



**HAL**  
open science

## Mouvements en mer des puffins fouquets reproducteurs de la colonie de Gouaro Deva (Nouvelle- Calédonie) : compte rendu de mission, 25 février – 14 mars 2014

Philippe Borsa, Alexandre Corbeau, Fiona Mcduie, Ludovic Renaudet, Henri Weimerskirch

### ► To cite this version:

Philippe Borsa, Alexandre Corbeau, Fiona Mcduie, Ludovic Renaudet, Henri Weimerskirch. Mouvements en mer des puffins fouquets reproducteurs de la colonie de Gouaro Deva (Nouvelle- Calédonie) : compte rendu de mission, 25 février – 14 mars 2014. [Rapport de recherche] IRD, Noumea; CNRS, Chize; James Cook University, Cairns; Societe caledonienne d'ornithologie, Noumea. 2014. ird-01096684v1

**HAL Id: ird-01096684**

**<https://ird.hal.science/ird-01096684v1>**

Submitted on 18 Dec 2014 (v1), last revised 13 Sep 2019 (v2)

**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.

## **Mouvements en mer des puffins fouquets reproducteurs de la colonie de Gouaro Deva (Nouvelle-Calédonie) : compte rendu de mission, 25 février – 14 mars 2014**

*Philippe Borsa* <sup>1\*</sup>, *Alexandre Corbeau* <sup>2</sup>, *Fiona McDuie* <sup>3</sup>, *Ludovic Renaudet* <sup>4</sup>, *Henri Weimerskirch* <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche pour le développement (IRD – UR 227), Nouméa, Nouvelle-Calédonie

<sup>2</sup> Centre national de la recherche scientifique (CNRS – CEBC), Villiers-en-Bois, France

<sup>3</sup> James Cook University (JCU), Cairns, Australie

<sup>4</sup> Société calédonienne d'ornithologie, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

\* Correspondance : [philippe.borsa@ird.fr](mailto:philippe.borsa@ird.fr)



Borsa P., Corbeau A., McDuie F., Renaudet L., Weimerskirch H. 2014. – Mouvements en mer des puffins fouquets reproducteurs de la colonie de Gouaro Deva (Nouvelle-Calédonie) : compte rendu de mission, 25 février – 14 mars 2014. IRD, Noumea, 26 pp.

*Résumé* – Nous avons cherché à déterminer les zones de nourrissage des puffins de la colonie de Temrock, Gouaro Deva, entre le 25 février et le 14 mars 2014, soit en pleine période de reproduction. Trente huit terriers actifs ont été repérés. Quarante trois adultes utilisant ces terriers ont été capturés et équipés d'un GPS. Trente six GPS ont été récupérés sur les oiseaux de retour à la colonie, soit entre un jour et 13 jours après la pose. La plupart des oiseaux se sont déplacés dans une zone de l'océan formant une bande parallèle à la côte nord-ouest de la Grande Terre, d'environ 100 km de longueur sur environ 50 km en direction du large. Les poussins ont été pesés à intervalles réguliers tout au long de la mission, afin de comparer leur croissance avec celle des poussins de deux autres colonies de la Mer de Corail. En fin de mission, 30 adultes ont été équipés d'enregistreurs de lumière (GLS) dans le but d'obtenir des informations sur les déplacements des oiseaux hors la période de reproduction. Ces GLS seront récupérés fin novembre 2014, au retour des oiseaux sur la colonie.

*Abstract* – **At-sea movements of reproducing wedge-tail shearwaters of Gouaro Deva (New Caledonia): mission report, 25 February – 14 March 2014.** We aimed at determining the feeding areas of the colony of wedge-tailed shearwaters from Temrock, Gouaro Deva, between February 25 and March 14, 2014, in the midst of reproduction. Thirty eight active burrows were identified. Forty-three adults using these burrows were captured and fitted with a GPS. Thirty six GPS were recovered from the birds returning to the colony, between one day and 13 days spent outside their burrow. Most birds had moved into an area of the ocean forming a band parallel to the northwest coast of New Caledonia's Grande Terre, about 100 km long and about 50 km seaward. The chicks were weighed at regular intervals throughout the experiment, to compare their growth with that of chicks from two other shearwater colonies in the Coral Sea. At the end of the experiment, 30 adults were fitted with light-sensitive loggers (GLS) in order to obtain information on bird movements outside the breeding season. These GLS will be recovered in late November 2014, when the birds will return to the colony.

## 1. Objectifs de la mission

Le but de la présente action de recherche est de mieux connaître la biologie et l'écologie d'un oiseau marin emblématique de la Nouvelle-Calédonie, le puffin fouquet (*Puffinus pacificus*; Procellariidae). La taille de population de cette espèce Indo-Pacifique est estimée à 5 millions de couples sur la totalité de son aire de répartition (Brooke 2004). Bien que relativement abondant, le puffin fouquet n'en est pas moins menacé par la dégradation des écosystèmes océaniques du fait de la surpêche et de la pollution marine, par la destruction des habitats côtiers qu'il utilise pour sa reproduction, par les prédateurs introduits (rats, chat, chien, ...), par la destruction volontaire des oiseaux et des terriers, par la prolifération lumineuse, etc. La Nouvelle-Calédonie abrite à elle seule environ un cinquième de la population mondiale de puffins fouquets. Mais cette espèce reste mal connue du point de vue de sa biologie et de son écologie. Du fait qu'« il est difficile de conserver ce qui est mal connu » nous proposons d'acquérir des connaissances fondamentales sur l'utilisation de l'habitat océanique par le puffin fouquet, pendant et en dehors de la période de reproduction.

Nous avons choisi comme site d'étude la colonie de puffins de Gouaro Deva sur la côte ouest de la Grande Terre (Fig. 1), répondant (vers mi-2013) à un appel informel à des projets de science participative en liaison avec le développement touristique du domaine de Deva. Nous pensons que les connaissances que nous acquerrons sur cette espèce en Nouvelle-Calédonie susciteront l'intérêt des Calédoniens. De cette idée découle notre volonté de construire le présent projet sous la forme d'un partenariat avec la Société calédonienne d'ornithologie (SCO). La SCO est une association locale implantée de longue date dont la mission est de mieux faire connaître et protéger l'avifaune de la Nouvelle-Calédonie. Des actions de recherche ont déjà été menées en collaboration entre l'IRD ou le CNRS et la SCO (Robinet et al. 1997 ; Spaggiari et al. 2007 ; Borsa & Baudat-Franceschi 2009a, b).

Nous cherchons à déterminer les zones de nourrissage des puffins de Gouaro Deva en période de reproduction et à analyser les rythmes de leurs mouvements en mer et nous tentons de découvrir leur route migratoire et les zones de concentration en dehors de la période de reproduction dans le Pacifique. Ce type d'étude est désormais rendu possible par la miniaturisation des instruments de géolocalisation. Un puffin adulte pesant entre environ 350 g et 450 g, il est possible de l'équiper d'un instrument de quelques grammes pendant quelques jours à quelques mois sans qu'il subisse un handicap tel que sa survie ou celle de son poussin soient, a priori, compromises. Enfin, nous tenterons de caractériser les zones de nourrissage en mer du point de vue océanographique. Ceci fait l'objet d'un partenariat avec l'UMR LEGOS de l'IRD.

## 2. Partenaires

Les différents partenaires de l'opération de recherche, instituts et personnels australiens, calédoniens, et français sont listés au Tableau 1.

## 3. Méthodes

### 3.1. Equipement dédié à la mission

Voir le Tableau 2.

### 3.2. Protocole

Le protocole envisagé initialement est basé sur une expérience de plus de 30 ans d'études d'écologie et de télémétrie sur les pétrels et puffins par l'équipe « Prédateurs marins » du Centre d'études biologiques de Chizé (H. Weimerskirch). Le protocole sur les puffins fouquets, établi suite aux échanges entre H. Weimerskirch et les participants à la mission, est présenté au Tableau 3.

