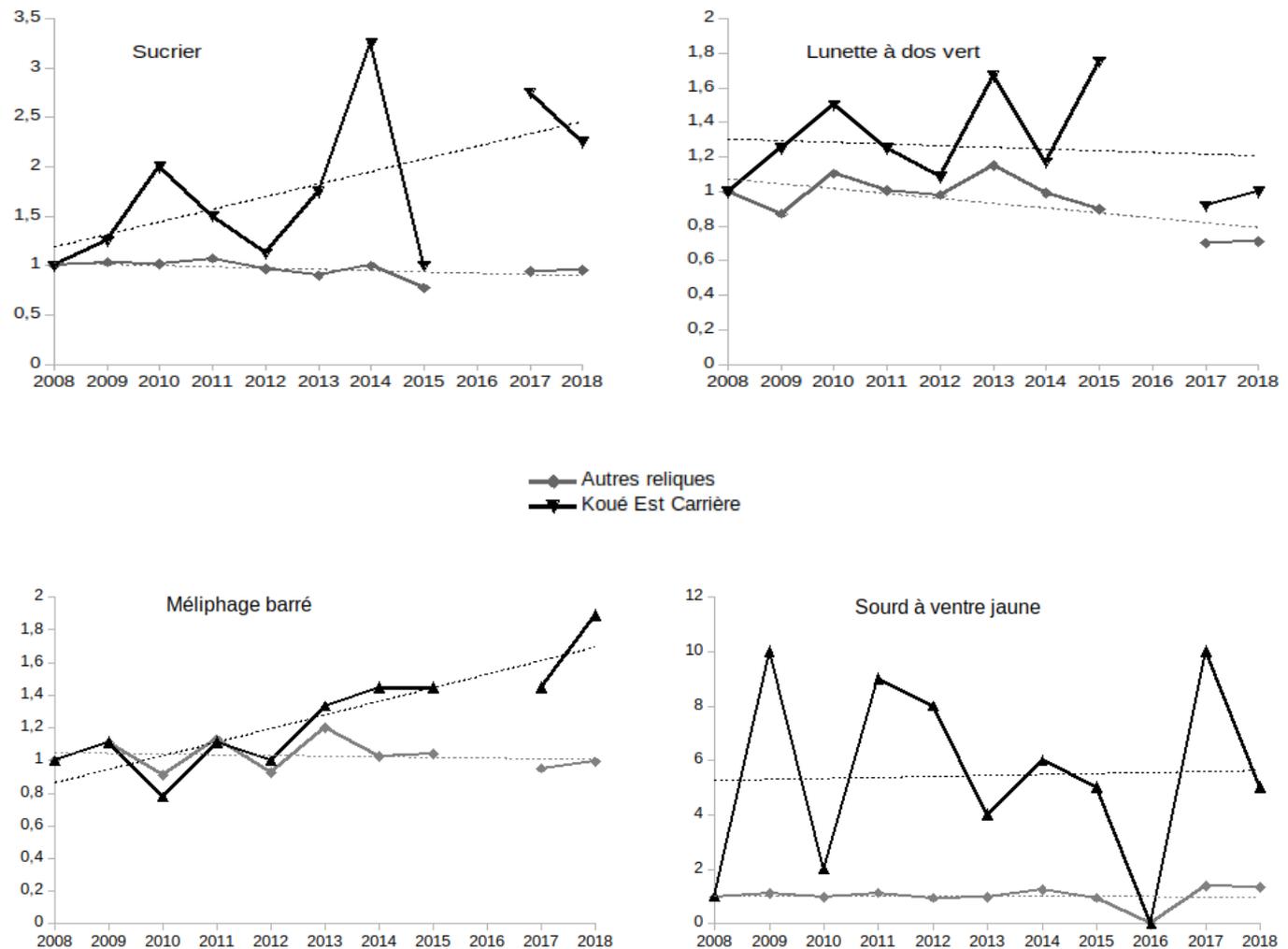
	Forêt cuvette Mine des Japonais	Forêt Jaffré	Forêt Nord	Forêt Nord Port Boisé	Forêt Tuyau	Koué Est Forêt longue	Koué Est Carrière	Koué Nord	Pic du Pin	Pic du Grand Kaori	Forêt S2	Wadjana
Autour à ventre blanc	0,0	-0,3	0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2
Corbeau	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Coucou cuivré	0,2	0,4	0,2	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,2
Coucou à éventail	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2
Echenilleur calédonien	0,0	0,1	0,0	0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	0,0	0,1
Echenilleur pie	0,1	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2	0,4	0,2	0,0	-0,1
Gérygone	-0,3	-0,3	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1
Méiphage barré	0,0	0,2	-0,5	-0,4	0,3	0,2	0,7	0,2	-0,1	-0,4	0,2	-0,6
Suceur	-0,7	-0,1	-0,6	-0,2	0,0	0,1	1,0	1,0	-0,6	-1,3	-0,1	1,0
Miro	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,7	-0,2	-0,1	0,3	0,1
Monarque brun	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,2	0,0	0,0
Monarque à large bec	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	-0,1	-0,2
Sucrier	-0,2	-0,5	0,2	-0,4	-0,6	0,2	1,0	0,0	-0,8	-0,7	0,0	-0,2
Notou	0,2	-0,3	-0,5	-0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4
Perruche à front rouge	0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,3	0,1	0,2	0,0	0,4	0,4	0,1	0,1
Polochion moine	0,1	0,1	-0,1	0,6	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
Petit rhipidure	-0,1	-0,2	0,1	0,0	0,0	-0,4	-0,2	-0,3	-0,3	0,2	0,1	0,1
Rhipidure tacheté	0,2	-0,2	-0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	-0,2	0,3	-0,2	0,1	0,0
Sourd à ventre jaune	0,3	-0,1	-0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,7	0,4	0,2
Sourd à ventre roux	0,5	0,2	0,0	0,2	0,8	0,5	0,3	0,2	0,6	0,3	0,1	0,2
Lunette à dos vert	-1,1	-0,3	-0,1	-2,0	-0,7	-0,3	-0,1	-1,1	-0,1	0,4	-0,8	-0,1

