

Plan de conservation

en faveur des **puffins de l'île de La Réunion,**

Puffin du Pacifique *Ardenna pacifica*
et Puffin tropical *Puffinus bailloni,*

2018 - 2027





Rédaction

Rédacteurs

Lucie Faulquier et Matthieu Le Corre : UMR ENTROPIE, Université de La Réunion

François-Xavier Couzi : Société d'Études Ornithologiques de La Réunion (SEOR)

Matthieu Saliman : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL Réunion)

Avec la contribution des membres du comité de suivi

Stéphanie Crescence : Région Réunion, Direction Études et Grands Chantiers

Natacha Moulton : Région Réunion, Direction Études et Grands Chantiers

Alexandre Nany : Région Réunion, Direction Études et Grands Chantiers

Marc Salamolard : Parc National de La Réunion

Patrick Pinet : Cellule LIFE+ Pétrels, Parc National de La Réunion

Sarah Caceres : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)

Patxi Souharce : Brigade Nature Océan Indien (BNOI)

Catherine Latreille : Conservatoire du Littoral (CDL)

Julien Triolo : Office National des Forêts (ONF)

Mathieu Souquet : Bureau d'Études BIOTOPE

Christophe Barbraud : Centre d'Études Biologiques de Chizé - CNRS

Elsa Bonnaud : Université d'Orsay

Carine Prêcheur : Laboratoire de Biologie Marine, Université des Antilles, Martinique

Vikash Tatayah : Mauritian WildLife Foundation

Éric Vidal : IMBE, Centre IRD de Nouméa, Nouvelle-Calédonie

Autres contributeurs

Virginie Plot et Gaël Potin (UMR ENTROPIE) pour la cartographie

Camille Lebarbenchon (UMR PIMIT) pour la rédaction

Julien Dijoux (UMR ENTROPIE) pour la relecture et correction

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui se sont impliquées dans la réalisation de ce document, et dans les actions en faveur des puffins de La Réunion. Nous remercions plus particulièrement les membres du comité de suivi ainsi que les personnes qui ont participé aux diverses missions de terrain : Sabine Orłowski, Sophie Bureau, Solenn Boucher, Jade Lopez, Gabrielle Dicque, Arthur Chœur, Julien Dijoux, Danielle Van Den Heever et Daniel Danckwerts.

Citation du document

Faulquier L., Le Corre M., Couzi F.-X. & Saliman M. 2017. Plan de conservation en faveur des puffins de l'île de La Réunion, Puffin du Pacifique *Ardena pacifica* et Puffin tropical *Puffinus bailloni*, 2018-2027. UMR ENTROPIE, Université de La Réunion / Société d'Études Ornithologiques de La Réunion.

Financement

Le financement de ce PDC a été assuré par la Région Réunion, dans le cadre des mesures compensatoires de la Nouvelle Route du Littoral (Arrêté préfectoral n° 2013-07 du 20 décembre 2013 - MT05).

SOMMAIRE

INTRODUCTION	8
1. BILAN DES CONNAISSANCES POUR LE PUFFIN DU PACIFIQUE	9
A. Description	10
1. Poids et biométrie	10
2. Coloration, corps et plumage	10
3. Vocalisations	11
B. Systématique	11
C. Statut légal de protection et conservation	12
1. Statut légal de protection	12
2. Statut de conservation IUCN	12
3. Règles régissant le commerce international	12
D. Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation	12
1. Reproduction	12
1.a. Type de nidification	12
1.b. Cycle annuel et phénologie de la reproduction	13
1.c. Comparaison de la phénologie dans l'océan Indien occidental	14
1.d. Croissance des poussins	15
2. Alimentation	15
2.a. Régime alimentaire	15
2.b. Technique de pêche	15
3. Habitats	16
3.a. Habitat terrestre	16
3.b. Habitat océanique	18
4. Relations interspécifiques	19
4.a. Compétition	19
4.b. Prédation par les chats errants	20
4.c. Prédation par les rats	22
4.d. Autres prédateurs potentiels	22
4.e. Parasitisme	23
5. Sensibilité aux lumières artificielles	23
5.a. Nombre d'oiseaux échoués	23
5.b. Répartition spatiale des échouages	24
6. Dynamique de la population	24
6.a. Historique du suivi de la population du sud de l'île	24
6.b. Taux d'occupation et succès reproducteur des colonies littorales	25
6.c. Taux d'occupation et succès reproducteur de l'îlot de Petite Île	26
6.d. Estimation des effectifs	27
6.e. Paramètres démographiques	27
7. Structure de la population (en âge et en sex-ratio)	27



E. Répartition et tendances évolutives	28
1. Répartition de l'espèce	28
1.a. Niveau mondial	28
1.b. Dans l'océan Indien occidental	28
1.c. À La Réunion	29
2. Tendances évolutives	30
2.a. Niveau mondial	30
2.b. À La Réunion	31
F. Informations relatives aux sites exploités par l'espèce	31
1. Sites terrestres	31
1.a. Falaises littorales du sud et îlot de Petite Île	31
1.b. Falaises littorales du nord de l'île	31
2. Sites marins	32
G. Informations relatives à l'état de conservation de l'espèce	32
2. BILAN DES CONNAISSANCES POUR LE PUFFIN TROPICAL	35
A. Description	36
1. Poids et biométrie	36
2. Coloration, corps et plumage	36
3. Vocalisations	37
B. Systématique	37
C. Statut légal de protection et conservation	38
1. Statut légal de protection	38
2. Statut de conservation IUCN	38
3. Règles régissant le commerce international	38
D. Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation	38
1. Reproduction	38
1.a. Type de nidification	38
1.b. Cycle et phénologie de la reproduction	38
1.c. Croissance des poussins	39
2. Alimentation	39
2.a. Régime alimentaire	39
2.b. Technique de pêche	39
3. Habitats exploités	40
3.a. Habitat terrestre	40
3.b. Habitat maritime	40
4. Relations interspécifiques	40
4.a. Compétition	40
4.b. Prédateurs introduits	41
5. Sensibilité aux lumières artificielles	41
5.a. Nombre d'oiseaux échoués	41

5.b. Répartition spatiale des échouages	42
6. Dynamique de la population	42
6.a. Estimation des effectifs	42
6.b. Paramètres démographiques	43
7. Structure de la population (en âge et en sex-ratio)	43
E. Répartition et tendances évolutives	43
1. Répartition de l'espèce	43
1.a. Niveau mondial	43
1.b. Dans l'océan Indien occidental	43
1.c. À La Réunion	44
2. Tendances évolutives	44
2.a. Niveau mondial	44
2.b. À La Réunion	44
F. Informations relatives aux sites exploités par l'espèce	45
1. Sites terrestres	45
2. Sites marins	45
G. Informations relatives à l'état de conservation de l'espèce	45
3. MENACES ET CONSERVATION DES DEUX ESPÈCES DE PUFFINS	47
A. Menaces et facteurs limitants	48
1. Prédation par les mammifères introduits	48
1.a. Prédation par les chats errants	48
1.b. Prédation par les rats	48
1.c. Prédation par les chiens errants	48
1.d. Compétition et prédation par les tangués	48
2. Pollution lumineuse	49
3. Collisions avec des infrastructures	49
4. Perte et modification de l'habitat	49
4.a. Risques d'incendies	49
4.b. Espèces végétales invasives	50
4.c. Aménagements	50
5. Dérangement	51
6. Braconnage	51
7. Agents infectieux	51
8. Changements climatiques globaux	51
9. Phénomènes cycloniques	52
10. Pêche industrielle	52
10.a. Captures accidentelles	52
10.b. Surpêche	52
11. Pollution plastique	53
12. Autres pollutions marines	53
12.a. Métaux lourds	53



12.b. Hydrocarbures	53
12.c. Les Polluants Organiques Persistants (POPs)	53
13. Hiérarchisation des menaces	53
B. Actions de conservation déjà réalisées	55
1. Aspects législatifs	55
2. Lutte contre les mammifères introduits	55
3. Réduction des impacts liés aux éclairages	55
3.a. Sauvetage des oiseaux et centre de soins	55
3.b. Sensibilisation et communication	55
3.c. Diminution des éclairages nocifs	56
4. Lutte contre le braconnage	56
5. Restauration d'habitats	57
6. Analyse des risques de collisions	57
7. Action de recherche appliquée : suivi acoustique des colonies	58
C. Aspects économiques et culturels	58
1. Aspects économiques	58
2. Aspects culturels	58
D. Recensement de l'expertise mobilisable en France et à l'étranger	58
4. BESOINS ET ENJEUX DE LA CONSERVATION DES ESPÈCES ET DÉFINITION D'UNE STRATÉGIE	59
A. Récapitulatif des besoins optimaux des espèces	60
B. Stratégie globale	60
C. Implication du plan dans les stratégies nationales et régionales de protection de la biodiversité	60
5. STRATÉGIE POUR LA DURÉE DU PLAN : OBJECTIFS ET ACTIONS	61
A. Durée du plan	62
B. Définition du rôle des partenaires	62
1. Le comité de pilotage	62
2. L'animation du plan	62
C. Suivi et évaluation du plan	62
1. Bilan annuel et bilan final	62
2. Évaluation du plan	63
D. Objectifs spécifiques	63
E. Actions à mettre en œuvre	65
1. Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan	66
2. Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins	71

3. Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur l'espèce	76
4. Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur l'espèce	83
5. Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation	90
6. Objectif n° 6 : Sensibiliser le grand public	102
7. Objectif n° 7 : Évaluer les effets des actions de conservation sur le grand public	106
F. Calendrier	109
G. Estimation financière	110
6. SIGLES ET ACRONYMES	111
7. BIBLIOGRAPHIE	113

Liste des figures

Figure 1 : Puffin du Pacifique : adulte et poussin au nid (© L. Faulquier).	10
Figure 2 : Sonogramme de Puffin du Pacifique enregistré à La Réunion (Logiciel Audacity, UMR ENTROPIE). En ordonnée : fréquences de vocalisation (en kHz) ; En abscisse : temps (en s).	11
Figure 3 : Terriers de Puffin du Pacifique creusé dans la terre, sous bloc et en crevasse rocheuse à La Réunion (© L. Faulquier).	12
Figure 4 : Phénologie de la reproduction et de la migration du Puffin du Pacifique à La Réunion (d'après Legrand <i>et al.</i> in prep.).	13
Figure 5 : Localisation des quatre populations de Puffin du Pacifique étudiées dans l'océan Indien occidental (d'après Legrand <i>et al.</i> in prep.).	14
Figure 6 : Comparaison de la phénologie de la migration et de la reproduction du Puffin du Pacifique à La Réunion, sur l'Île Ronde à Maurice et sur les îles de Cousin et D'Arros aux Seychelles (d'après Legrand <i>et al.</i> in prep.).	14
Figure 7 : Croissance pondérale (en g) en haut et de l'aile pliée (en mm) en bas des poussins de Puffin du Pacifique sur l'île Cousin (n = 20 poussins suivis en 2005-2006 ; Source : UMR ENTROPIE).	15
Figure 8 : Habitats de reproduction principaux du Puffin du Pacifique à La Réunion : falaises littorales du sud de l'île (en bas) et îlot de Petite Île (en haut). (© L. Faulquier)	16
Figure 9 : Habitats de reproduction du Puffin du Pacifique sur le littoral nord de La Réunion : falaises de la route du littoral (en haut : © S.G. Roué) et ravine de la Grande Chaloupe (en bas : © M. Le Corre).	17
Figure 10 : Distribution des puffins du Pacifique des îles Cousin (n = 9), D'Arros (n = 14), Île Ronde (n = 14) et La Réunion (n = 13), pendant la saison de reproduction et en période d'hivernage, de 2009 à 2012 (modifié d'après : Le Corre <i>et al.</i> 2012 ; Legrand <i>et al.</i> in prep. ; Plot <i>et al.</i> in prep.).	18
Figure 11 : Distribution des puffins du Pacifique de l'île de La Réunion (n = 13) pendant la saison de reproduction (points rouges) et en période d'hivernage (points jaunes) en 2009 et 2012 (d'après : Le Corre <i>et al.</i> 2012 ; Legrand <i>et al.</i> in prep. ; Plot <i>et al.</i> in prep.).	19
Figure 12 : Nids de paille en queue à brins blancs sur les sites du sud de La Réunion (© L. Faulquier).	20
Figure 13 : Proportions de détection (en %) des mammifères fréquentant les colonies de Grande Anse par la méthode des pièges photographiques (Effort d'observation = 1 129 jours et nuits).	20
Figure 14 : Chats errants devant des terriers de Puffin du Pacifique à Grande Anse (© ENTROPIE).	21



Figure 15 : Trajets de 5 chats errants capturés et équipés de colliers GPS sur le secteur de Grande Anse. Les étoiles jaunes représentent les nids de Puffin du Pacifique (Source : UMR ENTROPIE).....	21
Figure 16 : Rat s'attaquant à un poussin (à gauche) et rat près d'un terrier (à droite) (© ENTROPIE).....	22
Figure 17 : Deux chiens (à gauche) et un tangué (à droite) sur la colonie de puffins de Grande Anse (© ENTROPIE).....	22
Figure 18 : Nombre de puffins du Pacifique, adultes et juvéniles, recueillis par la SEOR de 1996 à 2016 (n = 348) (Source : Base de données SEOR).....	23
Figure 19 : Répartition spatiale des échouages de puffins du Pacifique à La Réunion de 2013 à 2016 (n = 26) (Source : SEOR).....	24
Figure 20 : Évolution du nombre de puffins bagués, contrôlés et repris (= individus bagués retrouvés morts) de 2000 à 2017 sur les colonies du sud de l'île (falaises littorales et îlot de Petite Île).....	25
Figure 21 : Aire de répartition mondiale du Puffin du Pacifique <i>Ardenna pacifica</i> (Source : Birdlife).....	28
Figure 22 : Distribution du Puffin du Pacifique dans l'océan Indien occidental (d'après Kappes <i>et al.</i> 2013 ; effectifs dans Tab. 8 / Carte réalisée par V. Plot, UMR ENTROPIE).....	29
Figure 23 : Distribution des sites de reproduction connus du Puffin du Pacifique à La Réunion.....	29
Figure 24 : Distribution des nids de puffins du Pacifique sur les sites de Grande Anse et de Petite Île incluant l'îlot de Petite Île. Les étoiles jaunes représentent les nids de Puffin du Pacifique identifiés.....	30
Figure 25 : Puffin tropical à terre (© J.-C. Vialas).....	36
Figure 26 : Sonogramme de Puffin tropical enregistré à La Réunion (réalisé avec le logiciel Audacity). En ordonnée : fréquences de vocalisation (en kHz) ; En abscisse : temps (en s).....	37
Figure 27 : Cladogramme du complexe <i>Puffinus assimilis-lherminieri</i> (Source : Austin <i>et al.</i> 2004).....	37
Figure 28 : Phénologie de l'envol des jeunes puffins tropicaux à La Réunion déterminé à partir du nombre mensuel de jeunes échoués lors de leur premier envol (n = 10 205) (Source : données SEOR).....	39
Figure 29 : Croissance pondérale (en g) et de l'aile pliée (en mm) des poussins de Puffin tropical sur l'île Cousin (n = 30 poussins suivis en 2005-2006 ; Source : UMR ENTROPIE).....	39
Figure 30 : Habitats de reproduction du Puffin tropical à La Réunion (en haut : cirque de Salazie, © L. Faulquier ; en bas : ravine de la Grande Chaloupe, © S.G. Roué).....	40
Figure 31 : Nombre annuel de puffins tropicaux juvéniles, adultes, et d'âge indéterminé, recueillis par la SEOR de 1996 à 2016 (Source : Base de données SEOR).....	41
Figure 32 : Évolution de la pollution lumineuse à La Réunion entre 1996 et 2013 à partir d'images satellites nocturnes. (Source : Gineste <i>et al.</i> 2016).....	42
Figure 33 : Répartition spatiale des échouages de puffins tropicaux à La Réunion de 2013 à 2016 (n = 2 428) (Source : SEOR).....	42
Figure 34 : Aire de répartition mondiale du Puffin tropical (Source : Birdlife).....	43
Figure 35 : Distribution spatiale des colonies actives de Puffin tropical (n = 306) et des colonies sans activité vocale en 2015 (n = 4). (Source : Gineste <i>et al.</i> 2016).....	44
Figure 36 : Carte de l'intensité potentielle des incendies à La Réunion (Source : ONF 2014).....	50
Figure 37 : Carte des aléas de collision avec les infrastructures. (Source : Gineste 2016).....	57
Figure 38 : Carte de l'indice de risque de collision pour le Puffin tropical (Source : Gineste 2016).....	57

Liste des tableaux

Tableau 1 : Poids et biométrie des puffins du Pacifique adultes capturés et bagués sur colonies et des juvéniles trouvés échoués à La Réunion (les mesures sont exprimées en moyennes \pm écarts types).....	10
Tableau 2 : Composition du régime alimentaire (en fréquences d'occurrence) du Puffin du Pacifique sur les îles de Cousin et Aride, aux Seychelles (d'après Catry <i>et al.</i> 2009a).....	15
Tableau 3 : Taux d'occupation des colonies de puffins du Pacifique des falaises littorales sud de La Réunion de 2007 à 2017.	25
Tableau 4 : Succès à l'éclosion (SE), succès à l'envol (SV) et succès reproducteur (SR) du Puffin du Pacifique sur les colonies des falaises littorales sud de La Réunion de 2007 à 2017.	26
Tableau 5 : Taux d'occupation de la colonie de l'îlot de Petite Île.	26
Tableau 6 : Succès reproducteur (SR) du Puffin du Pacifique sur la colonie de l'îlot de Petite Île.....	27
Tableau 7 : Historique de deux puffins du Pacifique suivis sur la colonie des falaises littorales sud.	27
Tableau 8 : Sites de reproduction et nombre de couples reproducteurs du Puffin du Pacifique dans l'océan Indien occidental (d'après Kappes <i>et al.</i> 2013).....	28
Tableau 9 : Matrice d'évaluation de l'état de conservation du Puffin du Pacifique à La Réunion.	32
Tableau 10 : Grille d'analyse de l'état de conservation du Puffin du Pacifique à La Réunion.	33
Tableau 11 : Poids et biométrie des puffins tropicaux adultes et juvéniles trouvés échoués à La Réunion de 1996 à 2012 (les mesures sont exprimées en moyennes \pm écarts types).....	36
Tableau 12 : Composition du régime alimentaire du Puffin tropical (en fréquences d'occurrence : FO) sur les îles de Cousin et Aride (Seychelles) (Source : Catry <i>et al.</i> 2009a).	39
Tableau 13 : Sites de reproduction et nombre de couples reproducteurs du Puffin tropical dans l'océan Indien occidental.	43
Tableau 14 : Matrice d'évaluation de l'état de conservation du Puffin tropical à La Réunion.....	45
Tableau 15 : Grille d'analyse de l'état de conservation du Puffin tropical à La Réunion.	46
Tableau 16 : Hiérarchisation des menaces affectant le Puffin du Pacifique à La Réunion.	54
Tableau 17 : Hiérarchisation des menaces affectant le Puffin tropical à La Réunion.	54
Tableau 18 : Synthèse des objectifs spécifiques et actions à mettre en œuvre.....	64
Tableau 19 : Planification des actions sur les 10 années du PDC en faveur des puffins de La Réunion.	109
Tableau 20 : Coût (euros) des actions pour les 10 années du PDC en faveur des puffins de La Réunion.	110



INTRODUCTION

La Réunion abrite six espèces d'oiseaux marins reproducteurs, dont quatre appartiennent à la famille des Procellariidés : le Pétrel de Barau *Pterodroma barau* et le Pétrel noir de Bourbon *Pseudobulweria aterrima* sont endémiques de La Réunion et classés respectivement « En danger » et « En danger critique d'extinction » par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN 2017). Le Puffin du Pacifique *Ardenna pacifica* et le Puffin tropical *Puffinus bailloni* sont classés comme non menacés (« Préoccupation mineure ») à l'échelle mondiale, en raison de leur aire de répartition indo-pacifique vaste et de leurs effectifs mondiaux importants (IUCN 2017). Ces quatre espèces sont localement protégées par arrêté ministériel.

Le Pétrel de Barau fait l'objet d'un Plan de conservation (PDC) rédigé en 2008 par la Société d'Études Ornithologiques de La Réunion (SEOR) (Salamolard 2008) et en cours d'actualisation, et le Pétrel noir de Bourbon d'un Plan National d'Action (PNA) rédigé en 2012 par la SEOR (Riethmuller *et al.* 2012). Les actions pour la conservation de ces deux dernières espèces bénéficient d'un programme européen LIFE+ (2014-2020), piloté par le Parc National de La Réunion et rassemblant de nombreux partenaires.

À l'échelle de l'île, les deux espèces de puffins souffrent d'un manque de connaissances sur leur biologie et l'état de leurs populations. Du fait de l'inaccessibilité des sites de reproduction du Puffin tropical, peu d'informations sont disponibles. Des travaux de recherche plus nombreux ont pu être menés sur le Puffin du Pacifique dont les colonies sont plus accessibles, mais de nombreuses lacunes restent à combler.

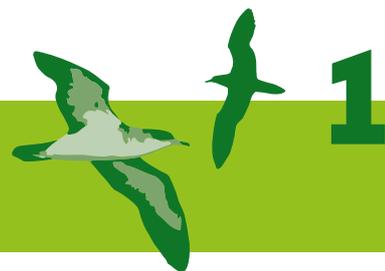
Plusieurs actions de protection en faveur des puffins sont réalisées dans l'île (statut d'espèces protégées, protection de certains sites de reproduction, sauvetage des oiseaux désorientés par les éclairages), mais elles n'englobent pas toutes les menaces subies par ces espèces. Celles-ci sont en effet impactées par une grande diversité de menaces d'origine anthropique. Comme tous les Procellariidés, ce sont des espèces longévives et pélagiques qui ne reviennent à terre que pour se reproduire. Leur cycle de vie comprend donc une phase de reproduction à terre et une phase de recherche alimentaire et de migration en mer. À terre, les principales menaces identifiées sont la prédation par les mammifères introduits, la pollution lumineuse, les collisions avec les infrastructures, la perte d'habitats et les dérangements. En mer, les principaux facteurs pouvant affecter les puffins sont les pollutions marines en particulier l'ingestion de plastique, les pêcheries industrielles et les changements climatiques. Une stratégie de conservation en faveur de ces deux espèces est donc nécessaire afin de les protéger à l'échelle de l'île de La Réunion.

Ce plan de conservation est le premier document visant à définir une stratégie de conservation pour les deux espèces de puffins de La Réunion. Il se décline en 5 parties : les deux premières sont le bilan des connaissances pour le Puffin du Pacifique et pour le Puffin tropical, et la troisième traite des menaces et de la conservation pour les deux espèces ensemble. La quatrième partie identifie les objectifs spécifiques pour la conservation des deux puffins, et la cinquième détaille les actions à mettre en place en faveur de ces espèces pour la durée du plan.

La méthodologie suivie est celle définie dans 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.

Ce plan a été élaboré à l'initiative de la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) de La Réunion, coordinatrice du plan. Sa rédaction a été confiée à l'UMR ENTROPIE de l'Université de La Réunion, travaillant en collaboration avec la SEOR. Son financement a été assuré par la Région Réunion et s'inscrit dans le cadre des mesures compensatoires associées à la construction de la Nouvelle Route du Littoral (NRL).

1. BILAN DES CONNAISSANCES POUR LE PUFFIN DU PACIFIQUE





A. Description

1. Poids et biométrie

Le Puffin du Pacifique est un oiseau marin de taille comprise entre 46 et 47 cm, pour une envergure de 97 à 104 cm et un poids moyen de 390 g (Onley & Scofield 2007). C'est le plus grand des puffins tropicaux (Del Hoyo *et al.* 1992).

À La Réunion, les actions de baguage d'adultes réalisées sur colonies depuis 2000 et les opérations de sauvetage des individus échoués ont permis d'obtenir des données biométriques (Tab. 1).

Tableau 1 : Poids et biométrie des puffins du Pacifique adultes capturés et bagués sur colonies et des juvéniles trouvés échoués à La Réunion (les mesures sont exprimées en moyennes \pm écartypes).

Caractéristiques	Adultes (n = 272)	Juvéniles (n = 52)
Poids (g)	392,5 \pm 41,4	341,2 \pm 49,3
Aile Pliée (mm)	287,5 \pm 5,8	284,9 \pm 19,2
Longueur Culmen (mm)	38,5 \pm 4,0	36,9 \pm 1,4
Longueur Crochet (mm)	17,7 \pm 1,0	16,9 \pm 0,8
Hauteur Crochet (mm)	9,7 \pm 0,6	9,2 \pm 0,6
Longueur Tarse (mm)	48,9 \pm 1,7	48,8 \pm 1,4

2. Coloration, corps et plumage

L'espèce ne présente pas de dimorphisme sexuel. Dans l'océan Indien, le corps est entièrement brun. Son bec est long et gris clair, et les pattes entièrement roses. Le poussin est recouvert de duvet gris, plus clair sur le dessous du corps (Fig. 1).

En vol, les ailes sont tenues perpendiculairement au corps, la silhouette est fine et élancée et la queue est allongée et cunéiforme (Fig. 1).

L'espèce présente deux morphes :

- un morphe sombre : les oiseaux sont entièrement bruns. C'est le morphe présent dans l'océan Indien occidental, et prédominant dans l'hémisphère sud.
- un morphe clair : les oiseaux sont semblables à la phase sombre, sauf les parties inférieures qui sont blanches ou pâles. Ce morphe est plus fréquent dans l'océan Pacifique.

Le Puffin du Pacifique a un vol aisé et gracieux fait de planés au ras de l'eau et de battements ascendants, oscillant fréquemment d'une face sur l'autre.



Figure 1 : Puffin du Pacifique : adulte et poussin au nid (© L. Faulquier).

3. Vocalisations

Les individus chantent rarement en vol. Par contre, ils sont très vocaux quand ils sont à terre à proximité des terriers. Les vocalisations nuptiales ressemblent à des miaulements plaintifs ou à des pleurs d'enfants. La figure 2 représente un sonogramme réalisé à partir d'un enregistrement fait dans la colonie de la Petite Île, à la Réunion.

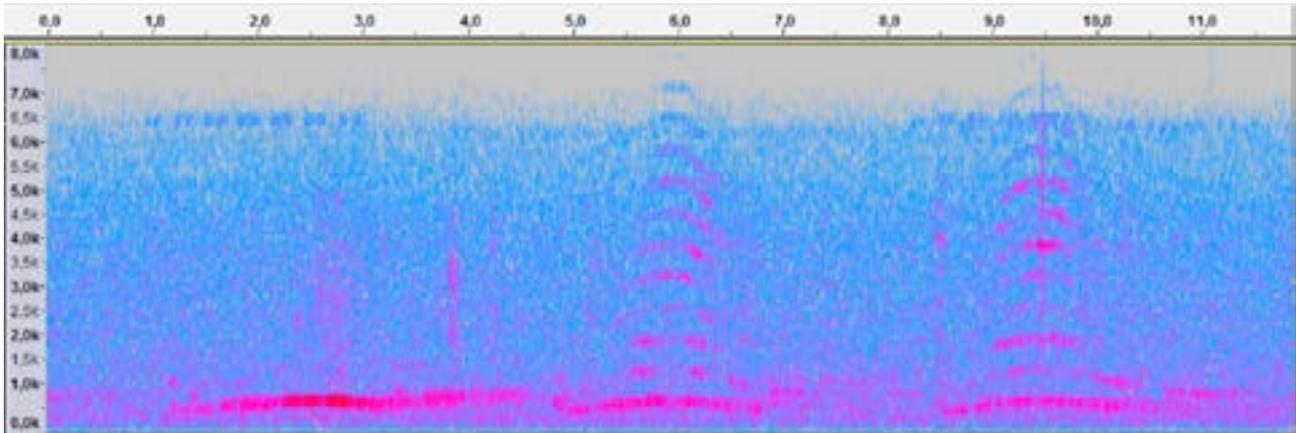


Figure 2 : Sonogramme de Puffin du Pacifique enregistré à La Réunion (Logiciel Audacity, UMR ENTROPIE). En ordonnée : fréquences de vocalisation (en kHz) ; En abscisse : temps (en s).

B. Systématique

Le Puffin du Pacifique *Ardenna pacifica* est classé comme suit :

Classe : Aves

Ordre : Procellariiformes

Famille : Procellariidae

Genre : *Ardenna*

Espèce : *pacifica*

Auparavant nommé *Puffinus pacificus* (Gmelin 1789), le Puffin du Pacifique est à présent accepté comme *Ardenna pacifica* (Christidis & Boles 2008 ; Del Hoyo *et al.* 2014). En effet, une analyse phylogénétique de l'ADN mitochondrial des espèces (Penhallurick & Wink 2004) a permis d'accepter une nouvelle classification qui divise le groupe des puffins en deux genres : *Puffinus* et *Ardenna*.

Le genre *Ardenna* comprend six autres espèces :

- Puffin de Buller *Ardenna bulleri* (Salvin, 1888) : niche uniquement sur deux îles de Nouvelle-Zélande, classé « vulnérable » (VU) par l'UICN.
- Puffin fuligineux *Ardenna grisea* (Gmelin, 1789) : se reproduit en Nouvelle-Zélande, Australie, au Chili et aux îles Falklands, classé « quasi-menacé » (NT) par l'UICN.
- Puffin à bec grêle *Ardenna tenuirostris* (Temminck, 1836) : se reproduit en Tasmanie et sur les îles du sud de l'Australie, classé « préoccupation mineure » (LC) par l'UICN.
- Puffin à pieds roses *Ardenna creatopus* (Coues, 1864) : niche sur quelques îles de l'est du Pacifique, classé « vulnérable » (VU) par l'UICN.
- Puffin à pieds pâles *Ardenna carneipes* (Gould, 1844) : niche sur des îles autour de l'Australie et la Nouvelle-Zélande, classé « quasi-menacé » (NT) par l'UICN.
- Puffin majeur *Ardenna gravis* (O'Reilly, 1818) : est largement réparti dans l'océan Atlantique, classé « préoccupation mineure » (LC) par l'UICN.



C. Statut légal de protection et conservation

1. Statut légal de protection

Le Puffin du Pacifique ne dispose pas de statut de protection au niveau européen.

Au niveau national, il est protégé par l'arrêté ministériel du 17 février 1989 qui 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. L'espèce est également protégée à Mayotte par l'arrêté préfectoral n° 347/DAF du 07/08/2000.

2. Statut de conservation IUCN

Au niveau mondial, le Puffin du Pacifique est classé dans la catégorie « préoccupation mineure » selon les critères de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, en raison de son aire de distribution large et de ses effectifs importants (IUCN 2017).

Au niveau national, l'espèce est inscrite sur la Liste rouge de la faune menacée dans la catégorie « quasi menacée » (UICN France 2013).

3. Règles régissant le commerce international

Le Puffin du Pacifique n'est pas une espèce inscrite dans la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction (CITES).

D. Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation

1. Reproduction

1.a. Type de nidification

Le Puffin du Pacifique niche en terrier au niveau du littoral ou à proximité. Dans les îles basses et atolls, les terriers sont creusés dans le sable ou la terre meuble comme c'est le cas dans les atolls des Seychelles (Kappes *et al.* 2013) ou en Australie (Carter 1997). Dans les îles hautes telles que les Seychelles granitiques (Catry *et al.* 2009b) et La Réunion, l'espèce niche dans des terriers creusés dans la terre, installés sur le sol sous des blocs ou éboulis rocheux, ou encore dans des cavités naturelles comme les crevasses rocheuses, le plus souvent en falaises (Fig. 3).



Figure 3 : Terriers de Puffin du Pacifique creusé dans la terre, sous bloc et en crevasse rocheuse à La Réunion (© L. Faulquier).

1.b. Cycle annuel et phénologie de la reproduction

La reproduction du Puffin du Pacifique est saisonnière et a lieu pendant l'été dans les deux hémisphères. Le cycle annuel a été étudié à La Réunion en déployant des géolocateurs ou GLS (Global Location Sensing) munis de capteurs de lumière qui informent à la fois sur la localisation de l'oiseau et sur son activité (Legrand *et al.* in prep.).

La phénologie de sa reproduction et de sa migration à La Réunion est illustrée dans la figure 4.

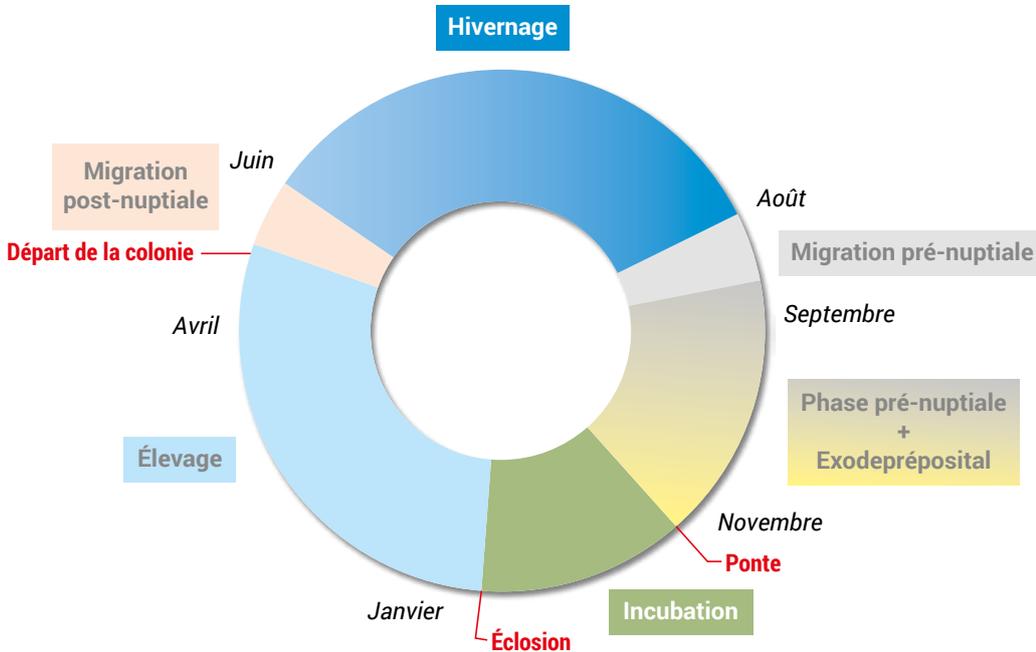


Figure 4 : Phénologie de la reproduction et de la migration du Puffin du Pacifique à La Réunion (d'après Legrand *et al.* in prep.).

Différentes phases se succèdent (données pour La Réunion d'après Legrand *et al.* in prep.) :

- **La phase pré-nuptiale** est une période de parade et de prospection qui a lieu en septembre-octobre et dure une vingtaine de jours. Cette phase comprend la recherche du partenaire, l'accouplement, le repérage et la préparation du terrier.
- **L'exode préposital** est une période durant laquelle les individus repartent en mer afin de recomposer leurs réserves énergétiques et se préparer à la ponte et à l'incubation. Cette migration a lieu de mi-octobre à début novembre et dure 24 ± 7 jours à La Réunion.
- **La ponte** a lieu début novembre à La Réunion.
- **L'incubation** est réalisée alternativement par les deux sexes. Les adultes alternent ainsi des périodes de jeûne et de prospection alimentaire, de 8 à 10 jours en moyenne. Elle a lieu de début novembre à fin décembre à La Réunion et dure environ 52 jours.
- **L'éclosion** a lieu autour du 1^{er} janvier ± 10 jours à La Réunion.
- **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. Ensuite, les partenaires réalisent tous les deux des voyages en mer de plusieurs centaines de kilomètres. L'élevage du poussin s'étale de janvier à avril et dure en moyenne 123 ± 28 jours à La Réunion.
- **La migration post-nuptiale** a lieu à la fin de l'élevage des jeunes, en mai, et consiste au départ de tous les individus de la population vers la zone d'hivernage. Elle dure en moyenne 19 ± 16 jours à La Réunion.
- **L'hivernage** est la période durant laquelle les adultes séjournent sur leurs zones d'alimentation internuptiale, au plus loin des colonies. Elle a lieu de fin mai à début août et dure en moyenne 71 ± 19 jours.
- **La migration pré-nuptiale** consiste au retour des individus de leur zone d'hivernage vers l'aire de reproduction. Elle a lieu en août et dure en moyenne 19 ± 8 jours à La Réunion.



1.c. Comparaison de la phénologie dans l'océan Indien occidental

Dans l'océan Indien occidental, la reproduction a lieu pendant l'été austral, mais il existe des décalages de phénologie en fonction de la latitude (Modi & Pozas 2015 ; Legrand *et al.* in prep.).

Quatre populations de Puffin du Pacifique ont été étudiées et comparées dans cette zone : celles de La Réunion et de Maurice (Île Ronde) dans les Mascareignes, et celles des îles Cousin et D'Arros aux Seychelles (Fig. 5).

Les populations du nord (Cousin et D'Arros) se reproduisent environ deux mois plus tôt que les populations du sud (La Réunion et Maurice ; Fig. 6).

Ce décalage de phénologie entre les Seychelles et les Mascareignes est probablement dû aux changements saisonniers de la productivité marine (mousson de sud-ouest dans le nord de l'océan Indien). Le décalage d'un mois observé entre les îles au sein des archipels (Cousin et D'Arros aux Seychelles, Maurice et La Réunion dans les Mascareignes) pourrait être une adaptation pour éviter la compétition intra-spécifique en mer autour des colonies (Legrand *et al.* in prep.).

