

Plan National d'Actions en faveur des pétrels endémiques de La Réunion

Pétrel noir de Bourbon (Pseudobulweria aterrima)

& Pétrel de Barau (Pterodroma barau)

2021-2030

Juin 2021



© Martin RIETHMULLER – Life+ Pétrels

© Benoît LEQUETTE – Parc national de La Réunion

Ministère de la transition écologique

www.ecologie.gouv.fr



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*





Étapes de la rédaction du document

Versio	Rédacteur	Date	Espèce	Commentaire
/	Université de La Réunion	2017	Pétrel de Barau	Évaluation du plan de conservation 2008-2016
V1	Université de La Réunion	2017	Pétrel de Barau	Rédaction du PNA et validation en CSRPN le 8/12/2017. Proposition de la DEAL Réunion pour combiner ce document avec celui du Pétrel noir de Bourbon, et en faire un « PNA pétrels endémiques de La Réunion ».
/	Parc national	2019	Pétrel noir de Bourbon	Évaluation du PNA 2012-2017
V2	Parc national	2019	Pétrel de Barau & Pétrel noir de Bourbon	1ère version du PNA pétrels endémiques présentée au COTECH (AVE2M, Université de La Réunion, ONCFS/BNOI, DEAL et PNRUN) le 11/06/2019, et au COPIL le 3/07/2019
V3	Parc national	2019	Pétrel de Barau & Pétrel noir de Bourbon	Version envoyée aux experts scientifiques les 17/09/2019 et 24/03/2020
V4	Parc national	2020	Pétrel de Barau & Pétrel noir de Bourbon	Version intégrant les remarques des experts scientifiques
V5	Parc national	2020	Pétrel de Barau & Pétrel noir de Bourbon	Version intégrant les remarques du CSRPN
V6	Parc national	2021	Pétrel de Barau & Pétrel noir de Bourbon	Version finale intégrant les remarques du CNPN

PNA suivi à la DEAL de La Réunion par

Matthieu SALIMAN - Service de l'Eau et de la Biodiversité, Unité Biodiversité (DEAL de La Réunion)
Tél. : 02.62.94.76.42 / Fax : 02.62.94.72.55
Courriel : matthieu.saliman@developpement-durable.gouv.fr

Financement

La rédaction de ce document a été réalisée en deux étapes :

- Dans un premier temps, un Plan de Conservation Pétrel de Barau a été rédigé par l'Université de La Réunion et la SEOR grâce à un financement de la Région Réunion (mesures compensatoires de la Nouvelle Route du Littoral - Arrêté préfectoral N°2013-07 du 20 décembre 2013 - MCT05), convention de partenariat N°2016/0693. Ce document a été validé par le CSRPN de La Réunion le 8 décembre 2017.
- Dans un second temps, le PNA pétrels endémiques de La Réunion, comprenant les deux espèces, a été réalisé par le Parc national de La Réunion, grâce à un financement de la DEAL. Ce document reprend *in extenso* le contenu du PNA Pétrel de Barau, auquel est ajoutée la partie Pétrel noir de Bourbon. Le fait de rassembler ces deux espèces a conduit à rassembler ou modifier l'ordre des actions, sans modifier, notablement, ce qui avait été rédigé pour le Pétrel de Barau.

**Rédacteurs :**

Marie-Cécile VIRION - Parc national de La Réunion

Lucie FAULQUIER - Université de La Réunion

Mathieu LE CORRE - Université de La Réunion

Tél. : 02.62.93.81.78 / Fax : 02.62.93.86.85

mathieu.lecorre@univ-reunion.fr

François-Xavier COUZI - SEOR

Tél. : 02.62.20.46.65 / Fax : 02.62.98.90.48

couzifx@seor.fr

Marc SALAMOLARD - Parc national de La Réunion

Tél. : 02.62.90.79.05 / Fax : 02.62.90.11.39

marc.salamolard@reunion-parcnational.fr

Co-rédacteurs :

Benoît LEQUETTE - Parc national de La Réunion

Tél : 02.62.90.11.35

benoit.lequette@reunion-parcnational.fr

Patrick PINET - Parc national de La Réunion

Jérôme DUBOS - Université de La Réunion

Tél : 06.93.91.39.70

jerome.dubos@univ-reunion.fr

Martin RIETHMULLER - SEOR

Tél : 06.93.21.00.97

riethmullerm@seor.fr

Yahaia SOULAIMANA MATTOIR - SEOR

Tél : 06.93.93.52.44

soulaimanay@seor.fr

Guillaume VERBEKE - SEOR

Tél : 06.93.88.99.23

verbekeg@seor.fr

Anne LEFEUVRE - Parc national de La Réunion

Camille PAYET - Parc national de La Réunion

Sarah CACERES - OFB

Tél : 02.62.94.76.48

sarah.caceres@ofb.gouv.fr

Christophe CAUMES - Parc national de La Réunion

Tél : 06.93.55.72.59

christophe.caumes@reunion-parcnational.fr

Patxi SOUHARCES – OFB

patxi.souharcres@ofb.gouv.fr

Laurence HUMEAU - Université de La Réunion

Tél : 02.62.93.82.94

laurence.humeau@univ-reunion.fr

Audrey JAEGER - Université de La Réunion

Tél : 02.62.93.82.70

audrey.jaeger@univ-reunion.fr

Citation

Virion M-C, Faulquier L., Le Corre M., Couzi F-X, Salamolard M., Lequette B., Pinet P., Dubos J., Riethmuller M., Soulaïmanana Mattoir Y., Verbeke G., Lefeuvre A., Payet C., Caceres S., Caumes C., Souharcres P., Humeau L., Jaeger A. 2021. Plan National d'Actions en faveur des pétrels endémiques de La Réunion 2021-2030. UMR ENTROPIE, Université de La Réunion / Société d'Études Ornithologiques de La Réunion / Parc national de La Réunion. 162p.



Remerciements pour leurs contributions...

les membres du Comité de suivi associés à la rédaction du PNA Pétrel de Barau en 2017 :

Matthieu SALIMAN - DEAL

Stéphanie CRESCENCE, Natacha MOULTSON,

Alexandre NANY - Région Réunion, Direction Études et Grands Chantiers

Marc SALAMOLARD - Parc national

Patrick PINET - Parc national / LIFE+ Pétrels

Patxi SOUHARCE - Brigade Nature Océan Indien

Julien TRIOLO - Office National des Forêts

Sarah CACERES, Olivier TRESSENS - OFB

Julie TOURMETZ - SEOR

Mathieu SOUQUET - Bureau d'Études BIOTOPE

Elise BECK - AVE2M

Christophe BARBRAUD - CEBC, CNRS

Elsa BONNAUD - Université de Orsay

Carine PRÊCHEUR - Laboratoire de Biologie Marine, Université des Antilles, Martinique

Vikash TATAYAH - Mauritian Wildlife Foundation

Éric VIDAL - IRD, Centre IRD de Nouméa, Nouvelle-Calédonie

les membres du Comité technique associés à la rédaction du PNA pétrels endémiques en 2019 :

Matthieu SALIMAN - DEAL

Benoît LEQUETTE, Marc SALAMOLARD, Fabrice BOYER, Marie-Cécile VIRION - Parc national

Patrick PINET - Parc national / LIFE+ Pétrels

Sarah CACERES, Olivier TRESSENS - OFB

Serge GEORGER, Richard BEAULIEU - AVE2M

Matthieu LE CORRE - Université, UMR ENTROPIE

François-Xavier COUZI - SEOR

les personnes présentes aux groupes de travail thématiques associées à la rédaction des fiches actions du PNA pétrels endémiques en 2019 :

∞ Pollution lumineuse :

Guillaume POIROT - ADEME

Marc SALAMOLARD, Marie-Cécile VIRION - Parc national

Rémy DURAND - Région Réunion

Vincent TURQUET - Département de La Réunion

René-Paul IDMONT - CIVIS

Willy MAILLOT - CINOR

Stéphane CICCIONE - Kélonia

Marilyne GEORGET, Emmanuelle VITRY, Antoine

MAILLOT - Saint-Joseph

Stéphanie DAFREVILLE, Cédric PY, Daniel GONTHIER

- Le Tampon

Elisabeth PAYET, Jean-Bernard MAILLOT - Cilaos

Marie-Danila BEGUE - Le Port

Bruno ABNER, Karine ELLY HERMET - Saint-Paul

Sarah FOURASTE - GCOI

François-Xavier COUZI - SEOR

Martin RIETHMULLER - SEOR / LIFE + Pétrels

André PEYROT - ANPCEN

Jacques ROCHAT - Micropoda

Michel REYNAUD - SREPEN / ANPCEN

Alexis COURSAULT - Aéroport Roland Garros

Coralie VALDEBOUZE - CITECLAIRE OI

∞ Prédation des pétrels par les chats :

Patrick GARCIA - DAAF

Guillaume PAYET, Marc SALAMOLARD, Nicolas

BRIOIS, Vincent LAURET, Marie-Cécile Virion - Parc national

Olivier TRESSENS - OFB

Emeric MAHE - Région Réunion

Nicolas VITRY - CEN

Ludovic NOEL - CASUD

Vincent BELON, Patrick RIVIERE, René-Paul IDMONT – CIVIS



Yahia SOULAIMANA - SEOR / LIFE + Pétrels
Façois-Xavier COUZI - SEOR
Serge GEORGER, Richard BEAULIEU - AVE2M

∞ Biosécurité et veille sanitaire :

Olivier ESNAULT - GDS de La Réunion
Anouk DECORS - OFB, réseau SAGIR
Sarah CACERES - OFB
Camille LEBARBENCHON - Université
Adrien CHAIGNE - TAAF
Lorien BOUJOT, Marie-Cécile VIRION - Parc national
Patrick PINET - Parc national / LIFE+ Pétrels
Façois-Xavier COUZI, Julie TOURMETZ - SEOR

∞ Éducation à l'environnement et au développement durable :

Didier FERLIN - DAAC
Louis COMPOINT - réseau Canopé
Marie-Cécile VIRION - Parc national
Camille PAYET - Parc national / LIFE+ Pétrels
Willy MAILLOT - CINOR
Patrice PAYET - GCEIP / CEN / réseau GRANDDIR
Façois-Xavier COUZI - SEOR
Anne BENARD - AVE2M
Jean-Luc MORISSE - Petits Débrouillards / réseau GRANDDIR / CRAJEP
Audrey VALERY - Even & Sciences

Les personnes présentes aux Comités de pilotage PNA pétrels :

Lucien GIUDICELLI - Sous-Préfet de Saint-Pierre
Guillaume POIROT - ADEME
Jean-Yves PESEUX, Matthieu SALIMAN - DEAL
Patrick GARCIA - DAAF
Paul FERRAND, Benoît LEQUETTE, Marc SALAMOLARD, Fabrice BOYER, Marie-Cécile VIRION - Parc national
Patrick PINET, Anne LEFEUVRE, Camille PAYET - Parc national / LIFE+ Pétrels
Frédéric ROZET - BNOI
Sarah CACERES - OFB
Matthieu LE CORRE - Université
Jérôme DUBOS - Université / LIFE+ Pétrels
Julien TRIOLO - ONF
Denise HOARAU, Isabeau JURQUET - Région Réunion
Yvette DUCHEMANN - Conseil Départemental de La Réunion / CINOR / Saint-Denis
Nicolas PAYET, Vincent TURQUET - Conseil Départemental de La Réunion
Patrice PAYET - CEN

Patrick PARIENTE - CASUD
Frédéric ALBARET, Willy MAILLOT - CINOR
Bérénice DIAZ - SPL Energie Horizon
Valérie MOUCHARD, Bruno ABNER, Karine ELLY HERMET, Jérôme BENARD, Naïla DOYARD, Huguette MEGAROS - Saint-Paul
Stéphanie DAFFREVILLE - Le Tampon
Olivette HOAREAU - Entre-Deux
Marilyne GEORGET, Emmanuelle VITRY - Saint-Joseph
Jean-Fred DE LA HOGUE - DAAC / Saint-Joseph
Elisabeth PAYET, Jean-Bernard MAILLOT - Cilaos
Willy FONTAINE - Saint-Pierre
Christian LEGER, François-Xavier COUZI, Julie TOURMETZ - SEOR
Martin RIETHMULLER, Guillaume VERBEKE, Jordan BAZILE - SEOR / LIFE + Pétrels
Serge GEORGER, Richard BEAULIEU - AVE2M
Samuel SERVY - Association de Grand Bassin
Patrick LACASSIN, Emmanuel AUBOURG - EDF

Remerciements pour leur relecture :

Solenn BOUCHER, Gaël POTIN, Virginie PLOT – Université de La Réunion
Christophe BARBRAUD – CEBC-CNRS
Joël BRIED
Eric VIDAL – IMBE-IRD Nouméa



Table des matières

INTRODUCTION.....	10	2.4.1 - Risques d'incendie.....	59
1 - BILAN DES CONNAISSANCES SUR LE PÉTREL DE BARAU ET LE PÉTREL NOIR DE BOURBON.....	12	2.4.2 - Impact potentiel des chèvres pour les pétrels de Barau.....	60
1.1 - Statut des espèces.....	12	2.4.3 - Impact potentiel des espèces végétales invasives.....	60
1.1.1 - Statut de conservation UICN.....	12	2.5 - Dérangement et impacts humains directs	61
1.1.2 - Statut légal de protection.....	12	2.5.1 - Activités pédestres sur les colonies.....	61
1.2 - Informations relatives aux sites exploités par les pétrels.....	13	2.5.2 - Survolés motorisés.....	61
1.3 - Le Pétrel de Barau.....	15	2.6 - Braconnage.....	61
1.3.1 - Systématique.....	15	2.7 - Risques d'émergence de maladies.....	61
1.3.2 - Description.....	15	2.8 - Changements climatiques globaux.....	62
1.3.3 - Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation.....	17	2.9 - Pêche industrielle.....	63
1.4 - Le Pétrel noir de Bourbon.....	32	2.9.1 - Captures accidentelles.....	63
1.4.1 - Systématique.....	32	2.9.2 - Surpêche.....	63
1.4.2 - Description.....	32	2.10 - Pollution plastique.....	64
1.4.3 - Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation.....	38	2.11 - Autres pollutions marines.....	64
2 - LES MENACES IDENTIFIÉES ET LEURS IMPACTS SUR LES PÉTRELS.....	49	2.11.1 - Métaux lourds.....	64
2.1 - Compétition et prédation par les mammifères introduits.....	49	2.11.2 - Hydrocarbures.....	64
2.1.1 - Prédation par les chats.....	49	2.11.3 - Polluants Organiques Persistants (POPs).....	65
2.1.2 - Prédation par les rats.....	50	2.12 - Risque potentiel d'éboulement.....	65
2.1.3 - Compétition et prédation potentielles par les tangues.....	51	2.13 - Bilan des menaces et des besoins en connaissances sur les espèces.....	65
2.2 - Impact de la pollution lumineuse.....	53	3 - ACTIONS DÉJÀ RÉALISÉES EN FAVEUR DES PÉTRELS.....	69
2.2.1 - Nombre d'échouages.....	53	3.1 - Actions réglementaires.....	69
2.2.2 - Répartition spatiale des échouages.....	56	3.1.1 - Législation concernant les sites de reproduction.....	69
2.3 - Collisions avec des infrastructures.....	57	3.1.2 - Législation concernant les chats errants.....	70
2.4 - Dégradation de l'habitat.....	59	3.1.3 - Législation concernant les déchets.....	70
		3.1.4 - Législation concernant les éclairages.....	71
		3.2 - Recherche de colonies.....	71
		3.3 - Lutte contre les chats haretts et errants.	72



3.4 - Lutte contre les rats.....	74	5.4 - Suivi et évaluation du plan.....	85
3.5 - Réduction de la mortalité liée aux éclairages artificiels.....	75	5.5 - Cohérence du plan avec les politiques nationales et régionales.....	86
3.5.1 - Réduction des impacts liés aux éclairages.....	75	5.5.1 - Préservation de la Biodiversité.....	86
3.5.2 - Sauvetage des oiseaux.....	76	5.5.2 - Errance animale.....	86
3.6 - Limitation des déchets.....	77	5.5.3 - Aménagement du territoire.....	87
3.7 - Mise en place de colonies artificielles pour le Pétrel noir de Bourbon.....	77	5.5.4 - Gestion des risques.....	87
3.8 - Sensibilisation et communication.....	78	5.6 - Actions à mettre en œuvre.....	88
3.9 - Lutte contre le braconnage.....	81	5.6.1 - Modèle de fiche action.....	90
4 - ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES ET CULTURELS.....	82	5.6.2 - OBJECTIF N°1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan.....	91
4.1 - Aspects économiques.....	82	5.6.3 - OBJECTIF N°2 : Limiter l'impact des menaces identifiées.....	96
4.1.1 - Tourisme.....	82	5.6.4 - OBJECTIF N°3 : Évaluer l'impact de menaces potentielles sur les espèces et réagir en conséquence.....	111
4.1.2 - Nuit sans Lumière / Jours de la nuit.....	82	5.6.5 - OBJECTIF N°4 : Poursuivre l'amélioration des connaissances sur les espèces.....	119
4.2 - Aspects culturels.....	82	5.6.6 - OBJECTIF N°5 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins.....	130
4.3 - Perception sociale.....	83	5.6.7 - OBJECTIF N°6 : Sensibiliser le grand public et les décideurs aux menaces sur les pétrels et sur la biodiversité réunionnaise.....	136
5 - ENJEUX DE LA CONSERVATION DES PÉTRELS ET DÉFINITION D'UNE STRATÉGIE D'ACTIONS.....	84	5.6.8 - OBJECTIF N°7 : Mesurer les effets des actions de conservation et de communication.....	140
5.1 - Récapitulatif des besoins optimaux des espèces.....	84	5.7 - Calendrier.....	144
5.2 - Stratégie globale.....	84	5.8 - Estimation financière.....	145
5.3 - Gouvernance du PNA.....	84	BIBLIOGRAPHIE.....	148
		ANNEXES.....	157
		Annexe 1.....	157
		Annexe 2.....	161
		Annexe 3.....	162



Sigles et abréviations

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

AFB : Agence Française pour la Biodiversité

AGGM : Association des Gestionnaires des Gîtes de Montagne

AMDR : Association des Maires du Département de La Réunion

ANPCEN : Association Nationale de Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

AVE2M : Association pour la Valorisation de l'Entre deux Monde

BDE : Bras des Étangs

PGHM : Peloton de Gendarmerie de Haute Montagne

BNOI : Brigade Nature Océan Indien

CASUD : Communauté d'Agglomération du Sud de l'île de La Réunion

CBNM : Conservatoire Botanique National de Mascarin

CCEE : Conseil de la Culture, de l'Éducation et de l'Environnement de la Région Réunion

CEBC-CNRS : Centre d'Études Biologiques de Chizé - Centre National de la Recherche Scientifique

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels

CEREMA : Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

CINOR : Communauté Intercommunale du Nord de La Réunion

CITES : Convention sur le commerce International des espèces de faune et de flore menacées d'extinction

CIVIS : Communauté Intercommunale des Villes Solidaires

COFIL : Comité de Pilotage

CR : Critically Endangered, (en danger critique d'extinction), statut IUCN

CRAJEP : Comité Régional des Associations de Jeunesse et d'Éducation Populaire

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DAAC : Délégation Académique à l'éducation Artistique et à l'action Culturelle

DAAF : Direction de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt

DEAL : Direction de l'Environnement, de

l'Aménagement et du Logement

DSRA : Directive et le Schéma Régional d'Aménagement

EDF : Électricité De France

EN : Endangered (en danger), statut IUCN

ENTROPIE (précédemment ECOMAR) : Ecologie marine TROPICALE des océans Pacifiques et IndiEn, unité mixte de recherche sous la tutelle conjointe de l'Université de La Réunion, l'Institut Régional de Développement et le Centre National de la Recherche Scientifique.

FDC 974 : Fédération Départementale des Chasseurs de La Réunion

FNE : France Nature Environnement

GB : Grand Bénare

GDS : Groupement de Défense Sanitaire

GIEC : Groupe d'Experts Environnemental sur l'Évolution du Climat

GLS : Global Location Sensing

GPS : Global Positioning System

GRANDDIR : Groupement Régional des Acteurs de l'éducation à l'environnement pour un Développement Durable de l'île de La Réunion

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

LIFE + : L'Instrument Financier pour l'Environnement

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

MIPE : Mission Inter-Services des Polices de l'Environnement

MISEN : Mission Inter-Services de l'Eau et de la Nature

OFB : Office Français pour la Biodiversité

ONCFS : Office National de Chasse et de la Faune Sauvage

ONF : Office National des Forêts

PDC : Plan De Conservation

PNA : Plan National d'Actions

PNRun : Parc national de La Réunion

RDC : Rond des Chevrons

RIR : Rivière des Remparts

SEOR : Société d'Études Ornithologiques de La Réunion

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours

TAAF : Terres Australes et Antarctiques Françaises

UMR : Unité Mixte de Recherche

ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique



Introduction

L'île de La Réunion est la seule île au monde à abriter deux espèces de pétrels endémiques. Ces deux espèces, le Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*) et le Pétrel noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*), sont toutes les deux menacées d'extinction à moyen et court terme. Ces oiseaux marins ne reviennent à terre que pendant leur période de reproduction, où ils nichent au sol dans des terriers situés en falaises sur des pentes extrêmement difficiles d'accès. La population de pétrels de Barau est estimée entre 15 000 et 20 000 couples (Pinet 2012), l'espèce est classée « en danger d'extinction » (EN) par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN 2019). La population de Pétrel noir de Bourbon est bien moindre, avec une estimation entre 45 et 400 couples (Attié *et al.*, 1997), l'espèce est classée « En danger critique d'extinction » (CR) (IUCN 2019). Les pétrels font partie de la liste des espèces protégées par l'arrêté ministériel du 17 février 1989. Les sites de reproduction des pétrels font l'objet d'un zonage et d'une réglementation particulière dans la Charte du Parc, et une partie des colonies de pétrels noirs de Bourbon est incluse, depuis 2006, dans un arrêté préfectoral de protection de Biotope qui réglemente l'accès à ces sites et les survols.

Les connaissances sur ces espèces sont relativement récentes, car la découverte des colonies de reproduction, et leur accès sont particulièrement difficiles. La première colonie de Pétrel de Barau a été découverte en 1995 sur un plateau escarpé, en contrebas du Grand Bénare (Probst 1995 ; Probst *et al.* 2000). Puis en 2001, une seconde colonie a été découverte au Bras des Étangs à 2 400 m d'altitude, en contrebas du Piton des Neiges grâce à l'action conjointe de la Brigade Nature Océan Indien (BNOI) et du Peloton de Gendarmerie de Haute Montagne (PGHM) de Cilaos. En 2007, une nouvelle colonie au Grand Bénare, située à 2 600 m d'altitude, en contrebas du sommet, a été découverte par l'Université de La Réunion. Concernant les pétrels noirs de Bourbon, la toute première colonie de reproduction a été découverte, récemment dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels, le 15 novembre 2016 dans la Rivière des Remparts, et la seconde en février 2017 dans le secteur de Grand Bassin.

Les pétrels font face à plusieurs menaces importantes. La découverte des colonies de Pétrel de Barau a permis de constater les effets dévastateurs des rats et des chats sur les pétrels (Faulquier *et al.* 2009). Les chats et les rats (deux prédateurs exotiques présents sur l'île) se retrouvent dans tous les milieux sur l'île et s'y reproduisent, posant un problème majeur pour la préservation de la biodiversité de l'île. Depuis 1995, il a aussi été mis en évidence une mortalité massive des jeunes pétrels de Barau, provoquée par les éclairages artificiels (Le Corre *et al.* 2002 ; Salamolard *et al.* 2007). Lorsque les jeunes pétrels quittent leur nid pour leur premier envol et rejoindre l'océan, ils sont désorientés par les éclairages artificiels des villes qu'ils survolent, et finissent par tomber au sol (on parle d'échouage). Incapables de redécoller, ils sont alors particulièrement vulnérables et donc condamnés, à moins d'être recueillis par l'homme pour être relâchés. Ainsi, ce sont plus de 14 000 pétrels de Barau échoués entre 1995 et 2018 qui ont été recueillis et sauvés par le réseau de sauvetage piloté par la Société d'Études Ornithologiques de La Réunion (SEOR). Ce phénomène touche également le Pétrel noir de Bourbon, et les deux espèces de puffins qui nichent sur l'île (Puffin du Pacifique *Ardeanna pacifica* et Puffin tropical *Puffinus bailloni*). D'autres menaces directes, comme les collisions avec des infrastructures (Gineste 2012), la pollution plastique dans les océans (Cartraud *et al.* 2019), et indirectes, comme l'abandon des déchets dans le milieu naturel qui favorisent les prédateurs introduits et le changement climatique (Legrand *et al.* 2016), pèsent aussi sur la viabilité des populations de pétrels à long terme.

Afin de mieux connaître les impacts des menaces sur les pétrels et de mettre en place des actions de lutte contre celles-ci, les acteurs locaux se sont mobilisés en mettant en place un certain nombre d'actions. En 2008, un Plan De Conservation (PDC) en faveur du Pétrel de Barau a été rédigé par la SEOR (Salamolard 2008) avec la collaboration du laboratoire ECOMAR (actuellement UMR ENTROPIE). En 2012, un Plan National d'Actions (PNA) a été mis en place en faveur du Pétrel noir de Bourbon (Riethmuller *et al.* 2012). Depuis 2008, la DEAL, le Parc national de La Réunion, le Conseil Départemental et la Région Réunion ont financé des programmes d'études et de conservation en



faveur de ces deux espèces. Un partenariat Université, DEAL, Parc national a permis de déposer et d'obtenir un financement européen LIFE+ pour 6 ans (2014-2020), doté d'une enveloppe de 3 107 240 €, dont 50% apportés par l'Europe, et 17,38% par la DEAL et le Conseil Départemental de La Réunion. Il a été coordonné par le Parc national de La Réunion, bénéficiaire principal contribuant à 14,49% du budget, les bénéficiaires associés étant la SEOR, l'ONCFS-OFB/BNOI et l'Université de La Réunion pour une contribution de 18,24 %. D'autres actions de conservation sont portées par des structures locales sur des financements complémentaires, à l'instar de la lutte contre les chats harets et errants déployée par l'AVE2M, sur la base de financements FEDER et des co-financements de la DEAL, de la Région Réunion, du Conseil Départemental de La Réunion, et du Parc national.

L'obtention de ces financements a permis de poursuivre des actions déjà engagées telles que le sauvetage et le baguage des oiseaux échoués, le baguage et le contrôle des pétrels de Barau sur les colonies et leur étude en mer (téléométrie). Ces financements ont surtout permis d'initier de nouvelles actions, principalement sur le Pétrel noir de Bourbon, concernant aussi bien les connaissances scientifiques que la conservation et la sensibilisation des publics : découverte de deux colonies de reproduction de Pétrel noir de Bourbon, prospections acoustiques, phénologie de reproduction, biologie et écologie, distribution en mer, étude de la génétique des populations de pétrels, lutte contre les prédateurs sur les colonies, étude du comportement des chats, sensibilisation de scolaires, actions de communication auprès des médias, réalisation d'un site internet et de lettres d'information.

On constate à présent une prise de conscience des décideurs et du grand public de l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité, mais aussi sur la santé et la consommation d'énergie. Cela se traduit par une participation croissante à l'événement des « Nuits sans Lumière » coordonné par le Parc national de La Réunion, en partenariat avec la SEOR, et avec le soutien du Conseil de la Culture, de l'Éducation et de l'Environnement (CCEE) de La Région Réunion. La durée de l'événement est passée d'1h d'extinction de l'éclairage public en 2009 à 25 nuits d'extinction depuis 2017. Les Nuits sans Lumière ont rassemblé 183 partenaires en 2019, dont la majorité des communes de l'île, des associations, des entreprises... L'événement avait lieu au mois d'avril, pendant le pic d'échouage des jeunes pétrels de Barau, permettant de réduire l'impact de la pollution lumineuse sur cette espèce. Afin de donner plus d'ampleur à ces actions le Parc national et les principaux acteurs du territoire en charge des politiques publiques en matière d'éclairage ont mis en place en 2020 le programme « Les jours de la nuit » dont l'ambition est d'être un levier pour faire émerger une vision nouvelle en matière d'aménagement du territoire sur le sujet, et ambitionne de réussir une transition lumineuse globale vers un « mieux éclairé », adapté aux justes besoins des Réunionnais. Son volet « recherche action » vise à explorer les différentes facettes du sujet et son volet « événementiel » a pour objectif d'informer, sensibiliser et faire évoluer le rapport de la population à l'environnement nocturne, pour une réappropriation positive de la nuit perçue comme une ressource importante à préserver. Les actions en découlant s'étendent sur l'année entière et permettent de sensibiliser sur les effets globaux de l'excès de lumière artificielle y compris pour la santé humaine. Un focus est toujours positionné pendant la période d'envol des jeunes pétrels avec une préconisation des extinctions et une communication importante.

Cependant, ces deux espèces ont toujours un statut de conservation très défavorable et l'évolution de leurs populations est conditionnée par la poursuite des actions de conservation dans les colonies de reproduction (contrôle des prédateurs) et en milieu urbain (réduction des pressions anthropiques comme la pollution lumineuse et les collisions avec des infrastructures).

Ce nouveau PNA en faveur des deux pétrels endémiques de La Réunion a donc pour objectifs d'assurer la sauvegarde à long terme du Pétrel de Barau et du Pétrel noir de Bourbon par 32 actions opérationnelles réparties en 7 axes thématiques. La première partie de ce PNA présente le bilan des connaissances actuelles sur les deux espèces (écologie, biologie, répartition, menaces...) intégrant l'ensemble des données recueillies à ce jour, qu'elles soient publiées ou non. La deuxième partie présente les menaces et leurs impacts sur les pétrels, ce qui permet, dans une troisième partie, de définir une stratégie précisant les orientations à suivre sur le long terme. Dans la quatrième partie, cette stratégie est détaillée en objectifs spécifiques déclinés en actions concrètes à mettre en œuvre sur la durée de ce nouveau plan (2021-2030).



1 - Bilan des connaissances sur le Pétrel de Barau et le Pétrel noir de Bourbon

1.1 - Statut des espèces

1.1.1 - Statut de conservation UICN

Les deux espèces de pétrels endémiques de La Réunion sont classées sur la liste rouge des espèces menacées au niveau mondial et national par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).

Le Pétrel de Barau est classé dans la catégorie « En danger » (EN). Ce classement est justifié par son aire de reproduction restreinte et ses populations dépendantes d'actions de conservation importantes (BirdLife International 2018b).

La population de Pétrel noir de Bourbon étant extrêmement réduite, et en déclin, du fait de la mortalité induite par les prédateurs introduits et la pollution lumineuse, l'espèce est classée « En danger critique d'extinction » (CR) (BirdLife International 2018a).

Un travail d'évaluation de l'état de conservation du Pétrel de Barau et du Pétrel noir de Bourbon selon une précédente méthodologie du MNHN (Annexes A et B de l'ancienne circulaire du 3 octobre 2008 relative aux éléments de cadrage, d'organisation et de méthodologie pour la conduite des plans nationaux d'actions pour les espèces menacées) a aussi été mené et est présenté en annexe 1.

1.1.2 - Statut légal de protection

Ces deux espèces de pétrels font partie des espèces protégées de La Réunion, par l'arrêté ministériel du 17 février 1989 modifié. Celui-ci interdit, en tout temps, sur tout le territoire du département de La Réunion, la destruction et l'enlèvement des œufs et des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la naturalisation des oiseaux, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat.

Le Pétrel noir de Bourbon est inscrit sur l'annexe II de la Convention de Nairobi (espèces de faune sauvage exigeant une protection spéciale), convention internationale de portée régionale.

Le Pétrel de Barau et le Pétrel noir de Bourbon ne sont pas des espèces inscrites dans la directive européenne « Oiseaux » (2009/147/CE), car celle-ci ne s'applique pas dans l'outre-mer français.

Ces deux espèces ne sont pas non plus inscrites dans la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction (CITES).

D'autres réglementations spécifiques participent, de manière directe ou indirecte, à la protection des pétrels de La Réunion, celles-ci sont détaillées dans la partie §3.1 « Actions réglementaires ».



1.2 - Informations relatives aux sites exploités par les pétrels

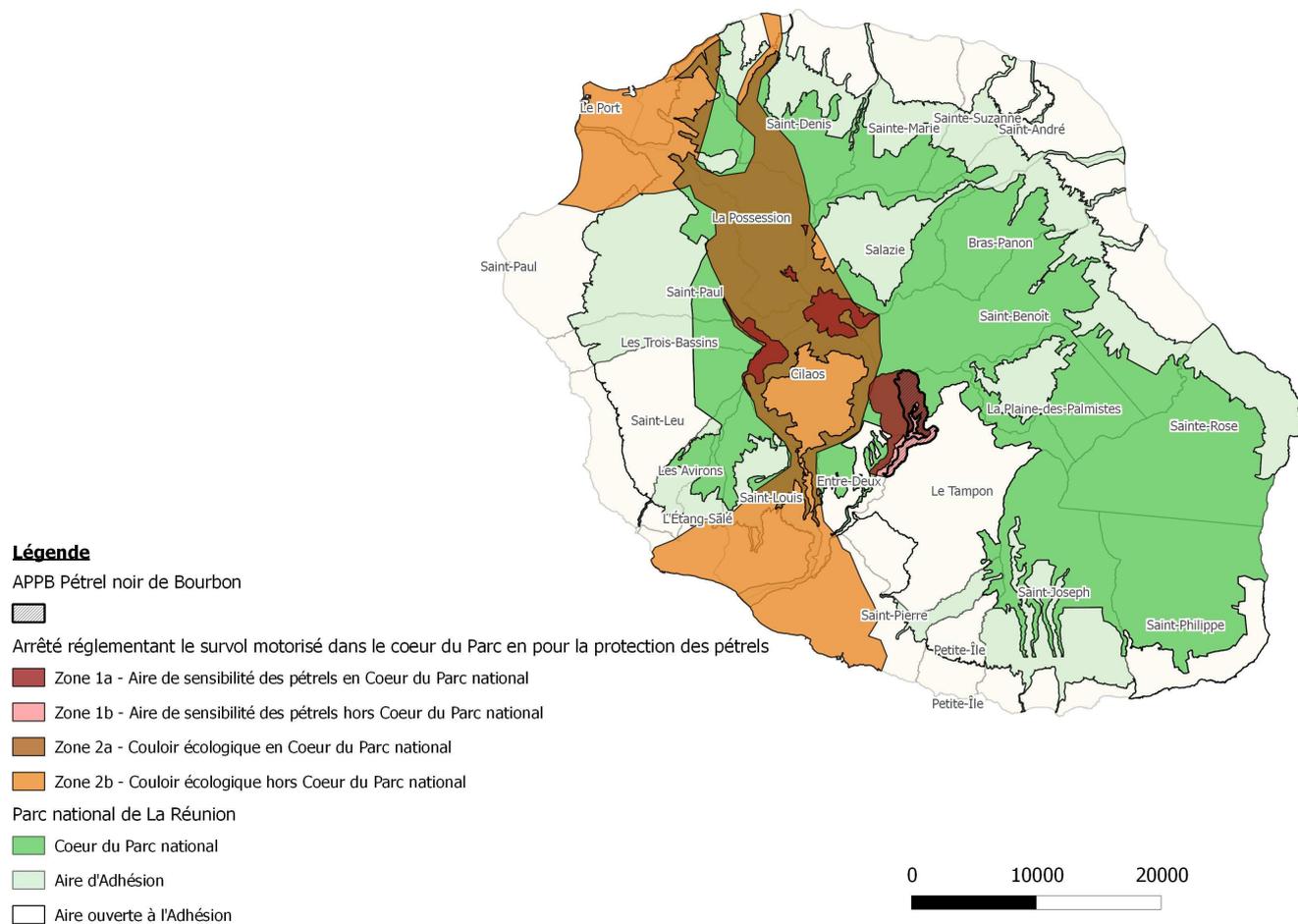


Figure 1 : Carte des espaces pourvus d'une réglementation en faveur des pétrels à La Réunion

Les sites de reproduction des pétrels, et les milieux naturels avoisinants sont situés sur des terrains départemento-domaniaux dont la gestion est confiée à l'ONF par le Conseil Départemental de La Réunion. Ils sont pour la majeure partie inclus dans la zone de cœur naturel du Parc national de La Réunion (créé en 2007). Depuis 2010, le parc national est inscrit comme Biens au patrimoine mondial de l'UNESCO, sous le titre des « Pitons, cirques et remparts de l'île de La Réunion », l'établissement public Parc en étant le gestionnaire.

Des arrêtés préfectoraux de Protection de Biotope (APPB) ont été pris, en 2001 pour le Pétrel de Barau et en 2006 pour le Pétrel noir de Bourbon afin de réglementer l'accès aux colonies de ces espèces. Le périmètre de l'APPB Pétrel de Barau se retrouvant entièrement dans le cœur du Parc national, la réglementation associée a été reprise par la délibération du Conseil d'administration du Parc national (n°2008-07) puis dans la Charte du Parc national de La Réunion approuvée en 2014. L'APPB Pétrel de Barau a donc été abrogé en 2011. D'autre part, l'APPB Pétrel noir de Bourbon, dont une partie n'est pas incluse dans le cœur du Parc, a été maintenu (Figure 1). Les sites de reproduction des pétrels font l'objet d'un zonage et d'une réglementation particulière dans la Charte du Parc : ils sont classés en Espaces à enjeu écologique spécifique. L'action anthropique dans ces zones est minimale pour permettre aux habitats d'évoluer le plus naturellement possible. Ces zones peuvent être étudiées *via* des actions de recherche et de prospection afin de mieux comprendre les fonctionnements des écosystèmes et les dynamiques des populations.

Les sites de reproduction des pétrels sont inclus, par ailleurs, dans l'arrêté concernant les conditions de survol pris par le Directeur du Parc le 31 août 2015.

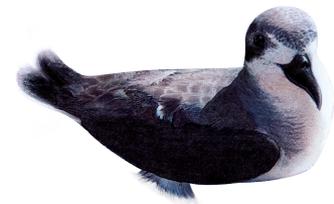


Les sites de reproduction du Pétrel de Barau sont également intégrés à cinq Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF) de type I : ZNIEFF n° 0001-0002 (Plaine des Salazes), ZNIEFF n° 0001-0141 (Sud du Cirque de Salazie), ZNIEFF n° 0001-0145 (Flanc sud du Gros Morne – Rond du Bras Rouge), ZNIEFF n° 0001-0146 (Sud Mafate) et ZNIEFF n° 00000136 (Pentes sud du Taïbit et des trois Salazes).

Les deux sites de reproduction confirmées du Pétrel noir de Bourbon sont intégrés dans deux ZNIEFF de type 1, n° 0001-0092 (Petites sources Cazala, Rivière des Remparts) et ZNIEFF n° 0001-0123 (Bras des Chevrons, Grand Bassin).



1.3 - Le Pétrel de Barau



1.3.1 - Systématique

Le Pétrel de Barau *Pterodroma barau* est classé comme suit :

Classe : Aves

Ordre : Procellariiformes

Famille : Procellariidae

Genre : *Pterodroma*

Espèce : *barau*

Le premier spécimen de Pétrel de Barau, trouvé sur la côte Nord de l'île de La Réunion, a été décrit par Jouanin (1963) et initialement nommé *Bulweria barau* (en l'honneur de l'ornithologue local Armand Barau). Imber (1985) re-classifie l'espèce comme appartenant au genre *Pterodroma* en se basant sur des critères morphologiques. À partir des vocalisations, Bretagnolle & Attié (1991) considèrent que l'espèce est proche de *P. inexpectata* (Nouvelle-Zélande) et *P. phaeopygia* (Galapagos et Hawaï). Puis Bretagnolle *et al.* (1998) confirment, par des analyses génétiques, la classification du Pétrel de Barau dans le genre *Pterodroma*, le taxon le plus proche étant *P. nigripennis* (océan Pacifique).

1.3.2 - Description

1.3.2.a - Poids et biométrie

Le Pétrel de Barau est un oiseau marin d'une longueur de 38 cm en moyenne, pour une envergure comprise entre 96 cm et 98 cm (Barré *et al.* 2005), et un poids moyen d'environ 418 g pour les adultes et 397 g pour les juvéniles (Tableau 1). Les opérations de baguage d'adultes et de juvéniles réalisées sur les colonies à La Réunion ainsi que les opérations de sauvetage d'individus échoués ont permis d'obtenir des données biométriques de l'espèce (Tableau 1).

Tableau 1 : Poids et biométrie des pétrels de Barau adultes capturés sur colonies et des juvéniles trouvés échoués. Les mesures sont exprimées en moyennes \pm écarts-types (Source : Danckwerts 2014).

Caractéristiques	Adultes (n = 553)	Juvéniles (n = 5812)
Aile Pliée (mm)	293.4 \pm 13.4	286.0 \pm 13.1
Longueur Tarse (mm)	38.5 \pm 1.4	38.8 \pm 1.3
Longueur Culmen (mm)	33.1 \pm 1.4	32.5 \pm 1.2
Hauteur Crochet (mm)	12.3 \pm 0.8	11.2 \pm 0.6
Longueur Crochet (mm)	19.5 \pm 1.2	18.3 \pm 1.0
Poids (g)	418.0 \pm 55.9	397.8 \pm 81.8

1.3.2.b - Coloration, corps et plumage

L'espèce ne présente pas de dimorphisme sexuel. Le dessus de la tête et du cou, ainsi que les rémiges et rectrices sont gris noirâtre. Le dos et les couvertures des ailes sont gris bleu cendré, et

chaque plume est bordée d'une frange claire sur le bord interne. Chez les adultes, les couvertures gris-bleues se ternissent et s'assombrissent progressivement au cours de la saison de reproduction. Le front, le ventre et la face ventrale des ailes sont blancs. Le bec est court, épais et noir. Le tarse et le tiers proximal des doigts sont couleur chair, ces derniers sont noirs distalement. En vol, le dessous des ailes déployées laisse apparaître une bande noire du coude au poignet s'étalant ensuite sur les rémiges (Figure 2). Les juvéniles à l'envol ont le dessus des ailes légèrement plus clair que les adultes, et peuvent présenter un peu de duvet au sommet de la tête ou sur la nuque (Barré *et al.* 2005).



Figure 2 : Pétrel de Barau juvénile (à gauche, © M. Le Corre) et adulte en vol (à droite, © M. Riethmuller)

1.3.2.c - Vocalisations

Le Pétrel de Barau est silencieux en mer. Sur les colonies de reproduction, il vocalise majoritairement en vol, lors des parades aériennes, et son chant est composé de cris caractéristiques de deux syllabes : « oaou » suivi de « kekekeke ». Des enregistrements des vocalisations de Pétrel de Barau réalisés sur colonies ont permis d'obtenir un sonagramme du cri de l'espèce (Figure 3).

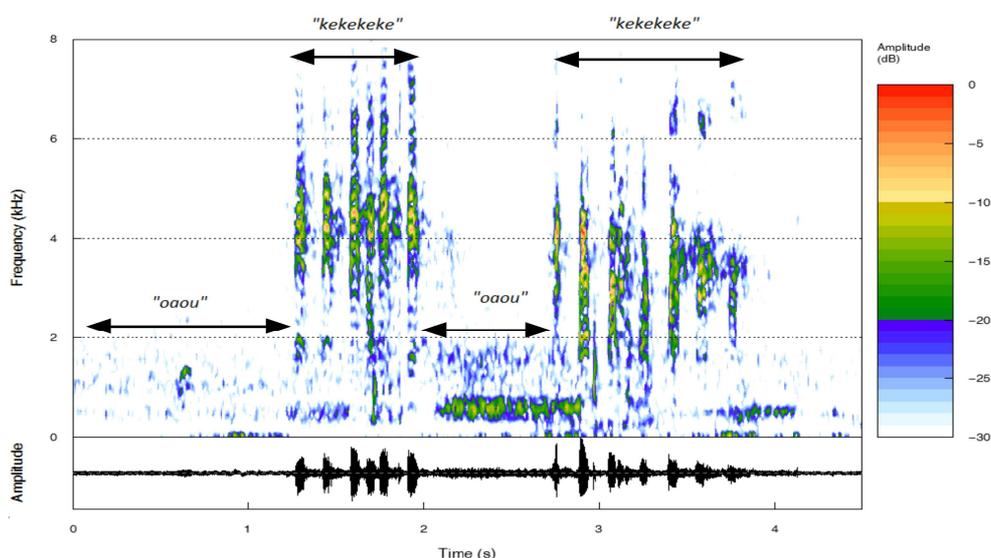


Figure 3 : Sonagramme de vocalisations du Pétrel de Barau (réalisé avec le logiciel R, package « Seewave »). En ordonnée : fréquences de vocalisation (en kHz) ; En abscisse : temps (en s). (Source : LIFE+ Pétrels)



1.3.3 - Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation

1.3.3.a - Reproduction

Type de nidification

Le Pétrel de Barau niche dans des terriers situés dans les falaises des plus hauts massifs de La Réunion, entre 2 200 m et 2 800 m (Pinet *et al.* 2009). Il utilise trois types de terriers : dans l'humus, sous bloc rocheux, et en habitat mixte : associant humus et blocs rocheux (Dewaële 2009, Figure 4).



Figure 4 : Terriers de Pétrel de Barau : creusés dans l'humus (à gauche, © B. Lequette), sous bloc (au milieu, © M. Le Corre) et mixte (à droite, © M. Le Corre).

Cycle annuel et pénologie de la reproduction

La reproduction du Pétrel de Barau est saisonnière et a lieu pendant l'été austral (Figure 5).

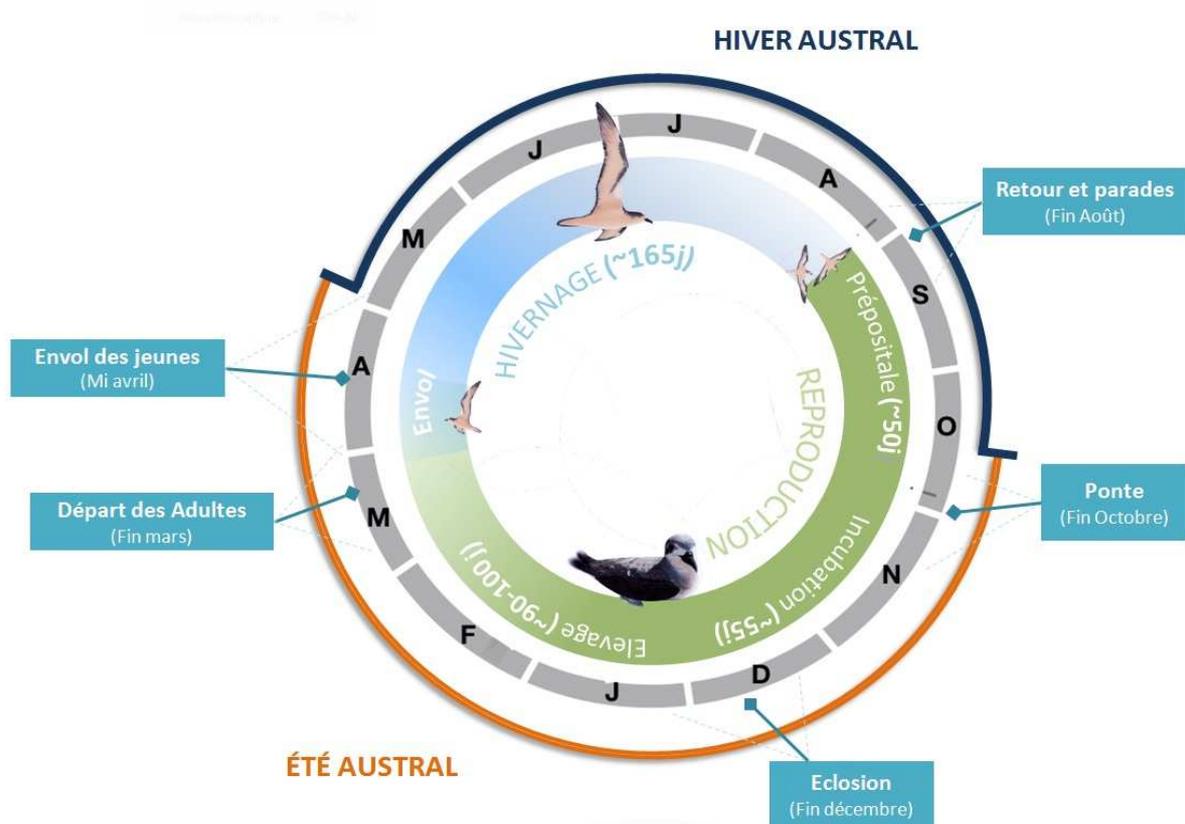


Figure 5 : Phénologie de la reproduction et de la migration du Pétrel de Barau (d'après Pinet 2012).



Différentes phases se succèdent :

- **La phase pré-nuptiale** est une période de parade en vol et de prospection qui débute dès le retour de migration autour du 10 septembre \pm 7 jours (Pinet *et al.* 2011a) et dure 11 ± 6 jours (Pinet *et al.* 2012). Cette phase comprend la recherche du partenaire, l'accouplement, le repérage et la préparation du terrier. Comme de nombreux Procellariidés, le Pétrel de Barau est philopatric et présente une grande fidélité au nid et au partenaire (Warham 1990).
- **L'exode préposital** est une période durant laquelle les individus repartent en mer afin de reconstituer leurs réserves énergétiques et se préparer à la ponte et à l'incubation. Cette phase débute vers le 15 septembre et dure environ $46 + 9$ jours (Pinet *et al.* 2012).
- **La ponte** de l'œuf a lieu entre la fin octobre et la mi-novembre
- **L'incubation** de l'œuf dure 52 ± 7 jours et se fait par alternance des deux partenaires. Le mâle est le premier à jeûner ce qui permet à la femelle d'aller reconstruire ses réserves énergétiques en mer. La durée moyenne des trajets en mer est de 12 ± 2 jours pour les mâles et de 15 ± 3 jours pour les femelles. Cette phase représente un fort coût énergétique pour les deux partenaires (Pinet *et al.* 2012).
- **L'éclosion** de l'œuf a lieu fin décembre et le poussin pèse environ 20g.
- **L'élevage** du poussin débute par la phase de « brooding » pendant laquelle l'un des adultes reste au nid avec le poussin durant quelques jours. Les parents alternent ensuite des trajets longs (10 ± 5 jours) et des trajets courts (< 3 jours) en mer (Pinet *et al.* 2012). Les adultes reproducteurs abandonnent les poussins 20 jours avant leurs premiers vols. Le pic d'envol des juvéniles se situe aux alentours du 20 avril (Pinet *et al.* 2009).
- **La phase inter-nuptiale** dure 5 mois, de fin mars à début septembre, et elle se décompose en une phase de migration post-nuptiale d'environ 22 jours pendant laquelle les pétrels se dirigent vers l'est de l'Océan indien, puis une phase d'hivernage d'environ 3,5 mois, et enfin une phase de migration pré-nuptiale pendant laquelle les individus migrent de leur zone d'hivernage vers leur site de reproduction. Cette phase dure de 14 à 20 jours (Pinet *et al.* 2011a).

1.3.3.b - Alimentation

Régime alimentaire

Le Pétrel de Barau est une espèce pélagique qui se nourrit principalement de céphalopodes (Stahl & Bartle 1991 ; Kojadinovic *et al.* 2007 ; Danckwerts *et al.* 2016). Son régime alimentaire a été étudié en détail grâce à une analyse couplant l'étude des contenus stomacaux, des isotopes stables et des acides gras (Danckwerts *et al.* 2016). Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Composition du régime alimentaire du Pétrel de Barau en fréquences d'occurrence (FO) (n = 36) (d'après Danckwerts et al. 2016).

Types de proie	Fréquence d'occurrence (%)
Céphalopodes	78
Gastéropodes	19
Poissons	17
Crustacés	17
Insectes	3
Matériel végétal	28
Non identifiés	8

Les pétrels de Barau se nourrissent en priorité de mollusques céphalopodes, mais aussi à parts presque égales de gastéropodes, de crustacés et de poissons.

Technique de pêche et activité en mer

Le Pétrel de Barau pêche principalement en surface, en rasant l'eau et en capturant les proies nageant près de la surface, ou bien en effectuant de petits piqués. Les individus recherchent leur nourriture de manière solitaire ou en petits groupes et sont souvent associés avec des sternes fuligineuses *Onychoprion fuscatus* et des puffins tropicaux *Puffinus bailloni* (Jaquemet et al. 2004). L'activité de recherche alimentaire varie au cours de la journée (Figure 6 a) étant plus importante le matin et le soir. De nuit (Figure 6 b), l'activité des pétrels de Barau est principalement influencée par le cycle lunaire, où les individus sont très actifs en pleine lune et restent posés sur l'eau en nouvelle lune.

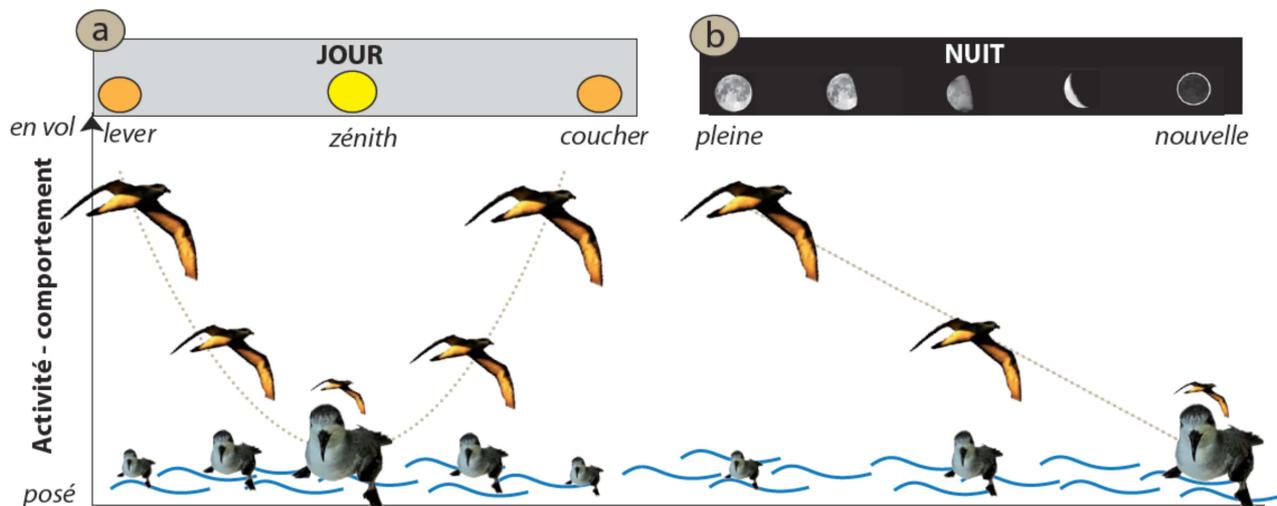


Figure 6 : Schéma de l'activité journalière en mer (jour/nuit) des pétrels de Barau enregistrée par des géolocalisateurs mesurant la conductivité (Pinet 2012).

1.3.3.c - Habitats

Habitat terrestre

Les terriers de Pétrel de Barau sont répartis entre 2 000 m et 3 000 m d'altitude, dans des falaises et des crêtes à l'orientation sud/sud-ouest (entre 180 et 270°), associées à des zones abruptes (40 à

65°), et avec une hauteur de végétation comprise entre 60 et 120 cm (Dewaële 2009, Huré 2019). C'est le seul oiseau marin, avec le Pétrel d'Hawaï *Pterodroma sandwichensis* (Simons 1984), à nicher à une altitude aussi élevée.