### 3.3. Déroulement de l'opération

La colonie d'étude a été choisie au sein de la colonie de puffins du secteur de forêt sèche dit de Temrock (Papineau & Boyeau 2005), à proximité de la piste parallèle à la plage (Fig. 1). Trente huit terriers actifs ont été repérés entre le 25 février et le 28 février 2014 (Fig. 2). Les terriers sont indiqués sur les photos prises au sol dans la colonie d'étude (Fig. 3). Leurs coordonnées, relevées à l'aide d'un récepteur GPS, sont rapportées au Tableau 4. Les terriers suivis pour l'étude sont les nos. 1-10, 18-23, 27, 29-30 et 33-38 ( $N = 26$ ), auxquels nous avons ajouté 5 terriers-témoins (nos. 11, 12, 16, 17, 25), où les adultes n'ont pas été manipulés. Plusieurs terriers repérés initialement ont été abandonnés par la suite, soit parce que trop longs ou trop sinueux (trois cas), soit parce qu'encombrés de racines d'arbres pouvant blesser le poussin lors de son extraction pour la pesée (deux cas), soit parce qu'en cours d'étude, le poussin était mort (deux cas) ou avait disparu (un cas).

Entre le 25 février et le 06 mars, 43 individus adultes ont été capturés à la main à la sortie de leur terrier, mesurés et pesés, bagués à la patte gauche, équipés d'un GPS (Fig. 4A), puis marqués du numéro de leur terrier à l'extrémité des rémiges de l'une ou l'autre aile à l'aide de marqueur liquide blanc (Fig. 5) avant d'être relâchés à l'entrée du terrier. Trente six GPS ont été récupérés sur les oiseaux de retour à la colonie, soit entre un jour et 13 jours après la pose (Tableau 5). Parmi les GPS non récupérés ( $N = 7$ ), trois s'étaient détachés des plumes de l'oiseau et pour les quatre autres, les oiseaux dont ils avaient été équipés n'ont pas été revus sur la colonie d'étude (Tableau 5). Il est possible que les oiseaux non revus aient échappé à notre vigilance ; il est également possible que la durée de leur voyage en mer ait été

exceptionnellement longue ; enfin, des oiseaux peuvent périr hors de la colonie, bien que cette probabilité soit a priori faible vu l'intervalle de temps concerné (9-11 jours).

Entre le 02 mars et le 10 mars, 30 adultes ont été équipés d'un GLS (Tableaux 5 et 6 ; Fig. 4B). Il s'agissait soit d'individus re-capturés au moment de la récupération du GPS et jugés en bonne condition, soit de nouveaux adultes des nids de la colonie d'étude qui n'avaient pas été capturés précédemment. Ces derniers ont alors été à leur tour pesés, bagués, puis marqués comme indiqué précédemment. Un GLS a ensuite été fixé à la patte droite à l'aide de bande velcro. Les GLS seront récupérés en re-capturant les oiseaux qui en ont été équipés, lors de la prochaine saison de reproduction des puffins, soit à partir de fin septembre 2014 lorsque les oiseaux visitent les colonies avant la reproduction, puis surtout en novembre lorsqu'ils sont effectivement en reproduction..

Les poussins ont été mesurés et pesés (Fig. 6), à intervalles réguliers, tout au long de la mission, afin de comparer leur croissance avec celle à deux autres sites en Mer de Corail.

## 4. Premiers résultats

### 4.1. Rythmes de nourrissage et croissance des poussins

Ce pan de l'étude fait l'objet d'une partie de la thèse de F. McDuire. Les données sont en cours de traitement.

### 4.2. Trajets enregistrés par les GPS

Les GPS ont été d'abord programmés pour enregistrer leur position toutes les deux minutes ( $1/2 \text{ min}^{-1}$ ). Du fait de la longévité des batteries, qui s'est avérée insuffisante par rapport à la durée du séjour des oiseaux hors de la colonie, le rythme d'enregistrement de la position a ensuite été ralenti à  $1/5 \text{ min}^{-1}$ . Les données GPS ont été déchargées sur un ordinateur portable et les trajets en mer des oiseaux ont été reconstitués. Nous présentons ici (Fig. 7) le trajet effectué entre le 25 février et le 27 février par l'oiseau no. 4L, superposé à une carte de la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie récupérée sur Google Earth (<http://www.google.com/earth/>). L'oiseau s'est dirigé vers le large où il est resté toute la journée et la nuit suivante, se déplaçant vers le nord ouest. Le lendemain, l'oiseau a parcouru la route de retour vers la colonie en longeant l'extérieur du récif-barrière en direction du sud-est. Pour expliquer ce comportement, une hypothèse serait que les oiseaux remontent les alizés en glissant parallèlement au front de déferlement de la houle. Il est possible aussi que l'oiseau utilise la trace lumineuse des brisants le long du front du récif pour se repérer de nuit.

L'ensemble des trajets, superposés les uns aux autres sur fond de carte de la Nouvelle-Calédonie, sont présentés Fig. 8. La plupart des oiseaux se sont déplacés dans une zone de l'océan formant une bande parallèle à la côte nord-ouest de la Grande Terre, d'environ 100 km de longueur sur environ 50 km en direction du large (Fig. 8A). L'analyse de la vitesse et des patterns de vol permettra de déterminer les phases de nourrissage. La superposition des sites de nourrissage de l'ensemble des oiseaux suivis par GPS permettra de déterminer des zones préférentielles de nourrissage. Les zones de nourrissage seront ensuite caractérisées du point de vue de leur océanographie.

## 5. Observations diverses

Plusieurs pétrels de Tahiti (*Pseudobulweria rostrata*) ont été vus et entendus dans la colonie. Aucun terrier n'a été repéré. Un individu a été capturé à la main (Fig. 9) dans la nuit du 28 février au 01 mars, pesé (437.5 g), sa longueur de tarse mesurée (50.4 mm) et bagué (bague no. FL38319). Ses autres mensurations étaient les suivantes : aile 296 mm ; culmen 36.8 mm et hauteur de bec 16.0 mm. Il ne présentait pas de plaque incubatrice. Il a été revu dans la nuit du 02 au 03 mars dans un trou de sable en compagnie d'un second

individu, à son tour pesé (428 g), mesuré (aile 322 mm, tarse 49.8 mm, culmen 37.3 mm, hauteur de bec 19.7 mm) et bagué (bague no. FL38335). Deux autres pétrels de Tahiti ont été capturés dans la nuit du 15 au 16 mars et bagués (FL38355 : masse 438 g, aile 300 mm, tarse 50.6 mm, culmen 37.9 mm ; hauteur de bec 19.7 mm ; FL38354, non mesuré). Le pétrel de Tahiti est un concurrent potentiel du puffin fouquet pour la nidification (Villard et al. 2006).

Le crabe terrestre *Cardisoma carnifex* (Fig. 10) est présent sur la colonie de Temrock. Des individus de cette espèce occupaient temporairement les terriers en compagnie des poussins de puffins (Fig. 11). Ce crabe, appelé « manze-merde » à La Réunion, est omnivore (B. Richer de Forges, communication personnelle). *Cardisoma carnifex* pourrait potentiellement être un prédateur des œufs et des poussins, mais son impact sur la colonie de puffins n'a pas été étudié.

Des chats harets (*Felis catus*) ont été aperçus de nuit, à plusieurs reprises, dans et à proximité de la colonie d'étude. Cependant, aucune trace évidente de prédation des puffins par les chats n'a été relevée.

De nombreux cerfs de Java (*Rusa timorensis*), se déplaçant en troupes de 2-25 individus, ont été aperçus dans le domaine, y compris dans la zone de forêt sèche de Temrock. Des cerfs ont été observés, de jour, à deux reprises, dans la colonie d'étude. Il y a donc un risque de destruction des terriers de puffins fouquets par les cerfs. Les problèmes de dégradation environnementale causée par la présence de cerfs dans le domaine de Gouaro Deva et à Temrock en particulier ont déjà été soulignés par le programme « Forêt Sèche » (Papineau & Boyeau 2005).

## 6. Communication avec les médias

Nadège Beige, correspondante des Nouvelles Calédoniennes basée à Bourail, est passée le 07 mars à notre base de la Roche-Percée pour réaliser un reportage sur nos travaux. A la suite de cette interview, un article a paru dans ce journal le 15 mars (Anonyme 2014).