Illustration 5: Tendence d'évolution des indices d'abondance par relique forestière entre 2008 et 2018 sur le plateau de Goro

Pente = pente de régression linéaire 2008 – 2018 ou variation annuelle du nombre de contacts

Trois reliques forestières sont nettement moins riches que les autres, il s'agit de S2, KN et KEC. Le notou et le monarque brun sont notamment absents de ces reliques, les coucous très peu contactés, et dans le cas de S2, des espèces ubiquistes n'ont également jamais été détectées, comme les échenilleurs pie et calédonien. Ces 3 reliques sont les plus proches des activités de la mine (carrière, fosse minière, usine de résidu sec).

Les tendances d'évolution spécifiques sont assez peu différenciées entre reliques forestières ; les pentes des droites de régression sont d'autant plus marquées que le nombre de contacts moyen est grand ; le recul en apparence plus marqué de certaines espèces (méliphage barré, sucrier par exemple) dans les réserves provinciales de Pic du Pin, Pic du Grand Kaori ou Forêt Nord sont des artefacts. Sur Koué Est Carrière, on notera notamment que les indices d'abondance du sucrier ou du méliphage barré sont en progression relative significative ($p < 0,001$) par rapport aux autres reliques forestières ; les autres indices sont globalement similaires (par exemple, lunette à dos vert ou sourd à ventre jaune, Tableau 3).