Le Pétrel de Barau utilise pour sa reproduction deux types d'habitats :

- **Les fourrés éricoïdes** d'altitude (Figure 7) : ils sont composés essentiellement de Branle vert (*Erica reunionensis*), de Branle blanc (*Stoebe passerinoides*) et de Branle filaos (*Erica arborescens*) avec au sol une strate bryophytique plus ou moins développée (Dewaële 2009). La couche d'humus est profonde et aérée. Cette formation est parmi les écosystèmes les moins altérés de l'archipel des Mascareignes (Thébaud & Strasberg 1997) et constitue l'habitat optimal de l'espèce et l'habitat type de la colonie du Bras des Étangs (Dewaële 2009).
- **Les zones d'éboulis** (Figure 7) : elles sont majoritairement composées de cailloux et de blocs, présentent un substrat instable et une végétation temporaire basse et dispersée, dont l'espèce dominante est le Branle blanc (*Stoebe passerinoides*). La couche d'humus est fine et compacte. Ces zones d'éboulis constituent l'habitat sub-optimal de l'espèce et l'habitat type de la colonie du Grand Bénare (Dewaële 2009).



Figure 7 : Photographies des habitats de reproduction du Pétrel de Barau : fourrés éricoïdes d'altitude (à gauche, © M. Le Corre) et zone d'éboulis (à droite, © I. Henry).

Le Pétrel de Barau utilise les milieux secs, ouverts et rocailleux et des milieux plus évolués humides semi-ouverts avec un sol nu profond et stable. Cependant, il semble préférer une végétation plus dense, plus haute et plus riche due à des conditions climatiques plus favorables de la partie basse de l'étage altimontain, présentant une densité moyenne de terriers (0.07 ± 0.06 terrier / m^2) significativement supérieure à celle de l'étage supérieur (0.01 ± 0.02 terrier / m^2) (Dewaële 2009).

Les premières données de suivi télémétrique et la localisation des échouages, permettent de définir des zones de couloir de passage utilisés par les oiseaux pour quitter et rejoindre leur colonie (Figure 8).

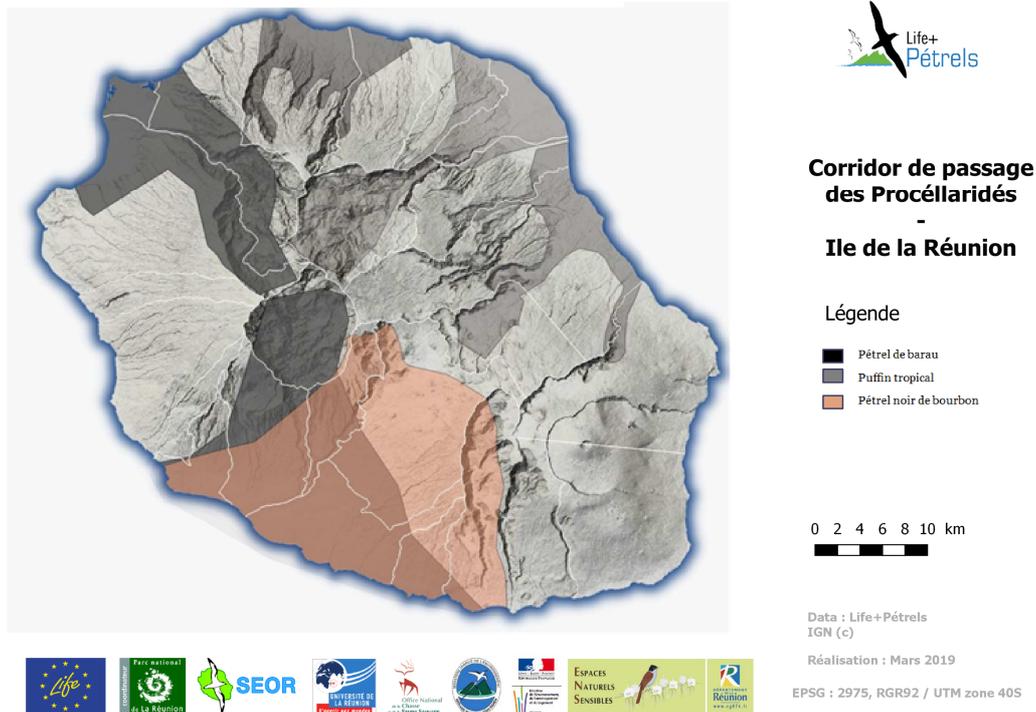


Figure 8 : Couloir de passage empruntés par les différentes espèces de Procellariidés à La Réunion pour rejoindre et quitter leurs colonies (Source : programme LIFE+ Pétrels)

Habitats océaniques

Le Pétrel de Barau est une espèce océanique. L'habitat marin qu'il exploite pour la recherche alimentaire a été étudié en saison de reproduction et en période d'hivernage grâce au déploiement de géolocateurs (Global Location Sensing : GLS) munis de capteurs de lumière qui informent à la fois sur la localisation de l'oiseau et sur son activité, ainsi que des balises Argos (Platform Transmitter Terminals : PTT) solaires qui donnent la position géographique de l'oiseau en temps réel (Pinet *et al.* 2011a ; Pinet *et al.* 2012 ; Legrand *et al.* 2016).

• En période de reproduction

Pendant la reproduction, les pétrels de Barau s'alimentent dans le sud-ouest de l'océan Indien, entre La Réunion et la bordure du plateau continental sud-africain, englobant notamment la région des monts sous-marins du sud de Madagascar (Pinet *et al.* 2012 ; Figure 9).

Pendant l'exode préposital (octobre) et l'incubation (novembre – décembre), les trajets en mer sont particulièrement longs et lointains : les individus fréquentent en priorité les monts sous-marins du Sud de Madagascar (singulièrement le Walter Shoal : mont sous-marin situé à 645 km au sud de Madagascar) et la bordure du plateau continental africain, à 3 000 km de la colonie de reproduction (Pinet *et al.* 2012 ; Figure 9). De plus, pendant l'exode préposital, on observe des différences entre les sexes : les mâles rejoignent leur aire d'alimentation au niveau du plateau continental africain ; les femelles s'alimentent au sud de Madagascar à environ 2 000 km de La Réunion (Pinet *et al.* 2012).

Pendant l'élevage du poussin (janvier à mars), les oiseaux alternent des trajets longs jusque dans la zone des monts sous-marins au sud de Madagascar, et des trajets plus courts dans un rayon de 200 à 300 km autour de La Réunion (Pinet *et al.* 2011a).

Les monts sous-marins du sud de Madagascar ont donc une importance primordiale pour les pétrels de Barau, et de nombreuses autres espèces marines de l'océan Indien. Cette zone (incluant le Walter Shoal), dont les parties sommitales sont situées à faible profondeur, concentre une agrégation de richesses biologiques et minérales et a été identifiée comme un hotspot pour la mégafaune marine régionale (Plot *et al.* soumis).

- **En période d'hivernage**

En période d'hivernage, les adultes effectuent des migrations de longues distances dans l'océan Indien central et oriental : après la reproduction, ils partent à l'est de l'océan Indien et hivernent dans une vaste zone océanique située de part et d'autre de la ride océanique des 90° (Pinet *et al.* 2011a ; Legrand *et al.* 2016 ; Figure 9). Les rythmes d'activité en mer et les phases de migration et de retour à la colonie sont très synchronisés par le cycle lunaire (Pinet *et al.* 2011b).

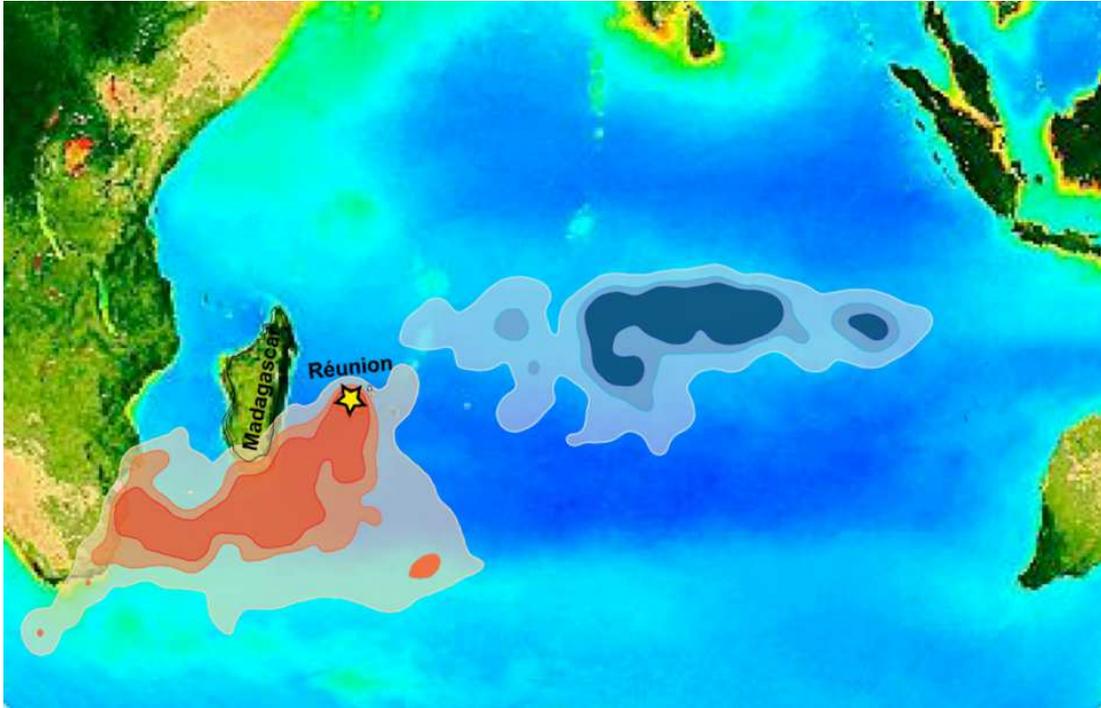


Figure 9 : Distribution du Pétrel de Barau dans l'océan Indien en période de reproduction (en rouge) et en période d'hivernage (en bleu) de 2008 à 2011 (n = 45). (d'après Pinet 2012).

- **Dispersion des juvéniles**

La phase de dispersion des jeunes a été étudiée grâce au déploiement de 18 balises Argos solaire 5 g (©Microwave Telemetry) juste avant leur premier envol en 2017 (9 individus) et 2018 (9 individus). Au total, 17 balises ont fourni des données en mer, avec une durée moyenne de suivi de 104 ± 93 jours. 6 Balises n'ont pas émis plus de 20 jours (6.3 ± 5.2 jours), dues à une mortalité rapide de ces jeunes proche des côtes réunionnaises (76 ± 40 km des côtes), causée par un défaut d'étanchéité du plumage (Weimerskirch *et al.* 2019). Les résultats des 11 autres individus ont permis de suivre les oiseaux pendant 139 ± 85 jours en moyenne (min = 31 jours, max = 272 jours). Les juvéniles dispersent principalement par le nord du bassin puis vers l'est, effectuant des migrations de plus de 18 000 km en moyenne (min = 1 850 km, max = 42 864 km), utilisant 18 Zones Économiques Exclusives (ZEE) appartenant à 12 pays différents. L'éloignement maximal moyen de La Réunion est estimé à $3 750 \pm 1 913$ km (min = 940 km, max = 6 421 km). De manière surprenante, même si les juvéniles n'utilisent pas la même route migratoire que les adultes, les juvéniles se retrouvent au bout de quelques mois dans les mêmes zones d'hivernage que les adultes, entre 80°E et 110°E de longitude, à des latitudes comprises entre 5°S et 15°S.

1.3.3.d - Relations intra-spécifiques

Des observations de terrain annuelles suggèrent des conflits entre congénères, principalement en début de saison de reproduction (Figure 10). En effet, des combats entre les individus ont été observés la nuit (Pinet *com pers*) ou filmés devant les terriers (données programme LIFE+ Pétrels).

Ces combats entre individus sont visibles sur la colonie du Grand Bénare, devant et à l'intérieur des terriers, pouvant entraîner la mort d'un des individus. En effet, ponctuellement, des pétrels morts sont retrouvés dans les terriers sans aucune trace de prédation. Cette colonie étant localisée dans un habitat sub-optimal (Dewaele 2008), ces interactions pourraient résulter d'un manque de place disponible pour les prospecteurs qui recrutent sur cette colonie, entraînant une compétition intra-spécifique pour les terriers.

Une étude complémentaire permettrait de valider cette hypothèse et de suivre sur le long terme l'évolution de ces comportements.



Figure 10 : Scène de combat filmée en 2015 sur la colonie du Grand Bénare, entre deux individus à l'entrée d'un terrier (Source : programme LIFE+ Pétrels)

1.3.3.e - Relations inter-spécifiques

Le Pétrel de Barau n'a pas de compétiteur dans ses habitats de reproduction. Le Phaéton à brins blancs *Phaethon lepturus* et le Puffin tropical *Puffinus bailloni* se reproduisent également dans les falaises intérieures de l'île, mais à des altitudes très inférieures (environ 1 400 m maximum).

Le Busard de Maillard (ou papangue) *Circus maillardi*, espèce endémique de La Réunion, représente le seul prédateur indigène du Pétrel de Barau sur l'île, mais les densités de ce rapace sur les colonies sont faibles et les observations de prédation sont très rares (Salamolard 2008).

En mer, les pétrels de Barau sont souvent solitaires, parfois associés à des groupes multispécifiques d'oiseaux marins observés en pêche au-dessus des bancs de thons et de bonites. Des phénomènes de compétitions intra et interspécifiques pour l'accès aux proies ont lieu dans ces agrégations temporaires (Jaquemet *et al.* 2004). De plus, une étude sur la distribution de plusieurs espèces marines dans l'océan Indien montre que les aires de prospection d'autres espèces, en particulier subantarctiques (Pétrel à menton blanc, plusieurs espèces d'albatros), chevauchent celles des pétrels de Barau dans la zone des monts sous-marins du sud de Madagascar (en saison de reproduction), ce qui pourrait induire des phénomènes de compétition interspécifiques (Plot *et al.* soumis), mais aucune donnée n'est actuellement disponible pour démontrer cette compétition.

L'impact de la prédation par les mammifères introduits (*Felis catus* et *Rattus sp.*) est clairement identifié sur les populations d'oiseaux marins insulaires, les détails sont disponibles dans la partie §2.1 Compétition et prédation par les mammifères introduits.



1.3.3.f - Démographie et dynamique de la population

Contexte du suivi démographique

Deux colonies d'études démographiques ont été mises en place : l'une en 2003 sur le site du Bras des Étangs (en contrebas du Piton des Neiges), à 2 400 m d'altitude, et l'autre en 2007 sur le site du Grand Bénare (dans la vallée des deux miches, sur le flanc sud du Grand Bénare), à 2 600 m d'altitude. Sur chaque colonie d'étude, un minimum de trois visites est réalisé par saison de reproduction : deux en début de saison (pendant l'incubation, en novembre et décembre) et la troisième en fin de saison (avant l'envol des jeunes, en mars).

Ces missions sont effectuées par quatre partenaires : Parc national, SEOR, UMR ENTROPIE et ONCFS-OFB/BNOI. Elles permettent d'évaluer le taux d'occupation des terriers en début de saison (indicateur du nombre d'adultes engagés dans la reproduction une année donnée) et le succès reproducteur (nombre de poussins à l'envol dénombrés en mars divisé par le nombre d'œufs pondus dénombrés en novembre-décembre). Lors des visites, tous les adultes et jeunes à l'envol trouvés dans les colonies d'étude sont bagués (ou contrôlés, si déjà bagués).

Toutes les données acquises depuis 2002 sur ces colonies ont été rassemblées dans une base de données et permettent d'apporter des informations sur la dynamique de la population.

Des stations de terrain ont été installées, en 2011 au Grand Bénare (financement du Parc national à l'Université de La Réunion), et en 2017 au Bras des Étangs (dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels), facilitant ainsi les suivis annuels (Figure 11).



Figure 11 : Stations de terrain sur la colonie du Grand Bénare (à gauche ; © G. Payet) et du Bras des Étangs (à droite ; © Y. Soulaïmana).

Baguage et contrôles

Au total, 2 841 individus ont été bagués sur les deux colonies d'étude (Figure 12) :

- 1 984 individus (561 adultes et 1 423 juvéniles) à Bras des Étangs de 2003 à 2019,
- 858 individus (467 adultes et 391 juvéniles) au Grand Bénare de 2007 à 2019.

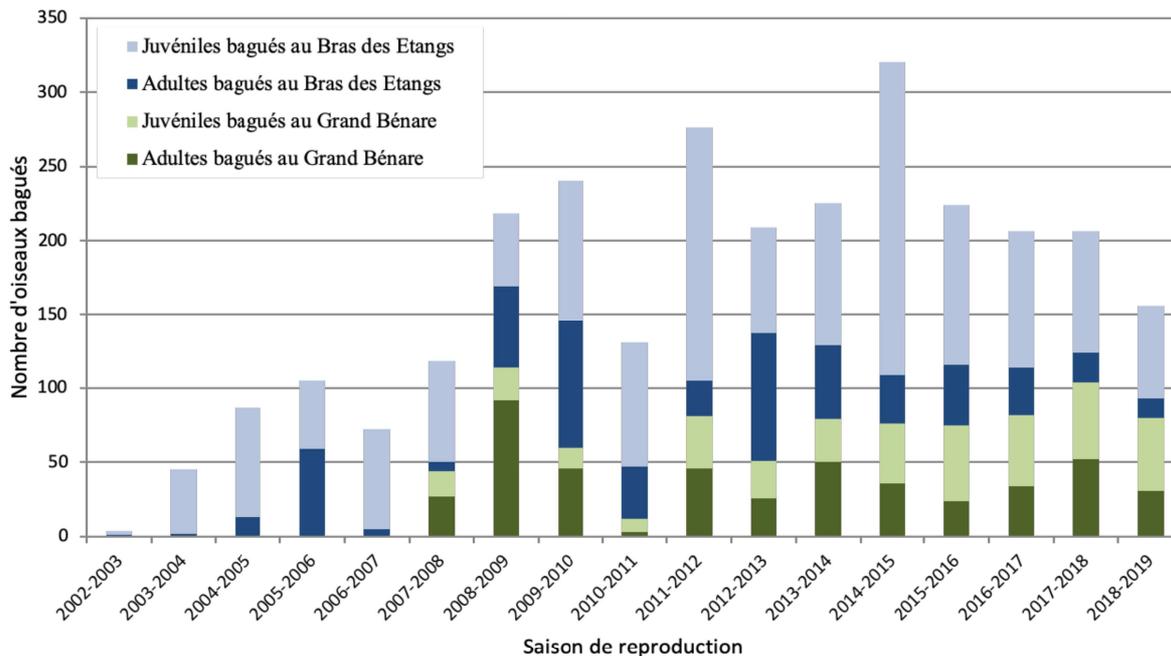


Figure 12 : Nombre de pétrels de Barau adultes et juvéniles bagués sur les deux colonies du Bras des Étangs (BDE) et Grand Bénare (GB) par saison de reproduction (Sources : données Université / Programme LIFE + Pétrels)

En plus du baguage réalisé sur colonies, 10 826 individus ont été bagués par la SEOR entre 1995 et 2019 dans le cadre des opérations de sauvetage des jeunes désorientés par la pollution lumineuse.

Au total, ce sont donc 13 667 pétrels de Barau qui ont été bagués entre 1995 et 2019.

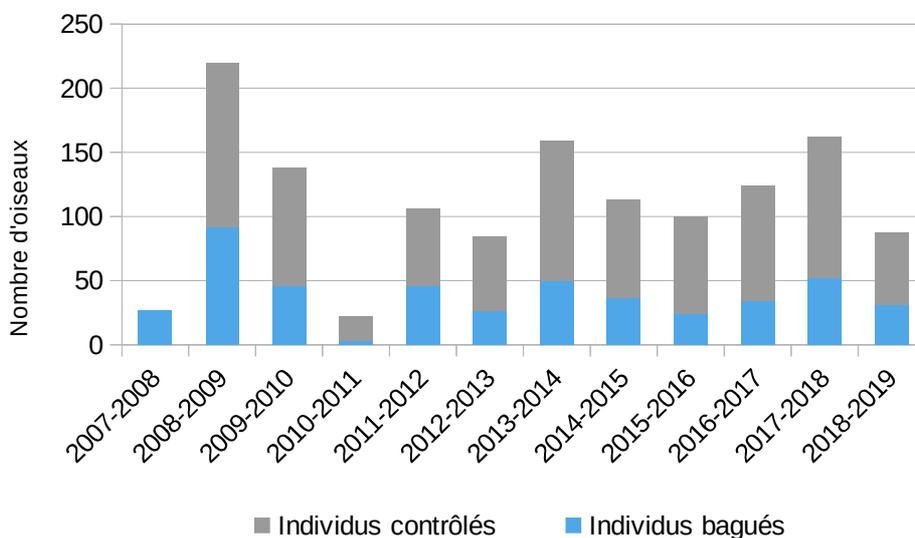


Figure 13 : Nombre de pétrels de Barau adultes bagués et contrôlés par saison de reproduction sur la colonie d'étude du Grand Bénare (Source : programme LIFE+ Pétrels).

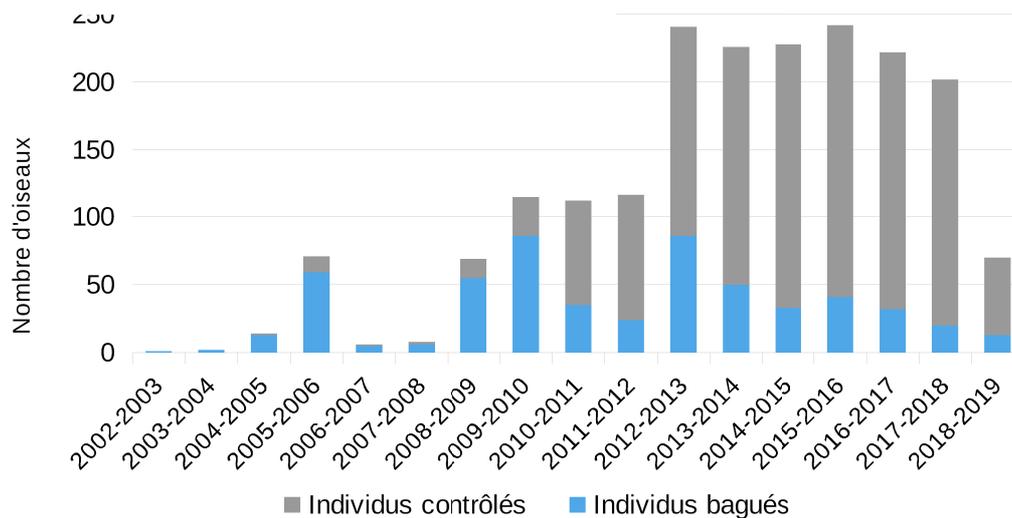


Figure 14 : Nombre de pétrels de Barau adultes bagués et contrôlés par saison de reproduction sur la colonie d'étude du Bras des Étangs (Source : programme LIFE+ Pétrels).

Taux d'occupation et succès reproducteur

Le taux d'occupation (TO) et le succès reproducteur (SR) d'une colonie d'oiseaux marins à nidification hypogée sont de bons indicateurs de la dynamique de la colonie, du nombre de couples présents et de la productivité de la colonie. Ils sont calculés comme suit :

$$TO = \frac{\text{Nombre de nids occupés}}{\text{Nombre de nids suivis}} \times 100$$

$$SR = \frac{\text{Nombre de poussins à l'envol}}{\text{Nombre d'œufs pondus}} \times 100$$

Ces paramètres ont été calculés pour les deux colonies suivies, le détail est disponible en annexe 2. Le taux d'occupation et le succès reproducteur moyen sont relativement similaires au Grand Bénare (TO = 66,7±6,7% ; SR = 59,2±15%) qu'au Bras des Étangs (TO = 66,8±5,8% ; SR = 62,2±12,2%). Ces différences sont probablement dues à la qualité de l'habitat, qui est plus favorable sur la colonie de Bras des Étangs (Dewaëlle 2009).

Les valeurs de succès reproducteur sont similaires à celles observées chez d'autres espèces de Procellariiformes en l'absence de prédateurs introduits (entre 60 et 80 % ; Oro *et al.* 2004 ; Newman *et al.* 2009). Cependant, on ne peut affirmer que ces valeurs sont représentatives de l'ensemble des colonies de l'espèce. En effet, les deux colonies d'étude font l'objet d'une lutte contre les rats et les chats, alors que les autres colonies connues, mais non accessibles en raison d'un accès difficile, ne bénéficient pas de ces actions.

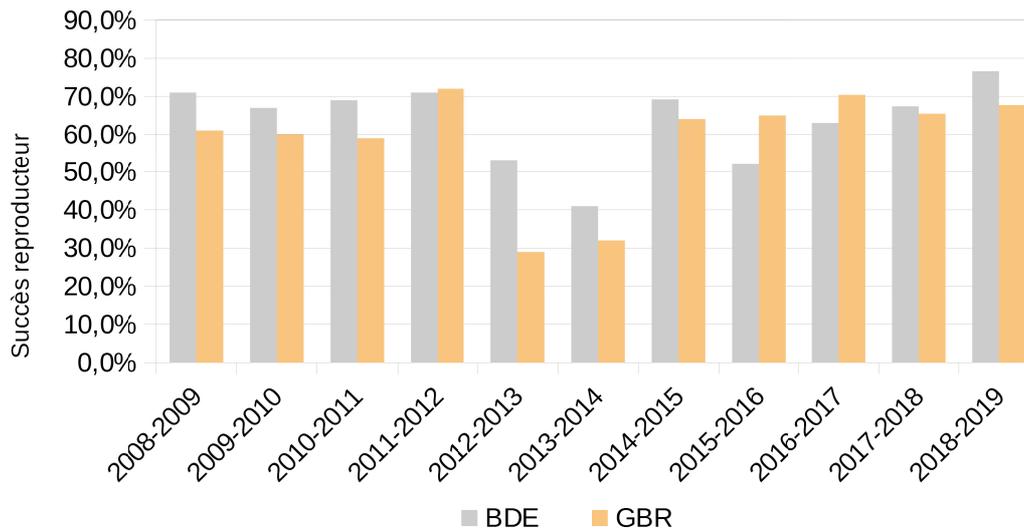


Figure 15 : Variations interannuelles du succès reproducteur du Pétrel de Barau sur les colonies du Grand Bénare (GBR) et du Bras des Étangs (BDE) de 2008 à 2019. (Source : données Université / PNRUN / Programme LIFE+ Pétrels).

Le succès reproducteur est stable au cours du temps (Figure 15), sauf durant les saisons 2012-2013 et 2013-2014 lors desquelles il était beaucoup plus faible sur les deux colonies (minimum 29% en 2012-2013 au Grand Bénare). Les variations observées sont principalement expliquées par un fort impact des événements climatiques extrêmes qui ont été plus importants et fréquents durant ces saisons, notamment durant la période d'élevage du jeune. Ainsi, le succès reproducteur varie en fonction de la fréquence des cyclones et tempêtes tropicales : plus la période d'élevage est impactée par des cyclones et tempêtes et plus le succès reproducteur est faible. Dans le cas contraire, il est très élevé (jusqu'à 76% en 2016 – 2017 ; Juhasz 2014 et données non publiées).

Estimation des effectifs actuels

Les différentes estimations d'effectifs de la population de Pétrel de Barau réalisées depuis les années 1980 sont mentionnées au paragraphe §1.4.3.g.

L'estimation la plus récente propose une taille de population moyenne de 14 000 couples (entre 10 000 et 30 000 couples) (Pinet 2012).

En 2015-2016, l'utilisation d'un radar ornithologique a permis de mettre au point un indicateur quantitatif de la taille de la population de pétrels de Barau. Les comptages réalisés par radar le long de la côte montrent des flux d'oiseaux extrêmement importants pendant toute la saison de reproduction, flux pouvant atteindre plus de 40 000 individus par nuit (Gineste 2016), ce qui suggère que la population totale pourrait être encore plus importante que les estimations basées sur les comptages sur colonies de reproduction.

Age de premier retour à la colonie et maturité sexuelle

Sur les 1 269 jeunes pétrels bagués sur colonies (en âge d'être retrouvés, 2003-2015), seulement 39 individus ont été contrôlés adultes sur les colonies (environ 3%). 16 individus supplémentaires bagués lors des campagnes de sauvetage de la SEOR et en âge d'être retrouvés (1995-2015) ont aussi été contrôlés (soit 55 individus au total). Ce faible taux de contrôle pourrait être lié à une survie très faible des jeunes durant les premières classes d'âge (Tableau 3). L'âge minimal observé de premier retour à la colonie est de 3 ans, et l'âge minimal observé de maturité sexuelle est de 4,5 ans (Tableau 3). Cet âge est en accord avec celui des autres espèces de pétrels de la même taille (*Pterodroma sandwichensis*, Simons 1984).



Tableau 3 : Taux de recrutement annuel et survie par classes d'âges (avec les erreurs standards associées) déterminé par les modèles averaging, Grzegorzcyk, 2019)

Classes d'âge des oiseaux	Taux de recrutement annuel par classe d'âge	Survie par classe d'âge
1 ^{ère} année (de l'envol à 1 an)	0	0,333 (+/- 0.090)
2 ^{ème} année (de ≥ 1 à 2 ans)	0	0,584 (+/- 0.039)
3 ^{ème} année (de ≥ 2 à 3 ans)	0	0,688 (+/- 0.039)
4 ^{ème} année (de ≥ 3 à 4 ans)	0,166 (+/- 0.092)	0,739 (+/- 0.045)
5 ^{ème} année (de ≥ 4 à 5 ans)	0,271 (+/- 0.135)	0,777 (+/- 0.054)
6 ^{ème} année (de ≥ 5 à 6 ans)	0,424 (+/- 0.241)	0,794 (+/- 0.059)
7 ^{ème} année (de ≥ 6 à 7 ans)	0,530 (+/- 0.317)	0,801 (+/- 0.060)
8 ^{ème} année (de ≥ 7 à 8 ans)	0,584 (+/- 0.385)	
9 ^{ème} année (de ≥ 8 à 9 ans)	0,614 (+/- 0.357)	

Taux de survie des adultes

Le taux de survie des adultes a été estimé à 0,74 en 2012 (Costes Thiré & Latreille 2012), 0,84 en 2014 (Juhász 2014) et 0,94 en 2019 (Grzegorzcyk 2019). Ce dernier résultat basé sur une série temporelle plus grande et donc plus fiable, et des modèles statistiques plus robustes, est comparable à la valeur moyenne de la survie adulte chez les Procellariiformes (90 % ; Weimerskirch *et al.* 1987). L'analyse des données de Capture-Marquage-Recapture incluant toutes les données collectées doit être réalisée régulièrement afin d'affiner ces estimations.

Structure de la population (en âge et en sexe-ratio)

Le sexe-ratio (estimé avec le sexage moléculaire des oiseaux bagués en colonie) semble équilibré. La structure d'âge n'est pas encore connue avec précision, mais les modèles démographiques (qui seront affinés par des estimations plus fiables de la survie des jeunes et des adultes) indiquent que la population totale est composée à 50% d'adultes et à 50% de juvéniles (de 0 à 1 an) et d'immatures (de 1 an à l'âge moyen de première reproduction), ce qui est conforme à ce qui est classiquement observé chez un oiseau marin longévif.

1.3.3.g - Répartition et tendances évolutives

Répartition

Le Pétrel de Barau se reproduit uniquement sur l'île de La Réunion et y est donc endémique. Un nid a été mentionné à Rodrigues en 1974 (Cheke 1987), et des individus ont été observés en vol dans une vallée de Maurice, mais aucune preuve de nidification sur ces îles n'a été apportée récemment.

Deux principaux sites de reproduction sont connus à La Réunion (Figure 16).

- Le massif du Piton des Neiges (incluant la colonie d'étude du Bras des Étangs) et du Gros Morne,
- Le massif du Grand Bénare (incluant la colonie d'étude du Grand Bénare).

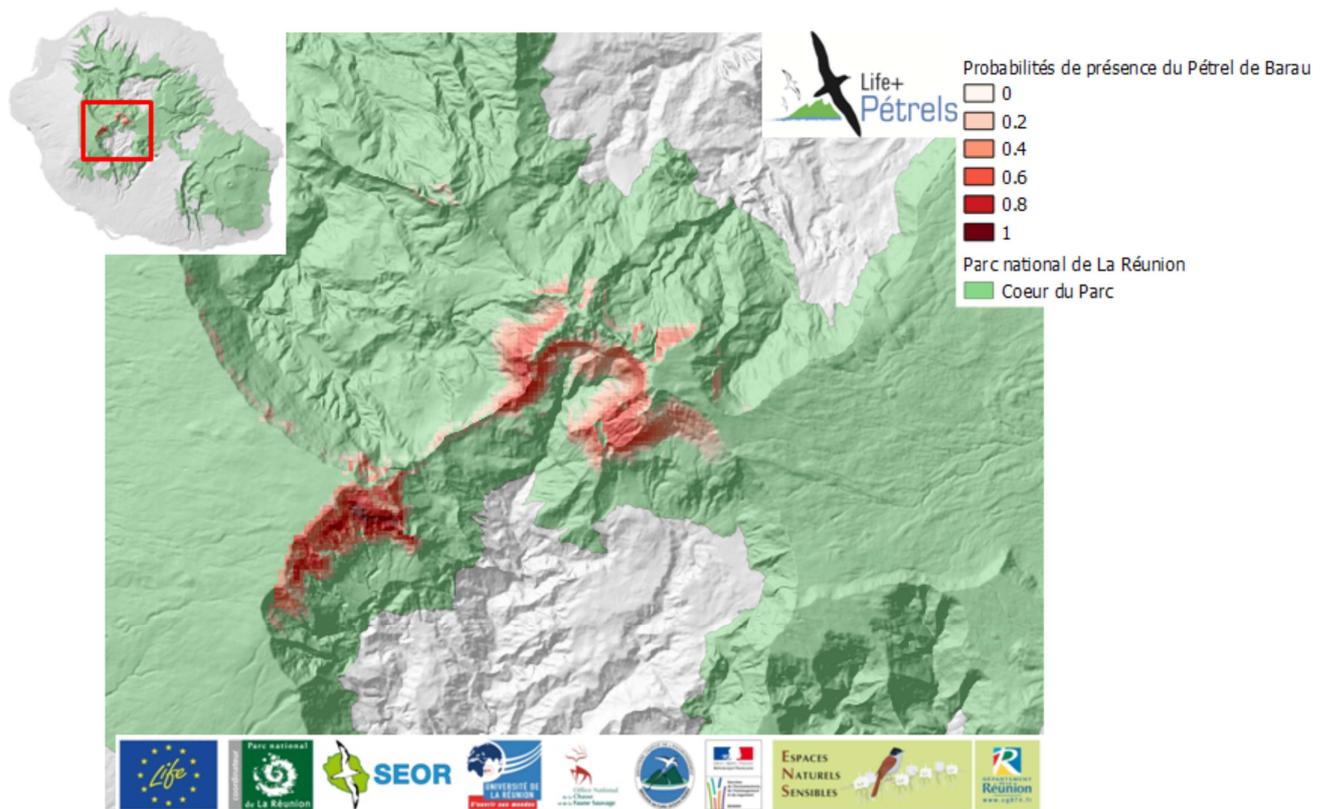


Figure 16 : Modélisation prédictive des sites de reproduction favorables du Pétrel de Barau indiquant les probabilités de présence estimées de 0 à 1 (Sources : Programme LIFE+ Pétrels, Huré 2019).

L'aire de répartition globale couvre une surface de 12,4 km² (4,2 km² pour le massif du Grand Bénare et 8,2 km² pour les massifs du Piton des Neiges et du Gros Morne). Un autre site favorable d'environ 0.1 km² est aussi suspecté (il apparaît favorable sur le modèle prédictif) sur le Morne de Fourche (Huré 2019, programme LIFE+ Pétrels). D'après les observations de terrain et les résultats de la modélisation, les habitats les plus favorables (probabilités de présence : $p > 0,5$) se situent à des altitudes moyennes de $2\,430 \pm 150$ m sur une superficie de 3,75 km². La totalité des colonies connues et des sites identifiés comme favorables à la nidification du Pétrel de Barau se trouvent en zone cœur du Parc national de La Réunion et bénéficient d'une protection réglementaire.

Génétique des populations

Des travaux de génétique des populations menés dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels ont révélé une différenciation génétique significative inter-colonie (Figure 17), qui pourrait s'expliquer par une philopatrie extrêmement marquée chez cette espèce (les jeunes se reproduisent dans la colonie où ils sont nés) et par une très forte fidélité au site de nid (un adulte reproducteur se reproduit toujours au même endroit, tout au long de sa vie), (Danckwerts *et al.* 2021). Ceci indique des flux de gènes extrêmement réduits et donc de connectivité entre les deux sites d'étude, ce qui est également confirmé par les données de baguage (aucun oiseau bagué au Bras des Étangs n'a été contrôlé au Grand Bénare et inversement).



Figure 17 : Représentation graphique de la sortie du logiciel STRUCTURE suivant le modèle avec LOCPRIOR, selon $K = 2$ à partir des données microsatellites de 14 loci pour 259 individus de pétrel de Barau échantillonnés au sein des deux colonies GB (117 individus) et BE (142 individus) à La Réunion. Chaque barre représente un individu et chaque couleur la probabilité d'appartenance bayésienne à une population (Danckwerts et al. 2021)

Une étude génétique complémentaire, menée en 2018, sur 179 juvéniles échoués, collectés sur tous les secteurs de l'île, a confirmé que les deux sites de reproduction suivis (Grand Bénare et Piton des neiges) abriteraient les deux plus grosses colonies et représenteraient 78 % des juvéniles échoués (Lopez 2018). Cependant, 22 % des juvéniles retrouvés sur tous les secteurs de l'île (Figure 18), n'ont pas pu être assignés génétiquement à ces deux colonies confirmant qu'il existerait un ou plusieurs autres groupes génétiques et par conséquent, une ou plusieurs autres colonies de reproduction (Figure 19). Le Morne de Fourche, identifié comme favorable par la modélisation d'habitat (Figure 16) (ou un autre site) pourrait donc héberger une autre colonie isolée génétiquement. Des études complémentaires sur d'autres secteurs sont nécessaires.

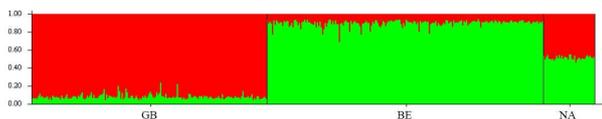


Figure 19 : Représentation graphique après assignement, de la sortie du logiciel STRUCTURE suivant le modèle avec ascendances mélangées et prise en compte de la localisation géographique (GB, BE ou NA : Non Assignés), selon $K = 2$ à partir des données microsatellites pour 179 individus de pétrel de Barau juvéniles échoués et 259 individus adultes échantillonnés sur les colonies de Grand Bénare (GB) et Bras des étangs (BE). Chaque barre représente un individu et chaque couleur la probabilité d'appartenance bayésienne à un groupe génétique (Lopez 2018).

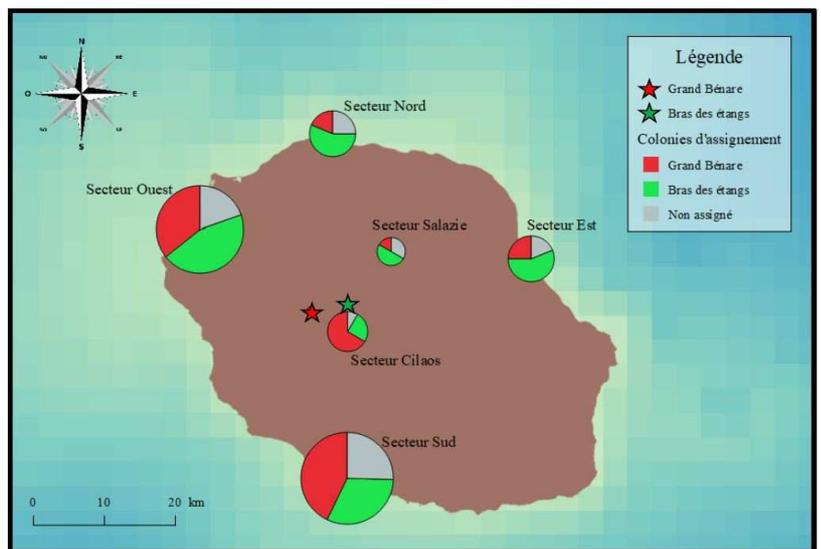


Figure 18 : Carte de la répartition des groupes génétiques des échouages de juvéniles de pétrels de Barau selon les secteurs d'échouage ($n = 170$: Nord : $n = 16$, Sud : $n = 63$, Est : $n = 16$, Ouest : $n = 56$, Salazie : $n = 6$ et Cilaos : $n = 12$), (Qgis 2.18.7® ; SCR : WGS84, Lopez 2018).



Tendances évolutives

Il est impossible de dégager des tendances temporelles du nombre d'oiseaux composant la population de pétrels de Barau entre la découverte de l'espèce (1963) et la période actuelle, car les méthodes de comptage et d'estimation de la taille de la population n'ont cessé d'évoluer au cours du temps.

Des observations réalisées en mer indiquaient entre 15 000 et 20 000 oiseaux (Stahl & Bartle 1991). Cependant, les données de tracking obtenues beaucoup plus tard (Pinet *et al.* 2011, 2012) montrent que ces comptages en mer n'ont pas été réalisés dans les secteurs régulièrement utilisés par l'espèce, cette estimation de 15 000 à 20 000 individus est donc très sous-estimée. En 1991, Bretagnolle et Attié ont réalisé une estimation de la population grâce à des suivis effectués sur la côte et à proximité d'une des colonies. Ils en ont déduit une estimation de la population de 3 000 couples (Bretagnolle & Attié 1991). Là encore, ce chiffre est très sous-estimé, car de nombreuses autres colonies ont été découvertes depuis et n'avaient pas été intégrées dans cette estimation.

En 2000, Probst *et al.* estimaient la population à moins de 3 800 couples reproducteurs, en se basant sur la découverte d'une nouvelle colonie. En 2001, suite à la découverte d'autres colonies, la population était estimée entre 4 000 et 6 500 couples, répartis sur 10 colonies (Le Corre & Safford 2001). En 2012, Pinet évalue la population à 14 000 couples (10 000 – 30 000 couples).

Enfin, des comptages, réalisés par radar le long de la côte en 2014 et 2015, montrent des flux d'oiseaux extrêmement importants pendant toute la saison de reproduction, pouvant atteindre plus de 40 000 individus par nuit (Gineste 2016).

Toutes ces estimations ne permettent pas de dégager une tendance temporelle, mais elles suggèrent que la population de Pétrel de Barau est beaucoup plus importante que ce qui était initialement supposé, ceci grâce aux nouvelles techniques d'estimation mises en œuvre.

Une récente étude (Grzegorczyk 2019) confirme qu'il faut continuer d'acquérir les paramètres démographiques sur cette espèce sur le long terme, afin de pouvoir estimer convenablement le taux de croissance de la population. Cependant, les premiers résultats de cette étude suggèrent un taux de croissance de la population > 1 pour les deux colonies (GBR = 1,018 et BDE = 1,026), mais extrêmement sensible aux menaces (fréquence et intensité des cyclones et prédation par les chats hares) qui ferait rapidement basculer le taux de croissance de la population en dessous de 1. Cette étude souligne donc la nécessité de maintenir un effort constant et important des actions de conservation.

D'autre part, le nombre de jeunes désorientés par les éclairages et sauvés par la SEOR n'est pas en diminution, au contraire, il semble être en augmentation (Figure 46). De nombreux facteurs influent sur le nombre annuel de jeunes impactés par les éclairages, dont l'ampleur de la pollution lumineuse, le cycle lunaire, le nombre de jeunes produits par colonies... L'étude de la dynamique des populations souligne que l'augmentation de l'efficacité de sauvetages permet d'augmenter le taux de croissance des populations (Grzegorczyk 2019).



1.4 - Le Pétrel noir de Bourbon

Une partie des actions du PNA Pétrel noir de Bourbon (financées dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels) a permis d'obtenir des résultats sans précédent, avec notamment la découverte de plusieurs sites avec des oiseaux chanteurs, ainsi que les deux toutes premières colonies de reproduction de l'espèce : la première le 15 novembre 2016 dans la Rivière des Remparts, et la seconde en février 2017 dans le secteur de Grand Bassin.

Les données présentées dans la suite de ce document sont en majeure partie issues des actions du programme LIFE+ Pétrels, notamment facilitées par la découverte de ces deux colonies. Les premières analyses issues de ces données, sont présentées ci-dessous et pourront être consolidées par des études ultérieures. Elles feront l'objet de plusieurs articles scientifiques en cours de rédaction. Voir aussi <https://www.petrels.re/>.

1.4.1 - Systématique

Le Pétrel noir de Bourbon *Pseudobulweria aterrima* est classé comme suit :

Classe : Aves

Ordre : Procellariiformes

Famille : Procellariidae

Genre : *Pseudobulweria*

Espèce : *aterrima*



Le premier témoignage de l'existence du Pétrel noir de Bourbon provient de Jossigny qui réalisa une gravure d'un oiseau nommé *Procellaria tota vestita ater* en 1771 (Cheke 2009). L'espèce a été décrite, pour la première fois, par Bonaparte, en 1856, à partir de deux spécimens, collectés sur l'île de La Réunion (Jouanin 1970).

Le Pétrel noir de Bourbon a d'abord été classé dans le genre *Pterodroma* (Jouanin & Mougin 1979) auquel appartient le Pétrel de Barau, et, par la suite, dans le genre *Pseudobulweria* (Imber 1985; Sibley & Monroe 1990). Ce genre est l'un des moins connus et des plus menacés parmi les Procellariidés. En effet, le genre *Pseudobulweria* regroupe une espèce éteinte (*Pseudobulweria rupinarum*) et quatre espèces vivantes (Gangloff *et al.* 2011), dont trois sont en danger critique d'extinction (IUCN 2019) : le Pétrel noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*), le Pétrel de Beck (*Pseudobulweria becki*) et le Pétrel de Fidji (*Pseudobulweria macgillivrayi*).

1.4.2 - Description

1.4.2.a - Poids et biométrie

Le Pétrel noir de Bourbon mesure en moyenne 33 cm de long pour une envergure comprise entre 82 cm et 90 cm. Il pèse en moyenne $284,5 \pm 37,0$ g (n=78) (données programme LIFE+ Pétrels).

Les opérations de baguage d'adultes et de juvéniles, réalisées sur les deux colonies de reproduction de pétrels noirs de Bourbon, ainsi que les opérations de sauvetage d'individus échoués ont permis d'obtenir les données biométriques de l'espèce (Tableau 4).

Tableau 4: Poids et biométrie des pétrels noirs de Bourbon adultes sur colonies et des juvéniles échoués. Les mesures sont exprimées en moyennes \pm écarts-types (Sources : SEOR, programme LIFE + Pétrels).

Caractéristiques	Adultes sur colonies (n=78)	Juvéniles échoués (n=20)
Aile Pliée (mm)	254.2 \pm 5.9	239.35 \pm 10.47
Longueur Tarse (mm)	40.5 \pm 2.3	39.61 \pm 1.39
Longueur Culmen (mm)	29.8 \pm 1.8	27.62 \pm 1.07
Hauteur Crochet (mm)	12.4 \pm 0.7	10.13 \pm 0.48
Longueur Crochet (mm)	17.8 \pm 2.0	15.19 \pm 1.06
Poids (g)	284.5 \pm 37.0	220,2 \pm 27.72

Les œufs mesurent en moyenne 55,17 \pm 1,73 mm de long et 39,88 \pm 1,19 mm de large (n=11) pour un poids moyen de 49,25 \pm 4,80g (n=8) (données programme LIFE+ Pétrels).

1.4.2.b - Coloration, corps et plumage

Le Pétrel noir de Bourbon ne présente pas de dimorphisme sexuel apparent. Les adultes ont un plumage noir uniforme. Le bec noir est court et robuste. Les pattes sont bicolores : le tarse et la partie proximale de la palmure sont roses, le doigt externe et les 2/3 distaux de la palmure sont noirs (Figure 20).

En mer, il est possible de confondre le Pétrel noir de Bourbon avec d'autres espèces, comme le Pétrel noir (*Pterodroma macroptera*), le Pétrel de Jouanin (*Bulweria fallax*), le Pétrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*) et le Puffin du Pacifique (*Ardenna pacifica*).



Figure 20 : Poussin de Pétrel noir de Bourbon (à gauche, © Fabien Jan) et individu adulte (à droite, © B. Lequette)

1.4.2.c - Vocalisations

Les données ont été obtenues à l'aide d'enregistreurs automatiques (SongMeters, SM2 et SM3, ©Wildlife Acoustics) dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels lors de prospections acoustiques ainsi que sur les deux colonies de reproduction suivies (plus de 18 000 heures au total). Depuis 2014, 122 sites différents ont pu être échantillonnés grâce à ces enregistreurs, ce qui représente près de 100 km² prospectés (Figure 21). Ces résultats ont permis de caractériser le répertoire vocal et les comportements chanteurs du Pétrel noir de Bourbon mais aussi d'orienter les zones de prospection par jumelles thermiques (cf. §3.2) qui ont abouti à la découverte des deux premières colonies de reproduction de l'espèce.



Figure 21 : Localisation des enregistreurs entre 2015 et 2019 (Source : programme LIFE + Pétrels)

• **Activité vocale**

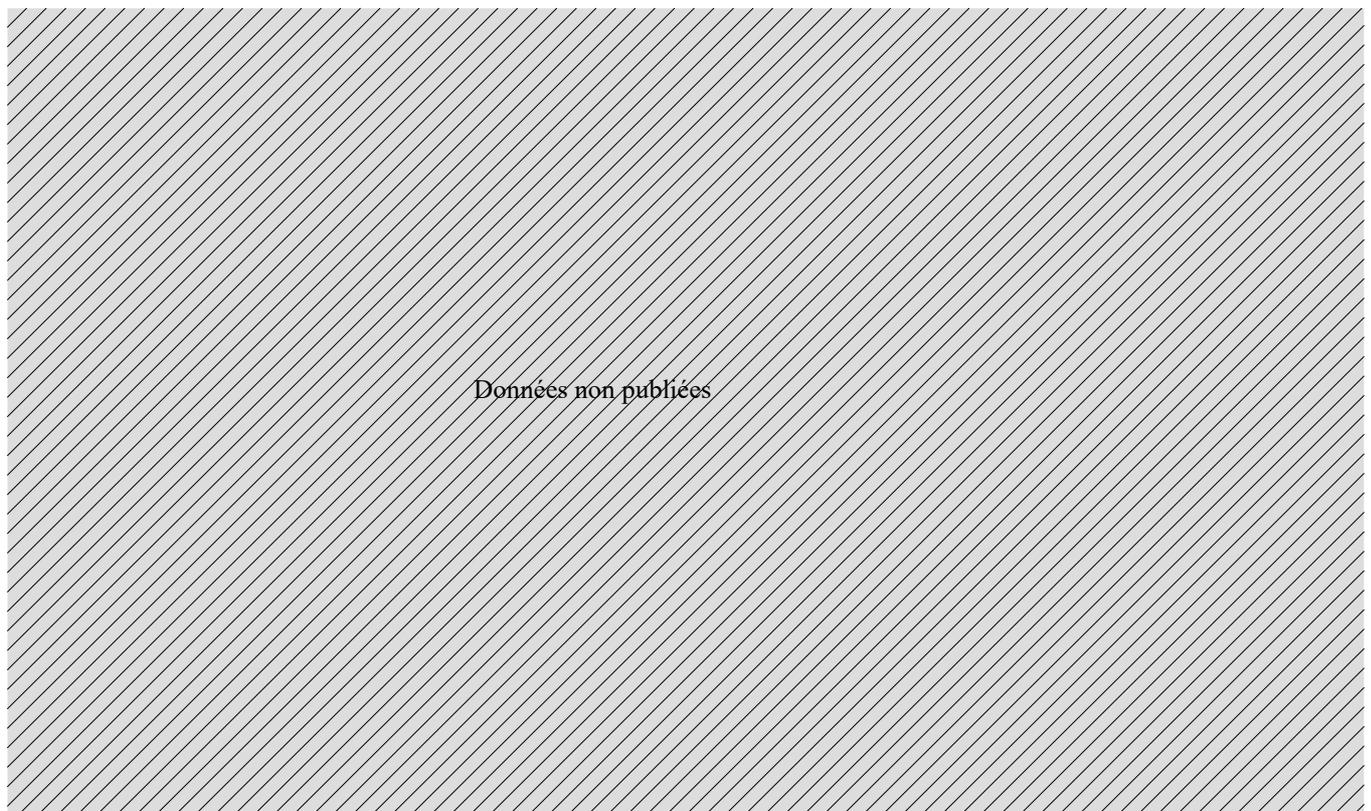


Figure 22 : Nombre de vocalisations moyennes par heure (n = 41 054) en fonction des mois, détectées sur 1 303 heures d'enregistrement analysées de 2h à 4h du matin sur les deux colonies de reproduction suivies (RIR et RDC), lors de la saison de reproduction 2017-2018 (Source : programme LIFE+ Pétrels).



Données non publiées

- **Répertoire vocal**

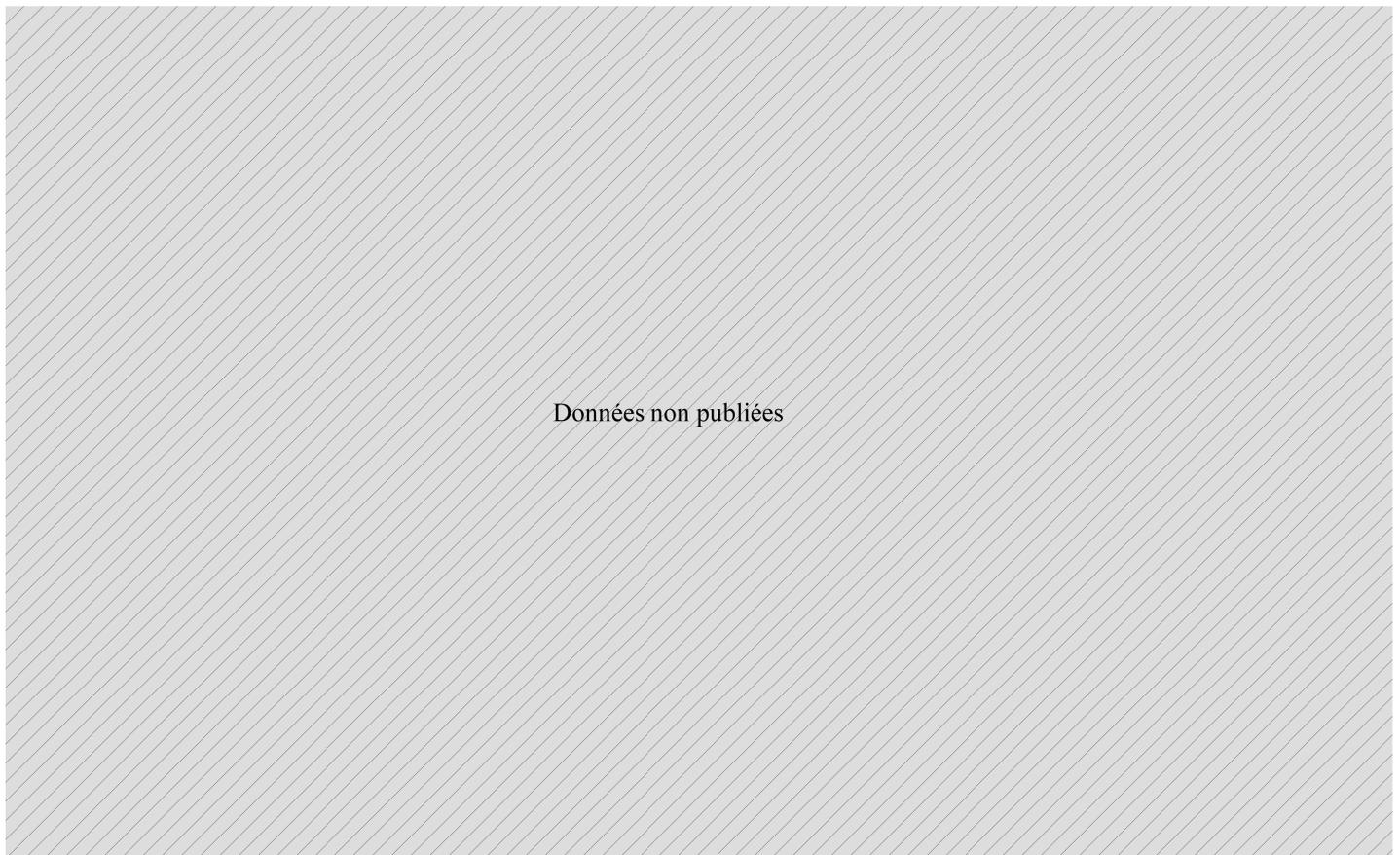
Comme suggéré lors des premières écoutes nocturnes réalisées en 2001 et 2009 (Rietmuller *et al*



2012), l'analyse acoustique a permis de confirmer que le répertoire vocal du Pétrel noir de Bourbon est assez large et de catégoriser différents types de vocalisations émises (programme LIFE+ Pétrels, données non publiées, Figure 25). En effet, la découverte de colonies de reproduction a permis d'enregistrer et d'identifier les cris émis au sol, élément indispensable pour identifier des sites de reproduction actifs grâce aux prospections acoustiques. Les analyses réalisées sur les colonies ont montré que, contrairement au Pétrel de Barau, le Pétrel noir de Bourbon vocalise principalement au sol au cours de la nuit (environ 95 % des cris enregistrés sur les colonies de reproduction).



