

Oiseaux marins des atolls d'Entrecasteaux (parc naturel de la mer de Corail) : bilan des observations des deux dernières décennies

Philippe Borsa, Alice Philippe, Aubert Le Bouteiller

▶ **To cite this version:**

Philippe Borsa, Alice Philippe, Aubert Le Bouteiller. Oiseaux marins des atolls d'Entrecasteaux (parc naturel de la mer de Corail) : bilan des observations des deux dernières décennies. Bulletin De La Société Zoologique De France, 2021, 146, pp.175-188. ird-03499525

HAL Id: ird-03499525
https://ird.hal.science/ird-03499525

Submitted on 21 Dec 2021

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

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

Citation : Borsa P., Philippe A., Le Bouteiller A. (2021) Oiseaux marins des atolls d'Entrecasteaux (parc naturel de la mer de Corail) : bilan des observations des deux dernières décennies. Bulletin de la Société zoologique de France 146, 175-188.

Oiseaux marins des atolls d'Entrecasteaux (parc naturel de la mer de Corail) : bilan des observations des deux dernières décennies

Philippe Borsa [1,2,3,*], Alice Philippe [1,4], Aubert Le Bouteiller [2,3]

[1] Institut de recherche pour le développement, UMR 250 S, Montpellier, France

[2] Institut de recherche pour le développement, Nouméa, New Caledonia

[3] Société calédonienne d'ornithologie, Nouméa, New Caledonia

[4] Univ. Montpellier, master Bio-Ressour. aquat. & Ecol. Envir. médit. trop., Montpellier, France

* E-mail : philippe.borsa@ird.fr ; philippeborsa@gmail.com

Résumé – Les atolls d'Entrecasteaux en mer de Corail forment une zone importante pour la conservation des oiseaux marins tropicaux. Le suivi régulier et sur le long terme de leurs colonies permet de repérer d'éventuels changements démographiques et peut aider à en identifier les causes. Les informations pertinentes à la démographie des colonies d'oiseaux marins des atolls d'Entrecasteaux, extraites de 14 rapports de missions ornithologiques faites entre 2002 et 2018, ont été compilées et analysées. Durant la période, 13 espèces se sont reproduites sur les îlots et cayes de ces atolls : puffin du Pacifique *Ardenna pacifica*, phaéton à brins rouges *Phaethon rubricauda*, fous *Sula dactylatra*, *S. leucogaster* et *S. sula*, frégates *Fregata ariel* et *F. minor*, sterne huppée *Thalasseus bergii*, sterne à nuque noire *Sterna sumatrana*, sternes bridée et fuligineuse *Onychoprion anaethetus* et *O. fuscatus*, et noddis noir et brun *Anous minutus* et *A. stolidus*. La sterne néréis *Sternula nereis*, régulièrement observée, est un nicheur probable. Aucune mention n'est faite d'un pétrel non identifié ni de la mouette argentée *Chroicocephalus novaehollandiae* jadis abondante sur ces îlots, tous deux mentionnés dans des notes ornithologiques du XIX^{e} siècle. La rareté du phaéton à brins rouges (onze couples reproducteurs) contraste avec les descriptions du XIX^{e} siècle lorsque les quatre îlots étaient encore couverts de forêt. Le puffin du Pacifique est l'espèce la plus abondante avec plus de ≥ 2.1 % de la population mondiale de l'espèce. Les atolls d'Entrecasteaux hébergent aussi ≥ 1 % de la population mondiale du fou brun, de la frégate ariel et du noddi noir. Une diminution de la population est observée pour le puffin du Pacifique, les trois espèces de fous et le noddi noir. Différentes hypothèses explicatives sont discutées. Eu égard aux enjeux, le niveau actuel de protection des colonies d'oiseaux marins de ces atolls paraît insuffisant.

Mots-clés – Îlot corallien ; taille de population ; conservation ; déforestation ; braconnage ; extinction locale ; puffin du Pacifique ; phaéton ; mouette argentée ; Nouvelle-Calédonie.

Seabirds of the d'Entrecasteaux atolls (Natural Park of the Coral Sea): a review of observations for the last two decades

Abridged version – The Coral Sea, considered to be the last wide region in the tropical ocean moderately impacted by human activities, is a hotspot of diversity and abundance for tropical seabirds. The d'Entrecasteaux atolls north of New Caledonia are listed as UNESCO World Heritage site since 2008 as they are an important area for the conservation of these birds. Regular and long-term monitoring of seabird colonies can point to possible demographic changes and help identify their causes. The objective of this work is to update our knowledge of the marine avifauna of d'Entrecasteaux atolls by integrating new census data since the review published by Robinet *et al.* [*Colon. Waterbirds*, 20 (1997) 282-290]. Robinet et al.'s (1997) review gathered count and phenology data acquired during visits in 1995 and 1996 on the Huon, Fabre and Surprise islets, supplemented by observations made from 1986 to 1993 by local naturalists. Concretely, we extracted from the reports of ornithological expeditions to the d'Entrecasteaux atolls in the last two decades: (i) the list of seabirds breeding there; (ii) the abundances by species; and (iii) the possible demographic trends over the past two decades. We paid particular attention to the census of wedge-tailed shearwater populations, because of the high abundance of this species in the Coral Sea.

The original reports from 15 expeditions between 2002 and 2018 were examined, compiled and analyzed. All expeditions took place during the warm season. For each expedition, the list of species observed breeding and colony-size estimates were recorded. For each species on each islet, the highest estimate over the period was retained. Some time series on Surprise islet were sufficiently long, and the sampling method (transect counts) sufficiently explicit, to be retained for the present work; these concerned four species: wedge-tailed shearwater, brown booby, red-footed booby and black noddy. We also examined the time series of masked booby counts on Huon and Surprise islets. The null hypothesis of no trend in abundance over years was tested using the Mann-Kendall nonparametric trend test.

During the period, 13 species were recorded as regular breeders on the islets and cays of the d'Entrecasteaux atolls: wedge-tailed shearwater *Ardenna pacifica*, red-tailed tropicbird *Phaethon rubricauda*, masked, brown and red-footed boobies *Sula dactylatra*, *S. leucogaster* and *S. sula*, lesser and great frigatebirds *Fregata ariel* and *F. minor*, crested tern *Thalasseus bergii*, black-naped tern *Sterna sumatrana*, bridled and sooty terns *Onychoprion anaethetus* and *O. fuscatus*, and black and brown noddies *Anous minutus* and *A. stolidus*. Six species (wedge-tailed shearwater, red-tailed tropicbird, masked booby, brown booby, crested tern, brown noddy) were breeding on all four islets. The fairy tern *Sternula nereis* was also observed regularly and is a likely breeder. The white-tailed tropicbird *P. lepturus*, the roseate tern *Sterna dougallii*, the little tern *Sternula albifrons* and the white tern *Gygis alba* were observed occasionally. There was no indication of the presence of an unidentified petrel or of the once-abundant silver gull *Chroicocephalus novaehollandiae* on these islets, both mentioned in the 19th-century literature. The wedge-tailed shearwater was the most abundant seabird with a total estimate of over 55,000 breeding pairs, or ≥ 2.1% of the global population of the species. The population size of the sooty tern reached several tens of thousands of pairs; those of the brown booby, the red-footed booby, the lesser frigatebird, and the two noddies were over a thousand to several thousand; those of the great frigatebird, the masked booby and the crested tern reached a few hundred; those of the black-naped tern and the bridled tern, a few

dozen; the total number of the red-tailed tropicbird hardly exceeded ten pairs. The wedge-tailed shearwater appears to have declined substantially over the last two decades. A negative trend was also observed for the three booby species and for the black noddy.

Species richness and abundance at the d'Entrecasteaux atolls confirm the importance of the latter for conservation at the regional scale. The population sizes of wedge-tailed shearwater, brown booby, lesser frigatebird and black noddy had global significance. The present data also confirm the long-lasting impacts of the alteration of the breeding habitat of seabirds on their colonies. The rarity of the red-tailed tropicbird and the absence of the silver gull contrast with 19th-century descriptions when the four main islets were still covered with forest and highlight the persistent alteration of plant and animal biodiversity on these islets. The negative population trends observed for the last two decades could reflect a general problem linked, for example, to ocean warming, or to pollution by plastics, or to a decline in ocean productivity, or to poorer accessibility of prey to seabirds, this at the regional scale or beyond. Alternatively, local factors could be responsible, such as insufficient protection of breeding seabirds from disturbance.

The present survey enabled us to update our knowledge of the seabird communities of the d'Entrecasteaux atolls. The current level of protection of seabird colonies there is insufficient not only with regard to stated management objectives, but also according to internationally recognized criteria. An active restoration of the original tree habitat on the three islets now deforested (Huon, Le Leizour, Fabre) deserves consideration. Also, "monitoring" and research protocols could be improved to minimize disturbance to breeding seabirds.

Keywords – Coral islet; population size; conservation; deforestation; poaching; local extirpation; wedge-tailed shearwater; tropicbird; silver gull; New Caledonia.

Introduction

La mer de Corail, délimitée à l'ouest par l'Australie, au nord par la Papouasie Nouvelle-Guinée et les îles Salomon, à l'est par le Vanuatu et au sud par la mer de Tasman est considérée comme la dernière région marine tropicale de la planète relativement peu abîmée par les activités humaines (CECCARELLI *et al.*, 2013 ; MAIRE *et al.*, 2016). Cette mer est particulièrement riche en oiseaux marins (PANDOLFI-BENOIT & BRETAGNOLLE, 2005 ; DYER *et al.*, 2005 ; BOURNE *et al.*, 2005) et en tortues marines (LIMPUS *et al.*, 1992 ; READ *et al.*, 2014). Néanmoins, la coupe de bois, l'extraction de guano, la chasse industrielle des grands cétacés, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, la prédation sur les tortues et les oiseaux marins et le dérangement de leurs colonies par les visiteurs (THIERCELIN, 1866 ; WBM OCEANICS AUSTRALIA & CLARIDGE, 1997 ; BOURNE *et al.*, 2005 ; CAUT, 2006 ; SMITH *et al.*, 2012) y ont nécessairement eu des impacts durables.

Les oiseaux marins sont considérés comme espèces sentinelles des écosystèmes océaniques du fait de leur position de prédateurs dans la chaîne trophique et de leur sensibilité aux modifications de l'environnement (VOTIER & SHERLEY, 2015 ; VIDAL *et al.*, 2018 ; HAZEN *et al.*, 2019). Les colonies d'oiseaux marins jouent aussi le rôle d'ingénieurs des îlots coralliens en y transférant depuis l'océan d'importantes quantités de composés azotés et phosphorés. Une partie de ces nutriments contribue à l'enrichissement du sol et à la croissance de la végétation nitrophile (HEATWOLE, 2011) ; une partie percole jusqu'à la mer et contribue au développement des récifs coralliens (GRAHAM *et al.*, 2018). La végétation herbacée permet la stabilisation de la surface du sol sableux et donc la possibilité pour les Procellariidae qui creusent des terriers, de s'installer ; la végétation arborée favorise l'installation d'espèces à nidification arboricole comme le fou à pieds rouges *Sula sula*, le noddi noir *Anous minutus* et la frégate du Pacifique *Fregata minor*. Un cercle vertueux s'établit ainsi, où la croissance de la végétation favorise à son tour une production accrue de sol et de guano (WALKER, 1991 ; HEATWOLE, 2011). La végétation arborée permet aussi la stabilisation de l'îlot face aux intempéries (SMITHERS & HOPLEY, 2011).