## Remerciements

Si cette opération de recherche a pu se faire dans d'excellentes conditions, nous le devons à l'aide désintéressée de David Ugolini (SCO) et de sa mère, ainsi qu'à l'hospitalité de leurs amis de la Roche Percée où était notre base arrière et lieu de repos. Merci à Laurence Bachet (Province Sud) pour avoir instruit notre demande de permis de recherche ; à Thierry Mennesson (Mwé Ara) pour avoir facilité nos allées-venues quotidiennes et nocturnes dans le domaine de Deva ; à Claude Payri (IRD) pour son soutien. L'identification du crabe charognard a été faite par Bertrand Richer de Forges. L'autorisation de la présente opération de recherche fait l'objet de l'arrêté no. 609-2014/ARR/DENV de la Province Sud, en date du 25 février 2014 (Annexe 1). Le projet a été financé par l'European Research Council [projet no. ERC-2012-ADG\_20120314 "Early Life" (H. Weimerskirch)] ainsi que par le CNRS (H. Weimerskirch), l'IRD (P. Borsa), la JCU (F. McDuie), la SCO (L. Renaudet) et par les contributions personnelles de chacun.

## Références

- Anonyme 2014. Le mystère des pétrels. Nouv. Calédoniennes 12943, 29 [15 mars 2014].
- Borsa P., Baudat-Franceschi J. 2009a. Mission ornithologique à l'île Matthew, 16-19 avril 2008. IRD, Nouméa, 10 pp.
- Borsa P., Baudat-Franceschi J. 2009b. Mission ornithologique aux îles Matthew et Hunter, 19-23 janvier 2009. IRD, Nouméa, 10 pp.
- Brooke M. 2004. Albatrosses and petrels across the world. Oxford. University Press, New York, 499 pp.
- Marchesiello, P., J. Lefèvre, A. Vega, X. Couvelard, C. Menkes. 2010. Coastal upwelling, circulation and heat balance around New Caledonia's barrier reef. Marine Pollution Bulletin 61, 432-448.

- Papineau C., Boyeau Y.-E. 2005. Analyse environnementale de Gouaro Deva, rapport intermédiaire no. 12/2005. Programme “ Forêt Sèche ”, Pouembout, 15 pp.
- Robinet O., Sirgouant S., Bretagnolle V. 1997. Marine birds of d'Entrecasteaux Reefs (New Caledonia, Southwestern Pacific): diversity, abundance, trends and threats. Colonial Waterbirds 20, 282-290.
- Spaggiari J., Barré N., Baudat-Franceschi J., Borsa P. 2007. New Caledonian seabirds. Documents Scientifiques et Techniques (IRD, Noumea), Série II 7, 2nd edn., 415-428.
- Villard P., Dano S., Bretagnolle V. 2006. Morphometrics and the breeding biology of the Tahiti Petrel *Pseudobulweria rostrata*. Ibis 148: 285-291



**Tableau 1** Partenaires du projet d'étude des mouvements des puffins de la colonie de Gouaro Deva. *CNRS* Centre national de la recherche scientifique ; *IRD* Institut de recherche pour le développement ; *JCU* James Cook University ; *SCO* Société calédonienne d'ornithologie. *EPST* établissement public scientifique et technique

Partenaire institutionnel			Personnel		
Nom	Statut	Mission	Nom	Adresse administrative	Rôle dans le projet
CNRS	EPST	Recherche	A. Corbeau	Chizé, France	Travail de terrain*
CNRS	EPST	Recherche	H. Weimerskirch	Chizé, France	Directeur du programme ; coordinateur du projet ; analyse des données
IRD	EPST	Recherche au Sud	P. Borsa	Denpasar	Coordinateur du projet ; travail de terrain*
IRD	EPST	Recherche au Sud	C. Menkes	Nouméa	Modélisation océanographique
JCU	Université	Formation supérieure	B. Congdon	Cairns	Directeur de these de F. McDuie
JCU	Université	Formation supérieure	F. McDuie	Cairns	Travail de terrain* ; thèse sur l'écologie des puffins de la mer de Corail
Province Sud	Province	Administration	L. Bachelet	Nouméa	Préparation de l'arrêté officiel autorisant le projet**
SCO	Association	Connaissances, protection de l'avifaune	L. Renaudet	Nouméa	Travail de terrain* ; responsable de la logistique en NC
U. La Reunion	Université	Formation supérieure	M. Le Corre	St Denis de La Réunion	Collaborateur scientifique

\* mission sur le terrain : 24 February – 18 March 2014, P. Borsa, A. Corbeau, F. McDuie, L. Renaudet

\*\* autorisation couvrant la période du 24 février au 30 novembre 2014

**Tableau 2** Matériel fourni par les partenaires du projet

Category, Item	Provider			
	CNRS	IRD	JCU	SCO
Geolocating instruments + equipment for deploying and retrieving them				
Miniature GPS with housing	-	-	35	-
GPS for locating burrows	1	-	-	-
Miniature GLS	30	-	-	-
Tesa tape black	2	-	-	-
Tesa tape white	1	-	-	-
Velcro tape	-	-	2	-
Scissors	-	-	2	-
Labelling				
Liquid paper	-	-	4	-
Sticks for burrow identification + labels	100	-	-	-
Reflective tape	2	-	-	-
Equipment for banding				
Metal bands	200	-	-	-
Banding pliers	2	-	-	-
Multiple-tool pliers	-	1	-	-
Field stationary				
Notebooks	3	1	1	1
Pens and pencils	3	3	3	1
Glue (epoxy, neoprene, cyanoacrylate)	-	1	4	-
Equipment for biometry				
Electronic balance $\pm 0.1$ g (for chicks)	1	-	-	-
Spring balance $\pm 5$ g (for adults)	2	-	-	-
Weighing bags	2	-	-	-
Weighing box for the chick ("box of obedience")	-	-	1	-
Mesh cone for the containment of the adult ("cone of silence")	-	-	1	1
Digital Caliper	1	-	-	-
Analog caliper	-	-	1	-
Metallic ruler	-	-	-	1
Tape measure	-	1	-	-
Equipment for blood sampling (not used)				
Syringes and needles for blood sampling	50	-	-	-
Capillary tubes (blood samples)	100	-	-	-
Eppendorf tubes for blood conservation	100	-	-	-
Other electronic material				
Digital camera	1	1	1	-
Burrowscope camera	-	-	-	1
Laptop computer	1	1	1	1
Other				
Headlight	2	1	2	1
Batteries	1	1	1	1
Binoculars	1	1	-	1
Kitchen spoon ("persuader")	-	-	1	1

**Tableau 3** Protocole simplifié pour le déploiement et la récupération des instruments équipant les oiseaux

Study object	Action	Precisions	Caution
Study colony	Locate (with GPS location) 30-50 active burrows	Burrows should host healthy chick, ideally should be accessible from the burrow mouth, otherwise using a window	Draw a path between burrows so as to avoid trampling study burrows and other burrows
Burrow	Tag burrow with number	Use reflective tape to locate burrow at night.	-
Burrow	Weigh and measure the chick	Weight and tarsus length Contain chick in a plastic box for weighing on a balance	Gently grab chick by beak. Slowly extract chick from burrow. Beware of roots that could entangle chick. Beware of crabs that could bite chick
Study colony	Capture 30 adults out of their burrows.	At night. Spare 5 control burrows where adults will not be handled	Let adults first feed their chick
Adult shearwater	Equip adult with miniature IgotU GPS;	Adults should be measured and weighed Contain adult in an opaque bag or in a mesh cone	Minimize handling time of adult Minimize stress by blinding adult
Adult shearwater	Band and tag adult	Fit adult with band placed around left tarsus Tag adult number at extremity of wing using liquid paper	Banding should be done by experienced person
Study colony	Daily monitor study burrow during the day and during night checks	Day check: just before sunset; weigh chick Night checks: 1 check every hour during the first half of the night	Minimize number of checks so as to disturb adults as little as possible
Burrow	Weigh chick if and after it has been fed.	-	-
Study colony	Recapture adult birds previously equipped with GPS. Recover GPS	-	-
Study colony	Fit 30 chick-feeding adults with a GLS	GLS should be deployed during the second half of the study period Choose either adults previously fitted with GPS, or other adults	Do no longer visit burrows with adult fitted with GLS