Figure 25 : Fréquence d'apparition des différents types de cris de Pétrel noir de Bourbon (Source : programme LIFE+ Pétrels)



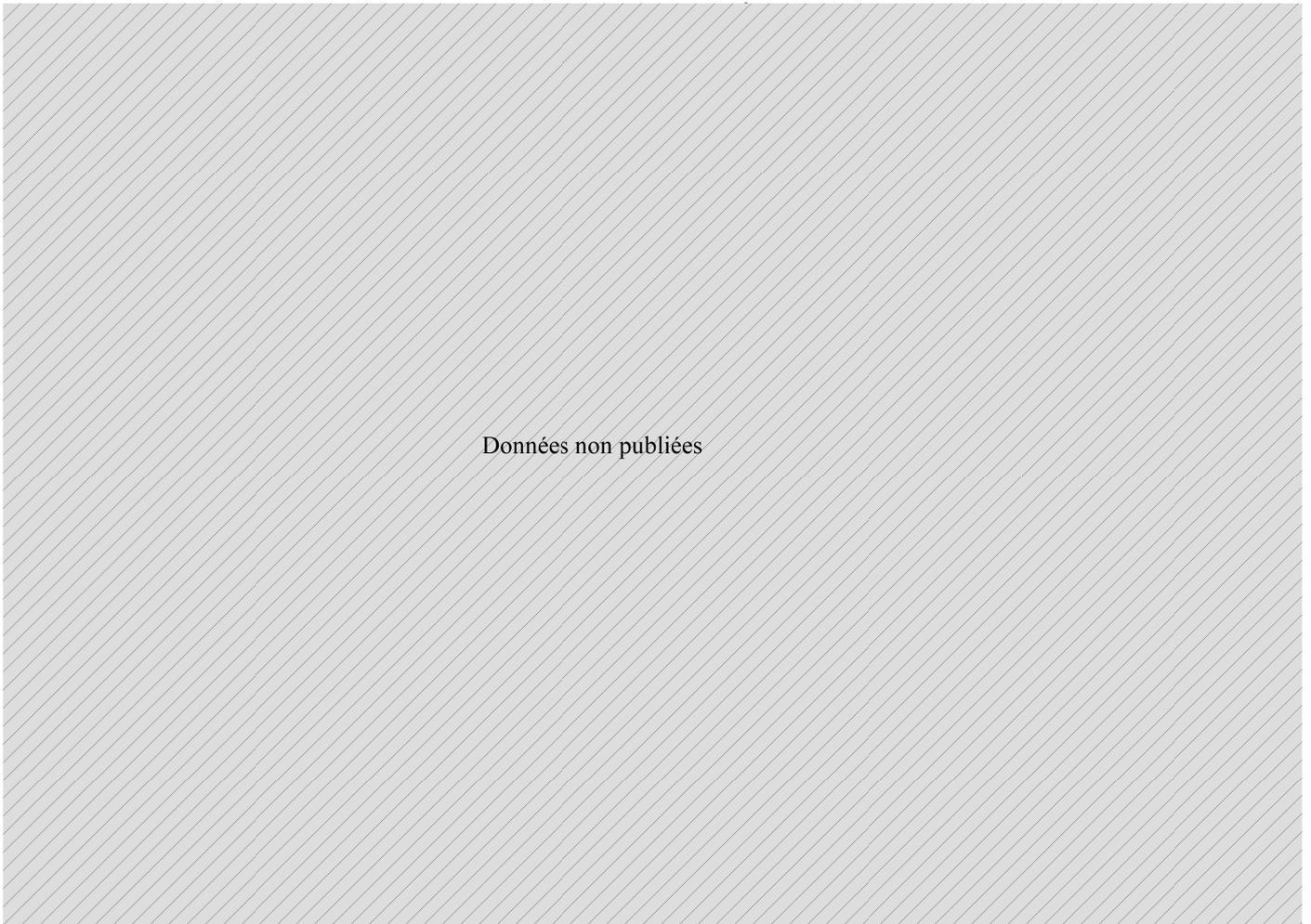


Figure 28 : Sonagramme d'une vocalisation au sol d'un mâle (à gauche) et d'une femelle (à droite) (Source : programme LIFE+ Pétrels, réalisé sous R, package « seawave »)

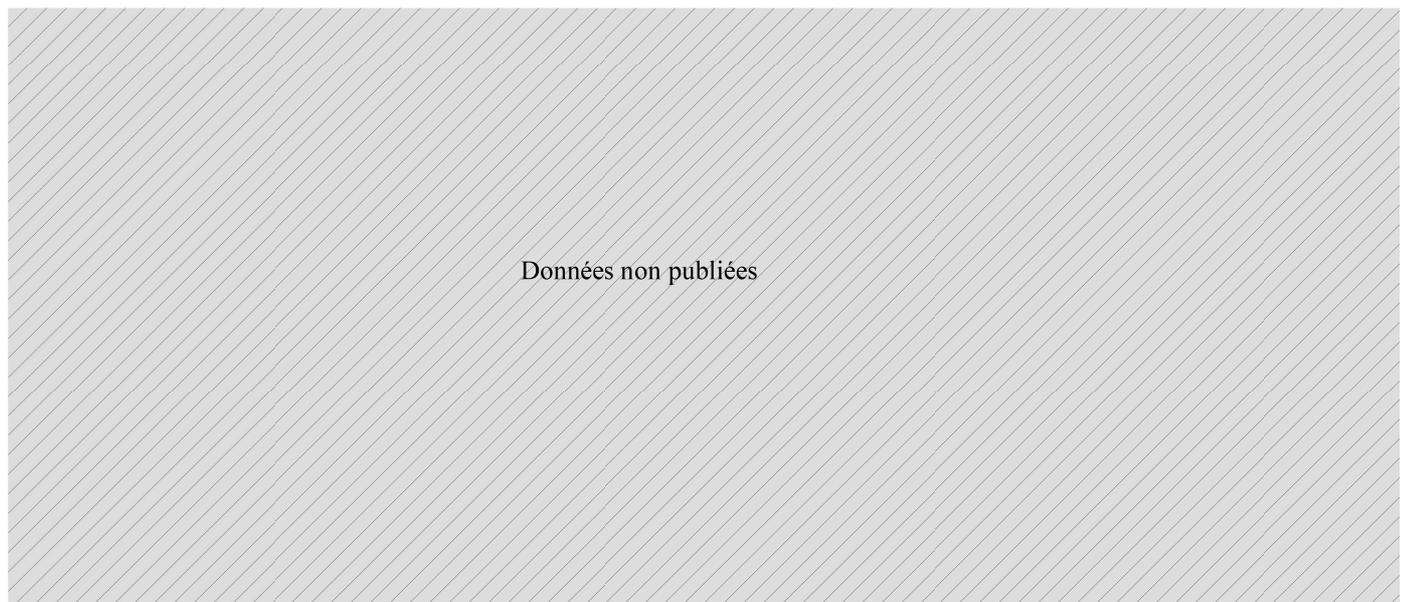


Figure 29 : Sonagramme des vocalisations de conflit de Pétrel noir de Bourbon sur la colonie de Rivière des Remparts, 2018-2019 (Source : programme LIFE+ Pétrels, Réalisé sous R, package « Seewave »)

1.4.3 - Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation

1.4.3.a - Reproduction

Type de nidification

Les premiers terriers de Pétrel noir de Bourbon (Figure 30) ont été découverts dans la zone de la Rivière des Remparts le 15 novembre 2016 par les équipes du programme LIFE+ Pétrels. Cette découverte représente une étape très importante et indispensable pour l'étude et la conservation de cette espèce au bord de l'extinction. En février 2017 une seconde colonie a été découverte au Rond des Chevrons.

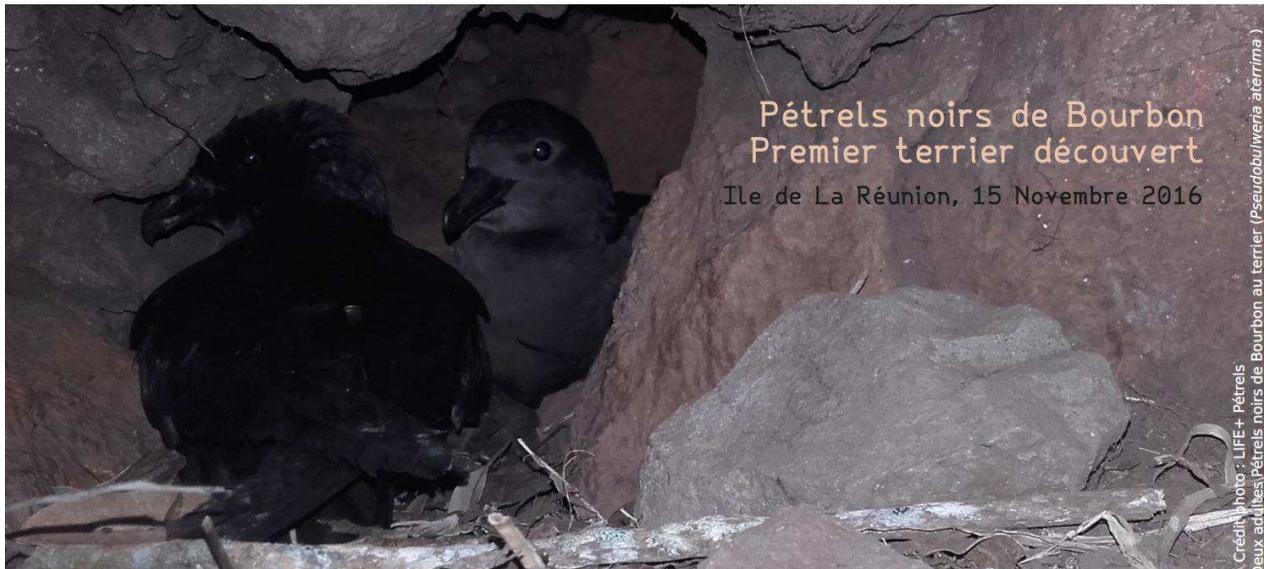


Figure 30 : Premier terrier de pétrels noirs de Bourbon découvert dans la Rivière des Remparts le 15 novembre 2016 ©programme LIFE + Pétrels

Le Pétrel noir de Bourbon niche dans des terriers regroupés en petits patches situés dans des falaises à une altitude variant de 650 à 1 200 m. La colonie de Rivière des Remparts est composée de 20 terriers en un seul patch (le taux d'occupation était de 60 % en 2019) orientés à l'ouest. La colonie du Rond des Chevrons comprend 25 terriers répartis en 5 patches orientés au sud (le taux d'occupation est de 68 % en 2019). Les terriers sont situés sur des vires dans des zones avec une rupture de pente forte d'au moins 60°. Le milieu correspond à de jeunes forêts de falaises à Bois d'Olive (*Olea lancea*) et Mapou (*Monimia rotundifolia*). Ces colonies sont relativement préservées des pestes végétales, avec seulement 15 % d'espèces exotiques pour la colonie du Rond des Chevrons, et 20 % pour la colonie de Rivière des Remparts (Huré 2019).

Les terriers sont creusés dans différents types de terrains : sous des racines, de l'humus, et sous des roches ou une combinaison des trois (Figure 31).



Figure 31 : Terrier de Pétrel noir de Bourbon, colonie du Rond des Chevrons ©programme LIFE + Pétrels



Cycle annuel et phénologie de la reproduction

La reproduction du Pétrel noir de Bourbon est saisonnière et a lieu principalement pendant l'été austral. Le retour des pétrels noirs de Bourbon dans les colonies est observé dès juillet-août après une période hivernage d'environ 160 jours (Saunier 2019). L'étude acoustique a montré que l'activité vocale varie au cours de la saison (test de Kruskal-Wallis, $p = 0,0033$, Figure 22). Des vocalisations ont été enregistrées de juillet à mars, avec une augmentation significative du mois d'octobre à janvier, représentant environ 80 % des vocalisations enregistrées au cours de la saison 2017-2018 sur les deux colonies de reproduction. La période de ponte s'étale sur environ 2 mois de fin septembre à fin novembre, et la période d'incubation, qui dure entre 49 et 53 jours, s'étale jusqu'à mi-janvier. L'élevage du poussin dure entre 79 et 90 jours, et leur envol a lieu de fin janvier à début avril. Les adultes quittent les colonies en février-mars.

La période de ponte diffère entre les deux colonies connues de Pétrel noir de Bourbon (Figure 32). Les pontes ont lieu entre mi-septembre et mi-octobre, dans la colonie de Rivière des Remparts (RIR), tandis que dans la colonie du Rond des Chevrons (RDC), deux pics de ponte sont observés entre fin octobre et fin novembre, soit 1 et 2 mois plus tard (Source : LIFE+ Pétrels données non publiées). La comparaison interannuelle des dates de ponte observées suggère que ces pics sont associés aux périodes de pleine lune. L'incubation dure environ 50 jours donnant lieu à une éclosion autour de la nouvelle lune de novembre pour RIR et aux nouvelles lunes de décembre et de janvier pour RDC. L'envol des jeunes a lieu fin-janvier début-février pour la colonie de RIR et entre mi-mars et mi-avril pour la colonie de RDC. Ces différences dans la phénologie de reproduction entraînent une période de risque d'échouage des juvéniles qui s'étale sur 3 mois, de mi-janvier à mi-avril, ce qui est cohérent avec les dates des échouages recensés jusqu'alors (Riethmuller *et al.* 2012) (cf. Figure 48 et §2.2.1).

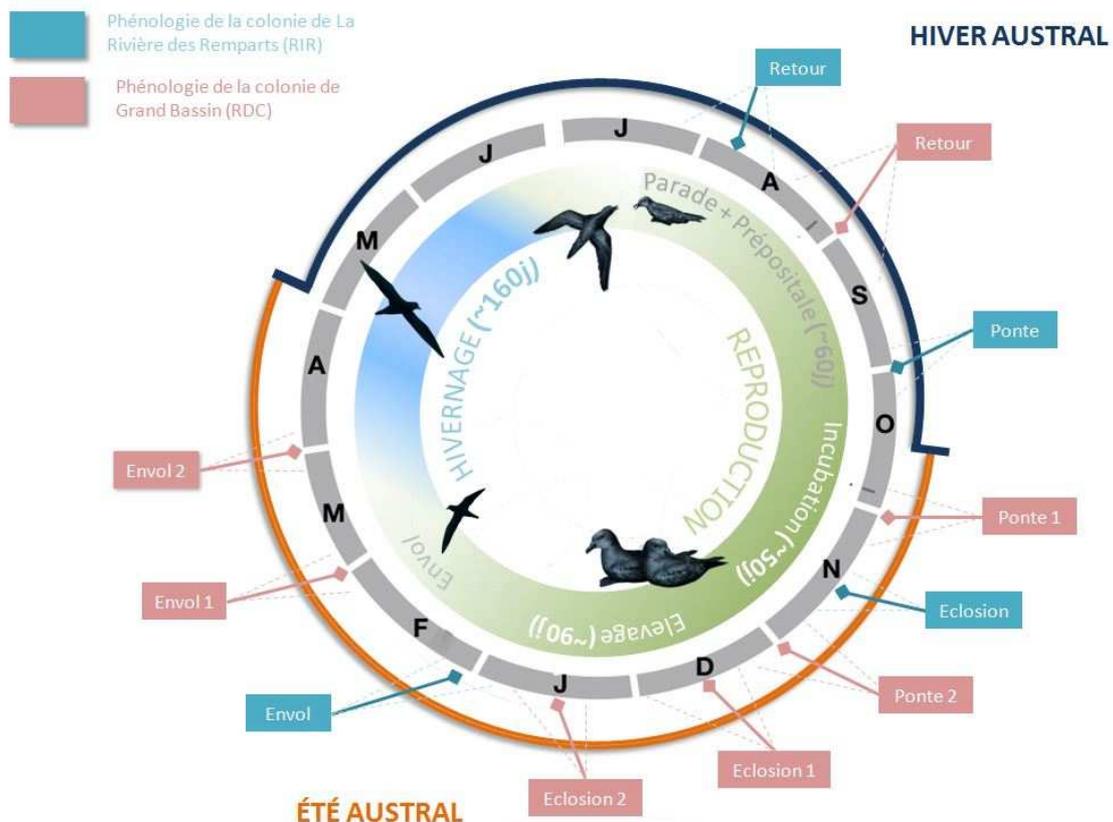


Figure 32 : Phénologie de la reproduction du Pétrel noir de Bourbon sur les deux colonies suivies (Source : programme LIFE+ Pétrels)



1.4.3.b - Alimentation

Régime alimentaire

Le régime alimentaire du Pétrel noir de Bourbon n'est pas connu. Le nombre de pétrels retrouvés morts sur lesquels il aurait été possible d'analyser le contenu stomacal est bien trop faible. Cependant, les premiers résultats des analyses isotopiques semblent montrer que les pétrels noirs de Bourbon ne se nourrissent pas au même niveau trophique pendant la période de reproduction et hors période de reproduction, confirmant qu'ils effectuent une migration (Grondin 2018). Les valeurs isotopiques de l'azote montrent que les pétrels noirs de Bourbon utilisent les mêmes ressources alimentaires que le Pétrel de Barau en période de reproduction, autrement dit, majoritairement des céphalopodes (Grondin 2018). Il ne semble pas y avoir de ségrégation trophique entre les mâles et les femelles (Grondin 2018).

Technique de pêche et activité en mer

Les pétrels noirs de Bourbon se serviraient de l'odorat et de la vue pour détecter leurs proies. Les observations en mer, montrent qu'ils se nourrissent plutôt en surface et qu'ils ne présentent pas de comportement de fuite vis-à-vis des bateaux (Shirihai 2014). Il n'est donc pas exclu que l'espèce fasse partie des prises accidentelles des bateaux (notamment avec la pêche à la palangre). Ces comportements ont été observés lors de séances de *chumming* (méthode d'observation des oiseaux marins réalisée à l'aide d'appâts olfactifs : morceaux de poissons congelés appelés « *chum* ») en 2012 (Shirihai 2014) et dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels (2016-2017). Les pétrels noirs de Bourbon passent en moyenne $35,33 \pm 20,21$ % de leur temps en contact avec l'eau (Figure 33). Durant la période inter-nuptiale, ce pourcentage s'élève à $54,80 \pm 3,30$ % et à $15,86 \pm 4,62$ % durant la période de reproduction et varie selon la photopériode. En moyenne, les individus passent plus de temps sur l'eau durant la journée ($48,87 \pm 19,40$ %) que durant la nuit ($25,23 \pm 17,84$ %), où ils recherchent plus activement de la nourriture. Enfin, le pourcentage de temps passé sur l'eau la nuit est négativement corrélé aux phases lunaires (tests de Pearson, $r = -0,30$; $df = 422$; $p\text{-value} = 1,66.10^{-10}$). Il est alors maximal lors de la nouvelle lune, et minimal lors de la pleine lune (Saunier 2019).

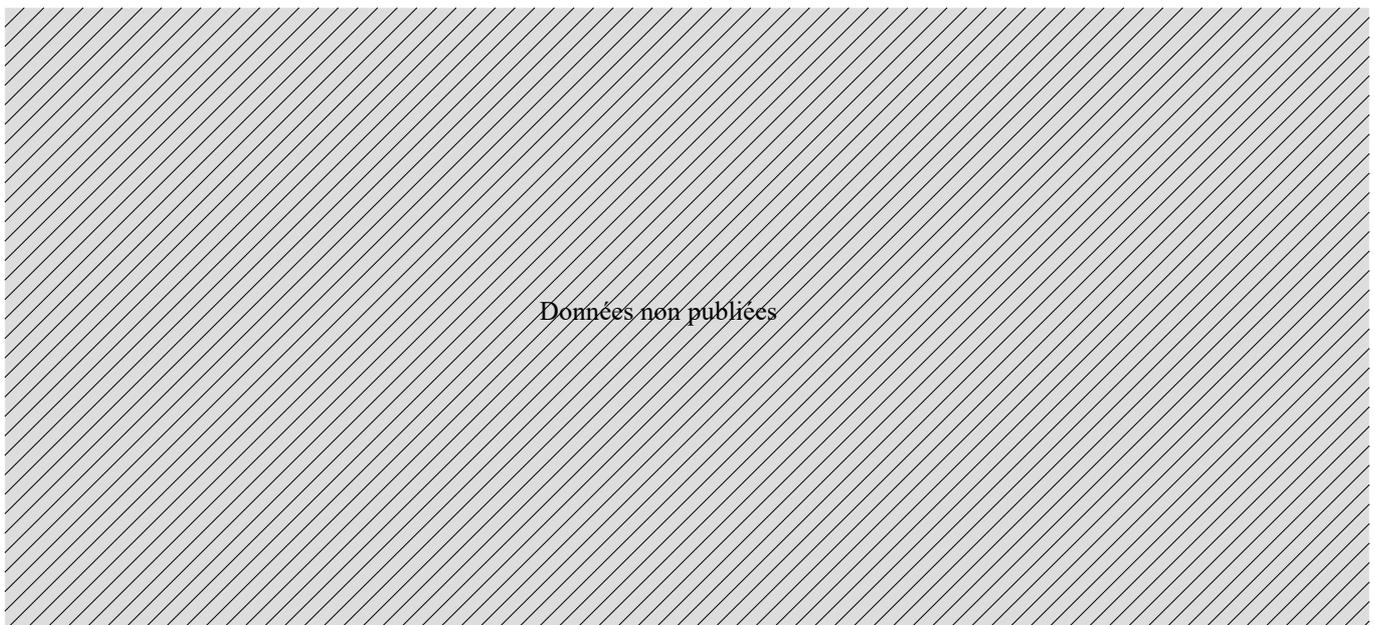


Figure 33 : Pourcentage moyen de temps passé en contact avec l'eau, en période de reproduction et période inter-nuptiale, de jour et de nuit chez les pétrels noirs de Bourbon en lien avec l'élongation de la lune (Source : Saunier 2019)



1.4.3.c - Habitat exploité

Habitat terrestre

Dans l'état actuel des connaissances (deux colonies de reproduction connues), les terriers de Pétrel noir de Bourbon sont répartis entre 650 m et 1 200 m d'altitude, dans des remparts avec une orientation sud ou ouest. Ils se situent sur des vires et sont associés à des ruptures de pente d'au moins 60° dans des jeunes forêts de l'étage mésotherme à dominance *Olea lancea* et *Monimia rotundifolia* (Huré 2019).

Habitats océaniques

Le Pétrel noir de Bourbon est une espèce océanique et les premiers bilans des analyses isotopiques montrent qu'ils se nourrissent dans des zones différentes pendant, et en dehors, de la période de reproduction (Grondin 2018). Ceci suggère que les pétrels noirs de Bourbon effectuent bien une migration. Il n'y a pas de différence significative entre les niches isotopiques des mâles et des femelles, il n'y aurait donc pas de ségrégation spatiale entre les deux sexes. En revanche, une différence significative a été relevée dans les ratios isotopiques des individus issus des deux colonies, mais ce résultat reste encore à explorer (Grondin 2018).

Plus précisément, sa distribution en mer a été étudiée en période d'hivernage grâce à des GLS (Global Location Sensors). 23 capteurs ont été déployés en 2017 et 15 ont été récupérés après un an de déploiement. Les premiers résultats semblent montrer que, les pétrels noirs de Bourbon hivernent dans des zones très vastes de l'océan Indien, à environ $4\,787,82 \pm 1\,214,83$ km de La Réunion (range : 2 147,84 km à 7 166,48 km) (Figure 34) et qu'il n'y a pas de différence d'aire de répartition entre les mâles et les femelles (Saunier 2019). Pendant la période de reproduction, les trajets des pétrels noirs de Bourbon restent à proximité de l'île. Un suivi par GPS pourrait permettre d'affiner ces connaissances.

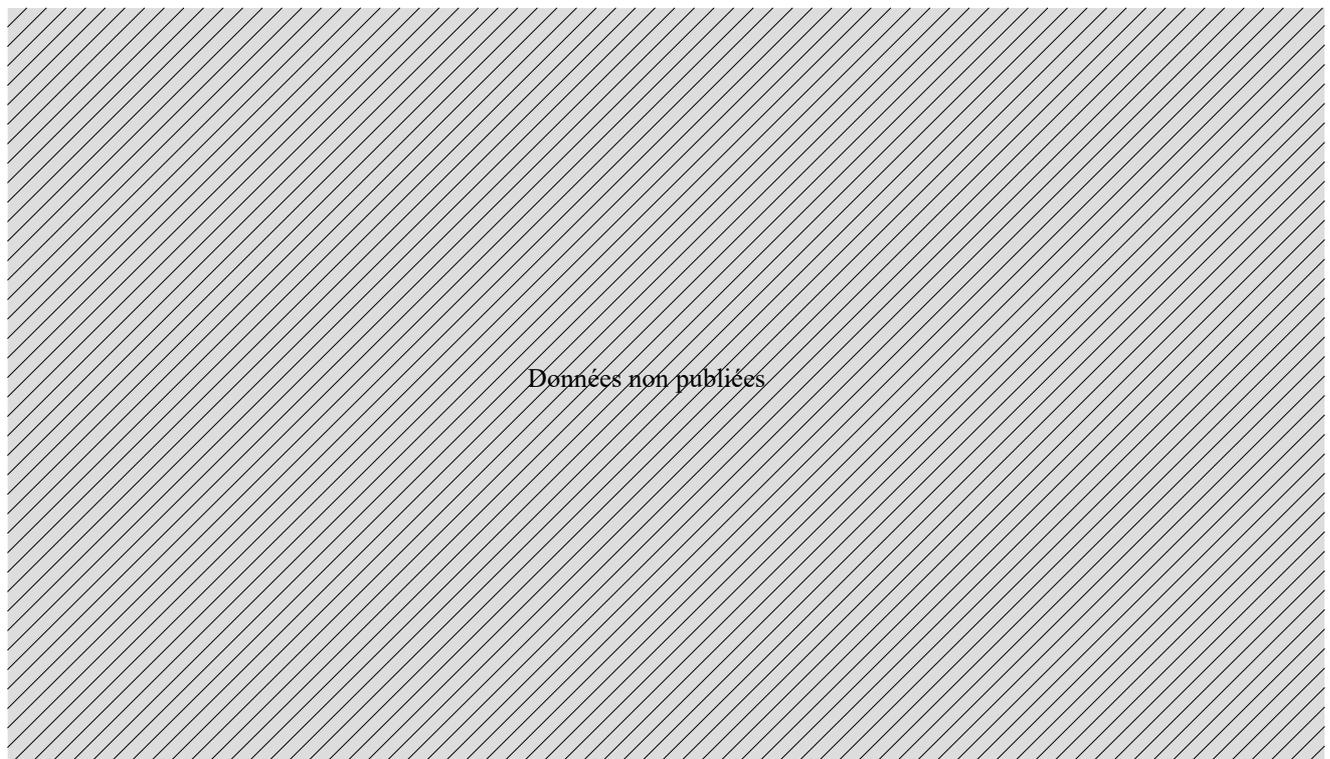


Figure 34 : Aire de répartition du Pétrel noir de Bourbon (n=14 individus) pendant la reproduction et la phase inter-nuptiale pour la saison 2017-2018 (Sources : Saunier 2019 ; programme LIFE+ Pétrels)

1.4.3.d - Relations intra-spécifiques

En comparaison au site de la colonie du Rond des Chevrons, on observe un nombre plus important de vocalisations caractéristiques de conflit entre les pétrels noirs de Bourbon de la colonie de la Rivière des Remparts. Le nombre de ces vocalisations augmente en octobre (Figure 35), période qui semble coïncider avec la ponte sur cette colonie. Puis il semble diminuer à partir du mois de janvier, époque à laquelle les quelques adultes qui élèvent leur poussin ne reviennent sur la colonie que pour le nourrir. Ces conflits pourraient résulter d'une concentration importante d'oiseaux prospecteurs par rapport au nombre de terriers disponibles et/ou d'un nombre de mâles non-reproducteurs plus élevé par rapport au nombre de femelles. En conséquence, les oiseaux peuvent entrer en conflit pour s'approprier un terrier déjà occupé, et les mâles non-reproducteurs peuvent chercher à s'apparier avec des femelles qui sont déjà en couple. Ces interactions pourraient être responsables du plus fort taux d'échec de la reproduction constaté dans cette colonie (succès reproducteur de 20 % en 2018-2019, contre 82 % pour la colonie du Rond des Chevrons la même année, cf. §1.4.3.f).

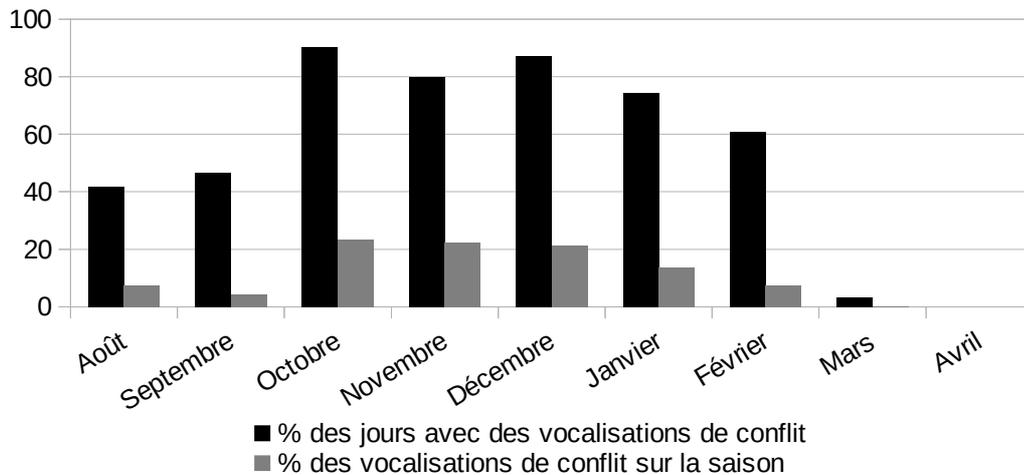


Figure 35 : Évolution des vocalisations de conflit de pétrels noirs de Bourbon sur la colonie de Rivière des Remparts, 2018-2019 (Source : programme LIFE+ Pétrels)

1.4.3.e - Relations inter-spécifiques

L'existence de prédateurs indigènes (Faucon pèlerin) est connue en Nouvelle-Calédonie chez *Pseudobulweria rostrata* (E. Vidal com. pers.) mais n'a jamais été mentionnée pour le Pétrel noir de Bourbon, qui ne semble par ailleurs pas avoir de compétiteur indigène dans les colonies de reproduction.

Cependant, l'impact de la prédation par les mammifères introduits (*Felis catus* et *Rattus sp.*) est clairement identifié sur les populations d'oiseaux marins insulaires, et les détails sont présentés dans la partie §2.1, ainsi que l'impact potentiel du Tanguet comme compétiteur/prédateur.

1.4.3.f - Démographie et dynamique de la population

Contexte du suivi démographique

La découverte des deux colonies de Pétrel noir de Bourbon a permis de mettre en place un suivi démographique à partir de la saison 2016-2017. Sur chaque colonie d'étude, au moins trois visites par saison de reproduction ont été réalisées : deux pendant l'incubation et la troisième en fin de saison (avant l'envol des jeunes).

Ces missions ont été effectuées dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels par les quatre partenaires



du projet : Parc national, SEOR, UMR ENTROPIE et ONCFS-OFB/BNOI puis par l'Université et le Parc national. Elles permettent d'évaluer le taux d'occupation des terriers en début de saison et le succès reproducteur en fin de saison. Lors des visites, tous les adultes et jeunes à l'envol trouvés dans les colonies d'étude sont bagués (ou contrôlés, si déjà bagués).

Toutes les données acquises sur ces colonies sont rassemblées dans la même base de données que pour le Pétrel de Barau.

Baguage

Au total, 112 individus ont été bagués sur les deux colonies d'étude (Figure 36) :

- 45 individus (37 adultes et 8 juvéniles) à la Rivière des Remparts, de 2016 à 2021 ;
- 67 individus (41 adultes et 26 juvéniles) au Rond des Chevrons, de 2017 à 2021.

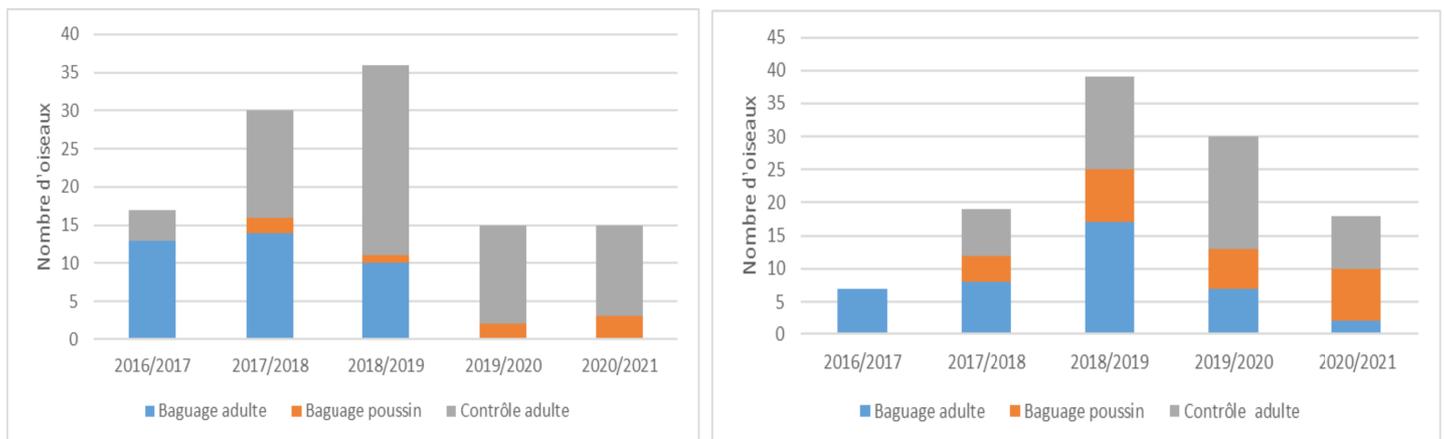


Figure 36 : Evolution du nombre de pétrels noirs de Bourbon bagués et contrôlés entre 2016 et 2019 sur la colonie de Rivière des Remparts (à gauche) et du Rond des Chevrons (à droite) (Source : programme LIFE+ Pétrels)

En plus du baguage réalisé sur les colonies, 50 individus ont été bagués par la SEOR, entre 1997 et 2020 sur des oiseaux recueillis suite à leur échouage.

Au total, ce sont donc 162 pétrels noirs de Bourbon qui ont été bagués depuis 1997.

Taux d'occupation des terriers et succès reproducteur

Le Tableau 5 présente le succès reproducteur (SR) pour les deux colonies de Pétrel noir de Bourbon.

$$\text{SR} : \frac{\text{Nombre de poussins à l'envol}}{\text{Nombre d'œufs pondus}} \times 100$$



Tableau 5 : Évolution du succès reproducteur (SR) du Pétrel noir de Bourbon dans les deux colonies d'étude de 2016 à 2021 (Sources : partenaires du programme LIFE + Pétrels)

Saison	Colonie de la Rivière des remparts (RIR)		Colonie du Rond des Chevrons (RDC)	
	Nombre de terriers suivis	SR (%) (nb poussins/œufs)	Nombre de terriers suivis	SR (%)
2016-2017	13	0	7	0
2017-2018	16	28,6 % (2/7)	17	60 % (3/5)
2018-2019	20	20 % (1/5)	25	81,8 % (9/11)
2019-2020	20	60 % (3/5)	25	84,6 % (11/13)
2020-2021	20	42,9 % (3/7)	25	75 % (9/12)

La première année de découverte des colonies, le contrôle des prédateurs a été mis en place. Cependant, il se pourrait qu'il soit intervenu un peu tard, car la reproduction des oiseaux avait déjà commencé, et la prédation des poussins n'a pu être évitée (saison 2016-2017). Le contrôle des prédateurs a, par la suite, été organisé dès l'hiver afin de diminuer au maximum les densités de prédateurs, notamment de rats, avant l'arrivée des pétrels. Ceci pourrait expliquer l'augmentation du succès reproducteur à partir de la seconde année, confortant le fait que les populations de Pétrel noir de Bourbon sont fragiles, et soumises à la prédation, notamment des rats.

Si le succès reproducteur de la colonie du Rond des Chevrons est en augmentation depuis que des actions de conservation sont mises en place sur la colonie, il reste faible sur la colonie de la Rivière des Remparts. En effet, sur cette dernière il existe une densité d'oiseaux importante et trop peu de femelles par rapport aux mâles (38,5 % contre 61,5 % de mâles). Ceci génère des conflits, qui entraînent sans doute des échecs de la reproduction.

Estimation des effectifs actuels

La population de pétrels noirs de Bourbon est difficile à estimer, car les colonies de reproduction sont connues depuis récemment, et le réseau de sauvetage de la SEOR recueille très peu d'oiseaux échoués.

La taille de la population de cette espèce a été estimée à partir d'observations d'individus en mer, et calculées selon trois méthodes différentes (Stahl & Bartle 1991 ; Piatt & Ford 1993 ; Spear *et al.* 1995) (Attié *et al.* 1997). Les trois méthodes proposent respectivement : entre 491 et 1 694 oiseaux ; 396 et 1 145 oiseaux ; 181-752 et 713-1 654 oiseaux. L'ensemble de ces estimations fournissent une taille de population comprise entre 181 et 1 694 oiseaux (Attié *et al.* 1997). En utilisant les paramètres démographiques d'une espèce proche, *Pterodroma sandwichensis* (Simons 1984), Stahl & Bartle (1991) et Spear *et al.* (1995) estiment que la proportion d'individus reproducteurs dans une population pélagique est d'environ 50 % chez les Pterodromes. Si on utilise ces proportions pour le Pétrel noir de Bourbon, on obtient une population reproductrice située entre 45 et 400 couples, avec une estimation moyenne de 250 couples (Attié *et al.* 1997).

Une seconde manière d'estimer la taille de la population de cette espèce est possible à partir des analyses génétiques. Les analyses génétiques, effectuées dans le cadre du programme LIFE + Pétrels, estiment une taille efficace¹ de la population entre 103 et 385 individus reproducteurs en 2016 (n = 18, Goron et Manoury 2016), entre 103 et 324 en 2018 (n = 66, Grondin 2018) et entre 167 et 220 en 2019 (n = 97, Counilh et Métro 2019). Basé sur cette dernière estimation du nombre de reproducteurs et compte tenu des observations réalisées sur les deux colonies, entre 50 % et 60 % des adultes sont non reproducteurs, estimant une taille totale de la population de Pétrel noir de Bourbon d'environ 100 couples reproducteurs et entre 350-420 et 450-550 individus.

1 L'effectif de la population N_{eff} (taille efficace) permet de déterminer le rythme de la dérive génétique. Il est différent de l'effectif global de la population, car, dans les populations naturelles, tous les individus ne participent pas forcément au processus reproductif.



Âge de premier retour à la colonie et maturité sexuelle

Il existe peu de données de contrôle d'oiseaux d'âge connu.

Un juvénile échoué puis bagué en mars 2015 à Saint-Pierre a été contrôlé le 23 janvier 2019 au cours de sa troisième saison dans un terrier artificiel de la colonie du Rond des Chevrons. L'âge de retour à la colonie de cet individu serait d'un peu plus de 3,5 ans.

Taux de survie des adultes

Le taux de survie des adultes n'est pas connu. Il faudra, pour cela, poursuivre le baguage et les suivis des oiseaux échoués et dans les colonies.

Structure de la population (en âge et en sex-ratio)

La structure par classe d'âge de la population n'est pas connue.

Le sexage moléculaire sur prélèvements sanguins d'individus de la colonie du Rond des Chevrons montre que celle-ci est composée de 39,4 % de femelles et 60,6 % mâles (n=33). Dans la colonie de Rivière des Remparts, on trouve 38,5 % de femelles et 61,5 % de mâles (n=39) (programme LIFE+ Pétrels, Counilh et Métro 2019) (Figure 37).

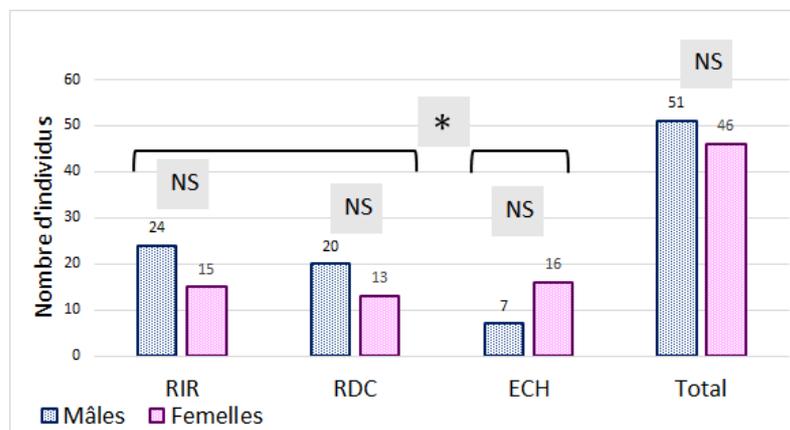


Figure 37 : Nombre de pétrels noirs de Bourbon mâles et femelles des colonies (RIR = Rivière des Remparts et RDC = Rond des Chevrons), des individus échoués (ECH) et de l'ensemble des individus (Total). NS : test binomial pour chaque groupe non significatif, p -value $> 0,05$; * : test exact de Fisher entre les colonies et les échoués significatif, p -value = 0,016. Source (Counilh et Métro 2019)

Concernant les pétrels noirs de Bourbon échoués, les premières analyses du sexe-ratio montrent que 69,6 % des individus échoués sont des femelles. Ce déséquilibre significatif (p -value = 0.016, Test Fisher) pourrait révéler un impact plus fort de la pollution lumineuse sur les femelles (Counilh et Métro 2019). D'autres études seront à mener afin de confirmer ces résultats.

1.4.3.g - Répartition et tendances évolutives

Répartition

Le Pétrel noir de Bourbon est endémique de La Réunion et ne se reproduit que sur cette île, même si un individu a été découvert sur l'île Maurice, mort au pied d'un lampadaire le 30/09/2002 (Tatayah et al. 2011).



Les deux zones de reproduction avérées et suivies à La Réunion (Figure 38) sont les suivantes :

- la Rivière des Remparts ;
- le secteur de Grand Bassin.

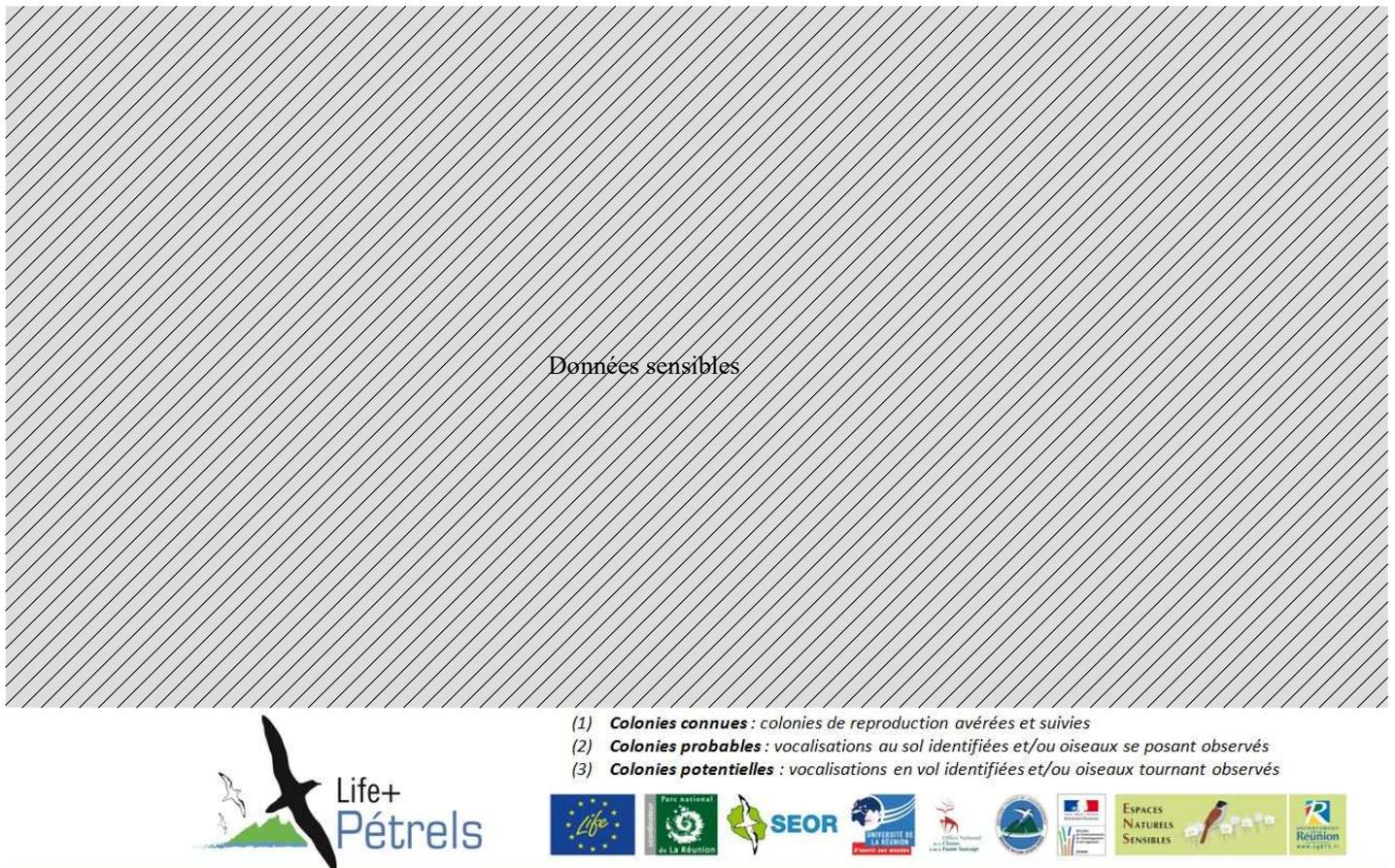


Figure 38 : Cartes des localisations connues, probables et potentielles des colonies de Pétrel noir de Bourbon (Source : programme LIFE+ 2019)

Les premiers résultats sur la caractérisation et l'identification des habitats favorables (Huré 2019, programme LIFE+ Pétrels) montrent que des colonies pourraient être également présentes dans le nord de l'île et/ou à Salazie. Cependant, des prospections acoustiques réalisées dans ces secteurs n'ont pas permis de confirmer cette hypothèse et de futures prospections devront être réalisées. Les analyses des enregistrements acoustiques (2014-2019) et les observations thermiques nocturnes ont permis d'identifier au moins 16 autres sites de nidifications probables, tous situés dans le secteur de Grand Bassin-Bras de la plaine, et de La Rivière des Remparts-Langevin (Figure 39).

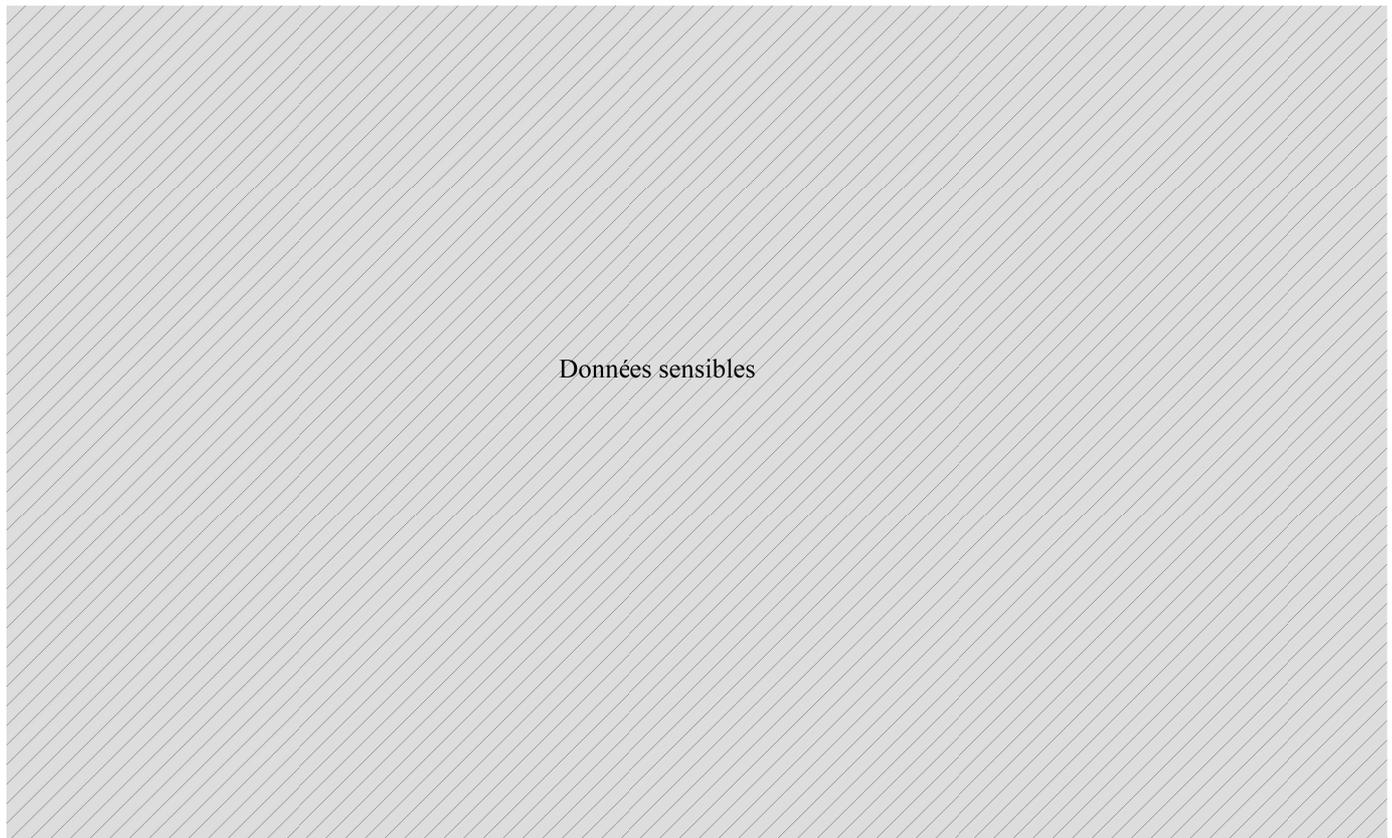
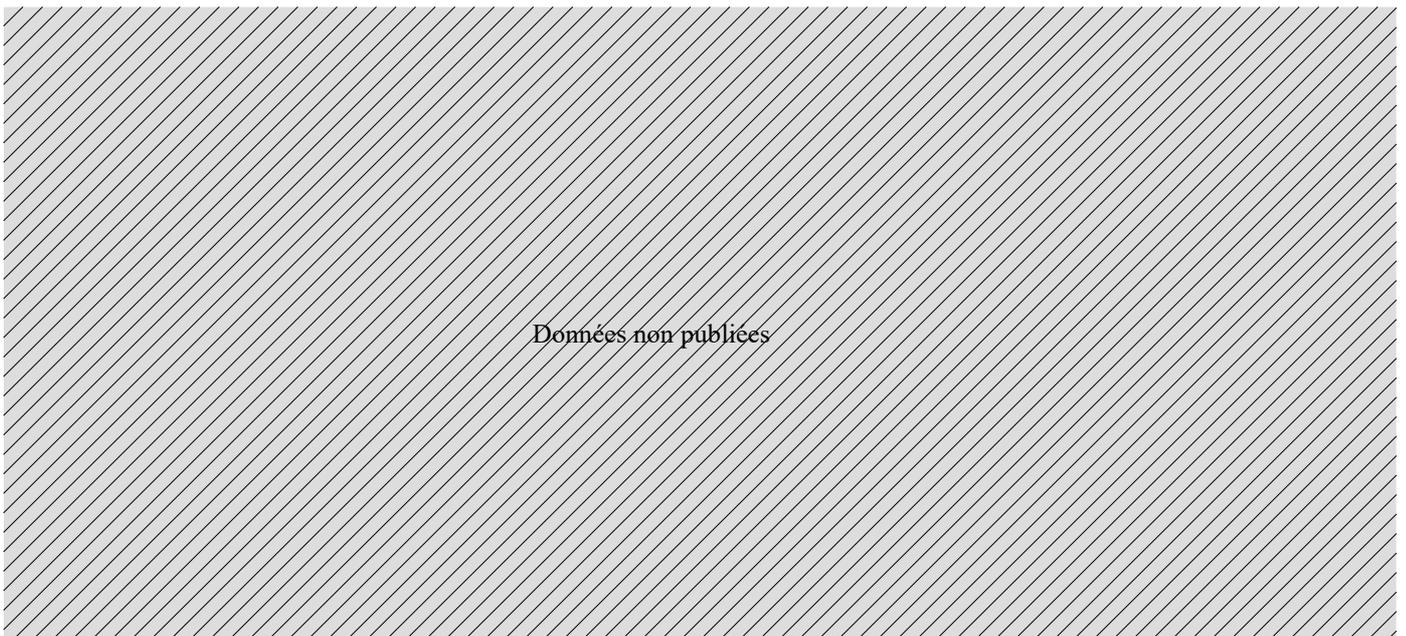


Figure 39 : Modélisation prédictive des sites de reproduction favorables du Pétrel noir de Bourbon indiquant les probabilités de présence estimées de 0 à 1 (Sources : programme LIFE+ Pétrels ; Huré 2019)

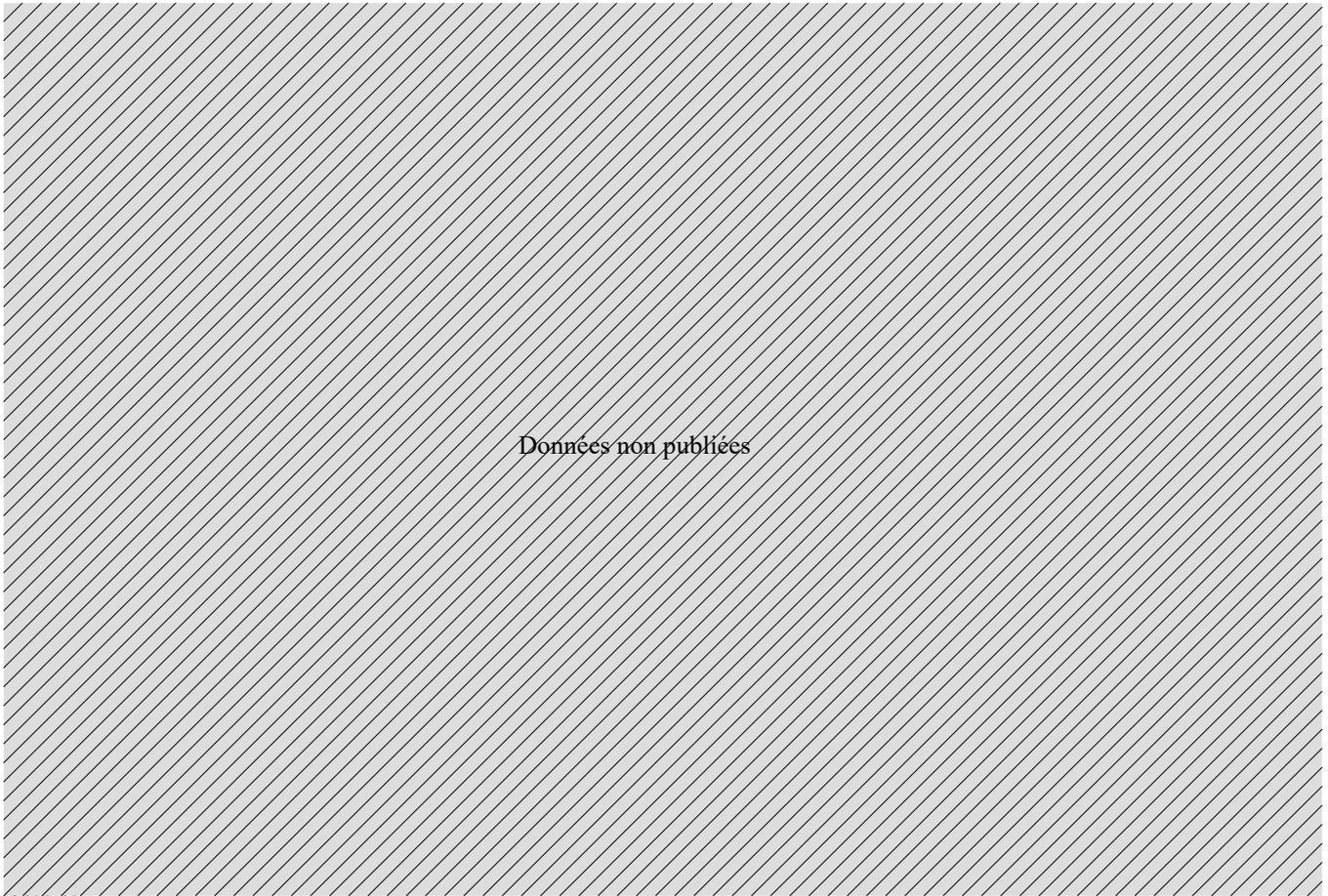
Génétique des populations



2 Un « bottleneck » ou « goulot d'étranglement » en français, est un événement au cours duquel la population d'une espèce est fortement réduite pendant un laps de temps.



alors que ceux de Grand Bassin arrivent vers mi-août (cf. §1.4.3.a). Ce décalage de phénologie entre les deux colonies pourrait expliquer que la colonie de Rivière des Remparts présente des individus des groupes A et B, certains prospecteurs du groupe A pouvant être attirés par les oiseaux déjà présents.