Les atolls d'Entrecasteaux à l'extrême nord de la Nouvelle-Calédonie (Figure 1) forment un ensemble remarquable au sein de la mer de Corail. Couverts d'arbres selon les descriptions des premiers navigateurs européens (LABILLARDIERE, 1799 ; Figure 1A) et ce jusqu'en 1876 (MONTROUZIER, 1876, 1877), les îlots coralliens Le Leizour, Fabre et Surprise (Figure 1B) ont ensuite été exploités pour leur guano jusqu'en 1928 (LAGUERRE, 1878 ; LAYARD & LAYARD, 1878 ; RANCUREL, 1974). Lorsque l'aviso *Le Curieux* s'est rendu sur ces îles en 1877, l'îlot Le Leizour, alors occupé par des colons australiens, était en cours de déboisement et déjà exploité pour son guano ; des restes de wharf et d'exploitation minière étaient visibles sur l'îlot Fabre, encore essentiellement couvert de forêt ; des chèvres étaient laissées à paître sur l'îlot Surprise, encore boisé aux deux tiers. L'îlot Huon, encore arboré, était le site d'une raffinerie artisanale d'huile (LAGUERRE, 1878). Une année plus tard, l'exploitation du guano s'était considérablement étendue sur l'îlot Le Leizour et elle avait commencé sur l'îlot Surprise (RIVIERE, 1881). Des rapports de visites effectuées un siècle plus tard décrivent un îlot Surprise abîmé par l'activité minière, braconné pour ses tortues marines et ses oiseaux marins, envahi par les rongeurs et planté de cocotiers (RANCUREL, 1974 ; ANONYME, 1980 ; RICHER DE FORGES & BARGIBANT, 1985 ; LABOUTE, 1989). Une nouvelle tentative d'exploitation du guano y a été

envisagée dans les années 1970 mais celle-ci est restée sans suite (RANCUREL, 1974 ; LABOUTE, 1989). Bien qu'à l'inverse des îlots Le Leizour, Fabre et Surprise, l'îlot Huon ait été, semble-t-il, épargné par l'exploitation du guano, l'aspect moderne de celui-ci, dénué de végétation arbustive (BUTAUD, 2013), contraste avec la description qui en avait été faite initialement : « une île basse très-boisée » (LABILLARDIÈRE, 1799). De nos jours, seul l'îlot Surprise possède des formations ligneuses étendues (BUTAUD, 2013). Un recensement récent de la flore de ces îlots fait état de la présence de 14 espèces végétales indigènes sur l'îlot Huon, 22 sur l'îlot Le Leizour, 20 sur l'îlot Fabre et 43 sur l'îlot Surprise (BUTAUD & JACQ, 2015). L'îlot Huon comporte aussi une espèce végétale introduite, l'îlot Le Leizour quatre, l'îlot Fabre six et l'îlot Surprise 25, y compris le cocotier *Cocos nucifera* (BUTAUD & JACQ, 2015). Aux changements de la végétation sont nécessairement liés des changements dans les populations d'oiseaux marins du fait que certaines espèces font leurs nids exclusivement dans les arbres et arbustes alors que d'autres semblent préférer les habitats ouverts.

De 2002 à 2007, l'îlot Surprise a été choisi pour étudier l'impact écologique de l'éradication des rongeurs introduits (COURCHAMP & CAUT, 2005). L'îlot a été débarrassé de ses rats noirs *Rattus rattus* et souris domestiques *Mus musculus* (LABOUTE, 1989 ; BEUGNET *et al.*, 1993) en octobre 2005 et l'évolution de la faune et de la végétation a été observée annuellement les quatre années suivantes (CAUT *et al.*, 2009 ; COURCHAMP *et al.*, 2011). Malgré les dégradations infligées directement ou indirectement par les activités humaines aux îlots des atolls d'Entrecasteaux, ceux-ci ont été désignés « *important bird area* » par SPAGGIARI *et al.* (2007). Pour cela, ces auteurs ont invoqué le critère A4ii de BIRDLIFE INTERNATIONAL (2010) : « *a site known or thought to hold, on a regular basis, ≥ 1% of the global population of a congregatory seabird or terrestrial species* » qui selon eux s'appliquait au fou brun *Sula leucogaster* et au fou à pieds rouges. Depuis 2008, les atolls d'Entrecasteaux font partie des sites inscrits au patrimoine de l'humanité (CASSAN, 2012) ; l'ensemble est classé en parc naturel depuis 2013 (MARTIN & TYUIENON, 2013) et fait partie du parc naturel de la mer de Corail depuis 2014 (MARTIN & LECREN, 2014). L'îlot Le Leizour et la partie végétalisée de l'îlot Surprise ont été classés en réserve dite « intégrale » par deux arrêtés du gouvernement de Nouvelle-Calédonie (MARTIN & TYUIENON, 2013 ; GERMAIN & POIDYALIWANE, 2018a). Un suivi annuel des populations de tortues et d'oiseaux marins est réalisé depuis 2007 sur l'ensemble des îlots des atolls d'Entrecasteaux (CLÉMENT, 2016 ; DUVAL, 2018 ; BORSA *et al.*, 2021).

Le suivi régulier des colonies d'oiseaux marins permet de repérer d'éventuels changements démographiques et peut aider à en identifier les causes. Par définition, un tel « suivi » implique une composante temporelle : les données obtenues lors de chaque nouvelle mission de recensement sont utilement comparées aux données antérieures. Ce type de comparaison est d'autant plus pertinent que la série de données concernée est longue (HATCH, 2003) ; ceci, alors que les écosystèmes marins continuent à subir les impacts de nouveaux projets de développement halieutique, pétrolier, minier et touristique, ce qui pourrait prochainement être le cas de la mer de Corail (LOUBERSAC *et al.*, 2013 ; PIGGOTT-McKELLAR & McNAMARA, 2016 ; BORSA *et al.*, 2018 ; VERMOREL, 2019 ; CNMC, 2020).

L'objectif du présent travail est de mettre à jour nos connaissances sur l'avifaune marine des atolls d'Entrecasteaux en intégrant les données nouvelles acquises depuis la synthèse de ROBINET *et al.* (1997). Ces auteurs avaient alors rassemblé les données de comptage et de phénologie acquises lors de visites effectuées en 1995 et 1996 sur les îlots Huon, Fabre et Surprise,

complétées par les observations faites de 1986 à 1993 par des naturalistes locaux. Concrètement, nous tentons d'extraire des comptes rendus des missions ornithologiques effectuées aux atolls d'Entrecasteaux de 2002 à 2018 : (i) la liste des oiseaux marins s'y reproduisant ; (ii) les abondances par espèce ; (iii) les tendances démographiques éventuelles sur les deux décennies écoulées.

La Nouvelle-Calédonie a une responsabilité particulière vis-à-vis de la protection du puffin du Pacifique *Ardenna pacifica*, espèce océanique à large distribution Indo-Pacifique dont elle hébergerait plus du tiers des effectifs mondiaux (BROOKE, 2004 ; RECEVEUR *et al.*, 2022). En période de reproduction, les dizaines d'îlots coralliens du pourtour de la Nouvelle-Calédonie ainsi que deux sites littoraux de la Grande Terre concentrent, sur quelques hectares, des populations entières de cette espèce, dont le rayon de prospection atteint des centaines de kilomètres et qui hors-reproduction occupent des millions de kilomètres carrés de l'océan tropical (McDUIE & CONGDON, 2016 ; MILLER *et al.*, 2018 ; RAVACHE *et al.*, 2020 ; WEIMERSKIRCH *et al.*, 2020). Il nous paraît important d'accorder une attention particulière au recensement périodique des populations du puffin du Pacifique sur les îlots des atolls d'Entrecasteaux, de même que sur les autres ensembles d'îlots coralliens de la mer de Corail.

Méthodes

Origine des données

Les ouvrages, articles scientifiques et rapports de la littérature grise contenant des informations sur les oiseaux marins des îlots des atolls d'Entrecasteaux et qui ont été examinés pour le présent travail sont listés au Tableau 1. Ils comprennent, entre autres, quatorze rapports de missions ornithologiques effectuées depuis 1997. Pour chacune de ces missions, la liste des espèces observées et les effectifs de leurs colonies ont été rassemblés dans une compilation en accès libre (BORSA *et al.*, 2021). Les informations ainsi récoltées, exprimées en nombre de couples reproducteurs (CR), sont potentiellement utiles à l'estimation des tailles de population à l'échelle de cet ensemble et, au-delà, à l'échelle de la mer de Corail. Toutes les missions à l'origine de ces données ont été effectuées durant la saison chaude (BORSA *et al.*, 2021).

Estimation des abondances par espèce

La taille de population a été estimée à partir de la totalité ou d'un échantillon du nombre de couples reproducteurs (CR) par îlot, lui-même obtenu à la suite de comptages de nids, ou d'entrées de terriers, ou d'adultes couvant leur œuf ou leur poussin, ou de poussins et juvéniles (BORSA *et al.*, 2021). Un biais d'estimation possible est dû à ce qu'à la date de la visite, une proportion des couples d'adultes engagés dans un cycle de reproduction ont déjà pu abandonner le nid. Un autre biais est lié à la saisonnalité de la reproduction : la date de la visite de l'observateur n'a pas nécessairement lieu au moment du pic de reproduction d'une espèce. De plus, la reproduction n'est pas nécessairement synchrone pour toute la population de cette espèce. La plupart des missions ornithologiques ponctuelles réalisées aux atolls d'Entrecasteaux ont eu lieu durant l'été austral ; c'est notamment le cas de toutes les missions entre

2002 et 2018 (Tableau 1) induisant un biais en faveur des espèces se reproduisant préférentiellement durant cette période. Du fait qu'une partie de la population nicheuse échappe au comptage, sa taille est systématiquement sous-estimée. Afin de réduire ces biais autant que possible, nous avons retenu, pour chaque espèce sur chaque îlot, l'estimation ponctuelle la plus haute dans la série de données disponibles (BORSA *et al.*, 2021). Ce faisant, nous avons supposé que les comptages étaient exempts de biais méthodologiques qui auraient pu conduire à des surestimations.

Suivi temporel

En l'absence de données contraires, nous considérons que les oiseaux marins sont fidèles à leur colonie et à leur nid : c'est généralement le cas du puffin du Pacifique et des fous *Sula* spp. (O'NEILL *et al.*, 1996 ; CALABRESE, 2015). Dit autrement, les comptages de puffins du Pacifique et de fous effectués d'une année à l'autre sur un même îlot sont supposés concerner une seule et même population. La fidélité à la colonie est possiblement moindre chez d'autres espèces, comme les sternes (COULSON, 2016). Dans les faits, mis à part le cas du noddi noir sur l'îlot Surprise, les données de comptage de sternes étaient trop disparates (BORSA *et al.*, 2021) pour être utilisées sous la forme de séries temporelles.

