



# RESTAURATION DES ÎLOTS DE WALLIS

## RAPPORT DE LA MISSION 2019



Pour: Florian le Bail, Service Territorial de l'Environnement de Wallis et Futuna  
De: Richard Griffiths, Directeur de projet, Island Conservation  
Baudouin des Monstiers, Spécialiste restauration insulaire, Island Conservation

Island Conservation  
2100 Delaware Ave, Ste 1,  
Santa Cruz, CA 95060, USA  
Email: [rgriffiths@islandconservationmetrics.org](mailto:rgriffiths@islandconservationmetrics.org)  
Téléphone: +64.22 474 4269

## Sommaire

Afin de protéger la biodiversité terrestre et marine et de préserver les conditions de vie de la population Wallisienne, il est proposé d'enlever les vertébrés envahissants des îlots situés dans le lagon de Wallis. Dans cette optique, le personnel d'Island Conservation a travaillé conjointement avec celui du Service Territorial de l'Environnement de Wallis et Futuna au cours des mois de Septembre et Octobre 2019 pour entamer le travail de consultation et mieux comprendre les conditions nécessaires à la réussite d'un tel projet. Un panel de vertébrés introduits comprenant des rats, des chats et des cochons est présent sur l'ensemble des îlots du lagon de Wallis, sauf un. Ces espèces constituent une menace permanente pour les plantes et les animaux indigènes des îles et perturbent les processus écosystémiques responsables de la régénération des forêts indigènes et du bon état de santé des récifs.

Différentes consultations avec les parties prenantes majeures ont été entreprises et tous les îlots ont été visités et expertisés. Aucun obstacle insurmontable au retrait des espèces envahissantes n'a été identifié et leur éradication est considérée comme réalisable. Une partie des îlots pourrait être traitée manuellement depuis le sol, tandis que les îlots présentant une topographie plus complexe nécessiteraient l'utilisation d'un moyen aérien de type drone pour épandre les appâts contenant le raticide. Préalablement au retrait des rats et des chats, les cochons devront être retirés des îlots où ils sont présents (stratégie présentée au sein de ce document).

Des consultations plus approfondies sont essentielles pour fédérer un soutien du public au projet et pouvoir identifier les obstacles à résoudre avant de procéder à l'éradication. Les îlots de Wallis sont régulièrement visités et utilisés par la population. Par conséquent, d'importants efforts et un soutien de la part de la communauté Wallisienne seront nécessaires pour empêcher des réinvasions et assurer la pérennité des bénéfices du projet.

Ce projet représente une véritable opportunité pour Wallis de protéger ses ressources naturelles et de développer sa capacité à gérer les problèmes liés aux espèces envahissantes.

## Table des matières

1	Introduction.....	5
1.1	Le Projet.....	5
1.2	Objectifs de l'étude .....	5
1.3	Remerciements.....	6
2	Site d'étude et espèces cibles.....	6
2.1	Wallis et les 16 îlots de son lagon.....	6
2.2	Espèces cibles .....	8
3	Méthode .....	8
3.1	Logistique et membres d'équipe .....	8
3.2	Inventaire des vertébrés invasifs présents.....	9
3.3	Evaluation du statut reproductif des rats et collecte d'échantillons ADN .....	9
3.4	Estimation du risqué lié aux espèces non-cibles .....	10
3.5	Etude de l'abondance en crustacés terrestres .....	10
3.6	Evaluation de la disponibilité en nourriture alternative pour les rats .....	11
3.7	Etat des lieux initial de la biodiversité des îlots.....	11
3.8	Cibler les verrous de Biosécurité .....	11
4	Résultats et discussions .....	12
4.1	Remarques sur le travail de terrain .....	12
4.2	Espèces invasives présentes .....	12
4.3	Captures et statuts reproductifs des rats .....	14
4.4	Risques liés aux espèces non-cibles .....	15
4.5	Abondance des crustacés terrestres .....	18
4.6	Sources de nourriture alternative disponibles pour les rats .....	19
4.7	Etat des lieux initial biodiversité.....	21
4.8	Verrous biosécuritaires.....	23
5	Faisabilité de l'éradication des îlots et présentation des risques et bénéfices.....	24
5.1	Stratégie proposée pour l'éradication des espèces cibles .....	24
5.2	Risques et Bénéfices .....	26
6	Tableau de synthèse .....	27
7	Durabilité du projet .....	27
7.1	Développement d'une stratégie de biosécurité:.....	27
7.2	Acceptation sociale et soutien institutionnel .....	28
7.3	Développement de la compétence .....	28