	Koué Est Carrière		Autres reliques		p	Significatif ?
	a	SE	a	SE		
Sucrier	1,0945	0,0156	0,9824	0,0039	0,0000	+++
Méliphage barré	1,0761	0,0198	0,9922	0,0053	0,0001	+++
Petit rhipidure	0,9505	0,0393	0,9836	0,0104	0,2191	NS
Lunette à dos vert	1,0274	0,0239	0,9664	0,0063	0,2454	NS
Sourd à ventre jaune	1,0073	0,0228	1,2252	0,0059	0,7499	NS

Tableau 3: Comparaison des tendances d'évolution 2008 - 2018 dans Koué Est Carrière avec les autres reliques pour quelques passereaux

a : coefficient multiplicateur annuel de l'indice SE écart type NS non significatif

5. Comptages sur la plaine des Lacs

Les 8 points d'observation sur la Plaine des Lacs ont été réalisés ensemble à 4 reprises du 5/10/18 au 4/11/18, entre 10:30 et 17:15. 8 espèces ont été contactées (Tableau 4), dont deux non inféodées aux étendues d'eau (milan siffleur & busard de Gould) ;

_le cormoran pie ; maximum de 7 individus (4/11/18) ; la plupart des observations concernait des oiseaux émergés à proximité de la rive sud du Grand Lac. Cet effectif est relativement stable depuis le début des suivis

_le grand cormoran ; maximum de 21 individus (27/10/18 et 4/11/18), la plupart du temps observés sur la plateforme à proximité de la rive sud du Grand Lac, et sur la bande rocheuse émergée de l'angle nord-ouest du Lac en 8 Est.

_le canard à sourcil ; maximum de 12 individus (4/11/18), principalement vers la rive sud du Grand Lac

_le fuligule austral ; maximum de 92 individus le 4/11/18, alors en deux groupes (un s'alimentant sur le centre du Lac en 8 droit, un au repos sur les berges sud du Grand Lac en compagnie des cormorans et canards à sourcils ; l'effectif observé en 2018 est proche de celui en 2017 ; les effectifs observés étaient nettement inférieurs en octobre 2018 (12 – 30 individus).

_l'aigrette des récifs ; 1 individu observé sur le Lac Intermédiaire (4/11/18).

_le grèbe australasien ; maximum de 9 individus (4/11/18), dont 8 en un seul groupe vers le nord du Lac Intermédiaire.

Comme en 2017, le cormoran noir n'a pas été observé, contrairement aux années 2011 à 2014. A cette exception près, les effectifs d'oiseaux d'eau observés semblent relativement stables.

Nom latin	Nom commun	Max.	End.	UICN
<i>Phalacrocorax m. melanoleucos</i>	Cormoran pie	7	LR	LC
<i>Egretta sacra albolineata</i>	Aigrette sacrée	1	LR	LC
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	21	LR	LC
<i>Anas superciliosa pelewensis</i>	Canard à sourcils	12	LR	LC
<i>Aythya a. australis</i>	Fuligule austral	92	LR	LC
<i>Tachybaptus novaehollandiae leucosternos</i>	Grèbe australasien	9	LR	LC

Tableau 4: Oiseaux d'eau contactés sur la Plaine des Lacs

Max. = maximum contactés lors de l'étude sur l'ensemble Grand Lac / Lac en 8 / Lac Intermédiaire. End. et UICN voir Tableau 2.

III. DISCUSSION

1. Biais méthodologiques

Plusieurs biais doivent d'abord être pris en compte pour l'interprétation des résultats.

1. Les données 2008 - 2015 d'une part et 2017 - 2018 d'autre part ont été collectées par 2 observateurs différents. Le changement d'observateur induit, indépendamment de leur expérience, des changements dans le décompte des contacts ; appréciation subjective de 2 contacts comme différents ou comme le même individu, autolimitation subjective de la distance de détection (limites de perception ou d'individualisation du son). Les décomptes 2017 - 2018 des oiseaux forestiers reste cependant dans la fourchette des décomptes précédents, ce qui peut indiquer que le changement d'observateur n'a pas induit un biais trop important ; pour le lunette à dos vert, le décrochement observé en 2017 - 2018 (Tableau 3) est probablement dû à des périodes d'écoute antérieures parfois hors reproduction (voir 4.)

