



Plan de Conservation du Pétrel de Barau, *Pterodroma barau*

- Document définitif -



Société d'Etude Ornithologiques de la Réunion (SEOR)

Laboratoire d'ECologie MARine, Univ. de la Réunion (ECOMAR)

Marc SALAMOLARD



FEDER

CONTRIBUTEURS

Pour les Plans d'actions d'espèces menacées en Europe, le document final rassemble les connaissances et les analyses de plusieurs experts, spécialistes de l'espèce ou des problématiques associées au plan de conservation. La hiérarchisation des menaces et les mesures de conservation proposées sont, ainsi, la synthèse et le résultat des échanges et des discussions entre ces experts, généralement réunis en ateliers de travail.

Dans le cas d'une espèce endémique, comme c'est le cas pour le Pétrel de Barau, le nombre d'études et de spécialistes est beaucoup plus réduit, et les opportunités de rencontres et d'échanges sont limitées par les distances qui séparent l'île de la Réunion de la métropole et de l'Union européenne.

Pour s'affranchir de ces contraintes, il a été choisi de travailler par courriers électroniques, de la façon suivante :

- Effectuer une synthèse complète et très détaillée des connaissances sur l'espèce et ses menaces ;
- Envoyer un premier document de travail à un grand nombre de 'Contributeurs' (voir liste ci-dessous), personnes identifiées comme spécialistes d'espèces proches ou de problématiques identifiées dans ce plan de conservation. Cette liste peut être élargie par chaque destinataire.
- Rassembler l'ensemble des commentaires et remarques des différents spécialistes qui auront accepté de participer, dans un délai de 2 mois. Le nom de ces personnes (et leur organisme, s'ils le souhaitent) sera signalé dans la version finale de ce plan de conservation, en tant que 'Contributeur'.
- Un document final est rédigé, intégrant, au mieux, les remarques des contributeurs. A leur demande, leurs remarques sont rassemblées et jointes en annexe du document final.
- Le document final et les remarques en annexe, est envoyé une nouvelle fois aux contributeurs afin de recueillir leur validation et d'ultimes corrections.

Liste des personnes auxquelles ce document de travail a été envoyé :

Les destinataires peuvent faire suivre ce document à d'autres spécialistes de leur connaissance, en leur demandant de respecter un retour dans les deux mois qui suivent le premier envoi.

Personne ressource	Organisme / Thématique / Région concernée
BENEST Fabienne	DIREN Aquitaine
BOURNE W. R. P.	Université d'Aberdeen (Ecosse)
BRETAGNOLLE Vincent	CEBC-CNRS
BRIED Joël	Instituto do Mar, Açores (Portugal)
CHEKE Anthony	Mascareignes, U.K.
COLAS Pascal	Association Nature, Découverte et Partage
COULTER Malcolm	Galapagos
COURCHAMP Franck	Prédateurs introduits, Chats
DUFFAUD Marc-Henri	DIREN-Réunion, Service SPNAD
DUNCAN Alison	L.P.O. -BirdLife France
HOARAU Marylène	Parc National de la Réunion
IMBER Mike	Wellington (Nouvelle-Zélande)
JEAN-CHARLES Dominique	EDF
JIGUET Frédéric et al.	CRBPO, Muséum National d'Histoire Naturelle
JONES Carl	Mauritian Wildlife Foundation (Ile Maurice)
LAGOURGUE Jean-Louis	Association des Maires
LASCEVE Pascal	L.P.O. PACA
LE CORRE Matthieu	Université de la Réunion, laboratoire ECOMAR
LEVESQUE Anthony	Amazona (Antilles)
MICOL Thierry	L.P.O. (et TAAF)
MONGIN Philippe	et l'équipe de la Brigade de la Nature de l'Océan Indien
<i>Mr le Président</i>	Société d'Ornithologie de Polynésie
<i>Mr le Président</i>	Société Calédonienne d'Ornithologie
PAILLER Thierry	Laboratoire d'Ecologie Végétale (Univ. La Réunion)
PALASI Jean-Philippe	UICN Comité Français, DOM-TOM
PASCAL Michel	INRA Rennes
PATERNOSTER Monique	Conservatoire National Botanique de Mascarin
PODOLSKY Richard (Avian System)	Hawaii
PONTIER Dominique	Université de Lyon
PROBST Jean-Michel	Association 'Nature et Patrimoine'
RABOUAM Corinne	Iles méditerranéennes
RIBES Sonia	Muséum d'Histoire Naturelle
RIETHMULLER Jean-Martin	Association SEOR
ROCAMORA Gérard	Island Conservation Society
SAFFORD Roger	BirdLife International
SOUBEYRAN Yohann	UICN Comité Français, espèces envahissantes DOM-TOM
STRASBERG Dominique	Laboratoire d'Ecologie Végétale (Univ. La Réunion)
TARNUS Giselle	Association SREPEN
TATAYAH Vikash	Mauritian Wildlife Foundation (Ile Maurice)
TRON Lucien	Parc National de la Réunion
VIDAL Eric	Université de Marseille
WAUGH Sue	Oiseaux marins, Nouvelle-Zélande
WEIMERSKIRCH Henri	CEBC-CNRS
ZINO Francis	Madère (Portugal)
ZOTIER Richard	Îles méditerranéennes

Personnes ayant répondu mais ne pouvant pas contribuer du fait de la langue française ou de difficulté de réception du document:

Personne ressource	Organisme / Thématique / Région concernée
COULTER Malcolm	Galapagos (Etats-Unis)
PODOLSKY Richard (Avian System)	Hawaii (Etats-Unis)
ROCAMORA Gérard	Island Conservation Society (Seychelles)
SAFFORD Roger	BirdLife International (Royaume-Uni)
VIDAL Eric	Université Mar
ZINO Francis	Madère (Portugal)

Contributeurs ayant envoyé des commentaires:

Personne ressource	Organisme / Thématique / Région concernée
BENEST Fabienne	DIREN Réunion, puis DIREN Aquitaine
BOURNE W. R. P.	Université d'Aberdeen (Ecosse)
BRETAGNOLLE Vincent	CEBC-CNRS, Chizé
BRIED Joël	Instituto do Mar, Açores (Portugal)
CHARTENDRAULT Vivien	Société Calédonienne d'Ornithologie (Nouvelle-Calédonie)
CHEKE Anthony	Mascareignes (Royaume-Uni)
DUFFAUD Marc-Henri	DIREN-Réunion
FAULQUIER Lucie	BirdLife International/Société d'Ornithologie de Polynésie
LEQUETTE Benoît	Parc National de la Réunion
LUCAS Yvon	Association Nature, Découvertes et Partage (Réunion)
TATAYAH Vikash	Mauritian Wildlife Foundation (Ile Maurice)
WAUGH Sue	BirdLife International (Nouvelle-Zélande)

SOMMAIRE

PREMIERE PARTIE : INFORMATIONS DE BASE.....	7
1. HISTORIQUE.....	7
2. TAXONOMIE.....	7
3. DISTRIBUTION.....	8
3.1. <i>Distribution en mer</i>	8
3.1.1. En dehors de la saison de reproduction.....	9
3.1.2. Pendant la saison de reproduction.....	9
3.1.3. Observations réalisées par Ecomar entre novembre 2001 et mai 2004.....	10
3.2. <i>Voie d'accès à la côte</i>	11
3.3. <i>Distribution des colonies de reproduction</i>	11
3.4. <i>Terriers</i>	14
4. ECOLOGIE ALIMENTAIRE.....	14
5. TAILLE DE POPULATION.....	14
6. TENDANCES D'ÉVOLUTION.....	15
6.1. <i>Taille de la population et sites de nidification</i>	15
6.1.1. XIXème-début XXème siècle.....	15
6.1.2. Période 1960-1990.....	16
6.1.3. Période 1990-1995.....	16
6.1.4. Période 1995-2001.....	16
6.1.5. Période 2002-2005.....	17
7. STATUT DE CONSERVATION.....	17
8. BIOLOGIE/ÉCOLOGIE.....	18
8.1. <i>Retour des adultes</i>	18
8.2. <i>Exode préposital</i>	18
8.3. <i>Ponte</i>	18
8.4. <i>Date d'éclosion</i>	18
8.5. <i>Élevage du poussin</i>	18
8.6. <i>Adultes</i>	19
8.7. <i>Période d'envol</i>	19
8.8. <i>Variations saisonnières et inter-annuelles de la reproduction en relation avec les variations environnementales</i>	21
8.8.1. Résultats sur les oiseaux disséqués en laboratoire.....	21
8.8.2. Résultats sur les oiseaux vivants recueillis, et mesurés par la SEOR.....	21
8.8.2.1. Chronologie de l'envol et variations saisonnières du poids à l'envol.....	21
8.8.2.2. Variations inter-annuelles du nombre de jeunes recueillis.....	22
8.8.2.3. Variations inter-annuelles du poids des jeunes pétrels et puffins.....	23
8.8.3. Interprétation des résultats.....	24
8.9. <i>Vocalisations</i>	24
DEUXIEME PARTIE : MENACES ET FACTEURS LIMITANTS.....	25
1. PHÉNOMÈNES CYCLONIQUES.....	25
2. DISPONIBILITÉS ALIMENTAIRES.....	25
3. PRÉDATION PAR LE BUSARD DE MAILLARD.....	26
4. MÉTAUX LOURDS, POLLUTION.....	26
5. INTERACTIONS AVEC LES ACTIVITÉS DE PÊCHE.....	27
6. PRÉDATION PAR LES RATS.....	27
7. PRÉDATION PAR LES CHATS.....	28
8. BRACONNAGE PAR L'HOMME.....	30

9. DESTRUCTION, DÉGRADATION DES SITES DE REPRODUCTION.....	32
10. COLLISIONS.....	32
11. ÉCHOUAGES INDUITS PAR LES ÉCLAIRAGES ARTIFICIELS.....	35
12. FAIBLESSE DES CONNAISSANCES.....	38
13. SYNTHÈSE DES DIFFÉRENTES MENACES.....	38
13.1. Menaces sur la survie adulte.....	39
13.2. Menaces sur le succès reproducteur/survie des jeunes à l'envol.....	39
14. STATUT DE CONSERVATION ET MESURES RÉCENTES DE CONSERVATION.....	40
TROISIEME PARTIE: OBJECTIFS ET ACTIONS DE CONSERVATION.....	41
1. BUTS.....	41
2. OBJECTIFS.....	41
2.1. POLITIQUE ET LEGISLATION.....	41
2.1.1. Assurer les dispositions européennes, légales et financières,	41
2.1.1.1. Insérer les espèces menacées dans les R.U.P. européennes dans la liste de espèces menacées d'Europe.....	41
2.1.1.2. Insérer les espèces menacées dans les R.U.P. dans les outils réglementaires et financiers de l'Union européenne.....	42
2.1.1.3. Incorporer les mesures des Plans d'actions d'espèces menacées dans la législation régionale et nationale.....	42
2.1.2. Législation concernant les chats errants.....	42
2.1.3. Législation concernant les déchets en milieu indigène.....	42
2.1.4. Législation concernant les éclairages.....	43
2.2. CONSERVATION DE L'ESPECE et HABITAT	43
2.2.1. PREVENTION ET CONTROLE DES RATS.....	43
2.2.1.1. Prévention.....	43
2.2.1.2. Contrôle des rats.....	44
2.2.2. PREVENTION ET CONTROLE DES CHATS.....	45
2.2.2.1. Prévention.....	45
2.2.2.2. Contrôle des chats.....	45
2.2.3. ELIMINATION DES ACTES DE BRACONNAGE.....	46
2.2.4. REDUCTION DE LA MORTALITE INDUITE PAR LES ECLAIRAGES... 46	
2.2.4.1. Campagnes de sauvetage des pétrels.....	46
2.2.4.2. Centre de soins.....	46
2.2.4.3. Diminution des éclairages nocifs.....	46
2.2.4.4. Campagnes de communication sur les éclairages.....	46
2.2.5. REDUCTION DES COLLISIONS.....	47
2.2.6. DIMINUTION DES DERANGEMENTS.....	47
2.3. MONITORING ET RECHERCHE.....	47
2.3.1. SUIVIS DES EFFETS DES MESURES DE CONSERVATION.....	47
2.3.2. SURVEILLANCE DES MENACES EN MER.....	48
2.4. SENSIBILISATION DES DIFFERENTS PUBLICS.....	48
2.5. SYNTHÈSE DES MESURES DE CONSERVATION.....	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	50
ANNEXES.....	55

PREMIERE PARTIE : INFORMATIONS DE BASE

1. Historique

Bory de Saint-Vincent (1804) est le premier à rapporter des informations qui semblent correspondre aux Pétrels de Barau: « *C'est dans le temps du solstice que les petits taille-vent ont acquis une certaine grosseur et cette graisse excessive qui les fait rechercher; alors les créoles vont à leur recherche, et tout ce qu'ils en trouvent est préparé dans du sel qu'ils portent avec eux. Ces oiseaux ainsi salés, se conservent quelques temps, et prennent à peu près le goût des vieux harengs-saurs; ...leur graisse est onctueuse, elle a assez l'odeur d'huile de poisson, ainsi que celle de tous les oiseaux de mer. Le Morne de Langevin, le volcan, les hauts de la Rivière de l'est et les Salazes sont les lieux où les fouquets se trouvent le plus fréquemment ...* ».

Les premiers spécimens ont été remis au Muséum d'Histoire Naturelle de la Réunion à la fin du XIXème siècle.

L'espèce n'a été découverte qu'en 1963 et décrite scientifiquement par C. Jouanin en 1964.

Les sites de reproduction ont été observés à distance en 1987 (Bretagnolle & Attié 1991), puis découverts dans les années 1990, au cours d'une expédition en montagne, par Pascal Colas; observations confirmées sur le terrain par la suite (Probst et al. 1995).

2. Taxonomie

L'espèce a d'abord été nommée *Bulweria barau* en 1963 (Jouanin 1964) à partir d'un individu découvert le 28 avril 1963 sur le Barachois, ville de Saint-Denis, île de la Réunion.

Cette découverte a été mise en relation avec 3 spécimens conservés au Muséum d'Histoire Naturelle de St Denis, décrits en 1948 par Milon (1951), correspondants, sans doute, à des oiseaux récoltés à la fin du XIXème siècle (1 spécimen encore présent en 1963).

L'espèce a été renommée *Pterodroma barau* (Jouanin & Gill 1967).

A partir des critères ostéologiques et biologiques, le Pétrel de Barau a été intégré au groupe de *Pterodroma hasitata* (Jouanin 1964). Imber (1984) le place près de *P. arminjoniana* (sous-genre *Hallostroma*), tandis que Meredith (1985) le relie à ces deux genres.

A partir des comparaisons des vocalisations, le *Pterodroma barau* semble lié à *P. inexpectata*, et, dans une moindre mesure, à *P. phaeopygia* (Bretagnolle et Attié 1991).

Plusieurs compléments d'informations sur la taxonomie sont apportés par les contributions. V. Bretagnolle signale qu'une phylogénie quasi-complète des Pterodromes (Kennedy & Page 2002). Celle-ci est une classification hybride entre des données génétiques et une classification purement anatomique (Cheke *com. pers.*). Dans cette phylogénie, la proche parenté entre *Pterodroma barau* est *P. arminjoniana*, qui semble basée sur des propositions de Imber (1984) à partir, seulement, de la proximité géographique de ces deux espèces (Réunion et Maurice) est, de ce fait, remise en cause par Cheke et Bourne (*com. pers.*).

Le genre *Pterodroma* compte 32 espèces, qui ont une répartition inter-tropicale, pour la plupart (del Hoyo et al. 1992, BirdLife International). Parmi celles-ci, 21 espèces sont présentes dans l'Océan Pacifique.

Les deux tiers des *Pterodroma* connus ont un statut de conservation défavorable au niveau mondial (Tab. 1).

Tableau n° 1 : Listes des espèces de *Pterodroma* ayant un statut de conservation défavorable, lieux de reproduction et types de menaces (d'après BirdLife 2000 & 2006; UICN 2007).

Espèce (<i>Pterodroma</i> sp.)	Site (s) de reproduction	Statut	Menaces
<i>P. phaeopygia</i>	Endémique des Galapagos (5 ou + îles)	CR	IS, HL, AM
<i>P. magentae</i>	Ile Chatham	CR	IS, ND
<i>P. caribbaea</i>	Est Jamaïque, Dominique ? , Guadeloupe ?	CR	NK
<i>P. axillaris</i>	Uniquement île Sud-Est (=Rangatira) (îles Chatham)	CR	NS
<i>P. hasitata</i>	Haïti et République Dominicaine	EN	HL, IS, HD
<i>P. cookii</i>	Endémique de Nouvelle-Zélande	EN	IS
<i>P. cahow</i>	Endémique des Bermudes (CR, selon Bourne <i>com. pers.</i>)	EN	NS, HD, ND, AP
<i>P. barau</i>	Endémique de la Réunion	EN	AM, IS
<i>P. atrata</i>	uniquement île Henderson (îles Pitcairns)	EN	IS
<i>P. madeira</i>	Ile Madère (Portugal), (CR, selon Bourne <i>com. pers.</i>)	EN	IS
<i>P. solandri</i>	Ile Lord Howe (Australie), île Phillip (îles Norfolk, Aust.)	VU	AM, IS, NS, ND
<i>P. sandwichensis</i>	Iles Hawaii	VU	IS, AM
<i>P. pycrofti</i>	11 îles sur côte Est de Nouvelle-Zélande	VU	IS, NS
<i>P. longirostris</i>	Ile Alejandro Selkirk (Chili)	VU	IS, HD
<i>P. leucoptera</i>	Australie, Nouvelle-Calédonie	VU	IS, NS ND
<i>P. incerta</i>	uniquement sur îles Tristan et Gough	VU	IS, NS, AM
<i>P. externa</i>	Ile Alejandro Selkirk (Chili)	VU	HL, IS, HD
<i>P. defilippiana</i>	3 ou 4 îles au large du Chili	VU	IS
<i>P. cervicalis</i>	Macauley (îles Kermadec), Norfolk (Australie), Vanuatu	VU	IS, HD, ND
<i>P. arminjoniana</i>	Iles Trinidad et Martin Vaz, côte du Brésil	VU	HL, IS
<i>P. alba</i>	Iles Line et Phoenix (Kiribati), Marquises et Pitcairns	EN	IS

(1) Statut de conservation (BirdLife 2000, UICN 2007) : **CR**=critique (risque de disparition dans la prochaine décennie) ; **EN**=En Danger (risque de disparition dans les prochaines décennies) ; **VU**=Vulnérable

(2) Types de Menaces (BirdLife 2000) : **NS**= Espèces indigènes ; **IS**= Espèces exotiques ; **HD**= Dérangements humains ; **ND**= Désastres naturels ; **HL**= Perte ou dégradation d'habitat ; **AM**= Mortalité accidentelle ; **AP**= Pollution atmosphérique ; **NK**= Inconnu

3. Distribution

Le Pétrel de Barau est endémique de l'île de la Réunion. Même si un nid a été découvert sur l'île Rodrigues (site de 'Quatre Vents' à 320 mètres d'altitude: Cheke 1974), aucune découverte postérieure n'a été réalisée (Jouanin 1987; Probst 1996). En mer, il est observé dans tout l'océan Indien.

3.1. Distribution en mer

C'est principalement l'utilisation de la télémétrie satellitaire qui permet de mieux connaître la répartition des oiseaux en mer. Jusqu'à maintenant, ces systèmes n'étaient pas suffisamment miniaturisés pour être utilisés sur les Pétrels de Barau. Il est admis que les appareils 'embarqués' sur les oiseaux ne doivent pas dépasser 5% du poids de l'oiseau, et mieux, être inférieurs à 2% (Kenward 1987) ; ce qui, pour le Pétrel de Barau (poids moyen d'un adulte = 358g, n=61 : données SEOR), devrait être inférieur à 18 g, et mieux, à 7g. La mise au point de balises ARGOS de moins de 10 grammes (CLS 2007) permet d'envisager son utilisation sur les Pétrel de Barau dans un avenir proche.

Les informations suivantes proviennent d'observations et de comptages réalisés en mer.

L'espèce est clairement **migratrice**, les observations montrent que les oiseaux quittent les eaux environnantes de La Réunion entre avril et juin (Stahl & Bartle 1991). Ceci correspond à un déplacement des plus fortes valeurs de micronecton, situées, en été austral, au sud de 20° Sud et qui basculent, rapidement, au Nord de 12°S en hiver austral. Ces concentrations persistent dans cette zone jusqu'en novembre, tandis que les Pétrels de Barau reviennent de manière assez synchronisée sur les lieux de reproduction, poussés par les besoins de reproduction, plus que par les modifications des disponibilités alimentaires. A cette période, et **jusqu'en décembre**, les oiseaux sont principalement dans les eaux tropicales les plus riches, essentiellement au Nord de l'île de la Réunion.

De décembre à avril, les Pétrel de Barau sont observés plus largement au Sud de l'île de La Réunion (voir § suivants).

Les observations en mer montrent que les oiseaux non-reproducteurs (avec un plumage en mue) ne sont pas présents sur les mêmes zones que les reproducteurs : **ségrégation géographique**. Les oiseaux non-reproducteurs doivent passer le printemps et l'été dans les eaux tropicales et sub-tropicales du Sud-Est de l'Océan Indien, comme le suggèrent les observations près des Iles Christmas en Octobre (Dunlop et al. 1988), et entre l'île Amsterdam et l'Ouest de l'Australie et Victoria, en Février et Mars (Carter et al. 1989).

Le Pétrel de Barau se distingue d'autres *Pterodroma* en exploitant, de manière alternative au cours de l'année, les ressources des eaux tropicales et subtropicales. « *Il utilise une niche écologique identique à P. externa dans le Pacifique Sud, P. sandwichensis dans le Nord du Pacifique et P. hasitata dans l'Atlantique Nord (Haney 1987)* » (Stahl & Bartle 1991).

3.1.1. En dehors de la saison de reproduction

En dehors de la reproduction, les Pétrels de Barau semblent se disperser vers le Nord et l'Est de l'Océan Indien, comme en témoignent les informations bibliographiques :

- observations entre 11°02' N et 63°56' E et 5°20' S (Mer d'Arabie) et 100°30' E (sud-ouest de Sumatra) (> 60 individus) (Van den Berg et al. 1991).
- 200 km au Sud et 600 km à l'Est (Gill 1967 ; Jouanin et Gill 1967).
- autres observations (3 individus): entre 13°44'S 91°26'E et 7°39'S 102°45'E par P. et K. Meeth (in Chapman & Cheshire 1987). Donc présence régulière dans les eaux indonésiennes de l'Océan Indien.
- Seulement 3 observations, en hiver au Sud de 15°S, sur 4 transects Sud et Sud-Est de la Réunion, toutes entre 23 et 24°S, avec une autre observation de Gill (in Jouanin 1987).

3.1.2. Pendant la saison de reproduction

Les informations sur la répartition en mer par mois proviennent essentiellement de Stahl et Bartle (1991) :

- En **septembre** (début des retours sur les colonies de reproduction), les observations sont faites à faible distance de la Réunion, entre la Réunion et Maurice et, au Sud, jusqu'à 25°S (soit 400 km de l'île).
- cette répartition semble persister entre **septembre et novembre**. A noter, 3 observations au large de l'Afrique du Sud et du Mozambique en octobre et novembre (Sutherland 2005).
- En **décembre**, les densités d'oiseaux observées en mer sont plus faibles que pendant les autres mois. Des oiseaux sont observés au sud de la côte malgache. Les observations de Pétrel de Barau au Sud-Est et à l'Est de l'île de la Réunion sont beaucoup plus rares.
- A partir de la ponte, **entre décembre et avril**, des oiseaux sont observés jusqu'à 38° S (1700 km de la Réunion), avec l'observation la plus méridionale au sud de l'île Saint-Paul à 41°26'S et 75°39'E.

- Pendant la reproduction, trois types de zone d'alimentation sont identifiées avec des densités plus importantes (Stahl & Bartle 1991) :

- les eaux tropicales et mixtes tropicales/subtropicales : dans les **300 km autour de l'île**. Les oiseaux sont observés au sud et au sud-ouest de l'île en alimentation quelle que soit l'heure de la journée, entre 13 et 130 km ce qui prouve qu'il ne s'agit pas que d'oiseaux en transit.
- Entre 25 et 26° Sud, soit **entre 400 et 500 km de l'île**, une zone marquée par un front de salinité, ou par une veine d'eau plus chaude et moins saline
- Dans les eaux subtropicales, **entre 1000 et 1400 km SSE de l'île**.