8	Références .....	29
	Annexes .....	31
	Annexe I.....	31
	Annexe II.....	33

## 1 Introduction

Ce document présente les objectifs et résultats affichés par la mission de 2019 relative au projet de restauration des îlots de Wallis par l'éradication des vertébrés introduits.

Cette mission – soutenue par l'AFB (Agence Française pour la Biodiversité) – anticipe le lancement du nouveau programme PROTEGE financé par l'Union Européenne et coordonné par la CPS et le PROE (Programme Régional Océanien pour l'Environnement) qui, pour enrayer l'érosion de la biodiversité au sein des PTOM souhaite mettre l'accent sur la lutte contre les espèces invasives. A Wallis & Futuna, ce projet est coordonné localement par le Service Territorial de l'Environnement.

### 1.1 Le Projet

Dans le but d'enrayer l'érosion de la biodiversité observée au sein des écosystèmes insulaires – dont la principale cause est l'introduction des prédateurs invasifs (Tershy et al., 2005) – il est proposé le retrait complet des vertébrés introduits sur l'ensemble des 16 principaux îlots du lagon de Wallis. Les Wallisiens souhaitent ainsi pouvoir préserver la richesse de leurs ressources naturelles faunistiques et floristiques présentes au sein de l'écosystème lagunaire. Les espèces ciblées par ce projet de restauration sont : Le rat noir (*Rattus rattus*), le rat Polynésien (*Rattus exulans*), le cochon (*Sus scrofa domesticus*) et le chat haret (*Felis catus*) ; et les 16 îlots concernés (du nord au sud) : Nukufotu – Nukula'elae – Nukuloa – Nukuteatea – Nukutapu – Luaniva– Kaviki – Fugalei – Nukuhi'one – Nukuhifala – Nukufeta'u – Faioa – Fenuafo'ou – Nuku'atea – St Christophe – Nukuafu.

*N.B.* L'îlot St Christophe étant parfois également appelé Nukutapu (lagon sud), pour ainsi éviter toute confusion avec l'îlot Nukutapu du lagon nord, nous le nommerons îlot St Christophe dans la suite de ce rapport.

L'objectif visé est donc :

#### **L'absence de vertébrés invasifs sur les îlots de Wallis et le maintien de cet état sur le long terme**

Ce projet de restauration devrait mener en conséquence à des effets positifs en cascade sur la biodiversité insulaire de l'île et une amélioration de l'état de santé de l'écosystème récifal.

D'un point de vue local, l'entreprise d'un tel projet par la population offre la capacité de développer des compétences internes en termes de gestion des espèces envahissantes et l'opportunité pour Wallis de devenir une référence Française dans cette zone du Pacifique.

### 1.2 Objectifs de l'étude

L'atteinte de l'objectif long terme du projet passe par la réalisation d'une étude préliminaire – dont cette mission est l'objet – permettant de dresser l'état des lieux initial observé sur les îlots et de proposer une stratégie opérationnelle propre au territoire de Wallis pour l'éradication des vertébrés envahissants. Les différents objectifs de cette étude peuvent être déclinés comme suit :

- Identifier les vertébrés introduits présents sur chaque îlot du lagon de Wallis
- Déterminer le statut reproducteur des populations de rat et constituer une banque d'échantillons ADN de référence