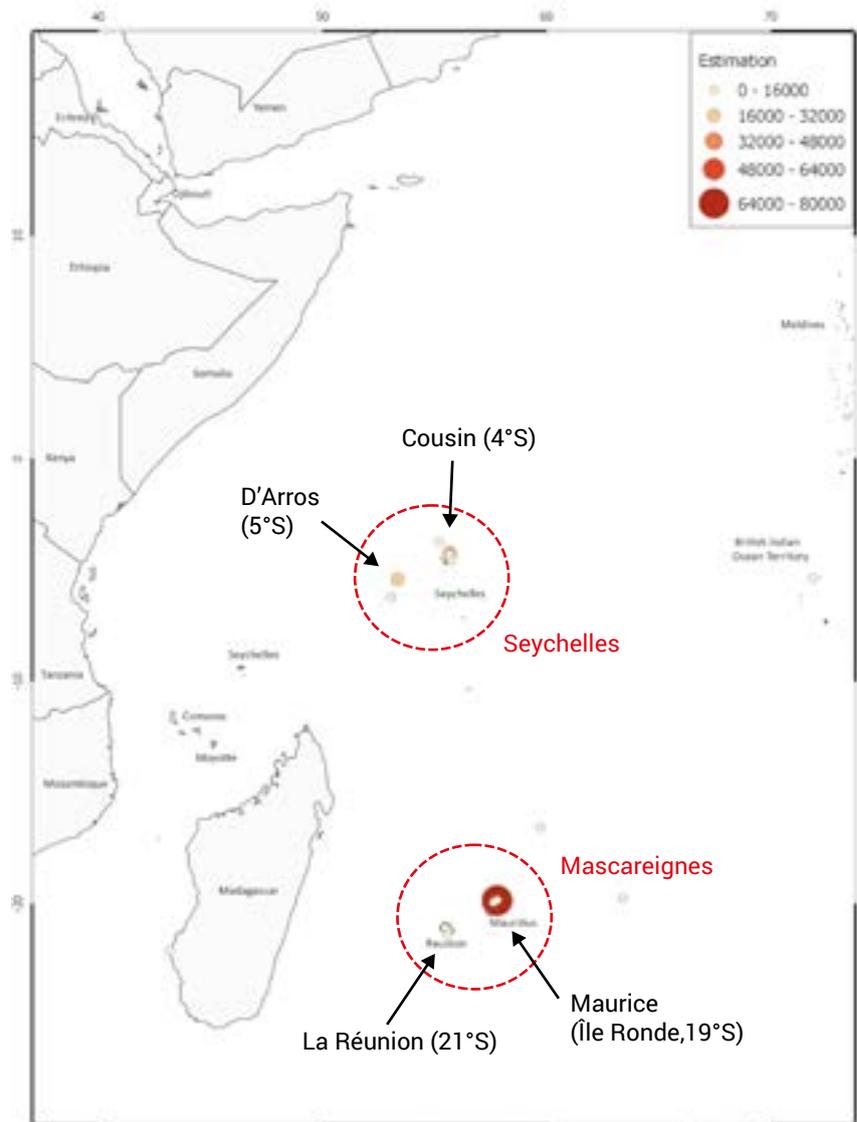


Figure 5 : Localisation des quatre populations de Puffin du Pacifique étudiées dans l'océan Indien occidental (d'après Legrand *et al.* in prep.).

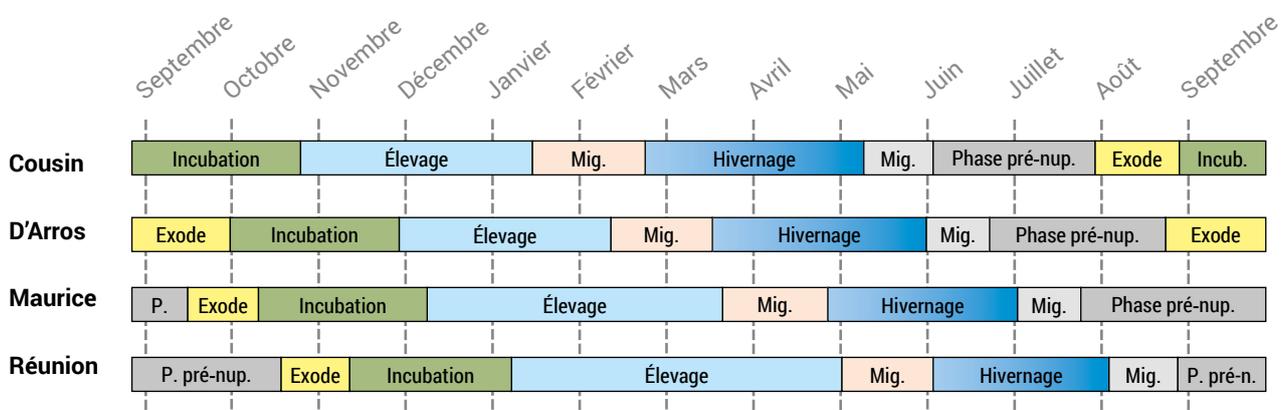


Figure 6 : Comparaison de la phénologie de la migration et de la reproduction du Puffin du Pacifique à La Réunion, sur l'Île Ronde à Maurice et sur les îles de Cousin et D'Arros aux Seychelles (d'après Legrand *et al.* in prep.).

1.d. Croissance des poussins

La croissance des poussins de Puffin du Pacifique a été étudiée à Hawaii (Pettit *et al.* 1984), en Australie (Smithers *et al.* 2003 ; McDuie *et al.* 2013) et aux Seychelles (UMR ENTROPIE, données non publiées). La figure 7 présente la croissance pondérale et de l'aile pliée des poussins de puffins du Pacifique des Seychelles.

2. Alimentation

2.a. Régime alimentaire

Le régime alimentaire du Puffin du Pacifique n'a pas été étudié en détail à La Réunion, mais les travaux de Harrison *et al.* réalisés en 1983 à Hawaii et de Catry *et al.* en 2009 aux Seychelles ont montré que cette espèce pélagique se nourrit principalement de poissons, de céphalopodes et de crustacés. (Tab. 2).

2.b. Technique de pêche

Le Puffin du Pacifique s'associe fréquemment aux prédateurs marins de surface qui poussent les proies à la surface, principalement les thons (*Thunnus albacares*, *Katsuwonus pelamis*) et les dauphins (Jaquemet *et al.* 2004 ; Hebshi *et al.* 2008).

Les individus prospectent et pêchent souvent au sein de groupes d'oiseaux marins multi-spécifiques (Spear *et al.* 2007), notamment avec les sternes et noddis dans l'Océan Indien (Jaquemet *et al.* 2004).

Les adultes pêchent en surface, en plongée ou en « contact-dipping » : ils capturent leur proie en volant près de la surface. Leur capacité de plongée leur permet d'atteindre des proies à plusieurs mètres sous la surface (Burger 2001). À Lord Howe Island (Australie), la profondeur de plongée maximale moyenne enregistrée en période d'élevage des jeunes est de 4,98 m ($\pm 0,33$) avec des profondeurs allant de 1,97 m à 11,72 m (Peck & Congdon 2006). À Hawaii (Lehua island), elle était de 9,7 m ($\pm 8,4$) pour une profondeur maximale de 21,8 m (Hyrenbach *et al.* 2014).

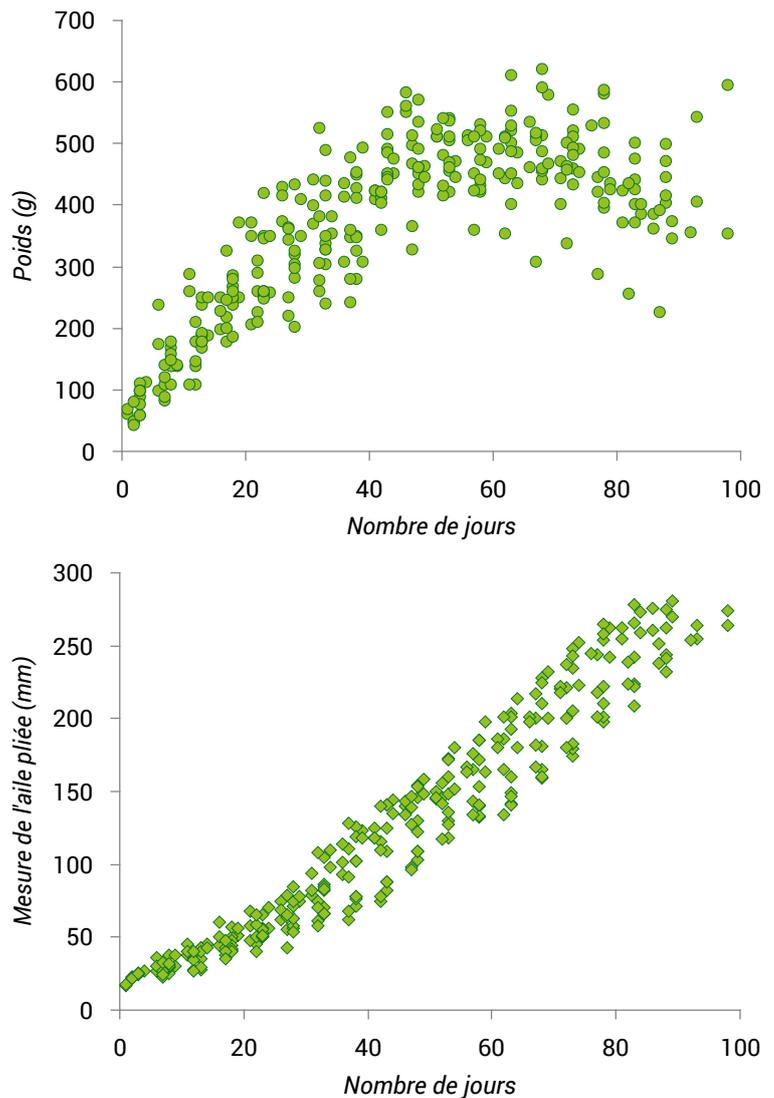


Figure 7 : Croissance pondérale (en g) en haut et de l'aile pliée (en mm) en bas des poussins de Puffin du Pacifique sur l'île Cousin (n = 20 poussins suivis en 2005-2006 ; Source : UMR ENTROPIE).

Tableau 2 : Composition du régime alimentaire (en fréquences d'occurrence) du Puffin du Pacifique sur les îles de Cousin et Aride, aux Seychelles (d'après Catry *et al.* 2009a).

Types de proies	FO (%)
Céphalopodes (Theutidae)	32,9
Crustacés (non identifiés)	4,3
Poissons	97,1
Caesionidae	1,4
Carangidae	12,9
Clupeidae	2,86
Exocoetidae	2,9
Mullidae	70
Scombridae	5,7
Larves de poissons	11,4
Poissons non identifiés	6,4



3. Habitats

3.a. Habitat terrestre

À La Réunion, le Puffin du Pacifique privilégie pour se reproduire les zones rocheuses à proximité de l'océan, notamment les falaises littorales. Néanmoins, il est également noté dans quelques falaises de l'intérieur de l'île, à quelques kilomètres des côtes.

On peut distinguer quatre types d'habitats différents exploités par l'espèce à La Réunion :

- **Falaises littorales du sud de l'île** (Fig. 8) : Ce secteur comporte des zones de falaises rocheuses et abruptes surmontées de petits plateaux sur lesquels on trouve des reliques de végétation indigène et endémique typique des milieux littoraux du sud. Dans les secteurs les mieux conservés, les espèces végétales indigènes dominantes sont le vacoa *Pandanus utilis*, le manioc bord-de-mer *Scaevola taccada* et la souveraine de mer *Lycium mascarenense* ainsi que des groupements à *Psiadia retusa*. Cependant ces milieux naturels sont aujourd'hui fortement dégradés par les espèces végétales introduites, comme le choça vert *Furcraea foetida*, le filao *Casuarina equisetifolia* ou le faux poivrier *Schinus terebenthifolius* (Dupont *et al.* 2000 ; Sanchez *et al.* 2009). Ces falaises hébergent également des couples de Paille en queue à brins blancs *Phaethon lepturus* et constituent un site de reposoir pour le Noddi brun *Anous stolidus*.



Figure 8 : Habitats de reproduction principaux du Puffin du Pacifique à La Réunion : falaises littorales du sud de l'île (en bas) et îlot de Petite Île (en haut) (© L. Faulquier)!

- **Îlot de Petite Île** (Fig. 8) : L'îlot de Petite Île est le seul rocher couvert de végétation à proximité des côtes réunionnaises. Il se situe à environ 50 m de la côte, culmine à 32 m au-dessus du niveau de la mer et occupe une surface totale de 2,24 hectares (De Vos 2014). La flore n'est développée que sur le versant exposé aux vents du Sud-est, le versant ouest est une falaise verticale.

Dans les parties basses de l'îlot fortement soumises aux embruns, la végétation se compose d'une pelouse rase et ouverte dominée par des espèces indigènes *Zoysia matrella*, *Lepturus repens* et *Fimbristylis cymosa*, et de fourrés littoraux indigènes à manioc bord-de-mer *Scaevola taccada*, lavangères *Delosperma napiforme*, souveraine des mers *Lycium mascarenense* et saliette *Psiadia retusa*. Il existe néanmoins quelques tapis denses d'une espèce probablement exotique, résistante aux conditions aérolines : *Boerhavia coccinea* (Saliman, *com. pers.*).

Dans les parties hautes, les conditions microclimatiques s'assimilent davantage à un étage adlittoral. On trouve surtout des plantes exotiques et envahissantes : les baies roses *Schinus terebinthifolius*, quelques pieds de filaos *Casuarina equisetifolia*, pruniers malgaches *Flacourtia indica* et galabert *Lantana Camara* (De Vos 2014). Les terriers de puffins sont pratiquement absents sous ce couvert végétal : ces fourrés bas très denses représentent certainement un obstacle à l'accès au sol et à l'envol pour les puffins du Pacifique (Buffard *et al.* 2010).

Les pentes faibles abritent la majorité des nids de Puffin du Pacifique, tandis que la face escarpée de l'îlot abrite la principale colonie de noddis bruns *Anous stolidus* de La Réunion (quelques dizaines de couples), et constitue un important reposoir (plusieurs milliers d'individus) pour les noddis bruns et noddis à bec grêle *Anous tenuirostris* (Le Corre, *com. pers.*).

Une dératisation de l'îlot a été mise en œuvre par le Centre d'Études Biologiques de Chizé (CEBC) et le Muséum d'Histoire Naturelle en 1996 (Gerdil 1998), et aucun rat n'a été observé depuis.

- **Falaises du littoral nord** (Fig. 9) : ces falaises hautes, rocheuses et abruptes surplombent la route du littoral (RN1) qui relie la ville de Saint Denis à celle de La Possession. Ces falaises, dans leur ensemble, la planèze ainsi que les zones aval des ravines du secteur, abritent des espèces végétales littorales caractéristiques et patrimoniales, notamment le bois de paille en queue *Monarrhenus salicifolius*, arbuste littoral indigène. Les habitats présents en tête de falaise sont des formations exotiques à tendance xérophile (Bois noir, Cassi, Avocat marron, Chocas...) avec souvent en continuité des remparts de ravine la présence de Bois de Gaulette, des reliques de forêt semi-xérophile, en particulier les espèces végétales saxicoles (Liane sans feuilles, Liane d'olive), ou des formations secondaires à Tamarinier. Le pied de falaise est constitué soit d'un glacis d'éboulis couverts de fourrés à Cassi (*Leucaena* et affines), soit de boisements secondaires semi-xérophiles à Tamarin d'Inde (*Pithecellobium dulce*), soit de végétaux exotiques herbacés, arbustifs ou lianescents (Biotope 2012).



Figure 9 : Habitats de reproduction du Puffin du Pacifique sur le littoral nord de La Réunion : falaises de la route du littoral (en haut : © S.G. Roué) et ravine de la Grande Chaloupe (en bas : © M. Le Corre).



- **Falaises intérieures de l'île** : Quelques colonies ont été localisées à l'entrée des cirques de Cilaos et de Mafate, situées entre dix et vingt kilomètres de la côte : il s'agit de falaises peu végétalisées et inaccessibles situées entre 500 m et 800 m d'altitude (Gerdil 1998).

3.b. Habitat océanique

Le Puffin du Pacifique est une espèce océanique. L'habitat maritime qu'il exploite pour la recherche alimentaire a été étudié dans l'océan Pacifique (Australie : McDuie & Congdon 2016 et Nouvelle-Calédonie : Borsa *et al.* 2015) et dans l'océan Indien (Catry *et al.* 2009b ; Cecere *et al.* 2013 ; Le Corre *et al.* 2012 ; Legrand *et al.* in prep.).

Dans l'océan Indien occidental, quatre populations ont été suivies à l'aide de géolocaliseurs durant au moins un cycle annuel : La Réunion et l'Île Ronde (Maurice) dans les Mascareignes, et D'Arros et Cousin aux Seychelles (Le Corre *et al.* 2012 ; Legrand *et al.* in prep.).

Toutes les données collectées dans le cadre de ces études ont été rassemblées ici afin d'obtenir une carte globale des zones exploitées par l'espèce dans l'océan Indien (Fig. 10).

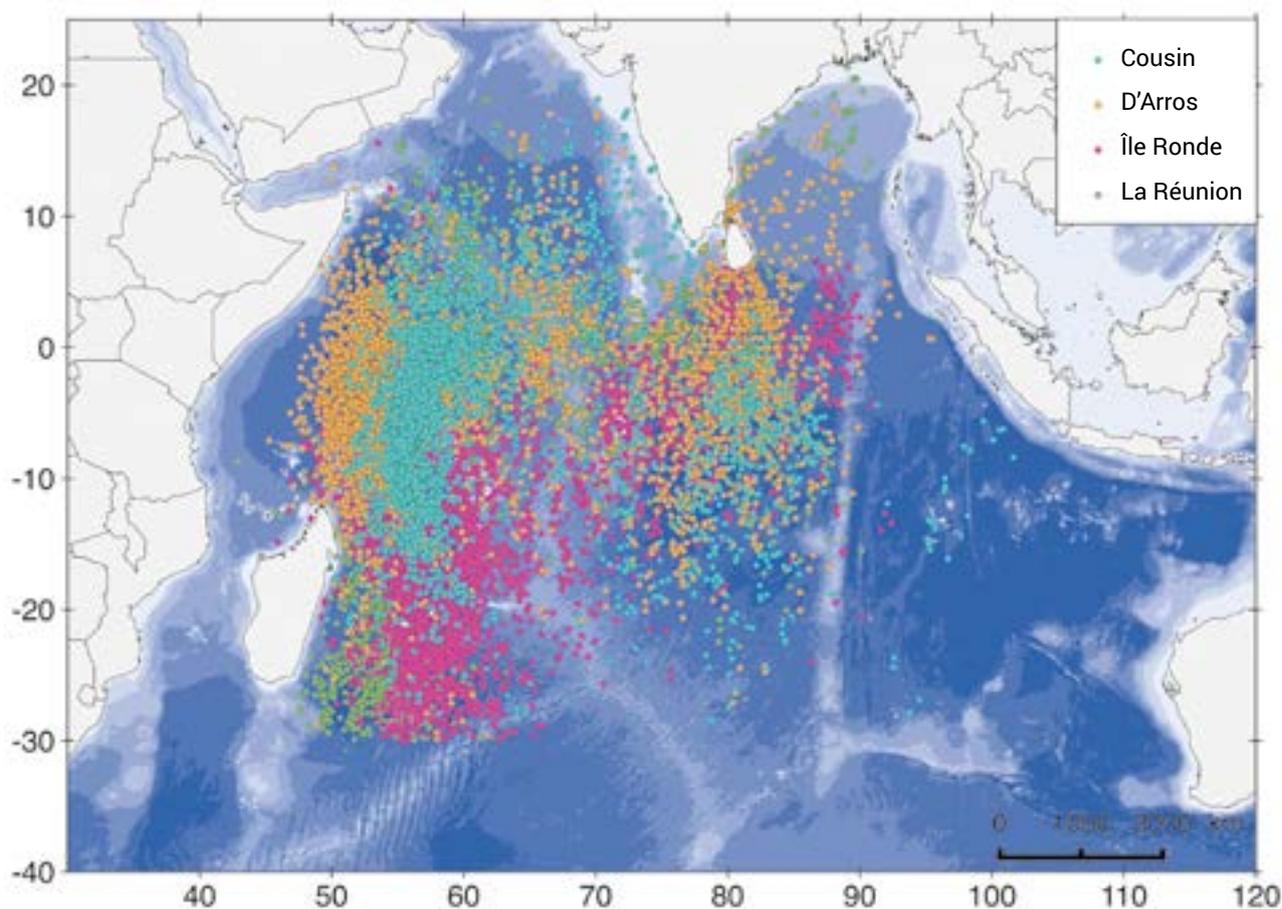


Figure 10 : Distribution des puffins du Pacifique des îles Cousin (n = 9), D'Arros (n = 14), Île Ronde (n = 14) et La Réunion (n = 13), pendant la saison de reproduction et en période d'hivernage, de 2009 à 2012 (modifié d'après : Le Corre *et al.* 2012 ; Legrand *et al.* in prep. ; Plot *et al.* in prep.).

Le Puffin du Pacifique exploite une grande partie de la région occidentale de l'océan Indien tropical où les habitats océaniques sont variés. Les oiseaux migrent vers le nord et le centre de l'océan Indien après la reproduction, avec de grandes zones d'hivernage dans le sud de la péninsule indienne et du Sri Lanka. Les oiseaux sélectionnent des eaux chaudes, profondes et peu productives, sauf lors de l'exode préposital, où ils ont tendance à sélectionner des zones moins chaudes et plus productives (Legrand *et al.* in prep.). Les zones exploitées par les puffins du Pacifique nichant à La Réunion en saison de reproduction et en période d'hivernage sont illustrées dans la figure 11.

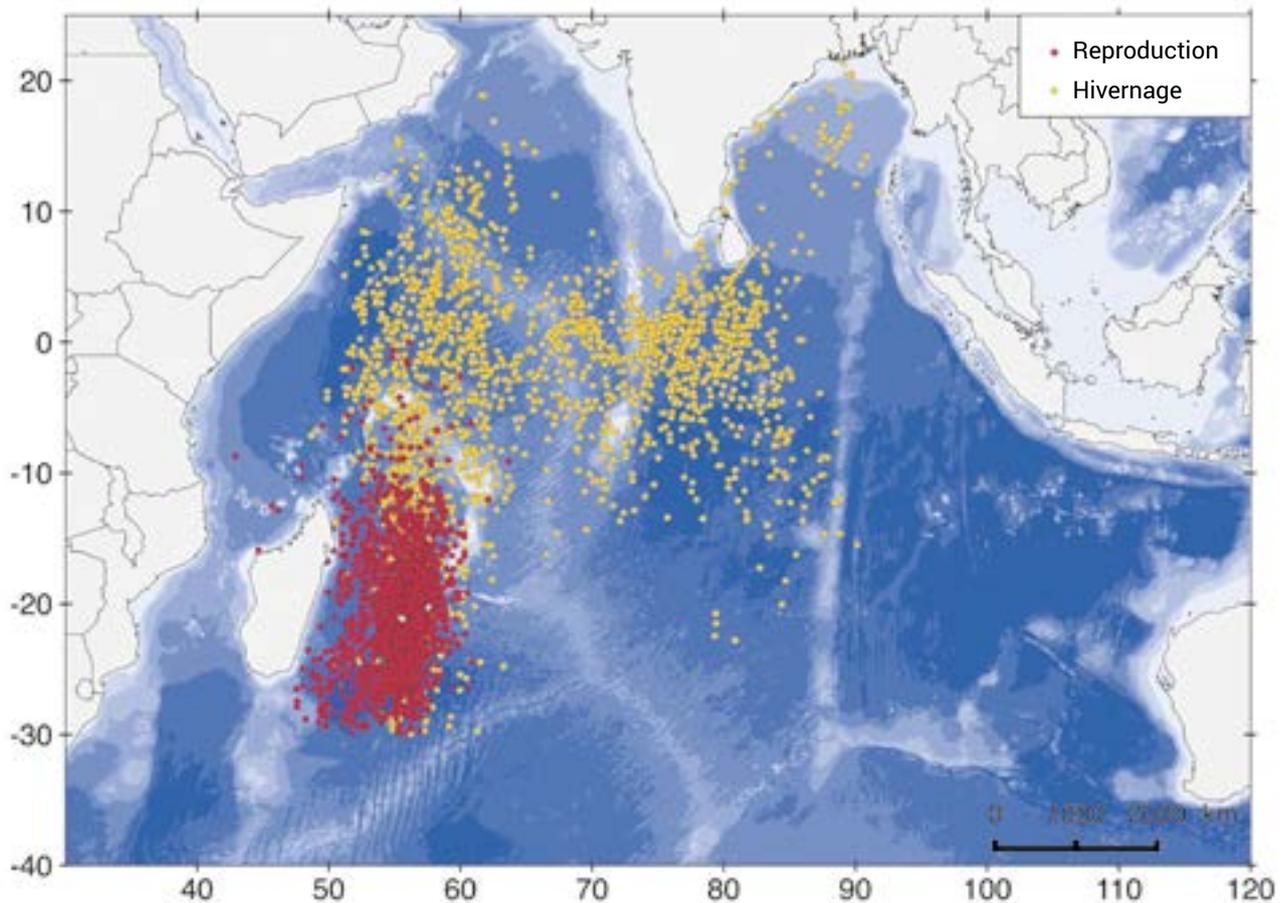


Figure 11 : Distribution des puffins du Pacifique de l'île de La Réunion ($n = 13$) pendant la saison de reproduction (points rouges) et en période d'hivernage (points jaunes) en 2009 et 2012 (d'après : Le Corre *et al.* 2012 ; Legrand *et al.* in prep. ; Plot *et al.* in prep.).

Durant la saison de reproduction, les puffins qui nichent à La Réunion se déplacent au sein d'une zone située entre 0° et 30° de latitude Sud, dans un rayon d'environ 1 000 km autour de La Réunion, en majorité au nord et au sud de l'île, et, au plus loin, jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres au nord de Madagascar (Fig. 11). En période de migration inter-nuptiale, les individus se dispersent dans tout le bassin central de l'océan Indien, jusqu'en mer d'Arabie et dans le Golfe du Bengale (Fig. 11).

L'aire géographique utilisée en période de migration est donc beaucoup plus large que celle utilisée en période de reproduction. Des comportements similaires sont observés chez les puffins du Pacifique nichant aux Seychelles, en Australie ou en Nouvelle-Calédonie. Pendant l'élevage du poussin, les puffins nichant sur l'île d'Aride aux Seychelles prospectent près de leurs colonies, jusqu'à la limite du plateau des Seychelles, limite caractérisée par des upwellings et une forte production primaire comparée aux zones alentours (Cecere *et al.* 2013). Leur quête de nourriture peut les mener à des distances de plus de 1 000 km de leurs colonies pendant la phase pré-nuptiale, et jusqu'à 3 500 km des terres en dehors de la saison de reproduction (Catry *et al.* 2009b).

En Australie, les puffins se reproduisant sur les îles de la Grande Barrière de corail effectuent une migration postnuptiale trans-équatoriale de plus de 6 000 km jusqu'à une zone unique d'alimentation située autour des îles de Micronésie et de la fosse des Mariannes (McDuie & Congdon 2016).

En Nouvelle-Calédonie, les résultats préliminaires d'une étude révèlent une zone d'hivernage très étendue dans le Pacifique nord tropical, entre 145° E et 160° W (Borsa *et al.* 2015).

4. Relations interspécifiques

4.a. Compétition

À La Réunion, le Paille en queue à brins blancs *Phaethon lepturus* se reproduit dans les mêmes habitats que le Puffin du Pacifique (falaises littorales et intérieures). Néanmoins, cette espèce a une nidification très éparse et n'utilise pas de terrier à proprement parler mais plutôt des crevasses ou des abris sous



roche, trop ouverts pour le Puffin du Pacifique (Fig. 12). Une compétition pour les sites de nidification entre ces deux espèces est donc peu probable.

Des lièvres à collier noir *Lepus nigricollis* ont été observés sur les sites de reproduction des puffins à Petite Île (Sanchez, *com. pers.*). Cette espèce, introduite à La Réunion, est commune dans les zones littorales de l'île et se reproduit en milieu agricole (Caceres *et al.* 2010). Même si les lièvres ne rentrent probablement pas en compétition avec les puffins pour l'habitat du fait qu'ils n'utilisent pas de terrier, il est possible qu'ils provoquent du dérangement et modifient la composition du couvert végétal par leur régime herbivore.

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 est couramment observé sur les colonies de Puffin du Pacifique (Le Corre & Faulquier 2016) et utilise également des terriers pour sa reproduction, ce qui en fait un compétiteur potentiel pour l'occupation des terriers, mais aucune donnée n'est, à ce jour, disponible pour en apporter la confirmation. Omnivore, il pourrait également être prédateur d'œufs ou de jeunes poussins.

En mer, les puffins du Pacifique font partie des groupes multisécifiques d'oiseaux marins observés en pêche au-dessus des bancs de thons et de bonites. Des phénomènes de compétitions intra et intersécifiques pour l'accès aux proies ont lieu dans ces agrégations temporaires, mais cette compétition est limitée par le fait que les rayons de prospection des différentes espèces sont très différents. Les puffins du Pacifique en reproduction peuvent accéder à des sites de recherche alimentaire beaucoup plus éloignés que les puffins tropicaux ou les noddis (Jaquemet *et al.* 2004 ; Van Den Heever, *in prep.*).



Figure 12 : Nids de paille en queue à brins blancs sur les sites du sud de La Réunion (© L. Faulquier).

4.b. Prédation par les chats errants

L'impact des chats errants *Felis catus* sur les puffins du Pacifique et leurs comportements de chasse ont été étudiés sur le site de Grande Anse où des cadavres de puffins tués par des chats, sont retrouvés chaque année (en moyenne une vingtaine par an : Le Corre, *com. pers.*). L'étude menée en 2015-2016 incluait une analyse du régime alimentaire des chats, un suivi télémétrique de chats par colliers GPS et la surveillance automatique des nids de puffins par des pièges photographiques (cf. Chœur & Dijoux 2016 ; Faulquier *et al.* *in prep.*).

L'étude du régime alimentaire des chats, basée sur l'analyse du contenu des fèces et des estomacs, a montré que le Puffin du Pacifique fait bien partie des proies consommées par les chats, même si la fréquence d'occurrence des restes d'oiseaux dans les fèces (4,2 %) est faible.

La surveillance des colonies réalisée par l'installation de pièges photographiques à proximité de terriers de puffins a révélé que le chat était la deuxième espèce la plus couramment observée sur les colonies (Fig. 13).

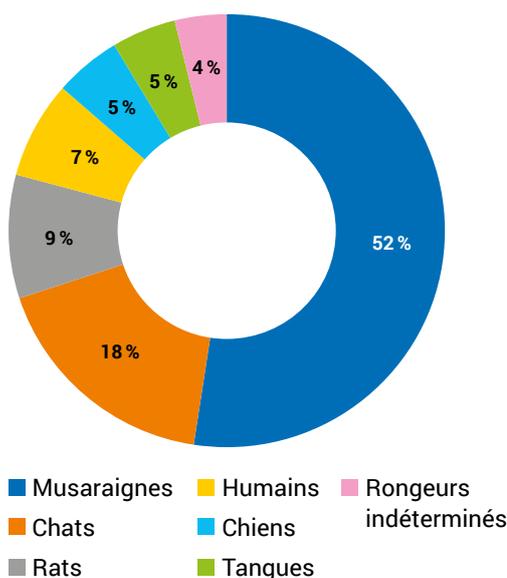


Figure 13 : Proportions de détection (en %) des mammifères fréquentant les colonies de Grande Anse par la méthode des pièges photographiques (Effort d'observation = 1 129 jours et nuits).



Figure 14 : Chats errants devant des terriers de Puffin du Pacifique à Grande Anse (© ENTROPIE).

De nombreuses interactions entre les chats et les puffins ont également pu être enregistrées grâce aux pièges photographiques (Fig. 14).

Enfin, le suivi des déplacements de chats errants réalisé par la pose de colliers GPS a démontré la fréquentation des colonies de puffins par les chats errants. En effet, sur 16 chats errants équipés, 5 ont fréquenté la colonie de puffins de Grande Anse durant le suivi réalisé. Leurs trajets (de 6 à 8 jours ; total = 35 jours d'enregistrement) sont illustrés sur la figure 15, les étoiles jaunes représentent les nids de puffins.

Durant la saison 2016-2017, 46 cadavres de puffins ont été retrouvés sur les sites de Grande Anse et Petite Île, environ la moitié présentait des signes de prédation (L. Faulquier, données non publiées).

Toutes les observations et données collectées durant cette étude suggèrent que les chats errants, par leur abondance, l'ampleur de leurs déplacements et leurs comportements prédateurs, représentent la principale menace pour le maintien de la petite population de Puffin du Pacifique du littoral de Grande Anse (Chœur & Dijoux 2016 ; Faulquier et al. in prep.).

Des recommandations ont été énoncées afin de protéger ce site de reproduction (Le Corre & Faulquier 2016 et voir les fiches actions).

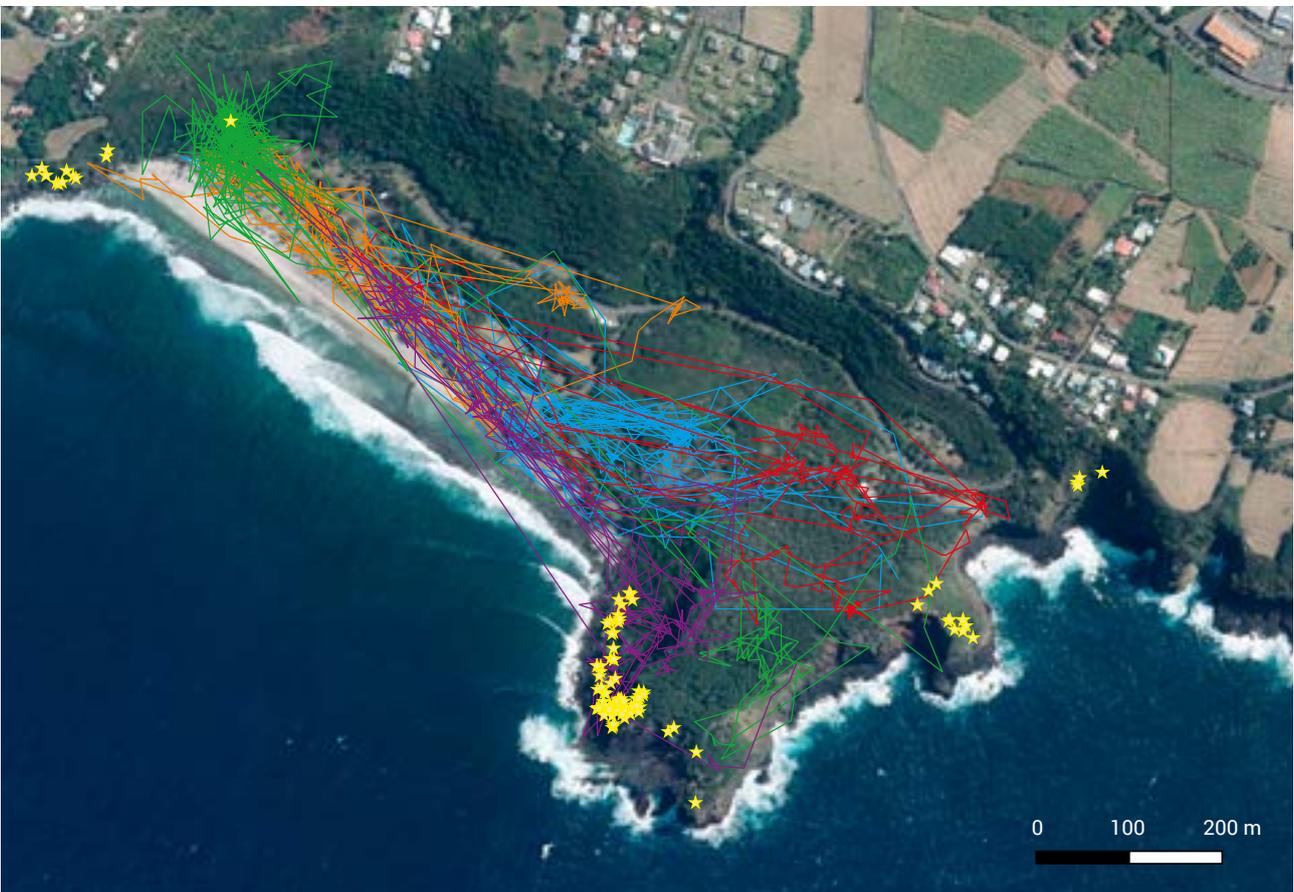


Figure 15 : Trajets de 5 chats errants capturés et équipés de colliers GPS sur le secteur de Grande Anse. Les étoiles jaunes représentent les nids de Puffin du Pacifique (Source : UMR ENTROPIE).



4.c. Prédation par les rats

L'impact du rat noir *Rattus rattus* sur les colonies de puffins du Pacifique de La Réunion a été étudié dans le cadre de la thèse de David Ringler de 2009 à 2013. Malgré la présence de duvet trouvée dans des estomacs de rats, cette étude a mis en évidence de faibles densités de rats dans les colonies du sud de l'île et a conclu que l'impact direct des rats sur les puffins du Pacifique de La Réunion était probablement limité (Ringler 2013). Cependant, le rat noir est connu pour être un prédateur important d'œufs et de poussins d'oiseaux marins (Jones *et al.* 2008) et des travaux complémentaires sont nécessaires pour mieux évaluer son impact. De plus, les pièges photographiques montrent que les rats noirs sont fréquents sur les colonies de reproduction et certains individus ont d'ailleurs été observés s'attaquant à des poussins (Fig. 16).



Figure 16 : Rat s'attaquant à un poussin (à gauche) et rat près d'un terrier (à droite) (© ENTROPIE).

4.d. Autres prédateurs potentiels

Les chiens domestiques *Canis lupus familiaris* sont parfois abandonnés et survivent à l'état sauvage ou semi-sauvage en périphérie des zones habitées à La Réunion. Sur les colonies situées autour de la plage de Grande Anse, plusieurs chiens ont été observés errant dans le secteur en journée, et certains ont été photographiés tentant d'accéder à l'intérieur des terriers de puffins du Pacifique (Fig. 17). Ces chiens errants constituent une source de dérangement importante et un prédateur probable pour les puffins. La pointe de Grande Anse est également très fréquentée par des promeneurs accompagnés de leurs chiens, mais ceux-ci sont rarement tenus en laisse et certains ont été observés à proximité de nids de puffins.

Des tangues *Tenrec ecaudatus* ont été observés sur les colonies de puffins et également dans les terriers (Fig. 17). Le tangué a un régime alimentaire omnivore et pourrait probablement s'attaquer aux poussins ou aux œufs. Cependant, les densités de tangués sont beaucoup plus faibles que celle des rats noirs, aussi l'impact est probablement faible (Le Corre & Faulquier 2016).