Données non publiées

L'ensemble des individus échoués appartient au groupe génétique de la colonie du secteur de Grand Bassin (A) (Counilh et Métro 2019). Une pollution lumineuse plus forte à proximité de cette colonie pourrait être un facteur explicatif. Cependant, cette tendance reste à confirmer car la colonie du secteur de Grand Bassin a une taille plus importante, ce qui augmente la probabilité que des individus s'échouent.

Tendances temporelles

La découverte récente des premières colonies de pétrels noirs de Bourbon ne permet pas de connaître la tendance temporelle des populations. L'année de la découverte des colonies, en absence de contrôle des prédateurs (rats), le succès reproducteur était nul. Cette espèce semble donc fortement soumise à la prédation par les rats.

Le suivi des colonies connues devrait être complété par le suivi d'autres colonies, afin de suivre la tendance temporelle de cette espèce très menacée.



2 - Les menaces identifiées et leurs impacts sur les pétrels

2.1 - Compétition et prédation par les mammifères introduits

2.1.1 - Prédation par les chats

Le chat (*Felis catus*) a été introduit au XVII^e siècle à La Réunion (Cheke 2010) et est un prédateur redoutable d'oiseaux marins dans le monde (Synthèse : Medina *et al.* 2011). Des chats harets (redevenus sauvages) sont désormais largement répandus dans les milieux de haute montagne de La Réunion et s'y reproduisent.

Les conséquences démographiques de cette prédation sur les pétrels peuvent être très importantes : les chats peuvent s'attaquer aux poussins, mais également aux adultes, ce qui a un impact particulièrement négatif car démultiplié (mort de l'individu, échec de la reproduction, années sans reproduction du partenaire survivant) sur une espèce longévive comme les pétrels. Leur impact peut aussi être accentué du fait du « surplus killing » (comportement d'un prédateur qui se traduit par le fait de tuer un nombre de proies supérieur à ses besoins alimentaires). Pour les espèces longévives, comme les pétrels, la mortalité des adultes est particulièrement néfaste, car la dynamique de population dépend fortement de la survie des adultes. Le taux de croissance de la population est beaucoup plus sensible aux variations de la survie adulte qu'à celles du succès reproducteur (Doherty *et al.* 2004 ; Peck *et al.* 2008). La prédation des Pétrels de Barau par les chats harets peut donc engendrer rapidement une chute drastique de la population (Le Corre 2008 ; Russell *et al.* 2009 ; Dumont *et al.* 2010).

Les indices de leur présence sont particulièrement visible dans les deux colonies de Pétrel de Barau qui font l'objet d'un suivi (Figure 41).



Figure 41 : Pétrel de Barau adulte tué par un chat (à gauche ; © M. Le Corre) et chat haret à l'entrée d'un terrier (à droite ; © programme LIFE+ Pétrels)

Les colonies de Pétrel noir de Bourbon semblent moins concernées par la prédation par les chats, car aucun n'a été observé au sein de celles-ci. Un chat a été aperçu sur le chemin d'accès à la colonie de Rivière des Remparts, et aucun chat n'a été vu fréquentant la colonie du Rond des Chevrons (plateau

enclavé). En revanche, les chats sont présents à proximité de ces deux colonies (dans un rayon de 1 km).

Une étude réalisée en 2009 a quantifié l'impact de ce prédateur sur le Pétrel de Barau (Faulquier *et al.* 2009). Le régime alimentaire a montré que le Pétrel de Barau était la proie la plus consommée par les chats, avec 37% de fréquence d'occurrence dans les fèces (Tableau 6).

Tableau 6 : Composition du régime alimentaire des chats haretés sur les colonies de Pétrel de Barau déterminée à partir de l'analyse des fèces et exprimée en fréquence d'occurrence. (Source : Faulquier *et al.* 2009).

Types de proie	Fréquence d'occurrence (%)
Oiseaux	
Pétrel de Barau	36.84
Passereaux	8.71
Mammifères	
Rats (<i>Rattus spp.</i>)	22.22
Souris	21.62
Musaraigne	2.40
Tangue	6.31
Insectes	1.80

Bien que le nombre de chats présents sur les colonies de Pétrel de Barau soit inconnu, une estimation minimum de 10 chats conduit à une mortalité annuelle de plus de 900 pétrels de Barau (Faulquier *et al.* 2009).

À partir de la modélisation sur la dynamique de population, Russell *et al.* (2009) ont montré que la survie des espèces du genre *Pterodroma* est fortement compromise suite à l'introduction de chats (avec ou sans rats).

Une autre étude de modélisation, appliquée spécifiquement au Pétrel de Barau, a également démontré que, sans aucun contrôle des chats réalisé sur les colonies, l'espèce pourrait s'éteindre dans les prochaines décennies (Dumont *et al.* 2010).

2.1.2 - Prédation par les rats

Les deux espèces de rats (*Rattus rattus* et *R. norvegicus*) ont été introduits au XVII^e siècle à La Réunion (Cheke 2010) et ils sont désormais présents dans tous les milieux de l'île, du littoral jusqu'au sommet du Piton des Neiges. Ils s'attaquent aux œufs et aux petits poussins, et sont de redoutables prédateurs pour les oiseaux marins, en particulier le Rat noir *Rattus rattus* (Jones *et al.* 2008 ; Russell *et al.* 2009).

Les rats sont présents sur les colonies de Pétrel de Barau (Figure 42). Cependant, une étude a montré qu'ils y seraient présents en faible densité, et auraient peu d'impact direct sur les oiseaux (Fontaine 2006). Le succès reproducteur mesuré sur les deux colonies d'étude varie de 40 à 70% selon les années, principalement en fonction des aléas climatiques (Juhász 2014), ce qui est assez élevé et pourrait valider le fait que les rats impactent peu le succès reproducteur des pétrels de Barau. Des actions de dératisation ont débuté en 2016 sur les colonies (cf. §3.4). Le suivi du succès reproducteur sur



Figure 42 : Photo d'un rat noir à l'entrée d'un terrier de Pétrel de Barau. (© LIFE+ Pétrels).



plusieurs années permettra d'apprécier les effets de cette dératisation et d'évaluer indirectement l'impact des rats sur les pétrels.

Dans le cas du Pétrel noir de Bourbon, les rats sont présents dans les deux colonies de reproduction (Figure 44). Un suivi de ces colonies est réalisé tous les ans, à la fois par un comptage des rats, à l'aide de jumelles thermiques, par des pièges-photographiques et par le suivi de la consommation de raticide. Ce suivi semble montrer que l'activité des rats dans la colonie de Rivière des Remparts est quatre fois plus importante pendant les phases de nouvelle lune que pendant la pleine lune. Quelques vidéos ont également montré des rats qui entraient ou sortaient des terriers de pétrels noirs de Bourbon.



Figure 43: Photo d'un rat noir devant un terrier de Pétrel noir de Bourbon occupé (© programme LIFE+ Pétrels).

Les rats sont supposés avoir un impact assez fort sur la survie des poussins de Pétrel noir de Bourbon dont la taille est beaucoup plus petite que celle des Pétrels de Barau. Comme les colonies de pétrels noirs de Bourbon sont situées à une altitude beaucoup plus basse que celles des pétrels de Barau, les rats y semblent également plus abondants. Sur la saison 2018-2019, 2,59 kg de raticide ont été consommés sur les colonies de Pétrel de Barau, contre près de 10,84 kg sur les colonies de Pétrel noir de Bourbon. Le fait que les actions de dératisation aient permis d'augmenter le succès reproducteur des pétrels noirs de Bourbon en le faisant passer de 0 à plus de 80 % (cf. §1.4.3.f) conforte cette hypothèse.

2.1.3 - Compétition et prédation potentielles par les tangués

Le Tangué, ou Tenrec malgache, *Tenrec ecaudatus* est un petit mammifère terrestre originaire de Madagascar qui a été introduit à La Réunion dans les années 1800 (Cheke 2010). Il utilise également des terriers pour sa reproduction et son hivernage, ce qui pourrait en faire un compétiteur potentiel des pétrels pour l'occupation des terriers. Il est présent sur toute l'île et a pu être observé dans les deux colonies naturelles de Pétrel noir de Bourbon et la colonie artificielle du Rond des Chevrons. À ce jour, aucun individu n'a été observé dans les colonies de Pétrel de Barau, situées à des altitudes plus élevées (> 2000 m), bien que des restes de tangués aient été trouvés dans des fèces de chats harets récoltés, sur et en périphérie des colonies de Pétrel de Barau (Faulquier *et al.* 2009) et que des tangués ont été observés sur le site du Dimitile à 2 200 m d'altitude (Dubos, *com. pers.*). Il n'est donc pas impossible que des tangués fréquentent occasionnellement les colonies de Pétrel de Barau.



Figure 44 : Photo d'un tangué (à gauche) à proximité d'un terrier de Pétrel noir de Bourbon occupé (à droite).
(© programme LIFE+ Pétrels).

Une interaction filmée (Figure 61) en 2016 par une caméra de surveillance automatique (programme LIFE+ Pétrels) a montré un comportement agressif d'un Tangué envers un Pétrel noir de Bourbon adulte. Le Tangué a aussi tendance à occuper les terriers artificiels installés pour les pétrels noirs de Bourbon : un tangué a visité 3 à 4 terriers artificiels sur la colonie de Rivière des Remparts. Enfin, le Tangué a un régime alimentaire omnivore et pourrait s'attaquer aux œufs et aux poussins de pétrels noirs, mais aucune donnée scientifique n'est à ce jour disponible pour en apporter la confirmation.

2.2 - Impact de la pollution lumineuse

2.2.1 - Nombre d'échouages

La pollution lumineuse engendre des mortalités massives des juvéniles de pétrels et de puffins dans de nombreuses îles océaniques, car ces oiseaux sont attirés par les lumières artificielles lors de leur premier envol (Synthèse : Rodríguez *et al.* 2017).

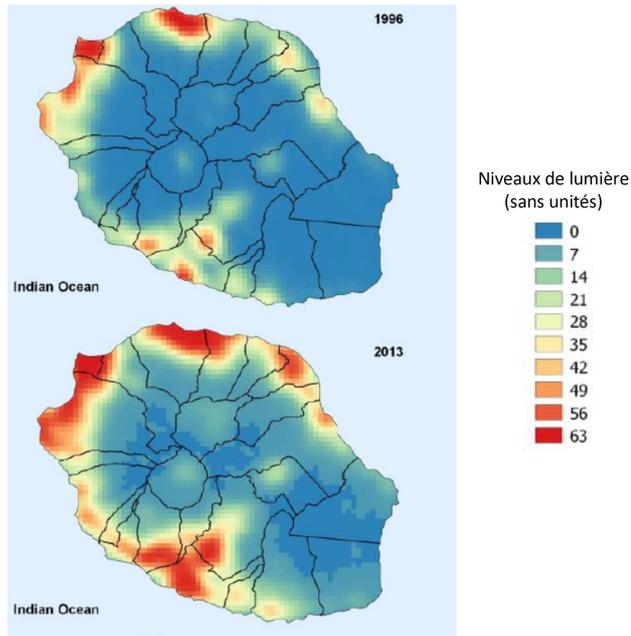


Figure 45 : Evolution de la pollution lumineuse à La Réunion entre 1996 et 2013 à partir d'image satellite nocturne. Les données brutes de lumière varient de 0 à 63. (Source : Gineste 2016).

L'augmentation de l'urbanisation sur l'île de La Réunion (Figure 45) a amplifié l'impact de la pollution lumineuse : les quatre espèces de Procellariidés nichant sur l'île subissent une importante mortalité due à l'attraction des lumières artificielles (Le Corre *et al.* 2002).

Le Pétrel de Barau est la deuxième espèce la plus concernée par ce phénomène sur l'île, mais aussi au niveau mondial (Rodríguez *et al.* 2017), avec 14 674 individus échoués entre 1995 et mai 2019 (11 727 juvéniles et 386 adultes), soit, en moyenne, 587 oiseaux par an (Tableau 7).

Au cours de leur trajet pour rejoindre l'océan pour la première fois de leur vie, les jeunes pétrels de Barau sont attirés par les lumières artificielles des villes formant une barrière lumineuse tout autour de l'île. En s'approchant des zones lumineuses, ces jeunes oiseaux se retrouvent piégés dans les halos de lumière, pouvant être augmentés par des phénomènes météorologiques tels que le brouillard ou la pluie. Ils perdent alors de l'altitude et se heurtent à un

obstacle (luminaire, construction, etc) ou s'échouent au sol. Ils sont alors incapables de reprendre leur envol et sont condamnés à mourir de faim, de déshydratation, des suites de blessures dues à l'impact ou par des prédateurs.

Ce phénomène cause une mortalité massive et saisonnière observée depuis une vingtaine d'années à La Réunion (Tourmetz 2018). Il est estimé que 5 à 10 % de la population des jeunes pétrels de Barau qui prennent leur envol s'échouent (Pinet 2012).

Tableau 7 : Nombre de pétrels de Barau, juvéniles et adultes, échoués entre 1995 à mai 2019 et relâchés avec succès (nombre et pourcentage) (Sources : Tourmetz 2018 ; données SEOR).

	Juvéniles	Adultes	Total
Nombres d'oiseaux trouvés échoués	14 194	480	14 674
Nombres d'oiseaux relâchés avec succès	12 765	340	13 105
Pourcentage d'oiseaux relâchés avec succès	90%	71%	89%



Le nombre d'échouages de pétrels de Barau constaté a considérablement augmenté entre 1995 et 1999 et fluctue depuis, en fonction de la position de la date de la nouvelle lune d'avril par rapport au pic d'envol des jeunes pétrels de Barau (Figure 46).

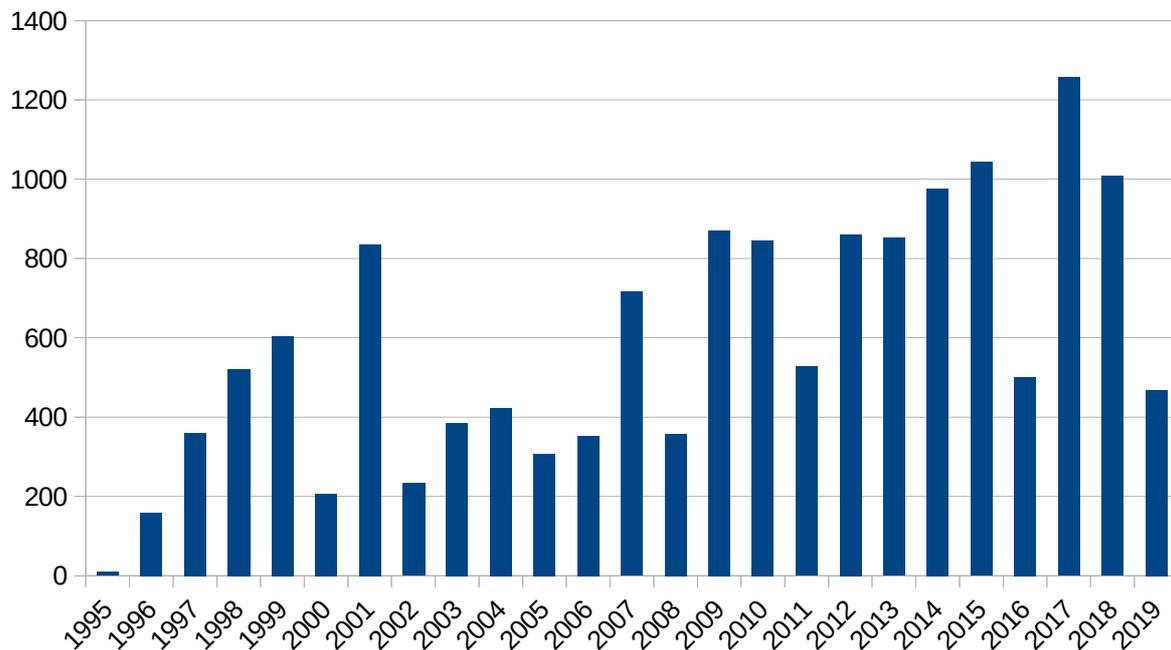


Figure 46 : Evolution du nombre de pétrels de Barau, adultes et juvéniles, échoués de 1995 à mai 2019 (Sources : Tourmetz 2018 ; données SEOR 2019).

Ces variations interannuelles sont dues à plusieurs facteurs, parfois conjugués :

- le niveau de synchronisation entre la pleine lune d'Avril et le pic d'envol des jeunes pétrels, les pétrels étant moins attirés par les lumières artificielles lors de la pleine lune (Pinet 2012) ;
- l'augmentation de la pollution lumineuse sur l'île : doublée entre 1996 et 2013 (Pinet 2015) ;
- l'augmentation de la sensibilisation de la population réunionnaise qui a pour effet d'augmenter la probabilité qu'un oiseau échoué soit recueilli et signalé à la SEOR.

Le Pétrel noir de Bourbon est, lui aussi, impacté par la pollution lumineuse : 52 individus ont été recueillis entre 1970 et juillet 2019, en particulier depuis la mise en place et l'animation par la SEOR d'un réseau de collecte des oiseaux marins échoués. Sur 51 individus, 23 étaient des jeunes à l'envol (soit 45 %) et 28 (soit 55 %) des adultes. Même si le nombre d'individus total recueilli est beaucoup plus faible que pour le Pétrel de Barau, l'impact des éclairages artificiels reste conséquent si on le rapporte aux très faibles effectifs de Pétrel noir de Bourbon. Les pétrels noir de Bourbon adultes sont autant impactés par la pollution lumineuse que les juvéniles, contrairement aux pétrels de Barau (seulement 3 % des oiseaux échoués sont des adultes). De plus, d'après les premières analyses, il semble que la pollution lumineuse impacte plus fortement les femelles de Pétrel noir de Bourbon (69,6 % pour 23 individus échoués sexés par génétique). Ce phénomène combinant une forte proportion des adultes dans les échouages et un déséquilibre du sexe-ratio est à considérer en tenant compte de l'importance de la survie adulte chez de espèces longévives telles que les Procellariidés. Enfin, les études génétiques sur les pétrels noirs de Bourbon échoués montrent une forte probabilité qu'ils appartiennent au groupe génétique du Rond des Chevrons. Ces résultats restent, cependant, à confirmer. Les échouages de Pétrel noir de Bourbon semblent plus concentrés pendant les mois de janvier à mars (Figure 48).

Depuis les années 2000, des oiseaux sont plus régulièrement trouvés chaque année (Figure 47), grâce au développement du réseau de sauvetage de la SEOR et à la sensibilisation croissante du



grand public.

La compréhension plus fine des raisons de ces sensibilités particulières adultes/juveniles ou mâle/femelle mériterait de plus amples investigations (Atchoi *et al.* 2020).

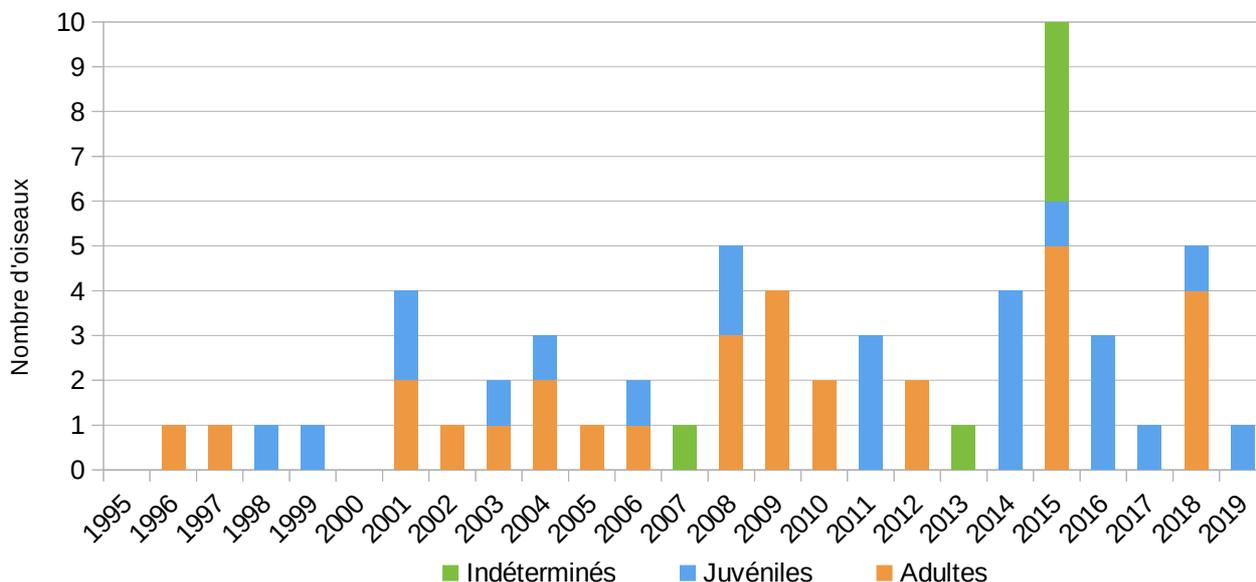


Figure 47 : Évolution du nombre de Pétrel noir de Bourbon échoués et recueillis par la SEOR depuis 1995 (Sources : Tourmetz 2018 ; données SEOR 2019)

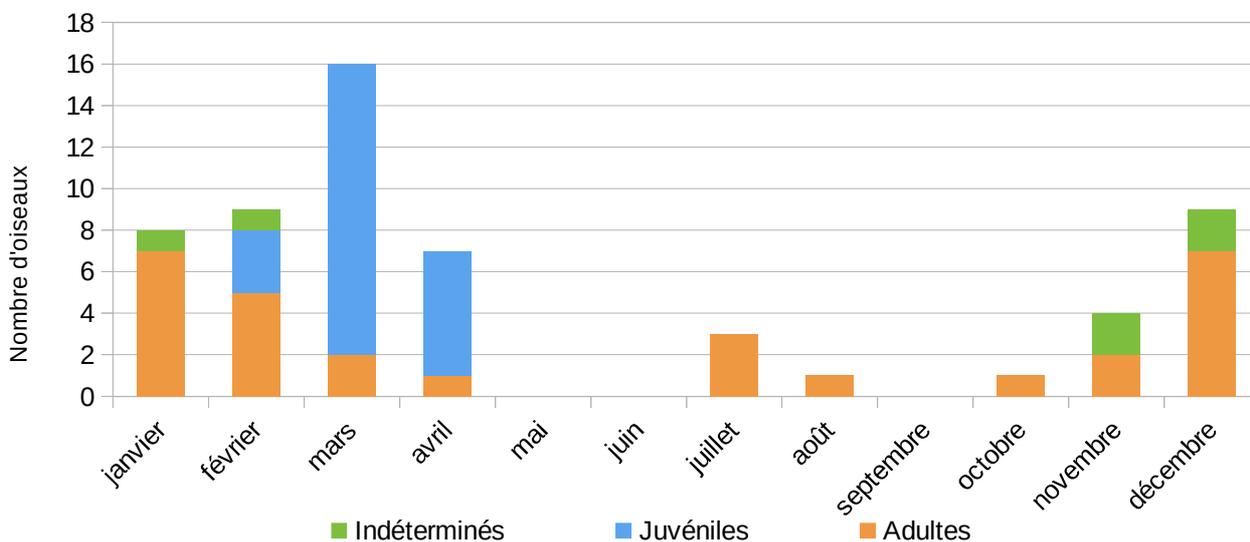


Figure 48 : Répartition des échouages de pétrels noirs de Bourbon selon les mois de l'année depuis 1995, (Source : données SEOR 2019)



2.2.2 - Répartition spatiale des échouages

Depuis 2013, les lieux précis des échouages de pétrels sont géoréférencés lors du recueil des oiseaux.

Les jeunes pétrels de Barau sont trouvés échoués principalement dans les agglomérations de l'île. Celles de la côté nord-ouest, sud-ouest et nord ainsi que dans la ville de Cilaos sont les plus concernées. Au niveau de ces agglomérations ou à proximité directe, se trouvent les grandes ravines de l'île, principaux couloirs de vol utilisés par les pétrels de Barau qui conduisent aux colonies (Figure 49).

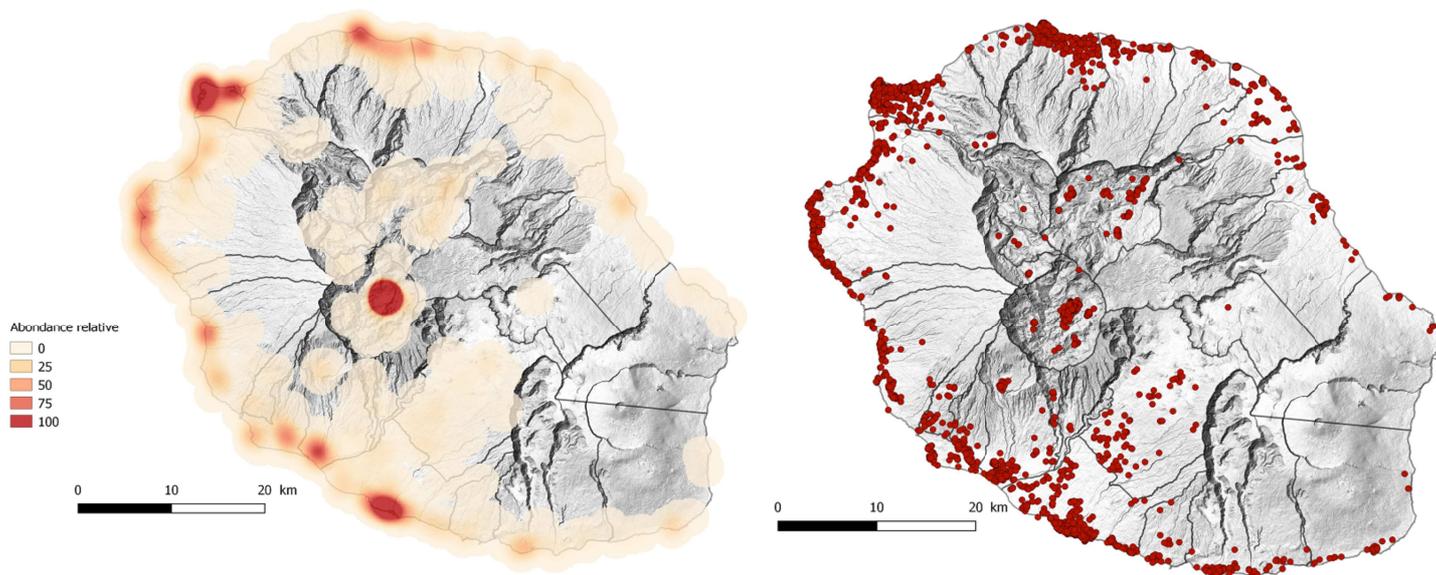


Figure 49 : Répartition spatiale des échouages de pétrels de Barau de novembre 2012 à septembre 2018 (n = 4 035) géolocalisés (à droite) et exprimés en abondance relative (à gauche) (Source : Tourmetz 2018).

L'abondance des échouages est particulièrement élevée dans les villes de Saint-Denis, Le Port, Saint-Louis, Saint-Pierre et Cilaos. Cette répartition est fortement liée à la pollution lumineuse (Figure 50), aux couloirs de déplacements entre l'océan et les colonies de reproduction (Figure 8) et à la localisation de ces dernières (les deux principales colonies étant situées en amont de Cilaos).

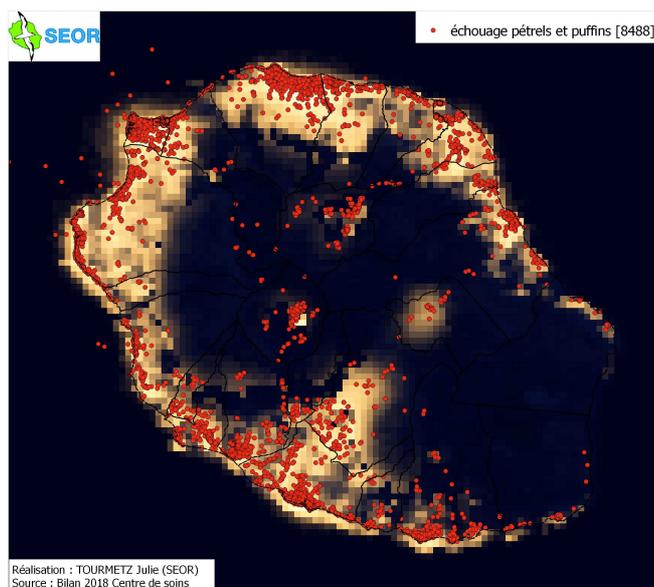


Figure 50 : Carte de la pollution lumineuse et des échouages de Pétrel de Barau et de puffins recensés entre novembre 2012 et décembre 2018 (Source : NOAA, Tourmetz 2018).

Les échouages de pétrels noirs de Bourbon se situent plutôt dans le sud-ouest de l'île, avec



également des individus recueillis à Saint-Denis, à l'Ouest et dans l'Est (Figure 43). Cela correspond principalement aux couloirs de passage des pétrels noirs de Bourbon entre les colonies et l'océan, mais jusqu'alors les seules colonies connues (2) sont dans le sud-ouest.

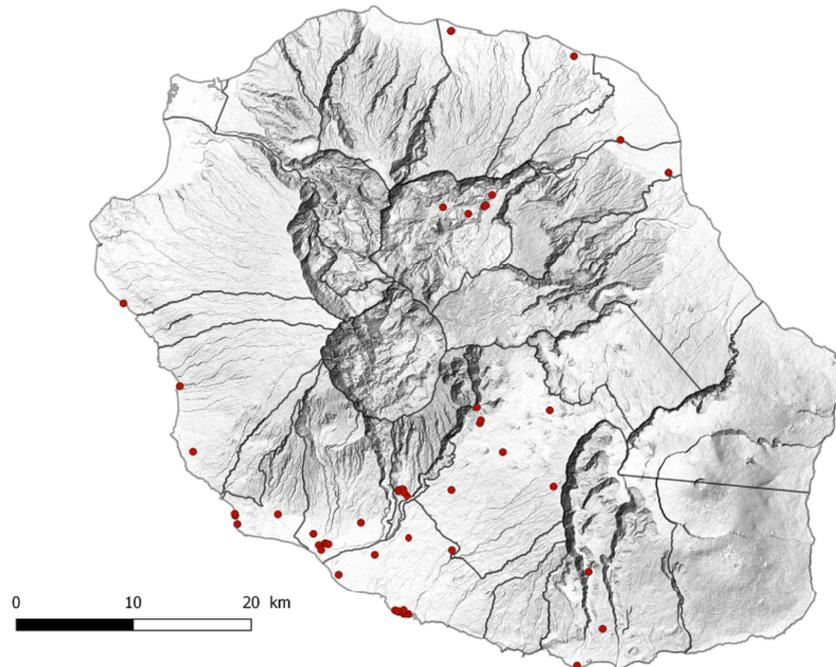


Figure 51 : Localisation des échouages de Pétrel noir de Bourbon entre 2012 et 2018 (n = 54) (Source : SEOR)

2.3 - Collisions avec des infrastructures

D'un point de vue général, les risques de collisions avec des infrastructures en mer (parcs éoliens offshore, plateformes d'exploitation, bateaux) comme sur terre (parcs éoliens, lignes électriques, infrastructures urbaines...) constituent une menace importante pour les oiseaux marins, et parmi eux, les Procellariidés semblent les plus exposés à ces risques (Gineste 2016). Des études rapportent des cas de collisions d'oiseaux marins avec différents types d'infrastructures dans la littérature internationale : sur les îles de Hawaï, une forte mortalité annuelle des adultes et juvéniles de Puffin de Newell (*Puffinus newelli*) suite aux collisions avec les lignes électriques a été mise en évidence, notamment lorsque ces lignes sont situées en travers des corridors de déplacement des oiseaux et des vallées encaissées (Podolsky *et al.* 1998 ; Ainley *et al.* 2001). Aux Antilles, des taux de collision impressionnants ont été rapportés : jusqu'à 3 oiseaux sur une période de 10 minutes (Brown 2015).

À La Réunion, l'augmentation de la population humaine et des aménagements engendre un risque de collision grandissant pour les oiseaux marins de l'île, certainement sous-estimé étant donné la difficulté à retrouver les corps des oiseaux impactés. Une étude environnementale réalisée sous une ligne à haute tension grâce à des prospections dédiées au pied des infrastructures ciblées rapporte la découverte de cadavres d'oiseaux marins victimes de collision, dont des puffins du Pacifique et des puffins de Baillon (CYATHEA 2008).

Étant donné la vitesse de déplacement des individus en vol (plusieurs dizaines de kilomètres / heure)

l'intensité des chocs est importante, entraînant souvent la mort des oiseaux. Par conséquent, ce type d'impact, même peu fréquent, peut avoir des répercussions importantes sur la démographie des populations de pétrels.

Des cartes d'évaluation du risque potentiel de collision pour le Pétrel de Barau, obtenues à partir d'imagerie radar, ont permis d'identifier les zones les plus risquées, et donc de cibler les secteurs où des mesures d'atténuation seraient à mettre en place en priorité (Gineste 2016). L'analyse a consisté, tout d'abord à évaluer les flux d'oiseaux en vol par des comptages radars de nuit. Ce flux représente un indice de vulnérabilité (plus il y a de flux et plus le site est vulnérable aux collisions). Puis, l'occupation de l'espace (tâche urbaine, réseau routier, réseau électrique...) a été évaluée en termes d'aléa de collision : plus il y a d'infrastructures, plus l'aléa est important (Figure 52).

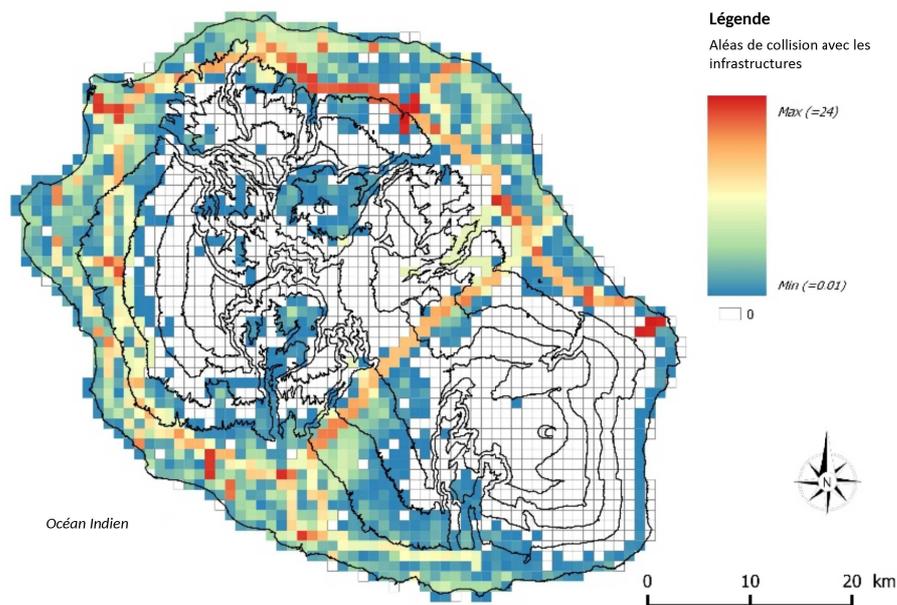


Figure 52 : Carte de l'indice de risque de collision pour le Pétrel de Barau (Source : Gineste 2016).

Cet outil permet de prédire où les collisions risquent d'être les plus fréquentes et donc d'orienter les actions de traitement des infrastructures (dispositifs anti-collisions, etc.).

Les pétrels noirs de Bourbon étant très peu nombreux, il n'a pas été possible de les distinguer à l'aide de la technologie radar, des études seraient à mener pour quantifier le risque de collision chez cette espèce. Cependant, la carte (Figure 52) montre des risques maximaux le long des couloirs de déplacements des pétrels noirs de Bourbon se reproduisant dans la zone de Grand Bassin et du Bras de La Plaine. De même la ligne électrique située en aval de la colonie de Rivière des Remparts pourrait avoir un impact.

2.4 - Dégradation de l'habitat

2.4.1 - Risques d'incendie

Bien que La Réunion soit une île tropicale humide, le risque d'incendie est présent en période sèche (d'août à décembre). L'île a subi plusieurs incendies de forêt très importants ces dernières années :



en 1988, 3 500 ha du massif forestier des Hauts de l'Ouest ont été parcourus par les flammes ; en 2010, 800 ha ont été détruits à proximité du Maïdo et en 2011, 2834 ha ont brûlé dans la zone du Grand Bénare. Ces incendies, tous d'origine criminelle, ont porté atteinte à des écosystèmes fragiles, notamment aux fourrés éricoïdes d'altitude. Ils n'ont, pour l'instant, jamais atteint les colonies de pétrels, mais le risque est, néanmoins, important compte tenu de la proximité des colonies de pétrels de Barau. Le risque incendie représente donc une menace importante pour le maintien des colonies de pétrels de Barau et de pétrels noirs de Bourbon.

Une carte de l'intensité potentielle des incendies à La Réunion a été élaborée par l'ONF (2014) et illustre bien le risque pesant sur les colonies de pétrels, notamment de Pétrel de Barau sur le Grand Bénare et de Pétrel noir de Bourbon dans le Rond des Chevrons (Figure 53).

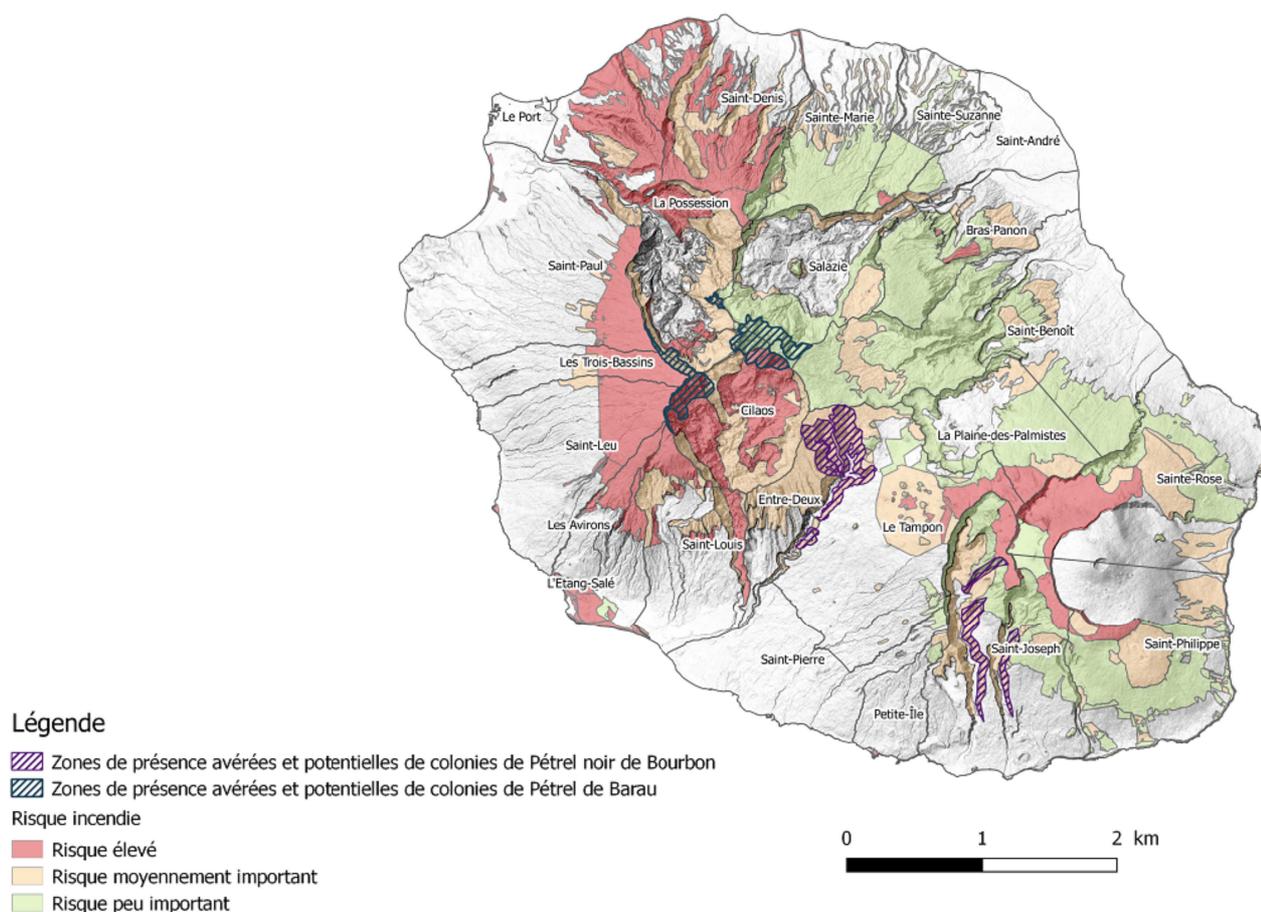


Figure 53 : Carte de l'intensité potentielle des incendies à La Réunion (Sources : ONF 2014, programme LIFE+ Pétrels).

2.4.2 - Impact potentiel des chèvres pour les pétrels de Barau

La présence, dans certaines falaises, de chèvres échappées a été signalée depuis plusieurs années à



Figure 54 : Patte d'une chèvre prise par un piège-photographique déployé devant un terrier de Pétrel (©programme LIFE+ Pétrels).

proximité des colonies de Pétrel de Barau (Probst *et al.* 2000 ; Salamolard 2008). Une chèvre et son jeune ont été observés sur les caméras et également de visu sur la colonie du Grand Bénare, à plusieurs reprises en 2016 (Boucher, *com. pers.* ; Figure 54).

L'impact des chèvres sur les colonies de pétrels de Barau est inconnu, mais leur présence pourrait induire la destruction des terriers par le piétinement, ainsi que la modification de l'habitat par le pâturage et la dispersion par zoochorie d'espèces végétales invasives.

Aucune des colonies de Pétrel noir de Bourbon n'est concernée par la présence de chèvres ou d'autres herbivores exotiques.

2.4.3 - Impact potentiel des espèces végétales invasives

Les colonies de Pétrel de Barau présentent (Huré 2019) :

- 23 % d'espèces d'origine exogène dans le groupe de relevés de hautes altitudes ;
- 10 % d'espèces d'origine exogène dans le groupe de relevés de plus faibles altitudes.

5 espèces exogènes sont présentes sur les colonies. Elles concernent uniquement la strate herbacée et la recouvrement de 21 % en moyenne : *Ageratina riparia*, *Bromus catharticus*, *Erigeron karvinskianus*, *Hypochaeris radicata* ainsi que *Verbascum thapsus*. Les espèces les plus envahissantes dans le groupe de relevés de hautes altitudes sont *Bromus catharticus* et *Hypochaeris radicata* avec respectivement 20 % et 8 % de recouvrement. Dans le groupe de relevés à plus faibles altitudes on retrouve *Erigeron karvinskianus* et *Helichrysum heliotropifolium* avec chacune 13 % de recouvrement (Huré 2019).

Les colonies de Pétrel noir de Bourbon présentent (Huré 2019) :

- 15 % d'espèces d'origine exogène sur la colonie du Rond des Chevrons ;
- 20 % d'espèces d'origine exogène sur la colonie de Rivière des Remparts.

Cependant, certaines parties de falaises proches peuvent être fortement envahies, comme par le *Lantana camara* près de la colonie de Rond des Chevrons (Source : programme LIFE+ Pétrels). Sur la colonie de la Rivière des Remparts, on retrouve 10 espèces exogènes : *Ageratina riparia*, *Ardisia crenata*, *Begonia ulmifolia*, *Erigeron karvinskianus*, *Lantana camara*, *Paspalum dilatatum*, *Pilea microphylla*, *Schinus terebinthifolia*, *Stachytarpheta urticifolia* et *Stenotaphrum dimidiatum*. Ces espèces recouvrent en moyenne 4 % de la strate arbustive haute, 6 % de la strate arbustive basse et 34 % de la strate herbacée (Huré 2019). La progression de *Lantana camara* qui peut former des recouvrements denses, pourrait devenir une forte contrainte s'il s'installe dans les colonies, en empêchant l'accès aux nids et/ou en gênant les mouvements (envols, atterrissages) des oiseaux du fait de ses épines.



2.5 - Dérangement et impacts humains directs

2.5.1 - Activités pédestres sur les colonies

Les courses d'arêtes sur les sommets de l'île peuvent passer à proximité des colonies de Pétrel de Barau, ceci explique notamment la prise d'un APPB Pétrel de Barau pour réglementer cette pratique. Aujourd'hui, cette réglementation est reprise dans la réglementation du cœur du Parc national. Hormis le passage des missions scientifiques, les autres sites de reproduction des deux espèces restent protégés des dérangements occasionnés par les activités pédestres, notamment du fait de leur difficulté d'accès.

Les colonies peuvent aussi être impactées, de façon indirecte, par les activités pédestres : l'abandon de déchets ou l'utilisation de toilettes dans la nature favorisant la prolifération des rats.

2.5.2 - Survol motorisés

L'offre touristique de découverte de l'île de La Réunion par voie aérienne s'est fortement développée ces dernières années. Les survols par des engins motorisés (hélicoptère, avion de tourisme, ULM), de plus en plus fréquents, peuvent, potentiellement, affecter les pétrels pendant la période de reproduction. Les survols pendant au-dessus des colonies de pétrels pendant cette période sensible et en fin de journée (moment où les adultes reviennent au nid), sont réglementés par l'arrêté du Directeur du Parc national du 31/08/2015, n° DIR/2015-04 portant sur la réglementation du survol motorisé aux fins de protection du Pétrel de Barau et du Pétrel noir de Bourbon dans le cœur du Parc national de La Réunion.

La colonie de Pétrel noir de Bourbon de Rivière des Remparts peut aussi être affectée par les survols, mais, de découverte récente, elle n'est pas incluse dans l'arrêté réglementant le survol.

2.6 - Braconnage

Au début des années 2000, puis en 2008 et 2015, des tirs illégaux sur des pétrels en vol avaient été signalés. Le braconnage d'individus échoués est encore signalé, mais de manière très occasionnelle. Un acte de barbarie sur un jeune Pétrel de Barau à Cilaos a fait l'objet d'un dépôt de plainte en 2015. Cependant, grâce aux nombreuses actions de communication menées et aux actions de police de l'environnement, il semble que les événements de braconnage à des fins alimentaires et les tirs sur ces espèces soient désormais marginaux.

2.7 - Risques d'émergence de maladies

Bien que l'émergence de maladies soit reconnue comme une menace majeure pour la conservation des espèces, les connaissances actuelles sur l'écologie, l'épidémiologie, et l'évolution des maladies infectieuses chez les pétrels, restent très limitées (Rodriguez *et al.*, 2019), en particulier dans un contexte de changement climatique.

En 2015, plusieurs cas de mortalités suspectes sur différentes espèces de Procellariidés ont été décrits par la SEOR (Tourmetz *com. pers.*, SEOR). Ces cas ont été pris en charge par le réseau SAGIR, réseau de surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage administré par l'ONCFS-OFB. L'un de ses objectifs principaux est de détecter précocement l'émergence de maladies dans les populations d'oiseaux et de mammifères sauvages. La suspicion de désordre immunitaire comme facteur de risque, ainsi que le manque de documentation dans la littérature scientifique, renforcent



la nécessité de mettre en œuvre une surveillance sanitaire pérenne des populations de Procellariidés (les puffins pourraient constituer des espèces sentinelles pour les pétrels : espèces indicatrices de changements de l'écosystème). Cette surveillance pourra s'articuler avec des programmes d'épidémiologie descriptive et analytique : facteurs de pathogénicité et de risques environnementaux, populationnels et individuels, dynamique de transmission, utilisation de certaines maladies comme indicateur de santé des populations... L'objectif *in fine* étant de comprendre l'impact de ces processus morbides sur les dynamiques de population et de bénéficier d'un système de détection précoce des épidémies.

Chez d'autres oiseaux marins, des mortalités importantes liées à des bactéries potentiellement introduites, comme le choléra aviaire, ont été observées sur l'île Amsterdam, dans les Terres australes françaises (Gamble *et al.* 2019).

En 2018, il a été mis en évidence que plus d'un tiers des jeunes pétrels de Barau présentaient un plumage avec un problème d'étanchéité : or, il est essentiel, pour ces oiseaux qui passent près de la moitié de leur vie posés sur l'eau en mer, d'avoir un plumage imperméable (Weimerskirch *et al.* 2018). Ce facteur pourrait donc être une cause de mortalité des jeunes pétrels.

2.8 - Changements climatiques globaux

Les oiseaux marins sont particulièrement sensibles au réchauffement climatique (synthèse : Croxall *et al.* 2012 ; Sydeman *et al.* 2012 ; Rodriguez *et al.* 2019).

L'impact principal des changements climatiques en mer est la modification de la répartition et de l'abondance des proies, ce qui les rend moins accessibles aux oiseaux marins (Spear *et al.* 2001 ; Devney *et al.* 2009). Des baisses de productivité à la base de la chaîne alimentaire et des décalages temporels entre le pic d'abondance des proies et les besoins des oiseaux marins peuvent aussi avoir lieu. Ces phénomènes peuvent avoir de nombreuses conséquences, telles que la baisse du succès reproducteur, la diminution du nombre de reproducteurs, le retard de la saison de reproduction, la diminution de la taille des œufs, la diminution de la condition corporelle des poussins ou encore l'augmentation de la mortalité des adultes (Ramos *et al.* 2002 ; Sandvik *et al.* 2012 ; Surman *et al.* 2012 ; Catry *et al.* 2013 ; Boersma & Rebstock 2014). Ainsi, l'ensemble des habitudes alimentaires et des habitats des espèces marines risqueraient d'être bouleversés, et 40% des espèces d'oiseaux marins seraient alors menacées par ces changements (Croxall *et al.* 2012). Les pétrels de La Réunion, au même titre que les autres oiseaux marins, pourraient également être impactés.

Une analyse modélisatrice, basée sur les données actuelles de la distribution océanique du Pétrel de Barau (issues de données de tracking), a été réalisée en incorporant au modèle de sélection des habitats, les prédictions de réchauffement climatique fournies par le Groupe d'Experts Environnemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) à l'horizon 2100 (Legrand *et al.* 2016). Les résultats montrent un déplacement prévisible vers le sud des habitats d'hivernage favorables, et une réduction de leur superficie. Si ces prédictions se confirment, le réchauffement climatique pourrait être une menace pour l'espèce qui pourrait rencontrer, au fil du temps, des conditions trophiques d'hivernage de plus en plus défavorables. Bien qu'il n'y ait pas d'études encore disponibles sur l'impact du changement climatique sur le Pétrel noir de Bourbon, il est raisonnable de penser que les impacts seraient similaires. Seuls les suivis sur le long terme permettront de quantifier les impacts du changement climatique sur ces deux espèces de pétrels.

Le réchauffement climatique risque, en outre, d'augmenter l'intensité et la fréquence des cyclones, ce qui constitue une menace pour les oiseaux marins. La Réunion est située dans une zone parcourue annuellement par des phénomènes météorologiques majeurs qui peuvent affecter directement les sites de reproduction des pétrels et influencer les conditions d'accessibilité et de disponibilité alimentaire en mer. Ceux-ci représentent une menace pour les pétrels par la destruction de leur habitat affectant les populations (Rodriguez 2019). Les effets des cyclones sur le succès reproducteur ont déjà été montrés pour les pétrels de Barau (Juhász 2014). Les épisodes cycloniques peuvent donc avoir un effet néfaste sur la dynamique des populations à long terme des deux espèces de pétrels.



2.9 - Pêche industrielle

2.9.1 - Captures accidentelles

Les captures accidentelles d'animaux marins qui ont lieu lors des activités de pêche industrielle (phénomène aussi appelé « bycatch ») représentent une problématique mondiale qui touchent de nombreuses espèces marines, notamment les oiseaux, tortues et mammifères marins (Lewison *et al.* 2014). Il existe une forte activité de pêche dans l'océan Indien, notamment la pêche à la palangre, connue pour occasionner une forte mortalité des oiseaux marins, en particulier dans la partie australe de l'océan Indien.