Parmi les autres espèces recensées, la frégate ariel et la frégate du Pacifique ne se reproduisent au mieux qu'une fois tous les deux ans (GAUGER METZ & SCHREIBER, 2020 ; ORTA *et al.*, 2020), ce qui entraîne des difficultés d'interprétation d'éventuelles différences d'une année à l'autre ; les deux noddis (noddi noir, noddi brun *Anous stolidus*) n'ont pas de pic de reproduction bien identifié et la sterne fuligineuse *Onychoprion fuscatus* a une reproduction en apparence erratique (RANCUREL, 1976 ; KING *et al.*, 1992 ; BOURNE *et al.*, 2005 ; BORSA *et al.*, 2010). Bien que les trois fous (masqué *S. dactylatra*, brun et à pieds rouges) n'aient pas non plus de pic de reproduction bien défini en mer de Corail (BORSA *et al.*, 2010), la durée d'un nid actif (142-170 j ; GRACE *et al.*, 2020 ; SCHREIBER & NORTON, 2020 ; SCHREIBER *et al.*, 2020) est telle qu'une proportion substantielle de la population reproductivement active est échantillonnée chaque année selon le protocole mis en place, à date fixe en saison chaude.

Une évaluation préalable de la fiabilité des estimations (BORSA *et al.*, 2021) nous a conduits à effectuer une sélection dans les données. Seules les séries temporelles issues des comptages par transect sur l'îlot Surprise étaient suffisamment longues, et la méthode de comptage suffisamment explicite, pour être retenues pour le présent travail ; celles-ci concernaient quatre espèces : le puffin du Pacifique, le fou brun, le fou à pieds rouges et le noddi noir. En outre, nous avons examiné les séries temporelles des comptages de fous masqués sur les îlots Huon et Surprise, du fait que ceux-ci, effectués lors d'un tour complet de l'îlot, étaient exhaustifs.

Pour une profondeur accrue des séries temporelles sur l'îlot Surprise, nous avons inclus les estimations de taille de colonie de 1995 et 1996 tirées du rapport de ROBINET *et al.* (1997). Ces estimations étaient respectivement 4 176 et 1 352 terriers pour le puffin du Pacifique et, en divisant le nombre d'individus adultes par deux, 58 et 40 CR pour le fou masqué, 365 et 352 CR pour le fou brun, et 2 882 et 2 139 CR pour le fou à pieds rouges. L'autocorrélation temporelle dans les données a été testée à l'aide de la fonction *acf* de R (R CORE TEAM, 2020). L'hypothèse nulle d'absence de tendance temporelle a été testée à l'aide du test de tendance non paramétrique de Mann-Kendall (POHLERT, 2020) sous R.

Résultats

Espèces recensées

Treize espèces d'oiseaux marins nicheurs ont été recensées aux atolls d'Entrecasteaux au cours de la période 2002-2018 (Tableau 1). Cinq familles sont représentées : les Procellariidae, avec une espèce (puffin du Pacifique) ; les Phaethontidae, avec une espèce (phaéton à brins rouges *Phaethon rubricauda*) ; les Sulidae, avec trois espèces (fous masqué, brun, à pieds rouges) ; les Fregatidae, avec deux espèces (frégates ariel *F. ariel* et du Pacifique) ; les Laridae, avec six espèces (sternes huppée *Thalasseus bergii*, à nuque noire *Sterna sumatrana*, bridée *Onychoprion anaethetus*, fuligineuse *O. fuscatus* ; noddis noir, brun). La sterne néréis *Sternula nereis* a été régulièrement observée, à chaque fois par petits groupes de deux à cinq individus en plumage d'éclipse sur l'îlot Huon ou sur les cayes sableuses (BACHY, 2009 ; BACHY & SANCHEZ, 2012 ; UGOLINI, 2015, 2017). Le phaéton à bec jaune *P. lepturus*, la sterne de Dougall *Sterna dougallii*, la sterne naine *Sternula albifrons*, la gygis blanche *Gygis alba*, ont été aussi observés de façon occasionnelle, sans aucune indication que ces espèces se reproduisent, présentement, aux atolls d'Entrecasteaux (BACHY & TRASTOUR, 2010 ; UGOLINI, 2013, 2015 ; JOURDAN *et al.*, 2015).

Quatre espèces se reproduisent sur tous les îlots végétalisés : le puffin du Pacifique, le fou masqué, le fou brun et le noddi brun (Tableau 2). Le noddi brun se reproduit également sur les cayes sableuses, de même que la sterne à nuque noire. La sterne fuligineuse, présente sur les îlots Huon, Le Leizour et Fabre est absente de l'îlot Surprise (Tableau 2). La sterne bridée niche en petits nombres sur les seuls îlots Huon et Surprise. Le fou à pieds rouges, la frégate du Pacifique et le noddi noir, qui nichent sur les arbres ou les arbustes, sont absents de l'îlot Huon ; les habitats boisés des îlots Le Leizour et Fabre (respectivement, < 0,4 ha et < 0,1 ha ; BUTAUD & JACQ, 2015) sont utilisés par une petite population du fou à pieds rouges. La frégate du Pacifique ne niche qu'à l'îlot Surprise. Des quatre îlots végétalisés, l'îlot Huon est celui qui présente la plus faible richesse spécifique (S = 8) ; l'îlot Surprise présente la richesse spécifique la plus élevée (S = 11) (Tableau 2).

Abondances

Les effectifs par îlot et par espèce (corrigés ; BORSA *et al.*, 2021) exprimés en nombres de CR, sont présentés au Tableau 2. L'îlot Huon abrite plus de 6 000 couples d'oiseaux marins, dont la sterne néréis et > 1 % de la population mondiale du fou brun ; l'îlot Le Leizour abrite plus de 40 000 couples d'oiseaux marins, dont une importante colonie de la frégate ariel ; l'îlot Fabre abrite plus de 40 000 couples d'oiseaux marins, dont > 1 % de la population mondiale du fou brun ; l'îlot Surprise abrite près de 10 000 couples d'oiseaux marins de 11 espèces différentes, dont > 1 % de la population mondiale du fou brun et entre 0,6 % et 3,2 % de la population mondiale de la frégate ariel.

Au total, les effectifs varient de 11 CR chez le phaéton à brins rouges à plus de 55 000 CR chez le puffin du Pacifique (Tableau 2). Ce dernier est ainsi l'espèce la plus abondante aux atolls

d'Entrecasteaux sur les deux dernières décennies ; la population y représente plus de 2,1 % de la population mondiale (Tableau 3). La sterne fuligineuse est la deuxième espèce la plus abondante avec près de 27 000 CR mais seulement 0,2 % de la population mondiale. D'autres espèces sont représentées par plusieurs milliers de CR sur l'ensemble des atolls d'Entrecasteaux : le fou brun et le fou à pieds rouges, la frégate ariel et les deux noddis (Tableau 2). Outre le puffin du Pacifique, les populations du fou brun, de la frégate ariel et du noddi noir atteignent ou dépassent 1 % de la population mondiale (Tableau 3).

Tendances

La démographie de cinq des espèces recensées sur l'îlot Surprise est présentée sous la forme de séries temporelles (Figure 2). Les tendances ainsi observées sur les deux dernières décennies sont toutes négatives, ceci de façon significative pour le puffin du Pacifique, le fou brun et le fou à pieds rouges (test de Mann-Kendall ; $P < 0,05$). Des tendances négatives sont aussi observées sur les séries de données étendues jusqu'à inclure les estimations de ROBINET *et al.* (1997) pour les années 1995-1996. Sur la période 1995-2018, des baisses significatives sont observées chez le puffin du Pacifique (-2,8 % par an ; $P = 0,016$), le fou masqué (-3.5 % par an ; $P = 0,012$) et le fou à pieds rouges (-2,9 % par an ; $P = 0,016$). La population du fou brun de l'îlot Surprise semble, elle, avoir augmenté de 200 % entre 1995 et 2011, pour s'effondrer depuis. Aucune tendance significative n'est observée pour la population du fou masqué de l'îlot Huon. Aucune autocorrélation temporelle n'est observée dans les données.

Discussion

Richesse spécifique

Quatorze espèces d'oiseaux marins ont été signalées régulièrement ces deux dernières décennies sur les îlots des atolls d'Entrecasteaux, dont treize nicheuses (noddis noir et brun, puffin du Pacifique, frégates ariel et du Pacifique, sternes bridée et fuligineuse, phaéton à brins rouges, sterne à nuque noire, fous masqué, brun et à pieds rouges et sterne huppée) et une, présumée nicheuse (sterne néréis). Une observation additionnelle récente est celle du pétrel à poitrine blanche *Pterodroma alba*, pour la première fois signalé sur l'îlot Surprise en juillet 2021 (É. Vidal, comm. pers. ; https://twitter.com/hashtag/C_Boitel?src=hashtag_click). Il n'y a pas d'indication que la gygis blanche signalée sur l'îlot Surprise en novembre 2015, la sterne de Dougall *Sterna dougallii* signalée sur les cayes de l'atoll de la Surprise en décembre 2013 ou la sterne naine, signalée sur les cayes sableuses en décembre 2015 (UGOLINI, 2013, 2015 ; JOURDAN *et al.*, 2015) aient niché aux atolls d'Entrecasteaux ces deux dernières décennies. Le pélican à lunette *Pelecanus conspicillatus* a été signalé une fois sur l'îlot Huon, non nicheur, en août 1981 (LABOUTE, 1989).

Deux autres espèces, présentes jusqu'au moins la fin des années 1870, n'ont pas été signalées nicheuses depuis que les observations ont repris près d'un siècle plus tard : le phaéton à bec jaune et la mouette argentée *Chroicocephalus novaehollandiae* jadis « *said to breed in large numbers on the Huon Islands* » (LAYARD & LAYARD, 1882). En outre, ce n'est pas un mais deux

pétrels *(« mutton-birds »)* « *that breed in holes on Huon Island* » qui avaient été mentionnés par LAYARD & LAYARD (1878, 1882). Une de ces deux espèces était très vraisemblablement le puffin du Pacifique ; la seconde pourrait être le pétrel du Herald *Pterodroma heraldica*, présent ou historiquement présent sur d'autres îlots de la mer de Corail (KING, 1984 ; BATIANOFF & CORNELIUS, 2005 ; BOURNE *et al.*, 2005), à moins qu'il ne s'agisse du pétrel à poitrine blanche. Il pourrait aussi s'agir du pétrel à ailes noires *P. nigripennis* ou du pétrel de Tahiti *Pseudobulweria rostrata* qui nichent sur les îlots du grand lagon Sud et sur le littoral de la Grande Terre (PANDOLFI-BENOIT & BRETAGNOLLE, 2002 ; VILLARD *et al.*, 2006 ; BORSA *et al.*, 2017). Plusieurs hypothèses pourraient expliquer la disparition probable de la mouette argentée et du phaéton à bec jaune, ainsi que la quasi-disparition du phaéton à brins rouges sur les îlots des atolls d'Entrecasteaux : (i) ces oiseaux ont pu avoir été impactés par les changements écologiques majeurs consécutifs à l'occupation humaine et à l'exploitation du guano ; (ii) ces espèces fragiles ont pu avoir fait les frais du braconnage des poussins et des œufs, pratiqué jusqu'à récemment par les habitants des îles Bélep situées à l'extrême nord de la Nouvelle-Calédonie (SPAGGIARI *et al.*, 2007) ; (iii) les razzias sur les nids de tortues et la consommation des tortues femelles adultes ont pu avoir entraîné, indirectement, la raréfaction de prédateurs littoraux généralistes comme les mouettes qui se nourrissent, entre autres, des nouveaux-nés de la tortue verte (BUSTARD, 1972) ; (iv) les razzias sur les nids de sternes et noddis, dont la mouette argentée est un prédateur sur les îlots coralliens de la mer de Corail (VILLARD, 2004) ont pu avoir de même contribué à sa raréfaction ; (v) l'introduction de la souris *Mus musculus* et du rat *Rattus rattus* sur l'île Surprise (BEUGNET *et al.*, 1993) et peut-être d'autres îles ont pu avoir affecté de façon dramatique la reproduction de ces oiseaux (CAUT *et al.*, 2008, 2009) ; (vi) la disparition de la végétation ligneuse a pu aussi avoir contribué à l'extinction locale de la mouette argentée, qui construit son nid préférentiellement au pied des arbres (BURGER *et al.*, 2015), ainsi qu'à la raréfaction du phaéton à brins rouges, jadis « *common on "Huon" or "Surprise" Islands at the north, where it breeds* » (LAYARD & LAYARD, 1882) en les privant d'abris vis-à-vis de l'exposition excessive au soleil, aux intempéries et au dérangement par les tortues marines et par les humains.