Figure 17 : Deux chiens (à gauche) et un tangué (à droite) sur la colonie de puffins de Grande Anse (© ENTROPIE).

4.e. Parasitisme

Dans les colonies de puffins du Pacifique du littoral sud de l'île, deux espèces de tiques ont été identifiées : *Carios capensis* et *Amblyomma loculosum* (Dietrich *et al.* 2014). La colonie située sur l'îlot de Petite Île présente des densités extrêmement élevées de ces tiques. Une étude préliminaire suggère que ces fortes densités de tiques pourraient être impliquées dans le faible succès reproducteur des puffins sur l'îlot (Le Rouzic 2013). Il a par ailleurs été démontré que ces tiques étaient vectrices de bactéries des genres *Rickettsia* et *Coxiella* (Dietrich *et al.* 2014 ; Wilkinson *et al.* 2014), potentiellement pathogènes pour leurs hôtes vertébrés.

5. Sensibilité aux lumières artificielles

5.a. Nombre d'oiseaux échoués

Depuis 1996, des centaines de jeunes puffins et pétrels sont trouvées à terre ; ces individus, désorientés par les lumières artificielles, sont recueillis par le réseau de sauvetage de la SEOR (Le Corre *et al.* 2002).

Entre 1996 et 2016, 348 puffins du Pacifique ont été recueillis dont 251 juvéniles (72 %) et 97 adultes (28 %), soit une moyenne de 17 individus par an (Fig. 18).

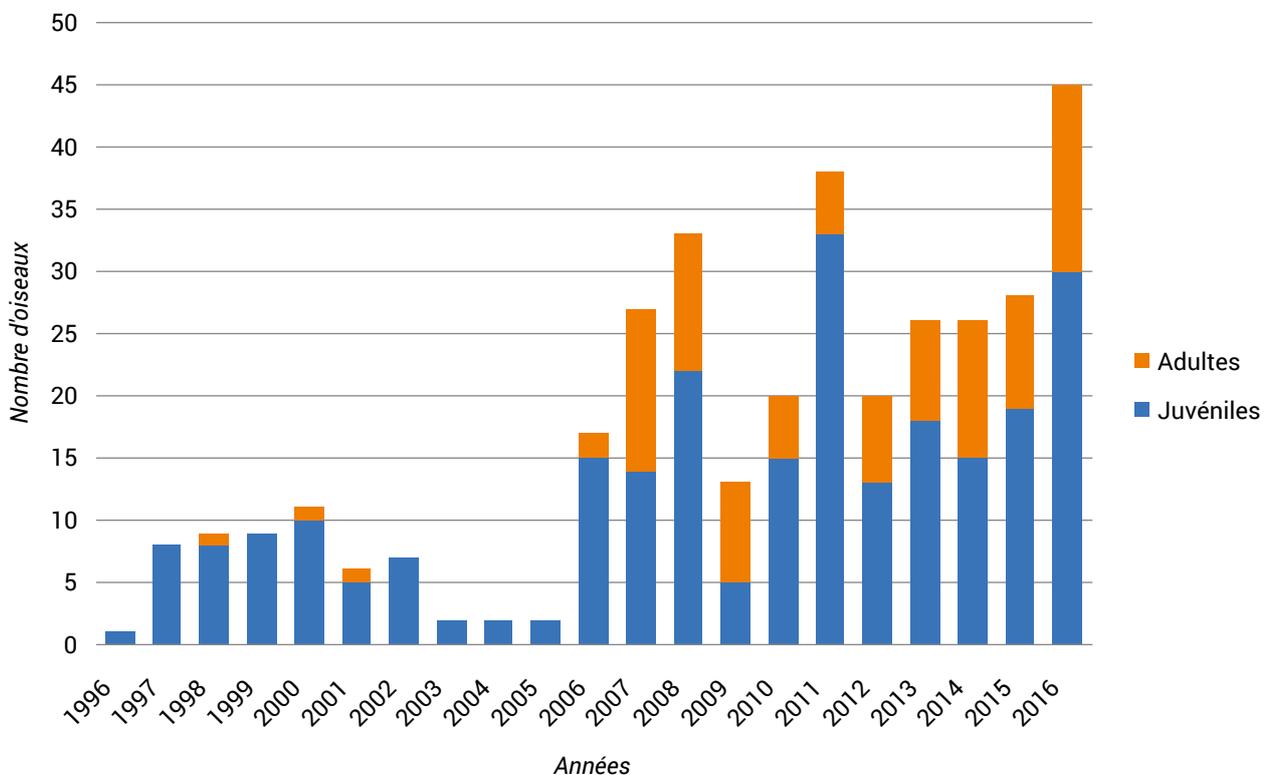


Figure 18 : Nombre de puffins du Pacifique, adultes et juvéniles, recueillis par la SEOR de 1996 à 2016 (n = 348) (Source : Base de données SEOR).

Sur ces 348 individus, 278 ont pu être relâchés, soit 80 % du nombre total de puffins recueillis.

Notons toutefois que ces chiffres sont très faibles par rapport aux nombres de pétrels de Barau et de puffins tropicaux recueillis chaque année (jusqu'à mille individus par espèce et par an). Ceci est dû au fait que les puffins du Pacifique sont beaucoup moins abondants que les pétrels de Barau et puffins tropicaux à La Réunion, et au fait que les colonies sont situées sur le littoral : les jeunes à l'envol ne survolent donc pas les zones urbanisées lorsqu'ils rejoignent l'océan.



5.b. Répartition spatiale des échouages

La figure 19 présente la localisation des puffins du Pacifique échoués entre 2013 et 2016.

Les échouages sont situés principalement sur les côtes nord et sud, ce qui correspond à la répartition connue de l'espèce à La Réunion. On remarque également un échouage référencé à Cilaos et un autre à Entre-Deux, qui constituent deux sites de reproduction cités par Gerdil en 1998.

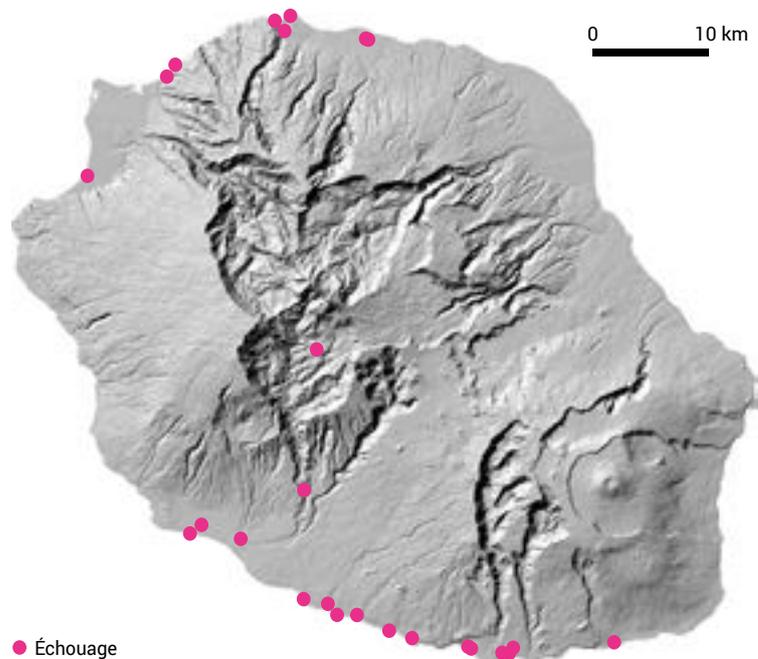


Figure 19 : Répartition spatiale des échouages de puffins du Pacifique à La Réunion de 2013 à 2016 (n = 26) (Source : SEOR).

6. Dynamique de la population

6.a. Historique du suivi de la population du sud de l'île

Les colonies de Puffin du Pacifique situées sur les falaises de Grande Anse et Petite Île (littoral sud) étant relativement accessibles, des travaux de recherche ont pu être réalisés sur ces sites depuis 2000 par l'équipe « oiseaux marins » de l'UMR ENTROPIE (anciennement ECOMAR) et la SEOR. Entre 2000 et 2008, les travaux de baguage étaient cependant irréguliers. La SEOR a réalisé une étude plus approfondie incluant un suivi de la reproduction durant la saison 2007-2008 (cf. Couzi *et al.* 2007). À partir de 2009, un suivi régulier des colonies a été initié dans le cadre de la thèse de David Ringler : des nids ont été numérotés et suivis de 2009 à 2011, tout au long des saisons de reproduction (cf. Ringler 2013). Durant la saison 2012-2013, un suivi a aussi été réalisé dans le cadre d'un stage de Master (Le Rouzic 2013). Enfin, à partir de 2015, une colonie d'étude a été mise en place par l'UMR ENTROPIE dans l'objectif d'un suivi à long terme : tous les secteurs favorables (falaises et abords) ont été prospectés systématiquement, les nids trouvés ont été recensés et géoréférencés, et les nids occupés ont été numérotés puis suivis durant toute la saison de reproduction. Ce suivi a été renouvelé pendant la saison 2016-2017.

La colonie de l'îlot de Petite Île a également été suivie : depuis 2009, quatorze missions sur l'îlot ont été réalisées de manière conjointe par plusieurs structures, et avec des objectifs variés (suivi de la reproduction, baguage des poussins avant l'envol, échantillonnage de tiques, etc.).

Ainsi, les actions de baguage, de contrôle et de reprise des puffins du Pacifique sur les colonies du sud de l'île (falaises littorales de Grande Anse et Petite Île et îlot de Petite Île) ont augmenté considérablement de 2000 à 2017 (Fig. 20).

De 2000 à 2017, 464 puffins du Pacifique ont été bagués sur les colonies du sud de l'île, dont 303 adultes et 161 juvéniles. Quarante-vingt-un adultes ont été contrôlés (une ou plusieurs fois) et 15 individus bagués ont été retrouvés morts (= repris), la plupart tués par des chats.

Depuis 2015, l'effort de baguage et de contrôle a été renforcé sur un échantillon de 100 nids.

Vingt et un adultes et 88 juvéniles retrouvés échoués ont par ailleurs été bagués par la SEOR entre 1997 et 2010.

Toutes les données acquises depuis 2000 sur ce site de reproduction ont été rassemblées dans une base de données (UMR ENTROPIE) et permettent d'apporter des informations sur la population.

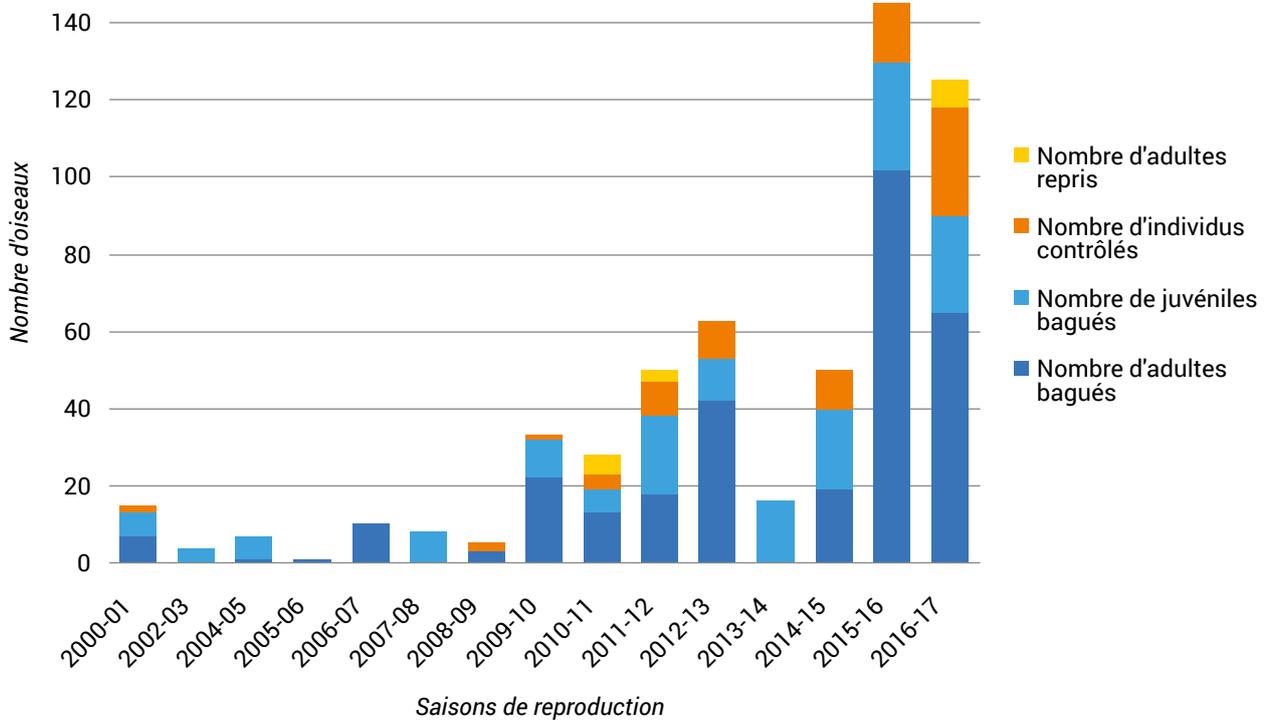


Figure 20 : Évolution du nombre de puffins bagués, contrôlés et repris (= individus bagués retrouvés morts) de 2000 à 2017 sur les colonies du sud de l'île (falaises littorales et îlot de Petite Île).

6.b. Taux d'occupation et succès reproducteur des colonies littorales

Le taux d'occupation (TO) d'une colonie d'oiseaux marins à nidification hypogée est la proportion de terriers occupés par un couple reproducteur par rapport au nombre total de terriers présents. C'est un bon indicateur de la dynamique de la colonie et du nombre de couples présents. Le succès à l'éclosion (SE), le succès à l'envol (SV) et le succès reproducteur (SR) sont également de bons indicateurs. Ils sont calculés comme suit :

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

$$SE = \frac{\text{Nombre d'œufs éclos}}{\text{Nombre d'œufs pondus}} \times 100$$

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

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

Ces paramètres ont été calculés pour les colonies des falaises littorales du sud de l'île (Grande Anse et Petite Île), pour les années durant lesquelles un suivi de nids a été réalisé (Tab. 3 et 4).

Tableau 3 : Taux d'occupation des colonies de puffins du Pacifique des falaises littorales sud de La Réunion de 2007 à 2017.

Saison	Nombre de nids présents	Nombre de nids occupés	Taux d'occupation (TO)	Références
2007-2008	58	28	48 %	Couzi <i>et al.</i> 2007
2009-2010	60	23	38 %	Ringler 2013
2010-2011	60	41	68 %	Ringler 2013
2012-2013	43	19	44 %	Le Rouzic 2013
2015-2016	158	100	63 %	Chœur & Dijoux 2016
2016-2017	82	56	68 %	Faulquier, données non publiées
Moyenne			55 %	

Les taux d'occupation recensés sur les colonies des falaises littorales sud sont assez élevés, entre 38 et 68 % selon les saisons, pour une moyenne de 55 %.

**Tableau 4** : Succès à l'éclosion (SE), succès à l'envol (SV) et succès reproducteur (SR) du Puffin du Pacifique sur les colonies des falaises littorales sud de La Réunion de 2007 à 2017.

Saison	Nbr d'œufs pondus	Nbr d'œufs éclos	Succès à l'éclosion (SE)	Nbr de poussins à l'envol	Succès à l'envol (SV)	Succès reproducteur (SR)
2007-2008	28	25	89 %	20	80%	71%
2009-2010	23	/	/	14	/	61%
2010-2011	41	/	/	25	/	61%
2011-2012	33	/	/	/	/	50%
2012-2013	19	14	74%	12	86%	63%
2015-2016	87	46	53%	34	74%	39%
2016-2017	56	25	45%	22	88%	39%
Moyennes			72 %		80 %	58 %

Le succès à l'éclosion (SE) varie de 89 % en 2007-2008 à 45 % en 2016-2017, avec une moyenne de 72 % sur les 4 saisons pour lesquelles des données sont disponibles. Le succès à l'envol (SV) est assez élevé pour toutes les saisons, avec une moyenne de 80 % sur les 4 saisons étudiées.

Le succès reproducteur (SR) varie de 71 % en 2006-2007 à 39 % en 2015-2016 et 2016-2017, avec une moyenne de 58 %.

Les résultats montrent un succès d'éclosion et un succès reproducteur assez bons, sauf pour les deux dernières saisons.

Les faibles succès à l'éclosion peuvent être dus à plusieurs facteurs tels que la prédation par les rats ou un dérangement plus important de la colonie durant la période d'incubation.

Les faibles succès reproducteurs relevés peuvent être mis en corrélation avec la pression de prédation importante exercée par les chats errants, qui a été observée ces deux dernières saisons.

Cependant, ces différences peuvent aussi être dues à un biais d'échantillonnage lors des premières années, les taux les plus bas correspondant aux années pour lesquelles les nombres de nids suivis sont les plus importants.

6.c. Taux d'occupation et succès reproducteur de l'îlot de Petite Île

Les taux d'occupation et succès reproducteurs ont aussi été calculés pour la colonie de l'îlot de Petite Île, lorsque les missions réalisées étaient suffisantes pour obtenir ces données (Tab. 5 et 6).

Les données de succès à l'éclosion et de survie à l'envol n'ont cependant pas pu être relevées, ceci étant dû à la difficulté d'accès de l'îlot qui n'a pas permis de réaliser des missions suffisamment fréquentes.

Tableau 5 : Taux d'occupation de la colonie de l'îlot de Petite Île.

Saison	Nombre de nids présents	Nombre de nids occupés	Taux d'occupation (TO)	Références
2010-2011	63	60	95 %	Sanchez <i>et al.</i> 2010
2011-2012	69	45	65 %	Ringler 2013
2012-2013	65	28	43 %	Le Rouzic 2013
2016-2017	32	20	63 %	Boucher 2017
Moyenne			67 %	

Les taux d'occupation sont assez variables, chutant de 95 % en 2010-2011 à 43 % en 2012-2013, avec une moyenne de 67 % sur les quatre saisons étudiées.

Tableau 6 : Succès reproducteur (SR) du Puffin du Pacifique sur la colonie de l'îlot de Petite Île.

Saison	Nombre d'œufs pondus	Nombre de poussins à l'envol	Succès reproducteur (SR)	Références
2011-2012	45	11	24 %	Ringler 2013
2012-2013	28	5	18 %	Le Rouzic 2013
2016-2017	20	8	40 %	Boucher 2017
Moyenne			27 %	

Le succès reproducteur est disponible pour seulement 3 saisons de reproduction, et est très faible en 2011-2012 (24 %) et 2012-2013 (18 %). En revanche, il est plus élevé en 2016-2017 (40 %), ce qui donne une moyenne de 27 % sur les 3 saisons.

Les variations importantes de taux d'occupation et de succès reproducteur entre les années peuvent être imputées à la présence de tiques dont les densités sont très variables d'une année sur l'autre : de 2009 à 2013, des densités importantes ont été observées sur l'îlot (Sanchez *et al.* 2010 ; Le Rouzic 2013 ; Le Corre, *com. pers.*), et elles étaient très faibles durant la saison 2016-2017 (Boucher 2017).

6.d. Estimation des effectifs

Deux estimations de la population de puffins du Pacifique à La Réunion ont été réalisées : J.-M. Probst l'évaluait à 1 000 couples en 1995 et T. Gerdil dans une fourchette allant de 100 à 1 000 couples en 1998.

Ces ordres de grandeurs sont confirmés par les études récentes menées sur l'espèce qui évaluent la population à au moins quelques centaines de couples présents sur les colonies du littoral sud (Couzi *et al.* 2007 ; Chœur & Dijoux 2016 ; Le Corre & Faulquier 2016).

Cependant, d'importants effectifs de l'espèce sont observés en mer, ce qui peut suggérer que des colonies isolées sont encore méconnues, et que la population reproductrice de l'île serait sous-estimée.

6.e. Paramètres démographiques

Le suivi par Capture-Marquage-Recapture est trop irrégulier et trop récent pour avoir une bonne estimation de la longévité, de la survie annuelle par classe d'âge et de l'âge de première reproduction de l'espèce à La Réunion.

Quelques contrôles et reprises donnent cependant des premiers éléments (Tab. 7), qui devraient être complétés dans l'avenir.

Tableau 7 : Historique de deux puffins du Pacifique suivis sur la colonie des falaises littorales sud.

Colonie	Action	N° nid	Date	Bague	Âge	Statut	Pds	AP	LC	HC	CR	TA
Cordet	Baguage		14/12/2000	FX5901	AD	A/O	360	288	36,2	9,3	18	49,7
Cordet	Contrôle	27	09/12/2015	FX5901	AD	A/O	420					
Cordet	Reprise		13/03/2017	FX5901	AD		Trouvé mort (tué par un chat)					
Cordet	Baguage		21/03/2001	FX5909	JUV		460	189	35,2			
Cordet	Contrôle	28	18/11/2010	FX5909	AD	A/?	420	298	36,1	10	17,4	48,5
Cordet	Reprise		03/01/2012	FX5909	AD		Trouvé mort (tué par un chat)					

L'oiseau FX5901 a été bagué en 2000 en tant qu'adulte en incubation, contrôlé reproducteur dans le même nid 15 ans plus tard, et retrouvé mort en 2017. Il était donc âgé d'au minimum 17 ans.

L'oiseau FX5909 a été bagué comme juvénile en 2001, puis contrôlé comme possible reproducteur en 2010, et retrouvé mort en 2012. Il avait donc 11 ans.

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

Les données actuellement disponibles sur l'espèce à La Réunion sont insuffisantes pour pouvoir décrire la structure de la population.



E. Répartition et tendances évolutives

1. Répartition de l'espèce

1.a. Niveau mondial

Le Puffin du Pacifique a une large répartition dans les océans Pacifique et Indien, entre les latitudes 35°N et 35°S, nichant sur un grand nombre d'îles océaniques, jusqu'à Hawaii au nord, ainsi que les côtes ouest et est de l'Australie (Fig. 21 ; Byrd *et al.* 1983 ; Del Hoyo *et al.* 1992).

Sa population mondiale est estimée à 5 millions d'individus (Brooke 2004) et la plus grande population mondiale connue pour cette espèce se trouve en Nouvelle-Calédonie, totalisant un demi-million de couples reproducteurs (Pandolfi-Benoit & Bretagnolle 2002).



Figure 21 : Aire de répartition mondiale du Puffin du Pacifique *Ardenna pacifica* (Source : Birdlife)-

1.b. Dans l'océan Indien occidental

Dans l'océan Indien occidental, la population totale est estimée à 171 275 couples (Kappes *et al.* 2013, Tab. 8). Il niche sur plusieurs îlots autour de Maurice (Gill *et al.* 1970 ; MWF & NPCSM 2008), aux Seychelles (Rocamora & Skerret 2001 ; Bowler *et al.* 2002 ; Burger & Lawrence 2000 ; Kappes *et al.* 2013 ; Bonnet-Lebrun *et al.* 2016), à La Réunion (Probst 1995 ; Gerdil 1998 ; Le Corre & Faulquier 2016), aux Chagos (McGowan *et al.* 2008) et à Madagascar sur des îlots au large de Morombé (Appert 1965 ; Will 2005 ; Le Corre & Bemanaja 2009) : cf. Tab. 8 et Fig. 22.

Tableau 8 : Sites de reproduction et nombre de couples reproducteurs du Puffin du Pacifique dans l'océan Indien occidental (d'après Kappes *et al.* 2013).

Pays	Site	Nombre de couples reproducteurs	Référence
Maurice	Île Ronde	60 000	MWF & NPCSM 2008
Maurice	Coin de Mire	4 000	MWF & NPCSM 2008
Maurice	Rocher aux pigeons	4 000	MWF & NPCSM 2008
Maurice	Îlot Gabriel	325	MWF & NPCSM 2008
Maurice	Île Plate	15	MWF & NPCSM 2008
Maurice	Île aux serpents	7	MWF & NPCSM 2008
Maurice	Rodrigues	pas de données	A.S. Cheke, rapport non publié
Maurice	Îles de Saint Brandon	pas de données	Newton 1958
Seychelles	Cousine	31 000	Rocamora & Skerret 2001
Seychelles	Atoll de St Joseph	28 655	Kappes <i>et al.</i> 2013
Seychelles	Aride	13 716	Bonnet-Lebrun <i>et al.</i> 2016
Seychelles	Cousin	13 000	Burger & Lawrence 2001
Seychelles	Desnoeuifs	10 000	Kappes <i>et al.</i> 2013
Seychelles	Récif	1 800	Kappes <i>et al.</i> 2013
Seychelles	Boudeuse	500	R. Bristol, com. pers.
Seychelles	D'Arros	254	Kappes <i>et al.</i> 2013
Seychelles	Bird	50	Kappes <i>et al.</i> 2013
British Indian Ocean Territory	Chagos	2 863	McGowan <i>et al.</i> 2008
France	La Réunion (Île principale)	900	M. Le Corre, données non publiées
France	La Réunion (îlot de PI)	65	Kappes <i>et al.</i> 2013
Madagascar	Îlots de Morombé	125	Appert 1965
TOTAL		171 275	

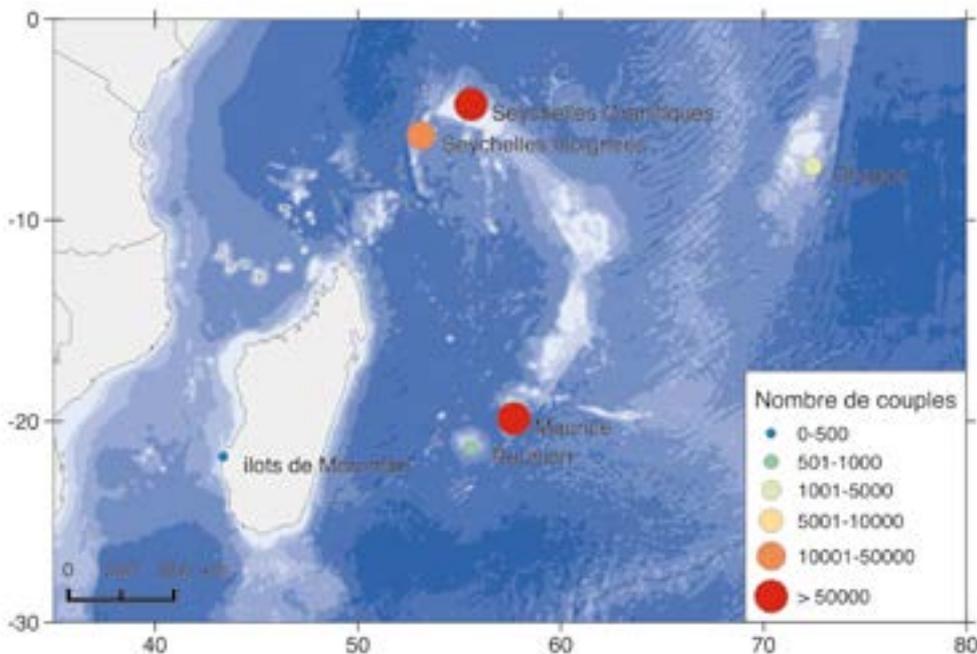


Figure 22 : Distribution du Puffin du Pacifique dans l'océan Indien occidental (d'après Kappes *et al.* 2013 ; effectifs dans Tab. 8 / Carte réalisée par V. Plot, UMR ENTROPIE).

Le Puffin du Pacifique représente la troisième espèce d'oiseaux marins la plus abondante de l'océan Indien occidental (Catry *et al.* 2009b). L'île Ronde à Maurice concentre la population la plus importante de la zone, avec 60 000 couples reproducteurs.

1.c. À La Réunion

À La Réunion, le Puffin du Pacifique se reproduit dans au moins 11 localités (Fig. 23) :

- Au nord de l'île :

- 1 - Falaises nord surplombant la route du littoral (Biotopie 2012),
- 2 - Ravine de la Grande Chaloupe (Dicque & Lopez 2017),

- Dans l'intérieur de l'île :

- 3 - Entrée du cirque de Mafate (Gerdil 1998),
- 4 - Le Petit Serré, à l'entrée du cirque de Cilaos (Gerdil 1998),
- 5 - Le Pavillon, à l'entrée du cirque de Cilaos (Gerdil 1998),
- 6 - Îlet Furcy, sur la commune de l'Entre-deux (Jan, *com. pers.*),

- Au sud de l'île :

- 7 - Littoral de Terre Rouge (Idmont, *com. pers.*),
- 8 - Littoral de Grande Anse (Le Corre & Faulquier 2016),
- 9 - Littoral de Petite Île (Le Corre & Faulquier 2016),
- 10 - Îlot de Petite Île (Le Corre & Faulquier 2016),
- 11 - Littoral de Vincenzo (ECO-MED, *com. pers.*).

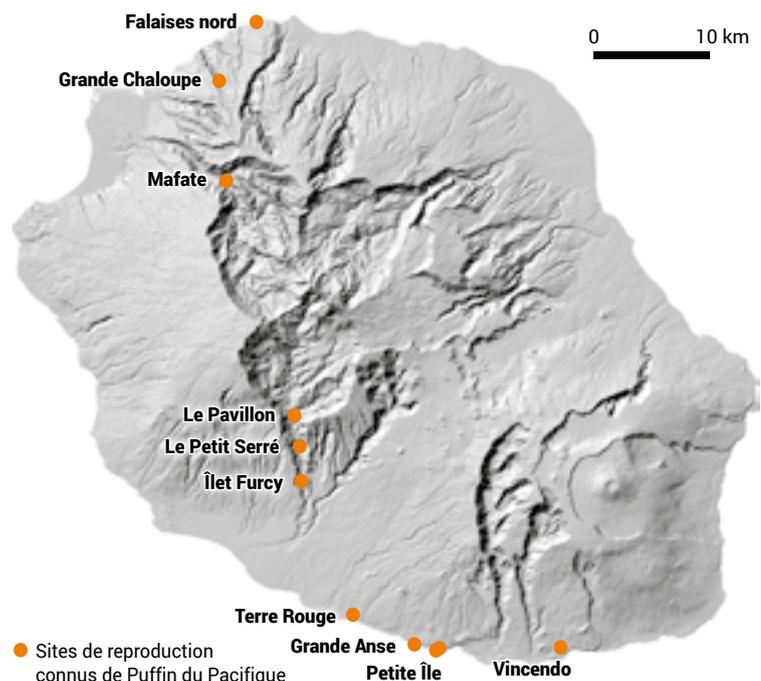


Figure 23 : Distribution des sites de reproduction connus du Puffin du Pacifique à La Réunion.

L'espèce est certainement présente sur la majorité des falaises littorales du sud de l'île, car l'habitat est favorable et certains secteurs n'ont pas encore été suffisamment prospectés.



Les sites de reproduction du Puffin du Pacifique les plus importants de l'île de La Réunion se situent sur les falaises littorales du sud de l'île : les sites de Grande Anse et Petite Île s'étendent de la Ravine de l'Anse à l'Ouest, jusqu'à la Ravine Manapany à l'Est, en comprenant l'îlot de Petite Île (Fig. 24).

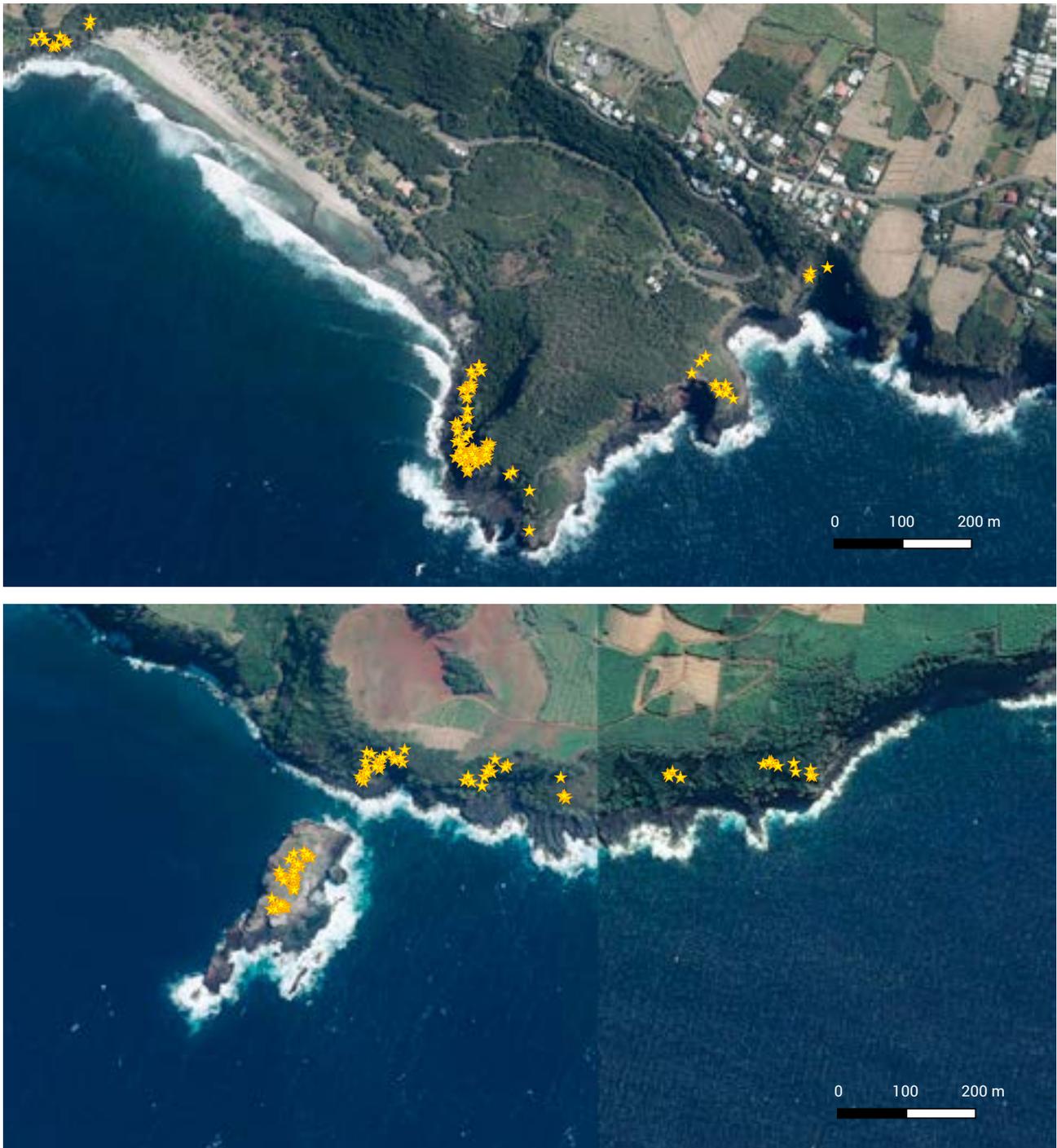


Figure 24 : Distribution des nids de puffins du Pacifique sur les sites de Grande Anse et de Petite Île incluant l'îlot de Petite Île. Les étoiles jaunes représentent les nids de Puffin du Pacifique identifiés.

2. Tendances évolutives

2.a. Niveau mondial

Au niveau mondial, la population globale est estimée à plus de 5 200 000 individus, et est supposée en déclin en raison des prélèvements et du braconnage, de la prédation par les espèces invasives et de la surexploitation par les pêcheries thonières (Brooke 2004).

2.b. À La Réunion

À La Réunion, le manque de données concernant la démographie de l'espèce et la dynamique de la population ne permet pas de commenter une tendance de la population.

Néanmoins, il est fort probable que les colonies situées sur le littoral sud de l'île aient souffert, ces dernières décennies, de la prédation par les chats errants, de la modification et de la réduction de leurs habitats due à l'urbanisation et à l'expansion des plantes invasives.

La colonie située sur le littoral nord, quant à elle, a probablement dû être impactée par les nombreux travaux réalisés sur ces falaises, en particulier la pose de filets empêchant la chute de pierres, qui affecte l'accès des oiseaux aux terriers.

F. Informations relatives aux sites exploités par l'espèce

1. Sites terrestres

1.a. Falaises littorales du sud et îlot de Petite Île

Une partie des falaises du sud de l'île abritant des colonies de puffins est classée en Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF) de type II, et l'îlot de Petite Île est classé en ZNIEFF de type I (Barbin & Dupont 2008).

Une ZNIEFF de type II se définit par un grand ensemble naturel riche et peu modifié ou offrant des potentialités biologiques importantes, et une ZNIEFF de type I par une zone d'une superficie limitée et caractérisée par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares ou caractéristiques du patrimoine naturel local.

L'îlot de Petite Île fait également l'objet d'un Arrêté préfectoral de Protection du Biotope (APB) depuis le 17 février 1986 qui ne permet l'accès à l'îlot uniquement « à des fins de recherches scientifiques » et interdit la mise en place d'infrastructures. Relevant du Domaine Public maritime, il a été remis en gestion au Conservatoire du Littoral (CDL) en 2006, puis affecté en 2016.

Les falaises littorales de Petite Île (du Piton de Grande Anse à la ravine de Manapany) ont été achetées pour partie par le CDL et relèvent pour le reste, du Domaine Public Maritime. Elles ont été transférées en gestion au CDL en 2006, et affectées en 2016.

Le CDL est un établissement public qui a pour principal objectif d'acquérir des espaces naturels littoraux et lacustres d'intérêt écologique en vue de leur protection. La gestion de ces sites est ensuite confiée à différents gestionnaires (ONF, collectivités locales, associations, etc.).

Sur l'île de La Réunion, le CDL possède environ 1 730 hectares de terrain dont les falaises littorales de Petite Île et l'îlot de Petite Île (2,08 ha), sites qui abritent les plus importantes colonies connues de Puffin du Pacifique de l'île.

En plus de leur richesse avifaunistique, ces falaises abritent plusieurs noyaux de population du Gecko vert de Manapany (*Phelsuma inexpectata*), espèce endémique classée en danger critique d'extinction et protégée à La Réunion, qui bénéficie depuis 2011 d'un Plan National d'Action (Sanchez & Caceres 2011), et de fragments remarquables de la végétation littorale caractéristique du sud de l'île.