Des observations réalisées plus récemment dans l'océan Indien occidental confirment que l'espèce, pendant la période de reproduction, est présente essentiellement dans la partie sud du Bassin des Mascareignes et au sud de Madagascar (Jaquemet 2005). Dans le bassin des Mascareignes, le Pétrel de Barau est généralement observé seul ou en petits groupes, et assez rarement en association avec d'autres oiseaux marins ou des prédateurs de surface. Il n'est pas non plus attiré par les Dispositifs de Concentration de Poisson (DCP) (Jaquemet et al. 2004).

3.1.3. Observations réalisées par Ecomar entre novembre 2001 et mai 2004

La distribution des Pétrels de Barau en mer a été étudiée au cours de campagnes en mer entre novembre 2001 et mai 2004 (voir tableau ci dessous). Comme le montre ce tableau et la figure suivante, la plupart des Pétrels de Barau sont observés dans un rayon de 300-350 km autour de l'île, ce qui correspond probablement au rayon de prospection habituel des adultes reproducteurs pendant l'élevage des poussins. Cependant, quelques individus ont également été observés à plus de 1000 km, notamment dans le sud de Madagascar.

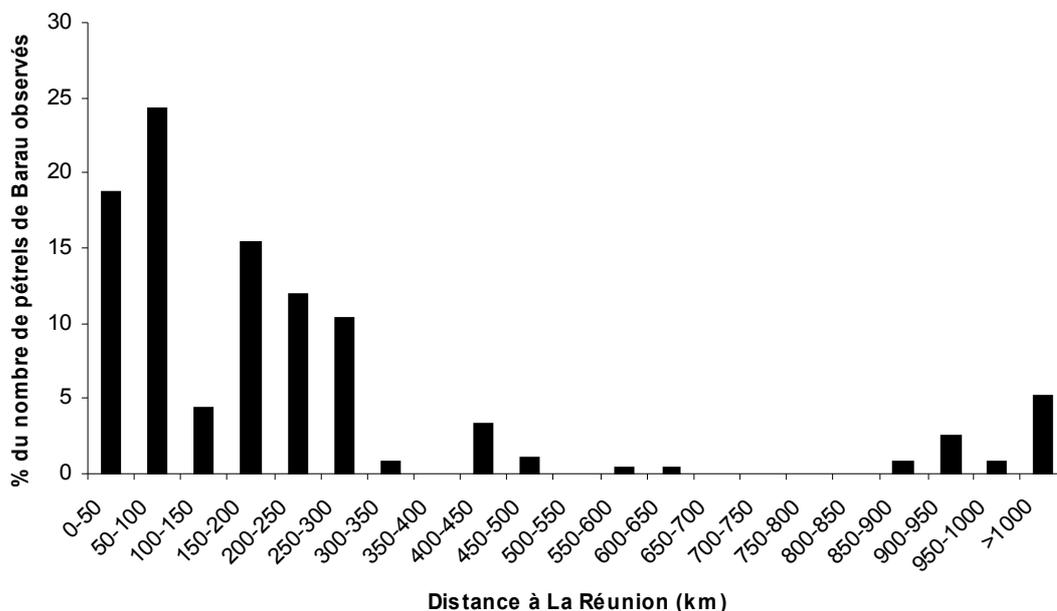


Figure n° 1 : Nombre de Pétrels de Barau observés en fonction de la distance à l'île de la Réunion.

3.2. Voie d'accès à la côte

Contrairement à la plupart des pétrels, les Pétrels de Barau regagnent, de jour, les colonies de reproduction situées à environ 25 km de la côte. Ces retours débutent plus de 1h 30 avant le coucher du soleil. Le pic de retour est retardé de 60 minutes entre le mois d'octobre (17h45) et celui de Janvier (18h45), alors que la durée d'éclairement ne varie que de 40 minutes (Bretagnolle & Attié 1991). Il est possible que ces oiseaux économisent de l'énergie en utilisant les courants ascendants qui s'installent entre l'océan et les sommets en fin d'après-midi (Brooke 1978).

Les Pétrels de Barau peuvent accéder aux colonies en tout point de la côte, mais très rarement par la côte Est, entre Ste Marie et St Joseph (Gerdil 1998 ; SEOR Base de données).

Les trois points privilégiés de franchissement de la côte, sont, par ordre décroissant en nombre d'oiseaux : 1/ l'Etang du Gol (Rivière St Etienne puis Cirque de Cilaos), 2/ le Port (rivière des Galets puis Cirque de Mafate), 3/ St Pierre (Gerdil 1998 ; Bretagnolle & Attié 1991 ; SEOR BDD) (carte 1). D'autres points de franchissements sont empruntés de manière plus ou moins importante, selon les conditions météorologiques (plafonds nuageux d'altitude, forts vents de mer, ...). Les hauteurs de vol, au dessus des terres, sont également dépendantes de ces conditions météorologiques (SEOR obs. pers.).

3.3. Distribution des colonies de reproduction

Les Pétrels de Barau sont présents sur l'île de la Réunion de fin août à la mi-mai (SEOR).

Les limites de l'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, noté 'APPB', englobent tous les sites de reproduction de Pétrel de Barau, connus et potentiels, identifiés à partir d'un inventaire des colonies dans les années 90 (Probst 1995 ; Probst et al. 1995; Colas 2006) (carte 1). Cet APPB régleme la fréquentation humaine (Arrêté du 23 Mars 2001 : copie en Annexe).

Lors de la désignation de l'APPB, les sites de reproduction n'étaient pas tous connus. Des prospections ultérieures ont identifié de nouveaux sites, situés à l'extérieur du périmètre de l'APPB (ex : sur le Petit Bénare et entre 2820 et 2450 m d'altitude dans le 'Canyon du Bras du Parc', cirque de Salazie, au pied du Piton des Neiges : Probst et al. 1996).

Les colonies de reproduction de Pétrel de Barau sont situées essentiellement entre 2000 et 2800 mètres d'altitude, sur les plus hauts sommets de l'île: massifs, du Grand Bénare (point culminant 2896m), du Gros Morne (3013m) et du Piton des Neiges (3069m).

Les terriers sont installés sur les pentes et les replats.

Deux grands types d'habitat de reproduction ont été décrits (Lampe 2003) :

- '**les terriers sous blocs rocheux**' : situés dans des pierriers stabilisés, avec présence d'un minimum d'humus et d'une végétation éricoïde épars et basse de Branle vert (*Philippia montana*) et de Branle blanc (*Stoebe passerinoides*) : les densités de terriers sont faibles à moyenne. Altitude : entre 2300 et 2750 m sur les remparts du Grand Bénare et au dessus de 2600 sur la face ouest du Piton des Neiges.
- '**les terriers sous humus épais**' : creusés directement dans la couche d'humus (40 à 60 cm en moyenne) situés dans des pentes assez faibles, recouvertes d'un couvert végétal de mousses, de lichens et de fourrés denses (2 à 2,50 m, jusqu'à 5 m de haut) de végétation éricoïde d'altitude dominée par le Branle vert (*Philippia montana*), le Branle blanc

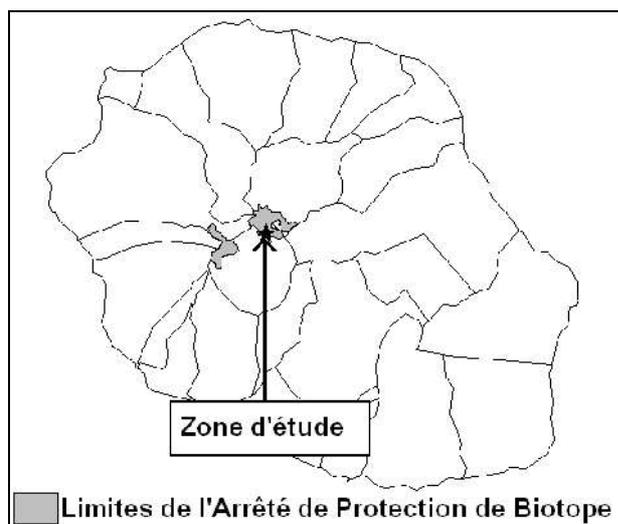
(*Stoebe passerinoide*), le Petit Tamarin des Hauts (*Sophora montana*) et les Fleurs Jaune (*Hypericum lanceolatum*). Les terriers sont généralement creusés dans l'avoune (couche de matière organique peu dégradée et épaisse), parfois sous un rocher. Les densités de terriers sont moyennes à fortes. Altitude : entre 1950 et 2300 m sur les remparts du Grand Bénare et, 2200 et 2600m sur la face ouest du Piton des Neiges.



Photo n° 1 et 2 : Entrées de terriers de Pétrel de Barau sous avoune dans la colonie d'étude (M. Salamolard – SEOR)



Photo n° 3 : Pentcs du Piton des Neiges (2300 – 2700 m d'altitude) sur lesquelles se situent les colonies d'étude (SEOR)



Carte n° 1 : Périmètre de l'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (voir annexe n°1) et site d'étude SEOR

3.4. Terriers

Les densités moyennes des terriers mesurées sont entre 0,08 et 0,52 terriers/m² (cette étude), et varient fortement: de 0,35 terriers/m² sur les plateaux, à 0,05 et 0,03 sur les vires et les crêtes (Probst et al. 2000).

Les caractéristiques des terriers ne varient pas selon les secteurs : longueur moyenne = 98 cm (50 à 160 cm), largeur = 19 cm et hauteur = 11 cm (n=100) (Probst et al. 2000).

4. Ecologie alimentaire

D'après Stahl et Bartle (1991),

-Dans les **eaux proches de la Réunion**, 24,5% (n=721) des oiseaux observés et 98,0 % des oiseaux en train de se nourrir (n=150) étaient associés à un groupe d'oiseaux pluri-spécifique, le plus souvent avec des Puffins de Baillon (*Puffinus lherminieri bailloni*), et, plus rarement, des Puffins du Pacifique (*P. pacificus*), des Noddis bruns (*Anous stolidus*) ou des Sternes fuligineuses (*Sterna fuscata*).

Les méthodes de pêche observées sont la capture à la surface (*surface-seizing*), le *dipping* et le plongeon à partir de la surface (*surface-plunging*).

- A proximité des côtes, les Pétrels de Barau, n'ont jamais été observés en alimentation dans des eaux dont la profondeur est inférieure à 1000 mètres.

-Dans les **latitudes situées plus au Sud**, les Pétrels de Barau observés sont essentiellement solitaires et s'alimentent en capturant à la surface.

Dans les 20 miles nautiques autour de la Réunion, les Pétrels de Barau sont plus nombreux lorsqu'ils sont en association avec des prédateurs (poissons ou des mammifères marins) (Aumjaud & Criou 2002).

-Le régime alimentaire étudié à partir des contenus stomacaux (essentiellement de jeunes à l'envol en Avril) (n=161) (Gigan & Lebon 2001 ; Jaquemet 2001) montre un prépondérance des céphalopodes : 97,7 % en nombre de proies, de 8 espèces, dont 80% appartiennent à 2 espèces dont *Stenoteuthis oualaniensis*, contre 2,3% de poissons.

Dans les eaux entre 400 et 500 km au Sud de la Réunion, les principales proies capturées par les Pétrels de Barau, associés à d'autres oiseaux marins, sont des poissons d'environ 10 cm de longueur (Stahl & Bartle 1991).

5. Taille de population

A partir des densités observées en mer et de l'aire de répartition en mer, la population en été est estimée à **9 à 15 000 individus** (Stahl et Bartle 1991). En considérant que la plupart des oiseaux observés sont en transit avec l'île de la Réunion et que la moitié de ces oiseaux sont des reproducteurs (48% dans les colonies de *P. phaeopygia sandwichensis*: Simons 1985), la population de reproducteurs dans les années 1978 à 1988 serait de **2 200-3 800 couples** (Stahl et Bartle 1991). A partir de comparaisons des comptages faits en mer, la population semble être restée stable entre 1964 et 1986, selon Stahl et Bartle (1991).

Des études ultérieures proposent « **au moins 3 000 couples** » (Bretagnolle et Attié 1991), et, à partir du nombre de colonies de reproduction connues, « **entre 4 000- 5 000** » (Probst et al. 2000).

Les valeurs élevées de la taille de la population sont possibles du fait de l'écologie pélagique de l'espèce. Dans les populations sans menace sur les colonies de reproduction, la taille de la population des oiseaux marins tropicaux reflète principalement **l'étendue des zones d'alimentation** (Diamond 1978). Celle-ci est étendue par les phénomènes de **migration** en dehors de la période de reproduction et, dans une moindre mesure, par l'extension du rayon de recherche alimentaire pendant la reproduction et la ségrégation des zones d'alimentation entre individus reproducteurs et non-reproducteurs (Stahl & Bartle 1991).

Le nombre de jeunes Pétrels de Barau retrouvés échoués sous les éclairages publics par la population réunionnaise a augmenté au fur et à mesure du degré de sensibilisation des habitants, de 9 individus en 1995 jusqu'à 604 en 1999, puis 836 en 2001. Depuis cette date, le nombre oscille entre 233 et 423 (SEOR 2004 à 2007) (voir § suivant).

Sur un échantillon de 111 poussins bagués dans les colonies juste avant leur envol (c'est à dire dans les jours qui précèdent les premiers vols), en 2004 et 2005, 3 seulement ont été retrouvés sous les éclairages dans le cadre des campagnes de sauvetage, soit 2,7% (SEOR cette étude). Si on considère que tous les juvéniles échoués sont signalés par les habitants à la SEOR, à partir des formules de capture-recapture, on fait l'extrapolation que le nombre de juvéniles envolés pourrait se situer entre 11 000 à 14 000 individus par an (Tab. 2). Ces valeurs ne sont absolument pas cohérentes avec les tailles de population reproductrice proposées : entre 2 000 et 5 000 couples (Bretagnolle et Attié 1991; Stahl et Bartle 1991; Probst et al. 2000). Il est nécessaire de diminuer l'intervalle de confiance en augmentant la taille de l'échantillon de juvéniles bagués et en baguant des juvéniles dans plusieurs sous-colonies.

Tableau n° 2 : Estimation du nombre de jeunes Pétrel de Barau envolés en utilisant le taux d'échouage mesurés sur 111 poussins bagués dans les colonies = 2,7 %)

Année	Nombre de jeunes pétrels retrouvés échoués	Estimation du nombre de jeunes envolés (si tous les jeunes échoués sont retrouvés)
2004	383	14 185
2005	305	11 296

Ces calculs peuvent être affinés en intégrant le taux de mortalité des poussins entre la date de baguage et l'envol, en vérifiant la représentativité de la colonie de baguage par rapport à l'ensemble des colonies de reproduction : certains secteurs de reproduction pourraient être plus exposés à l'attraction par les éclairages que d'autres (ex: les secteurs situés à proximité de la ville de Cilaos). La proportion de jeunes qui s'échouent et ne sont pas retrouvés reste une donnée importante mais inconnue.

6. Tendances d'évolution

6.1. Taille de la population et sites de nidification

6.1.1. XIXème-début XXème siècle

En 1801, Bory de Saint-Vincent (1804) note : « *Le Morne de Langevin, le volcan, les hauts de la Rivière de l'Est et les Salazes sont les lieux où les fouquets se trouvent le plus souvent* ». La reproduction sur tous ces sites (excepté les Salazes) n'a jamais été confirmée (Jouanin & Gill 1967 ; SEOR *com. pers.*). Il est difficile de conclure si il s'agit d'une disparition ou d'une

erreur d'interprétation des observations: le terme « *fouquet* » étant plutôt utilisé pour les puffins.

A partir des mêmes citations, Probst (1996) conclut à des disparitions sur certains secteurs: « *Au moins 3 lieux de reproduction connus dans le passé ne sont plus occupés : 2 cités par Bory de Saint Vincent (1804) et 1 en amont du col du Taïbit* ».

6.1.2. Période 1960-1990

Les comparaisons de comptages en mer entre 1964 (Gill 1967), et 1981 et 1986, semblent suggérer que les effectifs sont restés **stables** sur cette période (Stahl & Bartle 1991).

6.1.3. Période 1990-1995

En 1992, des tirs illégaux quotidiens ont laissé penser que près de la moitié de la population reproductrice avait été éliminée (Attié 1993), bien que cette proportion ait dû être surestimée (Le Corre et al. 1996; Thiollay 1996).

6.1.4. Période 1995-2001

Les campagnes de sensibilisation et de sauvetage des pétrels ont débuté en 1996, conduites par la Société d'Etudes Ornithologiques de la Réunion et le Muséum d'Histoire Naturelle de la Réunion.

Le nombre de jeunes pétrels recueillis a augmenté, avec l'amélioration de la sensibilisation des habitants de la Réunion (Le Corre et al. 1996, 1999, 2002 ; SEOR 2003, 2004) (Fig. 2) :

- 9 oiseaux en 1995,
- 604 en 1999,
- 864 en 2001.

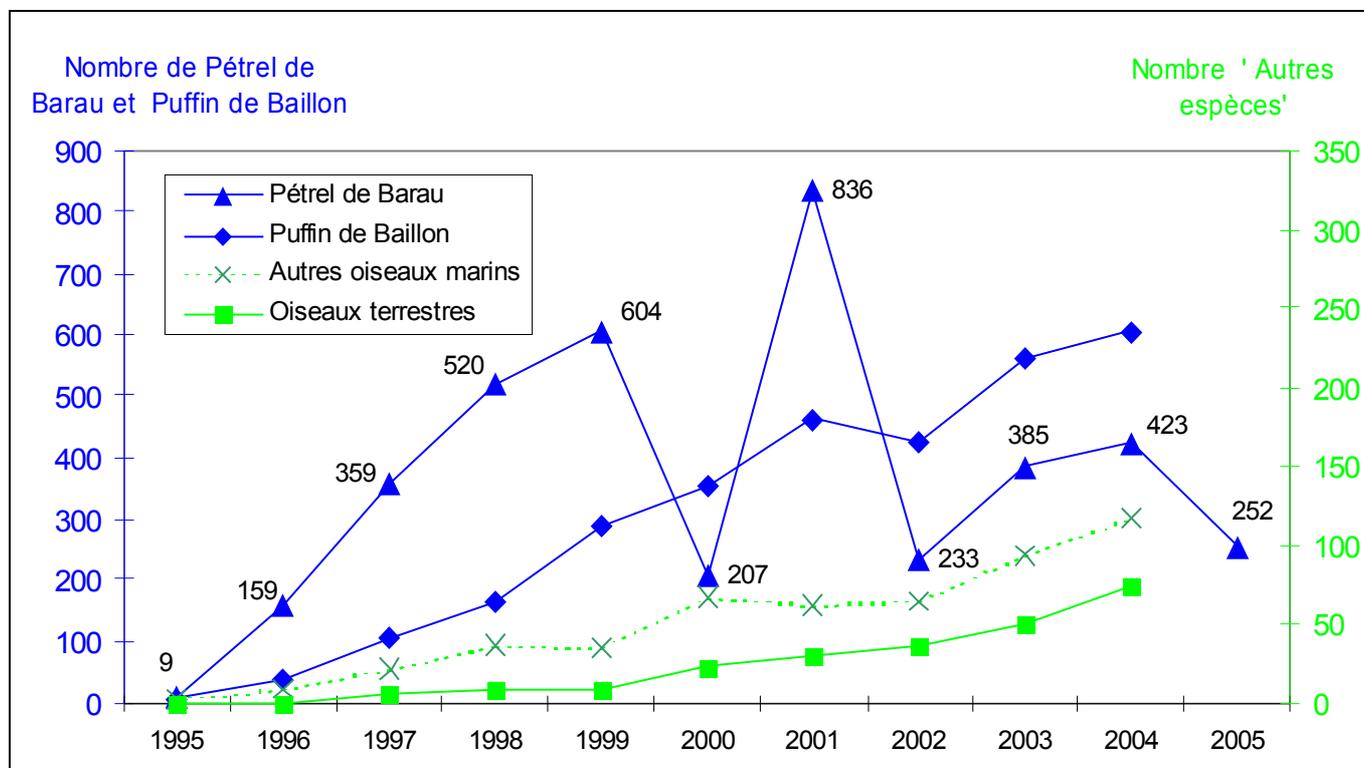


Figure n° 2: Evolution du nombre d'oiseaux recueillis par la SEOR entre 1995 et 2005, selon les différentes espèces ou groupe d'espèces.

6.1.5. Période 2002-2005

Au cours de ces 4 années, les effectifs de jeunes Pétrels de Barau recueillis sont très faibles et inférieurs de moitié aux valeurs de 1999 et 2001.

Cette diminution de la production de jeunes au cours des 4 dernières années peut difficilement être expliquée par des phénomènes climatiques (sur les colonies ou dans l’océan), qui, chez des espèces longévives devraient avoir une action ponctuelle sur le succès de la reproduction (Newton 2000). Les volumes d’éclairages ont augmenté sur cette période, et les habitants de l’île sont plus sensibles et recueillent, chaque année, plus d’oiseaux des trois autres catégories d’espèces (Fig. 2). Pour ces raisons, le nombre de Pétrels de Barau échoués et retrouvés devraient plutôt être en augmentation.

Cette chute des effectifs recueillis semble plutôt révéler une tendance d’évolution à long terme, avec une diminution du nombre de jeunes produits à l’envol, et, sans doute, une diminution du nombre de couples reproducteurs.

En parallèle, plusieurs sites de nidification connus jusqu’en 2003 dans la partie Ouest de l’aire de reproduction ne présentent aucun indice de reproduction en 2005 (Probst et Le Corre *com. pers.*).

Depuis 1997, des comptages de Pétrels de Barau regagnant les colonies sont réalisés sur les points de passage des oiseaux sur le littoral. Ces comptages sont effectués à la mi-janvier, qui correspond à la période où les effectifs sont les plus élevés (Le Corre données non publiées), et à l’élevage du petit poussin, période de plus grande fréquence de retour des parents. Ces recensements montrent une diminution entre 2001 et 2005 (Fig. 3).

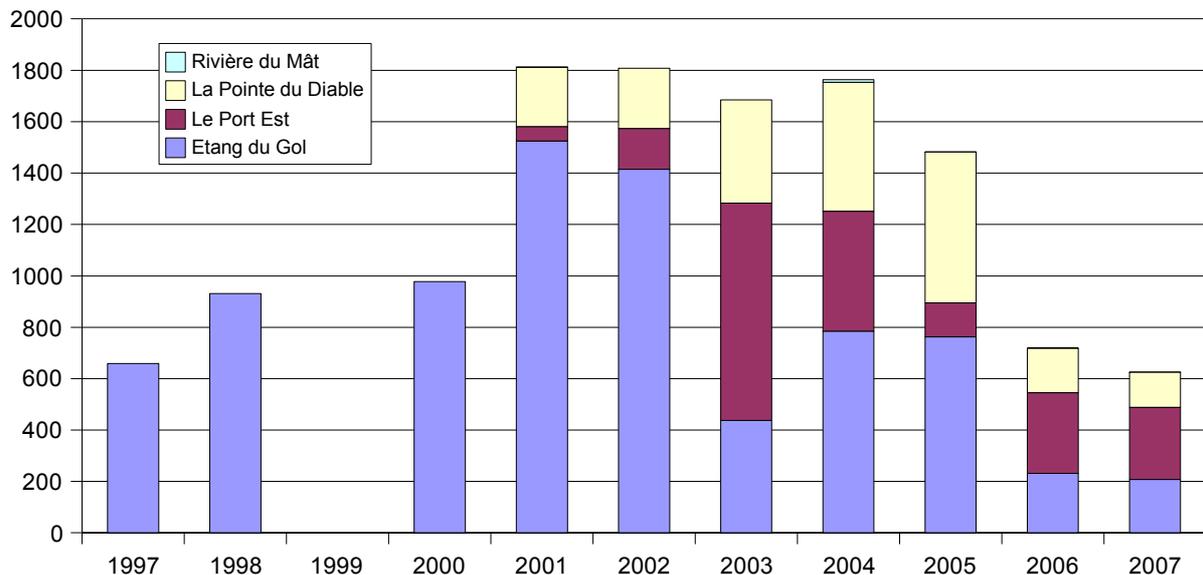


Figure n°3: Nombre cumulé de Pétrels de Barau dénombrés à la côte en janvier sur un, puis les 4 principaux points de retour des oiseaux, 1997 à 2007.