L'îlot Surprise est le seul des quatre îlots coralliens des atolls d'Entrecasteaux à ne pas héberger de colonie de la sterne fuligineuse, malgré la présence d'une grande étendue d'habitat *a priori* favorable. Cette observation rappelle celle faite sur l'Île Longue de l'atoll des Chesterfield où de même la sterne fuligineuse est absente (BORSA, 2021). Cette espèce est aussi absente de l'île Hunter alors qu'elle niche en grandes colonies sur l'île Matthew voisine (BORSA & BAUDAT-FRANCESCHI, 2019) ; elle est aussi quasi-absente des îlots du lagon Sud (PANDOLFI-BENOIT & BRETAGNOLLE, 2002 ; BAUDAT-FRANCESCHI, 2012). Un point commun à tous ces sites est la présence de rongeurs : rat noir *Rattus rattus* et souris domestique *Mus musculus* sur l'îlot Surprise jusqu'à leur éradication en 2005 (CAUT *et al.*, 2009 ; COURCHAMP *et al.*, 2011) ; souris domestique sur l'Île Longue (BORSA & BOITEUX, 2007) ; rat polynésien *R. exulans* sur l'île Hunter (BORSA, 2007) ; rat noir et rat polynésien sur les îlots du lagon Sud jusqu'en 1998 (BELL, 1998 ; VILLARD, 2004). Il est possible que la présence de rongeurs soit un facteur prépondérant de l'absence de la sterne fuligineuse sur l'îlot Surprise et d'autres îlots coralliens de la mer de Corail. La présence de rongeurs pourrait aussi expliquer la relative rareté du puffin du Pacifique sur l'îlot Surprise, comparé aux îlots Le Leizour et Fabre. D'autres espèces encore ont pu avoir subi l'impact des rongeurs sur l'îlot Surprise. Il est alors possible qu'à la faveur de leur éradication en 2005, d'autres espèces que les onze y nichant actuellement de façon certaine le recolonisent progressivement, en particulier le pétrel, le phaéton à

bec jaune et la mouette argentée signalés nicheurs pour la première et dernière fois il y a près d'un siècle et demi.

Abondances, tendances et menaces

Les estimations d'abondance présentées ici à partir des données existantes, issues de missions ponctuelles sur les colonies, sont considérées comme étant les plus proches des tailles de colonie réelles. Elles restent nécessairement fortement sous-estimées pour les espèces dont la période de reproduction se situe en dehors de la saison chaude, qui était la seule échantillonnée durant la pérode considérée (BORSA *et al.*, 2021). C'est, en l'occurrence, le cas de la sterne néréis, observée en petits groupes sur les îlots Huon et sur les cayes ouest de Fabre mais à chaque fois en plumage d'éclipse (BACHY 2009 ; UGOLINI 2014, 2015, 2017). C'est peut-être aussi le cas des autres espèces réputées se reproduire préférentiellement en saison fraîche ailleurs dans la mer de Corail, comme les deux frégates ou bien celles dont la reproduction semble s'étaler sur toute l'année, comme les trois fous et le noddi brun (KING *et al*., 1992 ; BORSA *et al*., 2010 ; DUVAL, 2018).

Pour résumer, les effectifs du puffin du Pacifique et de la sterne fuligineuse atteignent plusieurs dizaines de milliers de couples ; ceux du fou brun, du fou à pieds rouges, de la frégate ariel et des deux noddis sont de l'ordre du millier ; ceux de la frégate du Pacifique, du fou masqué et de la sterne huppée atteignent quelques centaines ; ceux de la sterne à nuque noire et de la sterne bridée, quelques dizaines ; l'effectif total du phaéton à brins rouges ne dépasse guère une dizaine de couples. Les résultats du présent travail confirment ceux de ROBINET *et al.* (1997) et désignent les atolls d'Entrecasteaux comme un haut-lieu de la reproduction des oiseaux marins tropicaux, ceci malgré les impacts durables des activités anthropiques passées. Cet ensemble est comparable en richesse spécifique et en abondance d'oiseaux marins nicheurs à deux autres ensembles d'îlots coralliens de la partie calédonienne de la mer de Corail, l'atoll des Chesterfield et le grand lagon sud (PANDOLFI-BENOIT & BRETAGNOLLE, 2002 ; BORSA *et al.*, 2010). De par leur abondance, ces oiseaux marins jouent nécessairement un rôle écologique majeur dans les écosystèmes océaniques de la mer de Corail (VOTIER & SHERLEY, 2017 ; RECEVEUR *et al.*, 2022).

Les missions ornithologiques aux atolls d'Entrecasteaux réalisées de 2007 à 2018 avaient pour objectif affiché le « suivi régulier [par des] spécialistes [qui] effectuent des relevés d'informations afin de connaître l'évolution de la biodiversité existante » (https://mer-de-corail.gouv.nc/ ; consultation faite le 07 sep. 2020). Depuis la mise en réserve des atolls d'Entrecasteaux, les populations d'oiseaux marins ont-elles augmenté ? D'après HATCH (2003), un suivi sur au moins 16 années et jusqu'à plusieurs décennies de données ornithologiques sont nécessaires afin de détecter de façon fiable des variations de taille de population de 2 % ou davantage. Bien que les séries temporelles présentées ici soient insuffisamment longues et régulières, toutes affichent une baisse sensible des populations. Des tendances semblables ont été observées dans la partie occidentale de la mer de Corail (CONGDON *et al.*, 2007).

Des facteurs régionaux pourraient expliquer de telles tendances du fait qu'elles sont observées simultanément sur l'ensemble des espèces examinées. On peut envisager comme tels facteurs : (i) la surpêche des thons, qui affecte la région ouest-Pacifique et qui semble concerner aussi la ZEE de la Nouvelle-Calédonie depuis cinq ans (ANONYME, 2020) ; (ii) la pollution

par les déchets plastiques, qui affecte de façon croissante les oiseaux marins de la mer de Corail (LAVERS *et al.*, 2018 ; BERR *et al.*, 2020) et aussi, vraisemblablement, la qualité de leurs proies ; (iii) des changements de température, d'humidité ou de régime des vents susceptibles d'augmenter la dépense énergétique liée à la thermorégulation ; (iv) une baisse de productivité de l'écosystème océanique, éventuellement liée à l'un ou l'autre de ces facteurs. Des facteurs locaux pourraient aussi être impliqués, comme le dérangement par les dizaines de plaisanciers et de touristes qui fréquentent les abords des îlots (FOURDRAIN, 2019), ainsi que des équipes de scientifiques et de gestionnaires (BACHY, 2017). Le protocole utilisé en routine pour le comptage des tortues vertes sur les îlots des atolls d'Entrecasteaux implique le passage répété de visiteurs dans la zone de nidification des fous masqués et à proximité dangereuse de celle des fous bruns, des sternes à nuque noire et des noddis bruns (FONFREYDE *et al.*, 2015 ; CLÉMENT, 2016 ; KERANDEL *et al.*, 2016 ; ANONYME, 2017 ; REIX-TRONQUET, 2019). Ce type de suivi, tel qu'il est pratiqué, provoque un dérangement répété de ces espèces nichant en haut de plage à la lisière de la végétation ; des abandons de nids et morts d'œufs et de poussins de fous masqués ont été ainsi déplorés (BACHY, 2009). Le même problème se pose avec les tournées de ramassage des déchets (BORSA, 2019).

Une protection insuffisante au regard des enjeux écologiques

La réglementation actuelle concernant les atolls d'Entrecasteaux, telle qu'arrêtée par le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, vise à « protéger les écosystèmes et leur connectivité » ainsi que « protéger les espèces patrimoniales, rares, en danger et migratrices » (GERMAIN & POIDYALIWANE, 2018c). Cependant, un seul des quatre îlots végétalisés des atolls d'Entrecasteaux, Le Leizour, bénéficie du statut de réserve intégrale, le seul à même de garantir la quiétude nécessaire à la reproduction des colonies d'oiseaux marins ; l'îlot Surprise est protégé, mais seulement en partie puisque sur autorisation préalable, la plage et ses abords sont ouverts aux visiteurs et aux activités nautiques (GERMAIN & POIDYALIWANE, 2018a, b), de même que les îlots Huon et Fabre ainsi que les cayes sableuses à l'ouest de l'îlot Fabre. Tous ces îlots, y compris Le Leizour et Surprise, reçoivent des visites annuelles à des fins « d'activités scientifiques ou de suivi et de gestion de l'environnement » (MARTIN & TYUIENON, 2013) dont nous avons vu qu'elles causaient un dérangement non négligeable des oiseaux nicheurs. Or, ces îlots, y compris ceux qui ne bénéficient pas du statut de réserve intégrale, abritent des espèces sensibles à la fréquentation humaine dont une (le puffin du Pacifique) dépasse 10 000 couples reproducteurs sur les îlots Le Leizour et Fabre et deux autres (le fou brun sur les îlots Huon, Fabre et Surprise ; la frégate ariel sur l'îlot Surprise) ont des effectifs supérieurs à 1 % de la population mondiale. L'îlot Huon abrite une micro-population de la sterne néréis, menacée d'extinction (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2018e) ; l'îlot Surprise abrite un pétrel en danger d'extinction (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2018b). La réglementation actuelle pourrait donc bien s'avérer insuffisante non seulement au regard des objectifs de gestion affichés, mais aussi selon les critères reconnus internationalement (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2010 ; IUCN, 2021) ; les protocoles scientifiques et de « suivi » de la bodiversité pourraient aussi être améliorés de façon à minimiser le dérangement (WBM OCEANICS AUSTRALIA & CLARIDGE, 1997 ; BARTER, 2004).