2. Les points d'écoute ne sont pas tous indépendants, certes de façon variable selon l'espèce considérée, avec quelques points cependant trop rapprochés pour être considérés indépendants quelque soit l'espèce. Cela induit des doubles comptages qui ont tendance à amplifier les variations d'abondance annuelles, et qui ne permettent pas de respecter les hypothèses d'application d'un certain nombre d'analyses statistiques. Les fortes hausses ou fortes baisses d'abondance annuelle constatées pour certaines espèces doivent donc être interprétées avec précaution. Un exemple est donné avec la perruche à front rouge (Illustration 6) ; les individus contactés sur plusieurs points d'une relique forestière sont en général les mêmes individus (observations de 2017 et 2018) ; si le même cas de figure s'est présenté entre 2008 et 2015, il est préférable d'utiliser un unique comptage par relique et par année, correspondant au maximum contacté sur un des 4 points correspondants. La tendance obtenue reste à la hausse, mais moins marquée.

3. Deux points d'écoute dans la forêt Koué Nord, KN1 et KN4, ont été déplacés entre 2008 et 2010 avant d'être réalisés à l'identique entre 2010 et 2018, à cause de l'ouverture de la route menant de l'usine à la fosse minière en 2009 (année où le suivi KN n'a pas pu être réalisé) ; les données 2008 ont cependant été intégrées dans leur totalité car ces 2 points représentent très peu de contacts ramenés à l'ensemble des données.

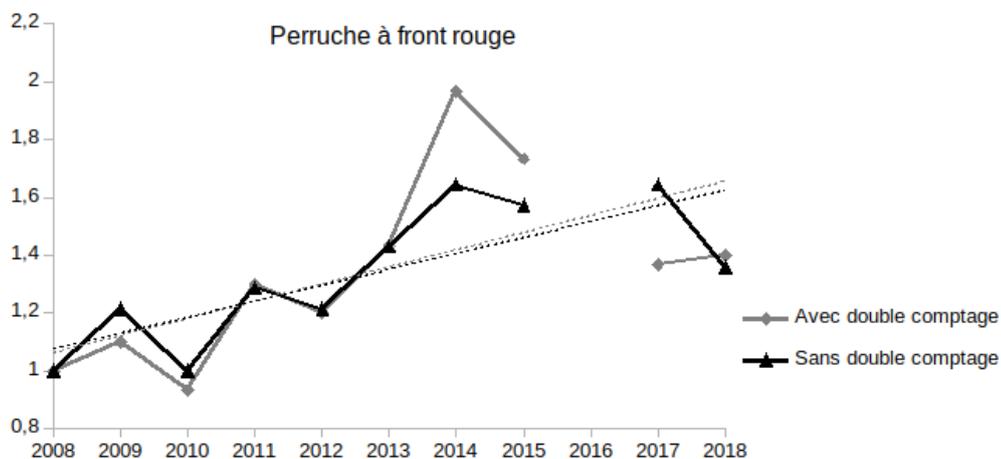


Illustration 6: Suivi des perruches à front rouge sur le plateau de Goro ; impact des doubles comptages

Avec double comptage ; somme annuelle des maximums contactés pour chaque point d'écoute. Sans double comptage ; somme annuelle des maximums contactés par relique. Dans les deux cas, base 2008 = 1

4. Le suivi annuel depuis 2008 n'a pas systématiquement été effectué à la même saison, avec des points réalisés en dehors de la saison la plus favorable (octobre – novembre ou plus largement septembre – décembre, SCO 2014) ; la réalisation des suivis des années 2011, 2012, 2013 (Desmoulins 2012, 2013, 2014) a débordé sur l'année suivante (février à avril 2012 pour le suivi « 2011 », décembre 2012 à février 2013 pour le suivi « 2012 » et novembre 2013 à juillet 2014 pour le suivi « 2013 ») ; or, à partir de décembre – janvier, on quitte la saison de reproduction principale de la plupart des espèces (Barré *et al* 2013), les oiseaux chantent beaucoup moins et sont moins détectables (voir Desmoulins & Barré 2004 pour un exemple sur le plateau de Goro), on rentre dans la phase discrète des mues post-nuptiales puis de la dispersion / nomadisme (Duval & Wanguene 2017 b) ; on ne détecte donc plus les oiseaux de la même façon et surtout on ne détecte plus les mêmes populations d'oiseaux.