- Evaluer le niveau d'impact des crustacés terrestres sur le succès de l'opération par consommation du raticide
- Evaluer la gamme de ressources alimentaires disponibles pour les rats au sein des îlots
- Renseigner la répartition et l'abondance relative des cochons et chats haretés
- Evaluer les risques d'empoisonnement primaire voire secondaire sur les espèces animales natives des îlots
- Réaliser un état des lieux initial de la richesse spécifique de chaque îlot
- Proposer la stratégie d'éradication la plus adaptée pour chaque îlot
- Consulter les principales parties prenantes pour obtenir un soutien au projet et comprendre les problèmes qui s'y opposent
- Soutenir et former les membres du service territorial de l'environnement dans les consultations auprès de la communauté et la sensibilisation qui devra être menée à l'avenir
- Evaluer les composantes majeures d'une mise en place d'une biosécurité efficiente sur Wallis
- Tester l'efficacité d'outils intégrés pour la détection ultérieure de rat

### 1.3 Remerciements

Nous tenons à remercier l'Agence Française pour la Biodiversité qui a soutenu financièrement cette étude ; Le roi d'Uvéa Lavelua Patalione KANIMOA, le préfet de Wallis et Futuna Thierry QUEFFELEC, le président de l'assemblée territoriale David VERGE et le président de la commission de l'agriculture de l'élevage et de la pêche André VAITOOTAI qui ont accepté de nous recevoir et permis le bon déroulement de notre mission sur le territoire ; Paino VANAI chef du service territorial de l'environnement à Wallis et Futuna pour son accueil et son aide ainsi que l'ancien chef de ce service Atoloto MALAU; un immense merci tout particulier aux membres de ce service pour leur soutien indéfectible et leur disponibilité sur le terrain ainsi que leur gentillesse : Sosefo MALAU, Enelio LIUFAU, Florian LE BAIL et Karine BRUNET. Pour leur soutien à un moment donné de cette mission nous remercions également Éric VIDAL et son étudiant Tristan BERR (IRD), Jean-Yves MEYER, Jean-Claude THIBAUT (MNHN, Paris), Alice CIBOIS (MHN, Genève), Sofia TOLIKOLI, Sosefo SANI, Bertrand BOUCHARD et les organisateurs et professeurs de la 'fête de la science'. Enfin, nous remercions les différentes familles Wallisiennes qui nous ont autorisé l'accès aux îlots.

Malo aupito

## 2 Site d'étude et espèces cibles

### 2.1 Wallis et les 16 îlots de son lagon

Le territoire des îles Wallis & Futuna, se situe dans le Pacifique Sud, par environ 176°12'-178°07' de longitude ouest et 13°16'-14°20' de latitude sud, à l'ouest des îles Samoa et au nord-est des îles Fidji. Il est composé de deux archipels distincts, distants d'environ 240 km : Les îles Wallis et l'archipel de Horn dont fait partie Futuna. Notre mission s'est focalisée sur l'archipel de Wallis. Apparues il y a 2 millions d'années environ, les îles Wallis sont constituées d'une île principale, Uvea, dont la superficie est de 77,9 km<sup>2</sup> et de 16 principaux îlots, disséminés dans un lagon de 219,5 km<sup>2</sup>.

Wallis possède depuis 1961 un statut particulier de territoire d'outre-mer de la République Française (loi n°61-814 du 29 juillet 1961). Le territoire ne fait pas partie de l'Union Européenne mais il bénéficie d'un régime spécial d'association en tant que « Pays et Territoire d'Outre-Mer » (PTOM).

La population de l'île d'Uvéea atteint 8580 habitants (110hab/km<sup>2</sup>) au dernier recensement de 2013 (INSEE). La capitale ou chef-lieu du territoire est Mata'Utu. Uvéea, ancien volcan basaltique, mesure environ 15 km de long pour 8 km de large. Il s'agit d'une île au relief aplati comportant 6 monts de 100 à 150m (point culminant : le mont Lulu Fakahega à 151m).