7. Statut de conservation

L’espèce, endémique d’une seule île, est notée dans la catégorie ‘Critique’ (risque de 50 % d’une extinction dans les 5 ans) (Collar et al. 1994), puis ‘En Danger’ (BirdLife 2000), avec un risque d’extinction dans les prochaines décennies, à partir des principaux critères : « Zone de présence < 5 000 km² et déclin continu de la qualité de l’habitat et du nombre d’individus matures ».

Au niveau spatial, la plupart des sites de nidification du Pétrel de Barau ont été identifiés comme 'Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux' (Important Bird Area, IBA) (Le Corre & Safford 2001).

De plus, la majorité des sites réels et potentiels de reproduction font l'objet d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (Arrêté préfectoral du 23 mars 2001, voir Annexe) qui réglemente la fréquentation humaine de ces secteurs d'altitude. Le Préfet peut autoriser des courses d'arête sur les itinéraires :

- Piton des Neiges – Gros Morne,
- Gros Morne – Col de Fourche,
- Gros Morne – Col du Taïbit

8. Biologie/écologie

Les Pétrels, Procellariidés, présentent un très grande homogénéité de leurs traits d'histoire de vie. Ce qui permet d'extrapoler à partir des connaissances acquises sur les autres espèces.

8.1. Retour des adultes

Les premiers retours sur l'île sont observés à partir de la fin du mois d'août (Bretagnolle & Attié 1991 ; SEOR données non publiées).

8.2. Exode prépositif

Les observations du nombre d'adultes revenant à terre et les comparaisons avec la phénologie de reproduction d'autres *Pterodroma*, laissent supposer qu'un exode pré-positif des femelles (période où les femelles quittent les colonies pour passer plusieurs jours en mer afin d'acquérir des réserves énergétiques avant la ponte de l'œuf unique) a lieu au cours de la deuxième quinzaine d'octobre (Bretagnolle & Attié 1991).

8.3. Ponte

Un seul œuf est pondu, comme chez tous les procellariiformes. A partir des observations des retours d'oiseaux sur l'île, et par comparaison avec d'autres *Pterodroma*, dont le Pétrel des Galápagos (*P. phaeopygia*) ayant une taille et une écologie proche (Simons 1985), la date présumée des pontes serait autour du 10 novembre (Bretagnolle & Attié 1991). Ceci est proposé en faisant les hypothèses suivantes (Bretagnolle et Attié 1991): durée de l'exode prépositif 60 jours; durée d'incubation 50 à 55 jours; élevage des poussins 100 à 110 jours.

8.4. Date d'éclosion

En appliquant une durée d'incubation de 50 à 55 jours, les éclosions doivent débuter dans les derniers jours de décembre et en janvier.

8.5. Élevage du poussin

Les comptages sur la côte du nombre de retours des adultes montrent une fréquence des retours des adultes plus élevée pendant les mois de janvier et février (Gerdil 1998), ce qui

correspond à la période maximale de croissance des poussins, soit 30 à 60 jours après l'éclosion (Ricklefs 1967, 1968).

Avec une diminution des fréquences de nourrissage par les adultes, le nombre d'oiseaux observé au retour diminue de manière drastique jusqu'à la mi-avril : la moyenne du nombre d'adultes est alors 4 fois plus faible que le pic de février (Gerdil 1998).

Les jeunes Pétrel de Barau s'envolent entre le 28 mars (Probst 1996) et le 15 mai (SEOR).

8.6. Adultes

Quelques individus adultes sont recueillis échoués à la suite d'une collision, d'attraction par les éclairages et/ou de conditions météorologiques défavorables (dépression cyclonique, pluies ou brouillard) entre septembre et mai, avec des valeurs plus élevées en septembre et en mars. (Fig. 4).

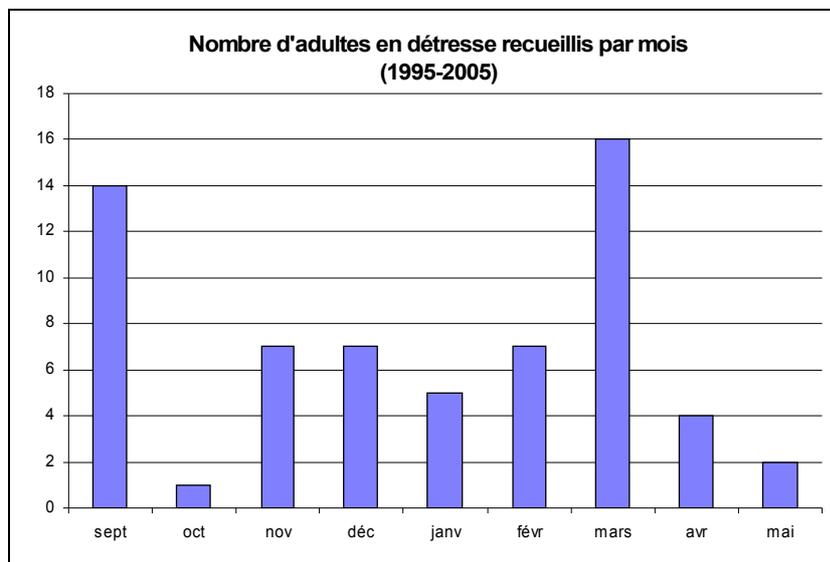
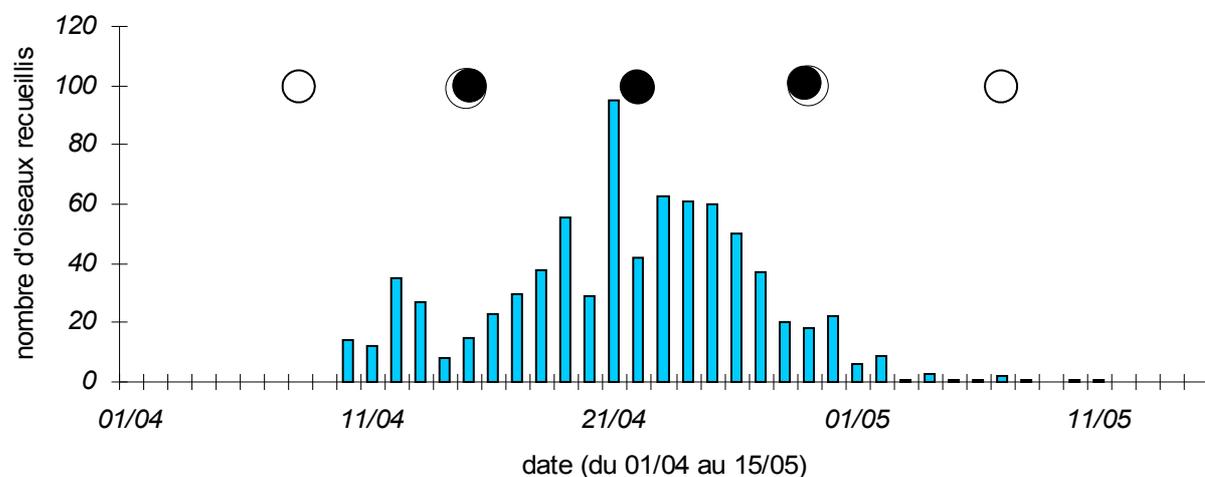


Figure n° 4 : Nombre de Pétrels de Barau adultes recueillis selon les mois de l'année (données rassemblées 1995-2005, n= 63 individus)

8.7. Période d'envol

Les envols des jeunes sont bien connus par les campagnes de sauvetage des jeunes échoués : ils s'étalent, chaque année, entre le 28 mars et le 15 mai, majoritairement centrés sur les deux premières décades d'avril, en évitant la période de la pleine lune. Ainsi, selon la position de la pleine lune d'avril, la courbe des envols peut être uni- ou bi-modale (Le Corre et al. 2002 ; SEOR 2000 ; Fig. 5).

Nombre de Pétrels de Barau recueillis en 2001 en fonction des phases de la lune



Nombre de Pétrels de Barau recueillis en 1997 en fonction des phases de la lune

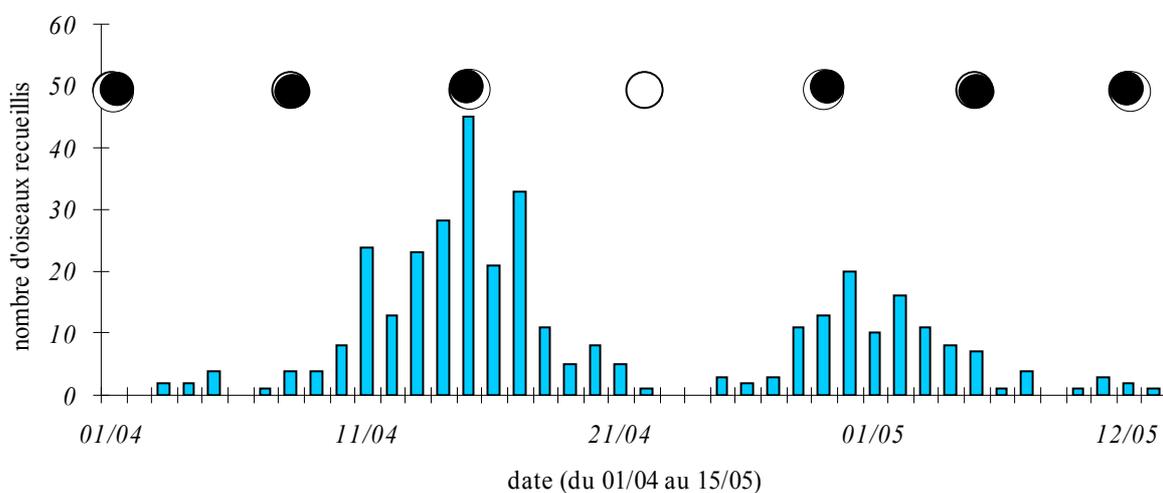


Figure n° 5: Phénologie des échouages de jeunes Pétrels de Barau en 2001 et 1997, en fonction des phases de la lune, du 1er avril au 13 mai.

8.8. Variations saisonnières et inter-annuelles de la reproduction en relation avec les variations environnementales

Il existe un lien étroit entre la qualité de l'environnement océanique et la reproduction des oiseaux marins. Nous avons commencé à étudier ce lien chez le Pétrel de Barau et le Puffin d'Audubon. Le caractère de la reproduction qui nous intéresse ici est la capacité des adultes à nourrir leur jeune, au cours de la saison d'élevage. Cette capacité peut être mesurée indirectement en évaluant la condition corporelle et la quantité de graisse stockée par les jeunes oiseaux au moment de leur croissance. Chez les oiseaux marins, ces deux paramètres sont très importants car ils déterminent la survie ultérieure des jeunes, au moment où ils acquièrent leur indépendance alimentaire.

Il se trouve que ces oiseaux sont, à la Réunion, victimes des éclairages artificiels : chaque année des centaines de jeunes sont attirés par les éclairages au moment de leur premier envol et la plupart mourraient sans les opérations de sauvetage réalisées par la SEOR. Des centaines d'oiseaux sont ainsi recueillis par la SEOR, pesés, mesurés, bagués et relâchés. Environ 10% des oiseaux recueillis sont blessés et meurent. Ces oiseaux sont alors transférés à ECOMAR pour y être étudiés. Les analyses réalisées en laboratoire comprennent : la biométrie, l'estimation de la condition musculaire, la masse de graisse accumulée. De nombreuses données ont été obtenues et sont actuellement en cours d'analyse.

8.8.1. Résultats sur les oiseaux disséqués en laboratoire

Les deux espèces stockent des graisses, mais dans des proportions différentes : le Pétrel de Barau stocke en moyenne 9% de son poids de graisses abdominales alors que le Puffin d'Audubon n'en stocke que 4% en moyenne (Tab. 3).

Tableau n° 3 : Biométrie et stockage des graisses abdominales chez les jeunes Pétrels de Barau et Puffins d'Audubon à l'envol

	Nombre d'oiseaux analysés	Tarse (mm)	Aile pliée (mm)	Bec (mm)	Poids (g)	Graisse abdominale (g)	% graisse par rapport au poids total
Pétrel de Barau	226	38.5±1.3	288±8.3	32±1.4	351±53	32.4±14.5	8.9±3.3%
Puffin d'Audubon	122	40.9±1.3	198±8.7	28.6±1.6	187±31.9	7.6±3.7	3.8±1.6%

Chez les deux espèces, il y a une excellente relation entre la masse totale des oiseaux et la masse de graisse abdominale. Ainsi, pour les oiseaux vivants (que l'on ne peut pas disséquer), la masse totale est un excellent indicateur de la quantité de graisse stockée.

8.8.2. Résultats sur les oiseaux vivants recueillis, et mesurés par la SEOR

8.8.2.1. Chronologie de l'envol et variations saisonnières du poids à l'envol

L'envol des jeunes Pétrels de Barau est très synchronisé entre le fin mars et mi-mai, chaque année, avec une très forte proportion de jeunes qui partent entre le 10 et le 30 avril. Pendant cette phase d'envol, on observe une baisse progressive du poids des jeunes à l'envol, et donc de leur condition générale (stockage des graisses et condition musculaire) (Fig. 6).

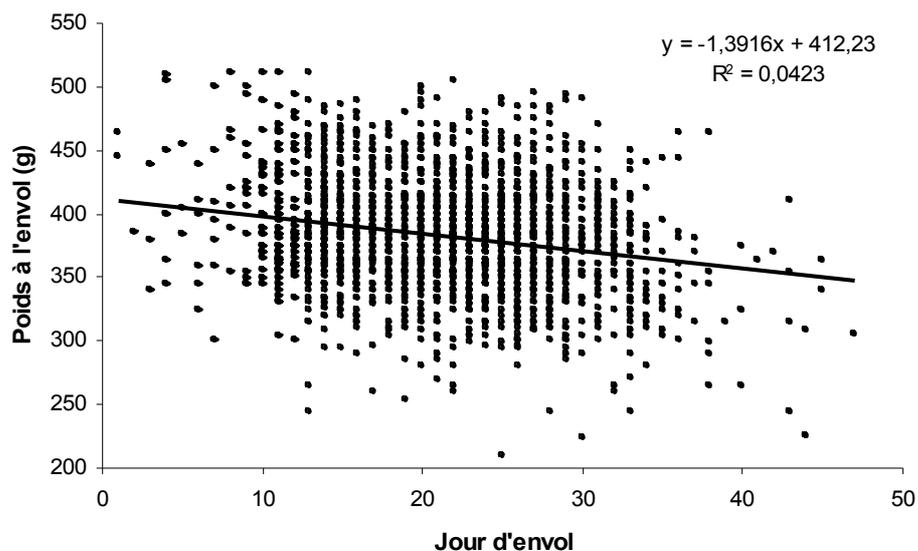


Figure n° 6 : Evolution du poids des jeunes Pétrels de Barau à l'envol, au cours de la période d'envol (31 mars – 17 mai, années 1996 à 2003 cumulées)

8.8.2.2. Variations inter-annuelles du nombre de jeunes recueillis

Le nombre de jeunes Pétrels de Barau à l'envol est variable selon les années. Le nombre de jeunes Puffin d'Audubon, quant à lui, est en augmentation constante, depuis le début des campagnes de sauvetage (Fig. 2), avec une tendance à la stabilisation à partir de 2001. Ceci est probablement dû à l'augmentation de l'efficacité des opérations de sauvetage réalisées par la SEOR. En effet, plus la population réunionnaise est informée et plus le nombre de jeunes à l'envol recueillis par des passants augmente. Entre 1996 et 1999, la même tendance est observée pour les jeunes Pétrels de Barau (Figs. 2 et 7), mais les variations ultérieures sont très différentes avec des chutes brutales d'effectifs en 2000 et 2002. Ceci n'est pas liée à une baisse de l'efficacité des campagnes de sauvetage (car sinon il y aurait aussi une baisse des puffins) mais reflète plutôt une baisse de la productivité des colonies de reproduction. Nous sommes, actuellement, en train d'étudier les causes de ces baisses de productivité (conditions océaniques, cyclones, arrivée récente de prédateurs sur les colonies, ...).

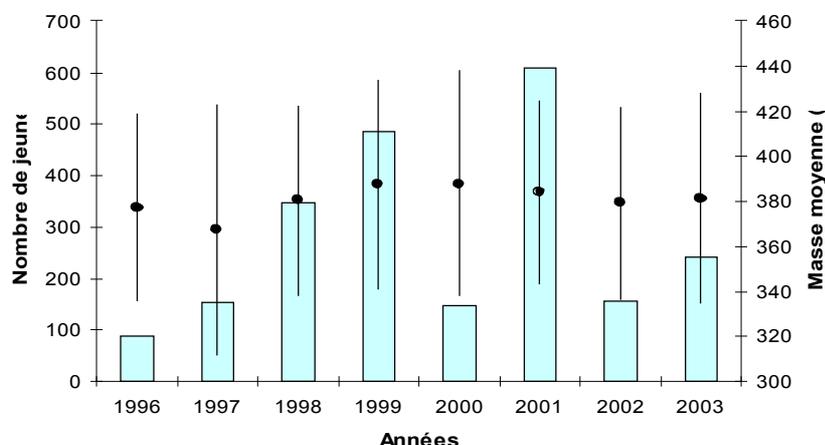


Figure n°7 : Evolution du nombre de jeunes Pétrels de Barau recueillis par la SEOR et de leur poids moyen à l'envol entre 1996 et 2003

8.8.2.3. Variations inter-annuelles du poids des jeunes pétrels et puffins

Le poids des jeunes pétrels et puffins est relativement stable quelles que soient les années, pour les deux espèces. Cependant, si nous étudions ces variations en fonction des anomalies de températures de surface de l'océan (Fig. 8), nous constatons la même tendance pour les 2 espèces : lors des années « chaudes », comme en 1998 et en 2002-03 (avec un phénomène de type *El Niño*), les jeunes oiseaux ont tendance à être plus légers (moins bonne condition corporelle) que lors des années « normales » ou « froides » (Fig. 9). Cette relation est très significative pour le Puffin d'Audubon, quelles que soient les années. Pour le Pétrel de Barau, cette relation n'est significative que pour la période 1998 à 2003. En effet, en 1996 et 1997, les oiseaux avaient un poids relativement faible alors que les anomalies de SST (= Température de Surface) étaient plutôt faibles (Fig. 9).

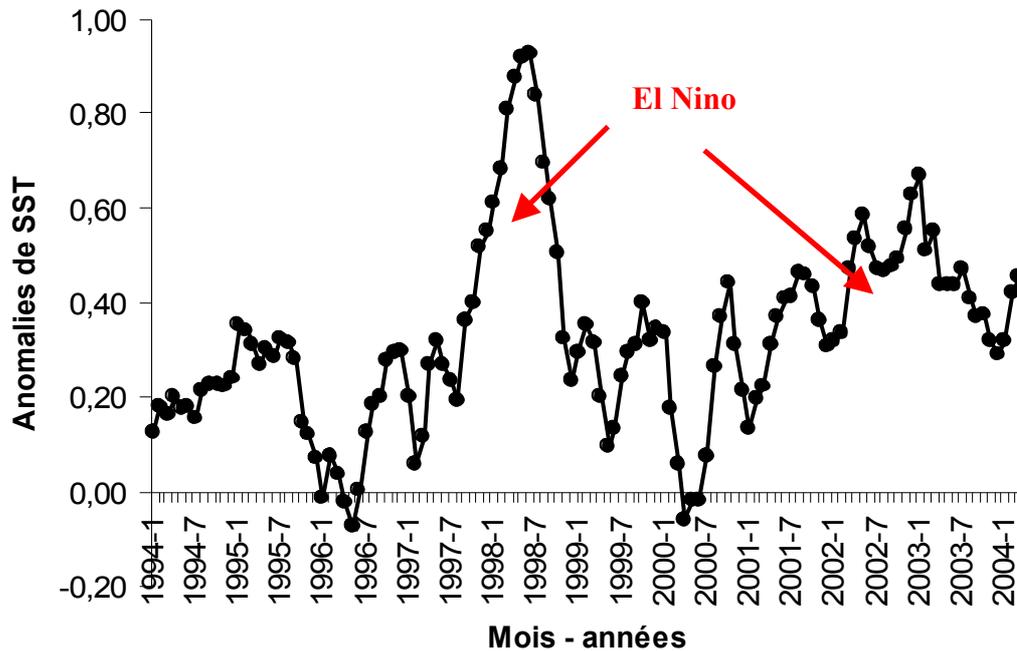
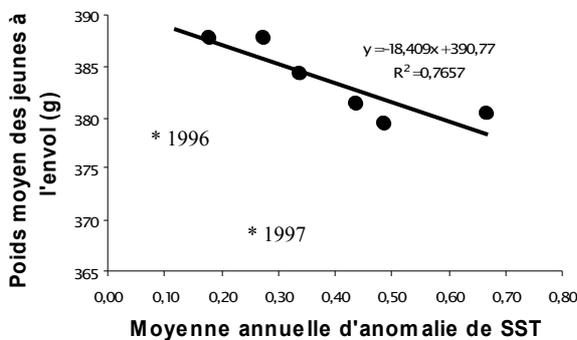
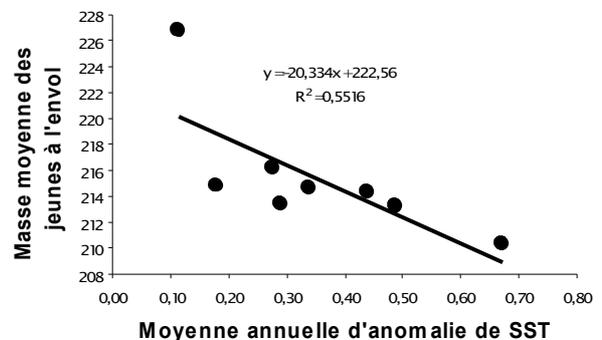


Figure n° 8: Variations des températures de surface (= *Sea Surface Temperature*) de l'Océan Indien occidental entre janvier 1994 et janvier 2004.



Pétrel de Barau



Puffin d'Audubon

Figure n°9: Relation entre les anomalies de SST et le poids moyen des jeunes Pétrels de Barau et Puffins d'Audubon à l'envol.

8.8.3. Interprétation des résultats.

Les 2 espèces se distinguent par leur écologie : le Puffin d'Audubon prospecte, en général, à moins de 150 km des côtes et se nourrit, sur les bancs de thons et de bonites, de petits poissons et de calmars. Il peut plonger relativement profond (profondeur maximale de 15 mètres: Puffin d'Audubon aux Seychelles, Burger 2001), comme tous les puffins, et est capable de nager sous l'eau. Le Pétrel de Barau, au contraire, s'alimente très loin des côtes (probablement à plusieurs centaines de kilomètres), est rarement associé avec des thons de surface et se nourrit, essentiellement, de calmars qu'il capture en surface (Jacquemet et al. 2004).

Ces différences d'écologie pourrait expliquer la différence de chronologie de la reproduction qui, pour chacun, doit correspondre au pic d'abondance de leurs proies principales. Les jeunes Pétrels de Barau stockent, proportionnellement, deux fois plus de graisse abdominale. Ils doivent faire face à des variations saisonnières de leurs ressources alimentaires et anticiper, sur une période de baisse chronique de l'abondance des proies, à la fin de la reproduction (entre mai et octobre). La baisse saisonnière de la condition corporelle des jeunes pétrels à l'envol semble confirmer cette hypothèse. Les variations interannuelles de condition corporelle sont particulièrement intéressantes : elles montrent que lors des années « chaudes », la condition des jeunes à l'envol est moins bonne. Une augmentation des températures de surface entraîne généralement une baisse de productivité primaire, ce qui aboutit, en cascade, à une diminution de la quantité des proies pour les prédateurs supérieurs, dont les oiseaux et les thons. Le fait que la relation soit meilleure pour les puffins (étroitement associés aux thons) que pour les Pétrels de Barau (peu associés aux thons) pourrait s'expliquer par une diminution de l'abondance des thons lors des années chaudes, diminution largement confirmée par les statistiques de pêche à l'échelle de l'Océan Indien occidental. Le suivi de la condition corporelle et de la productivité des colonies se poursuit chaque année, ce qui nous permettra d'affiner et de compléter ces résultats.