1.b. Falaises littorales du nord de l'île

L'axe routier Saint-Denis - La Possession revêt un intérêt majeur sur le plan économique notamment en raison du transit associé. Insérée dans un contexte géologique particulier (falaise littorale), cette route subit régulièrement des éboulements, créant des problèmes de sécurité routière et des accidents parfois mortels. Depuis 1996, des opérations de sécurisation ont été menées : 760 000 m² de filets ont été mis en place sur les falaises pour réduire progressivement, particulièrement depuis 2009, le risque de chutes de pierres atteignant la chaussée. La présence de ces filets réduit l'accès aux zones disponibles pour la nidification des oiseaux marins (Probst 1994).

Le projet de Nouvelle Route du Littoral s'inscrit dans la continuité du processus de sécurisation de cet axe routier. Porté par une maîtrise d'ouvrage assurée par la Région Réunion, ce projet consiste à construire



une variante routière sécurisée entre Saint-Denis et La Possession, avec un linéaire alternant des voies sur digue et sur viaduc (Biotope 2012). Ces travaux, débutés en 2014, se poursuivront jusqu'en 2019. Diverses mesures d'évitement, de réduction et de compensation ont été mises en place pour limiter l'impact de ces travaux sur les oiseaux marins nichant dans la falaise de la route du littoral.

2. Sites marins

Aucune des zones maritimes exploitées par le Puffin du Pacifique dans l'océan Indien occidental ne fait actuellement l'objet de mesures de protection. Cependant, Le Corre *et al.* (2012) ont suggéré la création d'aires marines protégées, dont la délimitation pourrait être basée sur les zones importantes pour les oiseaux marins.

G. Informations relatives à l'état de conservation de l'espèce

L'évaluation de l'état de conservation du Puffin du Pacifique à La Réunion a été réalisée selon la méthodologie établie dans les Annexes D et E 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.

La matrice d'évaluation (Tab. 9) sert à déterminer l'état de conservation d'une espèce dans chacun de ses domaines biogéographiques de présence.

Pour chacun des 4 paramètres (aire de répartition, effectifs, habitat de l'espèce, perspectives futures), est déterminée la colonne dans laquelle il se situe, selon un système de couleurs : favorable (vert), défavorable inadéquat (orange), ou défavorable mauvais (rouge). Une quatrième colonne permet de classer l'état du paramètre en « indéterminé » si l'information disponible ne permet pas de juger l'état de conservation du paramètre.

La dernière ligne permet de déterminer l'état de conservation global de l'espèce.

La grille d'analyse (Tab. 10) sert de complément à la matrice en fournissant l'ensemble des informations qui ont permis d'aboutir à ce jugement.

Tableau 9 : Matrice d'évaluation de l'état de conservation du Puffin du Pacifique à La Réunion.

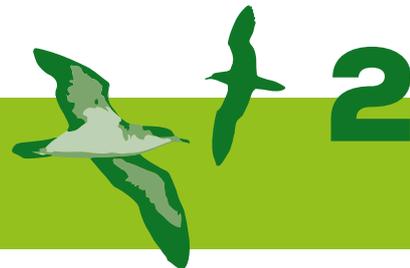
Paramètre	État de conservation			
	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Indéterminé
Aire de répartition	Stable ou en augmentation	Toute autre combinaison	Fort déclin ou aire plus de 10 % en dessous de l'aire de répartition de référence favorable	Pas d'information ou information disponible 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
Évaluation globale de l'état de conservation				Défavorable

Tableau 10 : Grille d'analyse de l'état de conservation du Puffin du Pacifique à La Réunion.

Données	Commentaires
I. NIVEAU NATIONAL	
Régions biogéographiques de présence de l'espèce sur le territoire national	Île de La Réunion, DOM
Aire de répartition de l'espèce	Falaises des cirques et du littoral de La Réunion
II. NIVEAU BIOGÉOGRAPHIQUE	
II.A. Aire de répartition	
Surface	Inconnue
Date	/
Tendance	Probablement en diminution
Période	1998-2017
Facteurs d'explication de la tendance	/
II.B. Effectifs	
Carte de distribution	Cf. Figure 22
Estimation de la taille de population	900 couples
Date	2016
Méthode utilisée	Suivi d'une partie de la population
Tendance	Estimée en diminution (à cause des pressions)
Facteurs d'explication de la tendance	Prédation par les chats errants, perte et modification de l'habitat
II.C. Pressions et menaces	
Pressions	Prédation par les chats errants, pollution lumineuse, collisions, perte et modification de l'habitat, dérangement et braconnage, pollution plastique
Menaces	Prédation par les rats, agents infectieux, changements climatiques globaux, phénomènes cycloniques, pêche industrielle, autres pollutions marines
II.D. Habitat de l'espèce	
Surface de l'habitat	À calculer
Date	/
Tendance	Réduction par le passé ; stable depuis 20 ans
Période	/
Facteurs d'explication de la tendance	Modification de l'habitat
II.E. Perspectives futures	
Perspectives futures	Perspectives défavorables dues à l'impact des pressions et menaces
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	/
Autres informations	/
II.G. Conclusion : état de conservation de l'espèce dans le domaine biogéographique	
Aire de répartition	Information insuffisante
Effectifs	En diminution
Habitat de l'espèce	Mauvaise qualité de l'habitat
Perspectives futures	Défavorables (Fort impact des pressions et menaces)
État de conservation de l'espèce	Défavorable



2. BILAN DES CONNAISSANCES POUR LE PUFFIN TROPICAL





A. Description

1. Poids et biométrie

Le Puffin tropical est un oiseau marin de 31 cm, pour une envergure de 69 cm et un poids moyen de 250 g (Onley & Scofield 2007). C'est l'un des plus petits puffins du genre *Puffinus* (Brooke 2004).

À La Réunion, les opérations de sauvetage et de baguage menées par la SEOR depuis 1996 ont permis d'obtenir des données biométriques de l'espèce (Tab. 11).

Tableau 11 : Poids et biométrie des puffins tropicaux adultes et juvéniles trouvés échoués à La Réunion de 1996 à 2012 (les mesures sont exprimées en moyennes \pm écartypes).

Caractéristiques	Adultes (n = 193)	Juvéniles (n = 5 172)
Poids (g)	198,3 \pm 26,2	208,5 \pm 24,0
Aile Pliée (mm)	204,5 \pm 6,1	200,3 \pm 7,7
Longueur Culmen (mm)	29,1 \pm 1,8	29,1 \pm 1,4
Longueur Crochet (mm)	13,2 \pm 0,9	12,8 \pm 0,8
Hauteur Crochet (mm)	6,9 \pm 0,5	6,5 \pm 0,3
Longueur Tarse (mm)	41,2 \pm 1,2	40,9 \pm 1,4

2. Coloration, corps et plumage

Le Puffin tropical ne présente pas de dimorphisme sexuel.

Il a un plumage fortement contrasté : le dessus du corps est noir, le dessous est blanc s'assombrissant sur les côtés de la poitrine et du cou. Les marges inférieures des ailes sont noires, et les sous-caudales sont blanches se détachant sur le noir des rectrices. Ce contraste du plumage est très visible en vol puisque ses ailes relativement courtes et tenues perpendiculairement au corps sont blanches sur la partie inférieure (Fig. 25).

Le bec est noir et fin, les pattes rose chair, la face externe du tarse et du doigt externe noire. La queue est relativement longue et arrondie. Le Puffin tropical a un vol battu rapide alterné de glissades, les ailes légèrement arquées.



Figure 25 : Puffin tropical à terre (© J.-C. Vialas).

3. Vocalisations

Le Puffin tropical est silencieux en mer. À terre, sa vocalisation nuptiale est faite d'une succession de syllabes chuintées. La figure 26 présente un sonogramme de vocalisations enregistrées sur la colonie de la Ravine Tanane à la Rivière des Pluies.

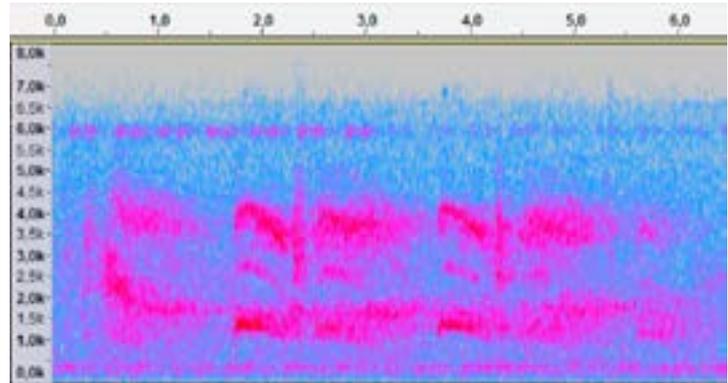


Figure 26 : Sonogramme de Puffin tropical enregistré à La Réunion (réalisé avec le logiciel Audacity). En ordonnée : fréquences de vocalisation (en kHz) ; En abscisse : temps (en s).

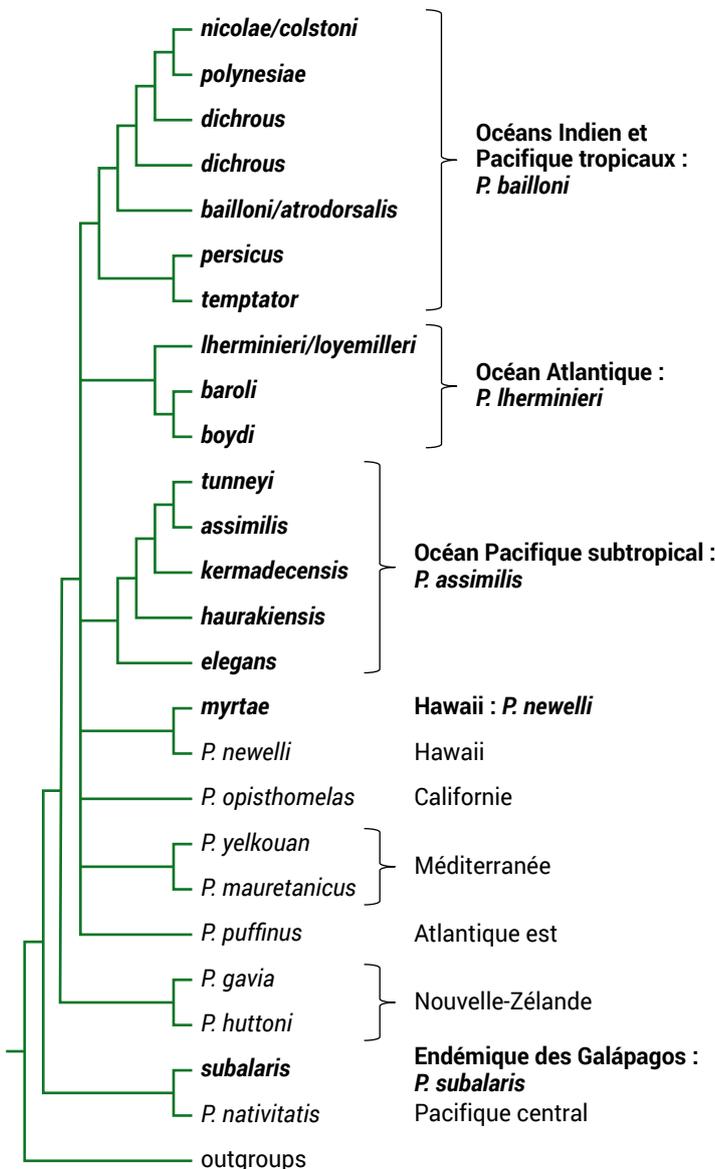


Figure 27 : Cladogramme du complexe *Puffinus assimilis-lherminieri* (Source : Austin *et al.* 2004).

B. Systématique

Le Puffin tropical *Puffinus bailloni* est classé comme suit :

Classe : Aves

Ordre : Procellariiformes

Famille : procellariidae

Genre : *Puffinus*

Espèce : *bailloni*

L'espèce aurait disparu de l'île Maurice dans les années 1970 (Vinson 1976 ; Feare 1984) et était anciennement notée présente à Rodrigues (Harrison 1996).

Le Puffin tropical *Puffinus bailloni* présent à La Réunion appartient au complexe *Puffinus assimilis-lherminieri* qui regroupe des taxons différents de répartition pantropical et subtropical.

La taxonomie de ce complexe a été à plusieurs reprises discutée (Jouanin & Mougins 1979, Warham 1990, Sibley & Monroe 1990, Austin *et al.* 2004).

Dans ce document, nous considérerons la taxonomie définie par Austin *et al.* (2004) dont le cladogramme est représenté dans la figure 27, et nous y avons rajouté les aires de répartition des taxons ainsi que le nom d'espèce proposée pour chacun d'eux par cette étude.

Ainsi, nous adopterons la dénomination proposée : Puffin tropical *Puffinus bailloni* (même si certains auteurs utilisent encore le terme de Puffin de Baillon).



C. Statut légal de protection et conservation

1. Statut légal de protection

L'espèce *Puffinus lherminieri* est inscrite à l'Annexe III de la Convention de Berne du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe.

Au niveau national, elle est protégée par l'arrêté du 29 octobre 2009 qui fixe la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection, notamment pour prendre en compte les impératifs de protection de l'habitat des espèces, prévus par la « Directive Oiseaux » ou Directive européenne 2009/147/CE du 30 novembre 2009.

À La Réunion, l'espèce *Puffinus bailloni* (considéré comme une sous-espèce de *P. lherminieri*) est protégée par arrêté ministériel du 17 février 1989. L'espèce est également protégée à Mayotte par l'arrêté préfectoral n° 347/DAF du 07/08/2000, sous l'appellation *Puffinus lherminieri*.

2. Statut de conservation IUCN

Au niveau mondial, le Puffin tropical est classé dans la catégorie « préoccupation mineure » selon les critères de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, en raison de son aire de distribution large et de ses effectifs importants (IUCN 2017).

Il a le même statut au niveau national (IUCN France *et al.* 2013).

3. Règles régissant le commerce international

Le Puffin tropical n'est pas une espèce inscrite dans la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction (CITES).

D. Aspects de la biologie et de l'écologie intervenant dans la conservation

1. Reproduction

1.a. Type de nidification

Le Puffin tropical a une nidification hypogée : il établit son nid dans une large variété de petites cavités. Aux Seychelles, les terriers sont creusés dans le sol meuble ou le sable (Burger & Lawrence 2000). À La Réunion, les terriers sont situés dans des cavités rocheuses sur des falaises verticales inaccessibles (Bretagnolle *et al.* 2000 ; Gineste *et al.* 2016).

1.b. Cycle et phénologie de la reproduction

Comme tous les Procellariidés, le Puffin tropical ne revient à terre que pour sa reproduction.

Aux Seychelles, l'espèce niche tout au long de l'année (Burger & Lawrence 2000 ; Catry *et al.* 2009a).

Les colonies étant inaccessibles à La Réunion, aucun suivi de la reproduction n'a été réalisé. Cependant, la phénologie de la reproduction peut être précisée à partir des données issues du sauvetage des oiseaux échoués : les juvéniles désorientés par les lumières artificielles lors de leur premier envol vers la mer s'échouent et sont récupérés par le réseau de sauvetage de la SEOR depuis 1996 (Fig. 28).

Aux Seychelles, l'incubation dure entre 49 et 51 jours, et l'élevage du jeune entre 62 et 75 jours (Burger & Lawrence 2000). En admettant que ces durées sont similaires à La Réunion nous pouvons estimer que la reproduction dure environ 120 jours, soit 4 mois. Ainsi, en considérant un pic d'envol des jeunes en janvier à partir des données de sauvetage, nous pouvons supposer un pic de ponte en septembre. En incluant la phase pré-nuptiale et l'exode pré-nuptial (dont la durée n'est pas connue chez cette espèce), on peut en déduire que la période principale de reproduction de l'espèce à La Réunion se situe entre juillet (pic de retours sur colonies et parades nuptiales) et février (fin de l'élevage pour la plupart des colonies). Cependant, la reproduction de cette espèce n'est pas limitée à l'été austral puisque des juvéniles sont retrouvés échoués tout au long de l'année.

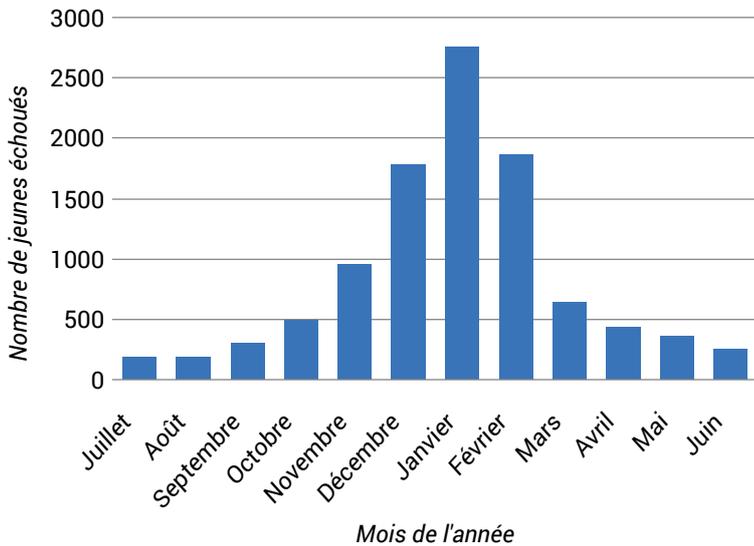


Figure 28 : Phénologie de l'envol des jeunes puffins tropicaux à La Réunion déterminé à partir du nombre mensuel de jeunes échoués lors de leur premier envol (n = 10205) (Source : données SEOR).

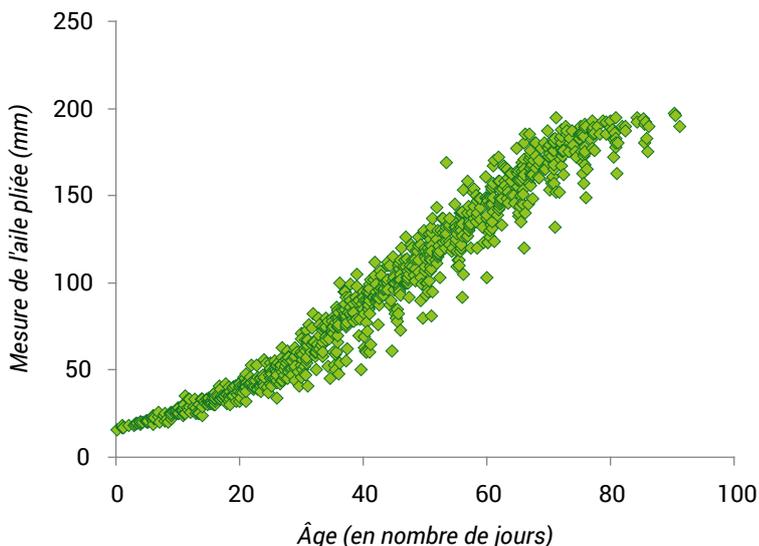
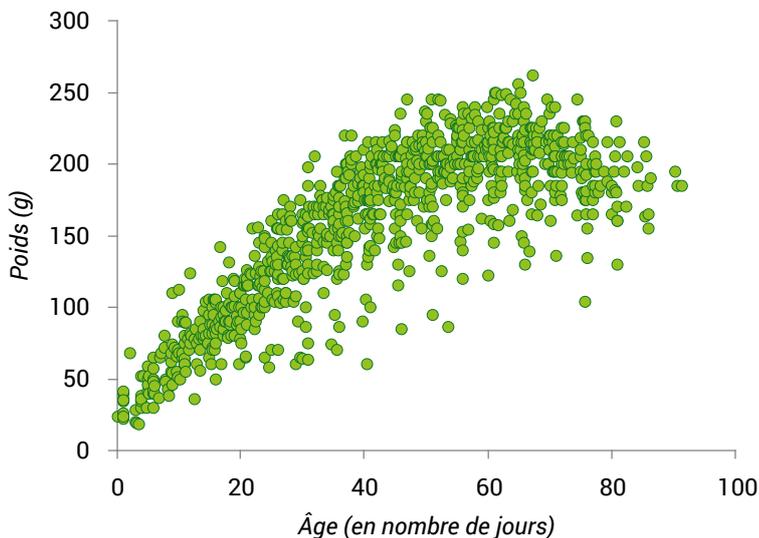


Figure 29 : Croissance pondérale (en g) et de l'aile pliée (en mm) des poussins de Puffin tropical sur l'île Cousin (n = 30 poussins suivis en 2005-2006 ; Source : UMR ENTROPIE).

1.c. Croissance des poussins

Aucune donnée sur la croissance des poussins de Puffin tropical n'est disponible pour l'île de La Réunion. Cependant, des données collectées sur l'île de Cousin (aux Seychelles) par l'UMR ENTROPIE en 2005-2006 ont permis d'établir la courbe de croissance des poussins (Fig. 29).

2. Alimentation

2.a. Régime alimentaire

Le régime alimentaire de l'espèce n'a pas été étudié à La Réunion. Aux Seychelles, le Puffin tropical se nourrit principalement de poissons, parfois de céphalopodes (Catry *et al.* 2009a ; Tab. 12).

Tableau 12 : Composition du régime alimentaire du Puffin tropical (en fréquences d'occurrence : FO) sur les îles de Cousin et Aride (Seychelles) (Source : Catry *et al.* 2009a).

Types de proies	FO (%)
Poissons	100
Carangidae	18,3
Clupeidae	1,7
Engraulidae	8,3
Mullidae	80
Larves de poissons	20
Poissons non identifiés	8,3
Céphalopodes : Teuthida	8,3

2.b. Technique de pêche

Le Puffin tropical s'associe fréquemment avec les thons et on le retrouve souvent pêchant avec d'autres espèces d'oiseaux marins, notamment les noddis bruns (Jaquemet *et al.* 2004 ; Mills 1998 ; Shirihai & Bretagnolle 2015). Les oiseaux pêchent en surface ou en plongée. Leur capacité de plongée leur permet d'atteindre des proies à plusieurs mètres sous la surface de la mer (Burger 2001). Les oiseaux étudiés sur l'île d'Aride aux Seychelles atteignent une profondeur de plongée de 16 m, avec une moyenne de $6,7 \pm 4,1$ m (Calabrese 2015).



3. Habitats exploités

3.a. Habitat terrestre

À La Réunion, le Puffin tropical niche entre 0 et 1 600 m d'altitude dans des falaises verticales très peu végétalisées voire dépourvues de végétation (Gerdil 1998 ; Bretagnolle *et al.* 2000 ; Gineste *et al.* 2016) (Fig. 30).

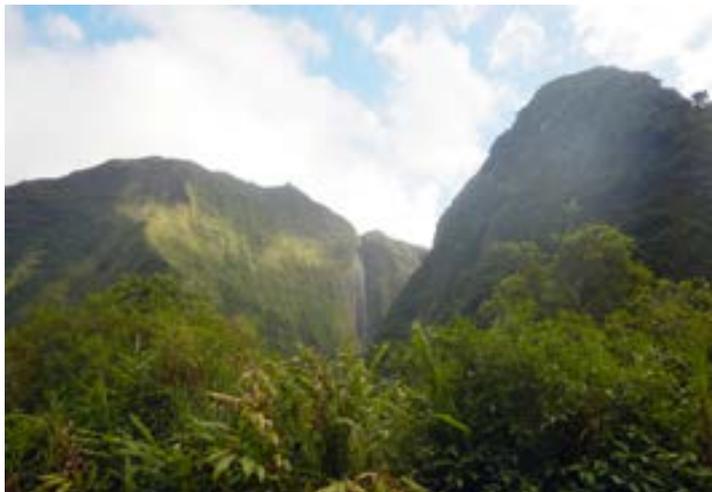


Figure 30 : Habitats de reproduction du Puffin tropical à La Réunion (en haut : cirque de Salazie, © L. Faulquier ; en bas : ravine de la Grande Chaloupe, © S.G. Roué).

3.b. Habitat maritime

Les observations réalisées en mer dans l'océan Indien montrent que cette espèce a une distribution fortement pélagique, même durant la saison de reproduction (Jaquemet *et al.* 2004 ; Praveen *et al.* 2013). De plus, le Puffin tropical est l'espèce la plus fréquemment observée en mer dans les eaux réunionnaises avec le Puffin du Pacifique.

4. Relations interspécifiques

4.a. Compétition

Le Puffin tropical à La Réunion ne partage pas les mêmes sites de reproduction que le Pétrel de Barau. En revanche, il partage parfois ceux du Puffin du Pacifique (exemple : falaises du littoral nord et ravine de la Grande Chaloupe). Certaines colonies sont également situées à proximité immédiate de colonies

de Pétrel noir de Bourbon *Pseudobulweria aterrima* (Riethmuller *et al.* 2012, LIFE+ Pétrels 2016). Il est possible que ces espèces soient en compétition pour l'accès aux sites de nids mais aucune étude n'a été réalisée pour vérifier cette hypothèse.

4.b. Prédateurs introduits

À La Réunion, l'impact des prédateurs introduits sur le Puffin tropical est inconnu du fait de l'inaccessibilité de leurs colonies. Cependant, les chats harets *Felis catus* sont présents dans les milieux de montagne de La Réunion et ont un impact avéré et très important sur les pétrels de Barau (Faulquier *et al.* 2009) et sur les puffins du Pacifique (Le Corre & Faulquier 2016). Gineste *et al.* (2016) avancent l'hypothèse que le Puffin tropical est naturellement protégé de ce prédateur par l'inaccessibilité des falaises où il niche.

Les rats (*Rattus spp.*) et les tangués (*T. ecaudatus*), du fait de leur petite taille et de leur agilité, peuvent quant à eux accéder plus facilement aux sites de reproduction et donc représenter des prédateurs potentiels de l'espèce. Des observations (par jumelles thermiques et pièges photographiques) faites dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels ont d'ailleurs montré que les rats et les tangués sont présents dans des falaises occupées par les pétrels noirs et les puffins tropicaux (Pinet, *com. Pers.*). Des études complémentaires de surveillance des colonies par des pièges photographiques permettraient d'apporter des informations sur la présence, l'abondance et l'impact de ces mammifères sur l'espèce.

5. Sensibilité aux lumières artificielles

5.a. Nombre d'oiseaux échoués

Le Puffin tropical, comme les autres Procellariidés de l'île, subit l'attraction des lumières artificielles (Le Corre *et al.* 2002). Entre 1996 et 2016, un total de 14 528 puffins tropicaux se sont échoués et ont été recueillis par le réseau de sauvetage de la SEOR, dont 10 131 juvéniles, 408 adultes, et 3 989 individus d'âge indéterminé (Fig. 31), soit une moyenne de 692 oiseaux par an.

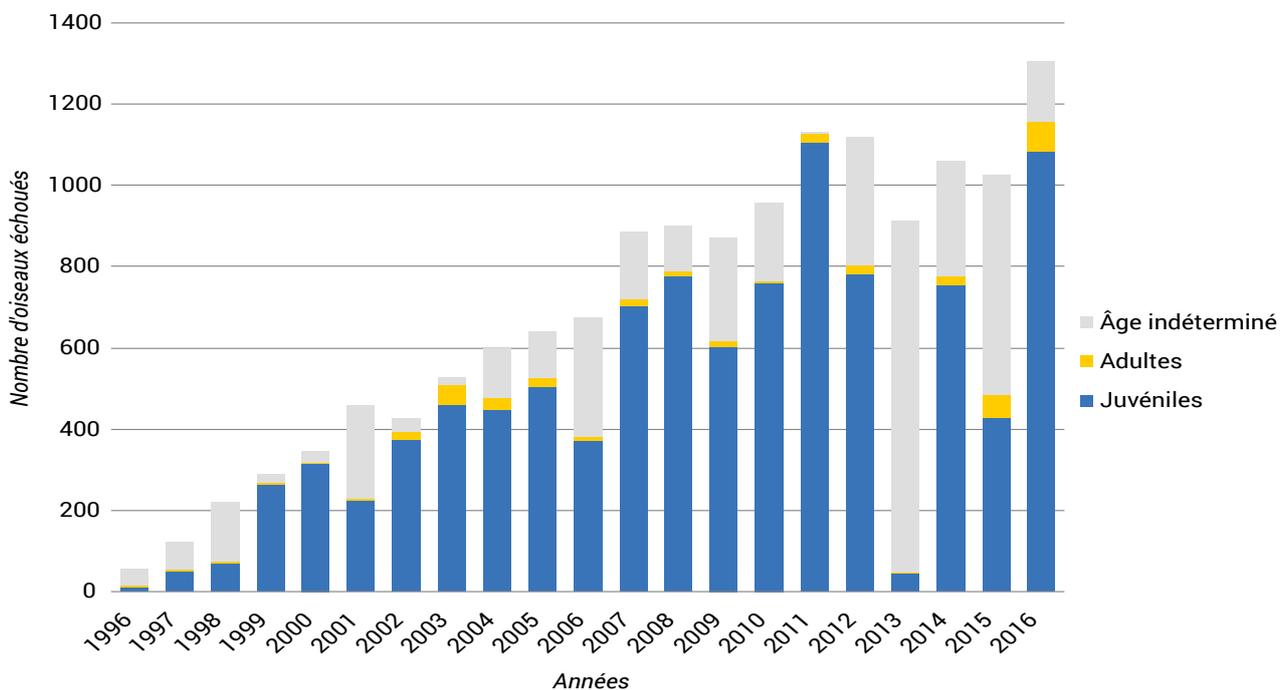


Figure 31 : Nombre annuel de puffins tropicaux juvéniles, adultes, et d'âge indéterminé, recueillis par la SEOR de 1996 à 2016 (Source : Base de données SEOR).

94 % des oiseaux rapportés au centre de soins dont l'âge est connu sont des juvéniles. Sur les 14 528 puffins tropicaux récupérés par la SEOR entre 1996 et 2016, 12 927 individus ont pu être relâchés, soit 89 % du nombre total d'individus trouvés.

Le nombre d'oiseaux recueillis par le centre de soin de la SEOR a augmenté de presque 25 fois entre 1996 (53 oiseaux) et 2016 (1 305 oiseaux). Cette augmentation est due à une combinaison de facteurs



dont les effets respectifs sont difficilement quantifiables séparément :

- L'augmentation de la sensibilisation de la population réunionnaise via la multiplication des campagnes de communication ;
- L'augmentation de l'intensité de la pollution lumineuse à l'échelle de l'île de La Réunion : celle-ci a été multipliée par deux entre 1996 et 2013, et s'est étalée en superficie (Fig. 32) ;
- La taille de la population nicheuse de Puffin tropical qui pourrait être restée stable sur la période considérée, en dépit de l'importante pollution lumineuse, notamment grâce aux opérations de sauvetages réalisés par la SEOR depuis 1996 (Gineste *et al.* 2016).

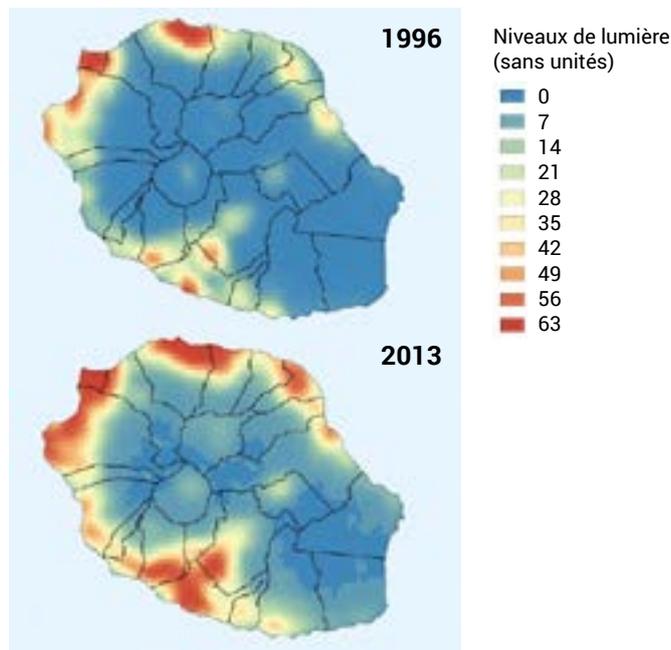


Figure 32 : Évolution de la pollution lumineuse à La Réunion entre 1996 et 2013 à partir d'images satellites nocturnes. (Source : Gineste *et al.* 2016).

Parmi les quatre espèces de Procellariidés se reproduisant à La Réunion, le Puffin tropical est maintenant l'espèce la plus impactée par la pollution lumineuse.

5.b. Répartition spatiale des échouages

La figure 33 représente la distribution spatiale des échouages de puffins tropicaux entre 2013 et 2016 (n = 2428 individus). Les secteurs dans lesquelles la majorité des échouages ont lieu sont les villes de Saint-Denis, Le Port, Cilaos, Sainte-Suzanne et les villes de la côte sud : Saint-Louis, Saint-Pierre et Saint-Joseph. Cette répartition des échouages est en lien d'une part avec les secteurs de forte intensité de pollution lumineuse (cf. Fig. 32) et d'autre part avec la distribution des colonies de reproduction (cf. Fig. 35).

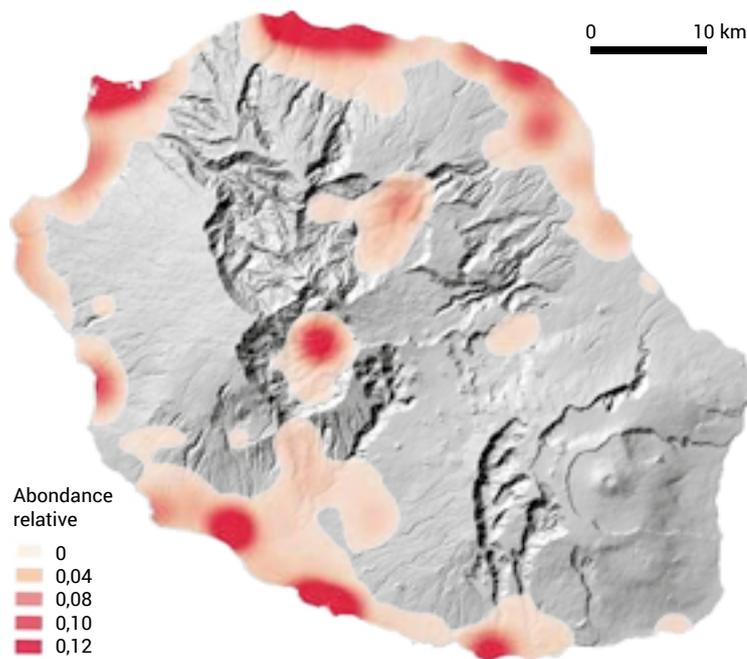


Figure 33 : Répartition spatiale des échouages de puffins tropicaux à La Réunion de 2013 à 2016 (n = 2428) (Source : SEOR).

6. Dynamique de la population

6.a. Estimation des effectifs

La population était estimée entre 5000 et 15000 couples par Gerdil en 1998, et entre 3000 et 5000 couples par Bretagnolle *et al.* en 2000. Ce dernier chiffre est probablement très sous-estimé au vu du nombre de colonies présentes sur l'île (306 colonies dénombrées en 2016). De plus, les comptages réalisés par radar le long de la côte montrent des flux de plus de 12000 individus sortants par nuit (Gineste 2016). Les suivis acoustiques d'une part, et les résultats des campagnes de sauvetage (nombre d'oiseaux échoués retrouvés) d'autre part, semblent indiquer que la population de Puffin tropical à La Réunion n'a pas décliné entre 1996 et 2016, même s'il est impossible d'évaluer précisément si les oiseaux sauvés reviennent intégrer la population d'oiseaux reproducteurs, puisqu'aucune colonie de reproduction permettant des études de capture-marquage-recapture n'est actuellement connue (Gineste *et al.* 2016). La population actuelle est très probablement de l'ordre de 10000 à 15000 couples.

6.b. Paramètres démographiques

À La Réunion, les puffins tropicaux nichent dans des sites inaccessibles (falaises verticales, canyons et ravines). L'absence de suivi des colonies et le manque de données actuelles sur l'espèce ne permettent pas de décrire les paramètres démographiques de l'espèce à La Réunion.

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

Les données actuellement disponibles sur l'espèce à La Réunion sont insuffisantes pour pouvoir décrire la structure de la population.

E. Répartition et tendances évolutives

1. Répartition de l'espèce

1.a. Niveau mondial

Le Puffin tropical *P. bailloni* a une aire de répartition indo-Pacifique (Austin *et al.* 2004 ; Fig. 34).



Figure 34 : Aire de répartition mondiale du Puffin tropical (Source : Birdlife).

1.b. Dans l'océan Indien occidental

Dans l'océan Indien occidental, le Puffin tropical se reproduit à La Réunion (Gerdil 1998 ; Bretagnolle *et al.* 2000 ; Gineste *et al.* 2016), à Europa (Le Corre 2000), aux Seychelles (Rocamora & Skerret 2001 ; Bowler *et al.* 2002 ; Burger & Lawrence 2000, 2001 ; Bonnet-Lebrun *et al.* 2016), aux Chagos (McGowan *et al.* 2008), aux Comores sur l'île de Mohéli (Louette & Herremans 1985 ; Shirihai & Bretagnolle 2015) et aux Maldives (Bretagnolle *et al.* 2000) : cf. Tab. 13.

Tableau 13 : Sites de reproduction et nombre de couples reproducteurs du Puffin tropical dans l'océan Indien occidental.

Pays	Site	Nombre de couples reproducteurs	Référence
Seychelles	Aride	25 550	Bonnet-Lebrun <i>et al.</i> 2016
Seychelles	Cousin	7 550	Burger & Lawrence 2001
Seychelles	Récif	600	Burger & Lawrence 2000
Seychelles	Cousine	250	Burger & Lawrence 2000
Seychelles	Aldabra	75	Burger & Lawrence 2000
France	La Réunion (Île principale)	5 000 – 15 000	Gerdil 1998, Bretagnolle <i>et al.</i> 2000, Gineste <i>et al.</i> 2016
France	Europa	50	Le Corre 2000
British Indian Ocean Territory	Chagos	840	McGowan <i>et al.</i> 2008
Comores	Mohéli	300	Shirihai & Bretagnolle 2015
Maldives	/	pas de données	Bretagnolle <i>et al.</i> 2000
TOTAL		45 215	

L'océan Indien accueille environ 45 000 couples reproducteurs de Puffin tropical, et l'île Aride aux Seychelles concentre la plus grande colonie, avec 25 550 couples estimés en 2016. L'espèce aurait disparu de Maurice dans les années 1970 (Vinson 1976).