Une restauration active (REY BENAYAS *et al.*, 2008 ; MORRISON & LINDELL, 2011) de la végétation ligneuse originelle sur trois des îlots aujourd'hui déboisés (Huon, Le Leizour, Fabre) mériterait considération. L'écosystème forestier ainsi restauré offrirait des sites de reproduction aux phaétons jadis abondants ainsi qu'aux puffins, dont les densités de nids semblent supérieures dans ce type d'habitat ; il permettrait aux trois espèces arboricoles (fou à pieds rouges, frégate du Pacifique, noddi noir) d'étendre leurs colonies ; il pourrait aussi faciliter le retour éventuel de la mouette argentée. Il offrirait une protection accrue des nids vis-à-vis du soleil, ainsi que la protection du sol, et il tamponnerait les variations de température et d'humidité. Enfin, la végétation arborée contribuerait à stabiliser les îlots face à l'érosion causée par la marée, la houle, le ressac et les intempéries.

Remerciements – Le présent travail s'inscrit dans une série consacrée au parc naturel de la mer de Corail, commencée en 2018 et rédigée à l'attention du comité de gestion de ce parc. Le *Journal officiel de la Nouvelle-Calédonie* a été consulté sur le site de la documentation juridique de Nouvelle-Calédonie (https://juridoc.gouv.nc/ JuriDoc/). Le *Bulletin de la Société des Études coloniales et maritimes*, le *Bulletin de la Société de Géographie*, *Cols bleus*, la *Revue maritime et coloniale*, le récit de J.-J. Houtou de La Billardière, les cartes de C.-F. Beautemps-Beaupré et les mémoires de H. Rivière ont été consultés sur le site *Gallica* de la Bibliothèque nationale de France (https://gallica.bnf.fr/). Les articles des Layard dans la revue *Ibis* ont été téléchargés depuis le site de la *Biodiversity Heritage Library* (https://www.biodiversitylibrary.org/). Merci à T. Berr, S. Bertrand, D. Bonnet, J.-A. Kerandel et M. Reix-Tronquet pour leurs commentaires et suggestions sur des versions préliminaires du rapport de BORSA *et al.* (2021), préparé en tant qu'annexe du présent papier.

Références

ANDRÉFOUËT, S. & TORRES-PULLIZA, D. (2004).– *Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie*. Inst. Rech. Dév., Nouméa, 50 p.

ANONYME (1980).– *La Dunkerquoise* visite les récifs d'Entrecasteaux. *Cols bleus*, **1610**, 14-15.

ANONYME (2017).– Amborella*, rapport d'activité 2017*. Dir. Aff. mar. (Gouv. Nouv.-Caléd.), Nouméa, 31 p.

ANONYME (2020).– *Programme 2020 observateurs des pêches en Nouvelle-Calédonie*. Parc nat. Mer Corail (Gouv. Nouv.-Caléd.), Nouméa, 16 p.

BACHY, P. (2008).– *Inventaire ornithologique des îles du récif d'Entrecasteaux 2008*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 20 p.

BACHY, P. (2009).– *Inventaire ornithologique des îles du récif d'Entrecasteaux 2009*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 23 p.

BACHY, P. (2011).– *Inventaire ornithologique des îlots du récif d'Entrecasteaux, décembre 2012 (mission du 07 au 18 déc. 11)*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 26 p.

BACHY, P. (2017).– *Effets sans aucune surprise sur l'îlot Surprise du récif d'Entrecasteaux*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 8 p.

BACHY, P. (2019).– *Inventaire ornithologique de l'archipel d'Entrecasteaux 2018*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 7 p.

BACHY, P. & LE BRETON, J. (2007).– *Inventaire ornithologique des îles du récif d'Entrecasteaux. Rapport de la mission du 6 au 20 décembre 2007*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 20 p.

BACHY, P. & SANCHEZ, T. (2012).– *Inventaire ornithologique de l'archipel d'Entrecasteaux. Mission du 7 au 18 décembre 2012*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 27 p.

BACHY, P. & TRASTOUR, G. (2010).– *Inventaire ornithologique des îlots du récif d'Entrecasteaux, décembre 2010 (mission du 08 au 18 déc. 10)*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 23 p.

BARTER, M. (2004).– Human disturbance to colonially breeding seabirds and guidelines for visitor management on islands off the coast of Western Australia. M.Sc. Diss., Murdoch U., Perth, 155 p.

BATIANOFF, G.N. & CORNELIUS, N.J. (2005).– Birds of Raine Island: population trends, breeding behaviour and nesting habitats. *Proc. roy. Soc. Queensl.*, **112**, 1-29.

BAUDAT-FRANCESCHI, J. (2012) *Etat de conservation des oiseaux marins et des rapaces nicheurs du "Grand lagon sud". Contribution au plan de gestion du bien UNESCO "Aire marine n° 1 "*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 125 p.

BEAUTEMPS-BEAUPRE, C.-F. (1807).– *Carte de la Nouvelle Calédonie (New Caledonia) découverte en 1774 par le capitaine Cook qui en reconnut la partie orientale et dont la partie occidentale a été reconnue en 1792 et la partie du nord-est en 1793 (an I^er^) par le contre-amiral Bruny-Dentrecasteaux*. Dépôt général des cartes et plans de la Marine et des colonies, Paris.

BELL, M. (1998).– *Seabird island restoration: New Caledonia, eradication of rats*. Dir. Ressour. nat. (Prov. Sud), Nouméa, 12 p.

BERR, T., NAUDET, J., LAGOURGUE, C., *et al.* (2020) Plastic ingestion by seabirds in New Caledonia, South Pacific. *Mar. Poll. Bull.*, **152**, 110925.

BEUGNET, F., COSTA, R., FERRÉ, O. & MARCHAL, V. (1993).– Statut sanitaire et inventaire de l'avifaune des îlots français du Pacifique sud. Etude de l'île Surprise (18°29'S, 162°05'E). *Rev. Méd. vét.*, **144**, 607-613.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2010).– *Marine important bird areas toolkit: standardised techniques for identifying priority sites for the conservation of seabirds at sea, v. 1.2*. BirdLife int., Cambridge, 54 p.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018a).– *Ardenna pacifica*. *IUCN red List threat. Sp.*, **2018**, e.T22698175 A132631353.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018b).– *Pterodroma alba. IUCN red List threat. Sp.*, **2018**, e.T22698001A132618432.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018c).– *Sterna sumatrana*. *IUCN red List threat. Sp.*, **2018**, e.T22694612 A132561758.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018d).– *Thalasseus bergii*. *IUCN red List threat. Sp.*, **2018**, e.T22694571 A132561035.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018e).– *Sternula nereis*. *IUCN red List threat. Sp.*, **2018**, e.T22694691A132568135.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2019).– *Onychoprion anaethetus*. *IUCN red List threat. Sp.*, **2019**, e.T22694730A154676367.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020a).– *Anous stolidus*. *IUCN red List threat. Sp.*, **2020**, e.T22694794A168889812.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020b).– *Onychoprion fuscatus*. *IUCN red List threat. Sp.*, **2020**, e.T22694740A168895142.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020c).– *Phaethon rubricauda*. *IUCN red List threat. Sp.*, **2020**: e.T22696641A163889221.

BORSA, P. (2007).– *Mission ornithologique aux îles Hunter et Matthew, 11-14 décembre 2004.* Inst. Rech. Dév., Nouméa, 22 p.

BORSA, P. (2019).– *Parc naturel de la mer de Corail : des activités touristiques peu compatibles avec la préservation des espèces et des écosystèmes*. Inst. Rech. Dév., Nouméa, 39 p.

BORSA, P. (2021).– Avifaune marine des îles Chesterfield (mer de Corail) : richesse spécifique, tailles de population, menaces et tendances sur les trois dernières décennies. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **146**, 111-122.

BORSA, P. & BAUDAT-FRANCESCHI, J. (2019).– *Synthèse des observations sur l'avifaune marine des îles Matthew et Hunter (Parc naturel de la mer de Corail), 1973-2018*. Inst. Rech. Dév., Nouméa, 45 p.

BORSA, P. & BOITEUX, N. (2007).– *Mission ornithologique à l'Île Longue, 18-22 juin 2007*. Inst. Rech. Dév., Nouméa, 14 p.

BORSA, P., PANDOLFI, M., ANDRÉFOUËT, S. & BRETAGNOLLE, V. (2010).– Breeding avifauna of the Chesterfield Islands, Coral Sea : current population sizes, trends, and threats. *Pac. Sci.*, **64**, 297-314.

BORSA, P., PHILIPPE, A. & LE BOUTEILLER, A. (2021).– *Diversité spécifique et abondances des oiseaux marins des atolls d'Entrecasteaux (parc naturel de la mer de Corail) estimées à partir de quinze missions ponctuelles effectuées de 2002 à 2018*. Inst. Rech. Dév., Nouméa, 23 p.

BORSA, P., RICHER DE FORGES, B. & BAUDAT-FRANCESCHI, J. (2018).– Keep cruises off remote coral reefs. *Nature*, **558**, 372.

BORSA, P., UGOLINI, D. & WEIMERSKIRCH, H. (2017).– *Mouvements en mer des puffins fouquets de la colonie de Temrock (Nouvelle-Calédonie) : compte rendu de la troisième mission, 09 – 18 mars 2016*. Inst. Rech. Dév., Noumea, 15 p.

BOURNE, W.R.P., DAVID, A.C.F. & McALLAN, I.A.W. (2005).– The birds of the southern Coral Sea including observations by HMS *Herald* in 1858–60. *Atoll Res. Bull.*, **541**, 237–263.

BROOKE, M. (2004).– *Albatrosses and petrels across the world*. Oxford Univ. Press, New York, 499 p.

BURGER, J., GOCHFELD, M., KIRWAN, G.M. & GARCIA, E.F.J. (2015).–. Silver gull (*Chroicocephalus novaehollandiae*). In: del Hoyo, J., *et al.* (eds.) *Birds of the World*. Cornell Lab. Ornithol., Ithaca NY.

BUSTARD, R. (1972) .– *Sea turtles: natural history and conservation*. Collins, Lond., 224 p.

BUTAUD, J.-F. (2013).– *Flore, formations végétales et enjeux de conservation des récifs d'Entrecasteaux (Nouvelle-Calédonie)*. Conserv. int. Nouv.-Caléd., Nouméa, 87 p.

BUTAUD, J.-F. & JACQ, F. (2015).– *Parc naturel de la mer de Corail, îles éloignées. Guide floristique*. Gouv. Nouv.-Caléd., Nouméa, 132 p.

CALABRESE, L. (2015).– *Foraging ecology and breeding biology of wedge-tailed shearwater (Puffinus pacificus) and tropical shearwater (*Puffinus bailloni*) on Aride Island nature reserve, Seychelles: tools for conservation*. Thèse Doc., U. P.-et-M.-Curie, Paris, 135 p.

CARNEY, K.M. & SYDEMAN, W.J. (1999).– A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds. *Col. Waterbirds*, **22**, 68-79

CASSAN, J.-J. (2012).– Des milieux sensibles : gestion et préservation. In Bonvallot, J., Gay, J.-C. & Habert, É. (eds.), *Atlas de la Nouvelle-Calédonie*. Inst. Rech. Dév., Marseille, 89-96.

CAUT, S. (2006).– *Invasions biologiques, réactions en chaîne et relations trophiques*. Thèse Doc., U. Paris XI, Orsay, 338 p.