Le climat de Wallis & Futuna est de type tropical océanique. La température varie peu de 24 à 32°C avec une moyenne de 27°C. L'humidité relative moyenne est comprise entre 82 et 85% et la pluviométrie moyenne annuelle est de 3 290mm par an (IEOM 2015). On peut y distinguer 2 saisons : l'une chaude et humide de Novembre à Février et une autre plus fraîche et sèche de Mars à Octobre. L'archipel connaît en moyenne 1 cyclone tous les 2 ans.

La flore vasculaire primaire de Wallis & Futuna comprend environ 370 plantes vasculaires indigènes répertoriées (Meyer 2017) dont 5 espèces endémiques (faible taux d'endémisme de 2%). La flore vasculaire totale compte presque 48% de plantes introduites, ou considérées comme telles (Meyer et al. 2010).

11 principales formations végétales ont été synthétisées (par Meyer 2017 inspiré des travaux de Morat & Veillon 1985, Mueller-Dombois & Fosberg 1998, Whistler 2002 et Meyer 2007) et catégorisées comme suit : Les zones humides – **la végétation littorale** – **la forêt littorale** – **la forêt para- ou supra-littorale sur îlots rocheux** – la forêt semi-sèche et mésophile de basse et moyenne altitudes – la forêt humide de basse et moyenne altitudes – la forêt humide de montagne – **la forêt secondarisées ou anthropisée** – la lande et savane à fougères et les zones cultivées. Celles qui dominent au sein des îlots du lagon sont **surlignées en gras**.

La richesse spécifique d'oiseaux est relativement faible à Wallis et Futuna qui compte encore seulement 4 sous-espèces d'oiseaux endémiques de cette région du Pacifique. Une seule d'entre elles est présente sur les îlots de Wallis (l'étourneau ou stourne de Polynésie *Aplonis tabulensis fortuneae*). Il est intéressant de noter l'extirpation assez récente d'une espèce classée vulnérable sur la liste rouge de l'UICN : la Gallicolombe de Stair (*Alopecoenas stairi*) de Wallis et Futuna (Thibault et al. 2015) et celle du Lori fringillaire (*Vini australis*) d'Uvéea. Cette dernière étant probablement liée à l'introduction du rat noir à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle ou début du XX<sup>ème</sup> (Theuerkauf et al, 2010).

Les îlots du lagon de Wallis, particulièrement dans ceux du nord et du sud, sont des sites potentiels de ponte pour deux espèces de tortues marines classées en danger ou en danger critique d'extinction sur la liste rouge de l'UICN : respectivement la tortue verte (*Chelonia mydas*) et la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricate*).

Une seule espèce native de mammifère se trouve sur Wallis & Futuna : la rousette du Pacifique (*Pteropus tonganus*) et au minimum 18 espèces de reptiles (3 introduites, Ineich 2013).

Uvéea comporte donc 16 principaux îlots volcaniques et coralliens ou sableux au sein de son lagon de 220km<sup>2</sup>. L'ensemble de ces îlots représente une surface d'environ 2.35km<sup>2</sup>. Le plus petit îlot ne dépassant pas 0.35ha alors que le plus grand a une surface de 73ha. Ces îlots ne sont pas habités mais ils sont tous plus ou moins régulièrement visités à des fins différentes.