5. Certaines perturbations liées au développement ou au fonctionnement de site d'exploitation sont difficiles à quantifier ; le bruit généré par l'usine pénalise la détectabilité des oiseaux sur Forêt Nord (points FN1, FN2 et FN3), celui des engins sur Koué Est Forêt Longue; autre exemple, la carrière sur Koué Est – Carrière (KEC) a été exploitée de façon intermittente depuis son ouverture en 2007 (Desmoulins 2015), était exploitée lors du suivi 2017 et fermée en 2018.

2. Stabilité des indices

Les 12 reliques forestières suivies sont de taille variable et représentent des habitats différents (forêt humide mixte sur éboulis sur S2, WA, FC, forêt humide dominée par *Arillastrum* sur FJ, KN, KEC et KE...etc., McCoy *comm. pers.*), elles présentent une richesse spécifique voisine à l'exception des forêts S2, Koué Nord (KN) et Koué Est Carrière (KEC) ; ces 3 reliques sont plus particulièrement isolées, à proximité immédiate des zones d'activité (route et projet Lucy, fosse minière et carrière) et de faible superficie. La faible superficie forestière induit des effets de lisière importants sur la communauté végétale (Ibanez *et al* 2017), qui peut se traduire par une altération de la qualité de l'habitat pour certaines espèces d'oiseaux, en plus de limiter de fait la présence des espèces d'oiseaux à large domaine vital. L'isolation des fragments limite les possibilités d'échange entre populations (immigration et émigration d'oiseaux, échanges génétiques), à un degré qui reste à déterminer et à relativiser par rapport aux autres facteurs (qualité de l'habitat, taille du fragment forestier, impact de l'activité d'exploitation).

Aucune baisse d'indice d'abondance importante n'est ressortie pour l'une ou l'autre des espèces contactées sur le plateau de Goro, ni globalement de l'avifaune pour une des 12 reliques forestières particulières. C'est un résultat qu'on peut considérer raisonnablement fiable tout en gardant à l'esprit les biais indiqués et l'utilisation de méthodes d'analyse simples. Le suivi joue ici son rôle et indique pour l'instant qu'il n'y pas de sonnette d'alarme à déclencher pour une espèce ou une relique forestière particulières. Cependant, il faut rappeler que la plupart des espèces forestières de la Grande Terre sont longévives, même les plus petites (Duval & Wanguene 2017 b), leur mobilité et leur écologie reste mal connue et donc une latence à la diminution ds effectifs peut exister et être supérieure à une dizaine d'années (par le vieillissement des reproducteurs, l'immigration de nouveaux individus...). Des indices d'abondance en hausse sur la période 2008 – 2018 doivent être inversement considérés avec prudence pour plusieurs espèces ; par exemple, les coucous, capables vraisemblablement de variations annuelles d'abondance très marquées (« invasions », années « avec ou sans coucous »), ou le polochion moine, peu contacté et vraisemblablement très nomade, entre autres en fonction de la variation des ressources alimentaires.

3. Cortège spécifique

Le cortège spécifique supposé nicheur reste assez original ; quasi absence d'espèces ubiquistes (corbeau, polochion moine...), absence des espèces considérées les plus inféodées à des forêts en bon état de conservation (taille du bloc forestier, qualité de l'habitat) comme les cagou, échenilleur de montagne et méliophage noir, absence à faible présence des columbidés (notou peu présent, pigeon vert et ptilope de Grey absent, pigeon à gorge blanche et tourterelle verte très peu contactés), absence de la perruche de la Chaîne.