8.9. Vocalisations

Des chants sont émis en vol, et même pendant le trajet entre l'océan et les colonies de reproduction.

Les cris identifiés chez le Pétrel de Barau, tous émis en vol sont :

- Le 'High Call' a deux variantes, avec des fréquences fondamentales différentes (320 et 1200 Hz). L'oiseau émettant le 'High Call' avec la fréquence la plus aiguë est poursuivi par l'oiseau avec la plus basse (Bretagnolle & Attié 1991).
- Le troisième cri ressemble au 'Gorwick call' du Pétrel maculé (*P. inexpectata*), avec la partie 'wick' manquante parfois. Ce cri présente deux variantes avec des fréquences fondamentales de 160 et 400 Hz respectivement (Bretagnolle & Attié 1991).

DEUXIEME PARTIE : MENACES ET FACTEURS LIMITANTS

Les menaces sont hiérarchisées selon leur impact sur les populations.

Les niveaux des différentes menaces sont ceux utilisés dans les Plans d'action européens (ex : Heredia et al. 1996 ; Zino et al. 1995 et 1996; Ristow 1999).

Hiérarchisation des menaces (Heredia et al. 1996):

- **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.

Les principaux facteurs limitants sont passés en revue, d'abord les facteurs naturels puis ceux d'origine anthropique.

1. Phénomènes cycloniques

Menace inconnue, faible

Les phénomènes climatiques peuvent agir, directement sur la qualité de l'habitat de reproduction, ou indirectement, par leur influence sur l'abondance et la disponibilité (accessibilité) des proies en mer.

Les cyclones ont causé des réductions drastiques des effectifs du Pigeon rose, *Nesoenas mayeri*, sur l'île Maurice entre 1960 et 1980 (Jones 1987), de même, ils sont connus pour affecter les oiseaux marins tels que les sternes et les noddis (ex : Morris & Chardine 1995).

Les phénomènes cycloniques sont fréquents et réguliers dans le secteur sud-Ouest de l'Océan Indien où se situe La Réunion. La fréquence des cyclones tropicaux intenses a augmenté sur la période 1990-99 par rapport aux décennies 70-80 et 80-90 (Hoarau 1999). Par contre, la fréquence des cyclones tropicaux intenses qui passent à proximité de l'île de la Réunion (œil environ < 100 km) reste faible: 1 tous les 5 ans. Les cyclones gênent l'accès aux ressources alimentaires, altèrent les déplacements des oiseaux (notamment, lors de leur retour à terre) et peuvent dégrader ou détruire les terriers de reproduction. On peut supposer que l'impact sera plus élevé si ces phénomènes surviennent pendant la période d'élevage des petits poussins, soit entre le 15 décembre et le 15 février (qui est également la période de plus forte probabilité de passage des cyclones).

2. Disponibilités alimentaires

Menace faible à moyenne

Les conditions climatiques influent sur l'abondance et l'accessibilité des ressources alimentaires en mer. Certains phénomènes, de grande ampleur, sont connus pour avoir des conséquences sur les oiseaux marins, notamment sur leur succès reproducteur; c'est le cas des phénomènes *El Niño* qui correspondent à des variations irrégulières de la température de surface de l'eau des océans (Fig. 10) ayant des conséquences sur les chaînes trophiques.

L'impact de ces phénomènes est d'autant plus marqué que les espèces s'alimentent près des côtes.

Les Pétrels de Barau utilisent des eaux tropicales peu productives, mais ont un rayon de prospection relativement étendu, ils semblent présenter une ségrégation entre les oiseaux reproducteurs et non-reproducteurs, et migrent pendant la saison d'hiver austral (Stahl & Bartle 1991). On peut donc supposer que cette espèce est, relativement à d'autres espèces plus côtières et sédentaires, moins sensible à ces accidents climatiques.

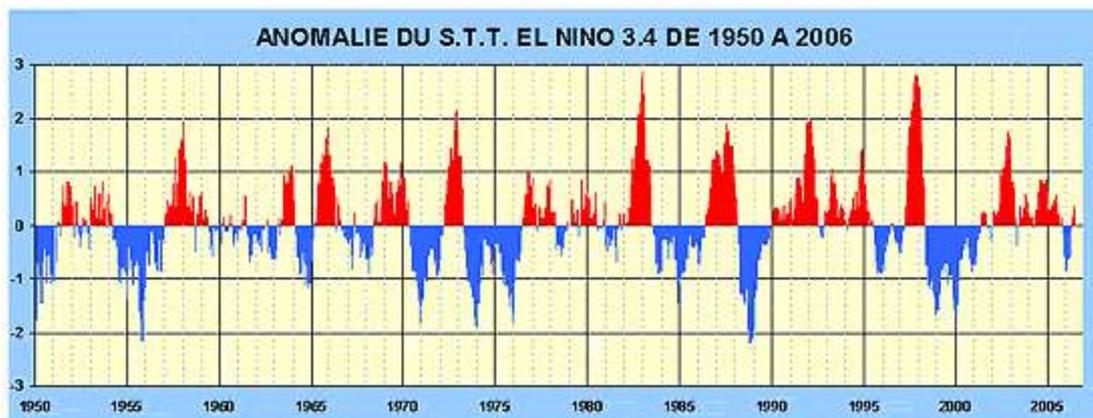


Figure n° 10 : Variations des indices de El Niño, les valeurs positives indiquent la présence d'un phénomène El Niño : <http://la.climatologie.free.fr/enso/ENSO-PDO.htm>

Lorsque les eaux environnantes de La Réunion sont anormalement chaudes, la condition corporelle des jeunes pétrels est moins bonne (Fig. 9; Rolland et al. *en prep.*). Ceci pourrait suggérer qu'un réchauffement de la surface de l'océan, en diminuant la quantité ou la disponibilité des proies, diminue la capacité des adultes à nourrir leurs jeunes. Dans le contexte actuel de réchauffement climatique global, ce résultat, s'il se confirme, montre que les pétrels, comme beaucoup d'autres prédateurs marins, pourraient être affectés par ces changements.

3. Prédation par le Busard de Maillard

Menace faible

La présence de couples de Busard de Maillard (*Circus maillardi*) est observée au-dessus des colonies de reproduction de Pétrel de Barau. Des cadavres de pétrels, consommés par cette espèce endémique, ont déjà été découverts.

Les densités de Busard de Maillard à l'altitude où se reproduisent les Pétrels de Barau sont très faibles, ce qui laisse supposer que l'impact de cette prédation naturelle reste marginale.

4. Métaux lourds, pollution

Menace nulle ou faible

Les mesures de concentration de, Cadmium, Arsenic, Cuivre, Fer, Mercure, Manganèse, Sélénium et Zinc dans le foie, les reins et les muscles de Pétrel de Barau montrent des contaminations similaires à celles d'autres espèces, excepté pour les concentration hépatiques

de Zinc et de Cadmium, plus élevées chez les adultes que chez d'autres espèces (Kojadinovic 2003). Il s'agit plutôt de bioaccumulation naturelle liée au régime alimentaire de l'espèce et ces analyses ne mettent pas en évidence de signes de pollution.

Aucun cas de pollution à grande échelle n'a été constaté ou rapporté dans les eaux entourant l'île de la Réunion. Cependant, cette menace ne peut être éliminée. Quelques pétrels et d'autres oiseaux marins ont déjà été apportés à la SEOR, alors qu'ils avaient été trouvés en mer, avec un plumage souillé par des hydrocarbures. Ceci reste ponctuel mais montre, cependant, que des dégazages illégaux doivent avoir lieu au large de l'île de la Réunion. Comparativement à d'autres espèces, les Pétrels de Barau, en vol la plupart du temps, seraient moins touchés que d'autres espèces par des nappes d'hydrocarbures (Bourne *com. pers.*)

5. Interactions avec les activités de pêche

Menace nulle ou faible

La mortalité directe due aux activités de pêche à la palangre, connue chez de nombreuses espèces de Procellariiformes (ex : Weimerskirch et al. 1997) ne semble pas concerner les Pétrels de Barau. Les Ptérodromes sont rarement trouvés dans les captures accidentelles des pêches (Waugh *com. pers.*).

Les pêches commerciales ont également un impact en attirant des espèces prédatrices ou parasites (ex: goélands et skuas) qui s'attaquent aux autres espèces en l'absence de bateaux de pêche (Bourne *com. pers.*).

Les Pétrels de Barau n'ont jamais été observés en train de suivre les bateaux (Stahl & Bartle 1991; Jaquemet 2001) et ils ne semblent pas attirés par les engins de pêche.

L'impact indirect, par la pêche commerciale de proies similaires à celles du Pétrel de Barau doit être évalué. Les connaissances actuelles du régime alimentaire montrent que les Pétrels de Barau se nourrissent essentiellement de céphalopodes (Gigan & Lebon 2001), espèces qui ne font pas l'objet de pêches commerciales dans cette zone.

6. Prédation par les rats

Menace moyenne à élevée

Les rats (*Rattus sp.*) sont connus pour être des prédateurs des oiseaux, dont les procellariiformes. Ils consomment leurs œufs (Imber 1984), mais aussi les poussins (dans des proportions équivalentes chez certaines espèces : Jouventin et al. 2003), et sont même capables d'exterminer des colonies entières (ex : Imber 1984 ; Atkinson et al. 1985). Le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*) est considéré comme le plus dangereux pour les pétrels, car, il est de plus grande taille, plus terrestre et plus carnivore (Imber 1984).

Il est reconnu que les prédateurs introduits peuvent avoir des impacts majeurs sur le succès reproducteur des pétrels qui vivent sur les îles océaniques (Cruz & Cruz 1987).

La présence des rats à la Réunion est signalée dans la littérature à partir de 1674 par Henri d'Orgelet, mais pas dans les récits antérieurs (*in* Moutou 1980).

Le Rat noir (*Rattus rattus*) a été découvert dans plusieurs colonies de Pétrel de Barau (Grand Bénare, Cirque de Salazie, Piton des Neiges-versant Ouest), tandis que le Rat surmulot n'est connu qu'au niveau des zones de détritits du sommet du Piton des Neiges (Probst 2000; cette étude). Des piégeages sur les colonies laissent supposer des densités relativement faibles : moins de 2 captures/100 nuits-pièges (Lecomte 2007).

Le régime alimentaire des rats dans les colonies de Pétrels de Barau n'est pas connu.

Dans deux secteurs, avec uniquement la présence de rats, le pourcentage minimum de nids avec un échec par prédation atteint 60,4 % (n=39 nids) (Probst 2000).

Les rats servent également de proies secondaires pour les chats, et deviennent, sans doute, la proie principale en hiver, pendant la période d'absence des pétrels (mai à août).

7. Prédation par les chats

Menace élevée à critique

L'impact très important de la prédation par les chats sur la dynamique des populations de pétrels a été illustré dans de nombreuses îles (ex : Keitt et al. 2002 ; Martinez-Gomez & Jacobsen 2004).



Des cas de prédation de chats sur les Pétrels de Barau ont été rapportés sur presque toutes les colonies connues (Probst et al. 2000; cette étude).

Le nombre de cadavres découverts durant les premières années est très élevé, avec pour des surfaces étudiées de plus de 100 terriers, de 1 à près de 3 cadavres pour 10 terriers.

L'étude du régime alimentaire des chats pendant la reproduction des Pétrels de Barau, sur 3 sites d'altitude, proches ou dans, des colonies de reproduction (Grand Bénare, colonie Ouest du Piton des Neiges et Planèze du Piton), montre que des restes de Pétrel de Barau sont retrouvés dans 54% des fèces analysés (n=217), de rats (*Rattus sp.*) dans 31 % et de souris (*Mus musculus*) dans 23 % (Fontaine 2006; Faulquier et al. sous presse). Ces proportions ne diffèrent pas significativement entre les sites.

Sur 93 cadavres trouvés sur les colonies et probablement tués par des chats, 41 étaient des adultes, 29 des juvéniles et 23 d'âge indéterminé, soit, pour ceux dont on a pu déterminer l'âge, 58 % d'adultes et 42 % de juvéniles (Faulquier 2005; Faulquier et al. *sous presse*). Ceci

montre que les chats tuent des juvéniles, mais également des adultes de Pétrel de Barau, ce qui est extrêmement préoccupant pour la dynamique de population de cette espèce.

Sur la base de 0,72 individus de Pétrel de Barau prélevés par jour par un chat, il est estimé qu'un chat peut tuer 152 Pétrels de Barau pendant les 7 mois de présence de ceux-ci dans les colonies, ce qui représente 3 898 individus pour 25 chats (Faulquier 2005).

Le taux de mortalité annuel lié à cette prédation est estimé entre 7 % et 30 % (Faulquier 2005).

Sachant qu'on considère qu'un chat émet une crotte par jour (Apps, 1983), il est estimé qu'un chat prélève 0,57 individu de Pétrel de Barau par jour. Les adultes étant présents sur les colonies pendant 7 mois (210 jours) et les jeunes pendant 3 mois (90 jours), cela correspond à un prélèvement annuel de 70 adultes et 22 juvéniles de Pétrels de Barau. Un seul chat prélève donc un total de 92 pétrels par an, et une population de seulement 10 chats tuerait donc 920 pétrels par an, soit un taux de mortalité annuel minimum estimé à 18,4% en considérant une population de 5000 individus sur les seules colonies du Grand Bénard et du Piton des Neiges. En effet, il est impossible d'estimer le nombre probable de chats présents dans de tels milieux et le nombre de 10 doit donc être considéré comme un minimum, et ces valeurs comme conservatives (Faulquier et al. *sous presse*). Il reste que ce prélèvement dû aux chats est important et que des mesures appropriées doivent être prises rapidement pour le limiter.



Photos: Chat errant fréquentant les poubelles et les installations pour les visiteurs au gîte du Piton des Neiges, altitude : 2478 m (T. Duval, 2007)

Le Pétrel de Barau est la proie des chats la plus fréquente, même dans des lieux situés à distance des colonies de reproduction. Ceci pourrait indiquer que les chats associés au gîte du Piton des Neiges sont susceptibles de faire de la prédation dans les colonies de Pétrel de Barau les plus proches et devra être pris en compte lors des recommandations de gestion du secteur (voir ci-après).

Selon certains modèles théoriques, l'élimination du super-prédateur (ici le chat) peut conduire à une pullulation du méso-prédateur (ici, le rat noir) et entraîner l'extinction de l'espèce proie (le Pétrel de Barau) (Courchamp et al. 1999; ex: Ascension: Bourne *com. pers.*; Nouvelle-Zélande). Pour éviter ce phénomène, il est nécessaire que les actions de contrôles soient effectuées simultanément sur les super- et les méso-prédateurs, soit les chats et les rats.

Ces modèles théoriques sont à moduler par de nouvelles simulations (Lecomte 2007). Dans le cas du système 'chat-rat-Pétrel de Barau', il ne semble pas que l'élimination des chats pourrait conduire à une pullulation des rats et entraîner la disparition des Pétrels de Barau. En effet, les rats sont présents en faibles densités et ne sont pas limités par la présence des chats mais par la nourriture. De plus, les rats n'opèrent une prédation que sur les oeufs et les jeunes poussins.

Les études de baguage des oiseaux dans les colonies, initiées en 2003, dans le cadre de ce plan de conservation sont encore trop récentes pour mesurer des taux de survie ou de retour des Pétrels de Barau. Chez une espèce proche (*P. phaeopygia*), le taux de retour des adultes sur des colonies en présence de prédateurs exotiques étaient de 33%, alors qu'après un contrôle des prédateurs pendant 2 années, il atteignait 80 à 90% (Cruz & Cruz 1990).

8. Braconnage par l'homme

Menace faible à moyenne

Historiquement, certains habitants de l'île mangeaient les jeunes pétrels et puffins: ils allaient chercher des poussins dans les terriers ou allumaient des feux pour attirer les pétrels.

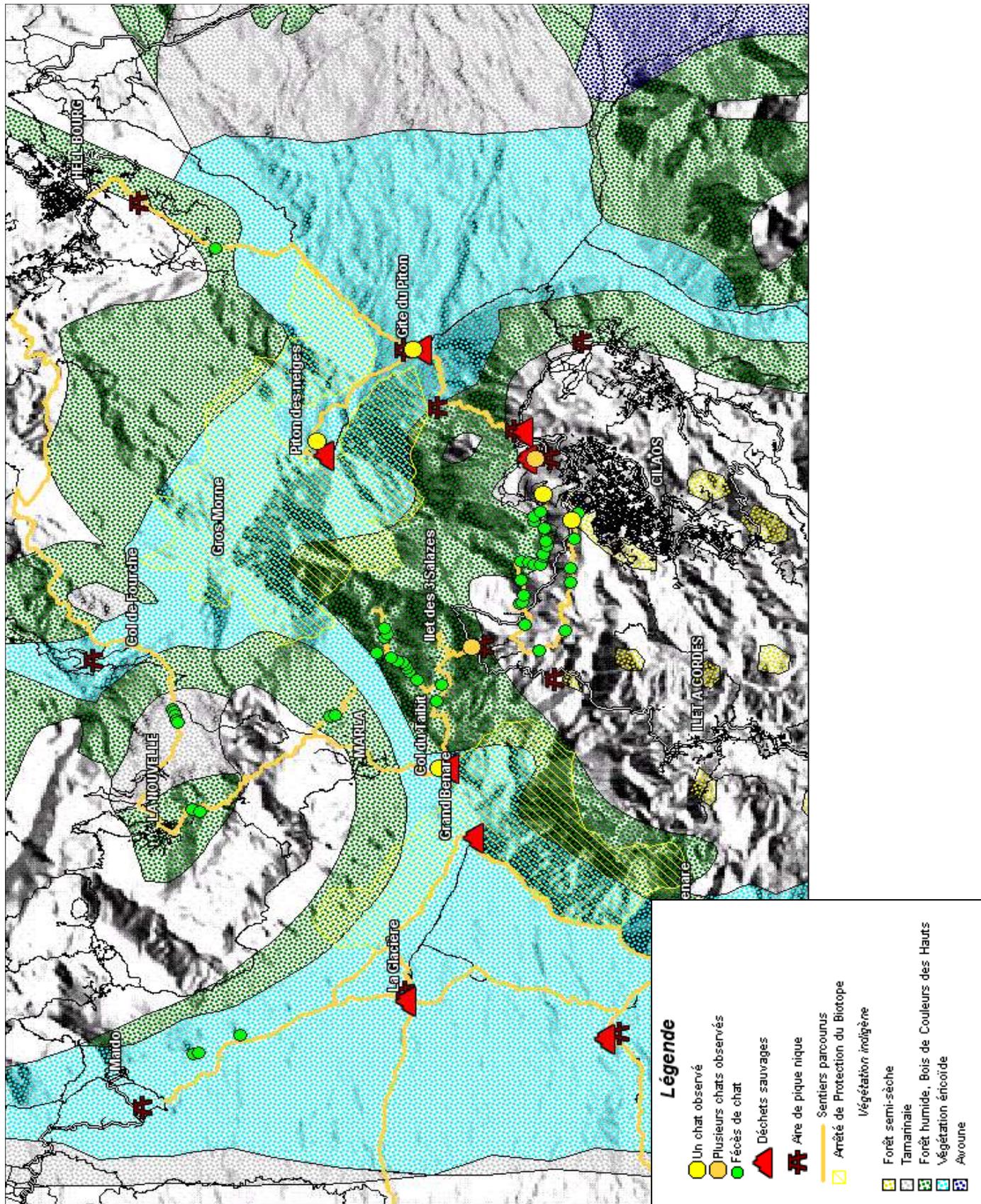
Dans la Caverne à Cotte, « *Tous les environs de la grotte étaient remplis de têtes d'oiseaux de mer, du genre des 'pétrels'. Les tas assez considérables de ces débris sans corps, ayant attirés mon attention, j'appris que c'était des têtes de 'fouquet'* » (Bory de Saint-Vincent 1804).

La consommation de jeunes pétrels échoués sous les éclairages urbains semblent persister, même si cette pratique est en diminution. Des cas sont encore rapportés dans le Cirque de Cilaos : ville de Cilaos, Ilet à Cordes et Palmiste Rouge, ainsi que sur la Plaine des Cafres. Il est possible que ceci soit encore pratiqué dans le Cirque de Salazie.

Des personnes tirent les adultes de Pétrels de Barau sur leur trajet de retour lorsqu'ils reviennent de l'océan. En 1992, ces événements avaient été médiatisés et les chiffres avancés étaient très alarmants (Attié 1993 ; Bretagnolle & Attié 1993).

Actuellement, ces tirs illégaux d'adultes sont encore pratiqués; au moins, dans les Hauts de Saint-Paul : Sans-Soucis, chemin FEOGA (BNOI et SEOR *com. pers.*), ainsi qu'à la Rivière Saint-Louis : Le Tapage (BNOI et SEOR *com. pers.*) (carte 3). Aucun braconnier de Pétrel de Barau n'a été pris en flagrant délit au cours des 10 dernières années (BNOI *com. pers.*).

Généralement, ces tirs illégaux sont pratiqué lorsque des conditions météorologiques particulières (plafond nuageux bas ou vents forts) obligent les oiseaux à voler à basse altitude, au-dessus des zones habitées.



Carte n°2 : Relevés des aires de pique-nique, déchets sauvages, présence de chats et de fèces (Duval 2007)

9. Destruction, dégradation des sites de reproduction

Menace faible

En plus des dégradations possibles suite à de fortes pluies, des destructions de terriers peuvent intervenir par le piétinement par les Chèvres ou les humains.

La présence de **Chèvres**, échappées dans certaines falaises, à proximité (environ 1 km) des colonies de reproduction fait craindre une extension de ces animaux sur les colonies de Pétrel de Barau (Probst et al. 2000).

Les sites de reproduction sont très peu accessibles à **l'homme**, excepté aux personnes équipées de matériel d'escalade. Quelques 'courses d'arêtes' sont pratiquées, à titre de loisir ou de prestations touristiques, et peuvent, potentiellement, concerner les zones de reproduction du Pétrel de Barau. Ces pratiques sont réglementées sur le périmètre de l'Arrêté de Protection de Biotope qui englobe la majorité des zones de reproduction de l'espèce (Arrêté préfectoral du 23 mars 2001) et réglemente la circulation sur cette zone en accordant des autorisations seulement sur certaines crêtes et à certaines périodes.

10. Collisions

Menace faible à moyenne

Les Pétrels de Barau regagnent les colonies de reproduction au crépuscule, généralement, à partir d'une heure 30 avant le coucher du soleil.

La reproduction dans les plus hauts sommets de l'île conduit les oiseaux à faire des allers et retours entre les sommets et l'océan. Les deux principales voies d'accès aux colonies passent par l'entrée des cirques de Mafate (au-dessus de la rivière des Galets) et de Cilaos (au-dessus de la rivière Saint-Etienne) (carte 3).

Les conditions météorologiques, notamment, les vents violents, selon leur direction, ou la présence d'un plafond nuageux bas conduisent les oiseaux à modifier :

- leur point 'd'accès' à l'île,
- leur trajet de déplacement au-dessus de l'île,
- leur hauteur de vol.

A Hawaii, par temps de brouillard, les Puffins de Newell, volent à plus basse altitude (Podolsky et al. 1998).

Le vol des pétrels est un vol direct. La plupart des 'retours', de la terre vers l'océan sont effectués de nuit et préférentiellement en dehors des périodes de pleine lune.

Pour ces raisons, et par analogie avec le cas des Puffins de Newell à Hawaii, les risques de collisions avec des éléments tendus en travers des voies empruntées par les Pétrels de Barau sont élevés. C'est le cas, notamment avec les câbles électriques de moyenne et haute tension, ou d'autres types de câbles tendus (Salamolard et al. 2001). Cette menace est sous-estimée car les cadavres des oiseaux sont rarement retrouvés (Podolsky et al. 1998).