**Tableau 4** Coordonnées GPS des terriers actifs de l'étude. *Window* fenêtre creusée au-dessus du nid pour accéder au poussin – les fenestres sont fermées par une plaque de contreplaqué ; *No. entries* indique le nombre d'entrées indépendantes détectées tardivement pour certains terriers ; *Control* terrier actif visité seulement au début et à la fin de l'étude

No. terrier	Latitude	Longitude	Window	No. entries	Control
1	-21.564731	165.276399	1	-	-
2	-21.564736	165.276366	1	-	-
3	-21.564768	165.276431	-	-	-
4	-21.564792	165.276446	1	-	-
5	-21.564809	165.276417	-	-	-
6	-21.564808	165.276504	1	-	-
7	-21.564852	165.276677	-	-	-
8	-21.564826	165.276667	1	-	-
9	-21.564867	165.276771	1	-	-
10	-21.564776	165.276805	1	-	-
11	-21.56473	165.276899	1	-	CONTROL
12	-21.564825	165.276585	1	-	CONTROL
16	-21.564878	165.276714	1	-	CONTROL
17	-21.564756	165.277046	-	-	CONTROL
18	-21.564608	165.276993	1	-	-
19	-21.564632	165.277019	-	-	-
20	-21.564636	165.276942	-	-	-
21	-21.564605	165.277011	1	-	-
22	-21.564584	165.276994	1	-	-
23	-21.564519	165.277003	1	-	-
25	-21.564813	165.27722	-	-	CONTROL
27	-21.564484	165.27704	-	-	-
29	-21.564448	165.27703	-	-	-
30	-21.564437	165.277061	1	2 ENTRIES	-
32	-21.564413	165.277028	-	-	-
33	-21.564323	165.277001	-	-	-
34	-21.564354	165.277062	1	-	-
35	-21.564353	165.277092	1	-	-
36	-21.564352	165.27714	1	-	-
37	-21.56433	165.277128	1	3 ENTRIES	-
38	-21.564338	165.27726	1	-	-

**Tableau 5** Liste des oiseaux marqués et instrumentés de la colonie de puffins de Temrock (Gouaro Deva, Nouvelle-Calédonie : 165°16.577'E 21°33.892'S) avec dates de pose et de récupération , 25 février - 14 mars 2014. Terriers nos. 24, 31 : poussin mort ; terriers nos. 11, 12, 13, 16, 17 = témoins (pas de manipulation des adultes)

Terrier no.	Adulte no.	Bague No.	Date de pose	Biométrie		GPS			GLS	
				Masse	Tarse	No.	Date de pose	Date de récupération	No.	Date de pose
1	1L	FL38305	25 fév.	380	49.9	60	25 fév.	27 fév.	V1469-047	06 mars
1	1R	FL38328	28 fév.	370	50.4	75	28 fév.	03 mars	V1469-053	03 mars
2	2L	FL38309	26 fév.	465	53.5	59	26 fév.	07 mars	-	-
2	2R	FL38332	01 mars	397	50.1	60	01 mars	10 mars	-	-
3	3L	FL38333	01 mars	441	48.4	50	01 mars	02 mars	V1469-055	02 mars
3	3R	FL38327	28 fév.	431	54.6	64	28 fév.	03 mars	-	-
4	4L	FL38306	25 fév.	368	49.8	51	25 fév.	27 fév.	-	-
4	4R	FL38347	10 mars	355	49.5	-	-	-	-	-
5	5L	FL38304	25 fév.	457	49.8	55	25 fév.	26 fév.	V1469-052	04 mars
5	5R	FL38326	28 fév.	432	-	34	28 fév.	02 mars	V1469-037	02 mars
6	6L	FL38310	26 fév.	348	49.7	33	26 fév.	28 fév.	-	-
6	6R	FL38336	02 mars	377	50.3	18	02 mars	03 mars	V1469-049	03 mars
7	7L	FL38307	25 fév.	326	48.8	50	25 fév.	26 fév.	-	-
7	7R	FL38337	02 mars	432	53.8	11	02 mars	03 mars	V1469-051	03 mars
8	8L	FL38312	26 fév.	349	47.8	68	26 fév.	28 fév.	-	-
8	8R	FL38330	28 fév.	-	-	50*	03 mars	-	-	-
9	9L	FL38311	25 fév.	359	49.6	56	25 fév.	26 fév.	V1469-054	07 mars
9	9R	FL38329	28 fév.	380	50.5	76	28 fév.	03 mars	V905-061	03 mars
10	10L	FL38321	27 fév.	355	49.6	26	27 fév.	03 mars	V905-065	03 mars
10	10R	FL38324	28 fév.	371	47.2	70	28 fév.	05 mars	V1469-043	05 mars
18	18L	FL38308	26 fév.	359	49.9	65†	26 fév.	[14 mars]	-	-
18	18R	FL38325	28 fév.	451	49.7	57	28 fév.	01 mars	-	-
19	19L	FL38320	01 mars	430	48.8	66	01 mars	02 mars	V1469-041	02 mars
19	19R	FL38344	03 mars	465	51.6	62	03 mars	10 mars	V905-064	10 mars
20	20L	FL38348	04 mars	425	52	-	-	-	V1469-048	04 mars
20	20R	FL38350	04 mars	430	48.7	-	-	-	V1469-050	04 mars
21	21L	FL38315	27 fév.	410	52.4	11	27 fév.	10 mars	V1469-035	10 mars
21	21R	FL38364	05 mars	-	-	67*	05 mars	-	-	-
22	22L	FL38341	01 mars	365	48.8	56	01 mars	02 mars	V1469-031	02 mars
22	22R	FL38368	10 mars	385	50.4	-	-	-	V1469-040	10 mars
23	23L	FL38322	27 fév.	285	50.3	54	27 fév.	10 mars	-	-
23	23R	FL38331	01 mars	440	46.8	67	01 mars	04 mars	V1469-042	04 mars
27	27L	FL38313	27 fév.	350	51.4	40	27 fév.	06 mars	V905-062	06 mars
27	27R	FL38351	12 mars	350	49.0	-	-	-	-	-
29	29L	FL38323	27 fév.	360	51.5	68	27 fév.	05 mars	V1469-032	05 mars
29	29R	FL38318	28 fév.	409	49.2	72	01 mars	14 mars	-	-
30	30L	FL38365	06 mars	400	50.1	64	06 mars	08 mars	V1469-044	06 mars
30	30R	FL38370	10 mars	330	48.3	-	-	-	V1469-036	04 mars
32	32L	FL38342	02 mars	350	50.0	57	02 mars	10 mars	-	-
32	32R	FL38366	07 mars	355	48.8	-	-	-	V1469-046	07 mars
33	33L	FL38362	05 mars	365	48.9	66	05 mars	08 mars	V1469-038	08 mars
33	33R	FL38363	05 mars	350	49.5	55	05 mars	10 mars	-	-
34	34L	FL38317	28 fév.	413	51.1	55	28 fév.	02 mars	V1469-034	02 mars
34	34R	FL38361	05 mars	-	-	16*	05 mars	-	-	-
35	35L	FL38314	27 fév.	340	47.9	67	27 fév.	28 fév.	V1469-039	02 mars
35	35R	FL38367	07 mars	360	46.9	-	-	-	V1469-045	07 mars
36	36L	FL38334	02 mars	370	48.3	67	02 mars	10 mars	-	-
36	36R	FL38346	03 mars	340	49.0	33	03 mars	06 mars	V905-063	06 mars
37	37L	FL38343	03 mars	-	-	51*	03 mars	-	-	-
37	37R	FL38345	03 mars	400	49.3	56†	03 mars	[12 mars]	-	-
38	38L	FL38316	28 fév.	410	51.9	79†	28 fév.	[11 mars]	-	-
38	38R	FL38349	04 mars	332	49.5	-	-	-	V1469-033	04 mars