Par ailleurs, plusieurs jeux de données avifaune ont été réalisés avant la réalisation du site industriel en 2001 – 2002, 2003 - 2004 et 2005 – 2006 (Villard *et al* 2003, Desmoulins & Barré 2004, Chartendault & Barré 2006) ; elles montrent que le cortège spécifique observé actuel remonte bien d'avant le début de l'implantation du site (on mentionnera juste que l'échenilleur de montagne avait été contacté sur Forêt Nord en juillet 2002 par Villard, donc hors période de reproduction). Ce point est important, les espèces d'oiseaux suivies depuis 2008 sont bien les espèces qui étaient présentes avant la construction du site industriel (c'est-à-dire qu'aucune éventuelle disparition d'espèce entre 2001 et 2008 n'a été « manquée »).

Cette liste d'espèces absentes ou peu présentes correspond sensiblement aux espèces les plus grandes présentes sur la Grande Terre ; on est ainsi tenté d'interpréter ce fait par la faible taille des fragments forestiers bien conservés sur la plateau de Goro, qui ne conviendrait qu'aux espèces de plus petite taille (domaines vitaux plus petits). La fragmentation actuelle des forêts sur le plateau de Goro date approximativement d'un siècle (Utard 2015) mais pour dire si l'avifaune observée actuellement est le reflet de celle observée au début du XXe siècle, il faudrait extraire des données locales sur l'avifaune des écrits historiques. Les préférences écologiques de chaque espèce joue un grand rôle également, elles ne seront pas discutées ici dans le détail ; par exemple, les columbidés de la Grande Terre semblent naturellement peu présents dans les massifs forestiers sur sols ultramorphiques (Chartendault & Barré 2006).

RÉFÉRENCES

- Barré N., Hébert O., Aublin R., Spaggiari J., Chartendrault V., Baillon N. & Le Bouteiller A. 2009. Troisième complément à la liste des oiseaux de Nouvelle-Calédonie. *Alauda* 77 (4): 287-302
- Barré N., Tron F., Chartendrault V., Okahisa Y., Nozomu J., Legault A. & Theuerkauf J. 2013. Breeding Seasons of Landbirds in New Caledonia. *The Wilson Journal of Ornithology* 125 (2) : 384 – 389.
- Bibby C., Hill D., Burgess N. & Mustoe S. 2000. *Bird Census Techniques*. Second edition. Academic press.
- BirdLife International 2017. *Cyanoramphus novaezelandiae*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T22727981A118472779. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22727981A118472779.en>. Downloaded on 05 November 2018.
- Blondel J., C. Ferry & B. Frochot. 1981. Point counts with unlimited distance. *Studies in Avian Biology*. 6 : 414 – 420.
- Chartendrault V. & Barré N. 2006. Etude du statut et de la distribution des oiseaux des forêts humides de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie. Rapport IAC / Programme Elevage et Faune Sauvage n°6/2006. 118 pp. & Volume annexe 1 . Les espèces de la Chaîne Centrale et de l'Île des Pins. 69 pp.
- Desmoulins F. & Barré N. 2004. Inventaire et écologie de l'avifaune du plateau de Goro . Rapport IAC / Programme Elevage et Faune Sauvage n°9/2004. 48 pp.
- Desmoulins F. 2009. Mise en place d'un suivi de l'avifaune forestière du plateau de Goro. Ecet rapport 01/2009. 51 pp
- Desmoulins F. 2010. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Ecet rapport 01/2010. 32 pp
- Desmoulins F. 2011. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Ecet rapport 02/2011. 43 pp
- Desmoulins F. 2012. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Campagne 2011-2012. Ecet rapport 06/2012. 33 pp
- Desmoulins F. 2013. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Saison 2012-2013. Ecet rapport 08/2013. 39 pp
- Desmoulins F. 2014. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de goro. Saison 2013-2014. Ecet rapport 07/2014. 42 pp.
- Desmoulins F. 2015. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de goro. Saison 2014-2015. Ecet rapport 03/2015. 43 pp.
- Dutson G. 2011. *Birds of Melanesia. Bismarcks, Solomons, Vanuatu & New Caledonia*. Princeton Field Guides.