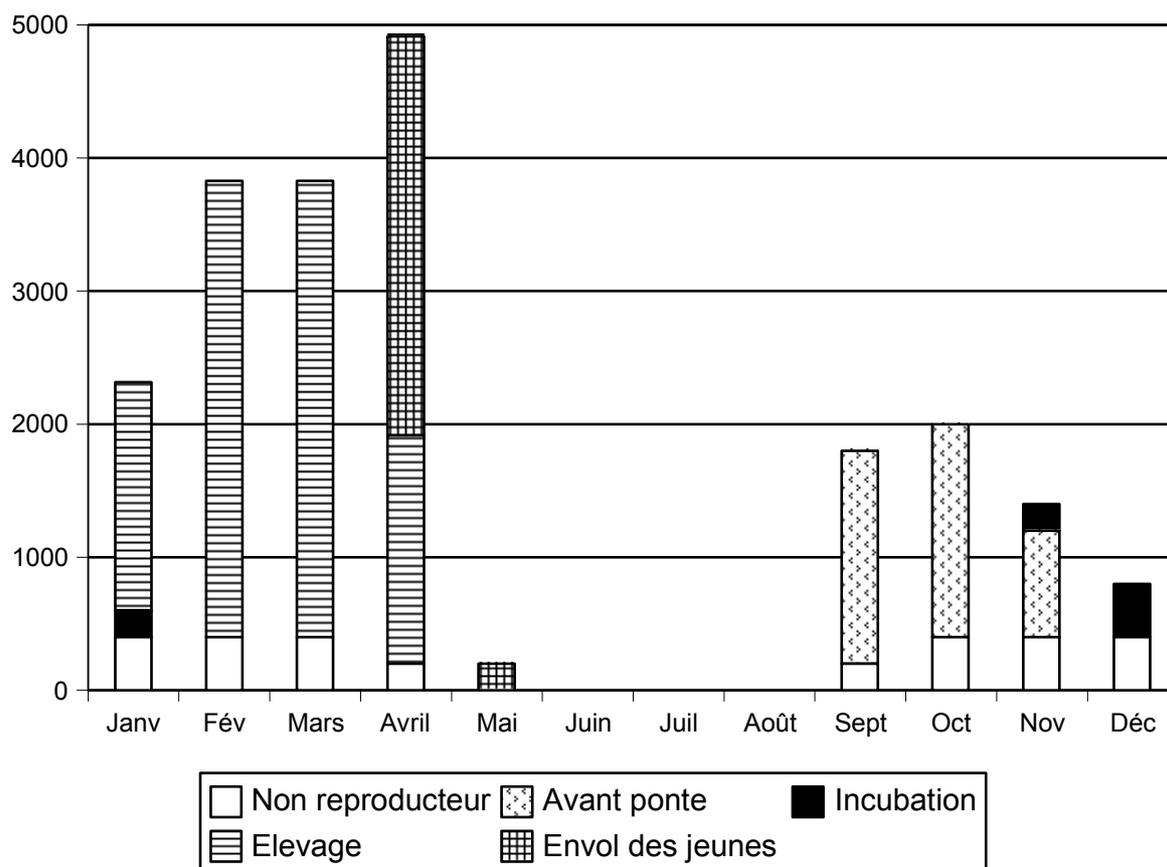


Figure n° 11 : Simulation du flux (1) de Pétrels de Barau, calculé en termes de nombre d'oiseaux effectuant un aller-retour au-dessus de l'île, selon les mois.

(1) : Hypothèses retenues pour ces simulations : population reproductrice de 4 000 couples reproducteurs, et de 800 non-reproducteurs visiteurs des colonies tous les 2 jours. Avant la ponte, les mâles effectuent un aller-retour tous les 3 jours et les femelles deux fois dans le mois. Après la ponte, les relais d'incubation durent 10 jours ; après l'éclosion, les deux adultes font des aller-retour 3 fois par semaine pour nourrir les poussins. La ponte a lieu le 15 novembre et l'éclosion au 15 janvier, les envols à partir de 1er avril.

La population de Pétrel de Barau est la plus vulnérable aux menaces situées sur ses voies de déplacements au-dessus de l'île au cours des mois de janvier à avril (Fig. 11).

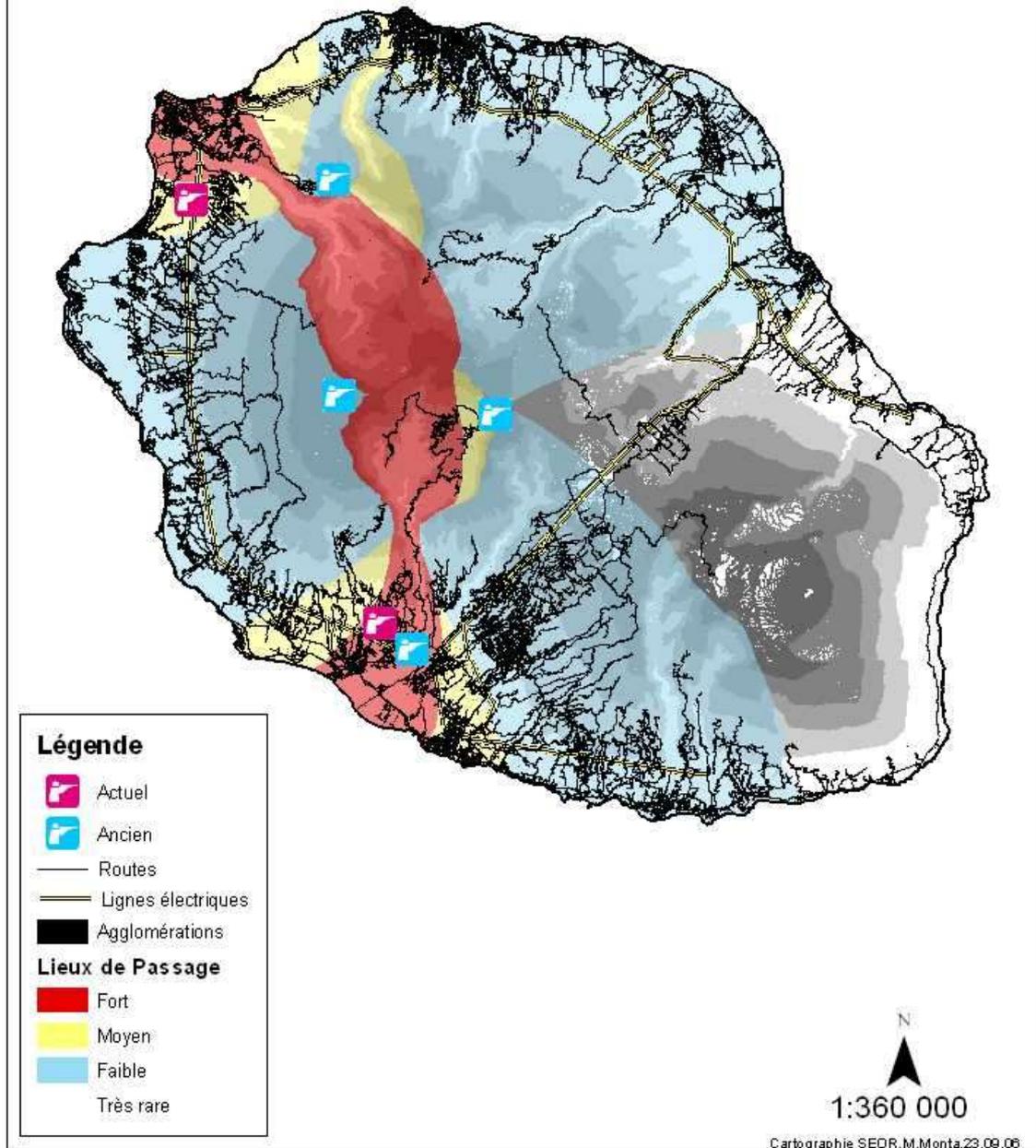
Chaque année, des Pétrels de Barau adultes sont apportés au centre de soins de la SEOR avec des fractures aux ailes sans que les plombs puissent être invoqués (pas de trace à la radiographie).

La seule ligne de câbles électriques suivie pour connaître son impact sur les oiseaux montrent une mortalité de Puffin du Pacifique, Puffin de Baillon et Paille-en-queue (CYTHEA en cours). Aucun Pétrel de Barau n'est signalé sous cette ligne située à très basse altitude (< 300 m).

Par analogie avec Hawaii, l'impact doit être relativement faible sur l'essentiel du linéaire de lignes électriques, et, par contre, extrêmement élevé sur des portions très courtes de câbles placés en travers de la trajectoire régulière des oiseaux (Podolsky et al. 1998).

Voies de déplacements des Pétrels de Barau et menaces potentielles

Données SEOR, d'après Probst 1997 et Gerdil 1998.



Carte n° 3 : Cartographie des couloirs de déplacements des Pétrels de Barau au-dessus de l'île de la Réunion, et les menaces potentielles sur ces trajets : éclairages des agglomérations, lignes électriques, sites de tir des pétrels (actuels et anciens).

11. Échouages induits par les éclairages artificiels

Menace moyenne à élevée

Longtemps méconnu, ce phénomène a un impact fort sur l'évolution de la population de cette espèce. De moins de 10 individus en 1995, ce sont plus de 800 Pétrels de Barau qui ont été recueillis en avril 2001 sous les éclairages (Le Corre et al. 1996, 2002; Salamolard & Couzi 2000; SEOR 2001-2004). En 10 années (1996-2005), 4 033 jeunes Pétrels de Barau ont été recueillis, dont 90% ont pu être relâchés dans l'océan.

Des échouages avaient déjà été constatés en 1963, 1964 et 1965 (Jouanin & Gill 1967), avec des jeunes oiseaux retrouvés en avril à Cilaos, sans en connaître la cause : « *pour une raison ou pour une autre, ces oiseaux avaient manqué leur premier envol vers la mer. Les mêmes incidents doivent se produire chaque année.* » Les mêmes observations furent faites par Cheke et Gruchet en 1974 à Cilaos et en 1981, au Port, par Barré (Jouanin 1987).

Ces échouages conduisent automatiquement ces oiseaux à la mort, car, incapables de re-décoller seuls, ils sont alors victimes de la prédation (chats, chiens), du trafic routier, de déshydratation ou meurent de faim.

« *La demi-heure ou moins de vol qui séparent les jeunes puffins de leur terrier en montagne vers l'océan est probablement la période la plus dangereuse de leur vie* » (Telfer et al. 1987).

Ces échouages concernent en majorité les jeunes, lors de leur premier envol : 99 % (n=1863, Salamolard & Couzi 2000). Dans quelques cas, les pétrels sont déjà en mer, lorsqu'ils sont attirés par des structures très éclairées situées sur le littoral (Telfer et al. 1987).

Les hypothèses pour expliquer cette attraction invoquent, l'inexpérience des jeunes oiseaux, le caractère inné de l'attraction par des repères lumineux (lumières de la lune ou des étoiles, ou lumières artificielles) ou la recherche de proies bioluminescentes (certaines espèces de calmars de leur régime alimentaire) (Imber 1975; Telfer et al. 1987).

L'impact des éclairages sur cette espèce est supposé être récent, car étroitement lié à l'urbanisation de l'île (Fig. 12).

Les campagnes de sauvetage ont été mises en place avec un certain décalage par rapport à cette urbanisation (depuis 1995). Le nombre de pétrels sauvés augmente avec la sensibilisation des habitants de l'île (SEOR 2003, 2004).

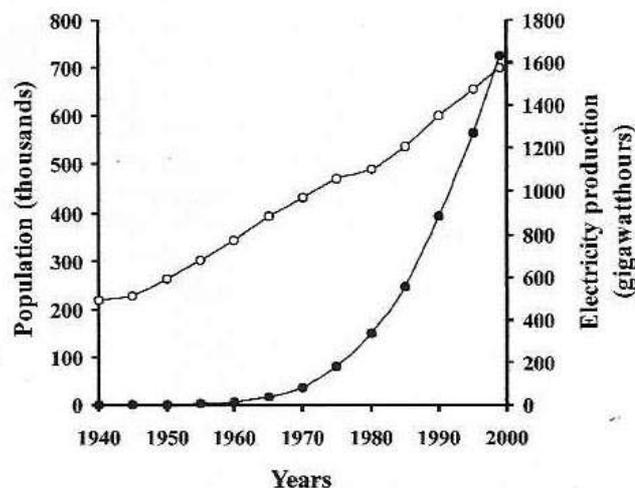


Figure n° 12 : Augmentation de la population humaine et de la production d'électricité à la Réunion pendant les 60 dernières années (extrait de Le Corre et al. 2002).

Un tel taux d'échouage de jeunes (plusieurs centaines par an) a un impact et les simulations mette en évidence une diminution de moitié de la population en 40 ans, avec un taux d'échouage des jeunes de 45% (Fig 13).

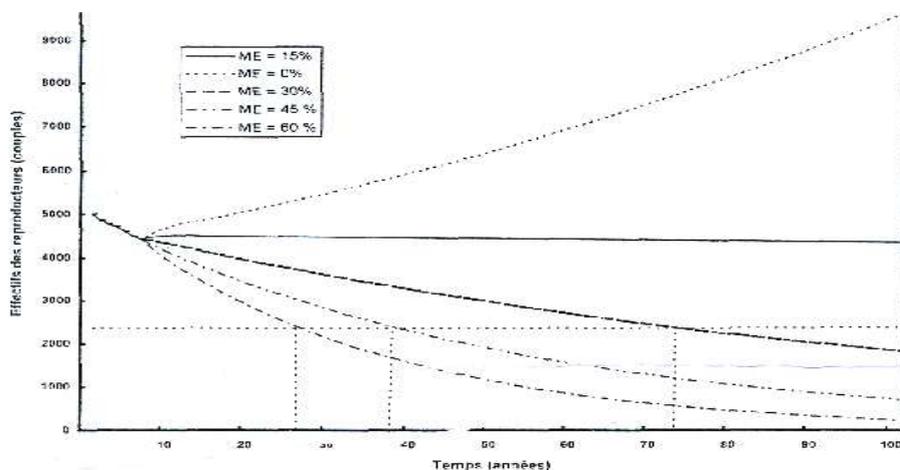
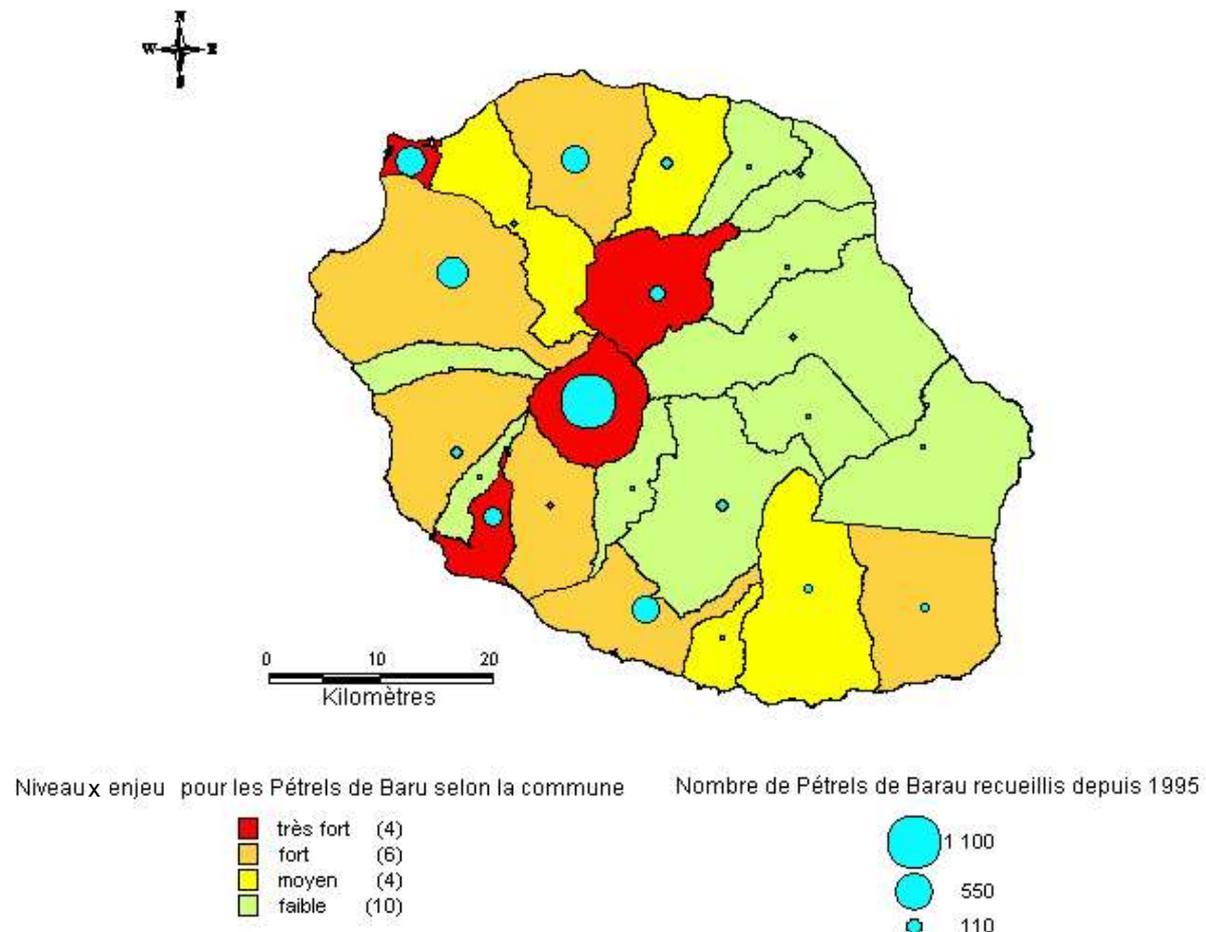


Figure n° 13 : Évolution prévisible au cours des 100 prochaines années de la population de Pétrels de Barau selon différents taux de la mortalité liée aux éclairages (ME). (d'après Le Corre, 1999).

Les phases de la lune sont la variable la plus importante affectant le taux d'échouage (Telfer et al. 1987; Le Corre et al. 2002; Minatchy 2004 et Fig. 5). Ainsi, les échouages sont presque nuls dans les quelques journées qui encadrent la pleine lune, beaucoup plus importants dans la période proche de la nouvelle lune (absence de lune). La position de la lune sur l'horizon est également importante (Telfer et al. 1987). Les Puffins de Newell sembleraient éviter les zones les plus sombres par manque de repères visuels (Telfer et al. 1987). Les échouages semblent

également plus nombreux par temps pluvieux ou brumeux, les gouttes d'eau provoquant des hallos lumineux autour des éclairages.

Les heures d'envol des Pétrel de Barau n'ont pas été étudiées, par contre, les envols des Puffins de Newell se situent, principalement, entre 1 et 4 heures après le coucher du soleil (Telfer et al. 1987).



Carte n° 4 : Répartition sur l'île des échouages de Pétrels de Barau selon les communes de l'île de la Réunion, et cartographie des enjeux (données 1995-2005).

L'essentiel des Pétrels de Barau s'échouent dans les communes de la moitié Ouest de l'île qui ont un littoral urbanisé, de St Denis à St Pierre, ainsi que dans les cirques de Salazie et de Cilaos (carte 4).

Le nombre total de jeunes échoués par commune pondéré par la surface urbanisée de cette commune (considéré comme un bon indicateur de la surface éclairée) met en évidence les niveaux d'enjeu dans les différentes communes (carte 4).

L'enjeu est très fort dans 4 communes : Le Port, Etang Salé, mais aussi Cilaos et Salazie.

L'enjeu est fort dans 6 communes: St Denis, St Paul, St Leu, St Louis, St Pierre et St Philippe.

Les types d'éclairages les plus attractifs et donc les plus meurtriers pour les Pétrels de Barau (Minatchy 2004; Salamolard et al. 2007; fig. 14) sont les éclairages de la voirie (37% des échouages) et des complexes sportifs (24%). D'autres éléments, peu représentés sur l'île, entraînent, cependant, des échouages : écoles (1%), hôtels (2%), centrales thermiques (2%), ports (2%).

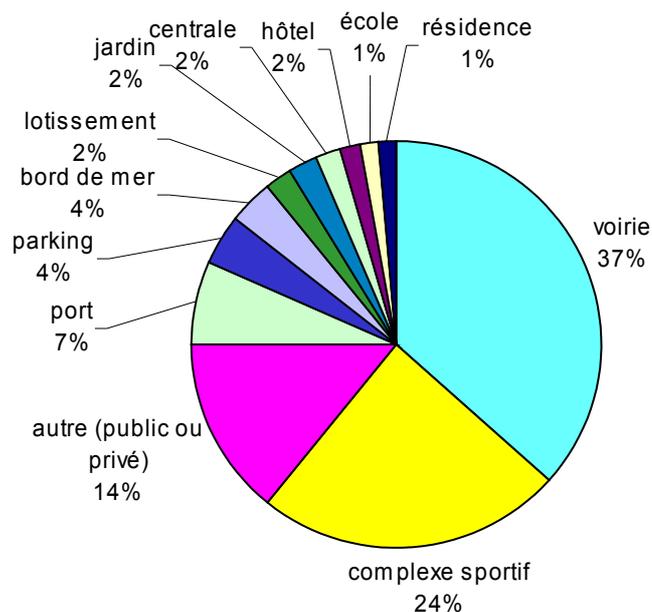


Figure n° 14 : Type d'éclairages les plus attractifs pour les Pétrels de Barau (données 1995-2005, n= 1652).

12. Faiblesse des connaissances

La découverte récente des colonies de reproduction, leur localisation au-dessus de 2000m d'altitude, dans des zones au relief très accidenté, la reproduction des Pétrels de Barau pendant la période cyclonique (forte pluviométrie) sont autant d'éléments qui rendent très difficiles les études sur les sites de reproduction de cette espèce.

Les données de base sur la biologie de la reproduction et la démographie de l'espèce, ainsi que sur l'aire de répartition et l'évaluation de l'impact des menaces sont encore réduites.

Même si cet aspect ne représente pas une menace en soi, les limites des connaissances sur l'écologie empêchent de quantifier précisément l'impact de ces menaces sur la dynamique des populations. Une attention particulière doit être apportée pour réaliser les études appliquées à la conservation de cette espèce.

13. Synthèse des différentes menaces

Les traits d'histoire de vie des espèces de pétrels en font de sérieux candidats à l'extinction dans un monde qui change rapidement du fait des activités humaines (Simons 1984). Comme toutes les espèces de stratégie de type 'K', la dynamique de leurs populations est très sensible à des diminutions de la survie des adultes (Newton 2000).

13.1. Menaces sur la survie adulte

Sont concernés, la prédation par les chats, les tirs illicites, les collisions (Tab. 4).

Le taux de déclin des populations est approximativement le double lorsque la prédation a lieu sur les adultes par rapport aux jeunes (simulations sur *Pterodroma sandwichensis* : Simons 1984).

Chez ces espèces, avec une dynamique des populations de type K, il existe un temps de latence, entre la modification d'un paramètre d'histoire de vie et la manifestation de ses conséquences sur la taille et la structure de la population (Simons 1984).

Même un faible taux de prédation conduit relativement rapidement une population à l'extinction (Simons 1984).

Les conclusions, avec différentes simulations, mettent en évidence que les populations de pétrels sont incapables de supporter pendant longtemps aucun niveau de prédation (Simons 1984).

13.2. Menaces sur le succès reproducteur/survie des jeunes à l'envol

Sont concernés, les impacts sur le milieu (piétinement par l'homme ou les chèvres), la prédation des poussins par les rats ou les chats, la mortalité des jeunes à l'envol induite par les éclairages (Tab. 4).

Même si les facteurs qui agissent sur le succès reproducteur ont un impact moindre sur l'évolution numérique de la population, cet impact est cumulé à ceux sur la survie adulte.

De plus, des menaces telles que la prédation par les chats et les échouages dûs aux éclairages artificiels affectent un nombre important d'individus (plus de 200 à 800 jeunes à l'envol, selon les années).