**[Voir le tableau de synthèse en annexe II pour les détails des différents profils des îlots]**

Dans le cadre d'une gestion des espèces envahissantes animales, les îlots de Wallis représentent le compartiment idéal à cibler pour un projet de restauration. En effet :

- Une action d'éradication est envisageable sur les îlots où le contexte d'invasion est simplifié (milieu moins multi-envahi que celui de la Grande Terre), les surfaces sont petites et surtout il s'agit de territoires qui ne sont pas habités. Les chances de succès sont bien plus élevées sur les îlots.
- Un projet visant les îlots permet de tester la méthodologie sur le territoire de Wallis et Futuna, d'y développer une compétence sur cette thématique, qui pourra par la suite être externalisée
- Les îlots offrent la possibilité d'une mise en place efficace de mesures de biosécurité et de sécurisation sur le long terme les effets positifs du projet de restauration

## 2.2 Espèces cibles

De précédents inventaires ont révélés la présence sur Wallis de 3 espèces de rongeurs: la souris domestique (*Mus musculus*), le rat noir (*Rattus rattus*) et le rat polynésien (*Rattus exulans*). Des informations contradictoires font état d'une quatrième qui pourrait être présente sur la grande terre : le rat surmulot (*Rattus norvegicus*). Nous nous attendions à retrouver seulement deux rongeurs sur les îlots, le rat noir et le polynésien. De plus, la présence du cochon (*Sus scrofa domesticus*) est connue sur deux îlots du sud : celui de Faioa et Nukutea mais peu d'informations concernant leur abondance ne sont accessibles. Il est seulement fait état de 10 individus environ sur Faioa. Quant au chat haret (*Felis catus*), un individu semble déjà avoir été observé depuis moins d'un an sur Fenuafo'ou et un témoignage d'un potentiel chat à Faioa a été recueilli. Voici les seules informations *a posteriori* nous permettant donc de cibler les espèces suivantes pour la restauration des îlots : le rat noir et polynésien, le cochon et le chat.

## 3 Méthode

### 3.1 Logistique et membres d'équipe

La mission de terrain s'est déroulée entre le 17/09/2019 et le 14/10/2019. Le travail s'est partagé entre les suivis réalisés directement sur les îlots du lagon de Wallis et les phases de préparation/rédaction sur la Grande Terre (Uvéa). La logistique a été réalisée et rendue possible grâce aux membres du Service Territorial de l'Environnement, dotés de 2 embarcations légères, l'une située au sud et l'autre à l'est qui ont permis de couvrir l'ensemble des déplacements sur la totalité des îlots lors de la mission.

L'équipe de terrain au cours de la mission a été constituée des personnes suivantes :

- Sosefo MALAU – Service Territorial de l'Environnement de Wallis – Technicien polyvalent d'intervention en environnement
- Enelio LIUFAU – Service Territorial de l'Environnement de Wallis – Technicien chargé de la surveillance des milieux
- Tristan BERR- IRD- étudiant de doctorat
- Florian LE BAIL – Service Territorial de l'Environnement de Wallis – Chargé de mission biodiversité
- Richard GRIFFITHS – Island Conservation – Directeur de projets
- Baudouin des MONSTIERS – Island Conservation – Spécialiste restauration insulaire

Enfin, il est important de noter que les conditions météorologiques, relativement clémentes, ont rendu possible le déroulement des plannings prévisionnels.

### 3.2 Inventaire des vertébrés invasifs présents

L'expertise in situ d'inventaire des vertébrés invasifs a tout d'abord été menée par recherche d'indices de présence. Il s'agissait pour les rats de recherche de graines en partie consommées (par exemple, les traces de grignotage sur les graines de pandanus), ou alors d'empreintes laissées dans le sable ou de restes de repas pour le chat. Concernant les cochons, les empreintes et les zones labourées ont également été notées.

En complément de cette prospection par recherche d'indices de présence, le déploiement de 3 outils combinés différents a été effectué dans le but d'identifier l'(es) espèce(s) de rat potentiellement présente(s) sur les îlots : des pièges mortels de type tapette (©Kamate et ©Victor) – des tunnels à empreintes – et des pièges photographiques. Ainsi, au sein de chaque îlot :