- Duval T. 2017. Suivi de l'avifaune forestière et lacustre du plateau de Goro. Année 2017. Document Hémisphères. 17 pp.
- Duval T. & Desmoulins F. 2017. État de la fonctionnalité des corridors écologiques. Étude préliminaire. Document Hémisphères. 30 pp.
- Duval T. & Wanguene M. 2017 a. Etat initial des populations d'oiseaux du site de la Guen (mont Panié, Hienghène), avant contrôle des rats. Bilan de 3 années de points d'écoute (2014 – 2016). Document Hémisphères. 13 pp
- Duval T. & Wanguene M. 2017 b. 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.
- Ibanez T., Hequet V., Chambrey V., Jaffré T. & Birnbaum P. 2017. How does forest fragmentation affect tree communities ? A critical case study in the biodiversity hotspot of New Caledonia. Landscape ecology DOI 10.1007/s10980-017-0534-7
- IUCN. 2018. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-2.* <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 5 November 2018.
- Legault A., Chartendraul V. Theuerkauf J., Rouys S. & Barré N. 2011. Large-scale habitat selection by parrots in New Caledonia. *J Ornithol* 152: 409 – 419.
- Olah G., Theuerkauf J., Legault A., Gula R., Stein J., Butchart S., O'Brien M. & Heinsoh R. 2018. Parrots of Oceania – a comparative study of extinction risk. *Emu* 118 (1) : 94 -112
- Pannekoek J. & Van Strien A. 2010. TRIM 3 Manual (Trends & Indices for Monitoring data). Report paper n° 0102 Centraal Bureau voor de Statistiek. Divisie Reserch en Ontwikkeling, Voorburg.
- SCO. 2014. Programme de suivi temporel des oiseaux terrestres en Nouvelle Calédonie. 21 pp.
- Utard S. 2015. Etude diachronique des fragments forestiers du Grand Sud Calédonien. Rapport de Master 1 / Agrocampus Ouest. 26 pp.
- Villard P., Barré N. & de Garine Wichatitsky M. 2003. Effets de quelques paramètres géographiques sur la présence du Notou Ducula goliath et d'autres espèces d'oiseaux d'intérêt patrimonial en Nouvelle- Calédonie . Résultats d'inventaires dans le nord (Forêt Plate) et le sud de la Grande Terre . Rapport IAC / Programme Elevage et Faune Sauvage n°1/2003. 57pp