Tableau n° 4 : Synthèse de l'importance des différentes menaces identifiées et leurs effets sur la survie et/ou le succès reproducteur des Pétrels de Barau. (en grisé: menaces d'origine anthropique)

Facteurs limitants (naturels puis d'origine humaine)	Importance des menaces						IMPACT	
	Critique	Elevée	Moyenne	Faible	Nulle	Inconnue	Survie adulte	Succès reproducteur / survie juvénile à l'envol
Phénomènes cycloniques				X		X		X
Disponibilités alimentaires			X	X				X
Prédation par les busards				X			X	X
Métaux lourds, pollution				X	X			X
Interactions Pêches				X	X		X	X
Prédation par les rats		x	X					X
Prédation par les chats	X	X					X	X
Braconnage par l'homme			X	X			X	X
Destruction/dégradation des terriers				X				X
Collisions			X	X			X	X
Echouages induits par les éclairages		X	X					X

Menaces hiérarchisées en fonction de leur degré d'importance décroissante et de leur impact sur la survie des adultes ou des juvéniles :

1	Prédation par les chats
2	Echouages induits par les éclairages
3	Collisions
4	Prédation par les rats
5	Braconnage par l'homme (1)
6	Disponibilité alimentaire
7	Destruction/dégradation des terriers

(1): le braconnage peut potentiellement avoir un impact plus élevé

14. Statut de conservation et mesures récentes de conservation.

Le Pétrel de Barau, espèce endémique de la Réunion, a un statut de conservation très défavorable au niveau international. Il est classé dans la catégorie des espèces '**En danger**', avec un risque d'extinction dans les prochaines décennies (Birdlife International 2006).

Une partie des sites de reproduction a été classée en **IBA** (*Important Bird Area*), Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (Le Corre & Safford 2001).

L'espèce est **protégée** à la Réunion depuis 1989 (Arrêté interministériel du 17 février 1989).

La majorité des colonies de reproduction connues et potentielles de Pétrel de Barau sont incluses dans un **Arrêté de Protection de Biotope**, Arrêté préfectoral du 23 Janvier 2001, n° 0144/SG/DA/3 portant sur l'interdiction ou la réglementation de la fréquentation de deux zones totalisant 1 818 ha, situées sur le Piton des Neiges - Gros Morne et sur le Grand Bénare.

Le sauvetage des jeunes Pétrels de Barau échoués du fait des éclairages est mis en place depuis 1995 et poursuivi chaque année par la SEOR. De quelques individus, ce sont jusqu'à 800 oiseaux recueillis en 2001, et 300 à 400 par an au cours de ces 6 dernières années. Ces actions bénéficient d'une large, et croissante, sensibilisation des habitants de l'île et d'une implication des structures (vétérinaires, pompiers, et gendarmes).

Cependant, l'île de la Réunion ne bénéficie pas encore d'un centre de soins agréé.

Les analyses à partir des oiseaux échoués (ex: régime alimentaire, condition corporelle) et les études initiées sur les colonies de reproduction (ex: démographie, prédation) dans le cadre de ce plan d'action apportent des éléments de connaissance originaux et adaptés à la conservation de cette espèce.

Certaines mesures de conservation, proposées au cours de l'élaboration et de la rédaction de ce 'Plan de conservation du Pétrel de Barau', ont été intégrées par l'ONF dans la révision du 'Plan d'aménagement de la forêt de Cilaos' (Timbal & Mathevon 2006).

TROISIEME PARTIE: OBJECTIFS ET ACTIONS DE CONSERVATION

1. BUTS

A court terme, prévenir tout déclin supplémentaire de la population.

A moyen terme, atteindre les effectifs et parvenir à un mode d'évolution de la population permettant d'améliorer le statut de conservation de l'espèce, de 'En danger' à Vulnérable'.

2. OBJECTIFS

Dans les plans d'actions, les 'objectifs globaux' sont subdivisés en 'actions', avec une description rapide. Chaque action est hiérarchisée selon une 'priorité' et avec une 'échelle de temps' pour sa réalisation (Heredia et al. 1996) :

Priorité (description des niveaux)

- **Essentielle** : une action nécessaire pour prévenir un grand déclin de la population qui pourrait conduire à l'extinction de l'espèce ;
- **Élevée** : une action qui est nécessaire pour éviter un déclin de plus de 20% de la population en 20 ans ou moins ;
- **Moyenne** : une action qui est nécessaire pour éviter un déclin de moins de 20% de la population en 20 ans ou moins ;
- **Faible** : une action qui est nécessaire pour éviter des déclins locaux de la population ou qui a toutes les chances d'avoir un impact faible sur la population dans son aire de répartition.

Échelle de temps (description des niveaux)

- **Immédiate** : une action accomplie dans la prochaine année ;
- **Court terme**: une action accomplie dans les 1 à 3 années suivantes ;
- **Moyen terme** : une action accomplie dans les prochaines 1 à 5 années ;
- **Long terme** : une action accomplie dans les prochaines 1 à 10 années ;
- **En cours**: une action qui est actuellement en cours et doit continuer ;
- **Accomplie** : une action qui a été accomplie pendant la préparation du plan d'action (de telles actions doivent néanmoins être revues ou ré-engagées selon l'évolution des circonstances dans le futur)

2.1. POLITIQUE ET LEGISLATION

2.1.1. Assurer les dispositions européennes, légales et financières, ...

... adéquates pour la conservation des espèces menacées dans les Régions Ultra-périphériques Européennes, R.U.P. de l'Europe

2.1.1.1. Insérer les espèces menacées dans les R.U.P. européennes dans la liste de espèces menacées d'Europe

Priorité : Essentielle

Échelle de temps : Immédiate

Les Collectivités Territoriales d'Outre-Mer françaises hébergent 71 espèces d'oiseaux avec un statut de conservation défavorable au niveau mondial (UICN, BirdLife 2000). De même que les espèces les plus menacées en Europe font l'objet d'outils de conservation tels que les plans d'actions, il serait essentiel d'ajouter les espèces mondialement menacées dans les Régions Ultra-périphériques européennes à la liste des espèces prioritaires en matière de conservation pour l'Union européenne.

2.1.1.2. Insérer les espèces menacées dans les R.U.P. dans les outils réglementaires et financiers de l'Union européenne

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate*

Absentes de la Directive oiseaux, les espèces mondialement menacées dans les RUP de l'UE ne peuvent bénéficier des dispositions réglementaires et budgétaires mises en place par l'Europe. Ainsi, la conservation de ces espèces n'est concernée ni par la Directive Habitat, ni par le dispositif Natura 2000, ni par les Documents d'Objectifs.

2.1.1.3. Incorporer les mesures des Plans d'actions d'espèces menacées dans la législation régionale et nationale

Priorité : *Moyenne*

Échelle de temps : *Moyen terme*

Dans certains pays européens, les Plans d'actions sont transcrits dans les mesures réglementaires.

La transcription des mesures de conservation dans des textes réglementaires faciliteraient leur application (contrôle des chats, mesures sur les éclairages, ...).

2.1.2. Législation concernant les chats errants

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate*

Des chats sont présents dans les milieux indigènes, à plusieurs kilomètres de distance des premières habitations. Ils n'ont plus aucun contact avec l'homme et causent de sérieux dégâts à la faune indigène : prédation sur les passereaux mais aussi sur les Pétrels de Barau, adultes et jeunes, et représentent une menace très élevée pour l'avenir de cette espèce.

Il est nécessaire de faire évoluer la législation de manière à revenir à un type de législation qui existait auparavant où les chats qui se trouvaient à une certaine distance des habitations étaient considérés comme des 'chats errants', 'chats haret' et pouvaient être éliminés dans le respect de règles précises.

2.1.3. Législation concernant les déchets en milieu indigène

Priorité : *Élevée*

Échelle de temps : *Court terme*

Les accumulations de déchets, générés par une forte fréquentation des milieux indigènes (touristique, de loisir, professionnelle, ...) servent de nourriture aux rats et aux chats qui sont des prédateurs de la faune indigène dont les Pétrels de Barau. Ces déchets permettent la colonisation des milieux indigènes par les chats (Duval 2007) et leur maintien en altitude pendant les périodes d'absence des pétrels sur les colonies.

La gestion des déchets, de manière à les rendre inaccessibles à ces animaux, doit faire l'objet de règles établies et respectées scrupuleusement.

2.1.4. Législation concernant les éclairages

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate*

L'impact des éclairages artificiels sur les jeunes pétrels est considérable, et, chaque année, ce sont plusieurs centaines de jeunes pétrels qui sont condamnés. Le type d'éclairage nocif est bien identifié, il s'agit de tous les éclairages dont une partie du rayonnement est dirigé vers le ciel. Ils sont nocifs pour les pétrels et, de plus, représentent une pollution lumineuse et un gaspillage d'énergie.

Des engagements politiques sont nécessaires pour lutter contre ce phénomène récurrent, sous forme de charte, convention, de réglementation, pour éviter que tous les nouveaux aménagements utilisent des éclairages nocifs et des mesures financières pour accompagner la transformation du parc existant.

Des réglementations, opposables au tiers, permettraient de résoudre de manière plus efficace ce problème de grande ampleur.

2.2. CONSERVATION DE L'ESPECE et HABITAT

2.2.1. PREVENTION ET CONTROLE DES RATS

2.2.1.1. Prévention

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Court terme*

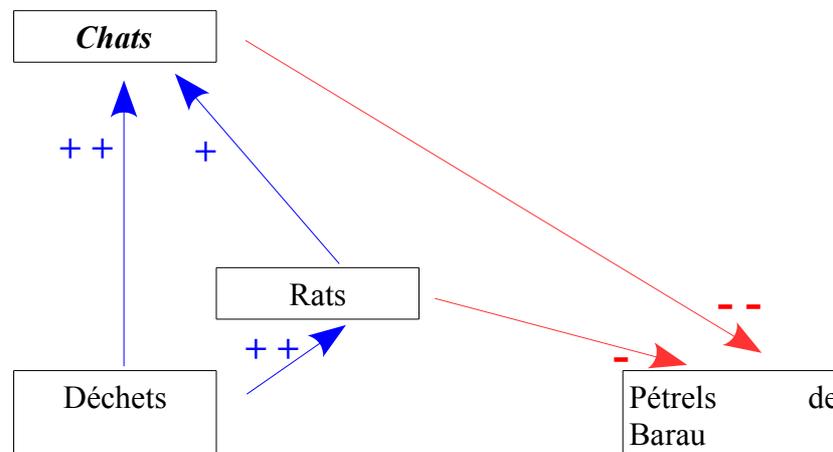


Figure n°15: Impact des déchets et des poubelles sur les prédateurs introduits et les populations de Pétrel de Barau

Les rats sont favorisés par les déchets organiques (fig. 15). Ceux-ci peuvent provenir :

- des randonneurs
- des braconniers,
- des personnes utilisant des sites de pique-nique ou de camping (sauvage ou non),
- du gîte du Volcan, installé à proximité des sites de reproduction des pétrels,
- des sportifs réalisant des courses d'arête,
- des sportifs en entraînement et en compétition,
- des lieux habités proches des colonies de reproduction.

Les supports et actions de communication doivent être ciblés et adaptés aux différents publics, et aux différents sites (ex: panneau explicatif au Grand Bénare).

Le contenu de la communication doit reprendre le fait que même les déchets organiques sont néfastes et ne doivent pas être rejetés et abandonnés dans les milieux indigènes

Des chartes et/ou des conventions doivent être favorisées.

Les actions de sensibilisation permettent d'informer les différents acteurs de l'existence de ces conventions ou chartes et des lois.

Les actions de police doivent être engagées sous deux formes :

- une police de proximité, qui vise à informer et rappeler la loi aux utilisateurs,
- une police de répression, de manière à verbaliser les actes délictueux.

2.2.1.2. Contrôle des rats

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate*

La taille de l'île de la Réunion ne permet pas l'élimination totale des rats, possible uniquement sur des îles de taille réduite (ex: Micol & Jouventin 2003). Seul un contrôle, c'est à dire le maintien à des niveaux faibles, des populations de rats est possible localement.

Sans éradiquer les rats, le contrôle de ceux-ci sur les lieux de reproduction de pétrels peut conduire à une augmentation très notable du succès reproducteur (ex : de moins de 35% à près de 79% chez le Pétrel à menton blanc: Jouventin et al. 2003).

Le contrôle des rats doit se faire préférentiellement par des méthodes de lutte intégrée, c'est à dire lutte chimique et mécanique, associant simultanément plusieurs méthodes de lutte (synthèse : Authier 2003).

A grande échelle, l'utilisation de la lutte chimique n'est possible que par épandage de poison par hélicoptère au vu de la topographie des colonies de reproduction.

Le choix de la méthode doit être approprié :

- type de poison (Endepols et al. 2003),
- type de cage et d'appâts
- surface à 'contrôler',
- méthode de dispersion : épandage par hélicoptère ?
- répartition du poison (ou densité des appâts),
- période, fréquence de passages et durée du contrôle,
- éviter l'impact sur les espèces non-cibles (Busard de Maillard)

Il est nécessaire de procéder, en simultanément, à la lutte contre les chats, pour éviter les phénomènes de déplacement de la pression de prédation des chats sur d'autres espèces telles que les Pétrels de Barau.

Une fois que la zone de reproduction est débarrassée des rats, la méthode d'empoisonnement sur un quadrillage peut être remplacée par une disposition du poison sur un cordon autour de la zone prévue, ce qui permet de réduire le travail et l'investissement en matériel (Cruz & Cruz 1987). Chez *P. phaeopygia* (Galapagos), il a été constaté une augmentation du succès

reproducteur, immédiatement après la première année de contrôle des rats (Cruz & Cruz 1987).

Aucun empoisonnement secondaire n'a été constaté sur des rapaces nocturnes ou d'autres espèces d'oiseaux, de même qu'aucun empoisonnement secondaire de chats (Cruz & Cruz 1987), même résultats trouvés par Veitch (1980) et Rauzon (1985).

Pour planifier les coûts de ces opérations, il est nécessaire de calculer la surface que représentent ces colonies.

Il est important de mettre en place, également, un protocole de monitoring pour évaluer l'effet des méthodes utilisées.

2.2.2. PREVENTION ET CONTROLE DES CHATS

2.2.2.1. Prévention

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate*

Les chats sont favorisés par les déchets, soit de manière directe, en consommant des déchets déposés dans les milieux naturels, comme c'est le cas autour du gîte du Piton des Neiges ou des aires de pique-nique, ou, de manière indirecte, en prédatant les rats qui se multiplient grâce aux déchets (fig. 15). Ces deux sources de nourriture (déchets et rats) complètent le régime alimentaire des chats (Faulquier 2005; Duval 2007), mais doivent également servir de proies alternatives en dehors de la période de présence des pétrels. Ils agissent comme un facteur favorisant la colonisation et l'installation de chats dans les milieux indigènes, en haute altitude. Les mesures pour limiter les déchets, exposées dans le paragraphe précédent s'appliquent également dans ce paragraphe.

2.2.2.2. Contrôle des chats

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate*

Cette mesure est prioritaire. Il est essentiel de protéger les Pétrels de Barau adultes reproducteurs, les efforts de contrôle des prédateurs doivent être les plus intenses pendant la période qui précède la ponte et pendant l'incubation (Simons 1984).

La restauration d'une population, qui a été sévèrement réduite, sera lente et irrégulière (Simons 1984).

Les actions doivent comporter :

- 1- Le contrôle des chats présents dans les colonies de reproduction de Pétrel de Barau,
- 2- Le contrôle des chats présents dans les lieux fréquentés par l'homme, très proches des colonies de reproduction : gîte du Volcan, Ilet des Salazes, site du Maïdo-Grand Bénare, ... par piégeage,
- 3- Des actions de capture des chats errants dans les zones habitées proches des colonies : Cilaos, Ilet à Cordes, Marla, Salazie ?...
- 4- Des campagnes de stérilisation et de tatouage des chats dans les zones habitées proches : Cilaos, Ilet à Cordes, Marla, Salazie ?...
- 5- Des campagnes de sensibilisation et de communication associées à ces opérations.

Dans le cas des chats, il est nécessaire de faire évoluer la législation, de manière à permettre d'éliminer ceux qui sont présents dans les colonies de reproduction de Pétrel de Barau .

2.2.3. ELIMINATION DES ACTES DE BRACONNAGE

Priorité : *Élevée*

Échelle de temps : *Court terme*

Cette mesure se traduit par des actions de sensibilisation, mais aussi de répression. Ces dernières méritent d'être concentrées dans les secteurs de l'île où ces actes existent encore.

2.2.4. REDUCTION DE LA MORTALITE INDUITE PAR LES ECLAIRAGES

2.2.4.1. Campagnes de sauvetage des pétrels

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate, En cours*

Les actions de sauvetage des pétrels échoués et retrouvés au sol doivent être poursuivies et disposer des moyens pour assurer leur fonctionnement et leur pérennité.

Ceci comprend 2 points :

- continuer la sensibilisation de la population réunionnaise à ce problème,
- perfectionner le réseau de récupération des oiseaux en détresse (formation, information).

2.2.4.2. Centre de soins

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate*

L'amélioration des conditions d'accueil des oiseaux devint cruciale, par la création d'un centre de sauvegarde de la faune sauvage répondant aux normes réglementaires. Ce centre sera adapté et prévu également pour répondre aux catastrophes telles que des marées noires de grande ampleur (Salamolard & Monta 2006).

Les campagnes de sauvetage associées au centre de soins, doivent être poursuivies car elles permettent de relâcher vivants plusieurs centaines de Pétrel de Barau chaque année (3500 en 10 ans).

2.2.4.3. Diminution des éclairages nocifs

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate, Court terme*

Si l'action précédente correspond à une mesure curative, celle-ci est préventive:

Des actions volontaires doivent être mises en place, pour :

- 1- empêcher l'installation de tout nouvel aménagement lumineux nocif aux pétrels,
- 2- remplacer les parcs d'éclairages (types d'ampoules et de points lumineux) et les habitudes qui nuisent aux pétrels,
- 3- modifier les comportements et favoriser l'extinction aux périodes d'envol des pétrels

Ces modifications nécessitent une prise de conscience et des engagements politiques, voire même, la proposition de règles d'aménagements pour les projets, et des financements pour remplacer l'existant lorsqu'il est polluant (voir Annexe).

2.2.4.4. Campagnes de communication sur les éclairages

Priorité : *Essentielle*

Échelle de temps : *Immédiate, Court terme*

L'information auprès des responsables politiques et techniques des éclairages publics, de même qu'auprès des utilisateurs, entreprises et particuliers, est à privilégier. Une campagne

« de nuit sans éclairage » pourrait être une solution pour médiatiser et sensibiliser le grand public.

2.2.5. REDUCTION DES COLLISIONS

Priorité : *Élevée*

Échelle de temps : *Court Terme*

Faute d'étude et de recherche spécifique dans ce domaine, cette menace est, sans doute, sous-estimée à la Réunion, comme cela a été démontré dans les mêmes conditions topographiques pour une espèce similaire à Hawaii (Podolsky et al. 1998).

L'étude à Hawaii montrait que la mortalité des pétrels induite par les collisions sur des câbles dépassait largement les prévisions et qu'elle était due essentiellement à certains tronçons de lignes, extrêmement meurtriers.

A la Réunion, il est nécessaire de réaliser ce type d'étude, à partir de croisements de cartographies sur Système d'Information Géographique, de manière à identifier les zones de plus forts enjeux (présence de lignes électriques et survols importants de pétrels) et, par la suite, de prendre les dispositions pour éliminer les tronçons meurtriers.

Tous les aménagements futurs doivent être réalisés en tenant compte des risques de collision.

Des études doivent être entreprises pour mettre au point (expérimentation et suivis) des systèmes d'effarouchement et d'évitement, pour ces espèces nocturnes qui diffèrent des espèces métropolitaines, diurnes et crépusculaires.

2.2.6. DIMINUTION DES DERANGEMENTS

Priorité : *Moyenne*

Échelle de temps : *Moyen terme*

La déclaration en Arrêté de Protection de Biotope contribue à réguler la fréquentation des sites de reproduction. Les limites doivent être actualisées pour intégrer toutes les colonies connues. Le Parc National de la Réunion, créée en mars 2007 doit conférer à ce périmètre un statut de protection qui permette de réglementer la fréquentation et d'y mener des actions de conservation et d'études associées.

La sensibilisation des professionnels de la montagne et usagers au sujet de l'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotopes peut être bénéfique.

Le contrôle de la divagation des Chèvres, en concertation avec les habitants des îlets et/ou des propriétaires concernés, sur les zones très proches des colonies de reproduction doit être envisagée.

2.3. MONITORING ET RECHERCHE

2.3.1. SUIVIS DES EFFETS DES MESURES DE CONSERVATION

Priorité : *Élevée*

Échelle de temps : *Immédiate*

Ces suivis sont indispensables et doivent être mis en place dès la première année de mise en oeuvre du Plan de conservation, soit en 2007.

Trois paramètres, au minimum, doivent être suivis :

1-Le succès reproducteur

Le monitoring ne doit pas se faire uniquement par le suivi du nombre de terriers actifs (qui ne permettrait pas de détecter un déclin de la population dès qu'il a lieu), mais plutôt par la mesure du succès reproducteur annuel directement, sur un nombre de nids accessibles chaque saison de reproduction (Simons 1984). Ce paramètre doit être étudié à deux moments-clés de la reproduction : fin de la ponte et juste avant l'envol des jeunes.

L'objectif est d'étudier le succès reproducteur sur des secteurs avec des 'traitements' différents: avec ou sans contrôle des rats et des chats.

2- La mesure des taux d'échouages et de collisions, par :

- la proportion de jeunes à l'envol, effectivement attirés par les éclairages (si des actions de conservation consistant à réduire ce facteur de mortalité sont réalisées)
- le nombre de jeunes récupérés chaque année

3- La survie des adultes (ou la mesure du taux de mortalité sur les colonies). Ce paramètre est primordial, dans le cas d'une espèce longévive telle que le Pétrel de Barau et subissant une mortalité des adultes importante. Il doit être étudié, dès les premières années, bien que plusieurs années de suivi soient nécessaires pour réaliser des analyses fiables.

- Les suivis de nombre d'oiseaux rentrant vers les colonies peuvent être poursuivis comme indicateurs de veille de l'état des populations (rq: le nombre de jeunes échoués est également un indicateur de veille).

- la recherche systématique, dans de nombreuses colonies de reproduction, d'individus bagués dans le cadre des campagnes de sauvetage pourrait fournir des indications sur les taux de retour et de survie des juvéniles après leur sauvetage.

2.3.2. SURVEILLANCE DES MENACES EN MER

Priorité : *Moyenne*

Échelle de temps : *Moyen terme*

Ceci comprend à la fois des études d'amélioration des connaissances de l'écologie de cette espèce en mer, ainsi qu'une surveillance de toute nouvelle menace.

2.4. SENSIBILISATION DES DIFFERENTS PUBLICS

Priorité : *Élevée*

Échelle de temps : *Immédiate, Court terme*

Les supports et les contenus de la communication doivent être adaptés aux problématiques, aux sites et aux public visés.

Cette action transversale est essentielle et doit être réfléchi en complément et en cohérence avec les autres actions de conservation:

- la diminution des déchets,
- le contrôle des prédateurs (chats notamment),
- le respect des règles (déchets, braconnage, fréquentation de l'APB),
- le recueil des Pétrels de Barau en détresse,
- les comportements individuels vis-à-vis des éclairages,
- les décisions politiques et techniques concernant les aménagements lumineux (actuels et futurs) et les lignes de câbles,
- ...

2.5. SYNTHÈSE DES MESURES DE CONSERVATION

Tableau n° 5 : Synthèse des mesures de conservation proposées concernant la sauvegarde du Pétrel de Barau, en fonction de leur priorité et du délai de réalisation.