1.c. À La Réunion

La répartition de l'espèce à La Réunion a été récemment actualisée dans le cadre d'une thèse de doctorat (Gineste 2016).

Deux campagnes de prospection acoustiques à large échelle ont été conduites à travers l'ensemble de l'île durant la saison de reproduction 1996/1997 (Gerdil 1998) et durant les saisons 2013/2014 et 2014/2015 (Gineste *et al.* 2016). Les résultats ont été comparés par Gineste *et al.* (2016). Une colonie a été définie comme une portion de falaise occupée par des individus reproducteurs et séparée des autres sites de reproduction par au moins 500 m de falaise non occupée ou d'habitat non favorable.

Au total, 220 colonies de Puffin tropical ont été détectées de 2013 à 2015, incluant 124 colonies qui avaient déjà été mises en évidence durant la saison 1996/1997 et 96 colonies nouvellement décrites (localisées et avec une mesure de l'activité vocale). Quatre colonies trouvées en 1996/1997 ne présentaient plus aucune activité vocale entre 2013 et 2015. 45 colonies décrites lors de la première campagne de prospection 1996/1997 n'ont pas été explorées entre 2013 et 2015, et 41 autres colonies ont été référencées dans la littérature grise (Gineste *et al.* 2016).

Ainsi, si l'on suppose que ces colonies étaient encore actives en 2015, le nombre total de colonies de Puffin tropical s'élève donc à 306 colonies sur l'ensemble de l'île. D'autres colonies non inventoriées doivent également exister dans des sites très reculés (Gineste *et al.* 2016). L'activité vocale des colonies inventoriées ne montre pas de tendance à la baisse, ce qui indique que ces colonies n'ont pas décliné en 16 ans.

Ces données ont permis d'obtenir une carte précise de la distribution spatiale des colonies de Puffin tropical sur l'île de La Réunion en 2015 (Fig. 35).

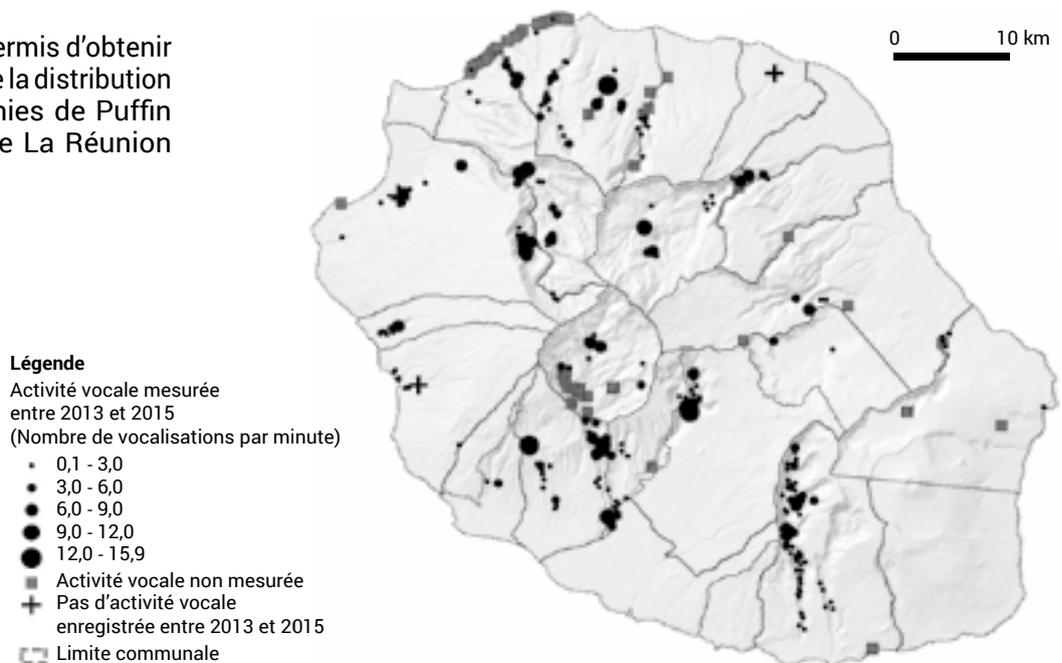


Figure 35 : Distribution spatiale des colonies actives de Puffin tropical (n = 306) et des colonies sans activité vocale en 2015 (n = 4) (Source : Gineste *et al.* 2016).

2. Tendances évolutives

2.a. Niveau mondial

Au niveau mondial, la taille de la population est inconnue mais la population est considérée comme stable (Brooke 2004).

2.b. À La Réunion

L'étude réalisée par Gineste *et al.* en 2016 (cf. ci-dessus) a permis d'évaluer la tendance de la population du Puffin tropical à La Réunion entre 1996 et 2016. Cette étude suggère que la population de Puffin tropical de La Réunion est restée stable sur cette période, et que les campagnes de sauvetage conduites depuis 1996 par la SEOR pourraient avoir contribué à cette stabilité.

F. Informations relatives aux sites exploités par l'espèce

1. Sites terrestres

Sur les 306 colonies de Puffin tropical actives localisées sur l'île de La Réunion, 172 sont incluses dans le périmètre du Parc National de La Réunion créé en 2007, soit plus de la moitié d'entre elles (56 %).

Ces colonies sont également intégrées à plusieurs ZNIEFF de type I.

2. Sites marins

Les sites marins exploités par l'espèce dans l'océan Indien restent peu connus car aucune opération de tracking n'a été réalisée sur l'espèce à ce jour.

G. Informations relatives à l'état de conservation de l'espèce

L'évaluation de l'état de conservation du Puffin tropical à La Réunion a été réalisée selon la méthodologie établie dans les Annexes D et E 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.

La matrice d'évaluation (Tab. 14) sert à déterminer l'état de conservation d'une espèce dans chacun de ses domaines biogéographiques de présence.

Pour chacun des 4 paramètres (aire de répartition, effectifs, habitat de l'espèce, perspectives futures), est déterminée la colonne dans laquelle il se situe, selon un système de couleurs : favorable (vert), défavorable inadéquat (orange), ou défavorable mauvais (rouge). Une quatrième colonne permet de classer l'état du paramètre en « indéterminé » si l'information disponible ne permet pas de juger l'état de conservation du paramètre. La dernière ligne permet de déterminer l'état de conservation global de l'espèce.

La grille d'analyse (Tab. 15) sert de complément à la matrice en fournissant l'ensemble des informations qui ont permis d'aboutir à ce jugement.

Tableau 14 : Matrice d'évaluation de l'état de conservation du Puffin tropical à La Réunion.

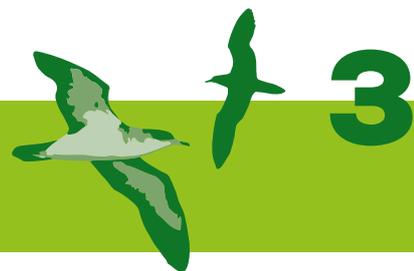
Paramètre	État de conservation			
	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Indéterminé
Aire de répartition	Stable ou en augmentation	Toute autre combinaison	Fort déclin ou aire plus de 10 % en dessous de l'aire de répartition de référence favorable	Pas d'information ou information disponible 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
Évaluation globale de l'état de conservation		Défavorable inadéquat		



Tableau 15 : Grille d'analyse de l'état de conservation du Puffin tropical à La Réunion.

Données	Commentaires
I. NIVEAU NATIONAL	
Régions biogéographiques de présence de l'espèce sur le territoire national	Île de La Réunion, DOM
Aire de répartition de l'espèce	Falaises des cirques et du littoral de La Réunion
II. NIVEAU BIOGÉOGRAPHIQUE	
II.A. Aire de répartition	
Surface	Inconnue
Date	/
Tendance	Inconnue
Période	/
Facteurs d'explication de la tendance	/
II.B. Effectifs	
Carte de distribution	Cf. Figure 34
Estimation de la taille de population	1998 : 5 000-15 000 couples ; 2016 : 306 colonies
Date	1998 & 2016
Méthode utilisée	Échantillonnages acoustiques
Tendance	Stable
Facteurs d'explication de la tendance	Sauvetage des oiseaux échoués, colonies en falaises naturellement protégées des chats haret
II.C. Pressions et menaces	
Pressions	Pollution lumineuse, collisions, dégradation de l'habitat, pollution plastique
Menaces	Prédation par les rats, dérangement et braconnage, changements climatiques globaux, phénomènes cycloniques, pêche industrielle, autres 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 futures	
Perspectives futures	Perspectives moyennes, le sauvetage des oiseaux doit être poursuivi à long terme
II.F. Valeurs de référence pour l'espèce	
Aire de répartition de référence favorable	Toute l'île de La Réunion
Population de référence favorable	Valeur actuelle
Habitat disponible pour l'espèce	/
Autres informations	/
II.G. Conclusion : état de conservation de l'espèce dans le domaine biogéographique	
Aire de répartition	Information insuffisante
Effectifs	Stables
Habitat de l'espèce	Information insuffisante
Perspectives futures	Défavorable (Pressions et menaces importantes)
État de conservation de l'espèce	Défavorable inadéquat

3. MENACES ET CONSERVATION DES DEUX ESPÈCES DE PUFFINS



Menaces pesant sur les deux espèces de puffins de La Réunion : le chat haret, le rat noir et la pollution lumineuse
(© N. Laurent, © N. Laurent, © W. Fontaine).



A. Menaces et facteurs limitants

1. Prédation par les mammifères introduits

1.a. Prédation par les chats errants

Les chats harets (*Felis catus*) ont été introduits sur de nombreuses îles du monde entier. Ils représentent une menace importante pour les oiseaux marins, en particulier les Procellariidés qui présentent des caractéristiques qui les rendent particulièrement vulnérables à ces prédateurs (Medina *et al.* 2011 ; Towns *et al.* 2011 ; Croxall *et al.* 2012 ; Russell *et al.* 2009).

Les chats harets prédatent principalement les poussins et adultes et accentuent leur impact en pratiquant le « surplus killing » (comportement d'un prédateur qui se traduit par le fait de tuer un nombre supérieur de proies qu'il ne peut consommer). Cette mortalité des adultes est particulièrement néfaste pour les espèces longévives telles que les Procellariidés dont la croissance de la population est extrêmement sensible à une variation de la survie des adultes. Cette prédation par les chats harets peut rapidement engendrer une chute drastique de la population, voire une extinction (Le Corre 2008 ; Russell *et al.* 2009 ; Dumont *et al.* 2010).

Les chats ont un impact avéré sur les populations de Puffin du Pacifique (Le Corre & Faulquier 2016) et de Pétrel de Barau (Faulquier *et al.* 2009). L'impact et l'abondance de ce prédateur sur les colonies de Puffin tropical n'ont jamais été documentés à La Réunion en raison de l'inaccessibilité des sites de reproduction. Il est possible que certaines colonies de Puffin tropical soient, de par cette inaccessibilité, protégées de ce prédateur, et que la distribution actuelle de l'espèce résulte d'une ancienne pression de prédation exercée par les rats et les chats sur les sites plus accessibles (Gineste *et al.* 2016).

1.b. Prédation par les rats

Les rats 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. Les rats s'attaquent aux œufs et aux 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).

Une étude a suggéré de faibles densités de rats dans les colonies de puffins du Pacifique et en conséquence un faible impact direct des rats sur cette espèce à La Réunion (Ringler 2013). Cependant, des restes de puffins sont parfois retrouvés dans les contenus alimentaires de rats (Ringler 2013), et l'étude de Faulquier & Le Corre (2016) montre une fréquentation relativement importante des colonies par les rats (cf. Fig. 16) et des succès à l'éclosion des saisons 2015-2016 (53 %) et 2016-2017 (45 %) ont été particulièrement faibles (cf. Tab. 4).

Enfin, si les colonies de Puffin tropical sont susceptibles d'être protégées des chats, les rats sont, quant à eux, capables d'atteindre les nids, même situés dans des sites abrupts et isolés.

1.c. Prédation par les chiens errants

Des chiens errants (et des chiens domestiques divaguant) sont présents sur les colonies de Puffin du Pacifique, en particulier à Grande Anse. En plus d'occasionner du dérangement pour les oiseaux, ils peuvent constituer un prédateur pour cette espèce. Compte tenu de la topographie des colonies de puffins tropicaux, il est probable que cette menace soit négligeable pour les puffins tropicaux.

1.d. Compétition et prédation par les tangues

Le tangué ou hérisson malgache *Tenrec ecaudatus* est présent à La Réunion dans les ravines et milieux forestiers, du littoral jusqu'à plus de 2000 m d'altitude (Probst 1997).

Il est observé sur les colonies de Puffin du Pacifique, et est susceptible de pouvoir accéder aux colonies de Puffin tropical. Si aucune preuve de prédation sur des œufs d'oiseaux marins n'a été rapportée à ce jour, des images illustrant la compétition avec un individu de Pétrel noir ont été collectées par une caméra de surveillance automatique dans le cadre du programme LIFE+ Pétrels.

Ainsi, le tangué représente un compétiteur et prédateur potentiel des deux espèces de puffins.

2. Pollution lumineuse

La pollution lumineuse engendre des mortalités massives des juvéniles de pétrels et puffins dans le monde entier, car ces oiseaux sont attirés par les lumières artificielles lors de leur premier envol (voir la synthèse mondiale de Rodríguez *et al.* 2017). L'augmentation de l'urbanisation sur l'île de La Réunion 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 aux lumières artificielles (Le Corre *et al.* 2002). Le Puffin tropical est l'espèce nocturne la plus touchée par ce phénomène, avec plus de 14 000 individus recueillis en centre de soins depuis 1996. Le Puffin du Pacifique est touché dans une bien moindre mesure, avec en moyenne 20 individus par an récupérés par la SEOR.

3. Collisions avec des infrastructures

Les risques de collisions avec des infrastructures en mer (parcs éoliens offshore, plateformes d'exploitation, bateaux) et à terre (parcs éoliens, lignes électriques, infrastructures urbaines...) constituent une menace 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 Hawaii et Kauai, 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 dans les corridors de déplacements des oiseaux (Podolsky *et al.* 1998 ; Ainley *et al.* 2001). Aux Antilles, des taux de collisions impressionnants ont été reportés : 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 grandissant pour les oiseaux marins de l'île, certainement sous-estimé étant donné la difficulté à retrouver les corps des oiseaux impactés. Cependant, des cas de mortalité de Puffin du Pacifique, de Puffin tropical et de Paille en queue ont été répertoriés suite à la collision avec les câbles d'une ligne électrique située à basse altitude (Salamolard 2008). De plus, une étude environnementale réalisée sous une ligne à haute tension grâce à des prospections dédiées au pied des infrastructures ciblées rapporte la découverte de nombreux cadavres d'oiseaux marins victimes de collision, dont des puffins du Pacifique et puffins tropicaux (CYATHEA 2008).

Cependant, ces études sont très rares et les infrastructures potentiellement sources de collision sont nombreuses, notamment vis-à-vis des puffins tropicaux qui nichent dans des ravines traversées transversalement par des ouvrages d'arts, câbles et chantiers divers. Étant donné la vitesse de déplacement des individus en vol (plusieurs dizaines de kilomètres par heure) et donc l'intensité des collisions, il est fort probable que la plupart des accidents de ce type conduisent à la mort des individus. Par conséquent, ce type d'impact, même peu fréquent, peut avoir des répercussions importantes sur la démographie de la population.

Des cartes d'évaluation du risque de collision, 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 sont à mettre en place en priorité (Gineste 2016 ; Fig. 37 et 38).

Le problème des collisions est donc observé et référencé depuis plusieurs décennies à La Réunion, et le risque est désormais évalué, mais le phénomène reste très difficile à quantifier, et des mesures de réduction du risque ainsi que des études sur les dispositifs d'effarouchements et d'évitement méritent d'être développées.

4. Perte et modification de l'habitat

4.a. Risques d'incendies

Bien que La Réunion apparaisse comme une île tropicale humide, le risque d'incendie est important en période sèche (d'août à décembre). L'île a été le théâtre d'incendies de forêts dont certains ont marqué les esprits : en 1988, 3 500 ha du massif forestier des Hauts de l'Ouest ont été parcourus par les flammes. Deux grands incendies ont eu lieu sur ce massif, en particulier sur le secteur du Maïdo : 790 ha ont été brûlés en 2010 et plus de 2 700 ha en 2011, ainsi que 45 ha sur le massif de la Roche Écrite en 2013. En 2016, de nouveaux incendies ont ravagé une fois de plus le secteur du Maïdo. Des zones littorales ont également subi des incendies. Les falaises de la rivière des Remparts, qui abritent de nombreuses colonies de puffins tropicaux, ont également subi un incendie en 2012, heureusement rapidement maîtrisé.



Ces événements portent atteinte à des écosystèmes fragiles, notamment les habitats de montagne proches des colonies de puffins tropicaux et les habitats littoraux du Puffin du Pacifique. Le risque incendies représente une menace importante pour le maintien des colonies de puffins à La Réunion.

Une carte de l'intensité potentielle des incendies à La Réunion (Fig. 36) a été élaborée par l'ONF en 2004 et illustre bien le risque pesant sur les populations de puffins, notamment celles de Puffin tropical situées sur les massifs montagneux et celles de Puffin du Pacifique situées sur les côtes nord et sud de l'île.

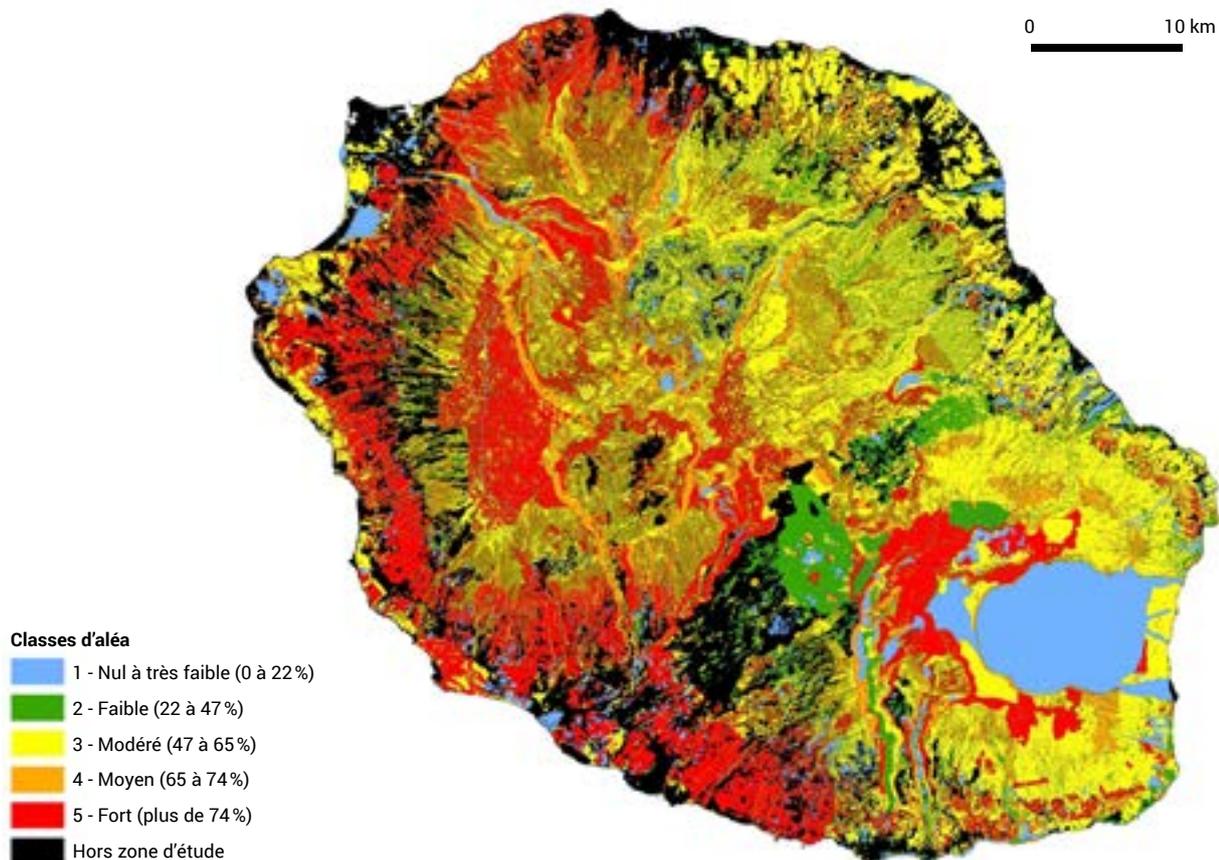


Figure 36 : Carte de l'intensité potentielle des incendies à La Réunion (Source : ONF 2014).

4.b. Espèces végétales invasives

Les milieux naturels de La Réunion ont été fortement dégradés par l'urbanisation et l'introduction d'espèces végétales invasives. Les sites de reproduction du Puffin du Pacifique dans le sud et le nord de l'île sont envahis par de nombreuses plantes introduites envahissantes, telles que le faux poivrier *Schinus terebinthifolius* ou l'avocat marron *Litsea glutinosa*. De plus, le développement de l'urbanisation sur le littoral sud de l'île a réduit l'habitat de cette espèce. Les milieux de montagne abritant les colonies de Puffin tropical sont eux aussi colonisés par les espèces envahissantes.

Une prospection récente réalisée à la Grande Chaloupe a montré que les falaises accueillant les deux espèces de puffins sont complètement recouvertes de liane papillon *Hiptage benghalensis* (Dicque & Lopez 2017).

4.c. Aménagements

Les falaises du nord de l'île surplombant la route du littoral, sites de reproduction des deux espèces de puffins, ont subi de nombreux aménagements, notamment la pose de filets, qui ont réduit l'accès aux zones disponibles pour la nidification, et ont même entraîné des cas de mortalité par collisions lors de leur installation (Probst 1994).

5. Dérangement

La plage de Grande Anse et ses alentours (notamment le piton) attirent de nombreux visiteurs et randonneurs. Des pêcheurs fréquentent également tous les secteurs, même ceux ayant un accès difficile. Il est probable que la fréquentation humaine, accompagnée de la présence de chiens domestiques parfois laissés libres de circuler, provoque un dérangement des colonies de puffins.

6. Braconnage

Par le passé, la population réunionnaise des hauts de La Réunion opérait des prélèvements à des fins culinaires sur les poussins de Puffin du Pacifique et de Puffin tropical (Riethmuller *et al.* 2012).

Cette pratique est supposée négligeable voire révolue aujourd'hui, mais des actes de braconnage sur les puffins du Pacifique ont été recensés ces dernières années : la colonie de Grande Anse a fait l'objet d'un acte de vandalisme en novembre 1996 : 21 adultes ont été tués et laissés à terre devant leur terrier (Gerdil 1998). Des cas de mortalité massive de cause inconnue ont également été signalés ces dernières années, notamment en 2014 (Souharce, *com. pers.*) et en 2016 : 46 cadavres ont été observés en début de saison dont certains sans indice de prédation, supposés donc être le résultat d'un acte de vandalisme.

Ainsi, malgré leur statut d'espèces protégées, il n'est pas exclu que le Puffin du Pacifique notamment, et le Puffin tropical subissent encore, occasionnellement, des actes de braconnage.

7. Agents infectieux

Les Procellariiformes sont affectés par la circulation d'agents infectieux pouvant entraîner des événements de mortalité et de morbidité plus ou moins marqués. La « puffinosis », décrite dans les années 1960 dans des colonies de Puffin des Anglais *Puffinus puffinus*, entraîne par exemple des taux de mortalité allant jusqu'à 70 % (Harris 1965). L'agent responsable de l'infection pourrait être un coronavirus, et le mode de transmission reste méconnu, soulignant les connaissances très limitées sur les maladies affectant les puffins dans les populations naturelles.

Les populations de Puffin du Pacifique de la zone ouest de l'océan Indien sont également impactées par la circulation d'agents infectieux. La détection d'anticorps dirigés contre des virus Influenza aviaries démontre, par exemple, que les populations de puffins du Pacifique de La Réunion et des Seychelles sont en contact avec ces virus (Lebarbenchon *et al.* 2015), dont certaines formes pathogènes peuvent entraîner de forts taux de mortalité.

À La Réunion, la mise en évidence d'une densité en tiques (*Amblyomma loculosum* et *Carios capensis*) exceptionnellement élevée sur l'îlot de la Petite île, impacterait le succès reproducteur des puffins du Pacifique (Le Rouzic 2013). Au-delà de l'effet du parasitisme sur les oiseaux, la transmission d'agents infectieux véhiculés par ces tiques pourrait également affecter l'état de santé des puffins et les populations, localement. La présence de bactéries a en effet été démontrée dans les tiques de la Petite île (Dietrich *et al.* 2014 ; Wilkinson *et al.* 2014). Aucune information n'est aujourd'hui disponible sur la transmission de virus par ces tiques ; les tiques d'oiseaux marins sont néanmoins reconnues comme vectrices d'une large diversité de virus dont certains peuvent être pathogènes pour l'homme (Dietrich *et al.* 2011).

L'hypothèse avancée est que les tiques ont un impact direct sur les oiseaux marins, d'une part en provoquant un état de gêne permanent provoquant une fréquence très élevée des comportements antiparasitaires et/ou l'abandon de la couvée, et d'autre part en transférant des agents infectieux. Un projet, débuté en 2016, vise à tester ces deux hypothèses. Les différents paramètres de densité en tiques, succès reproducteur, comportements antiparasitaires et diversité virale sont mesurés sur l'îlot et comparés à ceux obtenus sur les falaises de la Petite île (face à l'îlot) et de Grande Anse, où la densité en tiques est beaucoup plus faible.

8. Changements climatiques globaux

Les oiseaux marins sont particulièrement sensibles aux changements climatiques, qu'ils soient locaux et temporaires, ou globaux et durables, en particulier les Procellariidae (Croxall *et al.* 2012 ; Sydeman *et al.* 2012). L'impact principal des changements climatiques 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 recrutement des proies et les besoins des oiseaux marins (mismatch) 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, les habitudes alimentaires et des habitats des espèces marines risqueraient d'être bouleversés, et 40 % des espèces d'oiseaux marins serait alors menacé par ces changements (Croxall *et al.* 2012). Les puffins de La Réunion, au même titre que les autres oiseaux marins, peuvent subir ces changements climatiques.

Une analyse modélisatrice, basée sur les données actuelles de 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 favorable et une réduction de leur superficie.

Une telle étude n'a jamais été réalisée sur les puffins à La Réunion (ni ailleurs dans le monde), mais il est possible que les deux espèces de puffins soient aussi concernées par de tels effets à long terme.

9. Phénomènes cycloniques

La Réunion est située dans une zone parcourue annuellement par des phénomènes météorologiques majeurs qui peuvent affecter directement les sites de reproduction des puffins et influencer les conditions de disponibilité alimentaire en mer. De plus, en conséquence du réchauffement climatique, la fréquence et l'intensité des cyclones pourraient augmenter. Ceux-ci représentent une menace pour les deux espèces de puffins par la destruction de leur habitat. À titre d'exemple, des épisodes de fortes pluies ont fait chuter de manière drastique le succès reproducteur des puffins du Pacifique en Australie (Tiller *et al.* 2013). Des effets similaires des cyclones sur le succès reproducteur ont également été montrés pour les pétrels de Barau (Juhasz 2014). Les épisodes cycloniques peuvent donc avoir un effet néfaste sur la dynamique des populations à long terme.

10. Pêche industrielle

10.a. 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 touche 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 pêches industrielle (palangre ou sennes) ou artisanale (pêche à la traîne) n'a été reporté sur les deux espèces de puffins 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 Procellariidés tropicaux, les puffins ne sont pas attirés par les engins de pêche en opération et ne sont pas menacés par cette cause de mortalité, pourtant catastrophique chez d'autres espèces d'oiseaux marins.

10.b. Surpêche

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

La pêche thonière industrielle, en particulier la pêche à la senne, engendre une situation de surexploitation de ces espèces de thons. 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 puffins. En effet, une diminution significative des effectifs de thons entraînerait une diminution de la disponibilité des proies épipelagiques des oiseaux marins, ce qui peut 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.

11. Pollution plastique

La pollution plastique des océans est un phénomène mondial mettant en jeu des concentrations élevées (jusqu'à 580 000 particules de plastique 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 % de toutes les 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 plastiques provoquerait l'obstruction de l'estomac, des blessures internes ou la mortalité par un transfert de toxines, ainsi qu'un potentiel effet sur la reproduction (Teuten *et al.* 2009 ; Lavers *et al.* 2014).

Une étude préliminaire conduite par l'UMR ENTROPIE et HydroRéunion a consisté à analyser les contenus stomacaux de puffins recueillis par la SEOR et morts en soin. Cette étude a montré que 30 % des puffins du Pacifique et 78 % des puffins tropicaux avaient des particules de plastiques dans leur tractus digestif (Cartraud 2016). Les plastiques retrouvés à l'intérieur des contenus stomacaux étaient principalement constitués de fibres, fragments durs et films. Ces premiers résultats sont très inquiétants et montrent d'une part que les habitats océaniques utilisés par les puffins sont pollués par le plastique (comme la plupart des secteurs océaniques mondiaux) et d'autre part que les puffins consomment ce plastique, soit directement, en le confondant avec des proies, soit indirectement, en consommant des proies ayant elles-mêmes ingéré du plastique (Cartraud 2016). Les conséquences à long terme de cette forme de pollution de la chaîne trophique ne sont actuellement pas connues.

12. Autres pollutions marines

12.a. Métaux lourds

Les données issues d'analyses faites sur des oiseaux collectés entre 2002 et 2004 montrent des taux relativement importants de mercure et de cadmium, 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).

12.b. Hydrocarbures

Bien qu'il n'y ait pas actuellement de preuve de cas de pollution provoquée par les hydrocarbures dans l'océan Indien, l'importance du trafic maritime régional rend cette forme de pollution hautement probable. Ce trafic maritime entraîne des dégazages chroniques pouvant provoquer de la pollution en surface par des hydrocarbures et donc de la mortalité des oiseaux marins, particulièrement sensibles à ce type de pollution.

12.c. Les 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). Cependant, aucune étude de l'effet de ces polluants sur les oiseaux marins n'a été effectuée à ce jour dans l'océan Indien.

13. Hiérarchisation des menaces

Les deux espèces de puffins de La Réunion doivent faire face à plusieurs menaces qui peuvent être hiérarchisées en fonction de l'impact négatif plus ou moins élevé qu'elles sont susceptibles d'avoir sur les populations (Tab. 16 et 17).

Les niveaux des menaces sont définis selon le classement établi ci-dessous :

- Critique : un facteur qui pourrait conduire à l'extinction de l'espèce dans les 20 années ou moins ;
- Élevée : un facteur qui pourrait conduire au déclin de plus de 20 % de la population en 20 ans ou moins ;
- Moyenne : un facteur qui pourrait conduire à un déclin inférieur à 20 % de la population sur des parties significatives de son aire de distribution en 20 ans ou moins ;
- Faible : un facteur qui affecte l'espèce seulement à un niveau local ;
- Inconnue : un facteur qui a des chances d'affecter l'espèce mais il n'est pas connu dans quelle proportion.



Un niveau de connaissances de ces menaces est également indiqué de la manière suivante :

0 : aucune étude n'a été menée sur le sujet à La Réunion et l'impact de la menace est donc inconnu ;

1 : des informations sur la menace sont disponibles mais l'impact est mal évalué ;

2 : la menace est avérée et bien connue, son impact a été évalué.

Tableau 16 : Hiérarchisation des menaces affectant le Puffin du Pacifique à La Réunion.

Menaces		Niveau de connaissances	Niveau de menace
Type	Origine		
Prédation par les chats errants	Anthropique	2	Élevée
Espèces végétales invasives	Anthropique	1	Élevée
Dérangement	Anthropique	1	Élevée
Pollution plastique	Anthropique	1	Élevée
Risques incendies	Anthropique	1	Élevée
Prédation par les rats	Anthropique	1	Élevée
Pollution lumineuse	Anthropique	2	Moyenne
Collisions	Anthropique	1	Moyenne
Braconnage	Anthropique	2	Moyenne
Compétition/Prédation par les tangués	Anthropique	1	Moyenne
Agents infectieux	Anthropique	1	Faible
Pêche industrielle	Anthropique	1	Faible
Changements climatiques globaux	Anthropique	0	Inconnue
Autres pollutions marines	Anthropique	0	Inconnue
Phénomènes cycloniques	Naturelle	0	Inconnue

Tableau 17 : Hiérarchisation des menaces affectant le Puffin tropical à La Réunion.

Menaces		Niveau de connaissances	Niveau de menace
Type	Origine		
Pollution lumineuse	Anthropique	2	Élevée
Collisions	Anthropique	1	Élevée
Pollution plastique	Anthropique	1	Élevée
Espèces végétales invasives	Anthropique	1	Élevée
Risque incendies	Anthropique	1	Élevée
Prédation par les rats	Anthropique	1	Supposée élevée
Prédation par les chats errants	Anthropique	0	Supposée moyenne
Pêche industrielle	Anthropique	1	Faible
Compétition/Prédation par les tangués	Anthropique	0	Supposée faible
Braconnage	Anthropique	0	Supposée faible
Agents infectieux	Anthropique	0	Inconnue
Changements climatiques globaux	Anthropique	0	Inconnue
Autres pollutions marines	Anthropique	0	Inconnue
Phénomènes cycloniques	Naturelle	0	Inconnue

B. Actions de conservation déjà réalisées

1. Aspects législatifs

Une partie des colonies de Puffin du Pacifique du sud de l'île sont intégrées à des ZNIEFF de type I et II, et l'îlot de Petite Île bénéficie d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotopie (APPB) qui en réglemente la fréquentation. De plus, certains territoires sont la propriété du Conservatoire du Littoral qui en organise la gestion ou la confie à d'autres structures gestionnaires (exemple : ONF).

La majorité des sites de reproduction du Puffin tropical est inscrite dans le cœur naturel du Parc National de La Réunion et bénéficie donc de la réglementation propre à cet espace protégé.

2. Lutte contre les mammifères introduits

Le chat haret étant connu comme prédateur des puffins du Pacifique et des pétrels de Barau à La Réunion, des actions de contrôle des populations ont été réalisées.

Sur le site de Grande Anse (commune de Petite Île), vingt cages ont été déployées d'août 2015 à février 2016, appâtées et armées chaque jour de semaine. Les chats errants capturés d'août 2015 à janvier 2016 ont été équipés de colliers GPS afin de suivre leurs déplacements, et ont été retirés du site lors de leur recapture. En février, une opération de captures à plus grande échelle a été menée afin de réduire significativement le nombre de chats errants sur le secteur. Tous les chats errants capturés étaient apportés chez le vétérinaire de Saint-Louis pour examen. L'examen comprenait la recherche d'une identification (collier, tatouage ou puce électronique), une évaluation d'adoptabilité et de l'état de santé. Après le délai réglementaire de 3 jours et en fonction des résultats des examens précités, les chats capturés étaient soit proposés à l'adoption (fourrière de Saint-Pierre), soit euthanasiés par le vétérinaire par injection létale. Ainsi, 35 chats errants ont été retirés du site (dont 15 chats suivis par GPS et 20 autres chats non suivis). Trois d'entre eux ont pu être adoptés, les autres n'étaient pas adoptables et ont été euthanasiés. Aucun chat de propriétaire n'a été capturé lors de cette opération (Le Corre & Faulquier 2016).

Aucune action spécifique aux colonies de puffins tropicaux n'a été menée concernant la lutte contre les prédateurs. Néanmoins, dans le cadre du programme européen LIFE+ en faveur des deux espèces de pétrels endémiques de l'île, de nombreuses actions de contrôle des chats dans les zones d'altitude sont réalisées et permettent de diminuer les densités de chats errants dans ces secteurs, ce qui bénéficie indirectement aux puffins tropicaux.

3. Réduction des impacts liés aux éclairages

3.a. Sauvetage des oiseaux et centre de soins

Depuis sa création en 1997, la SEOR a initié des campagnes de sauvetage des oiseaux signalés en difficulté sur l'ensemble de l'île de La Réunion. Grâce aux opérations de sensibilisation mises en œuvre, l'association a forgé un réseau de sauvetage qui permet aux particuliers ayant trouvé un oiseau de pouvoir le transmettre rapidement à la SEOR. Le réseau de sauvetage est composé de salariés chargés de la coordination, d'une centaine de points relais (casernes de pompiers, cliniques vétérinaires, gendarmeries, commissariats de police...) chargés de la prise en charge temporaire des oiseaux, et de nombreux bénévoles répartis sur toute l'île qui véhiculent les oiseaux recueillis (80 personnes impliquées en 2016).

Depuis 2009, un Centre De Sauvegarde de la Faune Sauvage répondant aux normes réglementaires, permet d'améliorer l'accueil et la gestion des oiseaux récupérés ; il comprend 36 m² de bâtis dédiés aux soins, 92 m² de volières extérieures dont une volière bassin pour la réhabilitation des oiseaux marins.

Ces actions ont permis de récupérer 14 528 puffins tropicaux et 348 puffins du Pacifique depuis 1996. Près de 90 % d'entre eux ont pu être sauvés et relâchés depuis le littoral.

Le Puffin tropical étant l'espèce la plus impactée par ce phénomène à La Réunion, les actions de sauvetage pourraient avoir contribué au maintien de sa population, comme le suggèrent Gineste *et al.* (2016).

3.b. Sensibilisation et communication

Les opérations de sauvetage des oiseaux échoués sont couplées à des actions de sensibilisation du public renouvelées chaque année (Le Corre *et al.* 2002 ; Salamolard *et al.* 2007). 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 populations de pétrels et puffins de La Réunion.

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

D'autre part, depuis 2003, des « Nuits sans Lumière » sont organisées chaque année 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). Cette opération a pour objectif de sensibiliser la population et les collectivités à la pollution lumineuse, à ses effets négatifs et aux moyens de la réduire. En 2016, 104 structures se sont impliquées dans cet événement et 118 manifestations ont été proposées. Cet événement a son site internet : www.nuitssanslumiere.re.

3.c. Diminution des éclairages nocifs

Depuis 2010, des projets de rénovation d'éclairages extérieurs ont été portés par 18 des 24 communes de La Réunion, les EPCI, des bailleurs sociaux, et des industriels, ainsi qu'au travers de mesures financières incitatives portées par EDF. Au total, les communes et EPCI ont réalisé le remplacement de plus de 3000 luminaires, ce qui correspond à moins de 5 % du parc public.