CAUT, S., ANGULO, E. & COURCHAMP, F. (2008).– Dietary shift of an invasive predator: rats, seabirds and sea turtles. *J. appl. Ecol.*, **45**, 428-437.

CAUT, S., ANGULO, E. & COURCHAMP, F. (2009).– Avoiding surprise effects on Surprise Island: alien species control in a multitrophic level perspective. *Biol. Invasions*, **11**, 1689–1703.

CECCARELLI, D.M., McKINNON, A.D., ANDREFOUËT, S., *et al.* (2013).– The Coral Sea: physical environment, ecosystem status and biodiversity assets. *Adv. mar. Biol.*, **66**, 213-290.

CHIMNO, W. (1856).– Narrative of the loss of the Chinese junk « Ningpo » on d'Entrecasteaux Reefs, near New Caledonia, with an account of the reefs. *Naut. Mag.*, **25**, 113-121.

CLÉMENT, T. (2016).– *Audit du plan de gestion de l'aire protégée des atolls d'Entrecasteaux*. Oréade-Brèche Env. Dév., Auzeville, 43 p.

CMNC (2020).– *Livre bleu pour une stratégie maritime calédonienne*. Cluster marit. Nouv.-Caléd., Nouméa, 419 p.

CONGDON, B.C., ERWIN, C.A., PECK, D.R., *et al.* (2007).- Vulnerability of seabirds on the Great Barrier Reef to climate change. In: Johnson, J.E. & Marshall, P.A. (eds.), *Climate change and the Great Barrier Reef: a vulnerability assessment*. GBR mar. Park Author. (Austr. Gov.), Townsville, 427-463.

COULSON, J.C. (2016).– A review of philopatry in seabirds and comparisons with other waterbird species. *Waterbirds*, **39**, 229-240.

COURCHAMP, F. & CAUT, S. (2005).– Use of biological invasions and their control to study the dynamics of interacting populations. In : Cadotte M.W., McMahon S.M., Fukami T. (eds.), *Conceptual ecology and invasions biology*. Springer, Lond., 253-279.

COURCHAMP, F., CAUT, S., BONNAUD, E., *et al.* (2011).– Surprise effects on Surprise Island: was the rat eradication a success? In : Veitch C.R., Clout M.N., Towns D.R. (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN, Gland, 285-289.

DEL HOYO, J., ELLIOT, A. & SARGATAL, J. (1992).– *Handbook of the birds of the world, vol. 1: ostrich to ducks*. Lynx Edicions, Barcelona, 696 p.

DUVAL, T. (2018).– *Parc naturel de la mer de Corail : bilan du suivi des oiseaux marins*. Hémisphères, Nouméa, 104 p.

DYER, P.K., HILL, G.J.E. & BARNES, A. (1995) Three decades of burrow estimates for wedge-tailed shearwaters on the Capricorn Group. *Emu*, **95**, 272-279.

DYER, P.K., O'NEILL, P. & HULSMAN, K. (2005).– Breeding numbers and population trends of wedge-tailed shearwater (*Puffinus pacificus*) and black noddy (*Anous minutus*) in the Capricornia Cays, southern Great Barrier Reef. *Emu*, **105**, 249–257.

FONFREYDE, C., SIMONI, P., COLOMBANI, N., *et al.* (2015).– *L'aire protégée des atolls d'Entrecasteaux. Mission de suivi terrestre, décembre 2015*. Dir. Aff. marit. (Gouv. Nouv.-Caléd.), Nouméa, 40 p.

FOURDRAIN, A. (2019).– *La fréquentation humaine dans le parc naturel de la mer de Corail.* Parc nat. Mer Corail (Gouv. Nouv.-Caléd.), Nouméa, 6 p.

GAUGER METZ, V.H. & SCHREIBER, E.A. (2020).– Great frigatebird (*Fregata minor*), v. 1.0. In : Billerman S.M. (ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab. Ornithol., Ithaca NY.

GERAUX, H. & COÏC, N. (2002).– *Rapport de mission. Colonies d'oiseaux marins des récifs d'Entrecasteaux*. WWF Nouv.-Caléd., Nouméa, 4 p.

GERMAIN, P. & POIDYALIWANE, D. (2018a).– Arrêté n° 2018-1987/GNC du 14 août 2018 instaurant des réserves à Chesterfield, Bellona, Entrecasteaux, Pétrie et Astrolabe. *J. off. Nouv.-Caléd.*, **9592**, 11351-11353.

GERMAIN, P. & POIDYALIWANE, D. (2018b).– Arrêté n° 2018-1989/GNC du 14 août 2018 encadrant les activités touristiques professionnelles dans le parc naturel de la mer de Corail. *J. off. Nouv.-Caléd.*, **9592**, 11354-11357.

GERMAIN, P. & POIDYALIWANE, D. (2018c).– Arrêté n° 2018-1991/GNC du 14 août 2018 portant approbation du plan d'action des atolls d'Entrecasteaux. *J. off. Nouv.-Caléd.*, **9592**, 11357-11362.

GRACE, J., ANDERSON, D.J., CARBONERAS, C., *et al.* (2020).– Masked Booby (*Sula dactylatra*), v. 1.0. In : Billerman S.M. (ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab. Ornithol., Ithaca NY.

GRAHAM, N.A.J., WILSON, S.K., CARR, P., *et al.* (2018).– Seabirds enhance coral reef productivity and functioning in the absence of invasive rats. *Nature*, **559**, 250-253.

HATCH, S.A. (2003).– Statistical power for detecting trends with applications to seabird monitoring. *Biol. Conserv.*, **111**, 317-329.

HAZEN, E.L., ABRAHMS, B., BRODIE, S., *et al.* (2019).– Marine top predators as climate and ecosystem sentinels. *Front. Ecol. Env.*, **17**, 565–574.

HEATWOLE, H. (2011).– Coral cays, vegetational succession. In: Hopley D. (ed.) *Encyclopedia of modern coral reefs*. Springer, Dordrecht, 256-261.

IUCN (2021).– *The IUCN red list of threatened species, v. 2021-1* (https://www.iucnredlist.org).

JOURDAN, H., LE BOUTEILLER, A., LORRAIN, A., *et al.* (2015).– *INTERCASTEAUX 2015 à bord du* Yandé. Ag. Aires mar. protég., Nouméa, 66 p.

KERANDEL, J.-A., COLOMBANI, N., CONSIGNY, M., *et al.* (2016).– *L'aire protégée des atolls d'Entrecasteaux. Mission de suivi terrestre, décembre 2016*. Parc nat. Mer Corail, Nouméa, 15 p.

KING, B.R. (1984).– The Herald petrel *Pterodroma arminjoniana heraldica* breeding on Raine Island, Qld. *Emu*, **84**, 246-247.

KING, B.R., HICKS, J.T. & CORNELIUS, J. (1992).– Population changes, breeding cycles and breeding success over six years in a seabird colony at Michaelmas Cay, Queensland. *Emu*, **92**, 1-10.

KUSHLAN, J.A., STEINKAMP, M.J., PARSONS, K.C., *et al.* (2002).– *Waterbird conservation for the Americas: the North American waterbird conservation plan, v. 1*. U.S. Fish Wildl. Serv., Washington DC, 78 p.

LABILLARDIERE, [J.-J. H. de] (1799).– *Relation du voyage à la recherche de La Pérouse, fait par ordre de l'Assemblée constituante, pendant les années 1791, 1792, et pendant le 1ère. et la 2de. année de la République françoise, tome 1*. H.J. Jansen, Paris, xvi+442 p.

LABOUTE, P. (1989).– Mission " Tortues marines " aux îles Surprise et Huon (récifs d'Entrecasteaux) du 9 au 17 janvier 1989. *Rapp. Miss. Sci. Mer, Biol. mar. (ORSTOM, Nouméa)*, **1**, 1-19.

LAGUERRE, A.C.M. (1878).– Les îles Huon. *Bull. Soc. Etudes colon. marit.*, **2**, 19-20.

LAVERS, J.L., HUTTON, I. & BOND, A.L. (2018) Ingestion of marine debris by wedge-tailed shearwaters (*Ardenna pacifica*) on Lord Howe Island, Australia during 2005–2018. *Mar. Pollut. Bull.*, **133**, 616–621.

LAYARD, E.L. & LAYARD, E.L.C. (1878).– Notes on the avifauna of New Caledonia. *Ibis*, **20**, 250-267.

LAYARD, E.L. & LAYARD, E.L.C. (1882).– Notes on the avifauna of New Caledonia. A catalogue of the birds of the island known to E.L. & E.L.C. Layard. With remarks by the reverend Canon Tristram. *Ibis*, **6**, 493-546.

LIMPUS, C.J., MILLER, J.D., PARMENTER, C.J., *et al.* (1992).– Migration of green (*Chelonia mydas*) and loggerhead (*Caretta caretta*) turtles to and from eastern Australian rookeries. *Wildl. Res.*, **19**, 347-358.

LOUBERSAC, L., LACROIX, D. & HENOCQUE, Y. (2013).– Croissance et société bleues : quels intérêts et perspectives pour la Nouvelle-Calédonie. *Taï Kona*, 2013-11, 12-35.

MAIRE, E., CINNER, J., VELEZ, L., *et al.* (2016).– How accessible are coral reefs to people? A global assessment based on travel time. *Ecol. Lett.*, **19**, 351–360.

MARTIN, H. & LECREN, A. (2014).– Arrêté n° 2014-1063/GNC du 23 avril 2014 créant le parc naturel de la mer de corail. *J. off. Nouv.-Caléd.*, 9028, 4245-4247.

MARTIN, H. & TYUIENON, G. (2013).– Arrêté n° 2013-1003/GNC du 23 avril 2013 instaurant une aire protégée aux atolls d'Entrecasteaux. *J. off. Nouv.-Caléd.*, 8903, 3774-3776.

McDUIE, F. & CONGDON, B.C. (2016) .– Trans-equatorial migration and non-breeding habitat of tropical shearwaters: implications for modelling pelagic Important Bird Areas. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **550**, 219–234

MILLER, M.G.R., CARLILE, N., PHILLIPS, J.S., *et al.* (2018).– Importance of tropical tuna for seabird foraging over a marine productivity gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **586**, 233–249.

MORRISON, E.B. & LINDELL, C.A. (2011).– Active or passive forest restoration? Assessing restoration alternatives with avian foraging behavior. *Restor. Ecol.*, **19**, 170-177.

MONTROUZIER, X. (1876).– Notes d'histoire naturelle des îles Huon et Surprise. *Bull. Soc. Géogr. Sér. 6*, **12**, 645-648.

MONTROUZIER, X. (1877).– Histoire naturelle des îles Huon et Surprise. *Rev. marit. colon.*, **52**, 616-618.

O'NEILL, P., HEATWOLE, H., PREKER, M. & JONES, M. (1996).– Populations, movements and site fidelity of brown and masked boobies on the Swain Reefs, Great Barrier Reef, as shown by banding recoveries. *CRC Reef Res. Ctr. techn. Rep. (Townsville)*, **11**, 1-36.

ORTA, J., GARCIA, E.F.J., KIRWAN, G.M., *et al.* (2020).– Lesser frigatebird (*Fregata ariel*), v. 1.0. In : del Hoyo, J., *et al.* (eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab. Ornithol., Ithaca NY.