N° titre	Thème	Mesures / Sous-mesures		Priorité			Temps réalisation		
		N° titre2	N° Action	Essentielle	Elevée	Moyenne	Immédiate	Court terme	Moyen terme
2.1	Politique et législation								
2.1.1	Dispositions légales et financières U.E.	2.1.1.1	1.1 Espèces menacées des RUP dans les listes européennes	X			X		
		2.1.1.2	1.2 Esp. menacées des RUP dans outils réglementaires et financiers UE	X			X		
		2.1.1.3	1.3 Plans d'actions dans législation régionale et nationale			X			X
2.1.2	Législation	2.1.2	1.4 Chats errants en milieu indigène	X			X		
		2.1.3	1.5 Déchets en milieu indigène		X			X	
		2.1.4	1.6 Eclairages	X			X		
2.2	Conservation de l'espèce et Habitats								
2.2.1	Contrôle des rats	2.2.1.1	2.1 Prévention	X				X	
		2.2.1.2	2.2 Contrôle	X			X		
2.2.2	Contrôle des chats errants	2.2.2.1	2.3 Prévention	X			X		
		2.2.2.2	2.4 Contrôle	X			X		
2.2.3	Éliminer le braconnage		2.5		X				X
2.2.4	Diminution des échouages	2.2.4.1	2.6 Sauvetage des oiseaux	X			X		
		2.2.4.2	2.7 Centre de soins	X			X		
		2.2.4.3	2.8 Diminution des éclairages nocifs	X			X	X	
		2.2.4.4	2.9 Campagnes de communication sur les éclairages	X			X	X	
2.2.5	Réduction des collisions		2.10		X				X
2.2.6	Diminution des dérangements		2.11			X			X
2.3	Monitoring et Recherche								
2.3.1	Suivis des mesures de conservation		3.1		X		X		
2.3.2	Surveillance des menaces en mer		3.2			X			X
2.3.3	Sensibilisation des différents publics		3.3		X		X	X	

Tableau n° 6 : Hiérarchisation de l'importance des menaces (ordre des menaces en fonction de la valeur attribuée à l'importance)

Ordre des menaces	N° des facteurs	Facteurs limitants (naturels puis d'origine humaine)	Val. Menace	Importance des menaces					IMPACT	
				Critique (valeur = 4)	Elevée (3)	Moyenne (2)	Faible (1)	Nulle	Inconnue	Survie adulte
7	F1	Phénomènes cycloniques	1,0				X		X	X
4	F2	Disponibilité alimentaire	1,5			X	X			X
7	F3	Prédation par les busards	1,0				X		X	X
10	F4	Métaux lourds, pollution	0,5				X	X		X
10	F5	Interactions Pêches	0,5				X	X	X	X
2	F6	Prédation par les rats	2,5		X	X				X
1	F7	Prédation par les chats	3,5	X	X				X	X
4	F8	Braconnage par l'homme	1,5			X	X		X	X
7	F9	Destruction/dégradation des terriers	1,0				X			X
4	F10	Collisions	1,5			X	X		X	X
2	F11	Echouages induits par les éclairages	2,5		X	X				X
			17							

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Plan d'action espèces :

- Anonyme 1996. **Plan de sauvegarde de la Perruche d'Ouvea** - Nouvelle Calédonie. 6 pp.
- de Juana E. & C. Martinez. 1999. **European Union Species Action Plan Little Bustard (*Tetrax tetrax*)**. BirdLife International European Commission. 17 pp + annexes.
- Fuller R.A., Mc Gowan P.J.K., Carroll J.P., Dekker W.R.J. & P.J. Garson. 2003. What does IUCN species action planning contribute to the conservation process? **Biological Conservation** 112 :343-349.
- Gonzales C. (SEO/Birdlife Spain, Tenerife). 1995. **Action plan for the blue Chaffinch (*Fringilla teydea*)**. BirdLife International European Commission. 14 pp.
- Heredia B., Rose L. & M. Painter (eds). 1996. **Globally threatened birds in Europe-Action plans-**. Council of Europe Publishing. BirdLife International. 352 pp.
- Zino F., Heredia B. & M.J. Bischoit. 1996. **Action plan for Fea's Petrel (*Pterodroma feae*)**. 13 pp.
- Zino F., Heredia B. & M.J. Bischoit. 1995. **Action plan for Zino's Petrel (*Pterodroma madeira*)**. Prepared by BirdLife International on behalf of the European Commission. 14 pp.
- Ristow D. 1999. **International species action plan Eleonora's falcon**. BirdLife International on behalf of the European Commission. 25 pp + annexes.

Bibliographie citée, consultée

- Ainley, D.G., Podolsky, R., DeForest, L. & G. Spencer. 1997. New insights into the status of the Hawaiian Petrel on Kauai. **Colonial Waterbirds** 20 : 24-30.
- Ainley, D.G., Podolsky, R., DeForest, L., Nur, N. & G. Spencer. 1995. Kauai endangered seabird study. Volume 2 : The ecology of Dark-rumped Petrels and Newell's Shearwaters on Kauai, Hawaii. **Final Report**, EPRI T-105847-V2, Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.
- Anonyme, 1980. The Newell's Shearwater light attraction problem. A guide for architects, planners, and resort managers. **Dépliant** Department of Land and Natural Resources, Forestry and Wildlife, Hawaii. 2 pp.
- Anonyme, 1999. Protéger notre environnement nocturne de la pollution lumineuse. Etat des lieux, Impacts sur la faune, la flore et la santé. Des solutions existent. **Rapport** CNPEN (Comité Nord pour la Protection de notre Environnement Nocturne) et CARL (Club Astronomique de la Région Lilloise). 16 pp.
- Artois M., Duchene M.J., Pericard J.M. & V. Xemar. 2002. **Le chat domestique errant ou haret**. Encyclopédie des carnivores de France n°18. Ed. SFPEM- MNHN.
- Atkinson I.A.E. 2001. Introduced mammals and models for restoration. **Biological conservation** 99: 81-96.
- Atkinson, I.A.E. 1985. The spread of commensal species of *Rattus* to oceanic islands and their effects on island avifaunas. In: Moor, P.J. (Ed.), **Conservation of Island Birds** (Technical Publication No. 3). International Council for Bird Preservation, Cambridge, UK, pp. 35-81.
- Atkinson, I.A.E. 1989. Introduced animals and extinctions. In (eds: Western & Pearl), **Conservation for the Twenty-first Century**. Oxford University Press, UK., 54-75.
- Attié, C. 1993. Compte-rendu d'activité : Recensement et protection de la population de Pétrel de Barau à l'île de la Réunion, Novembre 1993. **Rapport interne** 11 pp.
- Attié, C., Stahl, J.-C. & V. Bretagnolle. 1997. New data on the endangered Mascarene Petrel *Pseudobulweria aterrima* : a third 20th Century specimen and distribution. **Colonial Waterbirds** 20 : 406-412.
- Aumjaud, A. & R. Criou. 2002. Variations saisonnières de l'abondance et de la distribution des oiseaux marins au large de la Réunion. **Rapport** de Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes, Université de la Réunion. 24pp.
- Authier, M. 2003. Les réintroductions d'espèces – Synthèses bibliographiques. **Rapport interne** SEOR-Université de la Réunion. 70 pp. + Annexes
- Barré, N., Barau, A. & C. Jouanin. 1996. **Oiseaux de la Réunion**. Editions du Pacifique, Paris.
- BirdLife International. 1994. **Seabirds on islands : Threats, Case studies and Action Plans**. (Eds : Nettleship, D.N., Burger, J. & M. Gochefeld). BirdLife International, Cambridge, U.K. 318 pp.
- BirdLife International. 2000. **Threatened birds of the World**. Lynx Edicions and BirdLife International. 602 pp + annexes
- BirdLife International. 2006. http://www.birdlife.org/datazone/search/species_search.html
- Bory de Saint-Vincent, J.B.G.M. 1804. Voyage dans les quatre principales îles des mers d'Afrique, etc... Paris, 3 vol.
- Bourne, W.R.P. & A.C.F. David. 1995. The early history and ornithology of St Paul and Amsterdam Islands, Southern Indian Ocean. **Le Gerfaut** 85 : 19-36.
- Bourne, W.R.P. 1999. Birds attracted by lights and killed by skuas on Gough Island, South Atlantic Ocean, and their zonal affinities. **Sea Swallow** 48 :53-57.
- Bretagnolle, V. & C. Attié. 1991. Status of Barau's Petrel (*Pterodroma barau*) : Colony sites, Breeding Population and Taxonomic Affinities. **Colonial Waterbirds** 14 : 25-33.
- Bretagnolle, V. & C. Attié. 1993. Massacre d'une espèce protégée sur le territoire français: le Pétrel de Barau. **Courrier de la Nature** 138 : 40.
- Bretagnolle, V. & C. Attié. 1997. Statut et conservation des oiseaux marins dans l'ouest de l'Océan Indien. **Le Courrier de la Nature** 163 : 24-29.

- Brooke, M. de L. & P.A. Prince. 1992. Nocturnality in seabirds. **Acta XX Congressus Internationalis Ornithologici** pp :1113-1121.
- Brooke, M. de L. 1978. Island observation of Barau's Petrel *Pterodroma barau* on Reunion. **Bulletin B.O.C.** 98 : 90-95.
- Brugerolle, S. 1999. *Biologie et Conservation des pétrels et puffins de La Réunion*. **Rapport** de DEUG SNV. Université de Bordeaux I / SEOR.
- Burger, A.E. 2001. Diving depths of shearwaters. **Auk** 118: 755-759.
- Carichiopulo, C. 1991. *Impact du réseau électrique aérien sur l'avifaune en France. Etude sur 3 ans. 1988-1990*. **Rapport** Ligue pour la Protection des Oiseaux pour le compte du Ministère de l'Environnement, DNP. 17 pp. + annexes 8pp.
- Carter, M., T. Reid & P. Lansley. 1989. Barau's Petrel *Pterodroma barau*, a new species for Australia. **Aust. Bird Watcher** 13: 39-43.
- Chapman, S.E. & N.G. Cheshire 1987. Notes on seabird reports received 1986. **Sea Swallow** 36 : 32-46.
- Chapuis J.-L., Barnaud G., Bioret F., Lebouvier M., & M. Pascal. 1995. L'éradication des espèces introduites, un préalable à la restauration des milieux insulaires. Cas des îles françaises. pp. 51-65 in **Natures-Sciences-Sociétés**. Hors-série « Recréer la nature ». Dunod ed.
- Cheke, A.S. 1974. Rodrigues, Mascarene Islands Expedition. **Rapport** non publié. British Ornithologist Union.
- CLS 2007. http://www.cls.fr/documents/cls/presse/dossiers/dp_API.pdf
- Collar, N.J., Crosby, M.J. & A.J. Stattersfield. 1994. **Birds to Watch 2. The World List of Threatened Birds**. BirdLife Conservation Series n°4. BirdLife International. 407 pp.
- Colas, P. 2006. Compilation de données sur la présence de Pétrels de Barau. **Rapport Nature, Découverte et Partage / SEOR**. 25 pp.
- Coulter, M.C., Cruz, F. & Cruz J. 1985. A programme to save the Dark-rumped Petrel, *Pterodroma phaeopygia*, on Floreana Island, Galapagos, Ecuador. **ICBP Technical Publication** 3 : 177-180.
- Coulson T., Mace G.M., Hudson E. & H. Possingham. 2001. The use and abuse of population viability analysis. **Trends in Ecology and Evolution** 16 : 219-222.
- Courchamp F., Chapuis J.L., & M. Pascal. 2003. Mammals invaders on islands : impact, control and control impact. **Biological Review** 78: 342-383.
- Courchamp F., Langlais M., & G. Sugihara. 1999. Cats protecting birds : modelling the mesopredator release effect. **Journal of Animal Ecology** 68 : 282-292.
- Cruz, F. & J.B. Cruz. 1990. Breeding, morphology, and growth of the endangered Dark-rumped Petrel. **Auk** 107 : 317-326.
- Cruz, J.B. & F. Cruz. 1987. Conservation of the Dark-rumped Petrel *Pterodroma phaeopygia* in the Galapagos Islands, Ecuador. **Biological Conservation** 42 : 303-311.
- Daerr, E.G. 1999. Reaching new Heights. (Ed. National Parks and conservation). **National Parks** 74 : 40.
- del Hoyo, J., Elliott, A. & J. Sargatal. 1992. **Handbook of the World. Ostrich to Ducks**. Lynx Edition, Barcelona, Espagne. 1 : 216-278.
- Delheusy, V. 1996. Un bref aperçu des divers systèmes d'orientation utilisés par les tortues marines nouveaux-nées. **Les Cahiers d'Ethologie**, 16 : 11-22.
- Diamond, A.W. 1978. Feeding Strategies and population size in tropical seabirds. **Am. Nat.** 112:215-223.
- Dubois, P. 1989. Inventaire bibliographique des études étrangères sur l'électrocution des oiseaux sur les ouvrages électriques à moyenne tension. **Rapport** Ligue pour la Protection des Oiseaux pour EDF/GDF Electricité de France. 28 pp.
- Dunlop, J.N., N.G. Cheshire & R.D. Wooller. 1988. Observations of the marine distribution of Tropicbirds, Sooty and Bridled Terns, and gadfly petrels from the eastern Indian Ocean. **Rec. West. Aust. Mus.** 14 : 237-247.
- Duval, T. 2007. Gestion des zones de reproduction du Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*). Cas de la prédation par le chat haret (*Felis catus*). **Rapport** BTS Gestion et Protection de la Nature/SEOR-Parc National. 46 pp.
- Faulquier L. 2005. Evaluation de l'impact des chats haret sur les populations d'oiseaux marins de deux îles tropicales et propositions de mesures de gestion. **Rapport** de Master Professionnel 2^{ème} année, ECOMAR-IMEP, Université Aix-Marseille III.
- Faulquier L., Fontaine R., Vidal E., Salamolard M., Le Corre M. sous presse. Feral cat *Felis catus* threaten the endangered endemic Barau's petrel *Pterodroma barau* at Reunion Island (Western Indian Ocean). **Waterbirds**.
- Fishpool, L.D.C. & M.I. Evans. Eds 2001. **Important Bird Areas in Africa an associated islands : Priority sites for conservation**. Newbury and Cambridge, UK: Pisces Publications and BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 11). 1138 pp.
- Fontaine, R. 2006. Impact des prédateurs introduits sur le Pétrel de Barau (*Pterodroma barau*), oiseau marin endémique de La Réunion. **Rapport** Master Sciences de l'Environnement Terrestre. Université Aix-Marseille III. 41 pages.
- Gerdil, T. 1998. Etude et conservation des oiseaux marins de l'île de La Réunion. **Rapport** Université de Neuchâtel, Institut de Zoologie / CEBC / Muséum d'Histoire Naturelle de La Réunion. 147 pp.
- Gigan, F. & A.-S. Lebon. 2001. Régime alimentaire de trois espèces d'oiseaux de la Réunion : le Paille-en-queue à brins blancs, le Pétrel de Barau et le Puffin de Baillon. **Rapport** Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes. 28 pp. + annexes 8 pp.
- Gill, F.B. 1967. Observations on the distribution of seabirds in the western Indian Ocean. **U.S. Natural Museum**. 123, n°3605, 33pp.
- Hadley, T.H. 1961. Shearwater calamity on Kaua'i. **Elepaio** 21 : 60-61.
- Haney, J.C. 1987. Aspects of the pelagic ecology and behaviour of the Black-capped Petrel (*Pterodroma hasitata*). **Wilson Bulletin** 99 : 153-168.
- Harris, M.P. 1969. Food as factor controlling breeding of *Puffinus lherminieri*. **Ibis** 11 : 139-159.
- Harrison, C.S. 1990. **Seabirds of Hawaii : natural history and conservation**. Ithaca and London, Cornell University Press.

- Harrison, C.S., M.B. & S.I. Fefer. 1984. The status and conservation of seabirds in the Hawaiian Archipelago and Johnston Atoll. In '**Status and conservation of the world's seabirds**' (Eds Croxall, J.P., Evans, P.G.H. and R.W. Schreiber). Cambridge, U.K. : International Council for Bird Preservation, Technical Publication, 2 : 513-526.
- Hoarau K. 1999. La fréquence des cyclones tropicaux intenses dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien (1970-1999). **Publications de l'Association Internationale de Climatologie** 12 : 405-413.
- Imber, M.J. 1975. Behaviour of petrels in relation to the moon and artificial lights. **Notornis** 22 : 302-306.
- Imber, M.J. 1984. Exploitation by rats (*Rattus*) of eggs neglected by gadfly petrels *Pterodroma*. **Cormorant** 12 : 82-93.
- Imber, M.J. 1985. Origins, phylogeny and taxonomy of the gadfly petrels *Pterodroma* spp. **Ibis** 127: 197-229.
- Imber, M.J., J.B. Cruz, Grove, J.S., Lavenberg, R.J., Swift, C.C. & F. Cruz. 1992. Feeding ecology of the Dark-rumped Petrel in the Galapagos Islands. **The Condor** 94 : 437-447.
- Jadin, R. & F. Billiet 1979. Observations ornithologiques à la Réunion. **Gerfaut** 69 :339-352.
- Jaquemet, S., Le Corre, M. & H. Weimerskirch. 2004. Seabirds community structure in a coastal tropical environment: importance of natural factors and fish aggregating devices (FADs). **Marine ecology Progress Series** 268: 281-292.
- Jaquemet S. 2005. Rôle des oiseaux marins tropicaux dans les réseaux trophiques hauturiers du Sud-ouest de l'océan Indien. **Thèse de doctorat de l'Université de la Réunion**, 161p + annexes
- Jaquemet, S. 2001. Apports des prédateurs apicaux dans l'étude du rôle trophique des Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) dans l'écosystème océanique des abords de la Réunion. **Rapport DEA**, Université P. & M. Curie/Université de la Réunion. 32 pp.
- Jones, C.G. 1987. The larger birds of Mauritius. In: (ed: Diamond AW). **Studies of Mascarene Island birds**. Cambridge University Trust. pp. 208-300.
- Jouanin, C. & F.B. Gill. 1967. Recherche du Pétrel de Barau *Pterodroma barau*. **L'Oiseau et la R.F.O.** 37 : 1-19.
- Jouanin, C. 1963. Un pétrel nouveau de la Réunion *Bulweria barau*. **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle** 35 : 593-597.
- Jouanin, C. & F.B. Gill. 1967. Recherche du Pétrel de Barau *Pterodroma barau*. **L'Oiseau et la R.F.O.** 37 : 1-19.
- Jouanin, C. 1987. Notes on the nesting of Procellariiformes in Réunion. In '**Studies of Mascarene Island Birds**' (Ed. Diamond, A.W.). Cambridge University Press. Cambridge, U.K. pp. 359-363.
- Jouventin, P., Bried, J. & T. Micol. 2003. Insular bird populations can be saved from rats: a long-term experimental study of White-chinned petrels *Procellaria aequinoctialis* on Ile de la Possession (Crozet Archipelago). **Polar Biology** 26 : 371-378.
- Jullian, P. & B. Payet. 1999. Etude de la masse, de la condition corporelle et des réserves lipidiques des jeunes Pétrels de Barau et Puffins de Baillon à l'envol. **Rapport de Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes**, Université de La Réunion, réalisé à la Société d'Etudes Ornithologique de La Réunion. 34 pp. + Annexes 16 pp.
- Keedwell R.J., Maloney R.F., & D.P. Murray. 2002. Predator control for protecting kaki (*Himantopus novaezelandiae*)-Lessons from 20 years of management. **Biological Conservation**. 105 : 369-374.
- Keitt B.S., Wilcox, C., Tershy B.R., Croll, D.A. & C.J. Donlan. 2002. The effect of feral cats on the population viability of black-vented shearwaters (*Puffinus opisthomelas*) on Natividad Island, Mexico. **Animal Conservation** 5 : 217-223.
- Kenward, R.E. 1987. **Wildlife Radio tagging. Equipment, field techniques and data analysis**. Academic Press. 222p.
- Kojadinovic, J. 2003. Bioaccumulation de métaux lourds dans les grands prédateurs marins de la Réunion (Océan Indien) : cas de trois espèces d'oiseaux. **Rapport de DEA Exploitations Durables des Ecosystèmes littoraux**. 50 pp.
- Lampe, M. 2003. Description du géosystème des remparts du Grand Bénare (Ile de la Réunion) à travers la nidification du Pétrel de Barau. **Rapport de Maîtrise de Géographie**, Université de la Réunion. 82 pp.
- Lecomte, V. 2007. Interactions multitrophiques et invasions biologiques. Le cas des habitats de reproduction du Pétrel de Barau, oiseau marin endémique de La Réunion. **Rapport Master**, Université Paris-Sud 11. 31 pages + Annexes.
- Le Corre, M. 1998. Sauvetage des oiseaux sauvages de La Réunion. Bilan des opérations conduites de 1996 à 1998 par la Société d'Etudes Ornithologiques de La Réunion et Muséum d'Histoire Naturelle de La Réunion. **Rapport SEOR**. 13 pp. + Annexes 40 pp.
- Le Corre, M. 1999. Etude de la mortalité des jeunes pétrels et puffins induite par les éclairages artificiels à l'Ile de La Réunion. **Rapport SEOR / DIREN**. 34 pp.
- Le Corre M., Ollivier A., Ribes S. & 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., de Viviès, Y.-M. & Ribes, S. 1999. Les pétrels de La Réunion en danger. **L'Oiseau Magazine** 54:26-27.
- Le Corre, M., Probst, J.M., de Viviès, Y.-M. & S. Ribes. 1996. Opération de sauvetage réussie pour les jeunes pétrels de Barau à l'envol. **Le Courrier de la Nature**. 160 : 12-13.
- Le Corre M. & R. Safford. 2001. La Reunion and Iles Eparses. In Fishpool, L.D.C. and Evans, M.I., eds 'Important Bird Areas in Africa and Associated Islands'. **BirdLife Conservation Series**. 11 : 693-702.
- Lohmann, K.J., & C.M. Fittinghoff Lohmann. 1993. A light-indepdent magnetic compass in the leatherback sea turtle. **Biol. Bull.** 185 : 149-151.
- Mace, G.M. & R. Lande. 1991. Assessing extinction threats – towards a reevaluation of IUCN threatened species categories. **Conservation Biology**. 5 :148-157.
- MacNeil, R., Drapeau, P. & R. Pierotti. 1993. Nocturnality in colonial waterbirds : occurrence, special adaptations, and suspected benefits. **Current Ornithology** (Ed. Power, D.M., Plenum Press , New York) 10 : 187-246.
- Martinez-Gomez J.E. & J.K. Jacobsen. 2004. The conservation statuts of Townsend's shearwater *Puffinus auricularis auricularis*. **Biological Conservation**. 116: 35-47.
- Meredith, C. 1985. The vertebrate fossil of Norfolk Islands, and the phylogeny of the genus *Pterodroma*. Unpublished Ph. D. Thesis. Monash Univ. Melbourne, Australia.