En 2016, l'ortho-photographie aérienne nocturne acquise couvre presque l'intégralité de La Réunion et l'interprétation des points lumineux est en cours d'étude via un stage. Il est déjà possible d'exploiter cet outil pour établir des relations entre les oiseaux échoués et géoréférencés et certaines sources lumineuses nocives.

En parallèle, le Parc National de La Réunion a organisé une formation sur les moyens techniques de réduction de la pollution lumineuse : elle était animée par un formateur de l'Association Nationale de Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne (ANPCEN) et a réuni plus de 70 participants.

Une étude faite par le CEREMA sur commande de la DEAL Réunion est en cours de finalisation. Cette étude comprend à la fois un diagnostic des types d'éclairages à La Réunion et des fiches techniques d'amélioration des éclairages polluants. L'Université de La Réunion, en collaboration avec le programme LIFE+ Pétrels, a mené une analyse pour cartographier les couloirs préférentiels d'envol des jeunes pétrels de Barau. Cette même méthode pourrait être appliquée aux puffins.

D'autre part, une analyse des images satellitaires vient d'être développée et permet de mesurer le volume de lumière polluante (perçue dans le ciel) de l'ensemble de l'île. Cette méthode permettra de mesurer les évolutions dans le temps des lumières polluantes. Par exemple, elle a pu mesurer, la diminution de pollution lumineuse pendant l'opération des Nuits sans Lumière en 2016, soit de 4,5 à près de 30 % en moins, selon les communes (Levi-Funck *et al.* 2017).

4. 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 Réunion.

À partir de 2013, un plan pluriannuel (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 à réaliser par différentes structures (BNOI : agents ONCFS, PNRun, ONEMA/AFB, ONF, PNRun, DEAL Réunion, DAAF, officiers de police judiciaire : Gendarmerie, Police Nationale, Police Municipale) dont les actions de police de l'environnement représentent une part plus ou moins grande de leurs missions.

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 rencontrées lors des procédures de police administrative et judiciaire.

5. Restauration d'habitats

Depuis 2012, des travaux de restauration de l'habitat sont menés par l'association Nature Océan Indien (NOI), dans le cadre du PNA en faveur du Gecko vert de Manapany *Phelsuma inexpectata*, espèce endémique protégée et en danger critique d'extinction. Ces travaux concernent un secteur de falaises littorales de Petite Île, nommé Cap Devot, qui abrite l'une des dernières populations du Gecko vert de Manapany ainsi qu'une partie de la colonie de Puffin du Pacifique. Les actions consistent à lutter contre les espèces végétales envahissantes et à planter des espèces indigènes afin de restaurer l'habitat (Créchet & Sanchez 2016). De plus, un programme financé par le FEDER (Fonds Européen de Développement Économique Régional) intitulé « Restauration d'habitats naturels littoraux accueillant des populations de Gecko vert de Manapany, de Puffin du Pacifique et de Noddi brun », porté par le Conservatoire du Littoral, va être initié début 2018 et vise à augmenter la surface restaurée sur ce même secteur.

6. Analyse des risques de collisions

Une analyse spatiale des risques de collision des oiseaux marins nocturnes sur les infrastructures urbaines et industrielles a été réalisée dans le cadre de la thèse de Benoît 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, etc.) a été évaluée en termes d'aléa de collision : plus il y a d'infrastructures, plus l'aléa est important (Fig. 37).

Le produit de ces deux indices représente le risque qu'une collision ait lieu (vulnérabilité x aléa = risque). Cette démarche a permis de calculer un indice de risque pour chaque carré de 1 km² de l'île (Fig. 38).

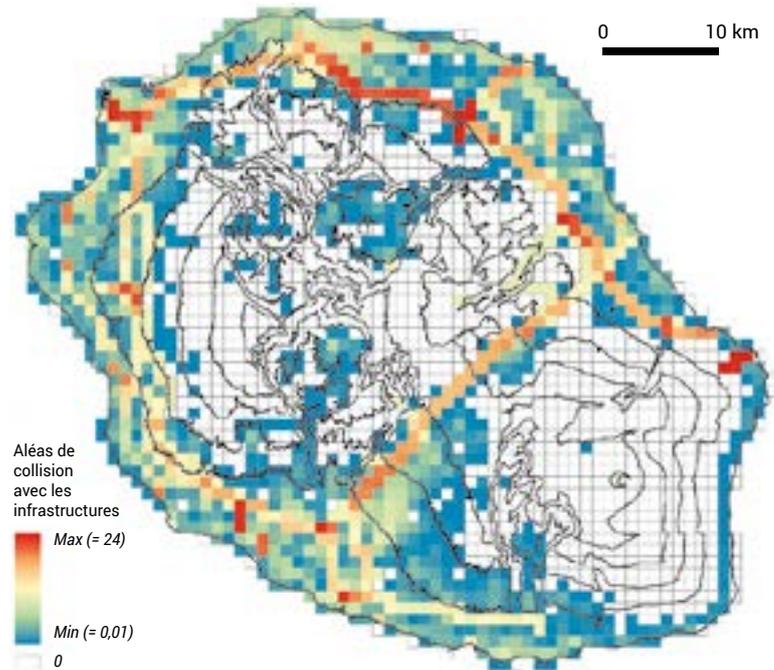


Figure 37 : Carte des aléas de collision avec les infrastructures. (Source : Gineste 2016).

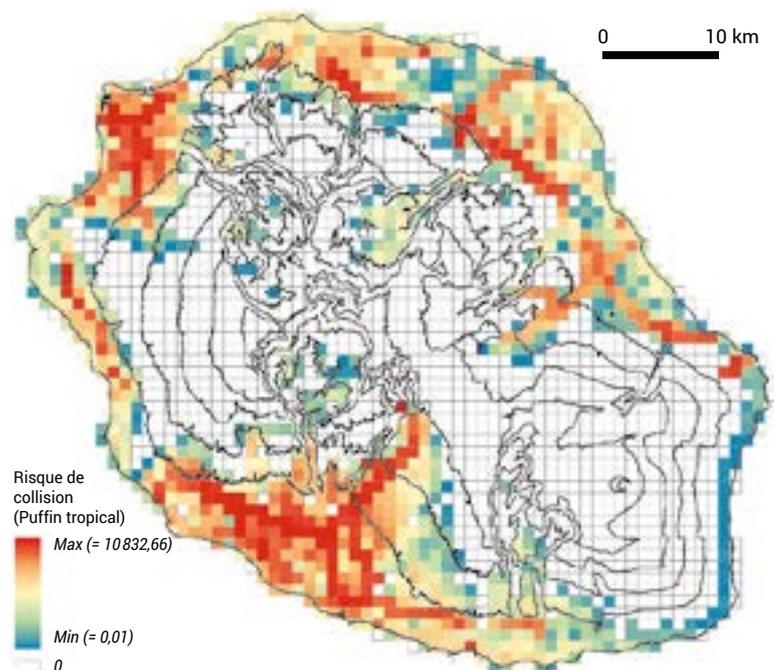


Figure 38 : Carte de l'indice de risque de collision pour le Puffin tropical (Source : Gineste 2016).



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.). La carte des flux permet en outre de définir des couloirs de vol particulièrement importants où devraient être évitées les infrastructures hautes ou à risque (câbles notamment).

7. Action de recherche appliquée : suivi acoustique des colonies

Une campagne de prospection acoustique automatisée a été testée pendant la saison de reproduction 2016-2017 afin d'évaluer l'intérêt de cette méthode pour le monitoring des colonies de puffins : 5 stations automatiques d'écoute (SM4) ont été déployées pendant 1 semaine chacune dans 24 sites différents de la Rivière des Pluies, de la ravine de la Grande Chaloupe et de la Ravine à Jacques entre décembre 2016 et février 2017. Les enregistrements ont, par la suite, été analysés manuellement et à l'aide d'un logiciel de détection automatique des vocalisations. Les résultats montrent que l'acoustique automatisée est beaucoup plus efficace pour détecter des colonies et quantifier les vocalisations qui constituent un indicateur de la taille des colonies (Dicque & Lopez 2017). Ce résultat est important pour la mise en place de protocoles standardisés de suivi des colonies de puffins dans l'île.

C. Aspects économiques et culturels

1. Aspects économiques

Les oiseaux marins, y compris les puffins, ont une valeur économique importante dans certains pays : à Madagascar par exemple, les puffins représentent une source de nourriture, et aux Seychelles, ils sont valorisés via un développement important de l'écotourisme.

À La Réunion, aucune des deux espèces de puffins ne représente un apport économique local. Cependant, la plage de Grande Anse est un site touristique relativement fréquenté qui attire un nombre important de touristes et de Réunionnais. Le développement d'activités éco-touristiques, dont les puffins pourraient constituer un élément, pourrait être envisagé, à condition d'être accompagné d'actions de communication ciblées et d'une réglementation adaptée.

2. Aspects culturels

Du fait de leurs mœurs nocturnes à terre, de l'inaccessibilité des sites de nidification, et du peu de communication réalisée sur ces espèces comparées aux pétrels endémiques de l'île, les deux puffins sont relativement peu connus de la population réunionnaise, et sont parfois confondus avec les pétrels. Les chants nocturnes des pétrels et des puffins sont associés à une croyance populaire faisant référence à la légende de « Gran Mer Kalle » : cette sorcière est connue en partie pour enlever les enfants à la nuit tombée et les emmener dans les montagnes. Les chants des pétrels et des puffins qui ressemblent à des pleurs d'enfants sont à l'origine de cette croyance, et les habitants des cirques de l'île connaissent bien ces espèces. Leur valeur patrimoniale et culturelle est donc importante à La Réunion.

D. Recensement de l'expertise mobilisable en France et à l'étranger

Il existe de nombreux experts dans le monde qui travaillent sur l'écologie ou la conservation des puffins. Nous proposons ici une liste non exhaustive de certains de ces experts qui peuvent être sollicités :

- À La Réunion : David Ringler et Benoît Gineste (TAAFs)
- En France : Vincent Delcourt (BIOTOPE), Christophe Barbraud (Centre d'Études Biologiques de Chizé)
- En Espagne : Airam Rodríguez (Station biologique de Donana)
- Aux Seychelles : Gérard Rocamora (University of Seychelles)
- En Australie : Brad Congdon (James Cook University), Jane Younger (University of Tasmania).

4. BESOINS ET ENJEUX DE LA CONSERVATION DES ESPÈCES ET DÉFINITION D'UNE STRATÉGIE



Baguage d'un puffin du Pacifique sur colonie (© L. Faulquier).



A. Récapitulatif des besoins optimaux des espèces

Les conditions préalables à la conservation des deux espèces de puffins à La Réunion sont les suivantes :

- Absence de prédateurs terrestres introduits sur les sites de reproduction des espèces ;
- Diminution de la pollution lumineuse entre les sites de reproduction et l'océan ;
- Absence d'infrastructures sur les voies d'accès aux sites de reproduction ;
- Maintien des habitats favorables de reproduction ;
- Disponibilité alimentaire tout au long de l'année, y compris sur les zones d'hivernage ;
- Maintien des habitats favorables.

B. Stratégie globale

Les objectifs principaux du plan sont les suivants :

- Engager des actions de recherche et de conservation pour améliorer les connaissances sur les deux espèces de puffins de La Réunion ;
- Engager des actions de conservation afin de sécuriser les populations ;
- Développer la communication et la sensibilisation sur les espèces et les menaces qui les affectent.

L'ensemble des mesures prévues doivent permettre d'améliorer les connaissances sur l'état des populations de puffins de La Réunion, et d'empêcher le déclin local des deux espèces.

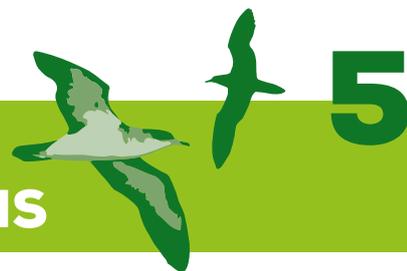
C. Implication du plan dans les stratégies nationales et régionales de protection de la biodiversité

Le Plan de conservation des puffins de La Réunion s'inscrit 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). Les actions du plan sont également en accord avec la Stratégie de lutte contre les espèces invasives à La Réunion et le Plan POLMAR.

Certaines actions prévues dans ce plan concernent également les deux autres espèces de Procellariidés se reproduisant à La Réunion. Le Pétrel noir de Bourbon bénéficie déjà d'un Plan National d'Actions (Riethmuller *et al.* 2012). Le Pétrel de Barau bénéficie d'un Plan de conservation datant de 2008, évalué en 2017 et en cours d'actualisation (Faulquier *et al. in prep.*).

Il s'agira donc de mutualiser les moyens des projets en faveur de ces quatre espèces, et de travailler en concertation avec tous les partenaires concernés par les problématiques communes.

5. STRATÉGIE POUR LA DURÉE DU PLAN : OBJECTIFS ET ACTIONS





A. Durée du plan

Le Plan de conservation des puffins de La Réunion est prévu pour une durée de dix années, de 2018 à 2027. À l'issue de cette période, un bilan final du plan devra être réalisé, suivi de son évaluation.

B. Définition du rôle des partenaires

1. Le comité de pilotage

Pour la mise en œuvre et la bonne exécution du plan, un Comité de Pilotage (COFIL) prendra le relais du Comité de Suivi ayant participé à l'élaboration du document.

Le COFIL constitue l'organe de décision stratégique et budgétaire du plan et se réunit au moins une fois par an et a pour missions :

- La définition des actions prioritaires à mettre en œuvre, leur ajustement le cas échéant ;
- Le suivi et l'évaluation de la réalisation et des moyens financiers du plan ;
- L'évaluation du plan.

Le COFIL est composé au minimum de :

- La DEAL coordinatrice : elle est en charge du suivi de la mise en œuvre du plan, et est responsable du choix de l'opérateur/animateur ;
- L'opérateur/animateur du plan (désigné par la DEAL) ;
- Les représentants scientifiques et les représentants des associations de protection de la nature ;
- Les représentants des établissements publics particulièrement impliqués dans la conservation des espèces ;
- Les représentants des financeurs potentiels.

D'autres intervenants pourront éventuellement être sollicités au cas par cas pour des actions spécifiques.

2. L'animation du plan

L'animateur du plan est désigné par la DEAL coordinatrice une fois le plan élaboré. Il doit s'assurer de la bonne mise en œuvre des actions en apportant son concours autant que de besoin aux pilotes et partenaires associés des actions. Il est chargé du suivi du plan et de l'élaboration des rapports d'activités, qui doivent inclure une analyse de l'efficacité des actions.

Pour chaque action du plan, un pilote est désigné. Il rend compte de l'action et est responsable de la mobilisation des fonds nécessaires, en lien avec l'animateur du plan.

C. Suivi et évaluation du plan

1. Bilan annuel et bilan final

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 sera rédigé par l'animateur du plan, et sera présenté devant le COFIL lors de sa réunion annuelle.

Ce bilan devra contenir :

- Une synthèse des actions mises en œuvre ;
- Le niveau de réalisation des actions (100 % : réalisé, 75 % : avancé, 50 % : partiellement réalisé, 25 % : engagé), et, le cas échéant, les raisons de 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 COPIL 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 final technique et financier devra également être réalisé à l'issue des dix années de la mise en œuvre du plan. Il sera réalisé par l'animateur du plan, sous le contrôle de la DEAL coordinatrice.

2. Évaluation du plan

En complément du bilan final, l'évaluation d'un plan a pour objectif de mesurer, à terme, l'efficacité des actions, à l'aide notamment d'indicateurs fixés en conséquence pour chaque action.

Les indicateurs de suivis formulés pour chacune des actions du plan serviront de base à son évaluation. La liste n'est pas exhaustive et le COPIL pourra définir des indicateurs complémentaires.

L'évaluation aboutit à la rédaction d'un rapport final faisant état d'une analyse des résultats des actions. Elle doit permettre au maître d'ouvrage de statuer sur l'efficacité des actions entreprises, sur la nécessité ou non de les reconduire et de les ajuster.

L'évaluation de ce plan devra être réalisée en 2028 et devra présenter l'ensemble des bilans, intégrant :

- 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.

D. Objectifs spécifiques

La mise en œuvre de ce plan visera à répondre à 7 objectifs spécifiques :

Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan

Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins

Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur les espèces

Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur les espèces

Objectif n° 5 : Limiter l'impact des menaces

Objectif n° 6 : Sensibiliser/communiquer sur les puffins aux échelles locale et internationale

Objectif n° 7 : Mesurer les effets des actions de conservation et de communication

Ces objectifs se déclinent en 43 actions à mettre en œuvre pour les atteindre (Tab. 18).



Tableau 18 : Synthèse des objectifs spécifiques et actions à mettre en œuvre.

OBJECTIFS ET ACTIONS	PRIORITÉ
Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan	
Action 1.1 Assurer la coordination et le suivi de la mise en œuvre du plan	1
Action 1.2 Diffuser et valoriser le plan	1
Action 1.3 Assurer le financement des actions du plan	1
Action 1.4 Assurer la formation des agents impliqués dans les actions	2
Action 1.5 Créer un site internet sur le Plan de conservation des puffins	2
Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins	
Action 2.1 Améliorer la prise en compte des espèces de Procellariidés dans les projets d'aménagements	1
Action 2.2 Améliorer la réglementation sur les moyens de lutte contre les prédateurs introduits	2
Action 2.3 Renforcer les moyens de police de la nature	2
Action 2.4 Élaborer un guide de conservation des colonies de Puffin du Pacifique du sud de l'île	1
Action 2.5 Faire reconnaître le statut de protection des puffins de La Réunion par l'Europe	2
Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur les espèces	
Action 3.1 Pérenniser le suivi démographique du Puffin du Pacifique	2
Action 3.2 Mettre en place un suivi démographique du Puffin tropical	2
Action 3.3 Monitoring acoustique et radar de la population de Puffin tropical	2
Action 3.4 Rechercher et cartographier les autres colonies de puffins et modéliser les habitats de reproduction	3
Action 3.5 Étudier le niveau de connectivité des populations de puffins à l'échelle locale et régionale	3
Action 3.6 Étudier la vision des Procellariidés en rapport avec l'attractivité des éclairages	3
Action 3.7 Développer une base de données pour centraliser les informations sur les Procellariidés	2
Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur les espèces	
Action 4.1 Étudier les prédateurs et compétiteurs introduits sur les colonies et leurs impacts	1
Action 4.2 Étudier l'impact des invasions biologiques végétales sur les habitats de reproduction des puffins	2
Action 4.3 Évaluer les proportions des populations impactées par la pollution lumineuse	1
Action 4.4 Étudier les niveaux d'exposition aux pollutions marines	2
Action 4.5 Étudier la phase marine et les menaces qui pèsent sur les espèces pendant cette phase	2
Action 4.6 Évaluer les risques liés aux ectoparasites et aux agents pathogènes	3
Action 4.7 Évaluer l'impact des collisions	2
Objectif n° 5 : Limiter l'impact des menaces sur les espèces	
Action 5.1 Mettre en œuvre un protocole de contrôle des chats sur les colonies de Puffin du Pacifique	1
Action 5.2 Mettre en œuvre un protocole de dératisation des colonies de Puffin du Pacifique	1
Action 5.3 Gérer l'errance animale en périphérie des colonies de Puffin du Pacifique	1
Action 5.4 Encadrer la fréquentation à proximité des colonies de Puffin du Pacifique	3
Action 5.5 Améliorer la gestion des déchets sur les sites proches des colonies de puffins	1
Action 5.6 Restaurer les habitats de reproduction des puffins	1
Action 5.7 Restaurer l'îlot de Petite Île	3
Action 5.8 Étudier la faisabilité d'un enclos anti-prédateurs littoral sud	3
Action 5.9 Prévenir et réduire le risque incendies	1
Action 5.10 Pérenniser et optimiser le réseau de sauvetage des oiseaux marins	1
Action 5.11 Réduire la pollution lumineuse	1
Action 5.12 Tester et identifier des dispositifs efficaces d'évitement et de réduction du risque collision	2
Objectif n° 6 : Sensibiliser le grand public	
Action 6.1 Créer et diffuser des supports de communication	2
Action 6.2 Organiser et participer à des événements à destination du scolaire et du grand public	2
Action 6.3 Communiquer à l'international	2
Action 6.4 Réaliser un documentaire sur les puffins de La Réunion	2
Objectif n° 7 : Évaluer les effets des actions de conservation et de communication	
Action 7.1 Étudier la survie et le recrutement des oiseaux issus des opérations de sauvetage	1
Action 7.2 Évaluer les effets des actions de conservation menées sur colonies	1
Action 7.3 Évaluer l'impact des actions de communication sur le grand public	2

E. Actions à mettre en œuvre

Les actions à mettre en œuvre sont décrites dans des fiches actions synthétiques présentant les rubriques suivantes :

- Domaine d'action (Juridique, Étude, Développement, Protection, Communication) ;
- Niveau de priorité de l'action : les degrés de priorités sont définis de 1 (la plus forte) à 3 (la plus faible) ;
- Espèce(s) concernée(s) ;
- Contexte de l'action : description générale intégrant une justification de l'action ;
- Description de l'action : nature des opérations à réaliser (mode opératoire simplifié) ;
- Indicateurs de suivi ;
- Actions associées ;
- Pilote pressenti de l'action (quand celui-ci est connu) ;
- Partenaires potentiels : liste non exhaustive des partenaires techniques et financiers pouvant être mobilisés pour la mise en œuvre ;
- Estimation en moyens humains et financiers : coûts estimés de l'action ;
- Calendrier : planification de l'action définie sur la durée du plan, de 2018 à 2027.

Note sur l'estimation des coûts : Pour des raisons de simplification, les coûts en temps de travail (Équivalent Temps Plein : ETP) des différentes actions sont estimés selon un coût moyen journalier de 400 euros / jours. 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.

**1. Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan**

ACTION 1.1		Assurer la coordination et le suivi de la mise en œuvre du plan		Priorité						
				1	2	3				
Domaine	Communication									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	<p>L'animation et le suivi du plan sont indispensables pour sa bonne mise en œuvre, ainsi que pour la réalisation du bilan à l'issue des 10 années.</p> <p>La DEAL Réunion, pour le compte du Ministère en charge de l'Écologie, assure la coordination du plan en s'appuyant sur un animateur désigné pour réaliser le suivi et la mise en œuvre des actions, intégrant des missions de concertation, de pilotage et de recherches de financement.</p> <p>Le Comité de pilotage (COFIL) 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, de répartir les budgets disponibles, de s'assurer de la mise en œuvre des actions du plan, ainsi que de la coordination des programmes de conservation.</p>									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Création du Comité de pilotage : La composition du COFIL est proposée dans le plan. Il prend le relais du Comité de suivi du plan et intervient dans la phase de mise en œuvre du plan. - Animation du Comité de pilotage : Le COFIL est réuni par la DEAL Réunion au moins une fois par an. L'animateur doit lui présenter l'avancement du plan et la planification de la suite des actions. 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution du Comité de pilotage - Nombre de réunions du COFIL organisées annuellement - Comptes-rendus des réunions - Rapports d'activités annuels de l'animateur du plan 									
Action(s) associée(s)	Ensemble des actions du plan									
Pilote pressenti	DEAL Réunion (coordinateur) et animateur du plan									
Partenaires potentiels	Services de l'État, collectivités, organismes de recherche, associations.									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (10 jours /an) 40 000 € ▪ Autres coûts : 5 000 € <p>Coût total : 45 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan

ACTION 1.2		Diffuser et valoriser le plan								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Communication											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical											
Contexte	Une diffusion du plan auprès d'un large public est nécessaire pour une prise de connaissance de ce document et des actions proposées. Cette démarche permettra de valoriser le plan et de favoriser son appropriation par l'ensemble des acteurs et parties prenantes, et ainsi de garantir une conservation optimale des espèces de puffins à La Réunion.											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Information et communication sur l'avancée du plan auprès des acteurs et partenaires : Une information régulière sera faite sur l'avancée du plan et les résultats obtenus, en direction des acteurs et partenaires associés au plan. Ainsi, en plus des Comités de pilotage, une réunion d'information annuelle sera faite pour ces différents acteurs et partenaires. - Diffusion d'une plaquette de communication : La plaquette d'information du plan résumant le contenu du plan sera diffusée auprès d'un large public, incluant les acteurs, décideurs et partenaires, sous format papier (500 exemplaires), et sous format numérique (sur les sites internet des acteurs). 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de réunions d'information organisées - Diffusion de la plaquette 											
Action(s) associée(s)	Ensemble des actions du plan											
Pilote pressenti	DEAL Réunion (coordinateur) et animateur du plan											
Partenaires potentiels	Services de l'État, collectivités, organismes de recherche, associations, structures spécialisées dans la communication et le graphisme.											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (5 j/an) 20 000 € ▪ Autres coûts : 5 000 € (impressions) Coût total : 25 000 €											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		



Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan

ACTION 1.3		Assurer le financement des actions du plan								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Développement											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical											
Contexte	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 du coordinateur et du Comité de pilotage, doit trouver ou pérenniser les financements des actions identifiées dans le plan.											
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 du 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, etc.) - Financements privés type mécénat (entreprises, fondations) - Financements en lien avec les évolutions réglementaires et avec les possibilités offertes via la compensation écologique des projets, plans et programmes, « impacts non prévus » ou « préjudice écologique » - Développement de partenariats avec les organismes de recherche, demandes de bourses de thèses 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'actions/projets financés - Nombre de partenaires financiers - Montant total des financements obtenus - Durée des financements 											
Action(s) associée(s)	Ensemble des actions du plan											
Pilote pressenti	DEAL Réunion (coordinateur) et animateur du plan											
Partenaires potentiels	Comité de pilotage, Europe, Services de l'État, Conseil Régional, Conseil Départemental, organismes de recherche, associations, collectivités, partenaires privés, établissements publics, etc.											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (12,5 j/an) 50 000 € <p>Coût total : 50 000 €</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan

ACTION 1.4 Assurer la formation des agents impliqués dans les actions		Priorité									
		1	2	3							
Domaine	Animation										
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon										
Contexte	<p>Les pétrels et puffins nichent dans des sites parfois difficiles d'accès, voire dangereux. De plus, leur étude et leur conservation nécessitent des compétences techniques particulières. Le personnel qui interviendra dans les actions prévues devra donc être formé aux méthodes et techniques utilisées. Des sessions de formation seront prévues durant toute la durée du plan une année sur deux.</p> <p>Ces formations permettront à la fois de former de nouveaux agents, et éventuellement de ré-actualiser les connaissances et la maîtrise des techniques de tous les agents impliqués dans les actions.</p>										
Description de l'action	<p>Plusieurs types de formations du personnel seront dispensées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sécurité en montagne et premiers secours (5 jours) : dispensée par le Parc National de La Réunion et un prestataire extérieur - Manipulation et baguage des oiseaux (5 jours) : dispensée par l'Université de La Réunion et le Parc National de La Réunion - Soins des oiseaux échoués (2 jours) : dispensée par la SEOR - 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) 										
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de formations organisées - Nombre d'agents formés 										
Action(s) associée(s)	Ensemble des actions du plan										
Pilote pressenti	Animateur du plan										
Partenaires potentiels	Parc National de La Réunion, Université de La Réunion, SEOR, ONCFS/BNOI										
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (25 j/an) 50 000 € ▪ Autres coûts : 10 000 € <p>Coût total : 60 000 €</p>										
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
	■		■		■		■		■		



Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan

ACTION 1.5	Créer un site internet sur le Plan de conservation des puffins		Priorité							
			1	2	3					
Domaine	Communication									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	La création d'un site internet spécifique au plan de conservation des puffins permettrait de faire connaître à un large public ainsi qu'aux décideurs les enjeux de la conservation des espèces ainsi que les actions menées pour leur protection. La possibilité de mutualiser ce site internet avec celui du projet LIFE+ Pétrels sera étudiée en concertation avec les partenaires du LIFE+ Pétrels. Cette nouvelle interface pourrait être dédiée de manière plus générale aux Procellariidés de La Réunion.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Création et conception du site : Cette phase sera réalisée par une structure spécialisée en graphisme et communication (sous forme de prestation). - Maintenance et alimentation du site : Un tel site nécessite une maintenance et une alimentation constante, réalisée en priorité par l'animateur du plan avec l'aide des partenaires des actions. 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en ligne du site internet - Nombre de visiteurs 									
Action(s) associée(s)	Ensemble des actions du plan									
Pilote pressenti	Animateur du plan									
Partenaires potentiels	SEOR, Parc National de La Réunion, DEAL Réunion, ONF, AVE2M, CDL, ONCFS/ BNOI, Université de La Réunion									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (40 j pour la conception puis maintenance) 20 000 € ▪ Autres coûts : 10 000 € Coût total : 30 000 €									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

2. Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins

ACTION 2.1		Améliorer la prise en compte des espèces de Procellariidés dans les projets d'aménagements								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Juridique											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon											
Contexte	L'urbanisation grandissante réduit et modifie l'habitat des oiseaux marins, et certains aménagements réalisés à proximité des colonies ou sur les voies de passage (corridors) des pétrels et puffins peuvent engendrer des problèmes de collisions souvent fatals pour ces oiseaux, associés au phénomène d'attraction lumineuse. Afin d'éviter ces phénomènes entraînant la mortalité des oiseaux marins, il est indispensable d'améliorer la prise en compte des espèces dans les projets d'aménagements.											
Description de l'action	Intégrer les préconisations et recommandations relatives aux différentes menaces connues (éclairages, collisions, errance animale...) dans les différents documents d'aménagement (SAR, SCOT, PLU, schémas directeurs divers) et l'ensemble des dossiers et pièces relatifs aux projets d'aménagements potentiellement impactant et dans l'ensemble des phases de conception et de réalisation des projets d'aménagement : évaluations environnementales, arrêtés d'autorisation associés, intégration de clauses spécifiques dans les marchés et procédures de travaux, mesure de suivi de mise en œuvre.											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - 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 des prescriptions dédiées, qualité et efficacité de celles-ci 											
Action(s) associée(s)	5.10, 5.12											
Pilote pressenti	DEAL Réunion et animateur du plan											
Partenaires potentiels	Collectivités locales, élus locaux et AMDR, Université de La Réunion, Parc National de La Réunion, SEOR, EDF, ADEME, Structures spécialisées, CEREMA, ANPCEN.											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (12,5 j/an) 50 000 € ▪ Autres coûts : 10 000 € Coût total : 60 000 €											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	



Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins

ACTION 2.2		Améliorer la réglementation sur les moyens de lutte contre les prédateurs introduits								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Protection											
Espèce(s) concernée(s)	Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon, Puffin du Pacifique, Puffin tropical											
Contexte	<p>Le 6 février 2017, la Préfecture de La Réunion a fait évoluer la réglementation sur les chats errants prédateurs de pétrels et puffins, en prenant un arrêté préfectoral autorisant le Parc National de La Réunion à réguler ces populations de chats sur les sites de nidification selon 3 méthodes de lutte :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation de cages-pièges suivie d'euthanasie sans délai - L'utilisation de pièges létaux CONIBEAR KILL TRAP et TIMMS KILL TRAP - L'empoisonnement par un biocide autorisé <p>Un recours contre cet arrêté a été déposé auprès du Tribunal administratif de La Réunion par l'association One Voice. L'instruction est en cours.</p>											
Description de l'action	À la suite du jugement au fond par le Tribunal, il conviendra d'adapter cet arrêté préfectoral.											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien et/ou adaptation de l'arrêté préfectoral - Nombre de chats capturés selon ces nouvelles méthodes 											
Action(s) associée(s)	5.1, 5.3											
Pilote pressenti	DEAL Réunion											
Partenaires potentiels	PNRun, Préfecture de La Réunion / Pôle juridique interministériel, Ministère de l'Agriculture / DAAF Réunion, Ministère de l'Écologie											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temps de travail : variable et non chiffré en raison de l'incertitude du contexte juridique <p>Coût total : inconnu</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		

Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins

ACTION 2.3		Renforcer les moyens de police de la nature								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Protection											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon											
Contexte	<p>Les moyens actuels de police de la nature à La Réunion doivent être renforcés et pérennisés afin de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faciliter les actions de répression afin de lutter contre le manque de respect de la réglementation tels que les actes de braconnage, le dérangement, le rejet des déchets dans la nature, etc. - Renforcer la surveillance par la présence des agents assermentés sur les sites sensibles - Renforcer la sensibilisation et l'information du grand public 											
Description de l'action	Les objectifs décrits ci-dessus nécessitent de renforcer les moyens humains et financiers des structures de police de la nature (BNOI, ONF, PNRun... etc.). Le recrutement et la formation d'au moins 2 nouveaux agents spécifiquement dédiés aux missions liées à la protection des puffins doivent être favorisés. La recherche et l'obtention de fonds supplémentaires seront donc indispensables.											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nouveaux financements acquis - Nombre de nouveaux agents assermentés 											
Action(s) associée(s)	1.4, 3.1, 3.2, 4.1, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5											
Pilote pressenti	DEAL Réunion											
Partenaires potentiels	ONCFS/BNOI, AFB, ONF, PNRun											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (20 j/an) 80 000 € <p>Coût total : 80 000 €</p> <p>N.B. : ce coût est une estimation de la part de temps de police de la nature qui pourrait être allouée à la conservation des puffins.</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		



Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins

ACTION 2.4		Élaborer un guide de conservation des colonies de Puffin du Pacifique du sud de l'île								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Protection											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique											
Contexte	<p>Les plus importantes colonies de Puffin du Pacifique actuellement connues à La Réunion sont situées sur les falaises littorales du sud de l'île, s'étalant du site de Terre Rouge, à l'ouest, jusqu'à Saint-Joseph, à l'est.</p> <p>Un guide de conservation de ces colonies permettrait de décrire et planifier les actions spécifiques à mettre en œuvre sur ces sites, afin de limiter les impacts des diverses menaces et de mieux protéger ces colonies. Ce document intégrera les actions 3.1, 4.1, 5.1 à 5.6 et 5.8 déjà incluses à ce plan ainsi que des préconisations supplémentaires.</p> <p>Cette zone littorale accueille également les dernières populations de Gecko vert de Manapany <i>Phelsuma inexpectata</i>. Les actions menées en faveur des puffins pourront bénéficier à cette espèce endémique et en danger critique d'extinction, qui fait déjà l'objet d'un PNA.</p>											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Rédaction du document intégrant les sections suivantes (à titre d'exemple) : Description du site, enjeux et objectifs, plan d'actions et désignation des opérateurs, budget et calendrier, etc. - Concertation avec les parties prenantes - Validation et édition du document 											
Indicateurs de suivi	Édition du document											
Action(s) associée(s)	3.1, 4.1, 5.1 à 5.6, et 5.8											
Pilote pressenti	CDL											
Partenaires potentiels	Communes de Saint-Pierre, Petite Île, Manapany-les-Bains et Saint-Joseph, DEAL Réunion, CBNM, ONF, Association NOI, SEOR, ONCFS/BNOI, Université de La Réunion											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (50 j) 20 000 € ▪ Autres coûts (Mise en page et impression) : 1 000 € <p>Coût total : 21 000 €</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■											

Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins

ACTION 2.5	Faire inscrire les puffins de la Réunion dans la liste des espèces protégées de l'union européenne		Priorité							
			1	2	3					
Domaine	Juridique									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	Le Puffin du Pacifique et le Puffin tropical ne sont actuellement pas protégés par la réglementation européenne, ce qui restreint leur protection et les moyens de financement des actions de conservation car certains financements européens ne s'appliquent qu'aux espèces inscrites sur les listes des espèces protégées d'Europe (exemple Directive Oiseaux)									
Description de l'action	Mobilisation et lobbying pour obtenir l'intégration des deux espèces de puffins dans la liste des espèces protégées de l'UE									
Indicateurs de suivi	Intégration des deux espèces dans la liste des espèces protégées de l'UE									
Action(s) associée(s)	1.3, 1.5									
Pilote pressenti	SEOR									
Partenaires potentiels	<ul style="list-style-type: none"> - Associations de protection de l'environnement des DOM - À La Réunion : DEAL Réunion, Préfecture, députés locaux et européens, ARB (Agence Réunionnaise de la Biodiversité) - En France : LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux), MEED, AFB, UICN, FNE (France Nature Environnement) 									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (8,3 j/an) 10 000 € ▪ Autres coûts (billets d'avion) : 5 000 € Coût total : 15 000 €									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■							

**3. Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur l'espèce**

ACTION 3.1 Pérenniser le suivi démographique du Puffin du Pacifique		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique									
Contexte	<p>Les colonies de Puffin du Pacifique du sud de l'île sont accessibles et font l'objet d'un suivi depuis 2000 qui a été rendu systématique et régulier depuis 2015. Des nids ont été marqués et géo-référencés, et leur contenu est vérifié tout au long de la saison. Le suivi de ce site doit être pérennisé afin de mesurer sur le long terme les paramètres démographiques de l'espèce ainsi que la dynamique de la population.</p> <p>Selon l'accessibilité des colonies identifiées grâce à l'action 3.3, il serait intéressant de réaliser le même type de suivi sur un deuxième site d'étude (côte nord ou intérieur de l'île).</p> <p>Les données acquises permettront également de mesurer les effets des actions de conservation menées (ex : Action 5.1 Contrôle des chats).</p>									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Relevé du contenu des nids au minimum 3 fois dans la saison : en début de reproduction (novembre), après l'éclosion (janvier) et avant l'envol des jeunes (avril) - Bagueage (ou contrôle) des individus - Analyse des données 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de colonies suivies - Nombre d'individus bagués et contrôlés - Rapports de suivis et résultats associés 									
Action(s) associée(s)	3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 4.1 à 4.6, 5.1 à 5.7, 7.1, 7.2									
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)									
Partenaires potentiels	PNRun, SEOR, ONCFS/BNOI, CDL, Association NOI, autres laboratoires de recherche, structures spécialisées									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (25 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts (matériel, logistique) : 20 000 € <p>Coût total : 120 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur l'espèce