\* bird not seen again at colony

† logger lost

**Tableau 6** Liste des GLS déployés sur les puffins de la colonie de Temrock (21°33.892'S 165°16.577'E) en mars 2014. Les instruments ont été démarrés à la suite les uns des autres, dans l'ordre de la première colonne du tableau, le 12 février 2014 entre 14:47 et 15 :57, puis laissés exposés à ciel ouvert, pour calibration, à La Roche Percée (21°36.398'S 165°27.714'E) du 25 février à 05:00 au 01 mars à 10:00. Les dates et les heures indiquées ici sont en temps universel (GMT). *Masse* masse de l'adulte au moment de la pose du GLS ; *Hbec* hauteur du bec

Ordre	No. GLS	Modèle	Pose		No. bague	Masse (g)	No. nid	Biométrie (mm)			
			Date	Heure				Tarse	Aile	Culmen	Hbec
1	V905-061	MK3006	03 mars 2014	11:10	FL38329	380	9	50.5	310	41.3	-
2	V905-062	MK3006	06 mars 2014	09:40	FL38313	350	27	51.4	299	45.2	11.6
3	V905-063	MK3006	06 mars 2014	08:28	FL38346	340	36	49	291	37.8	10.8
4	V905-064	MK3006	10 mars 2014	10:40	FL38344	465	19	51.6	299	40.8	12.4
5	V905-065	MK3006	03 mars 2014	12:35	FL38321	355	10	49.6	297	39.11	11.5
6	V1469-031	MK3005	02 mars 2014	12:10	FL38341	365	22	48.8	293	38.8	10.9
7	V1469-032	MK3005	05 mars 2014	11:40	FL38323	360	29	51.5	297	39.2	14.9
8	V1469-033	MK3005	04 mars 2014	11:56	FL38349	332	38	49.5	292	37.6	11.6
9	V1469-034	MK3005	02 mars 2014	13:10	FL38317	413	34	51.1	284	39.6	11.5
10	V1469-035	MK3005	10 mars 2014	13:00	FL38315	410	21	52.4	293	41.8	12.8
11	V1469-036	MK3005	04 mars 2014	09:32	FL38370	395	6	49.7	300	36.84	1
12	V1469-037	MK3005	02 mars 2014	09:55	FL38326	432	5	-	-	-	-
13	V1469-038	MK3005	08 mars 2014	12:50	FL38362	365	33	48.9	300	40.3	12.6
14	V1469-039	MK3005	02 mars 2014	10:54	FL38314	415	35	47.9	290.8	38.9	12.5
15	V1469-040	MK3005	10 mars 2014	11:27	FL38368	385	22	50.5	287	40.9	12.8
16	V1469-041	MK3005	02 mars 2014	11:50	FL38320	430	19	48.8	301	37.19	11.7
17	V1469-042	MK3005	04 mars 2014	09:50	FL38331	340	23	46.8	298	39.2	12.34
18	V1469-043	MK3005	05 mars 2014	12:30	FL38324	371	10	47.2	285	37.65	13.5
19	V1469-044	MK3005	08 mars 2014	12:10	FL38365	400	30	50.1	281	41.2	12.2
20	V1469-045	MK3005	07 mars 2014	13:05	FL38367	360	35	46.9	286	42.7	11.35
21	V1469-046	MK3005	07 mars 2014	08:25	FL38366	355	32	48.8	298	37.7	12.3
22	V1469-047	MK3005	06 mars 2014	12:30	FL38305	380	1	49.9	300	37.65	12.45
23	V1469-048	MK3005	04 mars 2014	09:10	FL38348	425	20	52	299	41.3	13.1
24	V1469-049	MK3005	03 mars 2014	12:06	FL38336	377	6	50.3	301	36.4	13
25	V1469-050	MK3005	04 mars 2014	12:35	FL38350	430	20	48.7	287	37.3	10.9
26	V1469-051	MK3005	03 mars 2014	10:50	FL38337	432	7	53.8	294	41.6	14.2
27	V1469-052	MK3005	04 mars 2014	09:20	FL38304	457	5	49.8	305	38	12.4
28	V1469-053	MK3005	03 mars 2014	10:25	FL38328	370	1	50.4	289	326.8	14.2
29	V1469-054	MK3005	07 mars 2014	09:00	FL38311	383	9	49.6	297	38.35	13.85
30	V1469-055	MK3005	02 mars 2014	11:00	FL38333	441	3	48.4	297	37.85	13.25

## Légendes des figures

**Fig. 1** Colonie de puffins (*Puffinus pacificus*) de Temrock, côte ouest de la Nouvelle-Calédonie. **A** Image Google Earth (<https://www.google.com/earth/>) du domaine de Gouaro Deva. Le trait bleu représente la route depuis l'entrée du domaine jusqu'à la colonie de Temrock. Le rectangle blanc désigne la zone élargie en B. **B** Elargissement de la zone délimitée par le rectangle en A, correspondant approximativement à la colonie de puffins de Temrock (11 000 couples ; Papineau & Boyeau 2005). Le carré blanc indique le site approximatif de la colonie d'étude (voir Fig. 2).

**Fig. 2** Localisation des terriers de la colonie d'étude des puffins de Temrock, Gouaro Deva. Les terriers suivis pour l'étude sont les nos. 1-10, 18-23, 27, 29-30 et 33-38 ( $N = 26$ ), auxquels nous avons ajouté 5 terriers-témoins (nos. 11, 12, 16, 17, 25) où les adultes n'ont pas été manipulés. Le chemin d'accès en automobile est figuré en rouge. L'image satellitaire en arrière-plan a été récupérée sur Google Earth (<https://www.google.com/earth/>).

**Fig. 3** Localisation des entrées de terriers de la colonie d'étude (photos P. Borsa / IRD). Cette planche est destinée à faciliter l'identification des terriers au moment de la recapture des individus équipés de GLS lors de leur retour sur la colonie la saison prochaine. **A** Terriers nos 1-6 vus depuis la route en direction de l'est. **B** Terriers nos. 7-9 vus depuis le terrier 9 en direction de l'ouest. **C** Vue depuis le terrier no. 10 en direction de l'est. **D** Terriers nos. 19-23 : panorama de la trouée sableuse en direction du nord. **E** Terriers nos. 23-34 : panorama de la trouée sableuse depuis le terrier 23 en direction du nord. **F** Terriers 34-38 du dernier patch sableux, photographié en direction de l'est.

**Fig. 4** Instruments de géolocalisation destinés à équiper les puffins adultes. **A** GPS, nu (à gauche) et protégé par un tronçon de gaine thermorétractable (à droite) ; le GPS (modèle IGotYou, Mobile Action Technology, Taipei) mesure 42 mm x 23 mm x 10 mm et pèse environ 12 g, gaine comprise. Les GPS ont été programmés de façon à enregistrer leur position à intervalles réguliers, soit toutes les 2 min, soit toutes les 5 min. **B** GLS avec sa cellule photo-sensible (flèche) ; le GLS (modèle BAS Track, Biotrack, Wareham UK) mesure 16 mm x 18 mm ; le GLS et la bande velcro sur laquelle celui-ci est collé pèsent ensemble environ 4 g (5 g si la bande velcro est mouillée).

**Fig. 5** Puffin no. 5L assis à proximité de son nid (le nid no. 5 de la colonie d'étude), après avoir été équipé d'un GPS miniaturisé (photo A. Corbeau / CNRS). Les deux parents du poussin son marqués du numéro du nid, l'un à l'extrémité de l'aile gauche ("L"), l'autre à l'extrémité de l'aile droite ("R"). Tous deux portent en outre une bague métallique à la patte gauche. Lors du retour des oiseaux à la colonie après quelques jours en mer, les GPS sont récupérés et certains des oiseaux sont alors ré-équipés d'un GLS à la patte droite.

**Fig. 6** *Puffinus pacificus* à Temrock. Pesée du poussin no. 1, le 05 mars à 17:07 (photo P. Borsa / IRD).

**Fig. 7** Trajet du puffin no. 4L (bague no. FL38306) équipé d'un GPS dans la nuit du 25 au 26 février et recapturé dans la nuit du 27 au 28 février après deux jours d'absence de la colonie. La flèche indique la direction de l'oiseau au départ de la colonie. Image de fond : Google Earth (<https://www.google.com/earth/>).