Cependant, aucun événement de mortalité induite par les engins de pêche industrielle (palangres ou sennes) ou artisanale (pêche à la traîne) n'a été reporté sur le Pétrel de Barau dans la région, malgré la présence régulière de contrôleurs des pêches à bord des palangriers réunionnais, et de nombreuses campagnes scientifiques réalisées en mer (Jaquemet *et al.* 2004 ; Le Corre, *com. pers.*). Ceci suggère que, comme d'autres espèces de pétrels tropicaux, le Pétrel de Barau n'est pas attiré par les engins de pêche en opération et n'est pas affecté par cette menace, pourtant très importante chez d'autres espèces d'oiseaux marins.

Aucun cas de mortalité n'a été reporté pour le Pétrel noir de Bourbon, cependant étant donné qu'il pêche plutôt en surface, et que les bateaux ne l'effraient pas, il pourrait y avoir un risque avec la pêche à la palangre (Shirihai 2014). La rareté de l'espèce pourrait également expliquer l'absence de signalement lors des campagnes scientifiques et par les contrôleurs des pêches.

2.9.2 - Surpêche

Comme de nombreux oiseaux marins tropicaux, les pétrels s'associent à certaines espèces de thon pour se nourrir : les thons, lorsqu'ils sont en chasse, repoussent les proies à la surface, les rendant accessibles aux oiseaux marins (Jaquemet *et al.* 2004).

La pêche thonière industrielle, en particulier la pêche à la senne, engendre des risques de surexploitation de ces espèces de thon. Dans l'océan Indien, l'albacore (*Thunnus albacares*) est, d'ores et déjà, menacé par la surpêche (CTOI 2016). Cette surpêche pourrait avoir des effets sur les oiseaux marins, dont les pétrels : en effet, une diminution significative des effectifs de thon entraînerait une diminution de l'accès aux proies épipelagiques pour les oiseaux marins, ce qui pourrait avoir des effets en cascade sur leur démographie (Le Corre & Jaquemet 2005). Cette forme de compétition indirecte est, néanmoins, très difficile à mettre en évidence et n'a pas été démontrée.

2.10 - Pollution plastique

La pollution plastique des océans est un phénomène mondial mettant en jeu des concentrations élevées (jusqu'à 580 000 éléments plastiques par km²) augmentant de façon exponentielle (Cózar *et al.* 2014). La consommation de plastique par la faune marine constitue également un phénomène en pleine expansion, et les oiseaux marins sont particulièrement vulnérables à ce type de pollution.

Une étude de modélisation du risque de pollution plastique chez les oiseaux marins prédit que du plastique sera trouvé dans les voies digestives de 99% des espèces d'oiseaux marins d'ici 2050, et que 95% des individus au sein de ces espèces auront ingéré du plastique d'ici la même année (Wilcox *et al.* 2015). L'ingestion de particules plastique peut provoquer l'obstruction de l'estomac, des blessures internes ou la mortalité par un transfert de toxines, ainsi qu'un effet potentiel sur la reproduction (Teuten *et al.* 2009 ; Lavers *et al.* 2014). Des taux importants d'ingestion ont été



documentés en nouvelle Calédonie (Berr *et al.* 2020) chez le Pétrel de Tahiti (*Pseudobulweria rostrata*), et le Pétrel de Gould's Petrel (*Pterodroma leucoptera*).

Une étude, publiée en 2019, sur l'ingestion de plastique par les oiseaux marins de l'océan Indien, montre que le Pétrel de Barau et le Puffin tropical sont particulièrement touchés. L'analyse montre que du plastique est retrouvé dans 63 % des contenus stomacaux des pétrels de Barau (n=62) (Cartraud *et al.* 2019). Cette étude montre aussi que les tractus digestifs des jeunes Pétrel de Barau contiennent significativement plus de particules plastique, et une masse totale de plastique plus importante que les adultes. Ces premiers résultats sont très inquiétants et montrent, d'une part, que les habitats océaniques utilisés par les pétrels de Barau sont pollués par le plastique (comme la plupart des secteurs océaniques mondiaux) et, d'autre part, que les pétrels consomment ce plastique, soit directement, en le confondant avec des proies, soit indirectement, en consommant des proies ayant elles-mêmes ingéré du plastique (Cartraud *et al.* 2019). Les conséquences à long terme de cette forme de pollution de la chaîne trophique ne sont, actuellement, pas connues.

Concernant le Pétrel noir de Bourbon, trop peu de cadavres sont disponibles pour réaliser des analyses de contenus stomacaux. Cependant, un individu recueilli par le centre de sauvegarde et autopsié présentait des particules de plastique (Cartraud *et al.* 2019), et, il a été trouvé dans les terriers de reproduction, à quatre reprises, des morceaux de fil de pêche bleus et, une fois, un morceau de sachet plastique, laissant supposer que les poussins nourris avec ces déchets les ont potentiellement régurgités (Dubos *com. pers.*).

2.11 - Autres pollutions marines

2.11.1 - Métaux lourds

Les données issues d'analyses faites sur des pétrels de Barau collectés entre 2002 et 2004 montrent des taux relativement importants de mercure et de cadmium, en particulier chez les adultes, mais ces teneurs sont dans la moyenne de ce qu'on trouve chez ce type d'oiseaux marins, qui sont connus pour bioaccumuler beaucoup, sans que cela ne soit un signe de pollution (Kojadinovic *et al.* 2007). Cependant, cette analyse mériterait d'être actualisée car des conséquences démographiques peuvent être enregistrées (voir par exemple Goutte *et al.* 2015).

2.11.2 - Hydrocarbures

Les aires d'alimentation et d'hivernage du Pétrel de Barau se superposent à certaines routes maritimes importantes qui traversent l'océan Indien, entre l'Asie et l'Afrique du Sud (Le Corre *et al.* 2012). Ce trafic maritime donne lieu à des dégazages chroniques, provoquant de la pollution en surface par des hydrocarbures, et donc de la mortalité des oiseaux marins, particulièrement sensibles à ce type de pollution. Étant donné les résultats de télémétrie, les deux espèces de pétrels se trouvent sur des voies commerciales de navires. Cependant, aucune pollution de ce type n'a, à ce jour, été observée chez ces deux espèces.

2.11.3 - Polluants Organiques Persistants (POPs)

Les POPs ont un impact certain sur l'environnement et sur la faune marine, en particulier les perturbateurs endocriniens (Tanabe 2012). Jusqu'alors, aucune étude de l'effet de ces polluants sur les oiseaux marins de La Réunion n'a été effectuée dans l'océan Indien.



2.12 - Risque potentiel d'éboulement

Les colonies de Pétrel noir de Bourbon se situent dans des zones très verticales pouvant être instables et sensibles à des éboulements. Ce type d'événement pourrait induire la destruction de certains terriers de Pétrel noir de Bourbon et même la disparition totale de certaines colonies lors de gros phénomènes d'effondrement de pan entier de falaise.

Les sites où se situent les colonies de Pétrel de Barau, sont, quant à eux, peu, voire pas concernés.

2.13 - Bilan des menaces et des besoins en connaissances sur les espèces

Au regard des connaissances actuelles, et du contexte propre aux colonies suivies, les pétrels doivent faire face à 19 catégories de menaces. Celles-ci peuvent être hiérarchisées en fonction de l'ampleur de l'impact négatif qu'elles ont sur les populations (Tableau 8).

Légende Tableau 8

Niveau d'impact :

- **Non évalué** : il s'agit d'une menace suspectée pour les espèces, mais dont l'impact n'est pas connu
- **Faible** : peu d'effets sur les populations
- **Moyen** : effets non négligeables sur les populations
- **Fort** : menace les populations à court terme

Niveau de connaissances :

- **Mauvais** : aucune étude menée, impact inconnu
- **Moyen** : informations disponibles, mais impact mal évalué
- **Bon** : menace avérée, bien connue, impact évalué



Tableau 8 : Bilan du niveau de connaissance et du niveau d'impact des menaces sur les pétrels, PB = Pétrel de Barau ; PNB = Pétrel noir de Bourbon

Catégorie de Menace	Espèces	Origine	Niveau d'impact	Niveau de connaissance	Sources bibliographiques	Actions
Prédation chats	PB + PNB	Anthropique	Fort	Bon	Rodriguez <i>et al.</i> 2019 ; Pinet <i>et al.</i> 2016 ; Medina <i>et al.</i> 2011 ; Cheke 2010 ; Dumont <i>et al.</i> 2010 ; Russel <i>et al.</i> 2009 ; Faulquier <i>et al.</i> 2009 ; Le Corre 2008 ; Doherty <i>et al.</i> 2004 ; Peck <i>et al.</i> 2004	5.1
Prédation rats	PNB	Anthropique	Fort	Bon	Rodriguez <i>et al.</i> 2019 ; Cheke 2010 ; Russell <i>et al.</i> 2009 ; Jones <i>et al.</i> 2008 ; Fontaine 2006	5.2
	PB		Moyen	Bon		
Pollution lumineuse	PB + PNB	Anthropique	Fort	Bon	Rodriguez <i>et al.</i> 2019 ; Rodriguez <i>et al.</i> 2017 ; Tourmetz 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 ; Pinet 2012 ; Le Corre <i>et al.</i> 2002	3.6 / 5.6
Incendie	PB + PNB	Anthropique	Fort	Moyen	ONF 2017	5.4
Pollution plastique	PB + PNB	Anthropique	Fort	Moyen	Cartraud <i>et al.</i> 2019 ; Rodriguez <i>et al.</i> 2019 ; Cartraud 2016 ; Wilcox <i>et al.</i> 2015 ; Lavers <i>et al.</i> 2014 ; Teuten <i>et al.</i> 2009	4.3
Changement climatique	PB + PNB	Anthropique	Fort	Moyen	Rodriguez <i>et al.</i> 2019 ; Legrand <i>et al.</i> 2016 ; Boersma & Rebstock 2014 ; Catry <i>et al.</i> 2013 ; Croxall <i>et al.</i> 2012 ; Sydeman <i>et al.</i> 2012 ; Sandvik <i>et al.</i> 2012 ; Surman <i>et al.</i> 2012 ; Devney <i>et al.</i> 2009 ; Ramos <i>et al.</i> 2002 ; Spear <i>et al.</i> 2001	4.2
Cyclone	PNB	Naturel	Non évalué	Mauvais	Juhasz 2014	/
	PB		Fort	Bon	Rodriguez <i>et al.</i> 2019	
Braconnage	PB + PNB	Anthropique	Faible	Moyen	Rodriguez <i>et al.</i> 2019	2.3
Prédation/Compétition Tangué	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Cheke 2010 ; Faulquier <i>et al.</i> 2009	4.1
Maladies	PB + PNB	Anthropique/Naturel	Non évalué	Mauvais	Rodriguez <i>et al.</i> 2019 ; Weimerskirch <i>et al.</i> 2018	5.8 / 4.5
Espèces végétales invasives	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Huré, 2019	4.1
Dérangement ³	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Rodriguez <i>et al.</i> 2019	2.3
Survol motorisé	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Rodriguez <i>et al.</i> 2019	/
Collision	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Gineste 2016 ; CYATHEA 2008 ; Brown 2015 ; Ainley <i>et al.</i> 2001 ; Podolsky <i>et al.</i> 1998	4.6
Pêche industrielle ⁴	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Rodriguez <i>et al.</i> 2019 ; Shirihai 2014 ; Jaquemet <i>et al.</i> 2004 ; Le Corre & Jaquemet 2005	4.3
Métaux lourds	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Kojadinovic <i>et al.</i> 2007	4.3
Hydrocarbures en mer	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Rodriguez <i>et al.</i> 2019 ; Le Corre <i>et al.</i> 2012	
Polluants Organiques Persistants	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Tanabe 2012	4.3
Piétinement par chèvres	PB + PNB	Anthropique	Non évalué	Mauvais	Salamolard 2008 ; Probst <i>et al.</i> 2000	4.1
Éboulements	PNB	Naturel	Non évalué	Mauvais	/	/

Même si la connaissance sur la biologie du Pétrel de Barau et du Pétrel noir de Bourbon et les

³ Lors des passages et interventions sur les colonies de suivi

⁴ prise accidentelle, surpêche et attraction par les lumières



menaces qui pèsent sur leurs populations s'est largement améliorée ces dernières années, le niveau de connaissance reste inégal, en fonction des différentes thématiques d'étude, variant entre des sujets maîtrisés (nombreux articles scientifiques disponibles à l'échelle locale et internationale) et d'autres, pour lesquels des premières pistes sont disponibles avec les premiers résultats de stage et des données brutes de terrain.

Des résultats sont à conforter et certaines questions concernant la conservation des pétrels persistent, c'est pourquoi il est prévu, dans le cadre de ce nouveau PNA, de poursuivre des études au moins sur les questions suivantes :

La biologie des espèces :

- Relations intraspécifiques : existe-t-il une compétition intraspécifique dans certaines colonies de Pétrel noir de Bourbon (ex : cas de la colonie de Rivière des Remparts) ? Quelles en sont les conséquences démographiques sur la population ? Quelles solutions pourraient réduire ce phénomène ?
- Maladies : quels sont les pathogènes présents, et quels sont leurs impacts ? Quel est le risque de transmission entre les interfaces domestiques-sauvages (élevages aviaires), humaine-sauvage (zoonoses) et sauvages-sauvages (diffusion entre colonies) ? Quelles sont les causes du manque d'imperméabilité du plumage des jeunes pétrels de Barau ? Dans le cas des mortalités anormales de Procellariidés recueillis par le centre de sauvegarde, quelles sont les causes et conséquences sur la dynamique de population de ces espèces ?
- Suivi des populations : quelle est la dynamique des populations des deux espèces ? Comment les populations de Pétrel noir de Bourbon sont structurées en termes d'âge et de sexe-ratio ? Quelle est la taille des populations des deux espèces ? Quels sont les paramètres démographiques des populations de ces deux espèces (fidélité au site, au partenaire, taux de survie adulte et juvénile...) ? Avec les paramètres démographiques affinés, quelle serait l'évolution démographique (simulation), notamment pour le Pétrel noir de Bourbon, en incluant des effets de sénescence d'une partie de la population ? De là, quels sont les paramètres démographiques sur lesquels il sera nécessaire et urgent d'intervenir en termes de conservation (nombre de terriers protégés, succès reproducteur, survie des adultes...) ?
- Nouvelles colonies : où se situent les autres colonies de Pétrel noir de Bourbon ? Avec la technique de définition des habitats favorables, dans quelles zones de l'île faut-il poursuivre des prospections ? Quelle est la taille des populations dans ces colonies ? Quelles menaces, réelles et potentielles, sont présentes dans ces colonies ?
- Habitat : quel est l'habitat terrestre optimum pour les pétrels ? Quelle est la répartition en mer des pétrels noir de Bourbon ?
- Génétique : la génétique des pétrels de Barau et des pétrels noirs de Bourbon nous permet-elle d'identifier de nouvelles populations jusqu'alors non inventoriées ?



Les menaces sur les espèces :

- Pollution lumineuse : quelle proportion de la population est impactée? Quelle proportion d'adultes/juvéniles et mâles/femelles est touchée ? Quelle est la survie des oiseaux secourus ? Quels sont les phénomènes biologiques qui rendent les pétrels sensibles aux éclairages artificiels ?
- Collisions : quel est l'impact des collisions sur les populations de pétrels ? Quels types d'infrastructures sont impactants et quelle est leur répartition ? Quels sont les moyens efficaces pour réduire cet impact ?
- Prédateurs/compétiteurs potentiels introduits : quel est l'impact du Tangué dans les colonies de Pétrel noir de Bourbon ? Existe-t-il des cas de prédation par les tangués des œufs ou des poussins de Pétrel noir de Bourbon ? Quel est l'impact des chèvres sur l'habitat du Pétrel de Barau ? Quelle est la densité de chèvres ? Est-ce que les chèvres dégradent l'habitat / les terriers de Pétrel de Barau ?
- Chats : quelles sont les modalités de re-colonisation des colonies de pétrels par les chats ? Quelles sont les nouvelles technologies existantes pour contrôler les chats ?
- Changements globaux : quels sont les impacts du changement climatique sur l'accès à la ressource alimentaire en mer, sur la dynamique des populations, en lien avec l'augmentation potentielle des phénomènes cycloniques, sur la modification potentielle de l'habitat terrestre (impact sur la végétation indigène, risque de développement d'espèces invasives) ?
- Pollution plastique : quel est l'impact de l'ingestion de plastique sur la survie (adultes et des juvéniles), le succès reproducteur ?
- Pollutions en mer : quels sont les impacts des concentrations de métaux lourds chez ces deux espèces ? Quelles sont les concentrations de POPs chez ces deux espèces ? Quels impacts ont-elles sur les populations ?



3 - Actions déjà réalisées en faveur des pétrels

Cette partie propose une synthèse des actions réalisées en faveur de ces deux espèces, dans le cadre de deux plans précédents :

- le PDC en faveur du Pétrel de Barau, (*Pterodroma barau*), 2008-2016
- le PNA en faveur du Pétrel noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*) 2012-2017.

Pour plus de détails, vous pouvez vous référer à l'évaluation de ces deux documents : du PDC Pétrel de Barau (Faulquier 2017) et du PNA en faveur du Pétrel noir de Bourbon (Virion 2019). De plus, le programme LIFE+ Pétrels fera l'objet d'un bilan en juillet 2020.

3.1 - Actions réglementaires

3.1.1 - Législation concernant les sites de reproduction

Afin de protéger les sites de reproduction du Pétrel de Barau et du Pétrel noir de Bourbon, certaines mesures législatives ont été prises :

- En 2001, l'accès aux sites de reproduction des pétrels de Barau a été réglementé par l'arrêté préfectoral de Protection de Biotope (APPB) N°01-0651/SG/DAI/3, qui a été abrogé en 2011, car la réglementation de cet APPB a été reprise dans celle du Parc national de La Réunion en 2008.
- En 2006, un APPB (N°06-4368) a été créé pour protéger les biotopes de nidification et de passage du Pétrel noir de Bourbon. Celui-ci ne prend pas en compte la colonie de Rivière des Remparts, découverte ultérieurement en 2016.
- En 2008, la délibération N°2008-07 du Conseil d'Administration du Parc national a maintenu des modalités d'application de la réglementation identiques à celles de l'APPB Pétrel de Barau. Ces délimitations ont ensuite été intégrées à la carte des vocations de préservation des espaces de naturalité à enjeux en zone de cœur de Parc national. Les modalités d'application de la réglementation dans ces zones sont définies à l'Annexe 1.1 de la Charte du Parc national et, notamment, la modalité 26 relative à l'accès, à la circulation et au stationnement des personnes, des animaux domestiques et des véhicules non motorisés.
- L'arrêté N° DIR/SAADD/2009-01 du 10 juin 2009 fixe les dispositions relatives aux dérogations d'autorisation de manifestations publiques dans le cœur du Parc national de La Réunion auxquelles sont soumis les organisateurs de courses de montagne dont les itinéraires peuvent passer à proximité des zones sensibles pour les pétrels.
- Le 31 août 2015, le Parc national de La Réunion a réglementé le survol motorisé, ainsi que la dépose et la reprise de matériels et de personnes (Arrêté N° DIR/2015-04), afin de protéger les colonies au sein du cœur de parc, ce qui comprend les colonies de Pétrel de Barau et une partie de la colonie du Rond des Chevrons.

Dans leurs champs de compétences, la DEAL et le Parc national instruisent, chaque année, des dossiers de demande de dérogation à ces réglementations.



3.1.2 - Législation concernant les chats errants et harets

Au titre de la réglementation en vigueur, le chat est un animal domestique (Arrêté ministériel du 11 août 2006) et, il est interdit, pour un propriétaire, de laisser divaguer ses animaux (Article L211-19-1 du Code rural et de la pêche maritime). Un chat est considéré en état de divagation, lorsqu'il est non identifié et qu'il se trouve à plus de 200 mètres des habitations, ou lorsqu'il est trouvé à plus de 1 000 mètres du domicile de son maître et qu'il n'est pas sous la surveillance immédiate de celui-ci, ou lorsque son propriétaire n'est pas connu et qu'il est saisi sur la voie publique ou sur la propriété d'autrui (Article L211-23). Il relève de la responsabilité des maires de limiter la divagation des chats (Article L211-22). Les animaux errants capturés sont alors amenés en fourrière (Article L211-24) afin de vérifier s'ils ont un propriétaire, l'identification par celui-ci étant obligatoire (marquage par puce électronique ou tatouage et inscription sur le fichier national) (Article L212-10, Article D212-63). Si l'animal est adoptable, il peut être cédé à un refuge. Dans le cas contraire, si au bout d'un délai minimum de quatre jours ouvrés (Article L271-5, Article R271-9), le propriétaire n'est pas venu réclamer son animal, le vétérinaire peut choisir de procéder à son euthanasie. Si le vétérinaire atteste que l'animal (qui n'a pas de propriétaire) est en grande détresse physique et/ou psychologique, et qu'il n'est pas adoptable, il peut choisir de procéder à l'euthanasie sans délai.

La réglementation ne distingue pas des chats domestiques, les chats errants ou les chats « haret » : qui n'ont pas de propriétaire et qui sont retournés à l'état sauvage. Or, ces derniers sont présents dans tous les milieux naturels de l'île, y compris dans les colonies de pétrels. Il est possible de les capturer, puis de les amener en fourrière. Cependant, certains chats, identifiés sur les pièges-photo, ne se laissent pas prendre par la méthode des cages-pièges. En effet, la multiplication de différentes méthodes de lutte est nécessaire pour éliminer tous les individus d'une zone en milieu naturel.

Pour rendre cette action plus efficiente, un groupe de travail sur la réglementation concernant les chats harets en milieu naturel a été mis en place, dans le cadre de l'action A1a du programme LIFE+ Pétrels. Un arrêté préfectoral (n°2017-201) a ainsi été signé le 6 février 2017. Celui-ci autorisait l'emploi de méthodes complémentaires pendant deux ans (euthanasie sur place et sans délai, après capture par cage, utilisation de pièges létaux) pour améliorer le contrôle des chats dans des zones prioritaires très ciblées autour des colonies de reproduction des pétrels inaccessibles. L'euthanasie sur place n'a pas été réalisée, cet arrêté a néanmoins permis la capture de plusieurs chats, dont certains qui évitaient les cages de capture classiques, et a ainsi démontré son utilité. Il a été attaqué par l'ONG « One voice » le 23 février 2017. La requête de l'association One Voice a été rejetée par jugement du 3 octobre 2019. L'autorisation couverte par cet arrêté préfectoral est arrivée à échéance en février 2019 et n'a pas été renouvelée.

Enfin, suite à la découverte d'un chat présent plusieurs mois dans la colonie de Pétrel noir de Bourbon de rond des chevrons, le Directeur du Parc national de La Réunion a pris le 28 juillet 2020 « l'Arrêté n° 2020/088 relatif à la limitation en urgence de la population de chats menaçants gravement le site de nidification de « rond des chevrons » du Pétrel noir de Bourbon dans le Parc National de La Réunion » autorisant pour trois mois l'utilisation des dispositifs létaux « Steve Allan Conibear-kill trap » et « Timms kill trap » géo-référencés, ayant satisfait aux tests du comité d'éthique « Animal Welfare Act » de Nouvelle-Zélande ». Cet arrêté a été reconduit pour trois mois jusqu'au 28 décembre 2020. Un nouvel arrêté permanent du Parc national sera pris en 2021.

3.1.3 - Législation concernant les déchets

Depuis 2007, la réglementation propre au cœur du Parc national vient rappeler la législation en vigueur (Code forestier) et elle est reprise dans la Charte du Parc, adoptée en 2014, qui a largement été diffusée. La Charte du Parc national stipule bien l'interdiction d'abandonner des déchets en dehors des dispositifs prévus à cet effet, et incite à ramener ses déchets avec soi. Aussi, depuis 2009, un arrêté N° DIR/SAADD/2009-01 portant « réglementation de l'organisation et du déroulement des manifestations publiques dans le cœur du Parc national de La Réunion » prévoit,



notamment, de limiter l'abandon des déchets associés en prévenant, contrôlant et, le cas échéant, sanctionnant les organisateurs et les participants contrevenants.

Enfin, l'ONF publie en 2013 la Directive et le Schéma Régional d'Aménagement (DSRA) de l'île de La Réunion, dans lesquels, il acte sa volonté de supprimer progressivement les poubelles pour réduire le volume des déchets à gérer (ramassage, transport, stockage).

Ces déchets est connus pour attirer les rats et les chats qui peuvent être favorisés par ces sources de nourriture et potentiellement augmenter localement leur population, augmentant ainsi les risques pour les pétrels lorsque ces déchets sont présents à proximité des colonies.

3.1.4 - Législation concernant les éclairages

Depuis 2009, à travers quatre textes de loi (Loi Grenelle I et II, Loi de transition énergétique pour la Croissance Verte et Loi de reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages), l'État français cible les éclairages artificiels pouvant à la fois être source de gaspillage énergétique, et pouvant nuire à la faune, à la flore, aux écosystèmes, ou à l'observation du ciel nocturne.

L'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses a abrogé celui du 25 janvier 2013. Ils complète la réglementation en étendant son champ à toutes les installations d'éclairage défini à l'article R. 583-1 et ajoute aux prescriptions de temporalité des prescriptions techniques.

Le second arrêté du 27 décembre 2018 fixe la liste et le périmètre des sites d'observation astronomique exceptionnels en application de l'article R. 583-4 du Code de l'environnement. Il concerne l'observatoire astronomique des Makes.

Ces réglementations s'appliquent aux collectivités, entreprises et organisations, mais ne couvrent pas le domaine résidentiel.

3.2 - Recherche de colonies

Les jumelles thermiques sont des outils qui permettent d'observer une image en dégradé de gris en fonction de la température. Elles sont utilisées pour localiser les oiseaux en vol (Figure 55) et l'endroit où ils se posent dans les remparts (Dubos *et al.* 2016). Elles ont pu être utilisées grâce à une collaboration entre le Parc national de La Réunion et celui du Mercantour, avec l'assistance de M. Gérard Millischer. Au total, près de 300 heures d'observation ont été réalisées (Tableau 9). La localisation d'oiseaux qui se posent au sol permet alors de programmer des prospections de terrain. C'est ainsi que les deux colonies de reproduction de Pétrel noir de Bourbon ont été découvertes.

Tableau 9 : Bilan des prospections effectuées aux jumelles thermiques
(Source : programme LIFE + Pétrels).

Saison de reproduction	Nombre de sites prospectés	Nombre de sites avec PNB	Heures d'observation
2015/2016	6	4	101
2016/2017	15	4	106
2017/2018	11	7	28,5
2018/2019	10	6	62



Figure 55 : Pétrel noir de Bourbon observé avec les jumelles thermiques : on voit les aisselles et la tête chaudes (en noir) indiquant que l'oiseau se reposait dans un terrier (© programme LIFE+ Pétrels).



3.3 - Lutte contre les chats harets et errants

Les chats harets et errants étant la principale menace sur les pétrels endémiques de La Réunion (Faulquier *et al.* 2009), des actions de contrôle des populations ont été réalisées.

À partir de 2004, un petit nombre de cages-pièges a été déployé de manière ponctuelle sur les colonies d'étude du Bras des Étangs puis du Grand Bénare (2008) pour palier à l'urgence de la situation décrite (nombreux cadavres de pétrels observés) lors des premières missions de suivi.

En 2010 et 2011, des opérations de contrôle des chats à plus grande échelle, proches des colonies, ont été entreprises par l'ONF sur commande du Parc national (grâce à un financement du Parc national), à l'aide de cages pièges sur les secteurs du Maïdo au Grand Bénare et, de Cilaos au Piton des Neiges (à proximité des deux colonies étudiées).

Suite à la rédaction du PNA Pétrel noir de Bourbon en 2012 (Riethmuller *et al.*, 2012), et devant l'urgence du statut de conservation de cette espèce, les acteurs impliqués (SEOR, ONF et Parc national) ont concentré leurs efforts de capture sur des secteurs proches des sites supposés de nidification de cette espèce, autour de Grand Bassin. Cette mobilisation s'est aussi traduite par la création de l'Association pour la Valorisation de l'Entre Deux Monde (AVE2M) le 18 juillet 2012. Elle a pour objectif de protéger le milieu naturel et les pétrels en luttant contre la faune et la flore invasive, tout en valorisant l'insertion professionnelle et le retour à l'emploi. Les agents de cette association réalisent des actions en faveur des pétrels, telles que les captures de chat en milieu naturel, la sensibilisation du grand public, le ramassage de déchets en milieu naturel... Les captures se sont depuis poursuivies chaque année lors de campagnes annuelles.

En 2014, de nouveaux dispositifs ont été placés sur les secteurs du Maïdo et du Grand Bénare (Parc national). Par ailleurs, la participation de l'AVE2M a permis de déployer des moyens pour le contrôle des chats harets et errants sur le territoire de 4 communes : Cilaos et Saint-Louis qui concernent directement les pétrels de Barau et l'Entre Deux et Le Tampon qui concernent directement les pétrels noir de Bourbon. L'AVE2M, avec ses nombreux agents (entre 40 et 70, selon les années), a mis en place un dispositif massif sur de nouvelles zones périphériques, au niveau des Makes.

Entre 2015 et juillet 2020, l'action de contrôle des chats harets sur les colonies a été coordonnée dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels (Action C1), et depuis par le Parc national. Des opérations concertées avec l'AVE2M et les équipes du Parc national sont menées dans les zones périphériques des colonies.

En parallèle, une étude sur le comportement des populations de chats harets (Action A4 du LIFE+ Pétrels) a permis d'améliorer le protocole de capture en augmentant son efficacité et en abaissant le coût des opérations de contrôle (Avargues 2016). Les recommandations de ce rapport indiquent qu'il est possible de disposer moins de cages, plus espacées entre elles dans les milieux ouverts (1 000 m), alors que dans les milieux fermés, les cages doivent être plus proches (500 m). D'autre part, les cages se montrent plus efficaces lorsqu'elles sont placées à proximité des sentiers et intersections. Ce nouveau protocole de capture a été mis en place sur le terrain dès juin 2016. L'efficacité de ce nouveau protocole est validée par les résultats de la Figure 57. Avec moins de cages (effort de capture moins important), il est possible de maintenir un indice de capture constant.

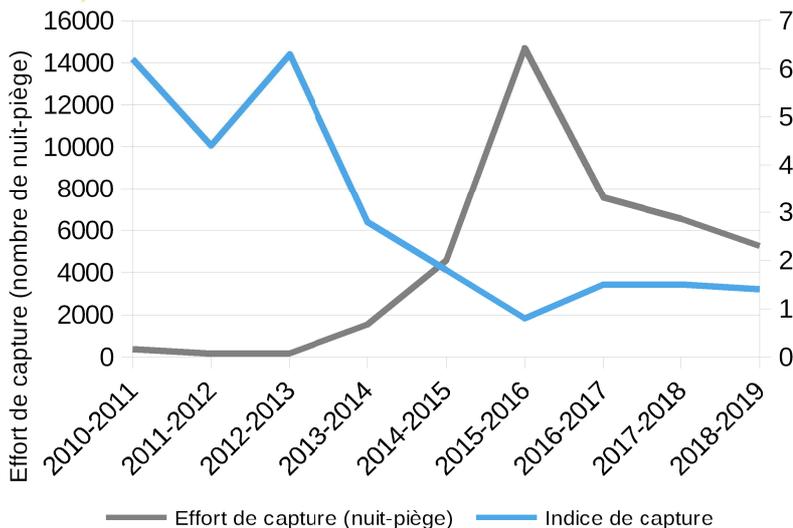


Figure 57 : Evolution de l'effort de capture et de l'indice de capture-chats en fonction des saisons de reproduction du Pétrel de Barau et du Pétrel noir de Bourbon (Source : LIFE+ Pétrels)

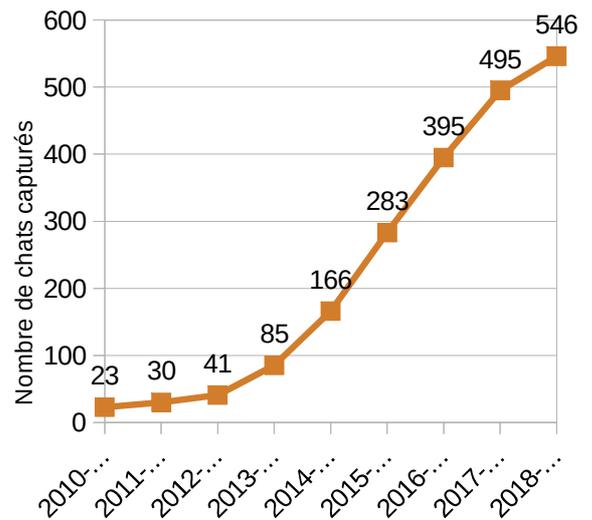


Figure 56 : Cumul du nombre de captures-chats depuis la saison 2010-2011 (Source : programme LIFE+ Pétrels)

Au total, 546 chats harets et errants ont été capturés sur les colonies et sites proches des colonies de reproduction de pétrels entre 2010 et 2019 (Figure 56).

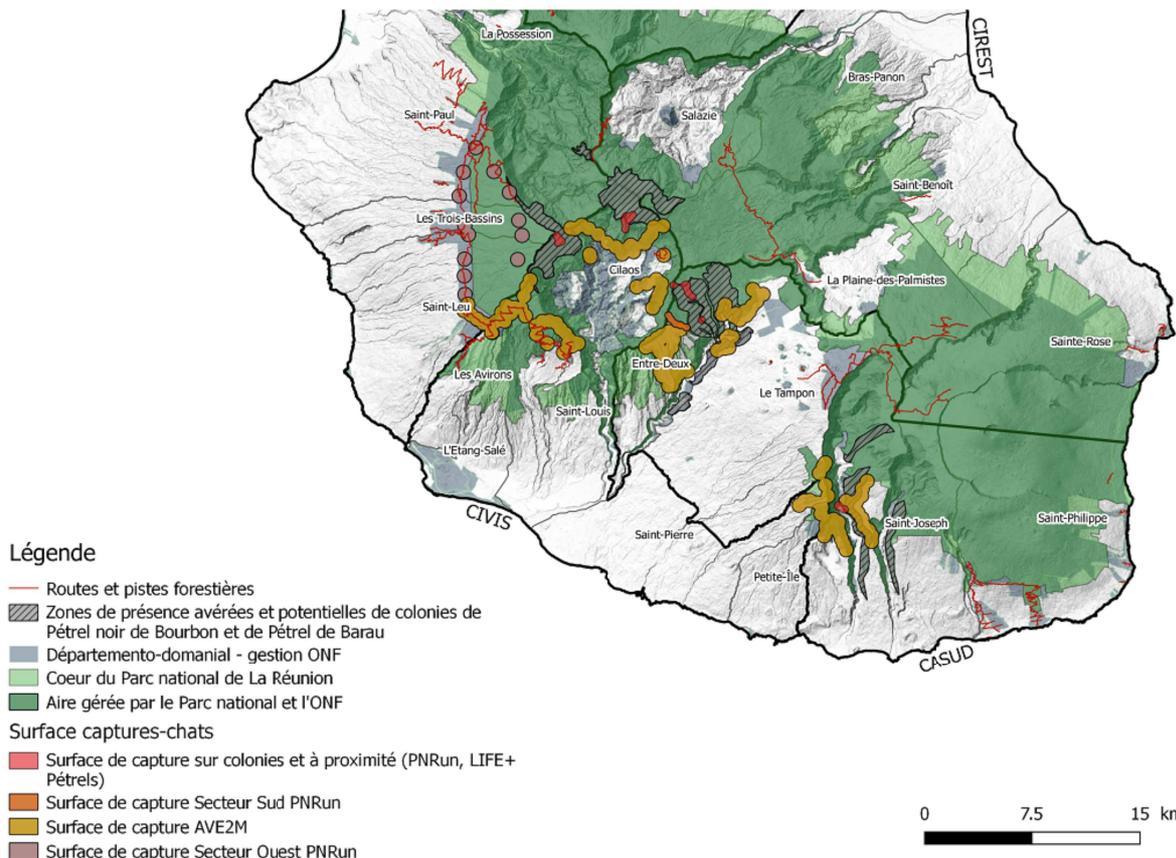


Figure 58 : Cartographie de l'action de contrôle des chats par les différentes structures en 2019. Le rayon d'action d'une cage-piège est de 250 m en milieu fermé et 500 m en milieu ouvert (Avargues 2016) (Sources : programme LIFE+ Pétrels, PNRun, AVE2M)

Les zones de captures étaient réparties entre le Parc national, l'équipe du programme LIFE+ Pétrels et l'AVE2M et représentaient une surface de 83,4 km² (Figure 58).



La mise en application de l'arrêté préfectoral du 6 février 2017 autorisant le Parc national à utiliser des pièges létaux pour les chats harets situés dans les sites de nidification du Pétrel de Barau et du Pétrel noir de Bourbon a permis l'élimination de 8 individus qui avaient déjà été observés sur les pièges-photo et n'avaient pas pu être capturés par le piégeage classique. Ces nouveaux dispositifs permettent de capturer les chats sept fois plus rapidement qu'avec les cages-piège (source LIFE+ Pétrels). Le nouvel arrêté pris par le Directeur du Parc national en 2020 a permis de capturer 6 chats de plus.

3.4 - Lutte contre les rats

Les rats sont présents sur toute l'île et notamment sur les colonies des pétrels. En s'attaquant aux œufs et aux poussins, ils peuvent avoir un impact important sur les populations, et plus particulièrement sur celles du Pétrel noir de Bourbon (cf. 2.1.2). Depuis 2016, la dératisation est effectuée sur les colonies d'étude par l'équipe du programme LIFE+ Pétrels et les agents du Parc national de La Réunion. La méthode employée utilise des postes d'appâtage contenant des blocs de bromadiolone. La dératisation est réalisée lors de deux passages par an sur chaque colonie de Pétrel de Barau (Grand Bénare et Bras des Étangs) entre juillet et novembre, et depuis 2017, sur les colonies de Pétrel noir de Bourbon (Rond des Chevrons et Rivière des Remparts) afin de sécuriser les colonies, avant et pendant la reproduction des pétrels. De nouveaux dispositifs automatiques (pièges létaux « A24 Good Nature » avec une capacité de 25 coups, et un appât conservant une appétence pendant 6 mois) ont aussi été mis en place. Ces dispositifs permettent de limiter l'utilisation de biocide, et les déplacements, tout en maintenant une pression de contrôle sur le long terme.

D'autre part, depuis 2014, l'AVE2M lutte contre les rats en milieux semi-naturels et périurbains avec 274 postes d'appâtage, réamorçés tous les 2 jours sur 2 sessions annuelles. En 2016, l'obtention d'un financement européen FEDER a permis d'augmenter les moyens d'action de l'AVE2M, avec le déploiement de 1 632 postes d'appâtage sur les secteurs de Cilaos et des Makes.

Le suivi de l'efficacité de la dératisation se fait par la consommation du raticide, au nombre de coups sur les pièges à piston A24, au nombre de rats sur les pièges-photo et *in fine*, au succès reproducteur des pétrels. Pendant la saison 2018-2019, 240 postes d'appâtage ont été disposés sur les colonies, permettant de couvrir 4,5 ha (Tableau 10). Le suivi de la consommation de raticide montre que les rats en ont ingéré près de 13 kg.

Tableau 10 : Dératisation mise en place sur les colonies naturelles et artificielles de Pétrel de Barau (PB) et Pétrel noir de Bourbon (PNB) (Source : programme LIFE+ Pétrels)

Colonies	Surface traitée (ha)	Nombre de passage	Nombre de poste d'appâtage	Consommation (kg)
Bras des Etangs (PB)	1,2	4	85	0,26
Grand Bénare (PB)	1,6	5	88	2,33
Rivière des Remparts, colonie artificielle (PNB)	0,2	6	22	5,26
Rivière des Remparts (PNB)	0,5	5	15	2,88
Rond des Chevrons (PNB)	1	3	30	2,7
TOTAL	4,5	23	240	13,43



3.5 - Réduction de la mortalité liée aux éclairages artificiels

3.5.1 - Réduction des impacts liés aux éclairages

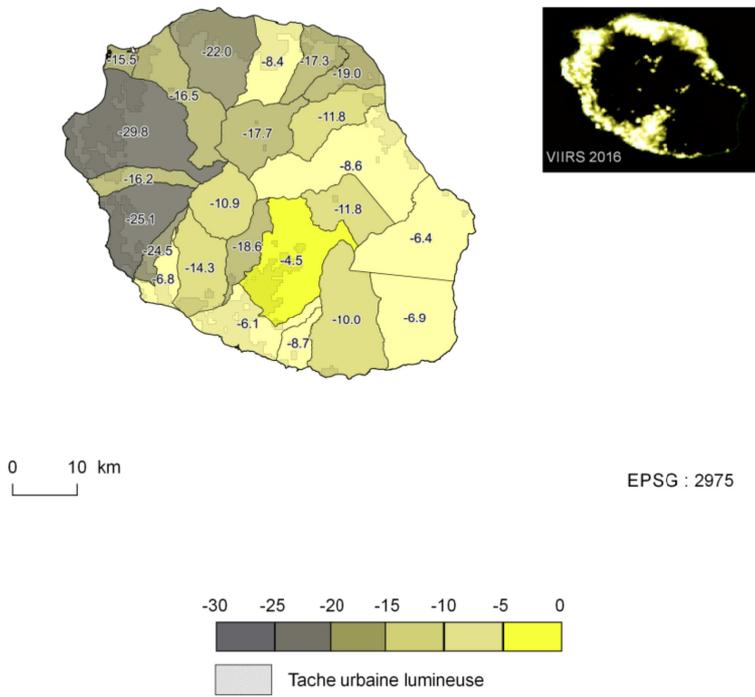
Depuis 2010, des projets de rénovation d'éclairages extérieurs ont été portés par 18 des 24

communes de La Réunion, les collectivités, des bailleurs sociaux, et des industriels au travers de mesures financières incitatives portées par EDF. Au total, les communes et les collectivités ont réalisé le remplacement de plus de 3 000 luminaires, soit moins de 5% du parc d'éclairage public.

En parallèle, le Parc national de La Réunion a organisé une journée de formation en novembre 2014 sur les moyens techniques de réduction de la pollution lumineuse (financement TERres MERs UltraMarines), animée par un formateur de l'Association Nationale de Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes (ANPCEN) pour plus de 70 participants.

Depuis 2013, le centre de sauvegarde de la SEOR géoréférence précisément les lieux d'échouages des pétrels et puffins lors du recueil des oiseaux. Ce travail, permet d'orienter les communes dans leurs aménagements tout en leur présentant les potentielles actions de réductions de la pollution lumineuse possible à leur échelle.

Une étude faite par le CEREMA sur commande de la DEAL Réunion a été finalisée en 2018 (étude AUBE). Cette étude comprend, à la fois un diagnostic des types d'éclairages à La Réunion, une synthèse bibliographique sur l'impact de l'éclairage sur la biodiversité, et des fiches techniques d'amélioration des éclairages



Données : Satellite Suomi-NPP, capteur VIIRS (synthèses mensuelles). NASA Earth Observation Group, 2016.

Conception : Thiébaud Lévi-Funck, Erwann Lagabrielle, Martin Riethmuller, Patrick Pinet.

Réalisation : Thiébaud Lévi-Funck.

Citation : Lévi-Funck T., Lagabrielle E., Riethmuller M., Pinet P., 2017. Diminution de l'intensité lumineuse par communes pendant les nuits sans lumières à La Réunion.

Figure 59 : Différence d'intensité lumineuse en % perçue par satellite en avril 2016 par rapport à la moyenne sur l'année 2016 (Source : programme LIFE + Pétrels)

polluants.

L'Université de La Réunion et le bureau d'étude BIOTOPE, en collaboration avec le programme LIFE+ Pétrels, ont mené une analyse pour cartographier les couloirs préférentiels d'envol des jeunes pétrels de Barau.

Une analyse des images satellitaires permet de mesurer, sur l'ensemble de l'île, la quantité de lumière polluante (perçue dans le ciel). Cette méthode peut permettre de mesurer l'évolution temporelle des lumières polluantes. Par exemple, elle a permis de montrer la diminution de la pollution lumineuse pendant l'opération des Nuits sans Lumière en Avril 2016 : selon les communes, une baisse de 5% à près de 30 % a été mesurée (Figure 59 : Levi-Funck *et al.* 2017).

Cet événement avait lieu de début avril à début mai, ce qui couvre la période d'échouage des pétrels de Barau. Les extinctions réalisées pendant cette période contribuent à réduire l'impact de la pollution lumineuse sur les pétrels.



Dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels, un travail a été mené sur la spatialisation du risque d'échouage, en lien avec la pollution lumineuse. La compilation de ces éléments, permettra de spatialiser et de prioriser, à l'échelle de chaque commune, les actions pour réduire la pollution lumineuse. De nouvelles études ont été menées en 2020 2021 par le Parc national dans le cadre d'un projet inter-parc nationaux.

3.5.2 - Sauvetage des oiseaux

La SEOR assure depuis 1995 le sauvetage des oiseaux en détresse sur l'ensemble du territoire de l'île de La Réunion. Grâce aux opérations de sensibilisation mises en œuvre, l'association a forgé un réseau de sauvetage qui accompagne les particuliers ayant trouvé un oiseau.

En 2009, un centre de sauvegarde à été mis en place afin d'améliorer l'accueil et la gestion des oiseaux récupérés. Il comprend 36 m² de bâtis dédiés aux soins et 92m² de volières extérieures, dont une volière avec bassin pour la réhabilitation des oiseaux marins.

Entre 2009 et 2016, ce sont en moyenne 2 500 animaux sauvages en détresse qui ont été pris en charge par le Centre dans le but de les réintégrer dans le milieu naturel. En 2017, la barre des 3 000 animaux a été dépassée.

Le réseau de sauvetage de la SEOR, piloté par les salariés du centre, est composé essentiellement de bénévoles et de structures relais telles que les cliniques vétérinaires, les casernes du Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS), la Police Nationale ou encore la Gendarmerie Nationale. Ces différents postes relais sont présents sur toute l'île et sont au nombre de 100. Ces structures permettent l'accueil temporaire des animaux au sein de leurs locaux en attendant la venue d'un bénévole.

Le centre de sauvegarde anime et coordonne toutes les actions liées au sauvetage depuis ses bureaux de Saint-André (Annexe 3).

La durée moyenne de récupération d'un oiseau est d'environ une demi-journée (Tourmetz 2018). Ainsi, un oiseau signalé le matin peut être relâché en début d'après-midi, si toutefois son état de santé le permet. Le schéma de prise en charge fonctionne globalement de la façon suivante :

1. Lorsque l'oiseau est signalé à la SEOR, un numéro d'inventaire lui est attribué. Le centre de soins dirige le découvreur vers le poste relais le plus proche pour le dépôt de l'oiseau ;
2. Une fois l'oiseau déposé au relais, des bénévoles viennent récupérer l'oiseau. Un diagnostic de l'état de santé de l'oiseau est effectué par un bénévole formé par le centre de soins ;
3. En fonction de son état s'il est jugé apte à partir, les bénévoles formés baguent et relâchent directement l'oiseau sans passer par les locaux du centre.

Si l'état de santé de l'oiseau ne lui permet pas d'être relâché un rapatriement effectué par des bénévoles est mis en place jusqu'au centre où les salariés effectuent un diagnostic plus poussé et mettent en place les soins nécessaires ;

4. Après les soins, les oiseaux sauvés sont bagués et relâchés.

Ainsi, en près de 21 ans, plus de 38 000 oiseaux appartenant à une cinquantaine d'espèces différentes ont été recueillis dont 14 674 pétrels de Barau et 52 pétrels noirs de Bourbon. Près de 90% des pétrels de Barau et pétrels noirs de Bourbon ont pu être sauvés et relâchés depuis le littoral. Chaque année, le centre de sauvegarde participe et collabore avec des chercheurs et des structures partenaires pour le suivi des pétrels pris en charge qui représentent des bio-indicateurs pour des études telles que la bio-surveillance (incidence d'activités, suivi écologique des milieux). Ces études permettent de modéliser l'impact des causes d'arrivée et/ou de mortalité de chaque individu du centre sur les populations naturelles d'espèces à fort enjeu écologiques. Enfin, ces partenariats permettent de valoriser le travail du centre et les données recueillies grâce aux actions de sauvetage.



Un spot pour la télévision « *Que faire si je trouve un pétrel* » est aussi diffusé en avril, pendant la période du pic d'échouage des jeunes pétrels de Barau.

Depuis 2012, la SEOR bancarise le positionnement précis des oiseaux signalés lorsque l'information est connue. Ainsi, près 70 % des localisations spatiales des oiseaux signalés sont stockées en vue d'être analysées, en relation avec l'aménagement urbain.

Enfin, les dispositions spécifiques POLMAR/TERRE du dispositif ORSEC, prévoient un plan de secours pour la faune dans le cas d'une pollution d'hydrocarbures de grande ampleur (DEAL 2013). Ce document précise le protocole de prise en charge et d'enregistrement des oiseaux marins morts ou blessés par le centre de sauvegarde de la SEOR.

3.6 - Limitation des déchets

Des containers « rat-proof » ont été installés près des gîtes, du Piton des Neiges et des Chicots par l'ONF (financements Europe, Département, Parc national). Cependant, ce système étant considéré comme mal adapté par les gîteurs, n'est pas pleinement efficace, du fait d'une mauvaise utilisation.

Les colonies de Pétrel noir sont assez inaccessibles, sans sentier ou site d'accueil du public à proximité, et sont donc peu impactées par la question des déchets.

Une grande action de nettoyage a été organisée par l'AVE2M, en 2014 : 4 tonnes de déchets ont été collectées à Grand Bassin et une tonne au Dimitile. D'autre part, l'AVE2M nettoie les sentiers lors d'actions dédiées.

Une stratégie de déséquipement des poubelles dans les lieux d'accueil du public est mise en œuvre par l'ONF afin d'inciter les usagers à ramener leurs déchets.

3.7 - Mise en place de colonies artificielles pour le Pétrel noir de Bourbon

La recherche de sites potentiels et la mise en place de colonies artificielles correspondent à l'action C.2 du programme LIFE+ Pétrels.

Avec la découverte de la colonie du Rond des Chevrons en février 2017, un site propice a pu être identifié pour installer les premiers terriers artificiels : 20 ont été installés le 7 juillet 2017. En effet, mettre en place des terriers artificiels à proximité d'une colonie existante permet, à la fois de la protéger et de renforcer sa population, tout en mutualisant les déplacements pour le suivi de la colonie naturelle et artificielle. Les conditions s'y prêtant, une seconde zone a été équipée de terriers artificiels (20) en 2018, en face de la colonie de Rivière des Remparts. Afin d'attirer les oiseaux, les terriers artificiels sont équipés de systèmes de repasse acoustique.

Les résultats récents en 2019 montrent que sur la colonie artificielle du Rond des Chevrons, 7 des 20 terriers ont déjà été visités par des pétrels noirs de Bourbon.



Figure 60 : Premier Pétreil noir de Bourbon fréquentant un terriers artificiel (Rond des Chevrons) ©programme LIFE+ Pétreils



Figure 61 : Photographie du système de repasse acoustique des terriers artificiels dans la Rivière des Rempart, ©programme LIFE+ Pétreils

3.8 - Sensibilisation et communication

Les opérations de sauvetage des oiseaux échoués sont couplées à des actions de sensibilisation du public, renouvelées chaque année.

Ainsi, depuis 1997, la SEOR mène de nombreuses actions de sensibilisation auprès de la population réunionnaise afin de familiariser le grand public à la problématique de la pollution lumineuse et de son impact sur les pétrels et puffins de La Réunion. Ces actions consistent principalement en :

- des interventions en milieu scolaire,
- de la formation de bénévoles et d'agents communaux,
- la diffusion d'informations via la presse écrite, les chaînes de télévision locales, l'affichage et la distribution de supports de communication,
- la participation aux événements et manifestations sur l'environnement.

D'autre part, depuis 2009, un événement a été mis en place par le CCEE de la Région Réunion (Conseil de la Culture de l'Éducation et de l'Environnement). Celui-ci mettait en avant les enjeux autour de la réduction de la pollution lumineuse et proposait « 1h d'extinction pour La Réunion ». Puis, à partir de 2011, le Parc national de La Réunion organise l'événement, en partenariat avec la SEOR, et avec le soutien du CCEE. Cet événement a progressivement pris de l'ampleur, à mesure que les participants souhaitent s'investir de plus en plus nombreux :

- 2012-2013 : 2 nuits sans lumière étaient organisées



- 2014-2015 : 10 nuits
- 2016 : 20 nuits
- depuis 2017 : 25 nuits
- En 2019 (11ème édition), l'opération a duré 25 nuits avec 183 structures (Figure 62) participantes pour 110 événements, et 18 des 24 communes étaient impliquées.

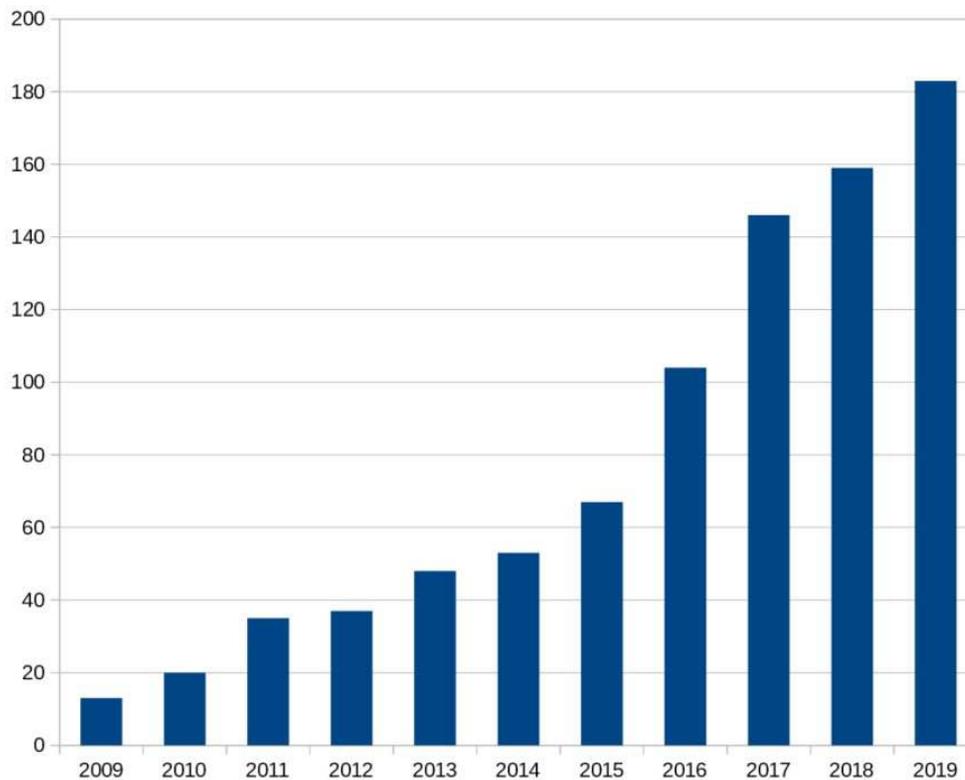


Figure 62 : Évolution de la participation aux « Nuits sans Lumière » de 2009 à 2019 (en nombre de structures par an) (Source : PNRUn)

« Les Nuits sans Lumière » ont eu pour objectif de sensibiliser la population et les collectivités à la pollution lumineuse, à ses effets négatifs et aux moyens de la réduire. Depuis 2020 le programme « **Les jours de la nuit** », mis en œuvre sur l'année entière, ont permis d'impliquer l'ensemble des acteurs de l'éclairage public en vue d'éclairer au plus juste. Son site internet dédié propose de nombreux outils : <https://www.lesjoursdelanuit.re/>

L'AVE2M participe à différentes manifestations (utilisation d'un jeu de l'oie géant sur les pétrels) et a réalisé plusieurs plaquettes d'information sur l'impact des rats et des chats. Elle sensibilise aussi directement les usagers lors de ses interventions sur le terrain, y compris sur la thématique de l'abandon des déchets dans le milieu naturel.