ANNEXES

	AUVE	COCU	COEV	DIPS	ECCA	ECPI	GEME	MEBA	MEOR	MIVE	MOBR	MOME	MYCA	NOTO	PEFR	POMO	RHCO	RHTA	SICA	SIIT	ZODV
PE avec 0 contact sur 2008_2018	18	17	17	0	8	5	0	0	1	0	21	4	0	16	2	12	0	2	0	4	0
PE*an avec 0 contact	200	196	209	216	262	218	31	11	126	160	135	172	2	146	203	277	127	189	24	290	9
PE*an avec >=1 contact	98	114	100	260	134	208	445	465	340	316	135	264	474	174	253	80	349	267	452	146	467
Total PE*an effectués	298	310	309	476	396	426	476	476	466	416	270	436	476	320	456	357	476	456	476	436	476
PE*an manquants	32	31	32	52	44	47	52	52	51	52	27	48	52	32	50	39	52	50	52	48	52
Total PE*an pris en compte	330	341	341	528	440	473	528	528	517	528	297	484	528	352	506	396	528	506	528	484	528
Total max contacts sur 2008_2018	109	150	122	441	165	256	754	1389	1165	482	162	371	1919	315	403	279	497	398	959	196	1976
Coeff. Surdispersion	0,77	0,82	0,87	1,01	0,98	0,74	0,27	0,39	1,25	0,72	0,75	0,67	0,35	0,85	0,81	1,29	0,54	0,75	0,35	0,66	0,65
Coeff. Corrélation sérielle	0,00	0,03	-0,05	-0,05	0,01	-0,06	0,02	-0,01	0,01	-0,08	0,01	-0,13	-0,09	-0,01	-0,04	-0,01	-0,04	-0,03	-0,16	0,07	0,04
Khi ²	1,00	0,99	0,94	0,42	0,60	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
LR	1,00	1,00	1,00	0,44	0,92	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00
AIC	-337,37	-333,71	-341,53	-415,65	-382,91	-448,25	-691,30	-659,82	-256,03	-493,63	-300,43	-477,21	-684,96	-338,71	-436,01	-386,88	-543,42	-464,07	-659,37	-519,49	-545,86
2008	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2009	1,82	2,67	1,01	0,77	0,84	1,06	1,34	1,22	1,28	1,31	0,69	0,95	1,14	1,75	1,16	1,03	1,19	0,70	1,32	5,87	0,98
2010	0,90	1,00	10,50	0,89	0,92	1,39	1,24	0,90	1,05	1,28	1,13	0,85	1,06	1,38	0,93	0,50	0,85	1,00	1,00	2,00	1,13
2011	1,30	0,67	1,50	1,02	1,15	1,22	1,29	1,13	1,33	1,44	0,81	0,78	1,09	1,33	1,30	10,00	1,13	0,82	1,23	4,00	1,02
2012	0,70	1,83	6,00	1,66	1,31	1,11	1,37	0,93	0,79	1,08	1,31	1,03	0,97	0,96	1,20	2,00	0,87	1,03	1,04	4,00	0,99
2013	0,90	1,17	5,00	0,83	1,31	1,39	1,48	1,21	0,96	1,47	1,13	0,85	0,93	1,46	1,43	10,00	0,87	1,21	1,02	4,67	1,18
2014	1,40	4,67	9,00	1,11	1,92	2,06	1,26	1,05	0,94	1,50	1,25	1,28	1,09	1,46	1,97	10,50	0,83	1,18	1,30	7,00	1,00
2015	0,30	3,00	5,00	1,21	1,69	1,72	1,37	1,07	0,69	1,69	1,25	0,78	0,78	1,25	1,73	18,00	0,92	1,21	1,00	5,33	0,95
2016	0,57	3,61	7,91	0,77	1,57	1,75	1,21	1,03	0,94	1,58	1,01	0,81	0,89	1,14	1,54	4,24	0,92	1,14	1,22	9,52	0,82
2017	1,10	4,33	12,50	0,49	1,46	1,78	1,06	0,99	1,26	1,47	0,81	0,85	1,02	1,04	1,37	1,00	0,92	1,08	1,50	17,00	0,71
2018	1,60	4,67	9,50	0,49	1,15	1,61	0,84	1,05	1,28	1,25	0,75	1,03	1,01	1,50	1,40	6,50	0,87	1,05	1,38	14,67	0,73
Pente	0,97	1,17	1,24	0,95	1,05	1,06	0,98	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	0,99	1,00	1,05	1,18	0,98	1,03	1,02	1,24	0,96
SE	0,03	0,03	0,05	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,02	0,08	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01
Tendance	?	++	++	-	?	+	-	=	=	+	=	=	-	=	+	+	=	+	+	++	-
p		P<0,01	P<0,01	P<0,01		P<0,01	P<0,01			P<0,05			P<0,01		P<0,01	P<0,05		P<0,05	P<0,01	P<0,01	P<0,01
Variation annuelle %	-2,91	17,17	23,58	-5,21	5,30	6,04	-1,67	-0,18	-0,30	2,62	-0,26	-0,21	-1,34	-0,29	4,58	18,28	-1,73	3,01	2,33	23,82	-3,51
IC var ann %	5,55	6,25	10,19	3,29	5,45	3,59	1,27	1,06	2,02	2,45	4,63	2,51	0,80	3,35	3,00	16,39	1,98	2,84	1,10	6,68	1,20

Tableau 5: Résultats des GLM réalisées avec TRIM sur les données d'abondance 2008 – 2018

Codes espèces (SCO 2014, Duval 2017) ; PE = point d'écoute ; LR Likelihood Ratio ; AIC Akaike Information Criteria ; 2008 à 2018 indices d'après les données imputées, avec base indice 1 = 2008 ; SE Standard Error ; IC Intervalle de Confiance. En gras les valeurs qui conduisent à rejeter le modèle linéaire.