**Fig. 8** Superposition de tous les trajets déduits des enregistrements GPS obtenus sur les puffins de la colonie de Temrock, 25 février - 14 mars 2014. Image de fond : Google Earth (<https://www.google.com/earth/>). **A** Ensemble des trajets. **B** Agrandissement de la zone au large de la côte ouest.

**Fig. 9** Pétrel de Tahiti (*Pseudobulweria rostrata*) capturé dans la nuit du 28 février au 01 mars 2014 à la colonie de Temrock (photo P. Borsa / IRD). L'individu a été bagué, no. FL38319.

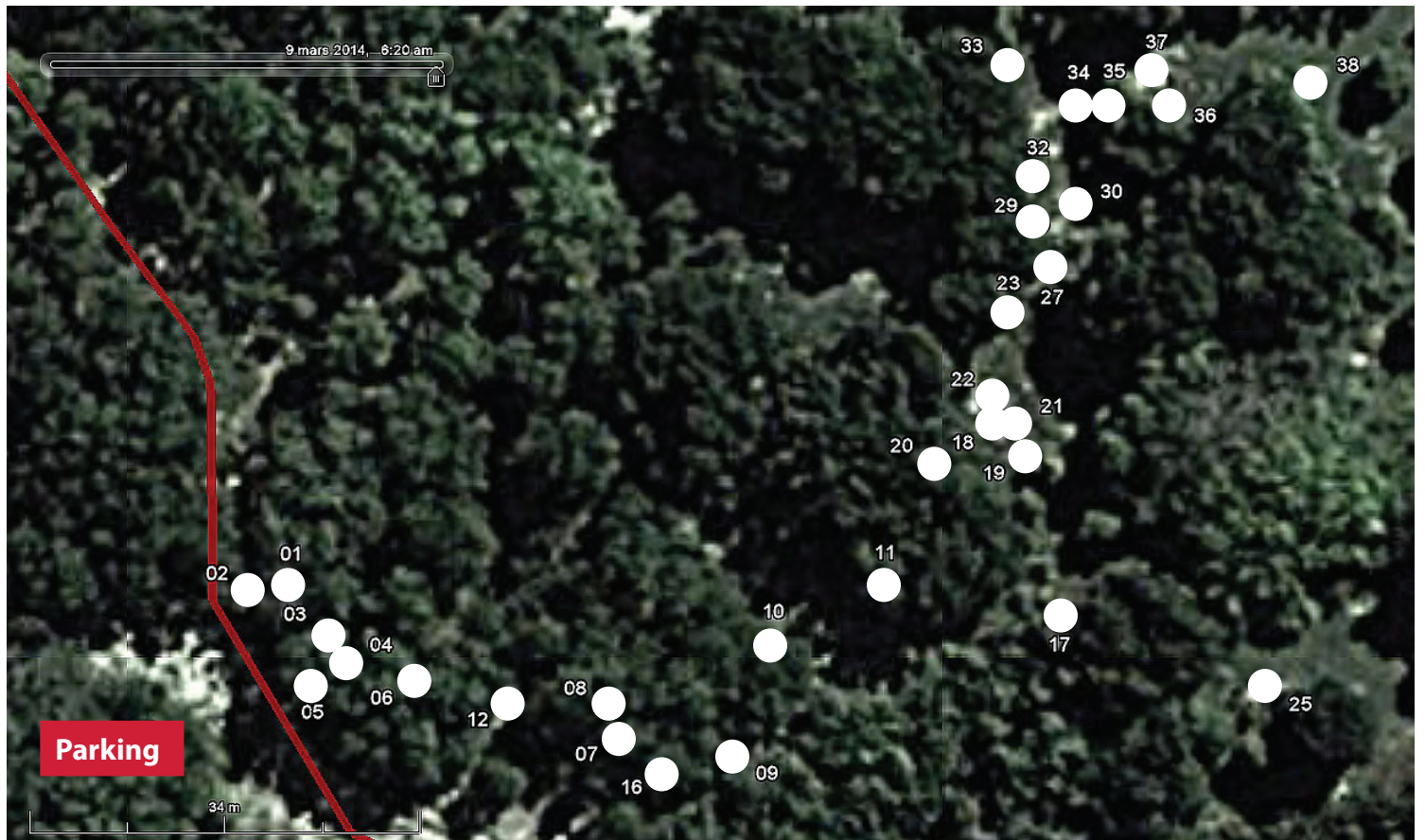
**Fig. 10** Crabe charognard *Cardisoma carnifex*, rencontré à plusieurs reprises dans la colonie d'étude. Photo A. Corbeau / CNRS.

**Fig. 11** Poussin no. 20 au fond de son terrier (coin haut droit de l'image), temporairement occupé par un crabe, *Cardisoma carnifex* (coin haut gauche de l'image). Image prise par P. Borsa (IRD) et L. Renaudet (SCO) à l'aide du burrowscope (modèle Taupe, Sextant Technology Ltd)





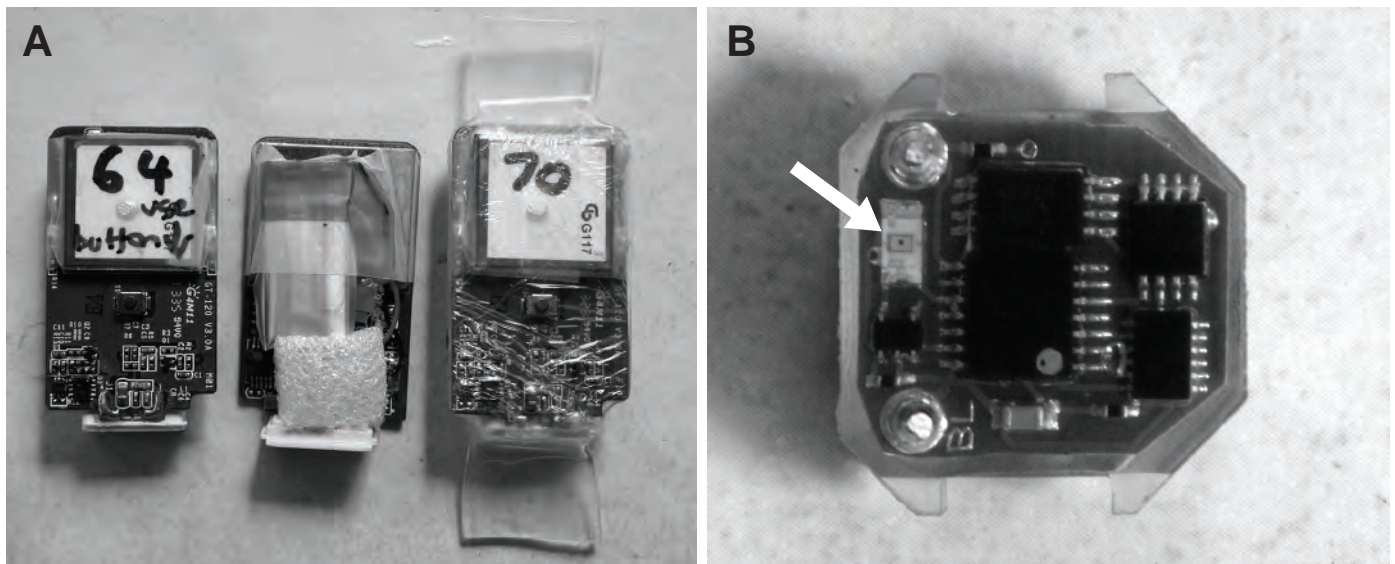
**Fig. 1** Colonie de puffins (*Puffinus pacificus*) de Temrock, côte ouest de la Nouvelle-Calédonie. **A** Image Google Earth (<https://www.google.com/earth/>) du domaine de Gouaro Deva. Le trait bleu représente la route depuis l'entrée du domaine jusqu'à la colonie de Temrock. Le rectangle blanc désigne la zone élargie en B. **B** Elargissement de la zone délimitée par le rectangle en A, correspondant approximativement à la colonie de puffins de Temrock (11 000 couples ; Papineau & Boyeau 2005). Le carré blanc indique le site de la colonie d'étude (voir Fig. 2).