- Micol, T. & P. Jouventin. 2003. Eradication of rats and rabbits from Saint-Paul Island, French Southern Territories. In (eds: Veitch & Clout) **Turning the tide: the eradication of invasive species**. IUCN-ISSG, Invasive Species Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, U.K. pp 14-18.
- Milon, P. 1951. Notes sur l'avifaune de l'île de la Réunion. **Terre et Vie**. pp: 129-178.
- Minatchy N. & M. Salamolard. 2004. Mortalité des pétrels induite par les éclairages publics - Document à l'usage des éclairagistes et des décideurs. **Document** d'information 25 pp.
- Minatchy, N. 2004. Stratégie de réduction de la mortalité des pétrels induite par les éclairages publics. **Rapport** DESS Sciences et Gestion de l'Environnement Tropical/SEOR. 58 pp. + Annexes 70 pp.
- Montevicchi, W.A. 2006. Influences of artificial light on Marine Birds. In (eds: Rich, C. & T. Longcore) **Ecological consequences of artificial night lighting**. Island Press, Washington, USA. pp. 94-113.
- Morris, R.D. & J.W. Chardine. 1995. Brown noddies on Cayo Noroeste, Culebra, Puerto Rico: what happened in 1990. **Auk** 112: 326-334.
- Mourer-Chauviré, C., Bour, R., Ribes, S. & F. Moutou. 1999. The Avifauna of Réunion Island (Mascarene Islands) at the Time of the Arrival of the First Europeans. **Smithsonian Contributions to Paleobiology**. 89 : 1-38.
- Moutou F. 1980. Enquête sur la faune murine dans le département de La Réunion. **Rapport** de mission DDASS 131 pp.
- Mrosovsky, N. & A. Carr. 1967. Preference for light of short wavelengths in hatchling green sea turtles, *Chelonia mydas*, tested on their natural nesting beaches. **Behaviour** 28 : 217-231
- Mrosovsky, N. 1978. Effects of flashing lights on sea-finding behavior of green turtles. **Behavioral Biology** 22 : 85-91.
- Myers J.H., Simberloff D., Kuris A.M., & J.R. Crey. 2000. Eradication revisited : dealing with the exotic species. **Trends in Ecology and Evolution** 15 : 316-320.
- Newton I. 2000. **Population limitation in Birds**. Academic Press. London, U.K. 480 pp.
- ONF 1997. Etude préalable en vue d'un Arrêté de Protection de Biotope du Pétrel de Barau. **Rapport** Phaëthon, ONF / Conseil Régional. 54 pp.
- Pascal M, Siorat F., Cosson J.F. & Burin des Rozières. 1996. Eradication de population insulaire de surmulots. Archipel des Sept îles – Bretagne. **Vie milieu** 4 : 345-354.
- Pascal M., Cosson, J-F., Bioret F., Yésou P., & F. Siorat. 1996. Réflexions sur le bien-fondé de rétablir une certaine biodiversité de milieux insulaires par l'éradication d'espèces exogènes. **Vie Milieu**. 46 : 345-354.
- Podolsky, R., Ainley, D.G., Spencer, G., DeForest, L. & N. Nur. 1998. Mortality of Newell's Shearwaters caused by collisions with urban structures on Kauai. **Colonial Waterbirds** 21 :20-34.
- Probst, J.-M. 1995. The discovery of the first known colony of Barau's Petrel (*Pterodroma barau*) on La Réunion. Working Group on Birds in the Madagascar Region. **Newsletter** 5 : 10-11.
- Probst, J.-M. 1996. Note sur la présence indésirable du rat et du chat haret sur les colonies de nidification du Pétrel de Barau situées autour du Piton des Neiges. **Phaëthon** 4 : 60-62.
- Probst, J.-M. 1996. Recherche d'indices de présence de Pétrel de Barau *Pterodroma barau* à l'île Rodrigues du 12 au 24 janvier 1996. **Phaëthon** 3 : 36-38.
- Probst, J.-M. 2000. Etude des rats et des autres prédateurs présents sur les colonies de Pétrel de Barau et premiers éléments sur la prédation constatée sur le succès à l'envol des jeunes oiseaux. **Rapport** Nature & Patrimoine/ONF Conseil Régional. 49pp.
- Probst, J.-M., Colas, P., Limier, F., Cheron, J.-L. & P. Veyrier. 1996. Un site de nidification de Pétrel de Barau insoupçonné dans le Cirque de Salazie. Compte-rendu ornithologique de l'ouverture en canyoning du Bras du Parc. **Phaëthon** 4: 57-59.
- Probst, J.-M., Le Corre, M. & C. Thébaud. 2000. Breeding habitat and conservation priorities in *Pterodroma barau*, an endangered gadfly petrel of the Mascarene archipelago. **Biological Conservation** 93 :135-138.
- Probst, J.-M., P. Colas & H. Douris. 1995. Premières photos d'un site de nidification du pétrel de Barau à l'île de la Réunion. **Courrier de la Nature**. 150 :16.
- Rauzon, M.J. 1985. Feral cats on Jarvis Island: their effects and their eradication. **Atoll research Bulletin**. 282.
- Rauzon, M.J. 1991. Save our shearwaters !. **Living Bird Quarterly** 10 : 28-32.
- Reed, J.R., J.L. Sincok & J.P. Hailman. 1985. Light Attraction in endangered procellariiform birds : reduction by shielding upward radiation. **The Auk** 102 : 377-383.
- Ricklefs, R.E. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. **Ecology** 48: 978-983.
- Ricklefs, R.E. 1968. Patterns of growth in birds. **Ibis** 110: 419-451.
- Rochet, M. 2000. Bilan des opérations de sauvetage des oiseaux marins - Année 1999. **Taille-Vent** 5-6 : 19-20.
- Salamolard, M. & F.-X. Couzi. 2000. Le sauvetage des oiseaux sauvages de la Réunion par la SEOR. Bilan 1995-2000. **Rapport** SEOR/ DIREN Réunion. 35pp.
- Salamolard, M., F.-X. Couzi, M. Pellerin & T. Ghestemme. 2001. Etude complémentaire concernant la protection du Puffin de Baillon dans le cadre du projet de Route des Tamarins. **Rapport** SEOR/DDE-Réunion. 30 pp.
- Salamolard, M., T. Ghestemme & F.-X. Couzi. 2002. Synthèse bibliographique sur la biologie du Pétrel noir de Bourbon, *Pseudobulweria aterrima*. **Rapport** SEOR pour la création du Parc National des hauts de la Réunion. 13pp.
- Salamolard, M., T. Ghestemme, F.-X. Couzi, N. Minatchy & M. Le Corre. 2007. Impacts des éclairages urbains sur les Pétrels de Barau, *Pterodroma barau* sur l'île de la Réunion et mesures pour réduire les impacts. **Ostrich** 78: 449-452.
- Salamolard, M. & M. Monta. 2006. Plan de secours de la faune dans le cadre du plan POLMAR-Terre, Chapitre sur les oiseaux. **Rapport** SEOR / DIREN.
- Salmon M. & J. Wyneken 1990. Do swimming loggerhead sea turtles (*Caretta caretta* L.) use light cues for offshore orientation ? **Mar. Behav. Physiol.** 17 : 233-246.
- Salmon, M. & J. Wyneken. 1987. Orientation and swimming behavior of hatchling loggerhead *Caretta caretta* L. during their offshore migration. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 109 : 137-153.

- SEOR 2001. Sauvetage des oiseaux par la SEOR–Bilans et perspectives. **Rapport** SEOR pour EDF, LPO, GISOM. 6pp.
- SEOR 2003 à 2007. Bilans annuels de Campagnes de sauvetage des Pétrels. **Rapports** SEOR pour EDF, LPO-BirdLife. 11 pp.
- Simons, T.R. 1984. A population model of the endangered Hawaiian Dark-rumped Petrel. **J. of Wildlife Management** 48 : 1065-1076.
- Simons, T.R. 1985. Biology and behavior of the endangered Hawaiian Dark-rumped Petrel. **The Condor**, 87 : 229-245.
- SOP 2005. Te Manu, Bulletin de la Société d'Ornithologie de Polynésie, N°53:
- Stahl, J.-C. & J.A. Bartle. 1991. Distribution, abundance and aspects of the pelagic ecology of Barau's Petrel (*Pterodroma barau*) in the South-west Indian Ocean. **Notornis** 38 : 211-225.
- Sutherland, A. 2005. Barau's Petrel *Pterodroma barau* off the east of southern Africa. **Bulletin of African Bird Club**. 12:48-49.
- Telfer, T.C., Sincok, J.L., Byrd, C.V. & J.R. Reed. 1987. Attraction of Hawaiian seabirds to lights : conservation efforts and effects of moon phase. **Wildlife Society Bulletin** 15 : 406-413.
- Thiollay, J.-M. 1996. Oiseaux de la Réunion : vers une nécessaire union des efforts de tous les ornithologues ? **Courrier de la Nature** 158 :4.
- Timbal, M. & F. Mathevon, 2006. Forêt Départemento-domanial du Cirque de Cilaos (7485 ha). Révision d'aménagement 2006-2020. **Rapport** ONF pour la Département de la Réunion. 142 pp.
- Tomkins, R.J. 1985. Breeding success and mortality of Dark-rumped Petrel in the Galapagos, and control of their predators. **ICBP Technical Publication** 3 : 159-175.
- UICN. 2000. 100 of the world's worst invasive species. Supplement to **Alien**, Vol 12. Published by the Invasive Species Specialist Group. 11 pp.
- UICN. 2007. IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/>
- Van den Berg, A.B., Smeenk, C., Bosman, C.A.W., Haasa, B.J.M., Van der Niet, A.M. & G.C. Cadée. 1991. Barau's Petrel *Pterodroma barau*, Jouanin's Petrel *Bulweria fallax* and other seabirds in the Northern Indian Ocean in June-July 1984 and 1985. **Ardea** 79: 1-14.
- Van Marle, J.G. & K.H. Voous. 1988. The birds of Sumatra. **British Ornithologists' Union**. Tring.
- Veitch, C.R. 1980. The eradication of cats from Little Barrier Island. New Zealand. In **Conservation of island birds** (Ed: P.J. Moors) 125-142. ICBP Technical Publications n°3.
- Voisin J.F. 1983. Observations of birds at sea between Réunion, Kerguelen and the Crozet Island, January – March 1982. **Cormorant** 11 : 49-58.
- Warham, J. 1990. **The Petrels : their Ecology and Breeding Systems**. Academic Press, London, U.K. 440 pp.
- Warham, J. 1996. **The Behaviour, Population biology and Physiology of the Petrels**. Academic Press, London, U.K. 613 pp.
- Weimerskirch, H., Brothers, N. & P. Jouventin. 1997. Population dynamics of Wandering albatross, *Diomedea exulans*, and Amsterdam albatross, *D. amsterdamensis* in the Indian Ocean and their relationships with long-line fisheries: conservation implications. **Biological Conservation** 79:257-270.
- Whiterrington, B.E. & K.A. Bjorndal. 1990. Influences of artificial lighting on the seaward orientation of hatchling loggerhead turtles *Caretta caretta*. **Biological Conservation** 55 : 139-149.
- Whiterrington, B.E. 1991. Orientation of hatchling loggerhead turtles at sea off artificially lighted and dark beaches. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 149 : 1-11.
- Whiterrington, B.E. 1999. Reducing Threats to Nesting Habitat. In Research and Management techniques for the conservation of Sea Turtles (Eds Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. & M. Donnelly). **IUCN/SCC Marine Turtle Specialist Group Publication** 4 : 181-182.
- Wyneken, J., M. Salmon, M. & K.J. Lohmann. 1990. Orientation by hatchling loggerhead sea turtles *Caretta caretta* L. in a wave tank. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 139 : 43-50.

ANNEXES

Annexe n° 1 : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, Arrêté du 23 mars 2001

Annexe n° 2 : Organisation du sauvetage des oiseaux en détresse sur l'île de la Réunion par la SEOR.

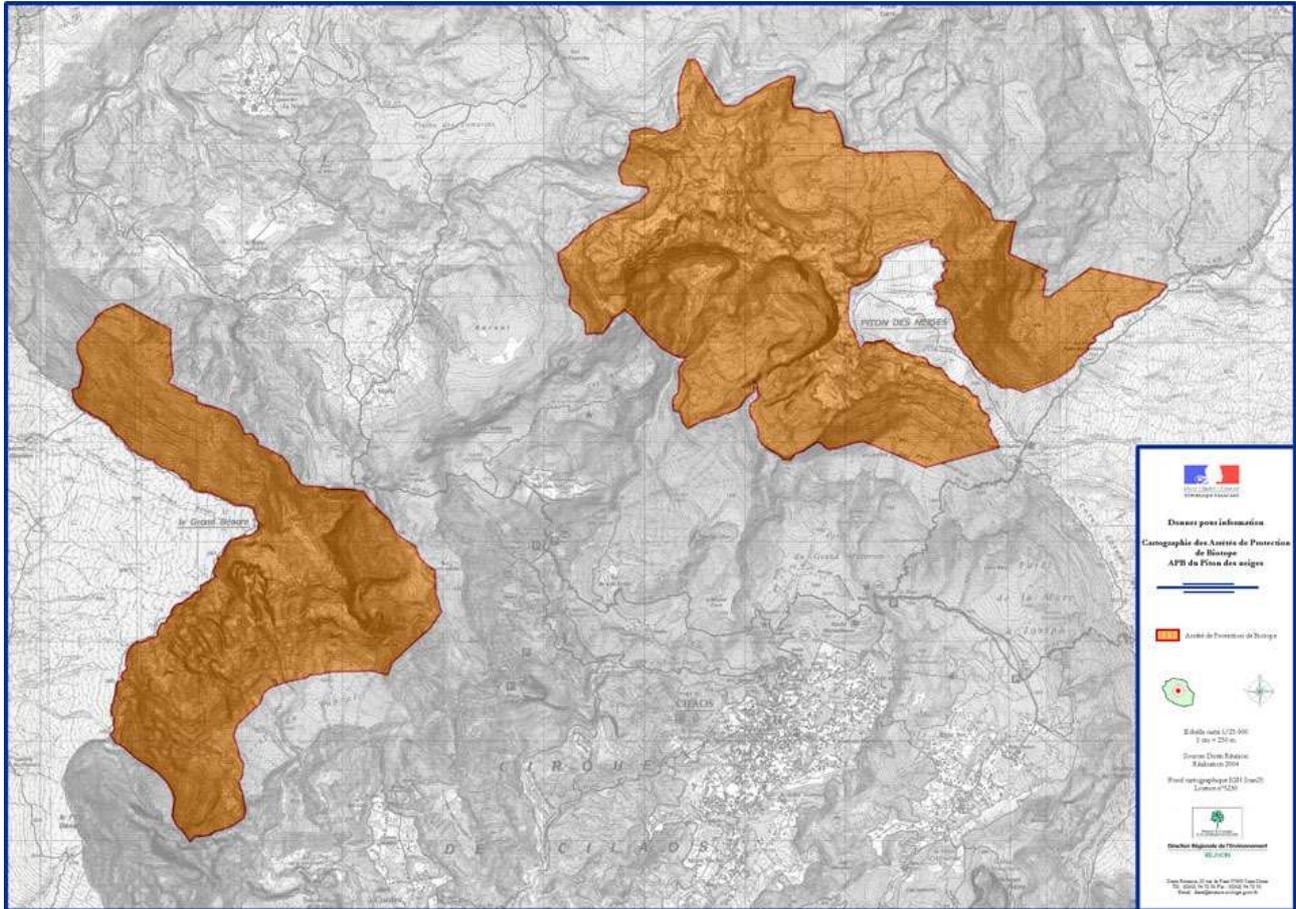
Annexe n° 3 : Synthèse des cas connus d'échouage de pétrels à cause des éclairages artificiels dans le monde

Annexe n° 4 : Hiérarchisation des Menaces et actions de conservations associées

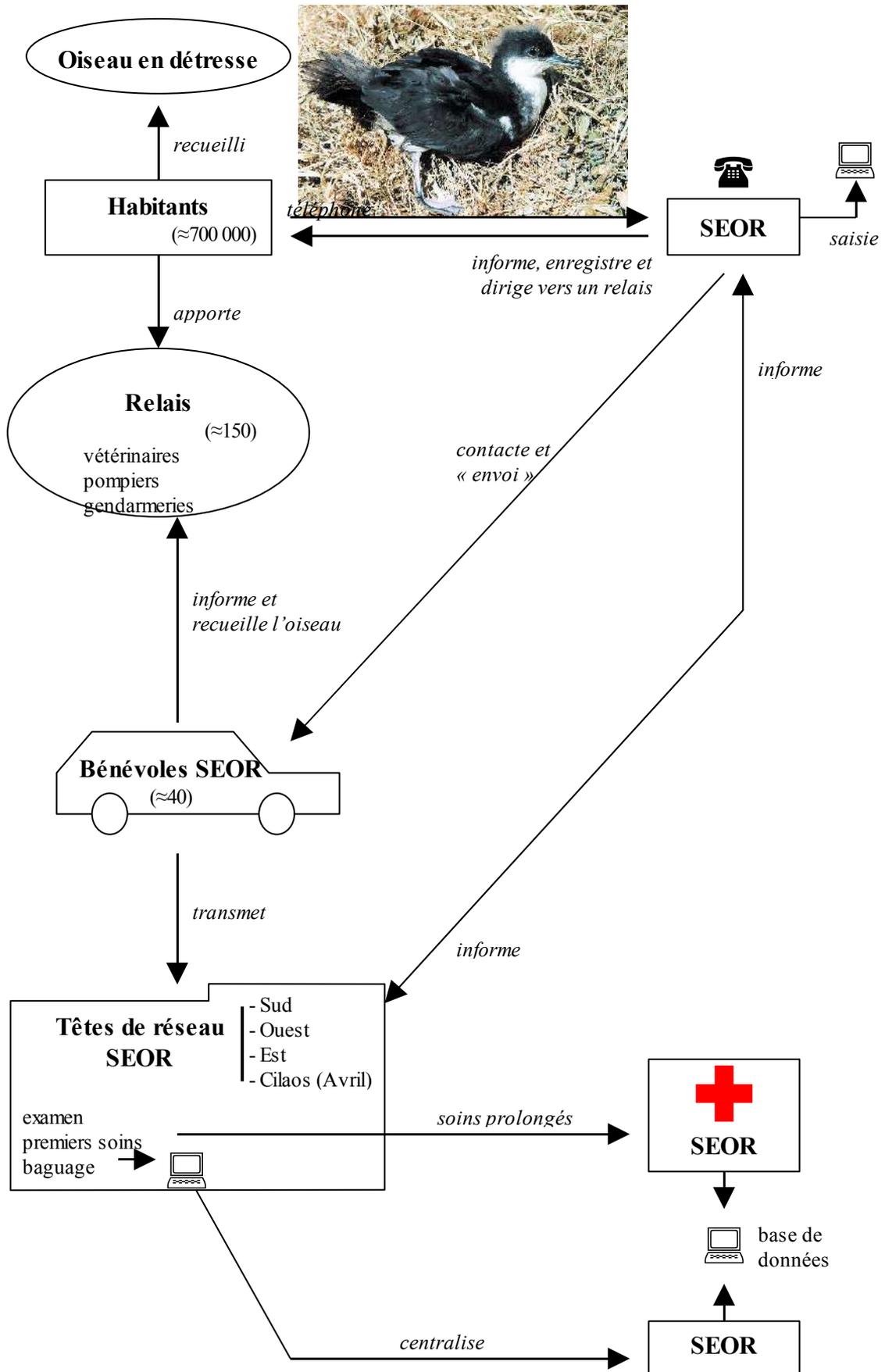
Annexe n° 5 : Actions de conservation détaillées

Annexe n° 6 (document séparé): Commentaires des contributeurs

Annexe n°1: Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope 'Pétrel de Barau'



- Annexe n°2 : Organisation du sauvetage des oiseaux en détresse sur l'île de la Réunion par la SEOR.



Annexe n° 3 : Synthèse des cas connus d'interactions entre les pétrels et les éclairages artificiels

Lieu	Espèces concernées	Importance du phénomène	Campagnes de sauvetage	Références
Iles Canaries	<i>Calonectris diomedea</i> , <i>Puffinus (assimilis) baroli</i> , <i>Puffinus puffinus</i>	+++	Oui	Martin <i>com. pers.</i>
Iles Hawaii.	<i>Pterodroma phaeopygia sandwichensis</i> , <i>Puffinus auricularis newelli</i> , <i>Oceanodroma castro</i>	+++ (1800 Puffinus/an)	Oui	Telfer et al. 1987
Ile de La Réunion	<i>Puffinus pacificus</i> , <i>Puffinus lherminieri bailloni</i> , <i>Pterodroma barau</i> , <i>Pseudobulweria aterrima</i>	+++ (> 1500 / an)	Oui	Le Corre et al. 1996, 1999, 2002; SEOR 2003-2008
Açores	<i>Calonectris diomedea</i> (+++), <i>Puffinus puffinus</i> (+)	+++ (>1000 en 2006)	Oui	Bried <i>com. pers.</i>
Nouvelle-Zélande (Whale Ile)	<i>Pterodroma macroptera gouldi</i>	++	Oui	Tully <i>com. pers.</i>
Ile Gau (Fidji)	<i>Pseudobulweria macgillivrayi</i>	++	Non	Watling <i>com. pers.</i>
Polynésie Française	<i>Pseudobulweria rostrata</i> , <i>Puffinus lherminieri</i>	+	Oui	SOP 2004 & 2005
Nouvelle-Calédonie	<i>Pterodroma leucoptera caledonica</i> , <i>Pseudobulweria rostrata</i> , <i>Puffinus pacificus</i>	+	Oui	SCO (Chartendault <i>com. pers.</i>)
Madères Iles	<i>Bulweria bulwerii</i> , <i>Puffinus puffinus</i> , <i>Pt. madeira</i> , <i>Calonectris diomedea</i>	?	Non	Zino <i>com. pers.</i>
Hispaniola (Galapagos)	<i>Pterodroma hasitata</i>	?	?	Wingate 1964 (<i>in Imber 1975</i>)
Ile Gough	<i>Lugensa brevirostris</i>	?	?	Swales 1965 (<i>in Imber 1975</i>)
Bermudes	<i>Pterodroma cahow</i>	?	?	Beebe 1935 (<i>in Montevecchi 2006</i>)
Nouvelle-Zélande	<i>Pterodroma macroptera gouldi</i> , <i>Puffinus huttoni</i> , <i>Procellaria parkinsoni</i>	++	Oui	Imber 1975, Tully <i>com. pers.</i>

Légende :

Nom latin	Nom anglais	Nom français
<i>Bulweria bulwerii</i>	Bulwer's Petrel	Pétrel de Bulwer
<i>Calonectris diomedea</i>	Cory's Shearwater	Puffin cendré
<i>Lugensa brevirostris</i>	Kerguelen Petrel	Pétrel de Kerguelen
<i>Oceanodroma castro cryptoleucura</i>	Band-rumped Storm-Petrel	Océanite de Castro
<i>Procellaria parkinsoni</i>	Black Petrel	Pétrel de Parkinson
<i>Pseudobulweria aterrima</i>	Mascarene Petrel	Pétrel de Bourbon
<i>Pseudobulweria rostrata</i>	Tahiti Petrel	Pétrel de Tahiti
<i>Pseudobulweria macgillivrayi</i>	Fiji Petrel	Pétrel des Fidji (de Macgillivray)
<i>Pterodroma barau</i>	Baraus's Petrel	Pétrel de Barau
<i>Pterodroma cahow</i>	Bermuda Petrel	Pétrel des Bermudes
<i>Pterodroma hasitata</i>	Black-capped Petrel	Pétrel diabolotin
<i>Pterodroma macroptera gouldi</i>	Grey-faced Petrel	Pétrel noir de Gould
<i>Pterodroma madeira</i>	Madeira Petrel	Pétrel de Madère
<i>Pterodroma sandwichensis</i>	Dark-rumped Petrel	Pétrel des Hawaii
<i>Pterodroma leucoptera caledonica</i>	Gould Petrel	Pétrel de Gould
<i>Puffinus (assimilis) baroli</i>	Macaronesian Shearwater	Puffin de Macaronésie
<i>Puffinus auricularis newelli</i>	Newell's Searwater	Puffin de Newell
<i>Puffinus huttoni</i>	Hutton's Shearwater	Puffin de Hutton
<i>Puffinus lherminieri bailloni</i>	Audubon's Shearwater	Puffin de Baillon
<i>Puffinus pacificus</i>	Wedge-tailed Shearwater	Puffin du Pacifique
<i>Puffinus puffinus</i>	Manx Shearwater	Puffin des Anglais

Annexe n° 4 : Hiérarchisation des Menaces et Actions de conservation associées

Actions n°	Menaces concernées n°	Thème	Mesures	Priorité			Temps pour réalisation		
				Essentielle	Elevée	Moyenne	Immédiate	Court terme	Moyen terme
1.1	F1 à F11	Dispositions législatives	Espèces menacées des RUP dans les listes	X			X		
1.2	F1 à F11		Esp. menacées des RUP dans outils réglementaires	X			X		
1.3	F1 à F11		Plans d'actions dans législation régionale et nationale			X			X
1.4	F7	Législation	Chats errants en milieu indigène	X			X		
1.5	F6, F7		Déchets en milieu indigène		X			X	
1.6	F11		Eclairages	X			X		
2.1	F6	Contrôle des rattrapages	Prévention	X				X	
2.2	F6		Contrôle	X					X
2.3	F7	Contrôle des captures	Prévention	X			X		
2.4	F7		Contrôle	X			X		
2.5	F8	Eliminer le braconnage			X				X
2.6	F11	Diminution des dérangements	Sauvetage des oiseaux	X			X		
2.7	F11		Centre de soins	X			X		
2.8	F11		Diminution des éclairages nocifs	X			X	X	
2.9	F11		Campagnes de communication sur les espèces	X			X	X	
2.10	F10	Réduction des collisions			X			X	
2.11	F9	Diminution des dérangements				X			X
3.1	F1 à F11	Suivis des mesures de conservation			X		X		

Annexe n°5 : Actions de conservation détaillées (fichier associé)