ACTION 3.2		Mettre en place un suivi démographique du Puffin tropical								Priorité	
										1	2
Domaine	Étude										
Espèce(s) concernée(s)	Puffin tropical										
Contexte	<p>Les colonies de Puffin tropical de La Réunion ont été cartographiées dans le cadre d'une thèse de doctorat (Gineste 2016). Cependant, en raison de la difficulté d'accès de ces colonies, aucune n'a fait l'objet d'un suivi démographique.</p> <p>Le développement de moyens logistiques pourrait permettre d'accéder à une colonie d'étude et des connaissances scientifiques sur l'espèce pourraient donc être acquises.</p>										
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Prospections de terrain pour l'identification d'une colonie accessible - Suivi sur colonies : Marquage des nids, relevé régulier du contenu des nids, baguage des individus 										
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de nids suivis - Nombre d'individus bagués et contrôlés - Rapports de suivis et résultats associés 										
Action(s) associée(s)	3.4, 3.5, 3.6, 4.1, 4.2, 4.5, 4.6, 5.6, 7.1, 7.2										
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)										
Partenaires potentiels	SEOR, PNRun, ONF, ONCFS/BNOI, laboratoires de recherche, structures spécialisées										
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (25 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts (matériel, logistique) : 50 000 € <p>Coût total : 150 000 €</p>										
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	



Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur l'espèce

ACTION 3.3 Monitoring acoustique et radar de la population de Puffin tropical		Priorité									
		1	2								3
Domaine	Étude										
Espèce(s) concernée(s)	Puffin tropical										
Contexte	Le monitoring à long terme d'une colonie de référence par les technologies acoustiques automatisées et radar permettra d'actualiser les estimations de la population globale et d'obtenir des indicateurs de l'évolution de la population										
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Déploiement de stations d'écoutes automatisées et analyse - Suivis radar et analyse - L'opération aurait lieu tous les 4 ans pendant la durée du plan, afin d'assurer un suivi à long terme. 										
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de stations d'écoute déployées - Nombre de suivis radars réalisés 										
Action(s) associée(s)	3.2										
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)										
Partenaires potentiels	SEOR, Parc national de La Réunion, ONF, ONCFS/BNOI, laboratoires de recherche, structures spécialisées										
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (25 j/an) 40 000 € ▪ Autres coûts (matériel, logistique) : 25 000 € <p>Coût total : 65 000 €</p>										
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
	■			■			■			■	

Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur l'espèce

ACTION 3.4		Rechercher et cartographier les autres colonies de puffins et modéliser les habitats de reproduction		Priorité						
				1	2	3				
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	<p>Les plus importantes colonies de Puffin du Pacifique sont situées sur les falaises littorales du sud et du nord de l'île. Cependant, l'espèce se reproduit également à l'intérieur de l'île (cirques de Mafate et Cilaos). La cartographie des colonies de Puffin tropical réalisée en 2016 n'est pas exhaustive et des secteurs nécessitent encore des prospections.</p> <p>Le développement de moyens logistiques pourrait permettre d'accéder à ces autres sites, de les cartographier et de recueillir des informations sur leurs caractéristiques afin d'avoir une image plus globale des populations. D'autre part, une modélisation des habitats de reproduction serait intéressante. Ceci permettrait d'identifier les besoins des espèces et de comprendre leur distribution, d'anticiper les impacts potentiels des menaces, et par la suite de définir des actions de conservation.</p>									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des sites potentiels de reproduction - Prospections de terrain pour l'identification d'une ou de plusieurs colonie(s) - Suivi de l'activité vocale par enregistrements acoustiques - Cartographie des colonies - Modélisation des habitats 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de secteurs prospectés - Nombre de colonies identifiées - Nombre de stations d'écoute déployées - Carte de répartition des espèces - Carte de modélisation des habitats 									
Action(s) associée(s)	3.1, 3.2, 3.3									
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)									
Partenaires potentiels	SEOR, PNRun, ONF, ONCFS/BNOI, structures spécialisées									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (28 j/an) 45 000 € ▪ Autres coûts (matériel, logistique) : 20 000 € <p>Coût total : 65 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■						



Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur l'espèce

ACTION 3.5 Étudier le niveau de connectivité des populations de puffins à l'échelle locale et régionale		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	Les puffins tropicaux nichent également aux Seychelles, à Europa et aux Comores. Les puffins du Pacifique nichent également à Maurice, Rodrigues, Madagascar, aux Seychelles, en Australie et dans le Pacifique. Ces deux espèces sont supposées très philopatrides mais le niveau de connectivité entre ces différentes populations n'a jamais été étudié. Or il s'agit d'une information très importante pour identifier les unités démographiques de gestion et de conservation les plus appropriées et pour savoir si des échanges inter-îles existent à l'échelle régionale.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de partenariats avec organismes de recherche et ONG situés sur les territoires de reproduction des puffins - Travaux de génétique des populations (mise au point de marqueurs, échantillonnage, séquençage, analyses des données). <p>N.B. : Cette action pourrait faire l'objet d'une thèse universitaire</p>									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de marqueurs identifiés - Nombre de populations incluses dans l'analyse 									
Action(s) associée(s)	3.1, 3.2, 3.3, 5.10									
Pilote pressenti	Université de La Réunion (PVBMT, ENTROPIE)									
Partenaires potentiels	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE), PNRUN, SEOR, organismes de recherche internationaux (Université des Seychelles, de Madagascar, etc.) et ONG (Nature Seychelles, Mauritius Wildlife Foundation, etc.)									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (83 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts (analyses génétiques) : 60 000 € <p>Coût total : 160 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
		■	■	■						

Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur l'espèce

ACTION 3.6 Étudier la vision des Procellariidés en rapport avec l'attractivité des éclairages		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon									
Contexte	L'échouage des jeunes Procellariidés lié à l'éclairage artificiel constitue à ce jour la principale menace pour leur conservation. Un certain nombre de dispositions existent et progressent, notamment dans le positionnement des éclairages, des périodes de coupures totales (« nuits sans lumières ») et des dispositifs de gestion intelligente des périodes d'éclairage en fonction des phases sensibles. Pour autant, le nombre d'échouages est très important et s'il augmente en grande partie du fait de l'efficacité croissante du réseau de sauvetage, essentiel à la conservation des populations, il convient de progresser encore davantage vers des solutions de réduction d'impact à la source.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Études comportementales et physiologiques sur la sensibilité des oiseaux aux caractéristiques techniques des éclairages 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). - Propositions d'adaptations et d'orientation des choix technologiques afin d'éviter et de réduire l'impact de la pollution lumineuse. 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Recommandations techniques sur les caractéristiques des éclairages, tenant compte des nouveaux résultats obtenus sur la vision des Procellariidés - Rapports de suivi et résultats associés - Publications scientifiques 									
Action(s) associée(s)	3.1, 3.2, 5.10									
Pilote pressenti	Université de La Réunion									
Partenaires potentiels	SEOR, PNRUN, laboratoires de recherche et structures spécialisées, développement de partenariats internationaux (Hawaï)									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (83 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts : 3 000 €/an x 3 ans = 9 000 € <p>Coût total : 109 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
			■	■	■					



Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur l'espèce

ACTION 3.7 Développer une base de données pour centraliser les informations sur les Procellariidés		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Développement									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon									
Contexte	<p>De nombreuses données sur les puffins de La Réunion ont été et seront encore collectées par diverses structures. La bancarisation (stockage organisé sous forme numérique des données acquises) permettra la centralisation et le partage de ces données par tous les partenaires. Cette base de données garantira 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 baguages, contrôles et reprises, les données de sauvetage des oiseaux échoués, les données de localisation des menaces identifiées et actions de conservation entreprises, etc.</p> <p>Cette base de données pourrait être commune aux 4 espèces de Procellariidés de La Réunion.</p>									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Création de la base de données - Bancarisation des données - Alimentation-actualisation - Intégration d'une partie des données dans le SINP (Système d'Information sur la Nature et le Paysage) 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données fonctionnelle - Nombre de partenaires utilisant la base de données - Quantité de données intégrées 									
Action(s) associée(s)	3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1, 5.2, 5.10									
Pilote pressenti	Animateur du plan									
Partenaires potentiels	Université de La Réunion, SEOR, PNRUN, ONF, ONCFS/BNOI, etc.									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (35 j/an puis maintenance) 35 000 € ▪ Autres coûts : 10 000 € <p>Coût total : 45 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

4. Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur l'espèce

ACTION 4.1 Étudier les prédateurs et compétiteurs introduits sur les colonies et leurs impacts		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	<p>De nombreux mammifères (chats, chiens, rats...) ont été introduits à La Réunion et sont désormais largement répartis sur toute l'île. Ils représentent des prédateurs ou compétiteurs pour les oiseaux marins se reproduisant sur l'île. Si l'impact des chats errants sur les puffins est aujourd'hui connu sur les sites de reproduction du sud de l'île, l'impact de ces animaux est seulement supposé pour certaines espèces et sur certains sites.</p> <p>L'étude et l'évaluation de leur impact sur les populations de puffins sont nécessaires afin de mener des actions de lutte ciblées et d'améliorer l'efficacité des méthodes, en lien avec les actions 5.1 et 5.2.</p>									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance des colonies par l'utilisation de caméras automatiques - Récolte des indices de présence (ex : fèces de chats) - Analyses de laboratoire 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de caméras déployées - Nombre d'indices de présence récoltés 									
Action(s) associée(s)										
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)									
Partenaires potentiels	SEOR, PNRun, CDL, Association NOI, ONF, ONCFS/BNOI, FDC 974, structures spécialisées									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (83 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts : 25 000 € <p>Coût total : 125 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
		■	■	■						



Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur l'espèce

ACTION 4.2 Étudier l'impact des invasions biologiques végétales sur les habitats de reproduction des puffins		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	Les colonies des deux espèces de puffins sont envahies par des pestes végétales variées (<i>Schinus terebenthifolius</i> , <i>Litsea chinensis</i> , <i>Furcraea foetida</i> , <i>Hyptage benghalensis</i> ... etc.) qui pourraient empêcher l'accès des oiseaux aux sites de reproduction. Cet impact a été observé sur de nombreux sites mais n'a jamais été quantifié ni cartographié.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Cartographie détaillée de colonies de reproduction et évaluation du niveau d'envahissement par les pestes végétales - Mesure de l'accessibilité des sites de reproduction en fonction du niveau d'envahissement - Mesure du taux d'occupation des terriers et du succès reproducteur en fonction du niveau d'envahissement 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de colonies cartographiées - Résultats sur les relations entre niveau d'envahissement et fonctionnalité de la colonie 									
Action(s) associée(s)										
Pilote pressenti	CBNM									
Partenaires potentiels	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE & PVBMT), SEOR, ONF, structures spécialisées									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (83 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts : 20 000 € <p>Coût total : 120 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
			■	■	■					

Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur l'espèce

ACTION 4.3		Évaluer les proportions des populations impactées par la pollution lumineuse									Priorité		
											1	2	3
Domaine	Étude												
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical												
Contexte	<p>À ce jour les estimations des tailles de population du Puffin du Pacifique (900 couples) et du Puffin tropical (10 000 couples) restent incertaines. Le suivi de l'activité vocale et le suivi radar apportent respectivement des éléments de connaissance sur la répartition des colonies et sur les flux d'oiseaux. Ces protocoles permettent difficilement de quantifier le nombre de juvéniles à l'envol et d'évaluer le degré d'impact de la pollution lumineuse sur ces envols. 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 l'outil radar. 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 impactés par la pollution lumineuse.</p>												
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Identification des sites d'étude - Planification de l'action sur la période d'envol des jeunes - Prospections radars couplées à des observations par caméras thermiques - Quantification de l'échouage relevée 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 												
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de sessions de prospection réalisées - Nombre de sites prospectés 												
Action(s) associée(s)	5.10												
Pilote pressenti	Structures spécialisées, SEOR												
Partenaires potentiels	Université de La Réunion, PNRUN												
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (83 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts (Matériel et logistique) : 50 000 € <p>Coût total : 150 000 €</p>												
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027			
		■	■	■									



Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur l'espèce

ACTION 4.4 Étudier les niveaux d'exposition aux pollutions marines		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon									
Contexte	Durant leur phase de vie en mer, les puffins et pétrels sont exposés à plusieurs types de pollution marine : ingestion de plastique, bioaccumulation de métaux lourds ou de POPs (Polluants Organiques Persistants). Ces pollutions peuvent impacter la survie des individus ou leur reproduction.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Échantillonnage systématique des oiseaux morts issus des opérations de sauvetage - Analyses stomacales et biochimiques. <p>Les puffins morts issus des opérations de sauvetage de la SEOR seront conservés et analysés périodiquement pendant toute la durée du plan. Une série d'analyses sera réalisée tous les 3 ans.</p>									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'individus analysés - Taux de pollution par type de polluant, par espèce et par an 									
Action(s) associée(s)	5.10									
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)									
Partenaires potentiels	SEOR, Université de La Rochelle (UMR LIENS)									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : 120 000 € ▪ Autres coûts (Analyses biochimiques) : 60 000 € <p>Coût total : 180 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■			■			■			■

Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur l'espèce

ACTION 4.5	Étudier la phase marine et les menaces qui pèsent sur les deux espèces pendant cette phase		Priorité							
			1	2	3					
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	<p>Les puffins sont des espèces pélagiques qui passent l'essentiel de leur vie en mer. L'étude de leur comportement et de leur distribution en mer peut renseigner sur les menaces auxquelles ils doivent faire face telles que les pollutions, la pêche industrielle, le réchauffement climatique et les cyclones.</p> <p>Les données de télémétrie permettent en outre d'identifier les zones marines importantes pour leur survie.</p> <p>Ce travail pourrait faire l'objet d'une thèse de doctorat.</p>									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi télémétrique des individus : Suivi des adultes par GLS, GPS et Argos ; Suivi des juvéniles par Argos et GLS - Analyse spatiale et relation avec les niveaux de pollutions et autres menaces en mer 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'oiseaux équipés d'appareils de suivi - Nombre de données récoltées (trajets enregistrés) 									
Action(s) associée(s)	3.1, 3.2, 4.4									
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)									
Partenaires potentiels	SEOR, PNRun (Cellule LIFE+ pétrels), CEBC-CNRS (France)									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (83 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts (télémétrie) : 60 000 € <p>Coût total : 160 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
				■	■	■				



Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur l'espèce

ACTION 4.6		Évaluer les risques liés aux ectoparasites et aux agents pathogènes								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Étude											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique											
Contexte	Les ectoparasites et agents infectieux ont des effets négatifs sur la survie et le succès reproducteur des Procellariiformes. Les populations de Puffin du Pacifique sont fortement impactées par le parasitisme (tiques), et exposées à des agents infectieux potentiellement pathogènes (bactéries, virus, parasites). Les facteurs écologiques impliqués dans la transmission et le maintien de ces parasites et agents infectieux pathogènes, à La Réunion, restent méconnus.											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - État des lieux de la diversité des agents infectieux dans les populations de puffins du Pacifique. - Identification des parasites hématophages (e.g. tiques, hippoboscides) et de leurs cycles biologiques. - Suivi de la dynamique temporelle (intra- et interannuelle) de transmission des agents infectieux. - Estimation de l'impact du parasitisme et de l'infection sur le succès reproducteur des puffins. 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Constitution d'une bio-banque d'échantillons biologiques. - Caractérisation de la diversité des agents infectieux et identification des agents présentant un risque pour les populations. - Caractérisation de la dynamique d'infection dans les colonies. - Publications scientifiques. 											
Action(s) associée(s)	3.1, 3.2											
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR PIMIT)											
Partenaires potentiels	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE), SEOR, ONCFS/BNOI, CDL											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (83 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts (Analyses génétiques et logistique) : 25 000 € <p>Coût total : 125 000 €</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
					■	■	■					

Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur l'espèce

ACTION 4.7		Évaluer l'importance des collisions								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Étude											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon											
Contexte	Plusieurs projets de transport par câble et d'installation de nouvelles lignes électriques sont à l'étude à La Réunion. Ces projets peuvent entraîner une augmentation très significative des collisions avec ces infrastructures, qui peut s'additionner avec le risque de désorientation induit par la pollution lumineuse en zone urbaine.											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Quantification des collisions sur les câbles et lignes électriques par système acoustique et par la recherche des oiseaux impactés - Cartographie de la sensibilité : Spatialiser les zones de plus forts enjeux (couloirs de déplacements privilégiés des oiseaux) 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de collisions recensées par site et nombre de sites suivis - Carte de spatialisation des enjeux 											
Action(s) associée(s)	5.12											
Pilote pressenti	SEOR, structures spécialisées											
Partenaires potentiels	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (83 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts (Matériel) : 25 000 € Coût total : 125 000 €											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
		■	■	■								

**5. Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation**

ACTION 5.1		Mettre en œuvre un protocole de contrôle des chats sur les colonies de Puffin du Pacifique		Priorité						
				1	2	3				
Domaine	Protection									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique									
Contexte	La prédation par les chats errants est identifiée comme la menace principale pesant sur les colonies de Puffin du Pacifique de Grande Anse et Petite Île. Le contrôle de ces populations de chats errants sur ces colonies est donc un enjeu majeur pour la conservation de l'espèce.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Concertation des acteurs locaux afin de faire valider l'action et de désigner un pilote - Sensibilisation de la population via des actions de communication afin de faire comprendre et accepter le projet - Développement de partenariats afin de faire prendre en charge les chats capturés - Mise en place d'un protocole de capture et des zones d'opération - Mise en œuvre du protocole de capture sur le terrain : Installation et relevé des pièges, prise en charge des chats capturés - Surveillance du site par caméras automatiques : cf. Action 4.1 - Optimisation du protocole en fonction des résultats obtenus 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de nuits-pièges réalisées - Nombre de chats capturés 									
Action(s) associée(s)	4.1, 5.2, 5.3, 7.2									
Pilote pressenti	À définir									
Partenaires potentiels	Commune de Petite Île, CDL, AVE2M, SEOR, Université de La Réunion, ONCFS/ BNOI, ONF, Association NOI									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (87 j/an) 350 000 € ▪ Autres coûts : 20 000 € <p>Coût total : 370 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.2		Mettre en œuvre un protocole de dératisation des colonies de Puffin du Pacifique								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Protection											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique											
Contexte	Les rats (<i>Rattus spp.</i>) exercent de la prédation sur les œufs et poussins d'oiseaux marins. De plus, ils sont vecteurs de maladies transmissibles à l'homme, telle que la leptospirose. L'action de contrôle des chats dans les colonies de Puffin du Pacifique (Action 5.1) doit être couplée à une campagne de dératisation afin de prévenir une éventuelle prolifération des rats.											
Description de l'action	<p>En fonction des résultats obtenus sur l'évaluation de l'impact des rats (Action 4.1) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concertation des acteurs locaux afin de faire accepter le projet - Sensibilisation de la population via l'installation de panneaux - Mise en place d'un protocole de dératisation et de biosécurité sur une surface test de 5 hectares - Mise en œuvre de la dératisation sur site - Mesures de biosécurité pour éviter la réinvasion permanente - Selon les résultats de la phase test, extension éventuelle de la surface traitée et optimisation du protocole 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Surface traitée - Suivi du succès reproducteur (notamment du succès à l'éclosion) 											
Action(s) associée(s)	4.1, 5.1											
Pilote pressenti	AVE2M, SEOR, ONF											
Partenaires potentiels	Commune de Petite Île, CDL, Association NOI, Université de La Réunion, ONCFS/BNOI											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (37 j/an) 150 000 € ▪ Autres coûts : 35 000 € <p>Coût total : 185 000 €</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	



Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.3		Gérer l'errance animale en périphérie des colonies de Puffin du Pacifique								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Protection											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique											
Contexte	<p>La reproduction non contrôlée et non désirée des chats et chiens domestiques entraîne des abandons dans le milieu naturel. Ces abandons sont extrêmement dommageables à la fois pour la faune locale mais aussi pour les animaux eux-mêmes dont l'état sanitaire et la condition corporelle déclinent rapidement après l'abandon. De plus, les animaux abandonnés alimentent, par leur reproduction, les populations locales de chats et chiens errants qui ont un impact sur la faune locale, incluant les puffins.</p> <p>Le contrôle des animaux errants dans les zones urbanisées situées en périphérie des colonies permettra d'éviter la recolonisation des sites contrôlés, et la stérilisation des animaux domestiques permettra de limiter la prolifération d'animaux errants dans le milieu naturel.</p>											
Description de l'action	<p>Cette action sera réalisée dans un premier temps sur la commune de Petite Île qui abrite les plus importantes colonies de Puffin du Pacifique connues actuellement. Ce site servira de test. Les actions pourront être dupliquées dans les zones de montagne si d'autres colonies de l'espèce sont localisées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation et sollicitation de la population à la nécessité de stériliser les animaux domestiques et de ne pas abandonner les animaux en milieu naturel - Développement de partenariats avec les cliniques vétérinaires et les associations de protection des animaux - Réalisation d'une campagne de stérilisation et de prise en charge des animaux abandonnés 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'animaux domestiques stérilisés - Nombre d'animaux errants retirés de la zone 											
Action(s) associée(s)	5.1											
Pilote pressenti	AVE2M											
Partenaires potentiels	Collectivités, associations de protection des animaux domestiques, cliniques vétérinaires, CDL, Université de La Réunion, ONF, ONCFS/BNOI											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (37 j/an) 150 000 € ▪ Autres coûts (stérilisations et matériel) : 50 000 € <p>Coût total : 200 000 €</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.4		Encadrer la fréquentation à proximité des colonies de Puffin du Pacifique								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Protection											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique											
Contexte	La plage de Grande Anse et ses alentours sont propices aux activités balnéaires et au tourisme. Ce site dispose d'aires de pique-nique, de snacks et petits restaurants de plage. La fréquentation de ce site par les locaux, touristes, promeneurs peut entraîner du dérangement des colonies de puffins. Afin d'éviter ces dérangements, certaines règles pourraient être instaurées, telles que : ne pas s'écarter des sentiers, tenir son chien en laisse, rapporter ses déchets, etc.											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Rédaction d'une charte définissant les règles de fréquentation - Spatialisation des interventions nécessaires - Renforcement des actions de police de la nature afin de faire respecter les règles établies : cf. Action 2.3 - Sensibilisation de la population par l'installation de panneaux informatifs sur les règles à respecter : cf. Action 6.1 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Édition de la charte - Cartographie de la fréquentation avec réglementation - Installation des panneaux 											
Action(s) associée(s)	2.3, 2.4, 5.5, 6.1											
Pilote pressenti	DEAL Réunion											
Partenaires potentiels	CDL, Commune de Petite Île, CIVIS, ONCFS/BNOI, ONF, SEOR											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (31 j/an) 25 000 € ▪ Autres coûts (panneaux...) : 5 000 € <p>Coût total : 30 000 €</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■										



Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.5		Améliorer la gestion des déchets sur les sites proches des colonies de puffins		Priorité						
				1	2	3				
Domaine	Protection									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical									
Contexte	La présence de déchets rejetés par les activités humaines dans le milieu naturel favorise la prolifération des rats et des chats, prédateurs d'oiseaux. Une bonne gestion du stockage et de l'évacuation de ces déchets, ainsi qu'un respect des règles de bonne conduite, permettraient de limiter leur impact sur les populations de puffins.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement des moyens de police de la nature : cf. Action 2.3 - Sensibilisation des usagers et installation de panneaux d'information : cf. Action 6.1 - Identification de sites prioritaires d'intervention et spatialisation - Mise en place de systèmes de stockage des déchets adaptés (containers hermétiques) sur les sites identifiés comme prioritaires - Dératisations ponctuelles autour des systèmes de stockage afin de limiter la prolifération des rats - Vérification annuelle des containers - Ramassage régulier des déchets sur les aires de pique-nique ou autres sites identifiés 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de lieux équipés de containers hermétiques - Quantité d'appâts empoisonnés dispersés autour des containers - Quantité de déchets ramassés annuellement 									
Action(s) associée(s)	2.3, 6.1									
Pilote pressenti	CDL (pour la zone littorale du sud de l'île) ; PNRun et ONF (pour les milieux de montagne)									
Partenaires potentiels	Communes, SEOR, DEAL Réunion, ONCFS/BNOI									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (62 j/an) 250 000 € ▪ Autres coûts (containers + dératisation) : 50 000 € <p>Coût total : 300 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.6		Restaurer les habitats de reproduction des puffins								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Protection											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical											
Contexte	Les habitats de reproduction des deux espèces de puffins sont dégradés notamment par les invasions biologiques (végétales et animales). L'objectif de cette action sera de réaliser des opérations pilotes de lutte contre les espèces invasives végétales et de replanter de la végétation indigène, notamment en zone littorale.											
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Restauration des habitats de Puffin du Pacifique sur le littoral sud : Poursuite des actions initiées par NOI, ONF et CDL : lutte contre les espèces exotiques envahissantes et replantation d'espèces indigènes. - Restauration des habitats de Puffin tropical sur le littoral nord : Lutte contre les espèces végétales envahissantes dans une colonie test de Puffin tropical. - Suivi à long terme de la dynamique de la végétation sur les sites ciblés. 											
Indicateurs de suivi	Surfaces restaurées											
Action(s) associée(s)												
Pilote pressenti	CBNM											
Partenaires potentiels	<ul style="list-style-type: none"> - Colonies de Puffin du Pacifique : CDL, ONF, association NOI - Colonies de Puffin tropical : PNRUN, Université de La Réunion (PVBMT) 											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (75 j/an) 300 000 € ▪ Autres coûts : 50 000 € <p>Coût total : 350 000 €</p> <p>Par comparaison avec le projet LIFE+ COREXERUN, où le coût de la restauration écologique de la forêt sèche a été estimé à 65 000 €/an, on peut estimer que ce montant permettrait de restaurer un peu plus de 5 hectares.</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		



Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.7		Restaurer l'îlot de Petite Île		Priorité						
				1	2	3				
Domaine	Protection									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique									
Contexte	<p>L'îlot de Petite Île est le seul rocher couvert de végétation à proximité des côtes réunionnaises. Ce petit îlot est unique à La Réunion, il accueille des fourrés littoraux indigènes, une petite colonie de Puffin du Pacifique et la seule colonie de noddis bruns <i>Anous stolidus</i> de La Réunion. Il constitue également un important reposoir pour les noddis bruns et noddis à bec grêle <i>Anous tenuirostris</i>. D'autre part, le site est indemne de prédateurs introduits.</p> <p>L'îlot a déjà fait l'objet de plusieurs missions scientifiques, mais aucune action de restauration n'y a été entreprise. Un projet de restauration écologique de l'îlot a été rédigé par le CBNM en 2014. L'actualisation de ce projet et sa mise en œuvre permettraient de sauvegarder cet écosystème unique.</p>									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Actualisation du plan de restauration de l'îlot et amélioration des connaissances de la faune et de la flore - Éradication des espèces végétales exotiques envahissantes - Sélection et plantation d'espèces endémiques et indigènes - Suivi des effets des actions à long terme 									
Indicateurs de suivi	Surface traitée									
Action(s) associée(s)										
Pilote pressenti	CBNM									
Partenaires potentiels	DEAL Réunion, CDL, ONF, SEOR, ONCFS/BNOI, Université de La Réunion									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (37 j/an) 45 000 € ▪ Autres coûts : 10 000 € <p>Coût total : 55 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
				■	■	■				

Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.8 Étudier la faisabilité d'un enclos anti-prédateurs sur le littoral sud		Priorité									
		1	2								3
Domaine	Protection										
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique										
Contexte	L'impact des prédateurs introduits sur les populations de Puffin du Pacifique du sud de l'île est avéré. Le contrôle de ces prédateurs introduits est possible, mais l'arrivée de nouveaux individus à partir des secteurs adjacents non contrôlés oblige à réaliser ces actions de contrôle régulièrement. La réinvasion peut être stoppée si la zone contrôlée est protégée par des barrières anti-prédateurs spécialement conçues pour empêcher toute intrusion de chats, chiens, rats, souris, etc. Cette option a été mise en place avec succès dans divers sites à Hawaii et en Nouvelle Zélande en particulier, et serait envisageable sur le littoral sud de l'île. Cela pourrait bénéficier à de nombreuses autres espèces endémiques et indigènes tels que le Gecko vert de Manapany, espèce endémique en danger critique d'extinction.										
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Commande d'une étude de faisabilité - Selon les résultats de l'étude, mise en place ou non de l'enclos (non chiffrée) 										
Indicateurs de suivi	Production de l'étude de faisabilité										
Action(s) associée(s)											
Pilote pressenti	Prestataire international										
Partenaires potentiels	CDL, SEOR, ONF, Université de La Réunion										
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (5 j/an) 2 000 € ▪ Autres coûts : prestation pour la rédaction de l'étude de faisabilité et le chiffrage de l'opération : 35 000 € <p>Coût total : 37 000 €</p>										
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
					■						



Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.9		Prévenir et réduire le risque incendies								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Protection											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon											
Contexte	Les milieux littoraux et montagneux de La Réunion ont été victimes de plusieurs incendies destructeurs ces dernières années. Une carte de sensibilité de l'île a été élaborée par l'ONF, et cette carte illustre le risque qui pèse sur les populations de pétrels et puffins et qui menace leur maintien. Les moyens du dispositif de Défense des Forêts Contre les Incendies (DFCI) actuellement en place doivent être renforcés à la fois pour mieux prévenir le risque, et pour pouvoir intervenir rapidement et efficacement en cas d'incendie, en particulier à proximité des colonies de pétrels et puffins.											
Description de l'action	<p>Cette action consiste à favoriser la mise en place d'équipements DFCI sur le territoire selon la stratégie des plans de massifs afin de prévenir et réduire l'impact des incendies :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en œuvre des systèmes de surveillance des incendies - Mise en œuvre des systèmes de lutte contre les incendies : Facilitation des accès des moyens de secours aux remparts, augmentation de la ressource en eau à proximité des remparts, développement de moyens d'évitement de la propagation des incendies aux zones de remparts - Information et sensibilisation des usagers des territoires concernés au risque incendies 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes de surveillance effectifs - Systèmes de lutte effectifs - Actions d'information des usagers 											
Action(s) associée(s)												
Pilote pressenti	ONF											
Partenaires potentiels	DAAF, PNRun											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (9 j/an) 35 000 € ▪ Autres coûts : 20 000 € <p>Coût total : 55 000 €</p> <p>Les actions de prévention et de réduction du risque d'incendie à La Réunion représentent un coût bien supérieur à celui indiqué ici. Les montants indiqués ici sont une évaluation de la proportion de ce coût qui bénéficiera directement aux colonies de puffins.</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.10 Pérenniser et optimiser le réseau de sauvetage des oiseaux marins		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Protection									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon									
Contexte	Le réseau de sauvetage des oiseaux et le centre de sauvegarde de la faune sauvage permettent de récupérer, de soigner et de relâcher plus de 2000 d'oiseaux par an, notamment des oiseaux marins échoués suite à l'attraction aux lumières artificielles. Chaque année, ce sont en moyenne une vingtaine de puffins du Pacifique et 700 puffins tropicaux qui sont pris en charge. La pérennisation et l'optimisation des actions de sensibilisation de la population réunionnaise, de la coordination du réseau de sauvetage et du bon fonctionnement du centre de sauvegarde de la faune sauvage sont des enjeux indispensables pour la conservation des espèces, en particulier du Puffin tropical, espèce la plus touchée par le phénomène d'attraction aux éclairages, et dont la population bénéficie grandement de ces actions.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Poursuite des actions de sensibilisation de la population - Pérennisation de la coordination du réseau de sauvetage (recrutement et formation de nouveaux membres) - Pérennisation et amélioration du fonctionnement du centre de sauvegarde de la faune sauvage - Actualisation de la base de données « sauvetage » 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'oiseaux recueillis - Nombre d'oiseaux relâchés 									
Action(s) associée(s)	6.1, 6.2									
Pilote pressenti	SEOR									
Partenaires potentiels	Pompiers, gendarmeries, commissariats de police, cabinets vétérinaires, ONCFS/BNOI, PNRun, collectivités.									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (75 j/an) 300 000 € ▪ Autres coûts (matériel, déplacements, frais vétérinaires, nourriture, entretien) : 25 000 € <p>Coût total : 325 000 €</p> <p>Le coût du maintien et du fonctionnement du centre de soin pour les 10 prochaines années est supérieur au coût indiqué ici. Les montants mentionnés ici sont des évaluations de la proportion de ce coût qui bénéficiera directement aux puffins de La Réunion.</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.11 Réduire la pollution lumineuse		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Protection									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon									
Contexte	L'action 2.1 (Améliorer la prise en compte des espèces dans les projets d'aménagement) doit être un préalable permettant aux collectivités locales d'intégrer les préconisations formulées dans leurs documents d'aménagement. Pour engager concrètement la rénovation de leur parc d'éclairages, et ainsi diminuer la pollution lumineuse, les communes devront se doter d'un Schéma Directeur d'Aménagement Lumière (SDAL) qui permettra de faire un diagnostic complet et d'organiser par ordre de priorité la rénovation des points lumineux. D'autre part, une action de concertation portée par les élus avec le milieu sportif et industriel doit être menée pour engager les rénovations des installations particulières, responsables d'un grand nombre d'échouages.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation des SDAL des 10 communes ayant les taux d'échouage les plus élevés. - À l'aide des SDAL, préparer et déposer les dossiers de demande de financement au FEDER pour financer les opérations de rénovation des parcs d'éclairages. - Mise en place de marché et engagement effectif des rénovations. 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de SDAL réalisés - Nombre de dossiers déposés au FEDER - Nombre d'opérations engagées - Nombre de luminaires rénovés 									
Action(s) associée(s)	2.1									
Pilote pressenti	DEAL Réunion									
Partenaires potentiels	Collectivités locales, SEOR, PNRun, ADEME, Bureaux d'étude spécialisés, Fédérations et club sportifs, Industriels									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (25 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts : 20 000 € <p>Coût total : 120 000 €</p> <p>Le coût de la révision des SDAL est supérieur à ce qui est indiqué ici. Les montants indiqués sont une évaluation de la proportion de ce montant qui aura un effet bénéfique direct sur les puffins de La Réunion</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Objectif n° 5 : Mettre en œuvre des actions de conservation

ACTION 5.12		Tester et identifier des dispositifs efficaces d'évitement et de réduction du risque collision									Priorité		
											1	2	3
Domaine	Protection												
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon												
Contexte	Le risque de collisions avec les infrastructures et aménagements est identifié comme une menace pour les Procellariidés de La Réunion. L'évaluation de l'impact de ce phénomène sera réalisée dans l'action 4.7. Afin de réduire cet impact, des dispositifs efficaces d'évitement des infrastructures doivent être testés et identifiés.												
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Installer des systèmes d'effarouchement sensoriels (visuels, auditifs...) - Les évaluer en étudiant avec les outils radar + jumelles/caméras nocturnes (infrarouges, lasers...) et acoustiques le déroutement des oiseaux circulant dans la zone d'emprise des futurs projets. 												
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de sites-test suivis - Nombre de nuits de suivi par site - Nombre de dispositifs installés et efficacité mesurée de ces systèmes 												
Action(s) associée(s)	4.7												
Pilote pressenti	SEOR, structures spécialisées												
Partenaires potentiels	PNRun, Université de La Réunion, organismes de recherche internationaux												
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (62 j/an) 75 000 € ▪ Autres coûts : (Matériel : enregistreurs acoustiques, radars, jumelles nocturnes, effaroucheurs à ultrasons) : 30 000 € <p>Coût total : 105 000 €</p>												
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027			
		■	■	■									

**6. Objectif n° 6 : Sensibiliser le grand public**

ACTION 6.1		Produire des supports de communication et des panneaux d'information								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Communication											
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon											
Contexte	<p>Les supports de communication sont indispensables pour sensibiliser et informer le grand public sur l'écologie et les menaces pesant sur les Procellariidés de La Réunion, telles que l'impact des prédateurs introduits, le phénomène d'attraction aux lumières, les risques collisions et incendies...</p> <p>Les panneaux d'information installés sur des sites naturels stratégiques sont des moyens de sensibilisation efficaces des utilisateurs de ces sites.</p>											
Description de l'action	<p>La réalisation des supports de communication et des panneaux d'information doit être adaptée aux publics-cibles et effectuée en concertation avec tous les acteurs de l'environnement à La Réunion, afin de mutualiser les moyens.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Création, impression et diffusion dans les lieux stratégiques de supports de communication (dépliants, posters, plaquettes d'information), sous format papier et par voie électronique - Développement de supports numériques et multimédias - Création et installation des panneaux d'information sur des lieux clés permettant de toucher les publics-cibles 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de supports de communication créés - Nombre de panneaux installés 											
Action(s) associée(s)	Ensemble des actions du plan											
Pilote pressenti	SEOR, PNRun											
Partenaires potentiels	DEAL Réunion, ONF, AVE2M, ONCFS/BNOI, Collectivités, Université de La Réunion											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (20 j/an) 25 000 € ▪ Autres coûts : 15 000 € <ul style="list-style-type: none"> - Création des supports papier (graphisme et impression) - Développement d'outils numériques et multimédias - Conception de panneaux (graphisme + installation) <p>Coût total : 40 000 €</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■				■					■		

Objectif n° 6 : Sensibiliser le grand public

ACTION 6.2	Organiser et participer à des événements à destination du scolaire et du grand public		Priorité							
			1	2	3					
Domaine	Communication									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical, Pétrel de Barau, Pétrel noir de Bourbon									
Contexte	La sensibilisation du grand public est favorisée lors de manifestations et d'événements destinés au milieu scolaire et au grand public, qui sont l'occasion pour le public de rencontrer et d'échanger directement avec les acteurs de la conservation. Les « Nuits sans lumières », coordonnées par le PNRUN et la SEOR, mobilisent un très grand nombre de partenaires afin de sensibiliser le public sur la pollution lumineuse, sur ses impacts sur les paysages, la biodiversité et la santé humaine, et sur la réduction de cette pollution. Cet événement annuel doit être pérennisé. Aucun événement spécifique aux puffins n'est actuellement organisé à La Réunion. Ainsi, un événement annuel pourrait être imaginé sur un site proche d'une colonie de puffins, afin d'augmenter la sensibilisation de la population sur ces espèces.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Participation aux manifestations locales (Fête de la Nature, la Fête de la Science, etc.), Pérennisation des « Nuits Sans Lumières » - Développement de projets scolaires : Interventions auprès des établissements scolaires organisation de sorties pour les élèves - Organisation de chantiers bénévoles pour la participation aux actions de restauration - Conception d'un événement concernant spécifiquement les puffins, à renouveler chaque année, sur l'exemple de la « rentrée des pétrels » 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de manifestations lors desquelles les puffins ont été évoqués - Nombre de projets scolaires réalisés - Nombre de chantiers bénévoles organisés - Tenue annuelle d'un événement spécifique aux puffins - Fréquentation enregistrée sur l'évènement 									
Action(s) associée(s)	6.1									
Pilote pressenti	Animateur du plan									
Partenaires potentiels	SEOR, PNRUN, DEAL Réunion, AVE2M, ONF, ONCFS/BNOI, Collectivités									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (25 j/an) 100 000 € ▪ Autres coûts : 35 000 € <p>Coût total : 135 000 €</p>									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Objectif n° 6 : Sensibiliser le grand public