**Fig. 2** Localisation des terriers de la colonie d'étude des puffins de Temrock, Gouaro Deva. Les terriers suivis pour l'étude sont les nos. 1-10, 18-23, 27, 29-30 et 33-38 ( $N = 26$ ), auxquels nous avons ajouté 5 terriers-témoins (nos. 11, 12, 16, 17, 25) où les adultes n'ont pas été manipulés. Le chemin d'accès en automobile est figuré en rouge. L'image satellitaire en arrière-plan a été récupérée sur Google Earth (<https://www.google.com/earth/>).



**Fig. 3** Localisation des entrées de terriers de la colonie d'étude (photos P. Borsa / IRD). Cette planche est destinée à faciliter l'identification des terriers au moment de la recapture des individus équipés de GLS lors de leur retour sur la colonie la saison prochaine. **A** Terriers nos 1-6 vus depuis la route en direction de l'est. **B** Terriers nos. 7-9 vus depuis le terrier 9 en direction de l'ouest. **C** Vue depuis le terrier no. 10 en direction de l'est. **D** Terriers nos. 19-23 : panorama de la trouée sableuse en direction du nord. **E** Terriers nos. 23-34 : panorama de la trouée sableuse depuis le terrier 23 en direction du nord. **F** Terriers 34-38 du dernier patch sableux, photographié en direction de l'est.



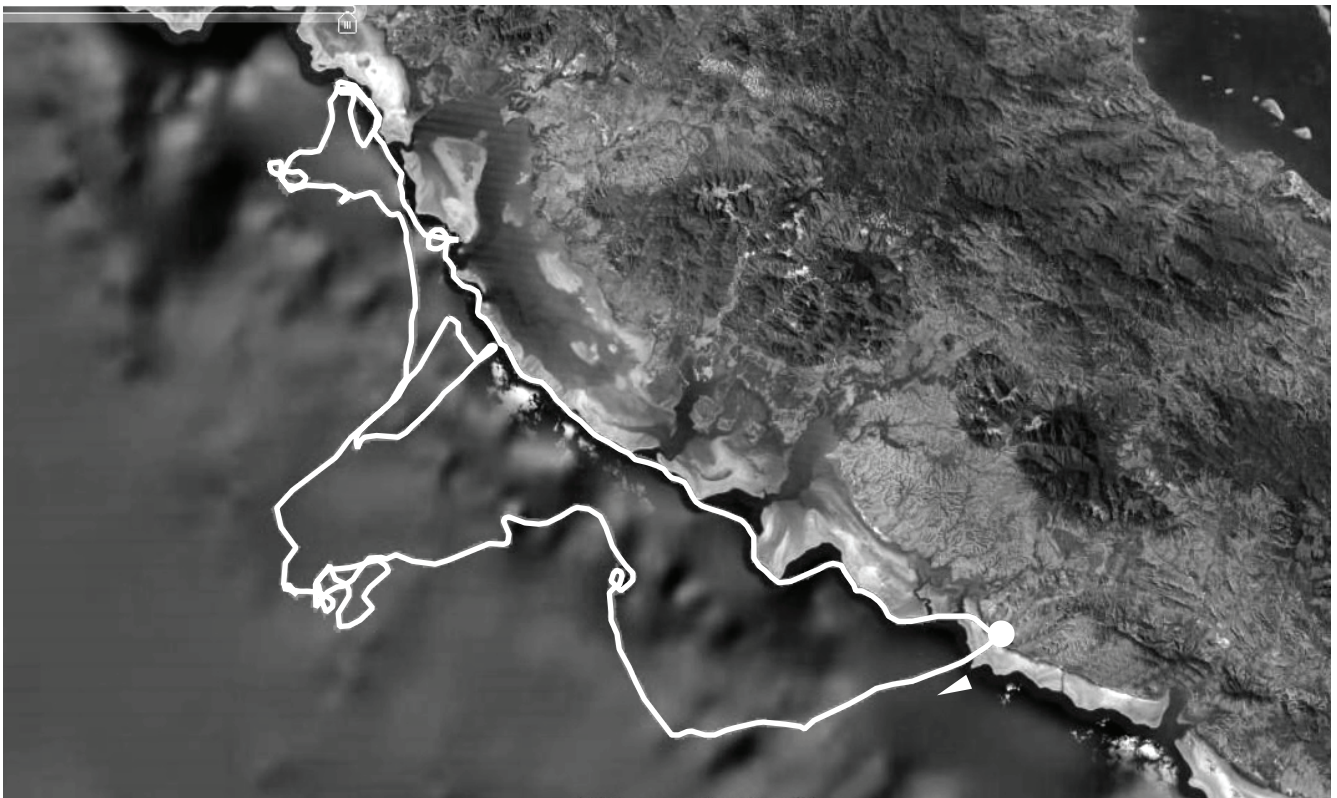
**Fig. 4** Instruments de géolocalisation destinés à équiper les puffins adultes. **A** GPS, nu (à gauche) et protégé par un tronçon de gaine thermorétractable (à droite) ; le GPS (modèle IGotYou, Mobile Action Technology, Taipei) mesure 42 mm x 23 mm x 10 mm et pèse environ 12 g, gaine comprise. Les GPS ont été programmés de façon à enregistrer leur position à intervalles réguliers, soit toutes les 2 min, soit toutes les 5 min. **B** GLS avec sa cellule photo-sensible (flèche) ; le GLS (modèle BAS Track, Biotrack, Wareham UK) mesure 16 mm x 18 mm ; le GLS et la bande velcro sur laquelle celui-ci est collé pèsent ensemble environ 4 g (5 g si la bande velcro est mouillée).