Une mallette pédagogique est en cours de finalisation par les Petits Débrouillards, et l'AVE2M a pour projet la réalisation d'une exposition sur « *l'histoire des hommes et des espèces à La Réunion* ».

Un film documentaire a été réalisé en 2013 par l'Université de La Réunion avec le soutien du Parc national de La Réunion : « *Taille-Vent, le pétrel des montagnes* ». Ce documentaire de 55 min a remporté plusieurs prix nationaux, et, il est diffusé à chaque occasion de communication sur la conservation des oiseaux marins endémiques de l'île.

Le programme LIFE+ Pétrels possédait sa propre stratégie de communication spécifique au projet et aux différents publics cibles. Près de 780 scolaires ont pu être sensibilisés dans le cadre de « classes pétrels », et de nombreux événements. « *La rentrée des pétrels* » a été mise en place en 2015 et elle



a été renouvelée plusieurs années. L'objectif étant de créer un lien entre le grand public et les pétrels.

Des outils spécifiques ont été mis en place, notamment, un jeu vidéo sur smartphone et tablette « *Jack Barau* » est téléchargeable gratuitement, avec plus de 1 000 téléchargements. Une exposition « *Pétrels, voyageurs de l'entre deux monde* » est mobilisable sur demande auprès de l'équipe du programme LIFE+ Pétrels (déjà exposée dans 10 lieux différents). Deux grandes bâches illustrant l'habitat des pétrels ont également été réalisées (Figure 63). Enfin, d'autres projets, dans le cadre du LIFE+ Pétrels, ont eu lieu : création d'un kit « *kossa in pétrel ?* » et réalisation d'une maquette de l'île avec vidéoprojection des vols de pétrels et de la pollution lumineuse. Au total, près de 3 900 personnes ont été sensibilisées lors d'événements.

Concernant la communication autour du projet, le site internet www.petrels.re animé par le Parc national (plus de 5 000 visites en 2019) fonctionne de façon coordonnée avec une lettre d'information (5 ont été envoyée à plus de 600 personnes), un compte Twitter (258 abonnés au 24/06/2019) et une page Facebook (1 458 abonnés au 24/06/2019). Enfin, près de 120 actions ont été menées auprès des médias : télévision, presse, radio...



Figure 63 : Dessin naturaliste des habitats de reproduction des pétrels (Illustratrice Audrey Velia, programme LIFE+ Pétrels)



3.9 - Lutte contre le braconnage

Depuis 2012, à La Réunion, l'État coordonne l'action de ses services déconcentrés et des établissements publics en charge de questions relatives à l'environnement dans une Mission Inter-Services de l'Eau et de la Nature (MISEN). Un groupe de travail spécifique à la coordination des polices de l'environnement (Mission Inter-Services des Polices de l'Environnement - MIPE) est également piloté par la DEAL.

À partir de 2013, un plan pluriannuel (sur 3 ans) de contrôle est élaboré : les actions prévues sont hiérarchisées en fonction des secteurs géographiques et des périodes, et s'inscrivent dans différentes thématiques, dont notamment la lutte contre le braconnage de la faune sauvage ou encore la lutte contre les atteintes aux espèces protégées.

Les contrôles inscrits dans le plan pluriannuel sont réalisés par différentes structures dont les actions de police de l'environnement représentent une partie de leurs missions : BNOI (agents OFB, PNRun, AFB), ONF, PNRun, DEAL, DAAF, officiers de police judiciaire (Gendarmerie, Police Nationale, Police Municipale).

En 2016, un protocole d'accord relatif au traitement des infractions portant atteinte à l'environnement est signé par 10 partenaires membres de la MIPE de La Réunion. Il vise à pallier les difficultés (coordination, harmonisation) rencontrées lors des procédures de police administrative et judiciaire, déjà simplifiées à l'échelle nationale par l'ordonnance N°2012-34.



4 - Aspects socio-économiques et culturels

4.1 - Aspects économiques

4.1.1 - Tourisme

Du fait de leur rareté et de leur statut endémique, les pétrels suscitent un intérêt local, national et international. Des agences spécialisées organisent une à deux fois par an des circuits écotouristiques à La Réunion pour faire découvrir à des passionnés ornithologues amateurs (« birdwatchers ») les espèces endémiques de l'île, dont les pétrels. Cette activité est, à l'heure actuelle, peu développée par rapport à ce qui existe dans d'autres îles de la région (Seychelles, Madagascar, île Maurice).

4.1.2 - Nuit sans Lumière / Jours de la nuit

Dans les communes des DOM, le poids de l'éclairage public est conséquent. Il représente à lui seul 40% de la consommation totale d'électricité. Si chaque commune travaillait sur la puissance, l'orientation et les horaires d'éclairage, il serait possible de faire des économies de 25 à 50 % sur la facture énergétique globale. Certaines communes réunionnaises éteignent déjà leurs éclairages publics en milieu de nuit généralement entre 22h et 4h du matin toute l'année. Elles enregistrent ainsi des économies notables. Pendant la période des Nuits sans Lumière, de réelles économies ont été réalisées à l'échelle de l'île. Par exemple, en 2019, la commune de Saint-Denis, qui a éteint pendant 25 nuits, les voiries et les terrains de sport (près de 80), a pu éviter la consommation d'environ 93 000 kW/h, ce qui représente une économie de l'ordre de 15 000 € en un mois.

L'opération des Nuits sans Lumière a impliqué, en 2019, 33 entreprises privées. Leur implication démontre leur volonté d'agir sur la thématique de la pollution lumineuse à leur niveau. Leurs engagements lors de cet événement sont variés : extinction de leurs locaux, sensibilisation de leurs clients et usagers, organisation par certains restaurants de dîners aux chandelles. Dans certains cas, les professionnels du tourisme ont fabriqué des produits associés aux pétrels ou, plus largement, à la découverte de la Nature la nuit ou à l'observation des étoiles.

Les ateliers territoriaux « Transition écologique et lumière » organisés par le Parc national de La Réunion en novembre 2019 ont regroupé plus de 170 participants, acteurs de ces politiques (Parc national de La Réunion, 2020).

Le nouveau programme « **Les jours de la nuit** », mis en œuvre sur l'année entière, mobilise de plus en plus d'acteurs et son importante campagne de communication annuelle accroît la sensibilisation de manière importante : <https://www.lesjoursdelanuit.re/>

4.2 - Aspects culturels

Si le Pétrel de Barau est nommé « Taille-Vent » en créole, car observé en vol, en mer ou dans le ciel réunionnais, le Pétrel noir de Bourbon, quant à lui, est nommé uniquement dans l'îlet de Grand Bassin, comme « la Timize ». Leurs cris nocturnes sont associés à une croyance populaire faisant référence à la légende de « Grand-Mère Kal » : cette sorcière est connue pour enlever les enfants à la



nuit tombée et les emmener dans les montagnes. Les cris des pétrels qui ressemblent à des pleurs d'enfants sont à l'origine de cette croyance. Leur valeur patrimoniale et culturelle est donc importante à La Réunion.

Les nombreuses interventions artistiques (conteurs, expositions, théâtre, ateliers...) mises en place pendant les Nuits sans Lumière (110 interventions en 2019) et « Les jours de la nuit » se saisissent de ce sujet sous diverses formes et contribuent à faire de cet événement un rendez-vous culturel annuel.

4.3 - Perception sociale

Une étude sociologique se proposait d'évaluer les connaissances des réunionnais concernant les espèces d'oiseaux marins présents sur l'île et leur niveau de menace. Le paille-en-queue est de loin l'oiseau le plus reconnu (100 % des personnes interrogées pouvaient le reconnaître), suivi par le Pétrel de Barau (80%) et le Pétrel noir de Bourbon (44%) (Manoro 2019). En revanche, il existe des confusions concernant le statut (endémique/indigène) et le niveau de menace (menacée/commons) des espèces : plus de la moitié des personnes pensent que le paille-en-queue est une espèce menacée (55%) et endémique (53%) alors que ce n'est pas le cas, et seule une minorité sait que le Pétrel noir de Bourbon est, lui, endémique (31%) et menacé (40%). En revanche, les connaissances sur le Pétrel de Barau sont justes (58% savent qu'il est endémique et 78% qu'il est menacé). Le Paille-en-queue est bien reconnu, et pourtant paradoxalement, la représentation qu'en ont les personnes est fautive. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que cet oiseau est facilement observable en journée et qu'il constitue un emblème de La Réunion. Les résultats sur les pétrels montrent que le Pétrel de Barau est aujourd'hui bien connu (notamment grâce aux Nuits sans Lumière ainsi qu'aux campagnes de sauvetage de la SEOR des oiseaux échoués), contrairement au Pétrel noir de Bourbon. Celui-ci est presque impossible à observer et n'a été redécouvert que très récemment.

68 % des personnes interrogées savent que la pollution lumineuse est une menace pour les pétrels, mais seuls 9 % ont cité l'impact des prédateurs introduits (Manoro 2019). Ces résultats soulignent le fait qu'il est nécessaire de poursuivre la sensibilisation, car la prédation par les chats et les rats représente une des menaces principales des pétrels.

Un autre aspect de cette étude concernait la perception des Nuits sans Lumières. Cet événement est très bien connu du grand public (90 %) et ce sont plutôt les jeunes (entre 18 et 24 ans) qui ne le connaissent pas (Manoro 2019). Cette information est intéressante pour cibler la future communication des Nuits sans Lumière. Les médias par lesquels les personnes ont pris connaissance de l'événement sont différents en fonction des villes : 83 % des habitants de Cilaos ont découvert les Nuits sans Lumières grâce à leur expérience personnelle (notamment lors de sauvetages), alors que 69 % des Saint-Pierrois sont sensibilisés par les médias. 84 % des personnes interrogées pensent que les actions réalisées lors de l'événement ont des effets positifs, en premier lieu sur les pétrels (53%), puis sur la réduction de la facture énergétique (24%). La protection des pétrels revient plus souvent comme raison positive à Cilaos (75 %), alors qu'à Saint-Denis, les habitants pensent en premier à la réduction de la facture énergétique (50%). 60 % pensent que cet événement a aussi des effets négatifs, cependant il existe des différences de représentation importantes entre les villes. Alors qu'à Cilaos 57 % des personnes interrogées ne pensent pas que l'événement a des effets négatifs du tout, près des 2/3 des habitants de Saint-Denis pensent en revanche qu'il y en a. Les trois raisons principales avancées sont la peur des cambriolages et agressions (43%) ainsi que de l'augmentation des accidents 42 %. Ces arguments sont pertinents mais non fondés, car il n'existe pas de pic d'agressions visible au moment des Nuits sans Lumières ou des Jours de la nuit.

Il n'était pas envisagé qu'il puisse exister un tel écart de perception entre les habitants de villes différentes. Ce type d'étude est donc particulièrement utile pour comprendre la représentation qu'ont les réunionnais des pétrels afin de mieux les sensibiliser et les impliquer dans leur protection.



5 - Enjeux de la conservation des pétrels et définition d'une stratégie d'actions

5.1 - Récapitulatif des besoins optimaux des espèces

Les conditions préalables à la conservation des pétrels sont les suivantes :

- absence de prédateurs terrestres introduits sur les sites de reproduction de l'espèce ;
- diminution de la pollution lumineuse entre les sites de reproduction et l'océan ;
- limiter les risques de collisions avec des câbles sur les voies d'accès aux sites de reproduction ;
- disponibilité alimentaire tout au long de l'année, y compris sur les zones d'hivernage ;
- maintien des habitats favorables pour la reproduction.

5.2 - Stratégie globale

Le Plan National d'Actions en faveur des pétrels endémiques de La Réunion est prévu pour une durée de dix années, de 2021 à 2030. Un bilan intermédiaire est prévu en 2025, puis à la fin du plan, une évaluation finale devra être réalisée.

Les objectifs principaux du plan sont les suivants :

- pérenniser et optimiser les actions de conservation afin de sécuriser les populations ;
- poursuivre les actions de recherche appliquée afin d'améliorer les connaissances mobilisables pour la conservation ;
- développer la communication et la sensibilisation sur l'espèce et les menaces qui l'affectent.

L'ensemble des mesures de conservation qui seront conduites doivent permettre à long terme d'empêcher le déclin des espèces. Leur objectif global est d'améliorer le statut du Pétrel de Barau pour espérer qu'il puisse répondre aux critères IUCN de la catégorie supérieure « VU » (Vulnérable) et, pour le Pétrel noir de Bourbon (statut « CR »), d'assurer le maintien de la population restante pour empêcher qu'il passe dans le statut « EX ». L'atteinte de ces objectifs se fera en maintenant un réseau d'acteurs dynamiques, en renforçant les liens avec les politiques publiques existantes et en travaillant avec les territoires.

5.3 - Gouvernance du PNA

La gouvernance des PNA est définie dans la note ministérielle du 9 mai 2017 relative à la mise en œuvre des plans nationaux d'actions.

La **DEAL coordinatrice du PNA** assure le suivi de l'élaboration du PNA et de sa mise en œuvre, en lien avec l'animateur et le comité de pilotage. Elle est responsable du choix du rédacteur et du choix de l'opérateur, qui assurera l'animation du plan. Cet opérateur est désigné dans ce PNA sous le terme d'« animateur ».



L'animateur du PNA est désigné par la DEAL coordinatrice, une fois l'élaboration du plan terminée. Il anime la mobilisation des pilotes sur leurs actions. Il s'assure de la bonne mise en œuvre des actions en apportant son concours, autant que de besoin, aux pilotes et partenaires associés des actions. Il assure la cohérence dans la réalisation des actions et les recherches de financement. Il est chargé du suivi du plan, prépare les programmes d'actions à soumettre au comité de pilotage, prépare, si besoin, les documents soumis au comité technique et élabore des rapports d'activités annuels, qui doivent inclure une analyse de l'efficacité des actions.

Le pilote d'action est chargé d'animer et de réaliser l'action qu'il a choisi de porter, en :

- facilitant la mobilisation des acteurs/partenaires et en veillant à renseigner tout acteur souhaitant s'impliquer ;
- identifiant les financements mobilisables en lien avec l'animateur et, si besoin, en sollicitant l'appui des membres ou du comité de pilotage ;
- rendant compte annuellement au comité de pilotage de l'état d'avancement de l'action.

Le partenaire d'une action participe techniquement à la réalisation de l'action.

La composition du **Comité de pilotage** (COPIL) est validée par la DEAL et il comprend l'ensemble des parties prenantes du PNA. Ce comité est coordonné par la DEAL qu'elle réunit au moins une fois par an, afin de :

- définir les actions prioritaires à mettre en œuvre et leurs ajustements éventuels ;
- assurer le suivi de la mise en œuvre opérationnelle du plan dans ses composantes techniques et financières ;
- définir, si besoin, les nouveaux axes ou nouvelles actions d'évolution de ce plan, notamment, à l'issue du bilan intermédiaire à 5 ans ;
- évaluer les mesures du plan.

Si besoin, un **comité technique** pourrait être organisé : il est composé des acteurs principaux du PNA. Il est coordonné par l'animateur et se réunit plusieurs fois par an, sur sollicitation de la DEAL, de l'animateur ou des pilotes. Il réalise des choix techniques et propose la stratégie d'action aux membres du comité de pilotage.

Si besoin, un **comité des financeurs** peut être organisé : il est composé des financeurs et aurait pour rôle d'identifier les relais de financements possibles et de coordonner les co-financements du PNA.

5.4 - Suivi et évaluation du plan

Le suivi annuel du plan est un point essentiel qui doit permettre d'évaluer l'avancement et la mise en œuvre des actions. Le bilan annuel est rédigé par l'animateur du plan, et il est présenté devant le COPIL lors de sa réunion annuelle. Ce bilan devra contenir :

- une synthèse des actions mises en œuvre ;
- le niveau de réalisation des actions (100 % : réalisée, 75 % : avancée, 50 % : partiellement réalisée, 25 % : engagée), et, le cas échéant, les raisons des retards constatés ;
- une synthèse par action (indicateurs, compte-rendu de réunions, partenaires mobilisés, cartographie de l'action réalisée, moyens de financements développés, difficultés diverses) ;
- une synthèse des supports de communication réalisés ;
- un bilan financier, reprenant les financements obtenus et engagés, les financements mobilisables et à venir, les financements non trouvés, etc ;
- une planification des actions à venir.

Ce bilan annuel fournira au Comité de pilotage les éléments nécessaires à d'éventuelles réorientations des priorités, et permettra de procéder, le cas échéant, à des ajustements d'actions



(action jugée inefficace ou éléments nouveaux à prendre en compte tels qu'une évolution des connaissances, une dégradation subite de l'état de conservation, de nouveaux engagements internationaux ou communautaires de la France).

Un bilan intermédiaire est prévu en 2025. À la fin du plan, une évaluation finale devra être réalisée par l'animateur du plan en 2029, sous le contrôle de la DEAL coordinatrice. Ce document présentera l'ensemble des bilans, et intégrera :

- une synthèse des bilans annuels détaillés ;
- une analyse de l'état de conservation de l'espèce, en lien avec les connaissances acquises au cours du plan ;
- une synthèse des actions réalisées : niveau de réalisation, année de réalisation, partenaires mobilisés, financement ;
- une synthèse des difficultés et limites rencontrées ;
- un bilan financier global.

5.5 - Cohérence du plan avec les politiques nationales et régionales

Le Plan National d'Actions en faveur des Pétrels endémiques de La Réunion s'inscrit en cohérence avec différentes politiques nationales déclinées au niveau régional.

5.5.1 - Préservation de la Biodiversité

La protection des pétrels s'inscrit pleinement dans les objectifs de la **Stratégie Réunionnaise pour la Biodiversité** (SRB), déclinaison locale du Plan d'Actions Outre-mer de la **Stratégie Nationale pour la Biodiversité** (SNB).

De fait, certaines actions du PNA pétrels endémiques de La Réunion sont aussi en lien avec le **PNA en faveur des tortues marines des territoires français du sud-ouest de l'océan Indien**, le **PNA en faveur des geckos verts de La Réunion** et le **PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion**.

Les actions du plan sont également en accord avec la Stratégie de lutte contre les espèces invasives. Le **Plan Opérationnel de Lutte contre les Invasives** (POLI) est la déclinaison en fiches action de la stratégie de lutte contre les espèces invasives à La Réunion. Reconduit récemment, le POLI 3 court sur la période 2019-2022, et a pour objectif d'organiser le suivi et la mise en œuvre de ces actions selon 3 axes stratégiques :

- Axe 1 : prévenir les nouvelles invasions sur le territoire réunionnais ;
- Axe 2 : lutter pour préserver les milieux naturels et espèces prioritaires ;
- Axe 3 : innover et échanger pour améliorer l'action durablement.

5.5.2 - Errance animale

La gestion des populations errantes de chats prédateurs des pétrels fait aussi l'objet d'un **plan de lutte contre l'errance animale**, pour la période 2019-2022, coordonné par la DAAF. Il est doté d'une enveloppe d'environ 200 000 € par an et est organisé autour de 4 axes d'action :

- mise en place de campagnes de stérilisation ;
- étude sur l'état initial de l'errance animale à La Réunion ;
- réalisation et mise en œuvre d'un plan de communication ;
- contrôle des animaux errants.



5.5.3 - Aménagement du territoire

Le Schéma d'Aménagement Régional (SAR) fixe les orientations fondamentales en matière d'aménagement du territoire et de protection de l'environnement. Il s'impose aux SCOT et aux POS / PLU qui doivent être compatibles avec ses prescriptions.

Le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) est un document d'orientations qui traduit les engagements nationaux et européens sur le climat, l'énergie et la qualité de l'air à l'échelle régionale. À La Réunion, il est co-piloté par le Préfet de Région et le Président du Conseil Régional, et co-élaboré avec l'appui de l'ADEME et en concertation avec les acteurs concernés et la population. Il a pour objectif de définir des orientations stratégiques en matière de qualité de l'air et de lutte contre les changements climatiques.

La Charte du Parc national de La Réunion a été approuvée par le décret en Conseil d'État n° 2014-049 du 21 janvier 2014. Elle définit le projet du territoire pour dix ans, à la fois pour le cœur et l'aire d'adhésion. Elle est aussi le plan de gestion des « Pitons, cirques et remparts » inscrits sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. À ce jour, 21 des 24 communes de l'île ont fait le choix d'y adhérer. Ce projet de territoire s'articule autour de quatre enjeux majeurs, communs au territoire du cœur et de l'aire d'adhésion, complétés par un enjeu transversal, qui irrigue chacun des quatre enjeux thématiques :

1. Préserver la diversité des paysages et accompagner leurs évolutions ;
2. Inverser la tendance à la perte de biodiversité ;
3. Valoriser le patrimoine culturel des Hauts et assurer la transmission de ses valeurs ;
4. Impulser une dynamique de développement économique pour les Hauts ;

Enjeu transversal : éducation, sensibilisation et communication.

5.5.4 - Gestion des risques

Les actions de protection en mer des pétrels sont en lien avec le **Plan de lutte contre les Pollutions Marines (POLMAR)**. Ce plan a pour objectif de compléter les dispositions générales départementales du dispositif Organisation de la Réponse de Sécurité Civile (ORSEC) en organisant la lutte contre les pollutions accidentelles marines de grande ampleur par hydrocarbures ou tout autre produit, notamment chimique, affectant le littoral, quelle qu'en soit la cause (accident, avarie maritime, terrestre ou aérienne).

Le dispositif spécifique **ORSEC « Feu de forêt »** permet de définir les actions de chacun des partenaires durant la période sensible, en fonction du niveau de risque. En complément de ce dispositif, un **Plan Départemental de Protection des Forêts Contre l'Incendie (PDPFCI)** a été mis en place sur l'ensemble de l'île. Les objectifs de ce plan portent sur la diminution du nombre de départs de feux de forêt, la réduction des surfaces incendiées, la prévention des conséquences des incendies sur les personnes, les biens, les activités économiques et sociales et sur les milieux naturels.



5.6 - Actions à mettre en œuvre

Ce PNA comporte 32 actions réparties dans 7 objectifs spécifiques :

- **Objectif n°1** : Assurer la bonne mise en œuvre du plan
- **Objectif n°2** : Limiter l'impact des menaces identifiées
- **Objectif n°3** : Évaluer l'impact de menaces potentielles sur les espèces et réagir en conséquence
- **Objectif n°4** : Poursuivre l'amélioration des connaissances sur les espèces
- **Objectif n°5** : Améliorer la prise en compte des espèces et de ses besoins
- **Objectif n°6** : Sensibiliser le grand public et les décideurs aux menaces sur les pétrels et sur la biodiversité réunionnaise
- **Objectif n°7** : Mesurer les effets des actions de conservation et de communication



Tableau 11 : Liste des objectifs et actions du PNA (PB=Pétrel de Barau, PNB=Pétrel noir de Bourbon)

OBJECTIFS ET ACTIONS	DOMAINE	PRIORITÉ		PILOTE
		PB	PNB	
OBJECTIF N°1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan				
Action 1.1 : Animer la mise en œuvre du PNA Pétrels endémiques	Animation	1	1	DEAL, Animateur
Action 1.2 : Rechercher des financements pour la réalisation des actions	Développement	1	1	DEAL, Animateur
Action 1.3 : Assurer la formation des agents impliqués dans les actions	Animation	1	1	Animateur
OBJECTIF N°2 : Limiter l'impact des menaces identifiées				
Action 2.1 : Limiter l'impact des chats	Protection	1	1	PNRun
Action 2.2 : Limiter l'impact des rats	Protection	2	1	PNRun, AVE2M
Action 2.3 : Limiter l'impact de la pollution lumineuse	Protection	1	1	PNRun
Action 2.4 : Pérenniser et optimiser le réseau de sauvetage des oiseaux marins	Protection	1	1	SEOR
Action 2.5 : Étudier la faisabilité de la création d'une colonie artificielle côtière pour le Pétrel noir de Bourbon	Protection	/	1	SEOR
Action 2.6 : Prévenir le risque de propagation des pathogènes	Protection	1	1	PNRun
Action 2.7 : Améliorer la gestion des déchets sur les sites proches des colonies	Protection	2	2	Animateur
Action 2.8 : Prévenir et réduire le risque incendies	Protection	2	2	ONF, PNRun
OBJECTIF N°3 : Évaluer l'impact de menaces potentielles sur les espèces et réagir en conséquence				
Action 3.1 : Étudier la phase marine et les menaces qui pèsent sur l'espèce pendant cette phase	Étude	2	2	Université
Action 3.2 : Étudier les niveaux d'exposition aux pollutions marines	Étude	2	2	Université
Action 3.3 : Évaluer l'impact des collisions et identifier des dispositifs efficaces afin de les éviter et de les réduire	Étude, Protection	1	1	SEOR
Action 3.4 : Avoir une veille sur les prédateurs et compétiteurs potentiels sur les colonies, et réaliser une lutte précoce si nécessaire	Étude, Protection	3	1	Université, PNRun
Action 3.5 : Organiser la détection précoce de phénomènes sanitaires émergents & Articuler la surveillance avec la caractérisation et la compréhension de ces phénomènes	Étude, Surveillance	2	2	Labo. recherche
Action 3.6 : Étudier les habitats de reproduction et leur vulnérabilité aux changements climatiques	Étude	3	3	Université
OBJECTIF N°4 : Poursuivre l'amélioration des connaissances sur les espèces				
Action 4.1 : Maintenir le suivi des colonies naturelles et artificielles	Étude	1	1	Université, PNRun
Action 4.2 : Poursuivre les recherches de colonies	Étude	2	1	Université, PNRun
Action 4.3 : Maintenir les bases de données centralisant les informations sur les pétrels	Développement	1	1	Université, PNRun, SEOR
Action 4.4 : Poursuivre les études de génétique des populations de pétrels	Étude	2	2	Université
Action 4.5 : Évaluer la proportion de la population de pétrels impactée par la pollution lumineuse	Étude	2	2	SEOR
Action 4.6 : Étudier la vision des Procellariidés en rapport avec l'attractivité des éclairages	Étude	3	3	SEOR
OBJECTIF N°5 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins				
Action 5.1 : Améliorer la prise en compte des pétrels dans les projets d'aménagements	Juridique	1	1	DEAL, PNRun
Action 5.2 : Adapter la réglementation concernant les prédateurs au contexte réunionnais	Juridique	1	1	DEAL, PNRun
Action 5.3 : Adapter les arrêtés existants aux nouvelles connaissances et assurer leur application	Juridique, Protection	2	1	DEAL
OBJECTIF N°6 : Sensibiliser le grand public et les décideurs aux menaces sur les pétrels et sur la biodiversité réunionnaise				
Action 6.1 : Impliquer la société concernant les enjeux pétrels	Communication	1	1	PNRun, SEOR
Action 6.2 : Maintenir un accès en ligne aux informations sur les espèces de Procellariidés et les actions menées	Communication	3	3	PNRun
Action 6.3 : Communiquer à l'international	Communication	3	3	Université
OBJECTIF N°7 : Mesurer les effets des actions de conservation et de communication				
Action 7.1 : Évaluer les actions de conservation menées	Étude	1	1	Université
Action 7.2 : Évaluer la perception sociale des pétrels et de leurs actions de conservation	Étude	2	2	Université
Action 7.3 : Évaluer le statut IUCN des espèces	Étude	3	3	Université



5.6.1 - Modèle de fiche action

N° de l'action	Intitulé de l'action	Priorité pour le Pétrel de Barau 1,2 ou 3	Priorité pour le Pétrel noir de Bourbon 1,2 ou 3
Domaine	<i>La thématique de cette fiche : étude, formation, juridique, protection, communication, développement</i>		
Objectif(s)	<i>Objectif global de cette action et objectifs opérationnels</i>		
Contexte & Enjeux	<i>Le contexte au moment de la rédaction du PNA qui a amené à proposer cette action, à quel(s) enjeu(x) répond cette action</i>		
Sites d'action prioritaires	<i>Précise dans quelle zone l'action doit être réalisée en priorité : sur colonie, sur une commune...</i>		
Description de l'action	<i>Détaille les opérations et étapes à mettre en œuvre pour atteindre le(s) objectif(s)</i>		
Indicateur(s) de suivi et livrable(s)	<i>Permet d'apprécier l'avancement de l'action</i>		
Pilote	<i>L'acteur en charge de l'animation de la fiche action. Il peut avoir à coordonner plusieurs acteurs entre eux.</i>		
Partenaires	<i>Les acteurs participant à la réalisation de l'action/sous-actions</i>		
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	<i>Les partenaires financiers qui pourraient soutenir financièrement l'action, au travers de différents programmes</i>		
Estimation en moyens humains et financiers	<i>Estimation annuelle des moyens nécessaires à la réalisation de l'action/sous-actions : moyens humains (nombre de jours-homme = j-ho), coût en besoin matériel et autre</i>		
Calendrier	<i>Indique à quel moment l'action ou sous-action devra être initiée, et si elle doit être répétée tous les ans ou non</i>		
Lien avec d'autres programmes de conservation	<i>Précise si cette action ou sous-action a des liens avec la préservation d'autres espèces menacées bénéficiant d'un programme de conservation</i>		

Priorité 1 : L'action est vitale et urgente à réaliser pour la préservation des espèces. Il s'agit d'actions, de conservation, de suivi ou d'amélioration des connaissances afin d'augmenter l'efficacité des actions de conservation.

Priorité 2 : Ces actions sont complémentaires aux actions de priorité 1. Elles sont moins urgentes à réaliser ou permettent de faciliter la mise en œuvre du PNA.

Priorité 3 : L'action apporte une plus-value au rétablissement du bon état de conservation des espèces.

**5.6.2 - OBJECTIF n°1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan**

1.1	Animer la mise en œuvre du PNA Pétrels endémiques	PB 1	PNB 1
Domaine	Animation		
Objectif(s)	Assurer le suivi de la mise en œuvre du PNA Réaliser des bilans annuels, et un bilan à mi-parcours (5 ans) afin de réorienter, au besoin, les actions du plan		
Contexte & Enjeux	<p>L'animation et le suivi du plan sont indispensables pour sa bonne mise en œuvre, ainsi que pour la réalisation du bilan à mi-parcours et du bilan final à l'issue des 10 années. La DEAL Réunion, pour le compte du Ministère en charge de l'Écologie, assure, en lien avec un pilote désigné, la coordination du plan pour réaliser la mise en œuvre et le suivi des actions. Ceci intègre des missions de concertation, de pilotage et de recherche de financements.</p> <p>L'animateur du plan mobilise les pilotes sur leurs actions et leur apporte son concours autant que de besoin. Il assure la cohérence, dans la réalisation des actions et les recherches de financements. Il est chargé du suivi de la réalisation technique du plan. Il peut, si besoin, créer et animer un comité technique. Celui-ci est composé des acteurs principaux du PNA et se réunit plusieurs fois par an, sur sollicitation de la DEAL, de l'animateur ou des pilotes des actions. Il réalise des choix techniques et propose la stratégie d'action aux membres du Comité de pilotage.</p> <p>Le Comité de pilotage (COFIL) est coordonné et réuni par la DEAL ; il a pour mission de suivre et d'évaluer la réalisation des actions et les budgets du plan, de valider les programmes d'actions annuels ou pluriannuels, d'identifier les budgets disponibles, de s'assurer de la mise en œuvre des actions du plan.</p> <p>En fonction des besoins, un comité des financeurs pourrait être réuni, avec pour rôle de veiller à la cohérence et la complémentarité des différents financements et de faciliter le reporting (technique et financier) des actions financées.</p>		
Sites d'action prioritaires	/		
Description de l'action	<p>1) Organiser la gouvernance du PNA :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Désigner l'animateur du PNA -Animer le Comité de pilotage : le COFIL est réuni par la DEAL Réunion au moins une fois par an. L'animateur lui présente un bilan annuel issu des retours qui lui sont transmis par les pilotes de fiches action. -Animer le comité technique, s'il y a lieu -Créer et animer le comité de financeurs, s'il y a lieu <p>2) Diffuser et valoriser le PNA</p> <ul style="list-style-type: none"> -Faire connaître le PNA aux élus et aux aménageurs, notamment en le rendant disponible sur le site du Ministère de la Transition écologique et solidaire, de la DEAL et de l'animateur. -Créer et diffuser une plaquette de communication, la diffuser auprès d'un large public 		
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de réunions du COFIL</p> <p>Rapports d'activités annuels de l'animateur du plan</p> <p>Nombre de réunions du comité technique, s'il y a lieu</p>		



	Nombre de réunions du comité de financeurs, s'il y a lieu Impression et diffusion de 500 exemplaires de la plaquette										
Pilote	DEAL et animateur du plan										
Partenaires	L'ensemble des membres des différents comité, et, <i>a minima</i> , du comité de pilotage										
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Ministère de la Transition écologique et solidaire, DEAL										
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 20 j-hos / an Autres coûts : 1 000 € / an animation + 2 000 € plaquette première année										
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Lien avec d'autres programmes de conservation											



1.2	Rechercher des financements pour la réalisation des actions	PB 1	PNB 1
Domaine	Développement		
Objectif(s)	Assurer le financement des actions prioritaires du PNA.		
Contexte & Enjeux	Afin de mener à bien les actions prévues dans le plan, il convient de disposer des financements spécifiques dédiés à ces actions. Dans le cadre de sa mission, l'animateur du plan, avec l'appui de la DEAL coordinatrice et du Comité de pilotage, assure la cohérence dans la réalisation des actions et les recherches de financement. Il pourra éventuellement s'appuyer sur un Comité des financeurs (cf. Action 1.1). Les demandes de financement devront se faire dans une recherche de complémentarité avec d'autres programmes de protection de la biodiversité existants.		
Sites d'action prioritaires	/		
Description de l'action	<p>Le choix des actions et le montage des projets à soumettre seront menés de façon concertée avec les financeurs, en accord avec le Comité de pilotage. Les demandes porteront, en priorité, sur des financements pluriannuels. Les programmes d'actions seront définis sur la base des priorités établies au sein de ce plan.</p> <p>Différents types de financements pourront être recherchés ou sollicités :</p> <ul style="list-style-type: none">• Financements publics auprès de l'État, des collectivités territoriales, des établissements publics et de l'Europe (LIFE+, BEST, FEDER...)• Financements privés type mécénat (entreprises, fondations)• Financements en lien avec les évolutions réglementaires, et avec les possibilités offertes via la compensation écologique des projets : des mesures compensatoires pourraient être ciblées pour la mise en œuvre des actions prioritaires de ce PNA.• Développement de partenariats avec les organismes de recherche, demandes de bourses de thèses.		
Indicateur(s) de suivi et livrables	Nombre d'actions et de projets financés Montant total des financements obtenus et leur répartition sur les fiches action Durée des financements		
Pilote	DEAL, animateur du plan		
Partenaires	Services de l'État, Région Réunion, Conseil Départemental, organismes de recherche Comité de pilotage (voire comité des financeurs), collectivités, partenaires privés, associations ...		
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés, compensateurs (dans le cadre ERC)		
Estimation en moyens humains et financiers	Les moyens humains peuvent être concentrés et élevés lors du montage d'un dossier avec un financement pluriannuel. Cette estimation est lissée sur l'ensemble des années avec : ETP : 40 j-ho/ an et prestation 5 000 €/an		



Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion PNA en faveur des Geckos verts de La Réunion PDC en faveur du Papangue PNA en faveur du Tuit-tuit									



1.3	Assurer la formation et l'accompagnement sur le terrain des agents impliqués dans les actions										PB 1	PNB 1
Domaine	Animation											
Objectif(s)	Avoir du personnel formé dans les différentes structures pour réaliser les actions du PNA											
Contexte & Enjeux	Les pétrels et puffins nichent dans des sites parfois difficiles d'accès. De plus, leur étude et leur conservation nécessitent des compétences techniques particulières, parfois obtenues à l'issue de formations diplômantes. Le personnel qui interviendra dans les actions prévues devra donc être formé aux méthodes et techniques utilisées, afin de respecter les règles de sécurité et la réglementation. Des sessions de formation seront prévues durant toute la durée du plan, une année sur deux. Ces formations permettront, à la fois, de former de nouveaux agents, et, éventuellement, de réactualiser les connaissances et la maîtrise des techniques de tous les agents impliqués dans les actions.											
Sites d'action prioritaires	/											
Description de l'action	<p>1) Poursuivre les formations existantes et les actualiser si besoin :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Formation des agents à la sécurité en montagne et premiers secours (CQP1) et accompagner les agents sur le terrain par un prestataire extérieur (ayant un niveau CQP2), qui sera à identifier. -Manipulation et baguage des oiseaux (5 jours) : dispensée par l'Université de La Réunion ; -Manipulation et prise en charge des oiseaux échoués (2 jours) : dispensée par la SEOR -Méthodes de lutte contre les espèces nuisibles : formation piégeage (3 jours) : dispensée par la Fédération Départementale des Chasseurs de La Réunion (FDC 974), formation certibiocide (3 jours) : dispensée par la Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles (FDGDON). <p>2) Mettre en place d'autres formations si nécessaire.</p>											
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de formations organisées</p> <p>Nombre d'agents formés dans chaque type de formation</p>											
Pilote	Animateur du plan											
Partenaires	Université de La Réunion, PNRun, OFB/BNOI, SEOR, AVE2M											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	<p>ETP : 30 j-ho / an</p> <p>Prestation formateurs (CQP1, CQP2, certibiocide) : 22 300 € / an</p>											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	X	X		X		X		X				
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion											



5.6.3 - OBJECTIF N°2 : Limiter l'impact des menaces identifiées

2.1	Limiter l'impact des chats	PB 1	PNB 1
Domaine	Protection		
Objectif(s)	Assurer la survie des pétrels dans les colonies naturelles et artificielles : -en s'assurant qu'il n'y ait pas de chats présents dans ces colonies ; -en limitant la recolonisation des colonies de pétrels par des chats depuis les zones périphériques.		
Contexte & Enjeux	<p>La prédation par les chats harets et errants est identifiée comme la menace principale pesant sur les pétrels. Le contrôle des populations de chats harets et errants est donc un enjeu majeur pour la conservation de ces espèces.</p> <p>L'action de contrôle des chats, dans et à proximité des colonies, a été initiée en 2010 et le protocole a été optimisé à plusieurs reprises depuis cette date. L'optimisation du protocole a permis de réduire les efforts ainsi que les coûts, permettant d'améliorer l'efficacité des opérations. La surveillance par caméras automatiques (GSM) permet de contrôler la présence de chats sur les secteurs ciblés et d'analyser leur comportement afin d'adapter les méthodes de piégeage. Le piégeage s'organise actuellement selon trois couronnes concentriques : dans les colonies (personnels expérimentés), zones naturelles périphériques des colonies (PNRun), zones naturelles proches du milieu péri-urbain.</p> <p>La stratégie de cette action peut aussi s'appuyer sur des études génétiques qui ont montré qu'il existe trois zones géographiques isolées génétiquement les unes des autres, pouvant être gérées différemment (le Maïdo, Dimitile, Makes-Cilaos-Grand Bassin).</p> <p>Dans le cadre du plan de lutte contre l'errance animale à La Réunion (coordonné par la DAAF), des campagnes de stérilisation (avec parfois prise en charge de l'identification des animaux par puce électronique) sont menées au sein des différentes intercommunalités. Il est nécessaire de pouvoir réaliser également de telles campagnes dans des secteurs urbanisés proches des colonies tels que Marla, Îlet à Cordes, Cilaos, Grand Bassin, les bas du Dimitile, Grand Coude...</p> <p>Enfin, même si seulement quelques chats sont présents, dans ou à proximité des colonies, ils peuvent, néanmoins, avoir un impact très fort sur les pétrels.</p> <p>Le contrôle des populations de chats doit donc être poursuivi, pérennisé et de nouveau optimisé si besoin, dans et à proximité des colonies naturelles et artificielles suivies, y compris des nouvelles colonies (naturelles et artificielles), afin de maintenir des conditions favorables à la reproduction de ces espèces.</p>		
Sites d'action prioritaires	<p>-Dans les colonies naturelles et artificielles de reproduction connues actuellement (Grand Bénare, Bras des étangs, Rond des Chevrons, Rivière des Remparts) et les futures colonies.</p> <p>-À proximité des colonies connues ou futures : Planèze des Hauts de l'Ouest, Grand Bénard, Piton des Neiges, Dimitile, sentiers autour de Grand Bassin, Fond de Rivière des Remparts.</p> <p>-À l'interface avec les zones habitées : Hauts de l'Ouest, Cilaos, Îlet à Cordes, Marla, Trois Salazes, Col du Taïbit, Hauts de Entre-Deux (Dimitile), Grand Bassin-village, Belvédère de Bois court, Piton bleu/Mollaret, Notre Dame de la Paix, Grand Coude et</p>		



	<p>tout autre lieu pouvant réalimenter les zones naturelles en périphérie des colonies connues et des colonies futures.</p>
Description de l'action	<p>1) Coordonner les actions de capture des chats : cohérence et complémentarité entre les acteurs et avec le plan de lutte contre l'errance animale. Définir les conditions et lieux de prise en charge des animaux en fonction des enjeux et des moyens de chaque acteur, -Établir des partenariats avec les différents acteurs et les intercommunalités pour organiser les captures et le dépôt des animaux dans les fourrières, -Organiser des réunions de coordination entre les partenaires, en année n-1, pour planifier chaque année les actions de capture. -Mettre en place une organisation lorsqu'un chat est identifié, en fonction de l'enjeu pour les pétrels et de la localisation</p> <p>2) Agir dans les colonies de reproductions -Réaliser les captures de chat par la pose de cages pièges. Utilisation de piège-photo pour identifier les chats présents sur les colonies et suivre leur fréquentation des sites. -Contribuer à faire évoluer la réglementation pour l'utilisation de pièges létaux dans les sites inaccessibles cf. Action 2.2</p> <p>3) Contrôler la population de chats harets et errants en périphérie immédiate des colonies avec des cages-pièges</p> <p>4) Contrôler la population de chats harets et errants en périphérie étendue des colonies avec des cages-pièges</p> <p>5) Accompagner les municipalités dans leur rôle de police de l'errance animale</p> <p>6) Promouvoir la stérilisation/identification et sensibiliser sur l'errance animale dans des zones à enjeux préalablement identifiées. -Identifier les zones d'actions prioritaires, -Mettre en place les moyens techniques et humains pour des stérilisations/ identifications dans les zones habitées peu accessibles (ex : Marla, Cilaos), -Mutualiser les outils et moyens de sensibilisation. Diffuser les outils produits dans le cadre du plan de lutte contre l'errance animale : http://daaf.reunion.agriculture.gouv.fr/Reunion-Protection-animale-animaux,1326</p> <p>7) Poursuivre les recherches et études pouvant rendre cette action plus efficace : -Veille sur les technologies et protocoles pour les captures et les stérilisations -Poursuite du suivi génétique des chats</p>
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Survie des poussins de pétrels</p> <p>1) Nombre de réunions de coordination, Nombre de partenariats créés, Nombre de nuits-pièges, Nombre de captures de chats</p> <p>2)3)4) Nombre de nuits-pièges, taux de capture</p> <p>5) Nombre de procès-verbaux</p> <p>6) Nombre de chats (mâles/femelles) stérilisés et identifiés</p> <p>7) Nombre d'études produites</p>
Pilote	<p>Le pilote de l'ensemble de la fiche est le PNRun et il assure la coordination entre les acteurs de sous-actions :</p> <p>1)2)5) animateur, 3) PNRun, 4) AVE2M, intercommunalités, 6) Intercommunalités, 7) Université, PNRun</p>
Partenaires	DAAF, OFB/BNOI, SEOR
Partenaire(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités



financier(s) pressenti(s)	territoriales, privés									
Estimation en moyens humains et financiers	4) Nombre de j-ho/an périphérie : -591 j-ho pour l'encadrement/gestion/bilan . -1 425 j-ho pour les techniciens Coûts divers lutte en périphérie : -Consommable : 10 500€/ an -Frais véhicule : 35 000€/ an -Investissement : 3000€/ an 2) et 3) Nombre de j-ho/an sur colonies : 452 j-ho/an. Prestations : 5 000€/ an Autres coûts : 25 000€/ an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	<ul style="list-style-type: none">- Stratégie Réunionnaise de la Biodiversité,- Programme Opérationnel de Lutte contre les Invasives (POLI)- Plan de lutte contre l'errance animale à La Réunion- MISEN (coordination des actions de police)- Plan de conservation en faveur des puffins de La Réunion- PNA en faveur de l'Echenilleur de La Réunion									



2.2	limiter l'impact des rats										PB 2	PNB 1
Domaine	Protection											
Objectif(s)	Augmenter la survie des pétrels sur colonies, notamment pour le Pétrel noir de Bourbon											
Contexte & Enjeux	<p>Les rats (<i>Rattus spp.</i>) exercent de la prédation sur les œufs et poussins d'oiseaux marins. Jusqu'alors, ces actions de dératisation sont localisées au cœur des colonies, et autour des sites de piégeage des chats, afin de favoriser l'effet du contrôle des chats (Action 5.1). Le protocole actuel consiste à disposer du raticide dans des postes d'appâtage autour des cages de capture de chats, et sur des stations de dératisation dans les colonies. Ces sessions de dératisation sur colonies sont menées avant la période de reproduction des pétrels.</p> <p>Cette action doit être poursuivie et pérennisée, et, éventuellement, étendue à de nouvelles colonies de Pétrel noir de Bourbon. Le suivi du succès reproducteur des pétrels permettra d'apprécier les effets de ce contrôle des rats.</p>											
Sites d'action prioritaires	Les colonies de reproduction naturelles et artificielles, connues et futures											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Poursuivre la dératisation dans les zones-cœur des colonies suivies -Poursuivre la dératisation sur les sites de piégeage de chats -Étendre la dératisation aux nouvelles colonies de Pétrel noir de Bourbon -Optimiser le protocole en fonction des résultats obtenus 											
Indicateur(s) de suivi et livrables	Surface traitée et nombre de sessions Suivi de l'abondance des rats dans les colonies (ex. par piège-photo)											
Pilote	PNRun (colonies), AVE2M (périphérie)											
Partenaires	Université de La Réunion, OFB/BNOI, ONF, SEOR											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	ETP sur colonies 125 j-ho/an ETP en périphérie des colonies : -264 jours-ho pour l'encadrement/gestion/bilan -600 jours-ho pour les techniciens Coûts divers lutte en périphérie : Consommable : 24 500€/an Frais véhicule : 15 000€/an Investissement : 1000€/an Autres coûts : 5 000 €/an											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Lien avec d'autres programmes de conservation												



N°2.3	Limiter l'impact de la pollution lumineuse	PB 1		PNB 1
Domaine	Protection			
Objectif(s)	Réduire la pollution lumineuse responsable des échouages de pétrels			
Contexte & Enjeux	<p>La pollution lumineuse est le rayonnement [...] émis à l'extérieur ou vers l'extérieur, et qui, par sa direction, intensité ou qualité, peut avoir un effet nuisible ou incommodant sur l'homme, le paysage ou les écosystèmes (Kobler 2002). À La Réunion, cette pollution est responsable, chaque année, de l'échouage de 300 à plus de 1 200 jeunes pétrels de Barau. Depuis 1970, 58 pétrels noirs de Bourbon ont été recueillis par le réseau de la SEOR, dont 58 % d'adultes.</p> <p>Les conséquences de l'excès d'éclairage artificiel inadapté et mal orienté ne se limitent pas à la perturbation de la biodiversité. Il représente également un gaspillage énergétique, un risque pour la santé humaine et contribue à l'accroissement de l'empreinte carbone.</p> <p>Agir sur cette thématique nécessite de travailler à l'échelle des territoires et avec les décideurs des collectivités, mais aussi des structures privés, des bailleurs sociaux, ... La tenue, en octobre 2019, d'ateliers territoriaux sur la transition écologique et la lumière, organisés par le Parc national a permis de poser un cadre à cette action et de l'ancrer pleinement dans la dynamique territoriale. Le programme « les jours de la nuit » visant à traiter globalement la question de la transition écologique et de la pollution lumineuse en a découlé.</p>			
Sites d'actions prioritaires	<p>Cette action doit concerner toute l'île, avec une vigilance, en priorité, sur :</p> <ul style="list-style-type: none">➤ les zones à proximité des colonies de pétrels noirs de Bourbon ou sur leurs couloirs de passage. Il s'agit des zones comprises dans un « triangle » entre Grand Bassin, Entre-Deux, Saint-Louis, Étang-Salé et un second triangle sur Saint-Joseph ;➤ les zones fortement impactées par les échouages de pétrels de Barau, soient les villes de Cilaos, Le Port, Saint-Denis, Saint-Pierre, Saint-Louis.			
Description de l'action	<ol style="list-style-type: none">1) Contribuer à inscrire un objectif de réduction de la pollution lumineuse dans les différentes politiques publiques de l'île2) Prendre en compte les enjeux de réduction de la pollution lumineuse dans les documents d'aménagement du territoire : future trame noire du SAR/SRCE, PLU et SDAL des communes3) Organiser des retours d'expériences pour informer les publics techniques concernés, services techniques des communes, architectes, bureaux de contrôles et bureaux d'étude prestataires et techniciens... :<ul style="list-style-type: none">-échanger sur des thématiques larges : évaluation des systèmes mis en place (coût, facilité d'installation, impacts sur la biodiversité, durabilité...), actualités sur les nouvelles technologies, informations techniques : cartographie des enjeux biodiversité, solutions d'éclairages....-organiser des visites de terrain4) Mise en place d'un comité technique « éclairage et biodiversité » : définir la composition de ce comité, en essayant d'être restreint afin de rester efficace, tout en rassemblant, à la fois, les organismes compétents en termes de biodiversité et d'éclairage public. Le comité devrait permettre une veille sur la réglementation et les financements mobilisables, et ferait le bilan des actions qui ont été mises en place. Il pourrait apporter de l'information aux différents comités chargés de la gouvernance			



	<p>« énergie » et il communiquerait auprès des collectivités et des décideurs sur les aspects santé/éclairages/sentiment d'insécurité.</p> <p>5) Faire connaître la réglementation concernant la limitation des nuisances lumineuses et, voir pour l'adapter localement aux enjeux de biodiversité</p> <ul style="list-style-type: none">• Compléter le cadre national par une réglementation locale (ex. prise d'un arrêté préfectoral, prévu dans l'arrêté du 27 décembre 2018) afin de la rendre cohérente avec les enjeux de l'île : limiter aussi les éclairages du domaine résidentiel, ULOR = 0 sur toute l'île ...• Solliciter un accompagnement des services l'État pour communiquer sur les deux arrêtés du 27 décembre 2018 <p>6) Former à la réglementation et aux bonnes pratiques concernant les éclairages :</p> <ul style="list-style-type: none">• Inclure cette formation dans les offres du CNFPT• Former les entreprises et industries• Envisager la création de sites pilotes présentant différents types d'éclairage, avec la question du recyclage <p>7) Valoriser les zones exemptes de pollution lumineuse : ex. démarche Réserve Internationale de Ciel Etoilé (RICE).</p> <p>8) Animer la mise en œuvre du Label « pétrels protégés » :</p> <ul style="list-style-type: none">• Faire connaître la démarche• Organiser un bilan annuel du label.
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Production des actes des ateliers territoriaux</p> <p>Nombre de SDAL réalisés prenant en compte les enjeux biodiversité</p> <p>Nombre de dossiers FEDER « Rénovation de l'éclairage public (LED) » déposés</p> <p>Nombre de points lumineux modifiés</p> <p>Nombre de réunions du comité « éclairage et biodiversité »</p> <p>Nombre de personnes formées</p> <p>Proportion de pétrels échoués par commune</p> <p>Évolution de la consommation électrique de l'éclairage public</p> <p>Évolution de la pollution lumineuse (par carte satellite)</p> <p>Nombre de points lumineux bénéficiant du label « pétrels protégés »</p>
Pilote	<p>PNRun pour la coordination globale de cette action</p> <p>1)7) PNRun, 2) DEAL, PNRun, SEOR, 3) PNRun, SEOR, 4) PNRun, SEOR,5) DEAL,6) ADEME ?, 8) SEOR, EDF</p>
Partenaires	<p>Région Réunion, SPL Energies Réunion, SIDELEC, communes, intercommunalités, bailleurs, fédérations et clubs sportifs, entreprises et industriels, bureaux d'étude ANPCEN,...</p>
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	<p>DEAL, Région Réunion, PNRun, EDF</p>
Estimation en moyens humains et financiers	<p>1) ETP PNRun : 60 j-ho</p> <p>Autres coûts (organisation, publication des actes du séminaires) : 142 000 €</p> <p>2) ETP SEOR : 30 j-ho/an</p> <p>3) Animation de la journée : 30 jours homme / an</p> <p>Fonctionnement (matériel) : 1 000 €/an</p> <p>4) Animation du comité : 30 j-ho / an</p> <p>5) 30 j-ho/an</p>



	6) Session de formation tous les 2 ans : 20 j-ho/an 8) Animation label : 60 j-ho / an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



2.4	Pérenniser et optimiser le réseau de sauvetage des oiseaux marins							PB 1	PNB 1	
Domaine	Protection									
Objectif(s)	Maintenir le réseau de sauvetage afin de prendre en charge les pétrels trouvés échoués									
Contexte & Enjeux	<p>Grâce à son réseau de sauvetage, le centre de sauvegarde de la faune sauvage de la SEOR gère chaque année plus de 3 000 oiseaux par an dont 85% d'oiseaux marins signalés échoués du fait des lumières artificielles.</p> <p>Le Pétrel de Barau est la deuxième espèce la plus concernée par le phénomène sur l'île de La Réunion : entre 400 et 1 200 individus sont pris en charge chaque année.</p> <p>La pérennisation des actions de sensibilisation de la population réunionnaise, de la coordination du réseau de sauvetage et du fonctionnement du centre de sauvegarde de la faune sauvage sont des enjeux indispensables pour la conservation des quatre espèces de Procellariidés concernées par le phénomène d'attraction aux lumières. Ceci concerne, tout particulièrement, les deux espèces de pétrels endémiques mondialement menacés.</p>									
Sites d'action prioritaires	L'ensemble de l'île et, plus particulièrement, les couloirs de déplacement et le littoral associé									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Poursuivre les actions de sensibilisation de la population : cf. Actions 6.1 et 6.2 -Pérenniser la coordination du réseau de sauvetage (recrutement et formation de nouveaux membres) -Pérenniser et améliorer le fonctionnement du centre de sauvegarde de la faune -Actualisation de la base de données « sauvetage » cf Action 3.5 									
Indicateur(s) de suivi et livrables	Nombre d'oiseaux recueillis et relâchés des différentes espèces									
Pilote	SEOR									
Partenaires	OFB/BNOI, PNRUN, SDIS 974, gendarmeries, commissariats de police, collectivités, cabinets vétérinaires									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe, État, collectivités locales, compensateurs, mécénat.									
Estimation en moyens humains et financiers	<p>Le coût global de fonctionnement du centre de sauvegarde est de 100 000€ / an correspondant à : 2,5 ETP / an et 10 000 euros de consommables, frais vétérinaires etc</p> <p>En moyenne, 35 % des oiseaux recueillis sont des pétrels de Barau (ce chiffre peut varier fortement d'une année à l'autre). On peut donc estimer globalement que le coût de la prise en charge des pétrels est de : 1 ETP (=208 j-ho/an) et 10 000*35% = 3500€/an</p> <p>Cependant, la survie des pétrels échoués reste conditionnée au fonctionnement global de centre de sauvegarde.</p> <p>Autres coûts : 57 500 €. Ce montant correspond à la moitié du budget prévu d'un projet prévoyant le déplacement du centre de sauvegarde dans des nouveaux locaux spécifiquement adaptés aux besoins des oiseaux et aux mesures de biosécurité (construction d'une maison de la nature dédiée à la faune de La Réunion).</p>									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Lien avec d'autres programmes de conservation