PANDOLFI-BENOIT, M. (1993).– *Rapport de la mission ornithologique à l'île Surprise du 4 au 8 janvier 1993.* Dir. Dév. rur. Prov. Sud, Nouméa, 29 p.

PANDOLFI-BENOIT, M. & BRETAGNOLLE, V. (2002).– Seabirds of the southern lagoon of New Caledonia: distribution, abundance and threats. *Waterbirds*, **25**, 202-213.

PARTNERS IN FLIGHT (2019).– *Avian conservation assessment database, ver. 2019*. http://pif.birdconservancy.org/ACAD.

PIGGOTT-McKELLAR, A. & McNAMARA, K.E. (2016).– Survey: two-thirds of Great Barrier Reef tourists want to 'see it before it's gone'. *Conversation*, 62103.

POHLERT, T. (2020).– *trend: non-parametric trend tests and change-point detection*. R package v. 1.1.4.

RANCUREL, P. (1974).– *Compte rendu d'une visite à l'île Surprise le 31 janvier 1974*. Off. Rech. sci. techn. o.-M., Nouméa, 7 p.

RAVACHE, A., BOURGEOIS, K., WEIMERSKIRCH, H., *et al.* (2020).– Behavioral and trophic segregations help the Tahiti petrel to cope with the abundance of wedge-tailed shearwater when foraging in oligotrophic tropical waters. *Sci. Rep.*, **10**, 15129.

R CORE TEAM (2020).- *R: a language and environment for statistical computing*. R Found. stat. Comput., Vienna.

READ, T.C., WANTIEZ, L., WERRY, J.M., *et al.* (2014).– Migrations of green turtles (*Chelonia mydas*) between nesting and foraging grounds across the Coral Sea. *PloS One*, **9**, e100083.

RECEVEUR, A., ALLAIN, V., MÉNARD, F., *et al.* (2022).– Modelling marine predator habitat using the abundance of their pelagic prey in the tropical southwestern Pacific. *Ecosystems*., https://doi.org/10.1007/s10021-021-00685-x

REIX-TRONQUET, M. (2019).– *Entrecasteaux, mission de suivi terrestre du 10 au 18 décembre 2019*. Parc nat. Mer Corail (Gouv. Nouv.-Caléd.), Nouméa, 19 p.

REY BENAYAS, J.M., BULLOCK, J.M. & NEWTON, A.C. (2008).– Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Front. Ecol. Env.*, **6**, 329–336.

RICHER DE FORGES, B. & BARGIBANT, G. (1985).– Le lagon nord de la Nouvelle-Calédonie et les atolls de Huon et Surprise. *Rapp. sci. techn. (ORSTOM, Nouméa)*, **37**, 1-23.

RIVIERE, H. (1881).– *Souvenirs de la Nouvelle-Calédonie*. Calmann Lévy, Paris, 295 p.

ROBINET, O., SIRGOUANT, S. & BRETAGNOLLE, V. (1997).– Marine birds of d'Entrecasteaux Reefs (New Caledonia, southwestern Pacific): diversity, abundance, trends and threats. *Colon. Waterbirds*, **20**, 282-290.

SCHREIBER, E.A. & NORTON, R.L. (2020).– Brown booby (*Sula leucogaster*), v. 1.0. In Billerman S.M. (ed.) *Birds of the World*. Cornell Lab. Ornithol., Ithaca NY.

SCHREIBER, E.A., SCHREIBER, R.W. & SCHENK, G.A. (2020).– Red-footed booby (*Sula sula*), v. 1.0. In Billerman S.M. (ed.) *Birds of the World*. Cornell Lab. Ornithol., Ithaca NY.

SMITH, T.D., REEVES, R.R., JOSEPHSON, E.A. & LUND, J.N. (2012).– Spatial and seasonal distribution of American whaling and whales in the age of sail. *PLoS One*, **7**, e34905.

SMITHERS, S.G. & HOPLEY, D. (2011).– Coral cay classification and evolution. In: Hopley D. (ed.) *Encyclopedia of modern coral reefs*. Springer, Dordrecht, 237-254.

SPAGGIARI, J. (2008).– *Rapport de mission naturaliste sur l'île de Huon – atoll de Huon, récifs d'Entrecasteaux, Nouvelle-Calédonie – du 14 au 26 janvier 2008*. Conserv. int., Nouméa, 8 p.

SPAGGIARI, J., CHARTENDRAULT, V. & BARRÉ, N. (2007).– *Zones importantes pour la conservation des oiseaux en Nouvelle-Calédonie*. BirdLife int., Cambridge, 213 p.

STOTZ, D.F., FITZPATRICK, J.W., PARKER, T.A.III & MOSKOVITS, D.K. (1996).– *Neotropical birds: ecology and conservation*. U. Chicago Press, Chicago, 478 p.

THIERCELIN, L. (1866).– *Journal d'un baleinier : voyages en Océanie, t. 1.* L. Hachette et C^{ie}, Paris, 352 p.

UGOLINI, D. (2013).– *Inventaire ornithologique de l'archipel d'Entrecasteaux. Mission du 7 au 18 décembre 2013*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 31 p.

UGOLINI, D. (2014).– *Inventaire ornithologique de l'archipel d'Entrecasteaux. Mission du 7 au 18 décembre 2014*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 36 p.

UGOLINI, D. (2015).– *Inventaire ornithologique de l'archipel d'Entrecasteaux. Mission du 7 au 18 décembre 2015*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 36 p.

UGOLINI, D. (2017).– *Archipel d'Entrecasteaux, inventaire ornithologique. Mission du 7 au 18 décembre 2017*. Soc. caléd. Ornithol., Nouméa, 45 p.

VERMOREL, N. (2019).– Économie bleue : croissance en vue ? *Objectif Mag.*, **12/2019**, 17-25.

VIDAL, É., BOURGEOIS, K. & BORSA, P. (2021).– Les oiseaux marins, sentinelles des eaux néo-calédoniennes. In Payri C.E. (ed.) *Nouvelle-Calédonie, archipel de corail*. Inst. Rech. Dév., Marseille, 237-238.

VILLARD, P. (2004).– Les oiseaux marins dans le lagon sud de la Nouvelle-Calédonie. Rapport final d'étude pour le compte de la province Sud. Centre nat. Rech. sci., Beauvoir-sur-Niort, 44 p.

VILLARD, P., DANO, S. & BRETAGNOLLE, V. (2006).– Morphometrics and the breeding biology of the Tahiti Petrel *Pseudobulweria rostrata*. *Ibis*, **148**, 285-291.

VOTIER, S.C. & SHERLEY, R.B. (2017).– Seabirds. *Curr. Biol.*, **27**, R448–R450.

WALKER, T.A. (1991).– Pisonia islands of the Great Barrier Reef. Part I. The distribution, abundance and dispersal by seabirds of *Pisonia grandis*. *Atoll Res. Bull.*, **350**, 1-23.

WBM OCEANICS AUSTRALIA & CLARIDGE, G. (1997).– *Guidelines for managing visitation to seabird breeding islands*. GBR mar. Park Author., Townsville, viii+87 p.

WEIMERSKIRCH, H., DE GRISSAC, S., RAVACHE, A., *et al.* (2020).– At-sea movements of wedge-tailed shearwaters during and outside the breeding season from four colonies in New Caledonia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **663**, 225–238.

Tableau 1

Documents (livres, articles, rapports) consultés pour le présent travail, qui mentionnent l'avifaune marine observée lors de visites aux atolls d'Entrecasteaux. *na* date non précisée

Documents (books, articles, reports) consulted for the present work, which mention seabirds observed during visits to d'Entrecasteaux Atolls. na *date not specified*

Catégorie, Référence	Îlot(s) concerné(s)	Date de la visite	Objet de la visite
Travaux publiés, 1799-1997			
LABILLARDIERE (1799)	Huon, Leizour, Fabre, Surprise	Jul. 1792	Cartographie
CHIMNO (1856)	Huon	Oct. 1854	Notes de navigation
MONTROUZIER (1876, 1877)	Huon, Surprise	≤ Aug. 1876	Inventaire de la faune et de la végétation
LAYARD & LAYARD (1878)	« Huon islands »	na	Liste des espèces
RIVIERE (1881)	Huon	Juin 1878	Observations
LAYARD & LAYARD (1882)	« "Huon" or "Surprise" islands »	na	Inventaire des espèces
J. Rolland (in RANCUREL, 1974)	Surprise	Sep. 1966	Visite
RANCUREL (1974)	id.	Jan. 1974	Observations ornithologiques
P. Laboute (in LABOUTE, 1989)	Huon	Aug. 1981	Observations naturalistes
LABOUTE (1989)	Huon, Surprise	Jan. 1989	id.
PANDOLFI-BENOIT (1993)	Surprise	Jan. 1993	Observations ornithologiques
BEUGNET *et al.* (1993)	id.	Jan. 1993	Recherche de pathogènes d'oiseaux
ROBINET *et al.* (1997)	Huon, Fabre, Surprise	Déc. 1995 ; déc. 1996	Inventaire de l'avifaune marine ; estimation des tailles des populations
Rapports à diffusion restreinte, 2002-2018 [a]			
GERAUX & COÏC (2002)	Huon, Le Leizour, Fabre, Surprise	Oct. 2002	Recensement des oiseaux marins
BACHY & LE BRETON (2007)	Huon, Le Leizour, Fabre, cayes, Surprise	Déc. 2007	Observations ornithologiques
SPAGGIARI (2008)	Huon	Jan. 2008	id.
BACHY (2008)	Huon, Le Leizour, Fabre, cayes, Surprise	Déc. 2008	id.
BACHY (2009)	Huon, Le Leizour, Fabre, Surprise	Déc. 2009	id.
BACHY & TRASTOUR (2010)	id.	Déc. 2010	id.
BACHY (2011)	id.	Déc. 2011	id.
BACHY & SANCHEZ (2012)	Huon, Le Leizour, Fabre, cayes, Surprise	Déc. 2012	id.
UGOLINI (2013)	id.	Déc. 2013	Inventaire ornithologique
UGOLINI (2014)	id.	Déc. 2014	id.
JOURDAN *et al.* (2015)	Huon, Le Leizour, Fabre, Surprise	Nov.-déc. 2015	Observation et comptage des oiseaux marins
UGOLINI (2015)	id.	Déc. 2015	Inventaire ornithologique
UGOLINI (2017)	Huon, Le Leizour, Fabre, cayes, Surprise	Déc. 2016, déc. 2017	id
BACHY (2019)	Huon, Le Leizour, Fabre, Surprise	Déc. 2018	id.
Autres documents			
BACHY (2017)	Surprise	-	Opinion
DUVAL (2018)	Huon, Le Leizour, Fabre, cayes, Surprise	2007-2017	Compilation de données existantes
BORSA *et al.* (2021)	id.	2002-2018	id.