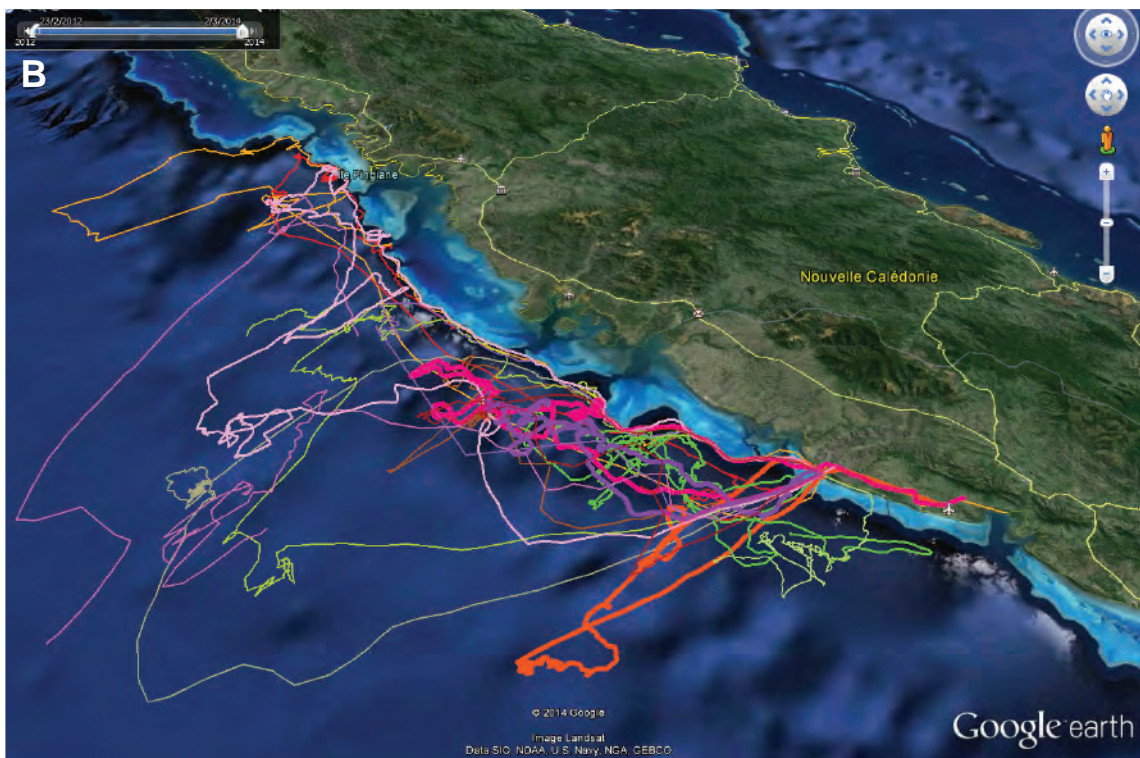
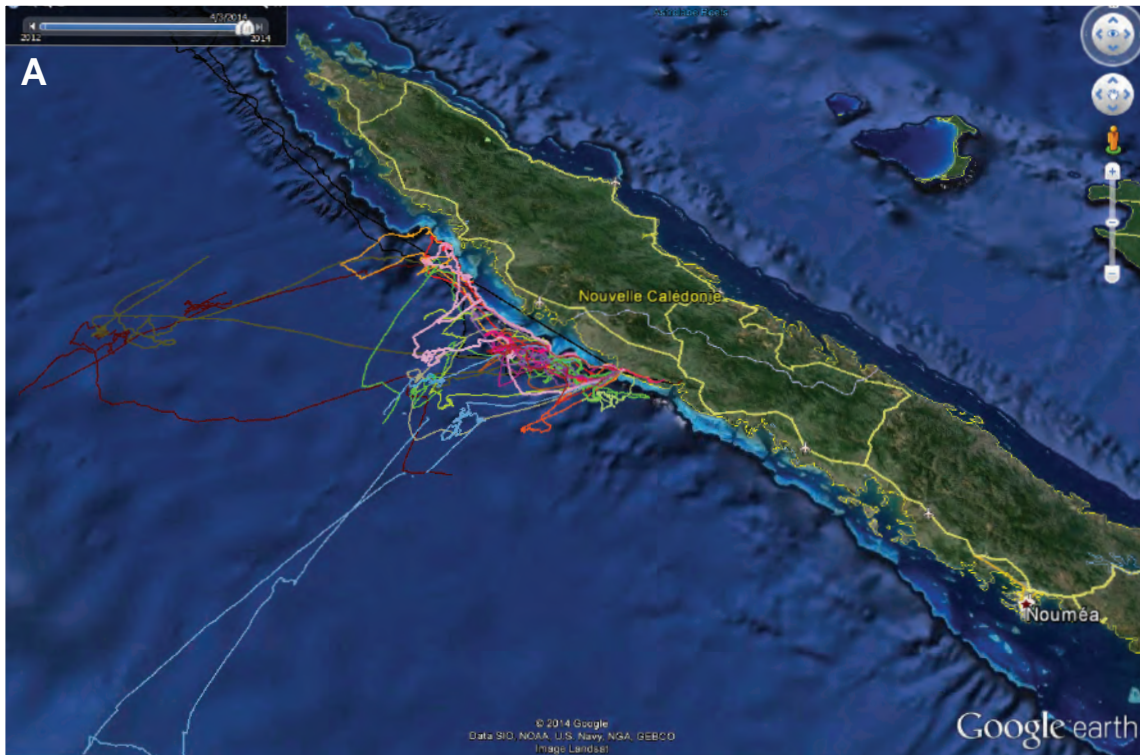
**Fig. 5** Puffin no. 5L assis à proximité de son nid (le nid no. 5 de la colonie d'étude), après avoir été équipé d'un GPS miniaturisé (photo A. Corbeau / CNRS). Les deux parents du poussin sont marqués du numéro du nid, l'un à l'extrémité de l'aile gauche ("L"), l'autre à l'extrémité de l'aile droite ("R"). Tous deux portent en outre une bague métallique à la patte gauche. Lors du retour des oiseaux à la colonie après quelques jours en mer, les GPS sont récupérés et certains des oiseaux sont alors ré-équipés d'un GLS à la patte droite.



**Fig. 6** *Puffinus pacificus* à Temrock. Pesée du poussin no. 1, le 05 mars à 17:07 (photo P. Borsa / IRD).



**Fig. 7** Trajet du puffin no. 4L (bague no. FL38306) équipé d'un GPS dans la nuit du 25 au 26 février et recapturé dans la nuit du 27 au 28 février après deux jours d'absence de la colonie. La flèche indique la direction de l'oiseau au départ de la colonie. Image de fond : Google Earth (<https://www.google.com/earth/>).



**Fig. 8** Superposition de tous les trajets déduits des enregistrements GPS obtenus sur les puffins de la colonie de Temrock, 25 février - 14 mars 2014. Image de fond : Google Earth (<https://www.google.com/earth/>). **A** Ensemble des trajets. **B** Agrandissement de la zone au large de la cote ouest.



**Fig. 9** Pétrel de Tahiti (*Pseudobulweria rostrata*) capturé dans la nuit du 28 février au 01 mars à la colonie de puffins de Temrock (photo P. Borsa / IRD). L'individu a été bagué, no. FL38319.



**Fig. 10** Crabe charognard *Cardisoma carnifex*, rencontré à plusieurs reprises dans la colonie d'étude. Photo A. Corbeau / CNRS.



**Fig. 11** Poussin no. 20 au fond de son terrier (coin haut droit de l'image), temporairement occupé par un crabe, *Cardisoma carnifex* (coin haut gauche de l'image). Image prise par P. Borsa (IRD) et L. Renaudet (SCO) à l'aide du burrowscope (modèle Taupe, Sextant Technology Ltd).



## **Annexe 1**

Arrêté no. 609-2014/ARR/DENV de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie, relatif à l'opération de recherche sur les puffins de la colonie de Gouaro Deva.



**PRÉSIDENTENCE**

**SECRETARIAT GÉNÉRAL**

N° 609-2014/ARR/DENV

du : 25 FEV. 2014

**AMPLIATIONS**

Commissaire délégué	1
DENV	1
Intéressé	1

**ARRÊTÉ**

accordant à l'Institut de Recherche pour le Développement une dérogation relative à la perturbation intentionnelle de puffins du Pacifique, *Puffinus pacificus*, espèce protégée

**LA PRÉSIDENTE DE L'ASSEMBLÉE DE LA PROVINCE SUD**

Vu la loi organique modifiée n° 99-209 du 19 mars 1999 relative à la Nouvelle-Calédonie,

Vu le code de l'environnement de la province Sud ;

Vu le rapport n° 415-2014/ARR du 19 février 2014,

**ARRÊTE**

**ARTICLE 1 :** Une dérogation est accordée à l'Institut de Recherche pour le Développement pour l'approche et la capture temporaire de trente (30) puffins du Pacifique, *Puffinus pacificus*, pour la réalisation d'une étude relative aux zones de nourrissage et de migrations annuelles de la colonie du domaine de Gouaro Deva.

**ARTICLE 2 :** Cette dérogation est valable dans le ressort géographique de la province Sud, à l'exception des réserves naturelles intégrales marines, des réserves naturelles marines et des aires de gestion durable des ressources marines, jusqu'au 30 novembre 2014 inclus, sous réserve :

- d'informer le service de la conservation de la biodiversité de la direction provinciale en charge de l'environnement, au moins quinze jours à l'avance, du lieu et de la période de chaque opération ;
- d'approcher et de manipuler les oiseaux selon les conditions énoncées à l'article 3 ;
- de transmettre au service conservation de la biodiversité toutes publications, articles ou rapports relatifs à cette étude.

**ARTICLE 3 :** L'autorisation est subordonnée au respect des conditions d'approche et de manipulation suivantes :

- l'approche des oiseaux se fera dans des conditions isolées du bruit et de la lumière ;
- la capture des oiseaux se fera à la main en tentant d'occasionner un minimum de stress chez l'animal ;
- la manipulation des oiseaux pour la pose des GPS, TDR et GLS n'excédera pas quinze (15) minutes par oiseau ;
- à la fin des manipulations, chaque oiseau sera relâché devant son terrier.

**ARTICLE 4 :** Les personnes autorisées à approcher et manipuler les oiseaux sont : Alexandre Corbeau, Fiona Mc Duie, Ludovic Renaudet et Philippe Borsa.

**ARTICLE 5** : Une exonération des frais de dossier et du versement de la caution est accordée.

**ARTICLE 6** : Le présent arrêté sera transmis à Monsieur le commissaire délégué de la République et notifié à l'intéressé.

**Pour la présidente et par délégation,  
la directrice de l'environnement par intérim,**

  
**Céline MARTINI**