Plan de conservation en faveur des puffins de La Réunion



2.5	Étudier la faisabilité de la création d'une nouvelle colonie artificielle côtière pour le Pétrel noir de Bourbon	PB /	PNB 1
Domaine	Protection		
Objectif(s)	Créer une population de pétrels noir de Bourbon qui ne soit pas soumise aux principales menaces (prédation et pollution lumineuse).		
Contexte & Enjeux	<p>La création de colonies artificielles constitue une solution permettant de s'affranchir des menaces rencontrées par les oiseaux marins menacés d'extinction sur les îles, permettant de préserver une population sur le long terme et à moindre coût. Cette méthode a été développée comme mesure efficace de conservation, entre autres en Nouvelle-Zélande et à Hawaï.</p> <p>L'objectif de cette action est d'identifier et d'aménager un site de substitution pour la reproduction du Pétrel noir de Bourbon. Ce site serait exempt des principales menaces, pollution lumineuse et prédateurs introduits. L'accès des prédateurs (rats et chats) est empêché grâce à la mise en place de clôtures et/ou de contrôles intensifs des prédateurs. Cette mesure permet d'augmenter la survie et le succès reproducteur des oiseaux. Le principe des colonies artificielles s'appuie sur la philopatrie des pétrels, et peut nécessiter le déplacement d'individus (notamment des jeunes en fin d'élevage, avant leur envol) afin d'accélérer l'installation de couples reproducteurs dans cette nouvelle zone. Sur la base des travaux réalisés en Nouvelle-Zélande et à Hawaï, un rapport de faisabilité, prenant en compte la fragilité des populations connues actuelles, sera à rédiger.</p> <p>Cette action permettra d'assurer la conservation de l'espèce à long terme. En fonction de la localisation choisie pour la colonie artificielle, il pourrait être envisagé que cette zone, protégée des prédateurs, accueille d'autres espèces menacées tels que le Gecko vert de Manapany, le Puffin du Pacifique...</p>		
Sites d'action prioritaires	Sites pré-identifiés dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels, Éventuellement, autres sites		
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Définition des sites potentiels en fonction de critères identifiés : habitat favorable pour l'espèce, facilité d'accès et possibilité d'éradiquer les prédateurs de la zone et d'installer une clôture, -En fonction des sites potentiels, réalisation d'une analyse des coûts pour la mise en œuvre et le suivi sur le long terme d'une colonie artificielle. Voir la possibilité de mutualiser cette action avec la protection des geckos (action 4.1 du PNA en faveur des geckos verts), -Réalisation d'une étude pour définir la pertinence et la possibilité technique et réglementaire de déplacer des poussins ou des adultes échoués de Pétrel noir de Bourbon, -Installation de la colonie artificielle -Suivi de l'occupation des terriers artificiels et des paramètres démographiques de la colonie cf. Actions 3.1 et 7.2 		
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de sites potentiels identifiés</p> <p>Rapport de faisabilité</p> <p>Nombre de terriers occupés dans la colonie artificielle</p>		
Pilote	SEOR		



Partenaires	PNRun, Université de La Réunion									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés									
Estimation en moyens humains et financiers	ETP: 55 j-ho/an Prestations : 2 000€/an Autres coûts : 9 000€/an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
			X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	PNA en faveur des Gecko verts de La Réunion PDC en faveur des puffins de La Réunion									



2.6	Prévenir le risque de propagation des pathogènes	PB 1	PNB 1
Domaine	Protection		
Objectif(s)	Assurer la survie des pétrels en limitant l'introduction et la transmission de pathogènes		
Contexte & Enjeux	<p>Il n'existe pas aujourd'hui d'impact négatif avéré d'une circulation de pathogène dans les colonies de reproduction des pétrels à La Réunion. Cependant, la proximité de territoires tels que Madagascar où l'on retrouve des cas de choléra aviaire et de maladie de Newcastle fait courir un risque potentiel. L'introduction de la grippe aviaire par l'homme est aussi possible, il est donc nécessaire de rester vigilant afin de prévenir toute contamination. Il est essentiel de prévenir le risque de propagation d'organismes pathogènes par les vecteurs potentiels que sont l'homme, les oiseaux (ex : élevages avicoles, nouvelles espèces introduites sur l'île...) et les mammifères introduits (rats, chats).</p> <p>Afin de limiter la propagation inter-colonies, cette prévention peut passer par la mise en place d'un protocole de nettoyage des vêtements et du matériel avant l'accès aux colonies ainsi qu'une gestion spécifique des déchets. Les mesures pour éviter la propagation intra-colonie pourront être plus légères, car les oiseaux sont déjà très proches les uns des autres. Ces protocoles seront, évidemment, à raisonner avec les difficultés du terrain : les colonies de reproduction se trouvant, parfois, dans des endroits particulièrement difficiles d'accès. Enfin, une attention sera apportée au centre de sauvegarde de la SEOR afin d'éviter des contaminations en cas de présence d'un individu malade.</p>		
Sites d'action prioritaires	Les colonies d'étude et le centre de sauvegarde		
Description de l'action	<p>1) Rédiger et mettre en œuvre un protocole de biosécurité pour l'accès aux colonies de reproduction</p> <ul style="list-style-type: none">-Prévoir un sas de biosécurité avant l'accès aux colonies. Pour les colonies de pétrels de Barau, cela pourrait se faire par l'installation d'une ou de plusieurs touques contenant le matériel de biosécurité. Pour la colonie de pétrels noir de Bourbon du Rond des Chevrons, cette phase pourrait avoir lieu avant de monter dans l'hélicoptère. Enfin, pour les pétrels noirs de la Rivières des Remparts, cela se ferait à la descente du 4x4.-Inspecter et nettoyer les effets personnels, désinfecter les chaussures-Éviter les aliments potentiellement vecteurs de pathogènes-Prévoir du matériel spécifique à chaque colonie, comme le matériel de biométrie et les vêtements-Prévoir le stockage et le tri des déchets du personnel sur les colonies <p>2) Prévoir un protocole pour gérer au centre de sauvegarde de la SEOR, un oiseau potentiellement infecté et contagieux</p> <ul style="list-style-type: none">-Prévoir la mise en place d'une zone de quarantaine		
Indicateur(s) de suivi et livrables	Protocoles de biosécurité rédigés Rapports de mise en œuvre des protocoles		
Pilote	Le PNRun est pilote de la fiche action, en lien avec la SEOR pour le centre de soin		
Partenaires	DAAF, CIRAD, Université de La Réunion (UMR ENTROPIE, UMR PIMIT), CNRS (Chizé), OFB (réseau SAGIR), TAAF, LVD, GDS		



Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)										
Estimation en moyens humains et financiers	45 jo-h/an Achat de matériel de biosécurité : 10 000 €									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	PNA en faveur de l'Albatros d'Amsterdam									



2.7	Améliorer la gestion des déchets sur les sites proches des colonies							PB 2	PNB 2	
Domaine	Protection									
Objectif(s)	Augmenter la survie des pétrels sur colonies									
Contexte & Enjeux	La présence de déchets rejetés par les activités humaines dans le milieu naturel favorise la prolifération des rats et des chats dans les milieux naturels, prédateurs des pétrels. Une bonne gestion du stockage et de l'évacuation de ces déchets, ainsi qu'un respect des règles de bonne conduite, permettraient de limiter l'impact de ces prédateurs sur les populations de pétrels.									
Sites d'action prioritaires	À proximité des colonies									
Description de l'action	<ol style="list-style-type: none"> 1) Identifier des sites prioritaires d'intervention et les cartographier 2) Ramasser régulièrement les déchets sur les aires d'accueil ou autres sites identifiés 3) Opération de ramassage des déchets de grande ampleur et sensibilisation des publics sur les sites préalablement identifiés comme ayant un enjeu. 4) Être en lien avec les pétitionnaires et maîtres d'ouvrage pour les informer que la gestion des déchets est un point de vigilance important lors du dépôt d'un projet. 5) Mettre en place ou améliorer les systèmes de stockage des déchets adaptés (containers hermétiques) sur les sites prioritaires 6) Dératiser autour des systèmes de stockage afin de limiter la prolifération des rats 7) Vérifier annuellement les containers 8) Sensibiliser les usagers : cf. Action 6.2. 9) Verbaliser les contrevenants 									
Indicateur(s) de suivi et livrables	Nombre de lieux équipés de containers hermétiques Quantité d'appâts empoisonnés dispersés autour des containers Quantité de déchets ramassés annuellement									
Pilote	Le pilote de cette action est l'Animateur du PNA. Il mobilisera les gestionnaires concernés selon les zones : ex. la forêt départemento-domaniale relève du Département (dont la gestion déléguée à l'ONF), hors départemento-domanial la gestion des déchets relève plutôt des intercommunalités en fonction des spécificités locale.									
Partenaires	DEAL, PNRun, OFB/BNOI, Département, intercommunalités, communes, SEOR, AVE2M									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)										
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 37 j-ho/an ; Autres coûts (containers + dératisation) : 50 000 €									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation										



2.8	Prévenir et réduire le risque incendie										PB 2	PNB 2
Domaine	Protection											
Objectif(s)	Prévenir l'altération potentielle de l'habitat des pétrels											
Contexte & Enjeux	Les milieux naturels de La Réunion ont été victimes de plusieurs grands incendies particulièrement destructeurs ces dernières années. Une carte de sensibilité de l'île a été élaborée par l'ONF (DFCI 2017), et cette carte illustre le risque qui pèse sur certaines falaises abritant des colonies de reproduction de pétrels et puffins. À l'échelle de La Réunion, la stratégie de lutte contre les incendies est détaillée au sein du DFCI, les actions de prévention se feront en cohérence avec celle-ci. Par ailleurs, le Parc national a rédigé un porté à connaissances comprenant les enjeux de préservation de la biodiversité à l'intention du SDIS.											
Sites d'action prioritaires	À proximité des colonies connues et potentielles											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Assurer un porter à connaissance des zones à enjeux « pétrel endémique » auprès des services d'intervention concernés -Mise en œuvre des systèmes de surveillance des incendies. -Mise en œuvre des systèmes de lutte contre les incendies -Information et sensibilisation des usagers des territoires concernés au risque incendie : écogardes du Parc national qui sensibilisent le grand public sur cette thématique. 											
Indicateur(s) de suivi et livrables	Systèmes de surveillance effectifs Systèmes de lutte effectifs Nombre d'actions d'information des usagers											
Pilote	ONF, PNRun											
Partenaires	DAAF, SDIS											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)												
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 12,5 j-ho/an Autres coûts : 20 000 €/an											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion											



5.6.4 - OBJECTIF N°3 : Évaluer l'impact de menaces potentielles sur les espèces et réagir en conséquence

3.1	Étudier la phase marine et les menaces qui pèsent sur l'espèce pendant cette phase										PB 2	PNB 2
Domaine	Étude											
Objectif(s)	Suivre les trajets en mer des pétrels pour mieux comprendre leur biologie et identifier de nouvelles menaces potentielles											
Contexte & Enjeux	<p>Ces deux pétrels sont des espèces pélagiques qui passent l'essentiel de leur vie en mer. L'étude de leur comportement et de leur distribution en mer, réalisée grâce à des capteurs ou du matériel de télémétrie, permet d'évaluer les menaces auxquelles ces deux espèces doivent ou devront faire face dans les décennies à venir, telles que la pollution, la pêche industrielle ou le réchauffement climatique. Les données de suivi en mer permettent, en outre, d'identifier les zones marines importantes pour la survie des espèces qui peuvent être prise en compte pour la création d'aires marines protégées.</p> <p>De tels suivis ont été menés ces dernières années sur le Pétrel de Barau et les premiers résultats sont disponibles pour la période inter-nuptiale du Pétrel noir de Bourbon (Saunier, 2019). Cependant, ces suivis doivent être réalisés sur l'ensemble du cycle de vie des pétrels, sur les différents stades de développement et sur le long terme afin de fournir une vision plus complète de la biologie de ces espèces lors de leur phase marine. Ainsi, de nouveaux suivis devront être réalisés dans les années à venir.</p>											
Sites d'action prioritaires	/											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Suivi des adultes par GLS, GPS et Argos -Suivi des juvéniles par Argos et GLS -Analyses spatiales et relation avec les niveaux de pollution et autres menaces en mer. 											
Indicateur(s) de suivi et livrables	Nombre d'oiseaux équipés d'appareils de suivi, Nombre de données récoltées (trajets enregistrés), Nombre d'années de suivi, Publications scientifiques											
Pilote	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)											
Partenaires	PNRun, CEBC-CNRS, SEOR											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 85 j-ho/an Autres coûts (GPS, GLS, Argos) : 60 000 €											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	X	X	X	X	X	X						
Lien avec d'autres programmes de conservation												



3.2	Étudier les niveaux d'exposition aux pollutions marines										PB 2	PNB 2
Domaine	Étude											
Objectif(s)	Évaluer l'impact des pollutions marines sur la survie et la reproduction des pétrels											
Contexte & Enjeux	Durant leur phase marine, les pétrels sont exposés à plusieurs types de pollution marine : ingestion de plastique, contact avec les hydrocarbures, bioaccumulation de métaux lourds ou de POPs (Polluants Organiques Persistants). Ces pollutions peuvent impacter la survie des individus et leur reproduction.											
Sites d'action prioritaires	/											
Description de l'action	-Échantillonnage systématique des oiseaux morts issus des opérations de sauvetage, ou du réseau d'épidémiologie-surveillance événementielle -Prise de sang et/ou de plumes sur les oiseaux manipulés -Analyses stomacales et biochimiques											
Indicateur(s) de suivi et livrables	Nombre d'individus analysés par an Niveau de pollution par type de polluant et par espèce											
Pilote	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)											
Partenaires	Ifremer, OFB, CEDTM, prestataires spécialisés (mesures des polluants métalliques et des POP), Globice, Kélonia, SEOR, CEBC-CNRS											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 125 j-ho/an Autres coûts : 30 000 €											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	X	X			X	X		X	X			
Lien avec d'autres programmes de conservation	Plan de conservation en faveur des puffins de La Réunion PNA en faveur des tortues marines Mayotte, Réunion, Îles Eparses PNA en faveur de l'Albatros d'Amsterdam Plan directeur de conservation en faveur des Baleines à bosse (<i>Megaptera novaeangliae</i>) fréquentant La Réunion (2018-2023) Plan directeur de conservation en faveur des populations de Dauphins fréquentant les eaux côtières réunionnaises (2018-2023)											



3.3	Évaluer l'impact des collisions et identifier des dispositifs efficaces afin de les éviter et de les réduire							PB 1	PNB 1	
Domaine	Étude, protection									
Objectif(s)	Évaluer l'impact des collisions des pétrels avec les infrastructures (câbles, ponts...) et tester des solutions pour les réduire									
Contexte & Enjeux	La densité des infrastructures câblées est élevée à La Réunion, en particulier en basse et moyenne altitude. De plus, plusieurs projets de transport par câble et d'installation de nouvelles lignes électriques sont à l'étude. Ces infrastructures entraînent des risques de collisions, qui peuvent s'additionner au risque de désorientation induit par la pollution lumineuse en zone urbaine. Cet impact peut être évalué, d'une part en étudiant le comportement des oiseaux à fine échelle (par la télémétrie, l'utilisation de radar ou de jumelles thermiques), et, d'autre part, en quantifiant les cas de collisions. Afin de réduire cet impact, des dispositifs efficaces d'évitement des infrastructures doivent être identifiés et testés.									
Sites d'action prioritaires	À définir en fonction de la cartographie des enjeux.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Cartographie de la sensibilité à différentes échelles : Spatialiser les zones de plus forts enjeux (couloirs de déplacements privilégiés des oiseaux) à l'échelle de l'île et à l'échelle de projets spécifiques ; -Étude du comportement : suivis télémétriques à fine échelle des déplacements des oiseaux entre les colonies et le littoral (GPS) ; -Quantification des collisions sur les câbles, lignes électriques, éoliennes, infrastructures... par système acoustique et recherche au sol des oiseaux impactés ; -Tester des systèmes d'effarouchement sensoriels (visuels, auditifs...) par un suivi avec les outils radar + jumelles/caméras nocturnes (infrarouges, lasers..) et acoustiques. 									
Indicateur(s) de suivi et livrables	Carte de spatialisation des enjeux ; nombre de suivis télémétriques réalisés Nombre de collisions recensées par site et nombre de sites suivis Nombre de sites-tests suivis et nombre de nuits de suivi ; nombre de dispositifs testés									
Pilote	SEOR, structures spécialisées									
Partenaires	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE), PNRun, organismes de recherche internationaux, bureaux d'étude									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés									
Estimation en moyens humains et financiers	ETP évaluation : 83 j-ho/an ; Autres coûts évaluation : 25 000 €/an ETP test de dispositifs : 62 j-ho/an ; Autres coûts (matériel pour tests) : 30 000 €/an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X		X	X		X		
Lien avec d'autres programmes de conservation	Plan de conservation en faveur des puffins de La Réunion									



3.4	Avoir une veille sur les prédateurs et compétiteurs potentiels sur les colonies, et réaliser une lutte précoce si nécessaire							PB 3	PNB 1	
Domaine	Étude, protection									
Objectif(s)	Anticiper l'impact de potentielles nouvelles menaces sur les colonies de pétrels									
Contexte & Enjeux	<p>Le Tangué a été observé sur les deux colonies connues de Pétrel noir de Bourbon. Il peut occuper les terriers de pétrels et se montrer agressif envers les oiseaux. Ce mammifère peut donc représenter un compétiteur, voire un prédateur potentiel pour les pétrels noirs de Bourbon. Une veille à l'aide de pièges photo est à maintenir.</p> <p>Des chèvres ont été signalées, sur, et à proximité des colonies de Pétrel de Barau depuis plusieurs années. La présence de ces chèvres sur les colonies peut induire la destruction des terriers par le piétinement, ainsi que la modification de l'habitat par le pâturage et la dispersion de espèces végétales invasives par zoochorie. Des actions de contrôle des populations de chèvres devraient être menées.</p> <p>Les espèces végétales invasives à proximité des colonies peuvent aussi avoir un impact négatif en colonisant le milieu et en rendant l'accès au terrier impossible. Une veille sur les foyers de ces espèces, situés à proximité des colonies sera à mener.</p> <p>Ces vérifications seront effectuées durant les visites de suivi des colonies (cf. Action 3.1).</p>									
Sites d'action prioritaires	Sur les colonies de reproduction, en priorité celle de Pétrel noir de Bourbon									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Surveillance des colonies par l'utilisation de caméras automatiques -Réculte des indices de présence de prédateurs sur les nouvelles colonies localisées -Cartographie des observations et des impacts constatés -Identification du statut des chèvres (de propriétaires / sauvages) -En fonction des impacts mesurés des prédateurs et compétiteurs sur les colonies, définition et mise en place de protocoles de contrôle -Implication possible des habitants de Mafate dans la définition et la mise en œuvre des protocoles de contrôle 									
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de caméras déployées</p> <p>Nombre d'indices de présence récoltés</p> <p>Carte de répartition des observations et des impacts constatés</p> <p>Nombre de prédateurs et compétiteurs retirés des secteurs ciblés</p> <p>Surfaces avec élimination d'espèces végétales invasives</p>									
Pilote	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE), Parc national de La Réunion									
Partenaires	OFB/BNOI, ONF, FDC 974, structures spécialisées, SEOR									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés									
Estimation en moyens humains et financiers	<p>ETP : 40 j-ho/an</p> <p>Autres coûts : 5 000 €/an</p>									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030



	X	X	X	X			X	X		
Lien avec d'autres programmes de conservation										



3.5	Organiser la détection précoce de phénomènes sanitaires émergents & Articuler la surveillance avec la caractérisation et la compréhension de ces phénomènes	PB 2	PNB 2
Domaine	Étude, surveillance		
Objectif(s)	Détecter précocement tout processus morbide émergent, le décrire et comprendre ses mécanismes physio-pathologiques et épidémiologiques		
Contexte & Enjeux	<p>En 2015, plusieurs cas de mortalités suspectes sur différentes espèces de <i>Procellariidés</i> ont été signalés par la SEOR. Ces cas ont été pris en charge par le réseau SAGIR, réseau de surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage administré par l'OFB. L'un des objectifs principaux de ce réseau est de détecter précocement l'émergence de maladies dans les populations d'oiseaux et de mammifères sauvages.</p> <p>La répétition des cas suspects (septicémie à point de départ cutané) sur les différentes espèces de <i>Procellariidés</i>, la suspicion de désordre immunitaire comme facteur de risque et le manque de documentation dans la littérature scientifique renforce la nécessité de mettre en œuvre une surveillance sanitaire pérenne des populations de <i>Procellariidés</i> (les puffins pourraient constituer des espèces sentinelles pour les pétrels) et d'articuler cette surveillance avec des programmes d'épidémiologie descriptive et analytique (facteurs de pathogénicité, et de risques environnementaux, populationnels et individuels, dynamique de transmission, utilisation de certaines maladies comme des indicateurs de santé des populations, etc...). L'objectif <i>in fine</i> étant de comprendre l'impact de ces processus morbides sur les dynamiques des populations. La détection, le plus en amont possible de maladies impactantes pour ces deux espèces déjà menacées permettra la mise en œuvre de mesures adaptées pour limiter la propagation de ces maladies.</p>		
Sites d'action prioritaires	Les colonies d'étude et le centre de sauvegarde de la SEOR. Les échouages peuvent être considérés comme un bon proxy pour échantillonner la population de <i>Procellariidés</i>		
Description de l'action	<ol style="list-style-type: none">1) Structurer un système de surveillance événementiel<ul style="list-style-type: none">-Adosser la surveillance des mortalités anormales au réseau SAGIR et son réseau de compétences-Détecter précocement les problèmes de santé dans une population-Estimer la part relative des causes de mortalité-Identifier les besoins de formation et former le personnel2) Estimer des taux de morbidité/mortalité/létalité associés au(x) processus émergent(s) et mettre à disposition ces données pour les modèles de dynamique de population3) Articuler ces travaux avec des projets de recherche en épidémiologie analytique (si l'impact sur la dynamique des populations est avéré ou suspecté) et définir certaines maladies comme indicateur de santé des populations<ul style="list-style-type: none">-Identifier les parasites hématophages (e.g. tiques, hippoboscidés) présents sur les oiseaux et préciser leurs cycles biologiques-Identifier des facteurs de risque-Étudier la dynamique d'infection, cycle épidémiologique (sources, entretien de l'infection, etc.)4) Mettre en place, le cas échéant, des mesures de gestion adaptées (dont méthodologie standardisée pour la collecte et la conservation d'échantillons		



	biologiques dans un objectif de détection précoce ou d'étude)									
Indicateur(s) de suivi et livrables	Nombre d'autopsies réalisées Rédaction de protocoles Constitution d'une bio-banque (sérothèque /organothèque en fonction des besoins de recherche) Définition d'indicateurs de santé des populations Nombre d'études réalisées									
Pilote	Le pilote de l'ensemble de la fiche un laboratoire de recherche (à définir). 1)2) OFB 3)4) Laboratoire de recherche									
Partenaires	DAAF, CIRAD, Université de La Réunion (UMR ENTROPIE,UMR PIMIT), CNRS (Chizé), PNRUN, TAAF, LVD, GDS, Faunapath, SEOR									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)										
Estimation en moyens humains et financiers	Études : 1 ETP épidémiologiste pendant 3 ans + 150 000 € coût d'analyses Veille : 24 j-ho/an + 7 000 € matériel et analyses/ an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion PNA en faveur de l'Albatros d'Amsterdam									



3.6	Étudier les habitats de reproduction et leur vulnérabilité aux changements climatiques										PB 3	PNB 3
Domaine	Étude											
Objectif(s)	Mesurer l'impact du changement climatique sur l'habitat terrestre des pétrels											
Contexte & Enjeux	Les hauts sommets de l'île, habitats de reproduction du pétrel de Barau, accueillent une végétation unique au monde, avec un taux d'endémisme supérieur à 80 % chez les plantes vasculaires. Les habitats des deux espèces de pétrels sont exposés à deux facteurs des changements globaux : l'expansion des espèces invasives et le changement climatique, qui pourraient provoquer l'extinction de plusieurs espèces. Étudier la réponse des communautés végétales à ces changements demande la mise en place d'un suivi à long terme de la diversité et de la structure des communautés de plantes ainsi que des mesures de l'adaptation de populations locales sensibles au changement climatique.											
Sites d'action prioritaires	Les colonies de reproduction											
Description de l'action	<p>-Suivi régulier des placettes : mesures de diversité et distribution des espèces indigènes et exotiques pour les plantes vasculaires : 2 placettes par altitude étudiées tous les 200 m sur le Piton des Neiges, entre 2 150m à 2 950m (5 bandes altitudinales), relevés tous les 5 ans. Le protocole sera à définir pour le Pétrel noir de Bourbon.</p> <p>-Acquisition de données climatiques en continu à l'échelle des placettes d'études (toutes les heures) afin de déceler des tendances à long terme: température et humidité relative à chaque altitude étudiée</p> <p>-Mesures écophysiological dans des <i>Open Top Chambers</i> (OTC) pour des populations cibles de bryophytes permettant d'élever la température (1 à 2 °C) sur des colonies de bryophytes identifiées (6 OTC) : des mesures de croissance et d'efficacité photosynthétique (fluorescence) seront réalisées sur un site : relevés mensuels</p>											
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de placettes suivies</p> <p>Mesures climatiques acquises en continu ; nombre de OTCs réalisés</p>											
Pilote	Université de La Réunion (UMR PVBMT)											
Partenaires	Suivi de végétation et écophysiological : UMR PVBMT, mesures physiques : OSU-R											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 83 j-ho/an Autres coûts : 17 000 €											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
		X	X	X								
Lien avec d'autres programmes de conservation												



5.6.5 - OBJECTIF N°4 : Poursuivre l'amélioration des connaissances sur les espèces

4.1	Maintenir le suivi des colonies naturelles et artificielles	PB 1	PNB 1
Domaine	Étude		
Objectif(s)	Améliorer les connaissances sur la démographie des pétrels et évaluer l'efficacité des actions de conservation		
Contexte & Enjeux	<p>Il existe actuellement deux colonies d'étude de Pétrel de Barau : Bras des Étangs et Grand Bénare, et les deux seules colonies actuellement connues de Pétrel noir de Bourbon sont également suivies : Rivière des Remparts et Rond des Chevrons. À chaque saison de reproduction, trois missions de terrain sur les colonies permettent d'évaluer le taux d'occupation des terriers en début de saison et le succès reproducteur. Lors de ces visites, tous les adultes et juvéniles trouvés dans les colonies d'étude sont bagués (ou contrôlés, si déjà bagués), ce qui permet de calculer différents paramètres démographiques, dont le taux de survie.</p> <p>Du fait de la rareté du Pétrel noir de Bourbon et pour conserver le caractère de « colonies non perturbées » pour ces colonies d'études des paramètres démographiques, il est nécessaire de réduire les sources de perturbation.</p> <p>La colonie de Rivière des Remparts présente un faible succès reproducteur avec des caractéristiques particulières dont de nombreuses interactions interindividuelles : Ce phénomène demande à être étudié plus finement. Et, en fonction des résultats, des solutions pourraient être testées.</p> <p>Étant donné la fragilité des populations de Pétrel noir de Bourbon, deux zones avec des terriers artificiels ont été mises en place pendant le programme LIFE+Pétrels : 1/ en continuité de la colonie du Rond des Chevrons, et 2/ en face de celle de Rivière des Remparts. Cette action est inédite à La Réunion, le suivi de la fréquentation de ces 40 terriers artificiels mérite d'être poursuivi.</p> <p>Jusqu'alors, le nombre de jeunes pétrels noir de Bourbon produit à l'envol dans les 2 colonies connues reste trop faible pour assurer un renouvellement de la population. D'autres sites de reproduction doivent être recherchés (Action 3.2), éventuellement complétés par des terriers artificiels, et suivis dans le cadre de cette action.</p>		
Sites d'action prioritaires	Colonies naturelles d'étude, connues et futures Terriers artificiels déjà en place, et éventuellement futurs Colonie artificielle future		
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Ajuster les critères de restriction de l'accès des colonies d'étude. -Relevé du contenu des terriers, au minimum 3 fois dans la saison : début de reproduction, après l'éclosion et avant l'envol des jeunes -Baguage (ou contrôle) des individus -Relevé des pièges-photos -Pour les terriers et colonies artificiels de Pétrel noir de Bourbon : vérification du bon fonctionnement du système de repasse acoustique -Analyser le fonctionnement de la colonie de Rivière des Remparts en identifiant le comportement et le sexe des oiseaux présents (prospecteurs/ reproducteurs, mâles/femelles ; interactions sur la colonie) afin de proposer des solutions pour améliorer le nombre de jeunes à l'envol. 		



	-Simultanément à ces suivis, des actions de contrôle des prédateurs sont effectuées (Actions 5.1 et 5.2) -Les analyses des paramètres démographiques sont effectuées en action 7.2									
Indicateur(s) de suivi et livrables	Nombre de passage par an Nombre de terriers suivis Nombre d'individus bagués, contrôlés Solutions testées et résultats sur la colonie de Rivière des Remparts									
Pilote	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE), Parc national de La Réunion									
Partenaires	OFB/BNOI, ONF, laboratoires de recherche, SEOR									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (FEDER-Recherche, LIFE+, BEST...), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés									
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 250 j-ho/an Indemnités journalières : 6 000 €/an Location véhicule : 1 500 €/an Prestation hélicoptère : 7 750 €/an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation										



4.2	Poursuivre la recherche de nouvelles colonies	PB 2	PNB 1
Domaine	Étude		
Objectif(s)	Confirmer sur le terrain les colonies suspectées et en trouver de nouvelles		
Contexte & Enjeux	<p>Actuellement, deux colonies de Pétrel de Barau et deux colonies de Pétrel noir de Bourbon sont régulièrement suivies. Cependant, pour le Pétrel de Barau, plus de dix autres sites de reproduction potentiels ont été identifiés dans les massifs du Piton des Neiges, Gros Morne et Grand Bénare, et, pour le Pétrel noir de Bourbon, quatre dans le Bras de Sainte-Suzanne et deux dans le Bras Sec. Les caractéristiques des habitats et les menaces présentes sur ces sites jamais prospectés ne sont pas connues. Or, pour le Pétrel de Barau, ces sites abritent probablement plus de 90% de la population et, pour le Pétrel noir de Bourbon, le nombre actuel de terriers connus et donc protégés des prédateurs est trop faible pour assurer le renouvellement de la population.</p> <p>La modélisation des habitats de reproduction favorables à la nidification de ces espèces serait à poursuivre, et les premiers résultats pourraient déjà permettre d'identifier des sites potentiels.</p> <p>Le développement de moyens logistiques et techniques pourrait permettre d'accéder à ces sites suspectés et d'y recueillir des informations sur leurs caractéristiques afin d'avoir une image plus globale de la population. La découverte de nouvelles colonies de Pétrel noir de Bourbon est indispensable pour y contrôler les prédateurs et ainsi favoriser la production de jeunes à l'envol. Dans certains cas, selon les situations (pertinence et faisabilité technique), il pourrait être envisagé de compléter la colonie avec des terriers artificiels.</p>		
Sites d'action prioritaires	Dans les zones avec un habitat favorable Sur les sites pré-identifiés (relevés acoustiques et observations nocturnes), Sur les zones où il n'y a pas encore eu de prospection		
Description de l'action	-Poursuite de la modélisation des habitats des deux espèces -Identification de sites potentiels de reproduction (à l'aide des enregistreurs acoustiques et des jumelles thermiques) -Prospection de terrain pour valider la présence d'une ou de plusieurs colonies(s) -S'il y a lieu, mise en place de terriers artificiels pour le Pétrel noir de Bourbon -Cartographie des colonies connues et potentielles		
Indicateur(s) de suivi et livrables	Carte de modélisation des habitats Nombre de colonies potentielles identifiées Nombre de secteurs prospectés Nombre de nouvelles colonies découvertes Nombre de nouveaux terriers artificiels installés Carte de répartition des 2 espèces		
Pilote	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE), PNRUN		
Partenaires	ONF, OFB/BNOI, laboratoires de recherche, structures spécialisées, SEOR		
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés		
Estimation en	ETP : 50 j-ho/an		



moyens humains et financiers	Indemnités journalières : 5 050 €/an Location véhicule : 2 100 €/an Prestation hélicoptère : 10 440 €/an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X		X		X		X		X
Lien avec d'autres programmes de conservation										



4.3	Maintenir les bases de données centralisant les informations sur les pétrels									PB 1	PNB 1
Domaine	Développement										
Objectif(s)	Centraliser les données existantes pour faciliter leur valorisation par les acteurs										
Contexte & Enjeux	<p>De nombreuses données sur les pétrels de La Réunion ont été et seront encore collectées par diverses structures. Dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels, trois bases de données différentes ont été construites pour le suivi sur le terrain (hébergées par l'Université) : une pour les données terrain et le suivi des actions, une base de données sur la démographie, et une comprenant les photo-identifications des chats hares et errants. La SEOR a aussi mis en place, depuis 2012, une base de données permettant de localiser les échouages.</p> <p>Ces différentes bases de données devront être maintenues, afin de poursuivre la bancarisation (stockage organisé sous forme numérique des données acquises) et le partage à tous les partenaires. Ces bases de données garantiront aussi une exploitation ultérieure facilitée pour l'analyse et pour la production de rapports ou synthèses. Les données à intégrer à cette base pourraient inclure : les données de localisation des colonies/nids suivis, les données de baguage, de contrôles et de reprises, les données de sauvetage des oiseaux échoués, localisation des menaces identifiées et actions de conservation entreprises... Ces bases de données pourraient être complétées avec les données des deux autres espèces de puffins.</p>										
Sites d'action prioritaires	/										
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Définir et mettre en œuvre les modalités d'accès (lecture, alimentation, extraction) aux bases de données entre les différents partenaires ; -Hébergement des bases de données par l'Université et la SEOR -Bancarisation des données : alimentation-actualisation par les partenaires -Mise en place d'une base de données relationnelle -Transmission des données au SINP (Système d'Informations sur la Nature et le Paysage) -Voir pour bancariser aussi les données concernant les puffins dans ces bases. 										
Indicateur(s) de suivi et livrables	Bases de données fonctionnelles Nombre de partenaires utilisant la base de données Nombre de données bancarisées										
Pilote	Université, SEOR, PNRun										
Partenaires	PNRun, OFB/BNOI										
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	État (subventions publiques), collectivités territoriales										
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 12 j-ho/an Autres coûts (renouvellement matériel) : 500 €/an										
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	



Lien avec d'autres programmes de conservation

Plan de conservation en faveur des puffins de l'île de La Réunion



4.4	Poursuivre les études de génétique des populations de pétrels										PB 2	PNB 2
Domaine	Étude											
Objectif(s)	Améliorer les connaissances sur les pétrels											
Contexte & Enjeux	<p>Il existe un isolement génétique des deux colonies de Pétrel de Barau actuellement suivies (Danckwert <i>in prep.</i>).</p> <p>Les résultats récents sur la diversité génétique du Pétrel noir de Bourbon révèlent que la colonie du Rond des Chevrons forme un groupe génétique homogène, alors que celle de Rivière des Remparts combine des individus d'un second groupe génétique et quelques individus du groupe génétique de la colonie du Rond des Chevrons (Goron et Manoury 2016 ; Grondin 2018).</p> <p>Il convient d'étendre ces analyses, à la fois en augmentant l'échantillonnage et en l'étendant à de nouvelles colonies afin de mieux comprendre les causes de cet isolement et de bien appréhender les unités de conservation génétique. L'analyse génétique des jeunes issus des opérations de sauvetage permettra aussi d'identifier les origines génétiques de ces jeunes (opération en cours dans le programme LIFE+ Pétrels).</p>											
Sites d'action prioritaires	<p>-Prises de sang pour le sexage moléculaire des individus dans les colonies (sex-ratio, recherche de paternités ...),</p> <p>-Prises de sang les individus échoués.</p>											
Description de l'action	Travaux de génétique des populations (échantillonnage, séquençage, analyses des données)											
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre d'individus et de colonies inclus dans l'analyse</p> <p>Publications scientifiques</p>											
Pilote	Université de La Réunion											
Partenaires	PNRun, OFB/BNOI, autres organismes de recherche, SEOR											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER Recherche), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	<p>ETP : 25 j-ho/an</p> <p>Autres coûts (prestation pour les analyses génétiques) : 4 500 €/an</p>											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	X	X	X				X	X				
Lien avec d'autres programmes de conservation												



4.5	Évaluer la proportion de la population de pétrels impactée par la pollution lumineuse							PB 2	PNB 2	
Domaine	Étude									
Objectif(s)	Estimer l'impact de la pollution lumineuse au moment de l'envol des jeunes									
Contexte & Enjeux	<p>À ce jour, l'estimation de la taille des populations de Pétrel de Barau et de Pétrel noir de Bourbon reste incertaine. Le suivi de l'activité vocale et le suivi radar apportent des éléments de connaissance sur la répartition des colonies et sur les flux d'oiseaux. Cependant, ces protocoles permettent difficilement de quantifier le nombre de juvéniles à l'envol et d'évaluer le niveau d'impact de la pollution lumineuse sur ces envols.</p> <p>Contrairement au Pétrel de Barau, les adultes de Pétrel noir de Bourbon semblent être presque autant impactés par la pollution lumineuse que les juvéniles (42 % juvéniles, 58 % adultes). Or, la survie des adultes impacte fortement la démographie des pétrels, cette étude va concourir à quantifier l'impact de la pollution lumineuse sur la dynamique de populations des pétrels.</p> <p>Afin d'estimer ces paramètres, il serait pertinent d'évaluer le nombre de jeunes à l'envol au moment de leur passage dans des corridors dépourvus de pollution lumineuse et formant des goulets d'étranglement à la sortie des colonies. Cette évaluation pourrait être réalisée à l'aide de radars et d'observations par caméras thermiques. L'analyse de ces flux apportera une estimation du nombre de jeunes à l'envol qui, couplée au taux d'échouage quantifié en aval des sites étudiés, permettra d'estimer la proportion d'individus impactée par la pollution lumineuse.</p>									
Sites d'action prioritaires	En fonction des sites identifiés pour l'étude									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Identification des sites d'étude -Prospection radars et observations par caméras thermiques pendant l'envol des jeunes -Quantification du taux d'échouage relevé dans les zones urbaines situées directement à la sortie des corridors des oiseaux suivis -Analyse des données acquises par le(s) radar(s), couplée aux données d'échouage 									
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de sites prospectés étudiés</p> <p>Nombre de sessions radars/caméras thermiques réalisées</p> <p>Acquisition des données d'échouage associées aux suivis</p>									
Pilote	SEOR									
Partenaires	Université de La Réunion, PNRUN									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés									
Estimation en moyens humains et financiers	<p>Cette action est commune avec les puffins (PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion, action 4.3 pilotée par la SEOR) leur budget est donc commun. Cependant, étant donné que les pétrels sont particulièrement menacés, ils sont prioritaires pour bénéficier de cette action.</p> <p>ETP : 83 j-ho/an</p> <p>Autres coûts : 100 000 €</p>									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030



	X	X	X							
Lien avec d'autres programmes de conservation	Action 4.3 PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion									



4.6	Étudier la vision des Procellariidés en rapport avec l'attractivité des éclairages										PB 3	PNB 3
Domaine	Étude											
Objectif(s)	Améliorer les connaissances sur les pétrels afin de préciser les besoins des espèces concernant les éclairages artificiels.											
Contexte & Enjeux	Les échouages de jeunes Procellariidés dus aux éclairages artificiels constituent, à ce jour, une menace très importante remettant en cause leur conservation. Un certain nombre de dispositions existent et progressent, notamment dans le positionnement des éclairages, des périodes de coupures totales (« Nuits sans Lumière ») et des dispositifs de gestion intelligente des périodes d'éclairage en fonction des phases sensibles. Pour autant, le nombre d'échouages reste très important et il convient de progresser vers des solutions de réduction d'impact à la source.											
Sites d'action prioritaires	/											
Description de l'action	<p>-Réalisation, en collaboration avec le centre de sauvegarde, de la SEOR d'une étude anatomique et physiologique de la vision des Procellariidés : structuration de la rétine, cônes et bâtonnets, phase de développement de l'œil en fonction de l'âge (comparaison entre les juvéniles et les adultes).</p> <p>-Simulation de la perception des Procellariidés à différents types de sources lumineuses afin de comprendre le phénomène d'attraction : longueur d'onde, seuil de puissance, polarisation de la lumière, couleur, type d'éclairage, perception de l'intensité lumineuse, sensibilité des cellules visuelles...</p> <p>-Propositions d'adaptations et d'orientation des choix technologiques afin d'éviter et de réduire l'impact de la pollution lumineuse.</p>											
Indicateur(s) de suivi et livrables	Rapports de suivi et résultats associés, Publications scientifiques Recommandations techniques sur les caractéristiques des éclairages, tenant compte des nouveaux résultats obtenus sur la vision des Procellariidés											
Pilote	SEOR, structures spécialisées											
Partenaires	PNRun, laboratoires de recherche, partenaires internationaux (Hawaï)											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	<p>Cette action est commune avec les puffins (PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion, action 3.6 pilotée par la SEOR) leur budget est donc commun. Cependant, étant donné que les pétrels sont particulièrement menacés, ils sont prioritaires pour bénéficier de cette action.</p> <p>ETP : 80 j-ho/an</p> <p>Autres coûts : 10 000 €/an</p>											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
		X	X	X								
Lien avec d'autres programmes de conservation	Action 3.6 du PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion											

**5.6.6 - OBJECTIF N°5 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins**

5.1	Améliorer la prise en compte des pétrels dans les projets d'aménagement	PB 1	PNB 1
Domaine	Juridique		
Objectif(s)	Assurer que la planification territoriale sur l'île soit compatible avec les besoins des espèces		
Contexte & Enjeux	L'urbanisation grandissante réduit et modifie l'habitat des oiseaux marins, et certains aménagements réalisés à proximité des colonies ou sur les couloirs de passage des pétrels peuvent engendrer des problèmes de collisions souvent fatals pour ces oiseaux, ou des échouages associés au phénomène d'attraction lumineuse. Afin d'éviter ces causes de mortalité, il est indispensable d'améliorer la prise en compte des espèces dans les projets d'aménagements, notamment ceux composés de câbles ou d'éclairages.		
Localisation / Sites d'action prioritaires	<p>Cette action doit concerner toute l'île, avec une vigilance, en priorité, concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les zones à proximité des colonies de Pétrel noir de Bourbon ou sur les couloirs de passage empruntés par les oiseaux : de Rivière des Remparts à l'océan, et le « triangle » entre Grand Bassin, Entre-Deux, Saint-Louis, Étang-Salé. -Les villes avec de forts taux d'échouages de pétrels de Barau : Cilaos, Le Port, Saint-Denis, Saint-Pierre et les couloirs de déplacements des pétrels entre ces villes et les colonies en montagne. 		
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Rédiger et intégrer des préconisations et recommandations relatives aux différentes menaces connues (éclairages, collisions, errance animale...) dans les différents documents d'aménagement (SAR/SRCE, SCOT, PLU, schémas directeurs divers, convention d'application de la charte du parc national) et dans l'ensemble des phases de conception et de réalisation des projets d'aménagement potentiellement impactants : évaluations environnementales, arrêtés d'autorisation associés, intégration de clauses spécifiques dans les marchés et procédures de travaux, mesures de suivi de mise en œuvre ; -Généraliser les mesures de suivi de la bonne mise en œuvre de ces prescriptions dans le temps ; -Favoriser la prise en compte de points lumineux non polluants dans les mesures du Programme Opérationnel du prochain FEDER. 		
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de délibérations et de modifications des documents Nombre de collectivités ayant acté par délibération l'intégration des recommandations Nombre de projets d'aménagement intégrant les prescriptions dédiées</p>		
Pilote	DEAL, Parc national de La Réunion		
Partenaires	ADEME, CEREMA, Université de La Réunion, Collectivités locales, élus locaux et AMDR, EDF, Structures spécialisées, SEOR, ANPCEN...		
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés		



Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 40 j-ho / an Autres coûts : 1 000 € / an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion PNA en faveur des geckos verts de La Réunion PNA en faveur du Papangue PNA en faveur du Tuit-tuit									



5.2	Adapter la réglementation concernant les prédateurs au contexte réunionnais	PB 1	PNB 1
Domaine	Juridique		
Objectif(s)	Assurer la survie des pétrels en mettant en place une réglementation permettant de lutter efficacement contre les prédateurs introduits.		
Contexte & Enjeux	<p>Le chat, introduit par l'homme sur l'île, constitue un prédateur non naturel pour les pétrels. Au titre de la réglementation en vigueur, le chat est un animal domestique (Arrêté ministériel du 11 août 2006). À l'heure actuelle, la réglementation (Code rural et de la pêche maritime) ne permet la capture et l'euthanasie des chats harets et errants que sous des conditions particulières.</p> <p>Le 6 février 2017, la Préfecture de La Réunion a donc fait évoluer la réglementation, en prenant un arrêté préfectoral pour deux ans autorisant le Parc national de La Réunion à réguler ces populations sur les sites de nidification et dans leur périphérie. Cet arrêté a permis la capture de plusieurs chats dans les colonies de reproduction des pétrels et a montré son efficacité. Toutefois, un recours contre cet arrêté a été déposé auprès du Tribunal administratif de La Réunion par l'association One Voice. L'association a été déboutée. Un arrêté autorisant l'utilisation de pièges létaux dans une des colonies de Pétrel noir a été pris par le directeur du PNRUN en 2020 pour 6 mois permettant la capture de 3 chats. Un nouvel arrêté permanent sera pris en 2021.</p> <p>La prédation par les rats représente également une menace pour les pétrels. La dératisation sur les colonies est aujourd'hui réalisée en utilisant des postes d'appâtage. La limitation des populations de rats par hélicoptère ou drone, sur les colonies est une solution qui pourrait être envisagée afin de réussir à les faire baisser même les zones inaccessibles, cela en poursuivant les études sur les espèces non cibles (Papangue en particulier) qui ne semblent actuellement pas affectées (Source SEOR). Des analyses juridiques sont à mener pour préciser les mesures réglementaires à faire évoluer et la procédure à suivre pour engager ces évolutions. Ceci afin de répondre au niveau de menaces qui pèsent sur ces deux espèces tout en considérant les spécificités locales, notamment en termes d'inaccessibilité des sites d'intervention.</p>		
Localisation / Sites d'action prioritaires	Sur les colonies de reproduction et en périphérie, notamment de Pétrel noir de Bourbon		
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Commander une analyse juridique, -Mettre en place une réglementation spécifique en coeur de parc national -Mettre en place une réglementation pour réduire le risque d'introduction de nouvelles espèces invasives cf. Action 2.3 -Obtenir la reconnaissance du statut du chat haret et/ou errant dans le code rural et de la pêche maritime, dans certains cas particuliers, sur l'île de La Réunion. 		
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de prédateurs capturés selon le(s) nouvelle(s) méthode(s)</p> <p>Surfaces traitées selon le(s) nouvelle(s) méthode(s)</p> <p>Mesure des coûts des différentes méthodes.</p>		
Pilote	DEAL, Parc national de La Réunion		
Partenaires	Ministère de l'Agriculture / DAAF Réunion, Ministère de l'Écologie, DGAC/DSAC OI, Préfecture de La Réunion / Pôle juridique interministériel		



Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)										
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : variable et non chiffré en raison de l'incertitude du contexte juridique Prestation d'analyse juridique : 15 000€									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	PNA en faveur de l'Echenilleur de La Réunion PNA en faveur des geckos verts de La Réunion									



5.3	Adapter les arrêtés existants aux nouvelles connaissances et assurer leur application	PB 2	PNB 1
Domaine	Juridique, protection		
Objectif(s)	Assurer une protection réglementaire des pétrels		
Contexte & Enjeux	<p>L'une des deux colonies de pétrels noirs de Bourbon découvertes est en dehors de l'APPB Pétrel noir. Certaines des autres colonies suspectées sont également en dehors de ce périmètre.</p> <p>Pour cette espèce au bord de l'extinction, il serait utile d'envisager de nouveaux APPB afin de protéger l'ensemble des colonies de reproduction connues de Pétrel noir de Bourbon.</p> <p>Des moyens doivent, par ailleurs, être mis en place afin de faire respecter cette réglementation, et de façon plus générale, la réglementation en lien avec la protection des pétrels.</p>		
Localisation / Sites d'action prioritaires	<p>1) Les colonies de reproduction, notamment de Pétrel noir de Bourbon</p> <p>2) Les zones à proximité des colonies de pétrels noirs de Bourbon ou sur leurs couloirs de passage pour rejoindre l'océan. Il s'agit des zones comprises dans un « triangle » entre une ligne Grand Bassin, Entre-Deux, Saint-Louis, Étang-Salé et une ligne Le Tampon, Saint-Joseph.</p>		
Description de l'action	<p>1) Actualiser la réglementation S'appuyer sur des connaissances très actualisées de la répartition des colonies de reproduction, connues et suspectées, afin de proposer la mise en place d'un ou de nouveau(x) arrêté(s) de protection du biotope Pétrel noir de Bourbon et/ou actualiser l'arrêté existant. Ces modifications se feront sur la base des nouvelles connaissances sur l'espèce (survol, accès...).</p> <p>2) Coordonner les actions de police -Identifier les domaines d'actions de chacun. Exemples : La Police municipale sur l'errance animale, sur les enseignes lumineuses et sur la gestion des déchets en ville. Les inspecteurs de l'environnement (PNRun, OFB/BNOI), sur le braconnage. La mission inter-services des polices de l'environnement (MIPE) et collectivités territoriales sur la gestion des déchets dans le milieu naturel, etc. -Mobiliser les moyens financiers et humains existants sur les actions de protection des pétrels. -Voir la possibilité de mobiliser des fonds supplémentaires pour renforcer les moyens de police.</p> <p>3) Former les agents des établissements en lien avec la réglementation citée.</p>		
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Parutions des arrêtés</p> <p>Nombre de procès-verbaux</p> <p>Nombre d'agents formés</p>		
Pilote	DEAL		
Partenaires	PNRun, ONF, OFB/BNOI, collectivités territoriales		
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)			



Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 25 j-ho /an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion									



5.6.7 - OBJECTIF N°6 : Sensibiliser le grand public et les décideurs aux menaces sur les pétrels et sur la biodiversité réunionnaise

6.1	Impliquer la société concernant les enjeux pétrels	PB 1	PNB 1
Domaine	Communication		
Objectif(s)	Permettre une appropriation collective de la protection des pétrels : -en sensibilisant plus de personnes aux enjeux pétrels : errance animale, pollution lumineuse, changement climatique, économies d'énergie... -en éduquant plus de jeunes dans le cadre scolaire -en élargissant les publics touchés		
Contexte & Enjeux	Ces deux espèces de pétrels sont uniques, et ne se reproduisent nulle part ailleurs sur le globe. Les mystères autour de ces espèces ont également contribué à alimenter les légendes locales. Les pétrels font partie intégrante du patrimoine naturel et culturel de l'île. Via la connaissance des espèces et de leur milieu, l'idée est de permettre à la population réunionnaise une appropriation des pétrels comme éléments de son patrimoine. De plus, chacun est concerné par la conservation des pétrels étant donné que leurs menaces principales sont issues d'activités humaines : la pollution lumineuse et l'errance animale. Enfin, les pétrels constituent une entrée pertinente pour aborder des thématiques plus larges sur l'environnement et le développement durable comme le changement climatique, la gestion des déchets, l'errance animale...		
Localisation / Sites d'action prioritaires	Privilégier <i>a minima</i> les zones à proximité des colonies, ou concentrant un nombre important d'échouages : Grand Bassin, Entre deux, Cilaos, Saint-Joseph, Le Tampon, Le Port, Saint-Denis, Saint-Pierre.		
Description de l'action	<p>1) Maintenir des actions de sensibilisation</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les financements LIFE+ pétrels ont permis de réaliser de nombreux outils qu'il faudra faire continuer à utiliser : le jeu Jack Barau, l'exposition « Pétrels, voyageurs de l'entre deux monde »... -Participer à des événements existants : fête de la nature, pint of science... -Poursuivre l'événement les « Jours de la nuit » -Maintenir les interventions auprès des scolaires : projets, sorties... -Exploiter les outils disponibles, notamment de l'AVE2M : le jeu « de l'oie péi » qui est ciblé sur les obstacles rencontrés par un jeune pétrel lors de son premier envol, le jeu de rôle « ki a manzé ki » sur les prédateurs impactant les pétrels. <p>2) Proposer de nouveaux outils adaptés aux besoins et aux publics ciblés</p> <p>3) Capitaliser l'existant (outils, programmes...) et le diffuser</p> <ul style="list-style-type: none"> -S'appuyer sur un fonctionnement en réseau et le structurer. Possible d'exploiter des réseaux existants : réseau GRANDDIR, celui des professeurs relais (font le lien entre les structures et l'éducation nationale), celui des référents développement durable des établissements scolaires labellisés E3D, celui des référents Jours de la nuit, -Faire l'inventaire des outils disponibles et les diffuser, voire alimenter la plateforme existante : www.larondavelle.re, ou se coordonner avec le réseau GRANDDIR. <p>4) Explorer les possibilités d'intégrer la biodiversité dans les programmes d'enseignement ou les programmes de formation professionnelle des enseignants</p> <ul style="list-style-type: none"> -Organiser une rencontre avec le rectorat, les élus (Région, Département, 		



	intercommunalités) et les associations pour discuter de la politique/ stratégie EEDD sur l'île et des moyens qu'il est possible de lui allouer.									
Indicateur(s) de suivi et livrables	Nombre d'événements organisés Nombre de personnes sensibilisées lors de ces événements Nombre de scolaires sensibilisés Nombre de projets scolaires organisés Nombre de supports de communication diffusés Nombres d'acteurs mobilisés									
Pilote	Parc national de La Réunion, SEOR									
Partenaires	DEAL, Rectorat, Région Réunion, Conseil Départemental, Université de La Réunion, ONF, intercommunalités, communes, entreprises, EDF, établissements scolaires, médiathèques, Canopée, Science Réunion, les petits débrouillards, réseau des musées régionaux, GRANDDIR, GCOI, NOI, AVE2M...									
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (FEDER, FEADER, LEADER), DEAL, Éducation nationale, Région Réunion, Conseil Départemental, mécénat									
Estimation en moyens humains et financiers	Actions de sensibilisation en général : -1 ETP /an -Prestation sensibilisation : 13 000 €/an -Autres coûts sensibilisation : 2 000€/an Jours de La Nuit : -ETP PNRun : 30 j-ho/ an -Coûts communication Jours de La Nuit : 25 000 €/an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion PNA Geckos verts de La Réunion PNA en faveur de l'Echenilleur de La Réunion									



6.2	Maintenir un accès en ligne aux informations sur les espèces de Procellariidés et les actions menées										PB 3	PNB 3
Domaine	Communication											
Objectif(s)	Informier le grand public et les décideurs sur la biologie des Procellariidés, leurs menaces et les actions de conservation menées											
Contexte & Enjeux	<p>Un site internet spécifique au programme LIFE+ Pétrels est actuellement en ligne. Dans le cadre des engagements vis-à-vis de la Commission européenne, le Parc national doit maintenir et actualiser l'accès aux connaissances sur ces espèces, pendant les cinq années suivant la fin du programme LIFE +, soit jusqu'en 2025. Il sera utile de poursuivre de continuer à informer le grand public et les décideurs sur les enjeux et les actions de conservation des deux espèces de pétrels.</p> <p>Enfin, il pourrait être intéressant de maintenir un système d'information régulière des parties prenantes, telle que la lettre d'information « l'envol ».</p>											
Sites d'action prioritaires	/											
Description de l'action	Maintenir et alimenter un accès en ligne : réalisaiton par le Parc national avec l'aide des partenaires des actions											
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Nombre de visiteurs par an sur le site</p> <p>Nombre d'actualités ajoutées au site</p> <p>Nombre de lettre d'information</p>											
Pilote	PNRun											
Partenaires	DEAL, Université de La Réunion, ONF, OFB/BNOI, SEOR,AVE2M											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	PNRun											
Estimation en moyens humains et financiers	<p>ETP : 40 j-ho/an</p> <p>Autres coûts : 100 €/an</p>											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion											