ACTION 6.3		Réaliser un documentaire sur les puffins de La Réunion		Priorité						
				1	2	3				
Domaine	Communication									
Espèce(s) concernée(s)	Puffins du Pacifique, puffins tropicaux									
Contexte	Plusieurs documentaires ou reportages concernant les pétrels de Barau ont été produits et diffusés, mais aucun d'entre eux n'a concerné les puffins de La Réunion. Ainsi, un court-métrage sur les puffins de La Réunion et les actions menées dans le cadre du PDC pourrait être réalisé. La planification en milieu de plan permettra d'inclure dans le documentaire des séquences sur les actions de conservation en cours.									
Description de l'action	Réalisation du documentaire									
Indicateurs de suivi	Nombre de diffusions du documentaire									
Action(s) associée(s)										
Pilote pressenti	Service Audiovisuel Multimédia de l'Université de La Réunion									
Partenaires potentiels	Tous les acteurs et partenaires du PDC									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (75 j/an) 30 000 € ▪ Autres coûts : 5 000 € Coût total : 35 000 €									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
					■					

Objectif n° 6 : Sensibiliser le grand public

ACTION 6.4		Communiquer à l'international								Priorité		
										1	2	3
Domaine	Communication											
Contexte	L'île de La Réunion est la seule au monde à accueillir 4 espèces de Procellariidés dont 2 pétrels endémiques et menacées. Ceci lui confère un statut et une responsabilité particulière en termes de conservation des oiseaux marins au niveau mondial. La valorisation de sa richesse et la réussite des projets menés passent par le développement d'échanges divers avec la communauté scientifique internationale.											
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 - Participation aux colloques et groupes de travail internationaux sur la conservation des oiseaux marins - Réactivation de l'Indian Ocean Seabird Group - Organisation d'un colloque international sur la conservation des oiseaux marins 											
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de publications dans des revues scientifiques internationales - Nombre de partenaires internationaux - Nombre de participations à des événements internationaux - Nombre de membres de l'Indian Ocean Seabird Group - Tenue d'un colloque international à La Réunion 											
Action(s) associée(s)	Ensemble des actions du plan											
Pilote pressenti	Animateur du plan											
Partenaires potentiels	PNRun, SEOR, Université de La Réunion, DEAL Réunion, AVE2M, ONF, Associations, organismes internationaux (laboratoires de recherche, ONG, groupes de travail, etc.), BirdLife International.											
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (7,5 j/an) 45 000 € ▪ Autres coûts : 25 000 € <p>Coût total : 70 000 €</p> <p>N.B. : Ce coût n'inclut pas le budget à prévoir pour l'organisation d'un colloque international.</p>											
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

**7. Objectif n° 7 : Évaluer les effets des actions de conservation sur le grand public**

ACTION 7.1 Étudier la survie et le recrutement des oiseaux issus des opérations de sauvetage		Priorité								
		1	2	3						
Domaine	Étude									
Espèce(s) concernée(s)	Puffin tropical, Puffin du Pacifique									
Contexte	Chaque année des centaines de jeunes puffins et pétrels attirés par les éclairages sont sauvés et relâchés par la SEOR. Une étude récente suggère que ces sauvetages ont contribué au maintien de la population de Puffin tropical à La Réunion (Gineste <i>et al.</i> 2016), mais aucune donnée ne vient étayer cette hypothèse car la survie des jeunes relâchés par la SEOR et le taux de recrutement de ces jeunes dans les colonies de reproduction est inconnu.									
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Bagueage des juvéniles issus des opérations de sauvetage - Suivi télémétrique (par balises Argos) des juvéniles issus du sauvetage - Recherche des juvéniles bagués issus du sauvetage sur les colonies de reproduction 									
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'oiseaux bagués - Taux de survie des juvéniles sauvés et équipés de balises Argos - Taux de contrôle des oiseaux en colonies 									
Action(s) associée(s)										
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)									
Partenaires potentiels	SEOR, PNRun, autres universités									
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (25 j/an) 30 000 € ▪ Autres coûts : 50 000 € Coût total : 80 000 €									
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
			■	■	■					

Objectif n° 7 : Évaluer les effets des actions de conservation sur le grand public

ACTION 7.2		Évaluer les effets des actions de conservation menées sur colonies									Priorité		
											1	2	3
Domaine	Étude												
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du Pacifique, Puffin tropical												
Contexte	<p>Les opérations de conservation et de restauration réalisées devront être accompagnées de cette action afin de quantifier les effets de ces opérations sur la survie et la reproduction des puffins.</p> <p>Afin de mesurer les effets des actions de conservation, il sera nécessaire de mesurer les paramètres démographiques de l'espèce sur les sites concernés par les actions de conservation, puis d'analyser et de comparer les données récoltées avant et après la mise en œuvre des actions de conservation.</p>												
Description de l'action	<ul style="list-style-type: none"> - Cartographie des nids des secteurs restaurés - Mesure des paramètres démographiques - Analyse des données avant et après mise en œuvre des actions de conservation 												
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Taux d'occupation des terriers suivis - Succès reproducteur des colonies suivies - Survie des individus 												
Action(s) associée(s)	3.1												
Pilote pressenti	Université de La Réunion (UMR ENTROPIE)												
Partenaires potentiels	SEOR, PNRun												
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (50 j/an) 60 000 € ▪ Autres coûts : 4 000 € <p>Coût total : 64 000 €</p>												
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027			
	■				■						■		



Objectif n° 7 : Évaluer les effets des actions de conservation sur le grand public

ACTION 7.3		Évaluer l'impact des actions de communication sur le grand public									Priorité		
											1	2	3
Domaine	Étude												
Espèce(s) concernée(s)	Puffin du pacifique, Puffin tropical												
Contexte	Les actions de communication menées devront être précédées et suivies d'une enquête, réalisée à partir de questionnaires, auprès du grand public, afin de mesurer son niveau de connaissance sur les puffins et les actions menées dans le cadre du plan.												
Description de l'action	Réalisation d'une enquête avant et après réalisation des actions de communication : <ul style="list-style-type: none"> - Édition d'un questionnaire destiné au grand public - Sollicitation du grand public pour participation à l'enquête - Réalisation de l'enquête 												
Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de personnes interrogées - Pourcentage de la population sensibilisée 												
Action(s) associée(s)													
Pilote pressenti	Animateur du plan et prestataire à définir												
Partenaires potentiels	SEOR, PNRun, DEAL Réunion, Université de La Réunion												
Estimation en moyens humains et financiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ETP : (4 j/an) 5 000 € ▪ Autres coûts : 10 000 € Coût total : 15 000 €												
Calendrier	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027			
	■				■						■		

F. Calendrier

Le tableau 19 présente la planification des actions envisagées.

Tableau 19 : Planification des actions sur les 10 années du PDC en faveur des puffins de La Réunion.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan										
Action 1.1										
Action 1.2										
Action 1.3										
Action 1.4										
Action 1.5										
Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins										
Action 2.1										
Action 2.2	<i>Calendrier indéterminé en raison de l'incertitude du contexte juridique</i>									
Action 2.3										
Action 2.4										
Action 2.5										
Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur les espèces										
Action 3.1										
Action 3.2										
Action 3.3										
Action 3.4										
Action 3.5										
Action 3.6										
Action 3.7										
Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur les espèces										
Action 4.1										
Action 4.2										
Action 4.3										
Action 4.4										
Action 4.5										
Action 4.6										
Action 4.7										
Objectif n° 5 : Limiter l'impact des menaces sur les espèces										
Action 5.1										
Action 5.2										
Action 5.3										
Action 5.4										
Action 5.5										
Action 5.6										
Action 5.7										
Action 5.8										
Action 5.9										
Action 5.10										
Action 5.11										
Action 5.12										
Objectif n° 6 : Sensibiliser le grand public										
Action 6.1										
Action 6.2										
Action 6.3										
Action 6.4										
Objectif n° 7 : Évaluer les effets des actions de conservation et de communication										
Action 7.1										
Action 7.2										
Action 7.3										



G. Estimation financière

Le coût total du Plan de conservation en faveur des deux espèces de puffins de La Réunion s'élève à 4,65 M€ sur 10 ans, soit un montant moyen annuel de 465 000 € (cf. Tab. 20).

Tableau 20 : Coût (euros) des actions pour les 10 années du PDC en faveur des puffins de La Réunion.

	ETPT	Autre	Total
Objectif n° 1 : Assurer la bonne mise en œuvre du plan			
Action 1.1	40 000	5 000	45 000
Action 1.2	20 000	5 000	25 000
Action 1.3	50 000		50 000
Action 1.4	50 000	10 000	60 000
Action 1.5	20 000	10 000	30 000
Objectif n° 2 : Améliorer la prise en compte des espèces et de leurs besoins			
Action 2.1	50 000	10 000	60 000
Action 2.2			
Action 2.3	80 000		80 000
Action 2.4	20 000	1 000	21 000
Action 2.5	10 000	5 000	15 000
Objectif n° 3 : Améliorer les connaissances scientifiques sur les espèces			
Action 3.1	100 000	20 000	120 000
Action 3.2	100 000	50 000	150 000
Action 3.3	40 000	25 000	65 000
Action 3.4	45 000	20 000	65 000
Action 3.5	100 000	60 000	160 000
Action 3.6	100 000	9 000	109 000
Action 3.7	35 000	10 000	45 000
Objectif n° 4 : Évaluer l'impact des menaces pesant sur les espèces			
Action 4.1	100 000	25 000	125 000
Action 4.2	100 000	20 000	120 000
Action 4.3	100 000	50 000	150 000
Action 4.4	120 000	60 000	180 000
Action 4.5	100 000	60 000	160 000
Action 4.6	100 000	25 000	125 000
Action 4.7	100 000	25 000	125 000
Objectif n° 5 : Limiter l'impact des menaces sur les espèces			
Action 5.1	350 000	20 000	370 000
Action 5.2	150 000	35 000	185 000
Action 5.3	150 000	50 000	200 000
Action 5.4	25 000	5 000	30 000
Action 5.5	250 000	50 000	300 000
Action 5.6	300 000	50 000	350 000
Action 5.7	45 000	10 000	55 000
Action 5.8	2 000	35 000	37 000
Action 5.9	35 000	20 000	55 000
Action 5.10	300 000	25 000	325 000
Action 5.11	100 000	20 000	120 000
Action 5.12	75 000	30 000	105 000
Objectif n° 6 : Sensibiliser le grand public			
Action 6.1	25 000	15 000	40 000
Action 6.2	100 000	35 000	135 000
Action 6.3	30 000	5 000	35 000
Action 6.4	45 000	25 000	70 000
Objectif n° 7 : Évaluer les effets des actions de conservation et de communication			
Action 7.1	30 000	50 000	80 000
Action 7.2	60 000	4 000	64 000
Action 7.3	5 000	10 000	15 000
TOTAL	3 657 000	999 000	4 656 000

6. SIGLES ET ACRONYMES



AMDR : Association des Maires du Département de la Réunion

APB : Arrêté de Protection de Biotope

BNOI : Brigade Nature Océan Indien

CBNM : Conservatoire Botanique National de Mascarin

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

CIVIS : Communauté Intercommunale des Villes Solidaires

DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

FNE : France Nature Environnement

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

NRL : Nouvelle Route du Littoral

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

ONF : Office National des Forêts

PNRun : Parc National de La Réunion

SEOR : Société d'Études Ornithologiques de La Réunion

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

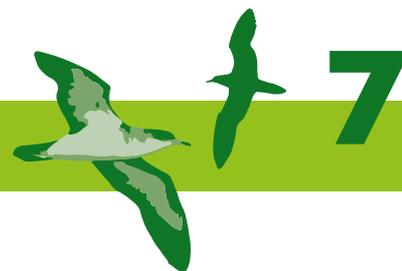
UMR ENTROPIE : Unité Mixte de Recherche - Écologie marine TROPicale des océans Pacifique et Indien

UMR PIMIT : Unité Mixte de Recherche - Processus Infectieux en Milieu Insulaire Tropical

UMR PVBMT : Unité Mixte de Recherche - Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical



7. 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.
- Appert, O. 1965. Découverte de la nidification de *Puffinus pacificus* (Gmelin) près de la côte ouest de Madagascar. *L'Oiseau et la Revue Française d'Ornithologie* 35: 135–139.
- Austin, J. J., Bretagnolle, V., & Pasquet, E. 2004. A global molecular phylogeny of the small *Puffinus* shearwaters and implications for systematics of the Little-Audubon's Shearwater complex. *The Auk*, 121(3), 847-864.
- Barau, A., Barré, N. & Jouanin, C. 2005. Oiseaux de La Réunion. Collection Le grand livre, Editions Orphie. 208p.
- Barbin, K. & Dupont, J. 2008. Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique ZNIEFF Type 2. DIREN, Saint-Denis, Île de La Réunion.
- BIOTOPE, 2012. Projet de Nouvelle Route du Littoral – Étude de la faune vertébrée et invertébrée terrestre sur un cycle annuel. Région Réunion - Rapport de synthèse.
- Bonnet Lebrun, A. S., Calabrese, L., Rocamora, G., & López Sepulcre, A. 2016. Estimating the abundance of burrow nesting species through the statistical analysis of combined playback and visual surveys. *Journal of Avian Biology*, 47(5), 642-649.
- Borsa, P., Congdon, B., & Weimerskirch, H. 2015. Mouvements en mer des puffins fouquets de la colonie de Temrock (Nouvelle-Calédonie) : compte rendu de mission, 28 novembre – 08 décembre 2014 (Doctoral dissertation, Institut de Recherche pour le Développement).
- Boucher, S. 2017. Comportement antiparasitaire chez les Puffins du pacifique *Ardenna pacifica* de La Réunion. Rapport de stage de Césure, Université de La Réunion – Université de Rennes.
- Bowler, J., Betts, M., Bullock, I., Ramos, J.A. 2002. Trends in seabird numbers on Aride Island Nature Reserve, Seychelles 1988–2000. *Waterbirds* 25:26–38.
- Bretagnolle, V., Attie, C., & Mougeot, F. 2000. Audubon's Shearwaters *Puffinus lherminieri* on Réunion Island, Indian Ocean: behaviour, census, distribution, biometrics and breeding biology. *Ibis*, 142(3), 399-412.
- Brooke, M. 2004. Albatrosses and petrels across the world. Oxford University Press. 499p.
- Brown, A.C., 2015. Radar Surveys for the Endangered Black-capped Petrel on Dominica, West Indies. Environmental protection in the Caribbean.
- Buffard, E., Ringler, D., Mongin, P. & Rota B. 2010. Compte-rendu de mission sur la Petite-Ile (16-17 décembre 2010). BNOI/ECOMAR.
- Burger, A.E., & Lawrence, A.D. 2000. Seabird monitoring handbook for Seychelles. Birdlife Seychelles. Mahe, Seychelles.
- Burger, A.E. & Lawrence A.D. 2001. Census of Wedge-tailed Shearwaters *Puffinus pacificus* and Audubon's Shearwaters *P. lherminieri* on Cousin Island, Seychelles using call-playback. *Marine Ornithology* 29: 57-64.
- Burger, A.E. 2001. Diving depths of shearwaters. *Auk* 118: 755–759.
- Byrd, G. V., Moriarty, D. I., & Brady, B. G. 1983. Breeding biology of wedge-tailed shearwaters at Kilauea Point, Hawaii. *Condor*, 292-296.
- Caceres, S., Baronce, R., Guitton, J-S. 2010. Étude de la reproduction du lièvre à collier noir (*Lepus nigricollis*) à La Réunion. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage – Fédération Départementale des Chasseurs de La Réunion. 31p.
- Calabrese L. 2015. Foraging ecology and breeding biology of wedge-tailed shearwater (*Puffinus pacificus*) and tropical shearwater (*Puffinus bailloni*) on Aride Island Nature Reserve, Seychelles: tools for conservation. Animal biology. Université Pierre et Marie Cury – Paris VI.
- Carter, J. 1997. Nest-site Selection and Breeding Success of Wedge-tailed Shearwaters *Puffinus pacificus* at Heron Island. *Geographical Research*, 35(2), 153-167.
- 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.
- Catry, T., Ramos J.A., Jaquemet, S., Faulquier L., Berlincourt, M., Hauselmann, A., Pinet, P., Le Corre, M. 2009a. Comparative foraging ecology of a tropical seabird community of the Seychelles, western Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 374: 259–272.
- Catry, T., Ramos, J.A., Le Corre, M., Phillips, R.A. 2009b. Movements, at-sea distribution and behavior of a tropical pelagic seabird: the wedge-tailed shearwater in the western Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 391: 231–242.
- Cecere, J.G., Calabrese, L., Rocamora, G., Catoni, C. 2013. Movement patterns and habitat selection of Wedge-tailed Shearwaters (*Puffinus pacificus*) breeding at Aride Island, Seychelles. *Waterbirds*, 36: 432–437.
- Cheke, A. 2010. The timing of arrival of humans and their commensal animals on Western Indian Ocean oceanic islands. *Phelsuma*, 18, 38-69.
- Chœur, A. & Dijoux, J. 2016. Eco-éthologie des chats et impacts sur les oiseaux marins de La Réunion. Rapport de stage de Master 1, Université de La Réunion, 47p.
- Christidis, L., & Boles, W. 2008. Systematics and taxonomy of Australian birds. Csiro Publishing.
- Couzi F-X., Requier J-B., Le Menn M., Jan F. & Salamolard M. 2007. Étude de l'avifaune marine sur le site de Grande Anse, du rocher de Petite Île et alentours. Rapport phases 1 et 2. SEOR / Conservatoire du Littoral. 43p.
- 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. & Duarte, C.M. 2014. Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28), 10239-10244.
- Crechet, V. & Sanchez, M. 2016. Restauration écologique des falaises littorales de Petite-Ile (Cap Devot – littoral Bordet) en faveur du gecko vert de Manapany. Bilan technique des opérations menées la seconde année d'action financée : juillet 2015 – mai 2016. Rapport NOI pour la DEAL Réunion et la CIVIS. 32 pp + annexes.
- 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.
- Del Hoyo, J., Elliott, A., & Sargatal, J. 1992. Handbook of the Birds of the World Vol. 1. Lynx Edicions/Birdlife International.
- Del Hoyo, J., Collar, N.J., Christie, D.A., Elliott, A. & Fishpool, L.D.C. 2014. HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World. Lynx Edicions BirdLife International.
- De Vos P. 2014. Projet de restauration écologique de l'îlot de Petite Île. Rapport de stage, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de Toulouse, Toulouse, CBN-CPIE Mascarin, Saint-Leu et Conservatoire du Littoral, Saint-Denis, 58 p. + annexes.
- Dicque G. & Lopez J. 2017. Intérêt de la prospection acoustique automatisée pour le monitoring des puffins tropicaux à La Réunion. Rapport de stage de Master 1, Université de La Réunion, 41p.
- Dietrich, M., Gómez-Díaz, E., & McCoy, K. D. 2011. Worldwide distribution and diversity of seabird ticks: implications for the ecology and epidemiology of tick-borne pathogens. *Vector-borne and Zoonotic Diseases*, 11(5), 453-470.
- Dietrich, M., Lebarbenchon, C., Jaeger, A., Le Rouzic, C., Bastien, M., Lagadec, E., McCoy, K.D., Pascalis, H., Le Corre, M., Dellagi, K. & Tortosa, P. (2014). Rickettsia spp. in seabird ticks from western Indian Ocean islands, 2011–2012. *Emerging infectious diseases journal*, 20(5): 838-842.
- Dupont, J., Strasberg, D. & Rameau, J.-C. 2000. Typologie des milieux naturels et des habitats de La Réunion. Convention de recherche DIREN (Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire). Université de La Réunion, 9 p.
- Faulquier, L., Fontaine, R., Vidal, E., Salamolard, M., & Le Corre, M. 2009. Feral cats *Felis catus* threaten the endangered endemic Barau's petrel *Pterodroma baraui* at Réunion Island (Western Indian Ocean). *Waterbirds* 32(2) :330–336.
- Faulquier, L., Orłowski, S., Chœur, A., Dijoux, J., Potin, G., Bureau, S. & Le Corre, M. In prep. Foraging movements and home range of feral and domestic cats at a coastal seabird colony of Réunion Island: implications for conservation.

- Feare, C.J. 1984. Seabird status and conservation in the tropical Indian Ocean. In Croxall, J-P, Evans, P.G.H. & Shreiber, R.W. *Status and conservation of the world's seabirds*: ICBP Technical Publication 2: 457-471.
- Gerdil, T., 1998. Étude et conservation des oiseaux marins de l'île de La Réunion (Rapport d'études). Université de Neuchâtel, Institut de Zoologie / CEBC / Muséum d'Histoire Naturelle de La Réunion, Neuchâtel.
- Gill, F.B., Jouanin C. & Storer R.W. 1970. Notes on the seabirds of Round Island, Mauritius. *The Auk*: 514-521.
- Gineste B., Souquet M., Couzi F.-X., Giloux Y., Philippe J.-S., Hoarau C., Tourmetz J., Potin G. & Le Corre M. 2016. Tropical Shearwater population stability at Reunion Island, despite light pollution. *Journal of Ornithology*, 1-10.
- Gineste, B. 2016. Étude 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, pp-331.
- Harris. 1965. Puffinosis among Manx Shearwaters on Skokholm. *British Birds*. 58 : 426–434.
- Harrison, C.S., Hida, T.S., & Seki, M.P. 1983. Hawaiian seabird feeding ecology. *Wildlife Monographs*, 3-71.
- Harrison, P., 1996. *Seabirds of the World*, First Edition, 3rd Printing edition. ed. Princeton University Press.
- Hebshi, A.J., Duffy, D.C., & Hyrenbach, K.D. 2008. Associations between seabirds and subsurface predators around Oahu, Hawaii. *Aquatic Biology*, 4(1), 89-98.
- Hyrenbach, K. D., Gleichman, J. S., & Karnovsky, N. J. 2014. Diving behavior of wedge-tailed shearwaters rearing chicks on Lehua Islet. *Journal of the Hawaii Audubon Society*, 74, 1-4.
- IUCN 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-2. Available at: <http://www.iucnredlist.org>. (Downloaded on 14 September 2017).
- 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. & Mouglin, J.-L. 1979. Order Procellariiformes. Pages 48–121 in *Check-list of Birds of the World* (E. Mayr and G. W. Cottrell, Eds.). Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Massachusetts.
- 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.
- Kappes, M.A., Coustaut, K. & Le Corre, M. 2013. Census of Wedge-tailed Shearwaters *Puffinus pacificus* breeding at D'Arros Island and St Joseph Atoll, Seychelles. *Marine Ornithology* 41: 29–34.
- 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.
- Lebarbenchon, C., Jaeger, A., Feare, C., Bastien, M., Dietrich, M., Larose, C., Lagadec, E., Rocamora, G., Shah, N., Pascalis, H., Le Corre, M., Stallknecht, D.E., Dellagi, K. & Boulonier, T. 2015. Influenza A virus on oceanic islands: host and viral diversity in seabirds in the Western Indian Ocean. *PLoS Pathog*, 11(5), e1004925.
- Le Corre, M. 2000. Taxonomic affinities of Audubon's shearwater from Europa Island. *The Condor*, 102(1), 187-190.
- Le Corre, M. 2008. Conservation biology: cats, rats and seabirds. *Nature*, 451(7175), 134-135.
- Le Corre, M., A. Ollivier, S. Ribes and P. Jouventin. 2002. Light-induced mortality of petrels: a 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean). *Biological Conservation*, 105: 93-102.
- Le Corre, M. & Bemanaja, E. 2009. Discovery of two major seabird colonies in Madagascar. *Marine Ornithology*, 37, 153-158.
- 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.

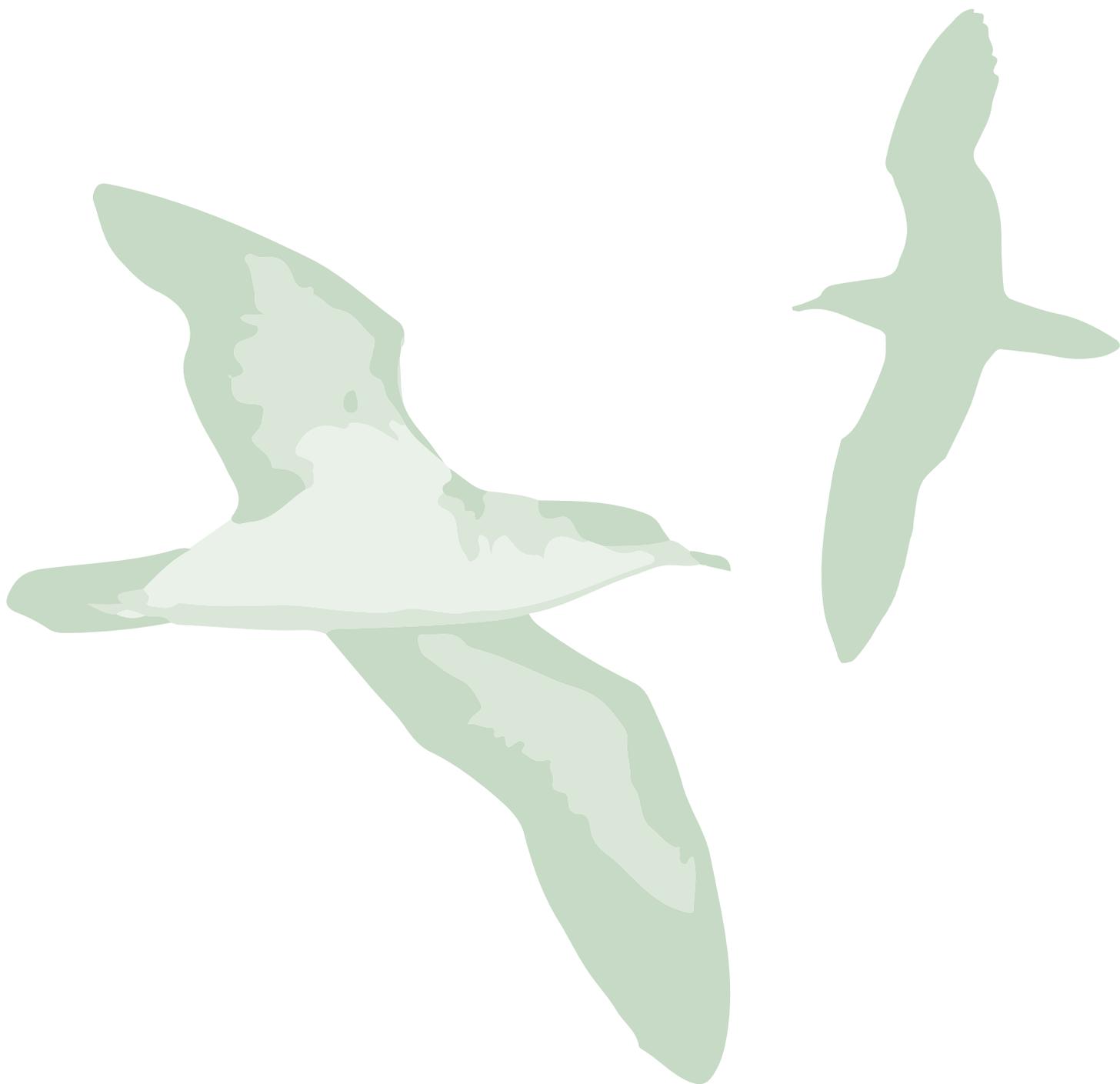


- Le Corre, M. & Faulquier, L. 2016. Étude de l'impact des chats errants sur les oiseaux marins de Grande Anse et actions de contrôles des chats pour limiter cet impact. Rapport final de projet. UMR ENTROPIE, Université de La Réunion.
- Legrand B. 2016. Impact des changements climatiques sur la biodiversité 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., Tatayah, V., Shah, N., Von Brandis, R., Kappes, M.A. Pinet P. & Le Corre M. (in prep) Breeding phenology, migration patterns and foraging habitats of the wedge-tailed shearwater of the western Indian Ocean: a metapopulation analysis.
- Le Rouzic 2013. Impact des tiques et de leurs agents infectieux sur le succès reproducteur du puffin du Pacifique des colonies de Petite Île. Rapport de stage Master BEST – Université de La Réunion.
- 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.
- Louette, M., & Herremans M. 1985. A new race of Audubon's Shearwater *Puffinus lherminieri* breeding at Moheli, Comoro Islands. Bulletin of the British Ornithologists' Club. 105(2), 42-49.
- Mauritius Wildlife Foundation and National Parks and Conservation Services of Mauritius (MWF&NPCSM). 2008. Round Island management plan. [Available online at: www.gov.mu/portal/goc/moa/file/mgmtplan.pdf; accessed 10 February 2011].
- McDuie, F., Goulding, W., Peck, D. R. & Congdon, B. C. 2013. Divergence in chick developmental patterns among wedge-tailed shearwater populations. Marine Ecology Progress Series, 485: 275-285.
- McDuie, F., & Congdon, B. C. 2016. Trans-equatorial migration and non-breeding habitat of tropical shearwaters: implications for modelling pelagic Important Bird Areas. Marine Ecology Progress Series, 550, 219-234.
- McGowan, A., Broberick, A.C. & Godley, B.J. 2008. Seabird populations of the Chagos Archipelago, Indian Ocean: an evaluation of IBA sites. Oryx 42: 424–429.
- 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(11), 3503-3510.
- Mills, K. L. 1998. Multispecies seabird feeding flocks in the Galapagos Islands. Condor, 100: 277-285.
- Modi, A. & Pozas-Schacre, C. 2015. Comparaison de la phénologie de la reproduction et de la migration de deux oiseaux marins tropicaux du sud-ouest de l'océan Indien. Rapport de stage de Master 1, Université de La Réunion, 26p.
- Newton, R. 1958. Ornithological notes on Mauritius and Cargados Carajos Archipelago. Proceedings of the Royal Society of Arts and Sciences of Mauritius 2: 39–71.
- Onley, D., & Scofield, P. 2007. Field guide to the albatrosses, petrels and shearwaters of the world. London, UK: Christopher Helm (Helm Field Guides).
- Pandolfi-Benoit M, Bretagnolle V. 2002. Seabirds of the southern lagoon of New Caledonia: distribution, abundance and threats. Waterbirds 25, 202–213.
- Peck, D. R., & Congdon, B. C. 2006. Sex specific chick provisioning and diving behaviour in the wedge tailed shearwater *Puffinus pacificus*. Journal of Avian Biology, 37(3), 245-251.
- Penhallurick, J. & Wink, M. 2004. Analysis of the taxonomy and nomenclature of the Procellariiformes based on complete nucleotide sequences of the mitochondrial cytochrome b gene. Emu. 104 (2): 125–147.
- Pettit, T. N., Byrd, G. V., Whittow, G. C., & Seki, M. P. 1984. Growth of the Wedge-tailed Shearwater in the Hawaiian Islands. The Auk, 103-109.
- 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. in prep. 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. Colon Waterbirds 21:20–34.

- Praveen, J., Jayapal, R., & Pittie, A. 2013. Notes on Indian rarities-1: Seabirds. *Indian Birds*, 8(5), 113-125.
- Probst, J.M. 1994. Autoroute des Hauts de l'Ouest - Étude faunistique de trois espèces indigènes fréquentant les ravines des Hauts de l'Ouest : Puffin de Baillon (*Puffinus lherminieri bailloni*), Salangane (*Collocalia francica*), Molosse (*Mormopterus acetabulosus*). Rapport SRAM pour le C.E.T.E. Méditerranée. 6 pp. + Annexes (4 pp).
- Probst, J.-M., 1995. Note sur plus de 40 colonies de nidification nouvelles de deux espèces de Procellariiformes indigènes de La Réunion : *Puffinus pacificus* et *Puffinus herminieri*. *Bulletin Phaethon*, Volume 2.
- Probst, J. M. 1997. Animaux de La Réunion : guide d'identification des oiseaux, mammifères, reptiles et amphibiens. Azalées éditions.
- Probst, J.-M., 1998. Petite île, une réserve et un conservatoire précieux pour les espèces littorales. *Bulletin Phaethon*, Volume 8 : 111.
- 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.
- Ringler, D. 2013. Ecologie du rat noir (*Rattus rattus*) dans les îles tropicales et impacts sur les oiseaux marins : implications pour la restauration écologique à La Réunion et dans les Îles Éparses. Thèse de doctorat, Université de La Réunion, 211p.
- Rocamora, G. & Skerrett, A. 2001. Seychelles. In: Fishpool, L.D.C. & Evans, M.I. (Eds.) *Important Bird Areas in Africa and associated islands: priority sites for conservation*. Cambridge, UK: BirdLife International. pp. 751–768.
- 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., Shirai, M., Deppe, L., Wheeler, J., Hodum, P., Gouveia, C., Carmo, V., Carreira, G.P., Delgado-Alburquerque, L., Guerra-Correa, C., Couzy, F.X., Travers, M. & Le Corre M. 2017. Seabird mortality induced by land-based artificial lights. *Conservation Biology*, Vol. 31(5): 986-1001.
- Russell, J. C., & Le Corre, M. 2009. Introduced mammal impacts on seabirds in the Îles Éparses, Western Indian Ocean. *Marine Ornithology*, 37(2), 121-128.
- Salamolard, M., Ghestemme, T., Couzy, 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* 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. 64 pp.
- Sanchez, M., Probst, J.-M., & Deso, G. 2009. *Phelsuma inexpectata* Mertens, 1966 (Squamata: Gekkonidae) sur l'île de La Réunion: écologie, répartition et menaces. *Bulletin de la Société herpétologique de France*, (132), 43-69.
- Sanchez, M., Probst, J.-M., Le Corre, M., Buffard, E., Caceres, S., Mongin, P., Fayan, J., & Rota, B. 2010. Compte-rendu de mission sur la Petite Île : Programme de recherche mixte : Les reptiles disparus, l'avifaune de l'îlot et les mammifères introduits. NOI / ECOMAR / BNOI / ONCFS.
- Sanchez, M., & Caceres, S. 2011. Plan national d'action en faveur du gecko vert de Manapany *Phelsuma inexpectata*. Ministère de l'écologie, du développement durable, du logement et du transport, DEAL Réunion, NOI/ONCFS, 137.
- Shirihai, H., & Bretagnolle, V. 2015. The poorly known Mohéli Shearwater *Puffinus (persicus) temptator* at the Comoro Islands, western Indian Ocean. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 135: 216-223.
- Sibley, C.G. & Monroe, B.L., 1990. *Distribution and taxonomy of birds of the world*. Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Smithers, B. V., Peck, D. R., Krockenberger, A. K., & Congdon, B. C. 2003. Elevated sea-surface temperature, reduced provisioning and reproductive failure of wedge-tailed shearwaters (*Puffinus pacificus*) in the southern Great Barrier Reef, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 54(8), 973-977.
- Spear, L.B., Ainley, D.G. & Walker W.A. 2007. Trophic relationships of seabirds in the eastern Pacific Ocean. *Studies in Avian Biology* No. 35.



- Tanabe, S. 2002. Contamination and toxic effects of persistent endocrine disrupters in marine mammals and birds. *Marine pollution bulletin*, 45(1), 69-77.
- Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., 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 of London B : Biological Sciences*, 364(1526), 2027-2045.
- Tiller, C. J., Klomp, N. I., Fullagar, P. J., & Heyligers, P. C. 2013. Catastrophic breeding failure caused by heavy rainfall in a shearwater colony. *Marine Ornithology*, 41, 97-99.
- 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.
- UICN France, MNHN, SEOR, ARDA, Insectarium de La Réunion, GLOBICE & Kélonia, 2013. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion*, Paris, France.
- Veitch, C.R., Gaskin, C., Baird, K., Ismar, S.M.H. 2011. Changes in bird numbers on Raoul Island, Kermadec Islands, New Zealand, following the eradication of goats, rats, and cats. Pp 372-377 in Veitch, C.R.; Clout, M.N.; Towns, D.R. (eds) *Island invasives: eradication and management*. Proceedings of the International Conference on Island Invasives. Gland, Switzerland: IUCN.
- Vinson, J.M., 1976. Notes sur les Procellariens de l'île Ronde. *L'Oiseau et la Revue Française d'Ornithologie*, 46, 1-24.
- Warham, J., 1990. *The Petrels: Their Ecology and Breeding Systems*. Academic Press, New York.
- Weber, A.-S. & Kerampran, R. 2011. Impact du rat noir dans les colonies de Puffins du Pacifique du sud de La Réunion, évaluation et réhabilitation. Rapport de stage de Master 1, Université de La Réunion, 27p.
- Whittow, G.C. 1997. Wedge-tailed shearwater (*Puffinus pacificus*). In: Poole, A. (Ed.) *The birds of North America Online*, Vol. 305. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology.
- Wilcox, C., Van Seville, E., & Hardesty, B. D. 2015. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(38), 11899-11904.
- Wilkinson, D. A., Dietrich, M., Lebarbenchon, C., Jaeger, A., Le Rouzic, C., Bastien, M., ... & Dellagi, K. 2014. Massive infection of seabird ticks with bacterial species related to *Coxiella burnetii*. *Applied and environmental microbiology*, 80(11), 3327-3333.
- Will, A.P. 2005. The Effect of Human Predation, Rats and Goats on Small Colonies of Wedge-Tailed Shearwaters (*Puffinus pacificus*) in Southwest Madagascar. Independent Study Project (ISP) Collection. Paper 408.



Décembre 2017

Rédaction : L. Faulquier, M. Le Corre, F.-X. Couzi & M. Saliman

Coordination : L. Faulquier & M. Le Corre

Mise en page : www.batcompo.fr

Photographies de couverture : Puffin du Pacifique et Puffin tropical (© M. Riethmuller).

Impression : Graphica