[a] soit 14 rapports de mission compilés par BORSA *et al.* (2021)

Tableau 2

Taille de population pour treize espèces d'oiseaux marins nicheurs aux atolls d'Entrecasteaux : effectif par espèce sur chaque îlot et total pour l'ensemble des îlots. - espèce ne se reproduisant pas sur l'îlot ; + espèce présente mais observée hors saison de reproduction ; *S* richesse spécifique

Population sizes of thirteen seabird species breeding at Entrecasteaux atolls: colony size by species on each islet and total for all islets. - species not breeding on the islet; + species present but observed outside the breeding season; S *species richness*

Espèce	Îlot ou caye sableuse					Total
	Huon	Le Leizour	Fabre	Cayes W	Surprise	
Ardenna pacifica	22	27 550	24 016	-	3594	55 182
Phaethon rubricauda	5	-	≥ 4	-	2	≥ 11
Sula dactylatra	244	123	97	-	30	494
S. leucogaster	≥ 1500	318	1102	-	1087	≥ 4007
S. sula	-	~94	≥ 49	-	3212	≥ 3355
Fregata ariel	-	894	-	-	1587	2481
F. minor	-	-	-	-	378	378
Anous minutus	-	167	-	-	6033	6200
A. stolidus	4246	453	120	132	≥ 32	4983
Onychoprion anaethetus	41	-	-	-	≥ 2	≥ 43
O. fuscatus	+	10 750	16 024 [a]	-	-	26 774
Sterna sumatrana	145	6	≥ 8	66	2	≥ 227
Sternula nereis	+	-	-	+	-	+
Thalasseus bergii	118	233	164	-	-	515
Total	≥ 6321	40 421	≥ 41 584	198	≥ 9926	≥ 98 450
(*S*)	(8)	(10)	(9)	(2)	(11)	(13)

[a] 2307 nids comptés sur un échantillon de surface de 3300 m² pour une surface totale de colonie mesurée à 22 921 m² (UGOLINI, 2014)

Tableau 3

Effectifs mondiaux de 13 espèces d'oiseaux marins nicheurs aux atolls d'Entrecasteaux et proportion représentée localement. *CR* : couples reproducteurs

Global population size in 13 seabird species nesting at d'Entrecasteaux Atolls and proportion represented locally. CR *: breeding pairs*

Espèce	Effectif mondial	Référence	Effectif mondial estimé (nombre de CR)	Entrecasteaux : proportion de l'effectif mondial [a]
Ardenna pacifica	> 5 200 000 ind.	BROOKE (2004)	≤ 2 600 000	≥ 2.1 %
Phaeton rubricauda	70 000 ind	BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020c)	≤ 35 000	≥ 0.0 %
Sula dactylatra	« assez commun »	STOTZ *et al.* (1996)	na	na
S. leucogaster	> 200 000 Ind.	DEL HOYO *et al.* (1992)	≤ 100 000	≥ 4.0 %
S. sula	> 1 000 000 ind.	DEL HOYO *et al.* (1992)	≤ 500 000	≥ 0.7 %
Fregata ariel	100 000 - 500 000 ind.	DEL HOYO *et al.* (1992	≤ 50 000 – ≤ 250 000	≥ 1.0 % - 5.0 %
F. minor	120 000 ind. matures	KUSHLAN *et al.* (2002)	60 000	0.6 %
Anous minutus	1 300 000 ind. matures	PARTNERS IN FLIGHT (2019)	650 000	1.0 %
A. stolidus	800 000 - 1 400 000 ind. matures	BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020a)	400 000 – 700 000	0.7 % - 1.2 %
Onychoprion anaethetus	400 000 – 1 000 000 ind	BIRDLIFE INTERNATIONAL (2019)	≤ 200 000 – ≤ 500 000	< 0.1 %
O. fuscatus	23 millions ind. matures	BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020b)	11 500 000	0.2 %
Sterna sumatrana	na	BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018c)	na	na
Thalasseus bergii	150 000 - 1 100 000 ind.	BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018d)	≤ 75 000 – ≤ 550 000	≥ 0.1 % - 0.7 %

[a] Pour ces estimations de proportions nous avons converti le nombre d'individus adultes en nombre de CR en le divisant par 2, considérant que le nombre de mâles est égal au nombre de femelles.

Figure 1

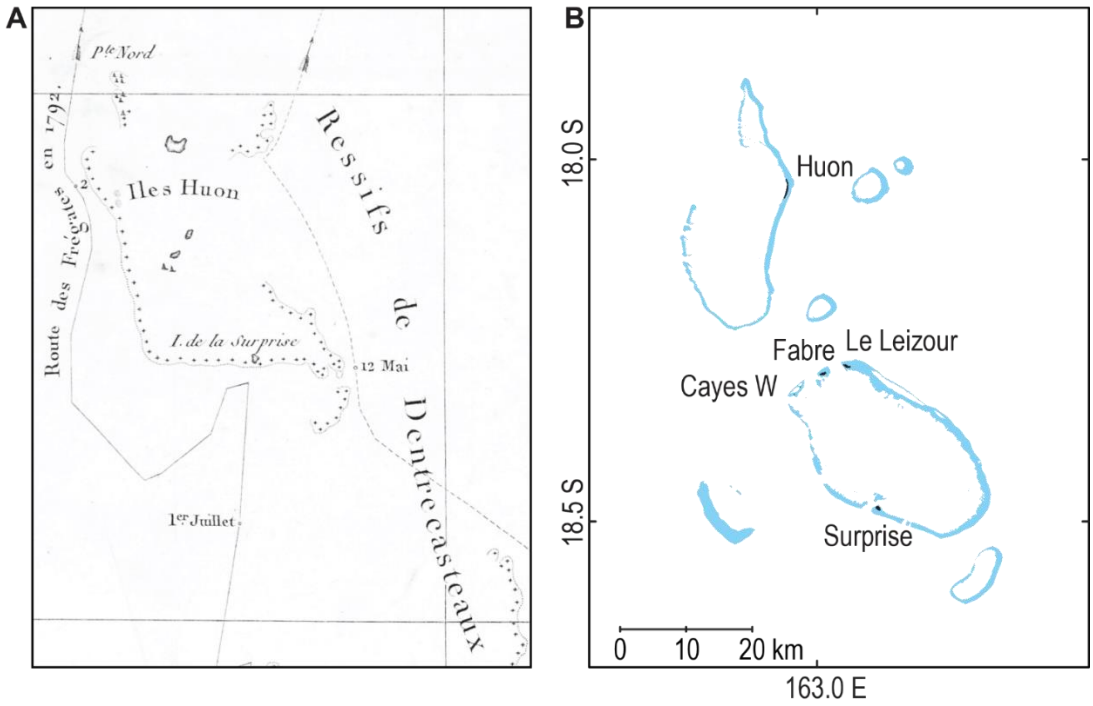
Atolls d'Entrecasteaux. **A.** Carte levée en 1792 et 1793 lors de l'expédition d'A. Bruny d'Entrecasteaux (BEAUTEMPS-BEAUPRÉ, 1807). **B.** Carte thématique basée sur les images acquises par le satellite Landsat 7 (ANDRÉFOUËT & TORRES-PULLIZA, 2004) ; *bleu pâle* : plateau récifal ; *noir* : terre émergée.

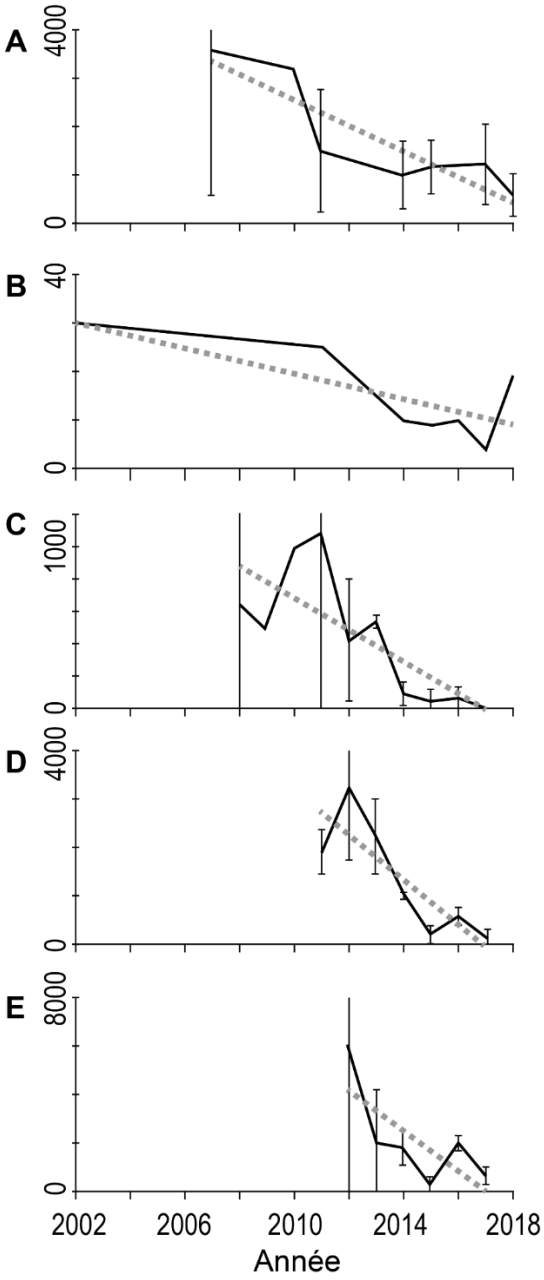
Entrecasteaux Atolls. ***A.*** *Map drawn in 1792 and 1793 during A. Bruny d´Entrecasteaux's expedition (BEAUTEMPS-BEAUPRÉ, 1807).* ***B.*** *Thematic map based on images acquired by satellite Landsat 7 (ANDRÉFOUËT & TORRES-PULLIZA, 2004);* pale blue*: reef plateau;* black*: emerged land.*

Figure 2

Tendance démographique pour cinq espèces d'oiseaux marins sur l'îlot Surprise, 2002-2018. Ordonnée : taille de population, telle qu'estimée à partir des comptages (BORSA *et al.*, 2021). La tendance est indiquée par une ligne pointillée, déterminée par la méthode des moindres carrés ; *trait vertical* : ± écart-type. **A.** Puffin du Pacifique (test de Mann-Kendall : $P = 0.036$). **B.** Fou masqué ($P = 0.172$). **C.** Fou brun ($P = 0.012$). **D.** Fou à pieds rouges ($P = 0.036$). **E.** Noddi noir ($P = 0.133$).

Demographic trend for five seabird species on Surprise Islet, 2002-2018. Ordinate : population size as estimated from counts (BORSA et al.*, 2021). Trend indicated by least-square regression line (dots);* vertical bar*: ± standard deviation.* ***A****. Wedge-tailed shearwater (Mann-Kendall test:* P *= 0.036).* ***B.*** *Masked booby (*P *= 0.172).* ***C.*** *Brown booby (*P *= 0.012).* ***D.*** *Red-footed booby (*P *= 0.036).* ***E.*** *Black noddy (*P *= 0.133).*


A
Pte Nord
Route des Frégates en 1792.
Iles Huon
Ressifs de Dentrecasteaux
I. de la Surprise
12 Mai
1er Juillet
B
18.0 S
18.5 S
Huon
Fabre
Le Leizour
Cayes W
Surprise
0 10 20 km
163.0 E


A
4000
0
B
40
0
C
1000
0
D
4000
0
E
8000
0
2002
2006
2010
2014
2018
Année