6.3	Communiquer à l'international										PB 3	PNB 3
Domaine	Communication											
Objectif(s)	Valoriser les actions du PNA à l'international et favoriser le partage d'expérience											
Contexte & Enjeux	L'île de La Réunion est la seule île au monde à accueillir deux espèces de pétrels endémiques, menacées au niveau mondial. De plus, deux autres espèces de Procellariidés, le Puffin du Pacifique et le Puffin de Baillon, se reproduisent sur l'île. La Réunion a donc un statut et une responsabilité particulière en termes de conservation des oiseaux marins au niveau mondial. La valorisation de sa richesse et de la réussite des projets menés passent par le développement d'échanges avec la communauté scientifique internationale, y compris en biologie de la conservation.											
Localisation / Sites d'action	/											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> -Publications d'articles dans des revues scientifiques internationales -Développement de partenariats et mise en réseau avec les organismes de recherches internationaux travaillant sur les oiseaux marins et leur conservation -Participation aux colloques et groupes de travail internationaux sur la conservation des oiseaux marins -Réactivation de l'<i>Indian Ocean Seabird Group</i> -Organisation d'un colloque international sur la conservation des oiseaux marins 											
Indicateur(s) de suivi et livrables	<ul style="list-style-type: none"> -Nombre de publications dans des revues scientifiques internationales -Nombre de partenaires internationaux -Nombres de participations à des événements internationaux -Nombre de membres de l'<i>Indian Ocean Seabird Group</i> -Tenue d'un colloque international à La Réunion 											
Pilote	Université de La Réunion											
Partenaires	DEAL, PNRUN, ONF, organismes internationaux (laboratoires de recherche, ONGs, groupes de travail...etc.), BirdLife International, associations, SEOR, AVE2M,											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 225 j-ho/an Frais de mission : 15 850 €/an Autres coûts : 6 400 €/an											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Lien avec d'autres programmes de conservation	PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion											



5.6.8 - OBJECTIF N°7 : Mesurer les effets des actions de conservation et de communication

7.1	Évaluer les actions de conservation menées	PB 1	PNB 1
Domaine	Étude		
Objectif(s)	Mesurer les paramètres démographiques des populations de pétrels afin de connaître leur état de conservation et l'efficacité des actions de conservation		
Contexte & Enjeux	Les opérations de conservation et de restauration réalisées devront être accompagnées de cette action afin de quantifier les effets de ces opérations sur la reproduction et la survie des pétrels. Afin de mesurer les effets des actions de conservation, il sera nécessaire de mesurer les paramètres démographiques de l'espèce dans les colonies d'étude et les données de suivi des prédateurs puis d'analyser et de comparer ces données afin d'évaluer les actions de conservation mises en œuvre.		
Localisation / Sites d'action prioritaires	Colonies de reproduction actuelles, connues et futures		
Description de l'action	<p>1) Évaluation des actions sur colonies :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cartographie des nids bénéficiant d'actions de conservation, -Relevé sur le terrain des paramètres démographiques : cf. Action 3.1, -Analyse des données avant et après la mise en œuvre d'actions de conservation, -Analyse du suivi des prédateurs (fréquentation des chats et rats, analyse fèces de chats...) -Analyse de la fréquentation des terriers et colonies artificielles <p>2) Évaluation des actions en périphérie des colonies :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Analyses du suivi des actions de contrôle des prédateurs <p>3) Évaluation de la survie et du recrutement des oiseaux issus des opérations de sauvetage par l'analyse des résultats de baguage des juvéniles issus des opérations de sauvetage (cf. Action 5.5) et du suivi télémétrique (par balises Argos) de ces juvéniles (cf. Action 4.4).</p> <p>4) Modélisations de l'évolution des populations des deux espèces en utilisant les nouveaux paramètres démographiques</p>		
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Taux d'occupation des terriers suivis</p> <p>Nombre de chats identifiés par piège-photo</p> <p>Nombre de nuits-piège, nombre de chats capturés</p> <p>Consommation de raticide</p> <p>Nombre de rats observés sur piège-photo</p> <p>Succès reproducteur</p> <p>Survie des individus</p> <p>Simulation de l'évolution démographique</p>		
Pilote	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE), PNRUN		
Partenaires	SEOR		



Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)										
Estimation en moyens humains et financiers	ETP : 90 j-ho/an Autres coûts : 11 000 €/an									
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	X				X					X
Lien avec d'autres programmes de conservation										



7.2	Évaluer la perception sociale des pétrels et des actions en faveur de leur conservation										PB 2	PNB 2
Domaine	Étude											
Objectif(s)	Ajuster les actions de communication pour les rendre plus efficaces											
Contexte & Enjeux	<p>La réussite des programmes de conservation est conditionnée à une bonne appropriation et implication de la société civile. Pour cette raison, il est nécessaire de mettre en place des études, à la fois quantitatives et qualitatives, afin de mieux connaître l'éventail des perceptions et d'en mesurer les évolutions.</p> <p>Les résultats de ces études permettront, le cas échéant, d'adapter, en conséquence, les actions de communication (cf. Action 6.2).</p>											
Sites d'action prioritaires	<p>Toute l'île.</p> <p>En fonction des besoins, certaines zones et certaines catégories de public pourront être ciblés pour des études plus précises.</p>											
Description de l'action	<p>Réalisation d'enquêtes de perception :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Création du cahier des charges de façon concertée avec les acteurs du plan -Choix du prestataire sur la base du cahier des charges et réalisation de l'étude -Modification, le cas échéant, en fonction des résultats de l'étude, des actions de communication (cf. action 6.2) 											
Indicateur(s) de suivi et livrables	<p>Production du cahier des charges</p> <p>Production des études</p>											
Pilote	Université de La Réunion											
Partenaires	DEAL, PNRun, SEOR											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)	Europe (LIFE+, BEST, FEDER, FEADER), État (subventions publiques), collectivités territoriales, privés											
Estimation en moyens humains et financiers	<p>ETP : 20 jours/hommes</p> <p>Prestation enquête : 10 000€</p>											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
		X						X				
Lien avec d'autres programmes de conservation	<p>PDC en faveur des puffins de l'île de La Réunion</p> <p>PNA en faveur des Geckos verts de La Réunion</p> <p>PNA en faveur de l'Echenilleur de La Réunion</p> <p>PDC Papangue</p>											



7.3	Évaluer le statut IUCN des espèces										PB 3	PNB 3
Domaine	Étude											
Objectif(s)	Mettre à jour le statut de conservation des espèces											
Contexte & Enjeux	<p>L'objectif de ce PNA est de protéger les deux espèces de pétrels endémiques, afin que celles-ci ne soient plus menacées.</p> <p>À l'issue de PNA (2028), il faudra donc actualiser le statut IUCN des deux espèces, avec l'ensemble des données qui auront pu être produites par les études. Une amélioration du statut confirmera l'efficacité du PNA. Cependant, ce changement, pour des espèces telles que les pétrels (faible production de jeunes, retard de l'âge de 1ère reproduction, ...), ne pourra pas être immédiat, notamment du fait que les pétrels sont des espèces longévives.</p>											
Sites d'action prioritaires	/											
Description de l'action	<p>-Réaliser une synthèse bibliographique (si les données sont publiées) et/ou un bilan, à l'aide des résultats des actions 7.1 et 7.2, afin de compléter les différents critères d'évaluation du statut de conservation de l'IUCN</p> <p>-Mettre à jour le statut de ces espèces</p>											
Indicateur(s) de suivi et livrables	Actualisation du statut											
Pilote	PNRun											
Partenaires	Université, SEOR, UICN France, IUCN											
Partenaire(s) financier(s) pressenti(s)												
Estimation en moyens humains et financiers	30 j-ho/an											
Calendrier	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
		X			X					X		
Lien avec d'autres programmes de conservation												



5.7 - Calendrier

Tableau 12 : Calendrier des actions du PNA pétrels endémiques de La Réunion

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
OBJECTIF N°1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan										
Action 1.1										
Action 1.2										
Action 1.3										
OBJECTIF N°2 : Limiter l'impact des menaces identifiées										
Action 2.1										
Action 2.2										
Action 2.3										
Action 2.4										
Action 2.5										
Action 2.6										
Action 2.7										
Action 2.8										
OBJECTIF N°3 : Évaluer l'impact de menaces potentielles sur les espèces et réagir en conséquence										
Action 3.1										
Action 3.2										
Action 3.3										
Action 3.4										
Action 3.5										
Action 3.6										
OBJECTIF N°4 : Poursuivre l'amélioration des connaissances sur les espèces										
Action 4.1										
Action 4.2										
Action 4.3										
Action 4.4										
Action 4.5										
Action 4.6										
OBJECTIF N°5 : Améliorer la prise en compte de l'espèce et de ses besoins										
Action 5.1										
Action 5.2										
Action 5.3										
OBJECTIF N°6 : Sensibiliser le grand public et les décideurs aux menaces sur les pétrels et sur la biodiversité réunionnaise										
Action 6.1										
Action 6.2										
Action 6.3										
OBJECTIF N°7 : Mesurer les effets des actions de conservation et de communication										
Action 7.1										
Action 7.2										
Action 7.3										



5.8 - Estimation financière

Le coût total du Plan National d'Actions en faveur des pétrels endémiques de La Réunion est estimé à 17,2 millions d'euros sur 10 ans, soit un montant annuel moyen d'environ 1,7 millions d'euros (Tableau 13).

Pour des raisons de simplification et d'homogénéisation, les coûts en moyens humains (Équivalent Temps Plein : ETP) des différentes actions sont estimés selon un coût moyen journalier de 250 euros / jour. Ce coût est, bien évidemment, variable en fonction de la structure et du niveau salarial des personnels impliqués dans l'action. Il devra donc être corrigé au moment de la recherche des financements par les structures elles-mêmes et au moment de la mise en place des actions, pendant la durée du plan.

Certaines actions mises en œuvre dans le cadre du PNA bénéficieront également à d'autres espèces, notamment aux deux espèces de Procellariidés se reproduisant à La Réunion. Les coûts de ces actions seront donc mutualisés.

Enfin, certaines actions s'inscrivent dans la continuité de celles déjà financées dans le cadre du programme FEDER porté par l'AVE2M, ou dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels. Celui-ci a pris fin en 2020 ; une partie du coût de ces actions est donc déjà assurée pendant plusieurs années.



Tableau 13 : Bilan de l'estimation des coûts du PNA pétrels endémiques de La Réunion par action

	Nb j-ho/an	Coût ETP	Autres coût	Total
OBJECTIF N°1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan				
Action 1.1	20	50 000 €	12 000 €	62 000 €
Action 1.2	40	100 000 €	50 000 €	150 000 €
Action 1.3	30	37 500 €	111 500 €	149 000 €
OBJECTIF N°2 : Améliorer la prise en compte de l'espèce et de ses besoins				
Action 2.1	2 468	6 170 000 €	785 000 €	6 955 000 €
Action 2.2	989	2 472 500 €	455 000 €	2 927 500 €
Action 2.3	206	515 000 €	152 000 €	667 000 €
Action 2.4	208	520 000 €	92 500 €	612 500 €
Action 2.5	55	96 250 €	77 000 €	173 250 €
Action 2.6	45	112 500 €	10 000 €	122 500 €
Action 2.7	37	92 500 €	50 000 €	142 500 €
Action 2.8	12,5	31 250 €	200 000 €	231 250 €
OBJECTIF N°3 : Poursuivre l'amélioration des connaissances sur les espèces				
Action 3.1	85	106 250 €	60 000 €	166 250 €
Action 3.2	125	156 250 €	30 000 €	186 250 €
Action 3.3	145	217 500 €	330 000 €	547 500 €
Action 3.4	40	70 000 €	35 000 €	105 000 €
Action 3.5	93	232 500 €	220 000 €	453 333 €
Action 3.6	83	62 250 €	17 000 €	79 250 €
OBJECTIF N°4 : Évaluer l'impact de menaces potentielles sur les espèces et réagir en conséquence				
Action 4.1	360	900 000 €	152 500 €	1 052 500 €
Action 4.2	50	62 500 €	87 950 €	150 450 €
Action 4.3	12	30 000 €	5 000 €	35 000 €
Action 4.4	25	31 250 €	22 500 €	53 750 €
Action 4.5	83	62 250 €	100 000 €	162 250 €
Action 4.6	80	60 000 €	30 000 €	90 000 €
OBJECTIF N°5 : Limiter l'impact des menaces identifiées				
Action 5.1	40	100 000 €	10 000 €	110 000 €
Action 5.2	0	0	15 000 €	15 000 €
Action 5.3	25	62 500 €	0	62 500 €
OBJECTIF N°6 : Sensibiliser le grand public et les décideurs aux menaces des pétrels et de la biodiversité réunionnaise				
Action 6.1	238	595 000 €	400 000 €	995 000 €
Action 6.2	40	100 000 €	1 000 €	101 000 €
Action 6.3	225	562 500 €	22 250 €	584 750 €
OBJECTIF N°7 : Mesurer les effets des actions de conservation et de communication				
Action 7.1	90	67 500 €	33 000 €	100 500 €
Action 7.2	20	10 000 €	20 000 €	30 000 €
Action 7.3	30	22 500 €		22 500 €
TOTAL	6 000	13 708 250 €	3 586 200 €	17 294 450 €



La Figure 64 permet de comparer entre elles les différentes actions du PNA en divisant le coût total d'une action par sa durée prévue.

Ce PNA comporte de nombreuses actions de priorité 1, ce qui est cohérent avec les statuts de protection des espèces, et particulièrement concernant le Pétrel noir de Bourbon qui est classé « en danger critique d'extinction ».

Les actions de contrôle des prédateurs (Actions 2.1 et 2.2) sont les plus chères, car elles nécessitent la mobilisation de moyens en personnels importants pour planifier l'action, la mettre en place sur le terrain et en assurer un suivi de l'efficacité.

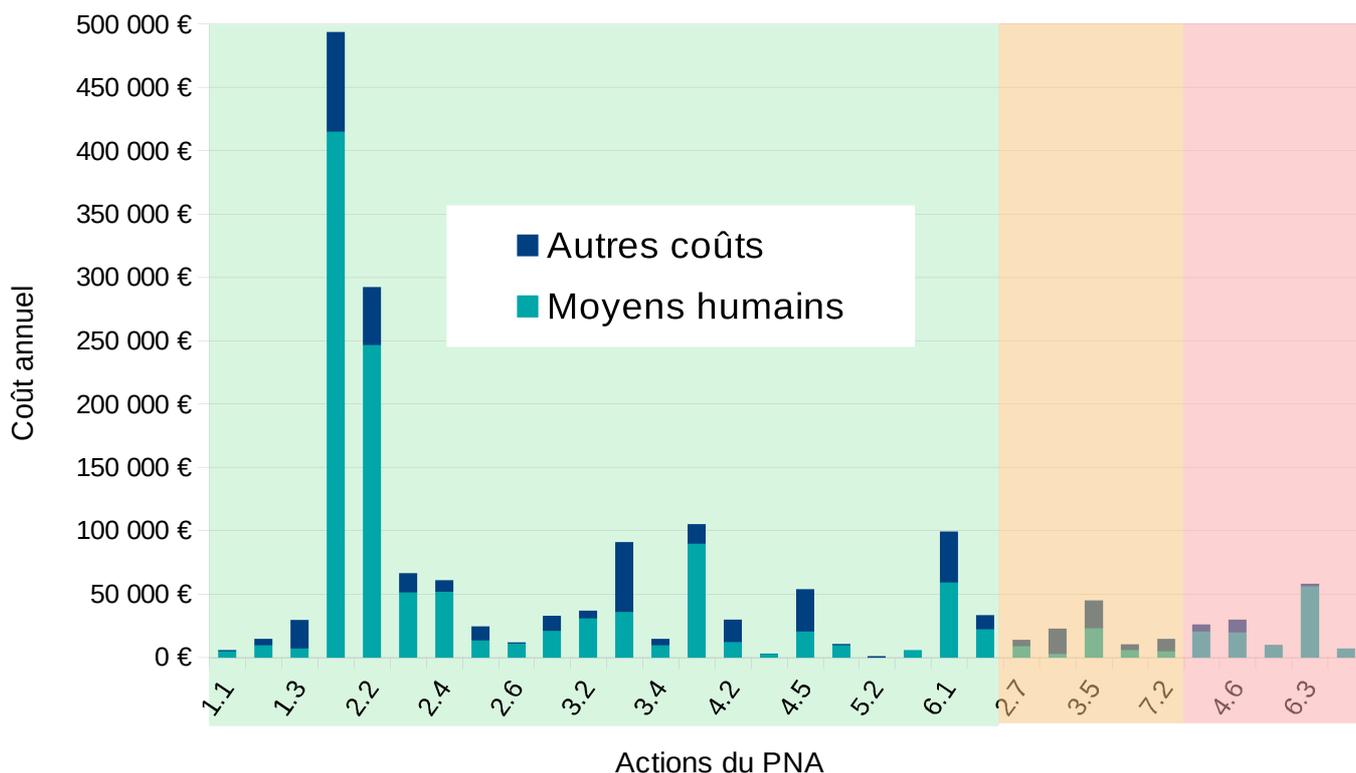


Figure 64 : Coût annuel prévisionnel en euros des actions du PNA en fonction de leur niveau de priorité (vert = P1, orange=P2, rouge=P3)



Bibliographie

- Ainley, D. G., Podolsky, R., DeForest, L., Spencer, G., & Nur, N. 2001. The status and population trends of the Newell's shearwater on Kaua'i: insights from modeling. *Studies in Avian Biology*, 22 : 108–123.
- Atchoi, E., Mitkus, M., & Rodriguez, A. 2020. Is seabird light-induced mortality explained by the visual system development ? *Conservation Science and Practice*, 2020; e195.
- Avargues, N. 2016. Eco-éthologie des chats haretts (*Felis silvestris catus*) et applications pour l'optimisation du contrôle de la population sur l'île de La Réunion. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 51p.
- Brown, A.C. 2015. Radar Surveys for the Endangered Black-capped Petrel on Dominica, West Indies. *Environmental protection in the Caribbean*. 20p.
- Berr, T., Naudet, J., Lagourgue, C., Vuibert, K., Bouregeois, K. & Vidal, E. 2020. Plastic ingestion by seabirds in New Caledonia, South Pacific. *Marine Pollution Bulletin*, 152 : .
- Barré, N., Barau, A., & Jouanin, C. 2005. Le grand livre des oiseaux de La Réunion. 2^{ème} ed. Paris : Editions du Pacifique. 208p.
- BirdLife International (2018a). *Pseudobulweria aterrima*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018 : e.T22697896A132611797. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22697896A132611797.en>. Downloaded on 13 September 2019.
- BirdLife International (2018b). *Pterodroma baraui*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018 : e.T22698035A132621225. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22698035A132621225.en>. Downloaded on 13 September 2019.
- Boersma, P.D., Rebstock, G.A. 2014. Climate change increases reproductive failure in Magellanic Penguins. *PloS One*, 9(1) : e85602.
- Bretagnolle, V., Attié, C. 1991. Status of Barau's Petrel (*Pterodroma baraui*) colony sites, breeding population and taxonomic affinities. *Colonial Waterbirds*, 14 : 25–33.
- Bretagnolle, V., Attié, C. & Pasquet, E. 1998. Cytochrome B evidence for the validity and phylogenetic relationships of *Pseudobulweria* and *Bulweria* (Procellariidae). *Auk*, 115 : 188–195.
- Cartraud, A., 2016. La pollution par les déchets marins à La Réunion : Étude préliminaire – Identification, sources et impacts. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 45p.
- Cartraud, E. A., Le Corre, M., Turquet, J., & Tourmetz, J. 2019. Plastic ingestion in seabirds of the western Indian Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 140 : 308-314.
- Catry, T., Ramos, J.A., Catry, I., Monticelli, D., Granadeiro, J.P. 2013. Inter-annual variability in the breeding



- performance of six tropical seabird species: influence of life-history traits and relationship with oceanographic parameters. *Marine Biology*, 160 : 1189–1201.
- Cheke, A.S. 1987. An ecological history of the Mascarene Islands, with particular reference to extinctions and introductions of land vertebrates. In: Diamond, A.W. *Studies of the Mascarene Island birds*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. pp. 7–89.
- Cheke, A. 2010. The timing of arrival of humans and their commensal animals on Western Indian Ocean oceanic islands. *Phelsuma*, 18 : 38-69.
- Corré, S. 2016. Structure génétique des populations de Pétrels de Barau (*Pterodroma barau*), espèce d'oiseau marin endémique de La Réunion. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 25p.
- Costes, Thiré, M., Latreille, A. 2012. Etude de la démographie du Pétrel de Barau, *Pterodroma barau*, endémique de La Réunion. Rapport de Master, Université de La Réunion.
- Counilh, A., Métro, E. 2019. Diversité et structuration génétique du Pétrel noir de Bourbon, *Pseudobulweria aterrima*, oiseau marin endémique de La Réunion, 38p.
- Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J. I., Irigoien, X., Úbeda B., Hernández-León, S., Palma, A. T., Navarro, S., García-de-Lomas, J., Ruiz, A., Fernández-de-Puelles, M. L. and Duarte, C. M. 2014. Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(28) : 10239–10244.
- Croxall, J. P., Butchart, S. H. M., Lascelles, B., Stattersfield, A. J., Sullivan, B., Symes, A. & Taylor, P. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International*, 22 : 1–34.
- CTOI, 2016. État de la ressource d'albacore (YFT : *Thunnus albacares*) de l'océan Indien. Commission des Thons de l'Océan Indien. 3p.
- CYATHEA, 2008. Mise en place d'une ligne Haute Tension. Suivi avifaune sur le Bras de la Plaine et le Bras de Cilaos. La Réunion.
- DEAL. Plan POLMAR TERRE île de La Réunion – Annexe. 2013. 106p.
- Danckwerts, D. K. 2014. The trophic ecology of the endangered endemic Barau's Petrel (*Pterodroma barau*) from Réunion Island, south-western Indian Ocean. Rapport de stage, Rhodes University, 179p.
- Danckwerts, D. K., McQuaid C. D., Connan M., Smale M. J., Le Corre M., Humeau L., Kaehler S., Juhasz C. C., Orłowski S., Tourmetz J. & Jacquemet S. 2016. Intra-annual variation in the foraging ecology of the endangered endemic Barau's Petrel (*Pterodroma barau*) from Reunion Island, south-western Indian Ocean: insights from a multifaceted approach. *Marine biology*, 163(1) : 18.
- Danckwerts, D. K., LPinet, P., Le Corre, M., McQuaid, C. D. & Humeau, L. *in prep*. Has extreme natal-philopatry promoted high diversity and endemism in gadfly petrels?
- Devney, C. A., Short, M., Congdon, B. C. 2009. Sensitivity of tropical seabirds to El Niño precursors. *Ecology*, 90



: 1175–1183.

- Dewaële, A. 2009. Relation entre la sélection de l'habitat de reproduction et le succès reproducteur chez un oiseau marin endémique menacé, le Pétrel de Barau. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 31p.
- Doherty, P.F., Schreiber, E.A., Nichols, J.D., Hines, J.E., Link, W.A., Schenk, G.A., Schreiber, R.W. 2004. Testing life history predictions in a long-lived seabird: a population matrix approach with improved parameter estimation. *Oikos*, 105 : 606–618.
- Dubos, J., Millischer, G., Riethmuller, M., Soulaïmana Mattoir, Y., Lequette, B., Pinet, P. 2016. Observing petrels at night...like in the day ! International albatross and Petrel Conference, 6th International Albatross and Petrel Conference (IAPC). Barcelona 19–23 Sept 2016.
- Dumont, Y., Russell, J. C., Lecomte, V. & Le Corre, M. 2010. Conservation of endangered endemic seabirds within a multi-predator context: the Barau's petrel in Réunion Island. *Natural Resource Modeling*, 23 : 381–436.
- Faulquier, L., Fontaine, R., Vidal, E., Salamolard, M. & Le Corre, M. 2009. Feral Cats *Felis catus* Threaten the Endangered Endemic Barau's Petrel *Pterodroma barau* at Reunion Island (Western Indian Ocean). *Waterbirds*, 32 : 330–336.
- Faulquier, L., Solier, E., Couzi, F.-X., Tourmetz, J., Saliman, M. & Le Corre, M. 2017. Evaluation du Plan De Conservation en faveur du Pétrel de Barau *Pterodroma barau* 2008-2016. Laboratoire ENTROPIE / Société d'Etudes Ornithologiques de La Réunion / DEAL Réunion. 79p.
- Fontaine, R. 2006. Impact des prédateurs introduits sur le Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*), oiseau marin endémique de La Réunion. Rapport de Master 2 Recherche Biodiversité et Ecologie Continentale. Université de La Réunion.
- Gamble, A., Garnier, R., Jaeger, A., Gantelet, H., Thibault, E., Tortosa, P., Bourret, V., Thiebot, J. B., Delord, K., Weimerskirch, H., Tornos, J., Barbraud, C., Boulinier, T. 2019. Exposure of breeding albatrosses to the agent of avian cholera: dynamics of antibody levels and ecological implications. *Oecologia*, 189 : 939-949.
- Gangloff, B., Shirihai, H., Watling, D., Cruaud, C., Couloux, A., Tillier, A., Pasquet, E. & Bretagnolle, V. 2012. The complete phylogeny of *Pseudobulweria*, the most endangered seabird genus: systematics, species status and conservation implications. *Conservation Genetics*, 13 : 39-52. 10.1007/s10592-011-0261-6.
- Gineste, B. 2016. Etude de la biologie et de la vulnérabilité au développement anthropique des oiseaux marins nocturnes à La Réunion. Thèse de doctorat de l'Université de La Réunion, 331p.
- Gineste, B., Souquet, M., Couzi, F.-X., Giloux, Y., Philippe, J.-S., Hoarau, C., Tourmetz, J., Potin, G. & Le Corre, M. 2017. Tropical Shearwater population stability at Reunion Island, despite light pollution. *Journal of Ornithology*, 158 : 385-394.
- Goron, M., Manoury, M. 2016. Diversité génétique du Pétrel noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*), oiseau marin endémique de La Réunion. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 46p.



- Goutte, A., Barbraud, C., Hertze, D., Bustamante, P., Angelier, F., Tartu, S., Clément-Chastel, C., Moe, B., Bech, C., Gabrielsein, G.W., Bustnes, J.O., & Chastel, O. 2015. Survival rate and breeding outputs in a high Arctic seabird exposed to legacy persistent organic pollutants and mercury. *Environmental Pollution*, 200 : 1-9.
- Grzegorzcyk, E. 2019. Dynamique de la population d'un oiseau marin endémique et menacé, le Pétrel de Barau. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 36p.
- Huré, M. 2019. Caractérisation et modélisation spatiale des habitats de reproduction des pétrels endémiques menacés de La Réunion, le Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*) et le Pétrel noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*) : implication pour la conservation. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 49p.
- Imber, M. J. 1985. Origins, phylogeny and taxonomy of the gadfly petrels *Pterodroma spp.* *Ibis*, 127 : 197–229.
- IPCC Climate. 2007. "The physical science basis." Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 996.
- Jaquemet, S., Le Corre, M. & Weimerskirch, H. 2004. Seabird community structure in a coastal tropical environment: importance of natural factors and fish aggregating devices (FADs). *Marine Ecology Progress Series* 268 : 281–292.
- Jones, H. P., Tershy, B. R., Zavaleta, E. S., Croll, D. A., Keitt, B. S., Finkelstein, M. E., & Howald, G. R. 2008. Severity of the effects of invasive rats on seabirds: a global review. *Conservation Biology*, 22(1) : 16-26.
- Jouanin, C. 1963. Un pétrel nouveau de la Reunion *Bulweria barau*. *Bulletin Muséum National d'Histoire Naturelle*, 35 : 593–597.
- Juhasz, C.-C. 2014. Impacts des perturbations environnementales sur la démographie du pétrel de Barau (*Pterodroma barau*), espèce d'oiseau marin endémique de La Réunion. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 40p.
- Kobler R. 2002. Die Lichtverschmutzung in der Schweiz. Mögliche Auswirkungen und praktische Lösungsansätze, Diplomarbeit, Institut für Umwelttechnik, Fachhochschule Basel, 43p.
- Kojadinovic, J., Ménard, F., Bustamante, P., Cosson, R. P & Le Corre, M. 2008. Trophic ecology of marine birds and pelagic fishes from Reunion Island as determined by stable isotope analysis. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 361 : 239–251.
- Lavers, J. L., Bond, A. L. & Hutton, I., 2014. Plastic ingestion by Flesh-footed Shearwaters (*Puffinus carneipes*): Implications for fledgling body condition and the accumulation of plastic-derived chemicals. *Environmental Pollution*, 187: 124–129.
- Le Corre, M. & Safford, R. 2001. Réunion and Iles Eparses. In: Fishpool, L.D.C. & Evans, M.I. (Eds). Important bird areas in Africa and associated islands: priority sites for conservation. *BirdLife conservation series no. 11*. Cambridge, UK : BirdLife International : 693–702 pp.
- Le Corre, M., Ollivier, A., Ribes, S. & Jouventin, P. 2002. Light-induced mortality of petrels: a 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean). *Biological Conservation*, 105: 93-102.



- Le Corre, M., & Jaquemet, S. 2005. Assessment of the seabird community of the Mozambique Channel and its potential use as an indicator of tuna abundance. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 63 : 421-428.
- Le Corre, M. 2008. Conservation biology: cats, rats and seabirds. *Nature*, 451 : 7175 : 134-135.
- Le Corre, M., Jaeger, A., Pinet, P., Kappes, M. A., Weimerskirch, H., Catry, T., Ramos, J. A., Russell, J. C., Shah, N. & Jaquemet, S. 2012. Tracking seabirds to identify potential Marine Protected Areas in the tropical western Indian Ocean. *Biological Conservation*, 156 : 83-93.
- Legrand, B. 2016. Impact des changements climatiques sur la biodiversité marine tropicale : le cas des oiseaux marins de l'océan Indien occidental. Thèse de doctorat, Université de La Réunion, 218p.
- Legrand, B., Benneveau, A., Jaeger, A., Pinet, P., Potin, G., Jaquemet, S. & Le Corre, M. 2016. Current wintering habitat of an endemic seabird of Réunion Island, Barau's petrel *Pterodroma baraui*, and predicted changes induced by global warming. *Marine Ecology Progress Series*, 550 : 235-248.
- Levi-Funck, T. 2017. Model-based investigations of light-induced strandings of marine birds (*Pterodroma Baraui*) in a fast-developing Indian Ocean island. Master RNET, Seas-OI - Université de La Réunion. 30p.
- Lewison, R. L., Crowder, L. B., Wallace, B. P., Moore, J. E., Cox, T., Zydelski, R., ... & Bjorkland, R. 2014. Global patterns of marine mammal, seabird, and sea turtle bycatch reveal taxa-specific and cumulative megafauna hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 : 5271-5276.
- Lopez, J., Nikolic, N., Riethmuller, M., Dubos, J., Pinet, P., Souharce, P., Couzi, F. X., Le Corre, M., Jaeger, A., Humeau, L., 2020. High genetic diversity despite drastic bottleneck in a critically endangered, long-lived seabird, the Mascarene petrel *Pseudobulweria aterrima*, *Ibis*, 162. doi: 10.1111/ibi.12864
- Macé, C., Pecquet, J. 2017. Étude du comportement de vocalisation du Pétrel Noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*), espèce endémique de l'île de La Réunion. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 25p.
- Manouro, M. 2019. Sociological analysis of Petrels and Shearwaters rescue campaigns at Réunion Island. Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 25p.
- Medina, F. M., Bonnaud, E., Vidal, E., Tershy, B. R., Zavaleta, E. S., Josh Donlan, C., Keitt, B. S., Le Corre, M., Horwath, S. V. & Nogales, M. 2011. A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. *Global Change Biology*, 17 : 3503-3510.
- Newman, J., Fletcher, D., Moller, H., Bragg, C., Scott, D. & McKechnie, S. 2009. Estimates of productivity and detection probabilities of breeding attempts in the sooty shearwater (*Puffinus griseus*), a burrow-nesting petrel. *Wildlife Research*, 36 : 159-168.
- ONF. Plan départemental de protection des forêts contre l'incendie 2017-2027. 2017. 108p.
- Oro, D., Aguilar, J. S., Igual, J. M., Louzao, M. 2004. Modelling demography and extinction risk in the endangered Balearic shearwater. *Biological Conservation*, 116 : 93-102.



- Parc national de La Réunion. 2020. Actes des Ateliers Territoriaux - Transition écologique et lumière. Rapport interne.
- Peck, D. R., Faulquier, L., Pinet, P., Jaquemet, S. & Le Corre, M. 2008. Feral cat diet and impact on sooty terns at Juan de Nova Island, Mozambique Channel. *Animal Conservation*, 11 : 66–74.
- Pinet, P. 2012. Biologie, écologie & conservation d'un oiseau marin endémique de La Réunion : Le Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*) - Thèse de Doctorat de l'Université de La Réunion, 304p.
- Pinet, P., Salamolard, M. & Probst, J.M. 2009. Barau's petrel (*Pterodroma barau*): history, biology and conservation of an endangered endemic petrel. *Marine Ornithology*, 37: 107–113.
- Pinet, P., Jaquemet, S., Pinaud, D., Weimerskirch, H., Phillips R.A. & Le Corre M. 2011. Migration, wintering distribution and habitat use of an endangered tropical seabird, Barau's petrel *Pterodroma barau*. *Marine Ecology Progress Series*, 423 : 291–302.
- Pinet, P., Jaeger, A., Cordier, E., Potin, G. & Le Corre, M. 2011. Celestial Moderation of Tropical Seabird Behavior. *Plos One*, Vol 6(11) : e27663.
- Pinet, P., Jaquemet, S., Phillips, R. A. & Le Corre, M. 2012. Sex-specific foraging strategies throughout the breeding season in a tropical, sexually monomorphic small petrel. *Animal Behaviour*, 83 : 979-989.
- Pinet, P. 2015. Evolution de la pollution lumineuse à La Réunion des années 90 à 2013 in Séminaire de formation aux moyens techniques pour réduire la pollution lumineuse.
- Pinet, P. 2016. Six ans de contrôle des chats harets à La Réunion pour la conservation des pétrels endémiques: bilan, avancées et perspectives in Séminaire des Gestionnaires de la Biodiversité à La Réunion (GECOBIO), 18 novembre 2016, p.25.
- Plot, V., Legrand, B., Benneveau, A., Jaeger, A., Maurel, L., Bourjea, J., Ciccione, S., Dalleau, M., Dulau, V., Cerchio, S., Jaquemet, S., Orłowski, S., Pinet, P., Nicoll, M., Jones, C., Ruhomaun, K., Tatayah, V., Norris, K., Von Brandis, R., Hays, G., Mortimer, J., Esteban, N., Fossette, S., Heide-Jorgensen, M., Vély, M., Feare, C., Weimerskirch, H. & Le Corre, M. *soumis*. Marine megafauna hotspots revealed by large scale tracking in the Indian Ocean.
- Podolsky, R., Ainley, D. G., Spencer, G., Deforest, L., & Nur, N. 1998. Mortality of Newell's Shearwaters caused by collisions with urban structures on Kauai. *Colonial Waterbirds*, 21 : 20–34.
- Priddel D., Carlile N., Kolinio M., Watling D. 2008. A review of records and recovery actions for the “critically Endangered Fiji Petrel *Pseudobulweria macgillivrayi*. Cambridge University Press, 18 : 381-393.
- Probst, J.-M. 1995. The discovery of the first known colony of Barau's Petrel (*Pterodroma barau*) on La Réunion. Working Group on Birds in the Madagascar Region Newsletter, 5 : 10–11.
- Probst, J.-M. 1997. Animaux de La Réunion : guide d'identification des oiseaux, mammifères, reptiles et amphibiens. Azalées éditions.
- Probst, J.-M., Le Corre, M., & Thébaud, C. 2000. Breeding habitat and conservation priorities in *Pterodroma*



- barau*, an endangered gadfly petrel of the Mascarene archipelago. *Biological conservation*, 93 : 135-138.
- Ramos, J. A., Maul, A. M., Ayrton, V., Bullock, I., Hunter, J., Bowler, J., Castle, G., Mileto, R. & Pacheco, C. 2002. Influence of local and large-scale weather events and timing of breeding on tropical roseate tern reproductive parameters. *Marine Ecology Progress Series*, 243 : 271–279.
- Riethmuller, M., Jan, F. & Giloux, Y. 2012. Plan national d'actions en faveur du Pétrel noir de Bourbon *Pseudobulweria aterrima* (2012-2016). Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion. SEOR, 92p.
- Rodríguez, A., Holmes, N. D., Ryan, P. G., Wilson, K. J., Faulquier, L., Murillo, Y., Raine, A. F., Penniman, J. F., Neves, V., Rodríguez, B., Negro, J. J., Chiaradia, A., Dann, P., Anderson, T., Metzger, B., Shirihai, M., Deppe, L., Wheeler, J., Hodum, P., Gouveia, C., Carmo, V., Carreira, G. P., Delgado-Alburquerque, L., Guerra-Correa, C., Couzi, F. X., Travers, M. & Le Corre M. 2017. Seabird mortality induced by land-based artificial lights. *Conservation Biology*, 31 : 986-1001.
- Rodriguez, A., Arcos, J.M., Bretagnolle, V., Dias, M.P., Holmes, N.D., Louzao, M., Provencher, J., Raine, A.F., Ramírez, F., Rodríguez, B., Ronconi, R.A., Taylor, R.S., Bonnaud, E., Borrelle, S.B., Cortés, V., Descamps, S.M., Friesen, V.L., Genovart, M., Hedd, A., Hodum, P., Humphries, G.R.W., Le Corre, M., Lebarbenchon, C., Martin, R., Melvin, E.F., Montevecchi, W.A., Pinet, P., Pollet, I.L., Ramos, R., Russell, J.C., Ryan, P.G., Spatz, D.R., Travers, M., Votier, S.C., Wanless, R.M., Woehler, E. & Chiaradia, A. 2019. Future directions in conservation research on petrels and shearwaters. *Frontiers in Marine Science*, Vol 6-94.
- Russell, J. C., Lecomte, V., Dumont, Y. & Le Corre, M. 2009. Intraguild predation and mesopredator release effect on long-lived prey. *Ecological Modelling*, 220 : 1098–1104.
- Salamolard, M., Ghestemme, T., Couzi, F. X., Minatchy, N., & Le Corre, M. 2007. Impacts des éclairages urbains sur les pétrels de Barau *Pterodroma barau* sur l'île de La Réunion et mesures pour réduire ces impacts. *Ostrich - Journal of African Ornithology*, 78 : 449-452.
- Salamolard, M. 2008. Plan de conservation du Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*). Rapport ECOMAR, Université de La Réunion & Société d'Études Ornithologiques de La Réunion. 64p.
- Sandvik, H., Erikstad, K. E., Saether, B.-E. 2012. Climate affects seabird population dynamics both via reproduction and adult survival. *Marine Ecology Progress Series*, 273–284.
- Saunier, M. 2019. Étude de la phénologie et de la distribution en mer des pétrels noirs de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*). Rapport de stage de Master 2, Université de La Réunion, 49p.
- Shirihai, H & Pym, T & Román, M.S. & Bretagnolle, V. 2014. The critically endangered Mascarene Petrel *Pseudobulweria aterrima*: Identification and behaviour at sea, historical discovery of breeding sites, and breeding ecology on Reunion, Indian Ocean. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 134 : 194-223.
- Simons, T. R. 1984. A population model of the endangered Hawaiian dark-rumped petrel. *The Journal of wildlife management*, 1065-1076.
- Spear, L. B., Ballance, L. T. & Ainley, D. G. 2001. Response of seabirds to thermal boundaries in the tropical Pacific: the thermocline versus the Equatorial Front. *Marine Ecology Progress Series*, 219, 275–289.



- Stahl, J. & Bartle, J. A. 1991. Distribution, abundance and aspects of the pelagic ecology of Barau's Petrel (*Pterodroma barau*) in the south-west Indian Ocean. *Notornis*, 38(3) : 211-225.
- Surman, C., Nicholson, L. & Santora, J. 2012. Effects of climate variability on breeding phenology and performance of tropical seabirds in the eastern Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 454 : 147–157. doi:10.3354/meps09729.
- Sydeman, W., Thompson, S. & Kitaysky, A. 2012. Seabirds and climate change: roadmap for the future. *Marine Ecology Progress Series*, 454 : 107–117.
- Tanabe, S., & Ramu, K. 2012. Monitoring temporal and spatial trends of legacy and emerging contaminants in marine environment: results from the environmental specimen bank (es-BANK) of Ehime University, Japan. *Marine pollution bulletin*, 64(7) : 1459-1474.
- Tatayah, R.V., Jones, C.G., Birch, D., Salamolard, M. 2011. First record of Réunion Black Petrel *Pseudobulweria aterrima* on Mauritius. *Bull. British Ornithologist's Club*, 131 : 64-66.
- Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., ... & Ochi, D. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences*, 364, 2027-2045.
- Thébaud, C., & Strasberg, D. 1997. Plant dispersal in fragmented landscapes: a field study of woody colonization in rainforest remnants of the Mascarene Archipelago. In: Laurance, W. & Bierregaard, R. (Eds). *Tropical forest remnants: ecology, conservation, and management*. Chicago, Illinois: Chicago University Press., pp. 321–332.
- Tourmetz, J. 2014, 2015, 2016, 2017, 2018. Bilan de l'activité de sauvetage. SEOR, 64p, 72p., 61p.
- Towns, D. R., Byrd, G. V., Jones, H. P., Rauzon, M. J., Russell, J. C., & Wilcox, C. 2011. Impacts of introduced predators on seabirds. *Seabird islands: ecology, invasion, and restoration*. Oxford University Press, New York, 56-90.
- Virion, M-C. 2019. Évaluation du Plan National d'Actions en faveur du Pétrel noir de Bourbon (*Pseudobulweria aterrima*) 2012-2017. Parc national de La Réunion – Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 22p.
- Warham, J. 1990. *The Petrels: Their Ecology and Breeding Systems*. Academic Press, New York.
- Weimerskirch, H. Clobert J. & Jouventin P. 1987. Survival in Five Southern Albatrosses and its Relationship with Their Life History. *Journal of Animal Ecology*, 56 : 1043-1055.
- Weimerskirch, H., Pinet, P., Dubos, J., Andres, S., Tourmetz, J., Caumes, C., Caceres, S., Riethmuller, M. & Le Corre, M. 2018. Wettability of juvenile plumage as a major cause of mortality threatens endangered Barau's Petrel. *Journal of Avian Biology*, 50. 10.1111/jav.02016.
- Wilcox, C., Van Sebille, E., & Hardesty, B. D. 2015. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 : 11899-11904.





Annexes

Annexe 1

Evaluation de l'état de conservation du Pétrel de Barau et du Pétrel noir de Bourbon selon la méthodologie qui avait été établie dans les Annexes A et B de la circulaire du 3 octobre 2008 relative aux éléments de cadrage, d'organisation et de méthodologie pour la conduite des plans nationaux d'actions pour les espèces menacées (cette circulaire ne concernait que le Pétrel noir de Bourbon, cité en annexe III). Cette méthode classe les deux espèces comme ayant un état de conservation « Défavorable mauvais ».

Cette circulaire du 3 octobre 2008 est aujourd'hui remplacée par la note du 9 mai 2017 relative à la mise en œuvre des plans nationaux d'actions prévus à l'article L. 411-3 du Code de l'environnement qui prévoit que les espèces endémiques identifiées comme étant « CR » ou « EN » dans la liste rouge nationale des espèces menacées établie selon les critères de l'UICN peuvent bénéficier d'un PNA.

PARAMETRE	ETAT DE CONSERVATION Pétrel de Barau (<i>Pterodroma barau</i>)			
	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Indéterminé
Aire de répartition	Stable ou en augmentation	Toute autre combinaison	Fort déclin ou aire plus de 10% en dessous de l'aire de répartition de référence favorable	Pas d'information ou information disponible insuffisante
Effectif	Effectif supérieur ou égal à la population de référence favorable ET reproduction, mortalité et structure d'âge ne déviant pas de la normale	Toute autre combinaison	Fort déclin ET effectif < population de référence favorable OU Effectif plus de 25% en dessous de la population de référence favorable OU reproduction, mortalité et structure d'âge déviant fortement de la normale	Pas d'information ou information disponible insuffisante
Habitat de l'espèce	Surface de l'habitat suffisante ET qualité de l'habitat convenant à la survie à long terme de l'espèce	Toute autre combinaison	Surface insuffisante pour assurer la survie à long terme de l'espèce OU mauvaise qualité de l'habitat, ne permettant pas la survie à long terme de l'espèce	Pas d'information ou information disponible insuffisante
Perspectives futures	Pressions et menaces non significatives ; l'espèce restera viable sur le long terme	Toute autre combinaison	Fort impact des pressions et menaces sur l'espèce ; mauvaises perspectives de maintien à long terme	Pas d'information ou information disponible insuffisante
Evaluation globale de l'état de conservation		Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	



PARAMETRE	ETAT DE CONSERVATION Pétreil noir de Bourbon (<i>Pseudobulweria aterrima</i>)			
	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Indéterminé
Aire de répartition	Stable ou en augmentation	Toute autre combinaison	Fort déclin ou aire plus de 10% en dessous de l'aire de répartition de référence favorable	Pas d'information ou information disponible insuffisante
Effectif	Effectif supérieur ou égal à la population de référence favorable ET reproduction, mortalité et structure d'âge ne déviant pas de la normale	Toute autre combinaison	Fort déclin ET effectif < population de référence favorable OU Effectif plus de 25% en dessous de la population de référence favorable OU reproduction, mortalité et structure d'âge déviant fortement de la normale	Pas d'information ou information disponible insuffisante
Habitat de l'espèce	Surface de l'habitat suffisante ET qualité de l'habitat convenant à la survie à long terme de l'espèce	Toute autre combinaison	Surface insuffisante pour assurer la survie à long terme de l'espèce OU mauvaise qualité de l'habitat, ne permettant pas la survie à long terme de l'espèce	Pas d'information ou information disponible insuffisante
Perspectives futures	Pressions et menaces non significatives ; l'espèce restera viable sur le long terme	Toute autre combinaison	Fort impact des pressions et menaces sur l'espèce ; mauvaises perspectives de maintien à long terme	Pas d'information ou information disponible insuffisante
Evaluation globale de l'état de conservation		Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	



Grille d'analyse de l'état de conservation du Pétrel de Barau

DONNEES	COMMENTAIRES
I. NIVEAU NATIONAL	
Régions biogéographiques de présence de l'espèce sur le territoire national	Ile de La Réunion, DOM
Aire de répartition de l'espèce	Massifs de La Réunion
II. NIVEAU BIOGEOGRAPHIQUE	
II.A. Aire de répartition	
Surface	11 km ² (cf. 1.5.1)
Date	2017
Tendance	Inconnue
Période	/
Facteurs d'explication de la tendance	/
II.B. Effectifs	
Carte de distribution	Cf. Fig. 15
Estimation de la taille de population	10000 à 30000 couples
Date	2016
Méthode utilisée	Multiple (radars, comptages en colonies, baguage et recapture)
Tendance	Inconnue
Facteurs d'explication de la tendance	/
II.C. Pressions et menaces	
Pressions	Prédation par les chats errants, pollution lumineuse, collisions, dégradation de l'habitat, pollution plastique
Menaces	Prédation par les rats et tangués, dérangement et braconnage, changements climatiques globaux, incendies, phénomènes cycloniques, pollutions marines
II.D. Habitat de l'espèce	
Surface de l'habitat	Inconnue
Date	/
Tendance	Inconnue
Période	/
Facteurs d'explication de la tendance	/
II.E. Perspectives	
Perspectives	Perspectives moyennes, le contrôle des rats et des chats et le sauvetage des oiseaux doivent être poursuivis à long terme
II.F. Valeurs de référence pour l'espèce	
Aire de répartition de référence favorable	Inconnue
Population de référence favorable	Inconnue
Habitat disponible pour l'espèce	Inconnu
Autres informations	/
II.G. Conclusion : état de conservation de l'espèce dans le domaine biogéographique	
Aire de répartition	L'aire de répartition reste à préciser mais elle semble avoir diminué puisque certaines petites colonies auparavant connues ont disparu
Effectifs	Les effectifs estimés de la population sont relativement élevés mais la tendance n'est pas connue et de nombreuses menaces pèsent sur l'espèce
Habitat de l'espèce	La surface de l'habitat semble suffisante mais une dégradation/modifications peuvent avoir lieu (incendies, présence de chèvres..etc)
Perspectives	Défavorable (Pressions et menaces importantes)
Etat de conservation de l'espèce	Défavorable mauvais



Grille d'analyse de l'état de conservation du Pétrel noir de Bourbon

DONNEES	COMMENTAIRES
I. NIVEAU NATIONAL	
Régions biogéographiques de présence de l'espèce sur le territoire national	Ile de La Réunion, DOM
Aire de répartition de l'espèce	Massifs de La Réunion
II. NIVEAU BIOGEOGRAPHIQUE	
II.A. Aire de répartition	
Surface	km ²
Date	2019
Tendance	Inconnue
Période	/
Facteurs d'explication de la tendance	/
II.B. Effectifs	
Carte de distribution	Cf. Fig.
Estimation de la taille de population	45 et 400 couples
Date	1997
Méthode utilisée	?
Tendance	Inconnue
Facteurs d'explication de la tendance	/
II.C. Pressions et menaces	
Pressions	Prédation par les chats errants, pollution lumineuse, collisions, dégradation de l'habitat, pollution plastique
Menaces	Prédation par les rats et tangués, dérangement et braconnage, changements climatiques globaux, incendies, phénomènes cycloniques, pollutions marines
II.D. Habitat de l'espèce	
Surface de l'habitat	Inconnue
Date	/
Tendance	Inconnue
Période	/
Facteurs d'explication de la tendance	/
II.E. Perspectives	
Perspectives	Perspectives moyennes, le contrôle rats et des chats et le sauvetage des oiseaux doivent être poursuivis à long terme
II.F. Valeurs de référence pour l'espèce	
Aire de répartition de référence favorable	Inconnue
Population de référence favorable	Inconnue
Habitat disponible pour l'espèce	Inconnu
Autres informations	/
II.G. Conclusion : état de conservation de l'espèce dans le domaine biogéographique	
Aire de répartition	
Effectifs	Les effectifs sont faibles
Habitat de l'espèce	La surface de l'habitat semble suffisante, mais une dégradation/modifications peuvent avoir lieu (incendies, présence de chèvres..etc)
Perspectives	Défavorable (Pressions et menaces importantes)
État de conservation de l'espèce	Défavorable mauvais



Annexe 2

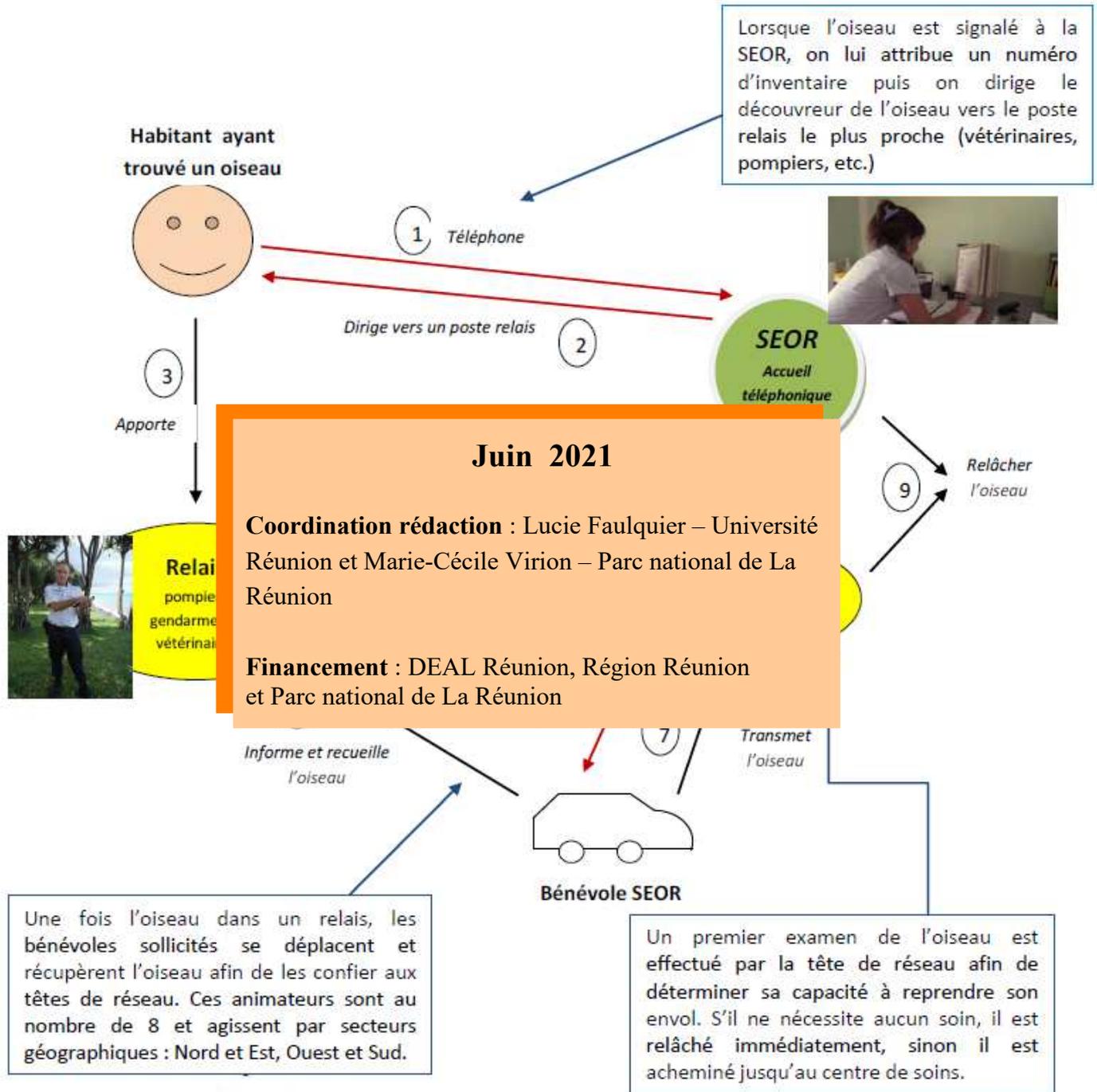
Taux d'occupation (TO) et succès reproducteur (SR) du Pétrel de Barau sur les deux colonies d'étude de 2008 à 2017. (Source : données Université / PNRUN / SEOR / BNOI/OFB / Programme LIFE+ Pétrels).

Saison	Colonie du Grand Bénare			Colonie du Bras des Étangs		
	Nb de terriers suivis	TO (%)	SR (%)	Nb de terriers suivis	TO (%)	SR (%)
2008-2009	38		61	30		71
2009-2010	30		60	106		67
2010-2011	35		59	105		69
2011-2012	33		72	99		71
2012-2013	86	70	29	179	69	53
2013-2014	83	54	32	181	70	41
2014-2015	90	63	64	179	73	66
2015-2016	86	74	65	178	69	40
2016-2017	86	65	76	180	67	63
2017-2018	139	69,8	65	186	65	6
2018-2019	142	71	68	184	55	77
MOYENNES		67	59		67	62
ECARTYPES		6,7	15		5,8	12,2



Annexe 3

Schéma pour la prise en charge des oiseaux échoués par le réseau de la SEOR





VERSION DE TRAVAIL – NE PAS DIFFUSER



Ministère de la Transition
écologique
92055 La Défense cedex
Tél. : 01 40 81 21 22



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