40 pièges à rat au maximum ont été déployés (parfois moins selon la taille de l'îlot). Autant que possible suivant un linéaire, la moitié a été déployée le long du trait de côte (sur les premiers mètres de la zone végétalisée) et l'autre à l'intérieur des terres. Ils étaient distant de 30 ou 50m selon la taille de l'îlot et appâtés avec des morceaux de noix de coco grillés et fixés à plus de 50cm du sol pour éviter d'éventuelles consommations et donc mortalités par les crustacés. A chaque point de piégeage 2 pièges étaient déployés : un de modèle Kamate et l'autre de modèle Victor. Ainsi, ce sont au maximum 20 sites de piégeages qui ont été réalisés sur chaque îlot : 10 sites sur la côte et 10 autres dans les terres. Les pièges ont été vérifiés et retirés dès le lendemain matin de leur installation.

10 tunnels à empreintes appâtés avec de la noix de coco grillée ont été déployés sur certains îlots. Ils ont été déployés suivant le linéaire sélectionné pour la mise en place des pièges à rats à l'intérieur des terres. Ils étaient donc espacés les uns les autres de 30 ou 50m selon la taille de l'îlot. Les tunnels ont été récupérés après une seule nuit de déploiement et ensuite vérifiés : la présence ou l'absence d'empreintes de rat a été notée (la taille de celles-ci permettant également de déterminer l'espèce en question) et le pourcentage de tunnel contenant des empreintes calculé pour estimer l'efficacité de détection du rat par les tunnels à empreintes sur les îlots de Wallis. Nous avons également renseigné la présence de traces de reptiles ou de crabes.

Jusqu'à 4 pièges photographiques (©Reconyx) ont également été installés au niveau du sol pour déceler la présence des rongeurs. Parfois ils étaient appâtés avec de la coco et parfois ils ne l'étaient pas. Le nombre de clichés contenant un ou plusieurs rats peut être utilisé comme proxy de l'activité.

L'utilisation combinée de ces trois outils est aussi une manière de tester différentes méthodes pour être en mesure d'estimer si celles-ci pourraient être efficaces dans la phase de vérification du succès ou de l'échec du projet après éradication.

Les pièges photographiques ont en parallèle été utilisés dans le but 1/ de mettre en évidence l'éventuelle présence de chat haret (parfois très difficile à déceler) mais également 2/ de réaliser de la photo identification sur les clichés de chat et de cochon pour obtenir d'avantages de renseignements quant à leurs abondances relatives. Pour ce faire, les pièges photographiques été espacés d'au moins 350m et préférentiellement installés sur des tracés de sentiers ou alors de passages obligés fabriqués avec des éléments environnant (branches, palmes, calabasses, ...). Les sites de déploiement pouvaient être appâtés avec du poisson ou de la viande mais le plus souvent seules des traces olfactives étaient utilisées, une fois encore pour forcer le passage.

### 3.3 Evaluation du statut reproductif des rats et collecte d'échantillons ADN

Outre le fait de déceler la présence du rat et d'identifier les différentes espèces présentes sur les différents îlots, le déploiement de tapettes à rat permet grâce à la capture 1/ de déterminer le statut reproducteur des individus à la période de la mission (Septembre-Octobre) et 2/ de constituer une banque d'ADN de référence des rats présents sur les îlots. Une opération d'éradication de rongeurs peut échouer soit parce que tous les individus n'ont pas été tués, soit parce qu'une ré-invasion post-éradication a eu lieu (réintroduction de rat depuis un bateau, du matériel, etc.). La comparaison

d'échantillons ADN collectés avant et après une opération d'éradication qui a échoué permet de comprendre la cause de l'échec. En comparant ces échantillons des îlots avec l'ADN des individus d'Uvea, et dans le cas d'un échec du projet d'éradication sur un îlot donné nous pourrions être en mesure de déterminer si cet échec est dû à un défaut de l'opération en elle-même (c.à.d. une incapacité à retirer l'ensemble des rats) ou alors à une défaillance de biosécurité post-éradication ou un phénomène de recolonisation à la nage.

Aussi, l'ensemble des rats capturés ont été identifiés, sexés, pesés, mesurés et un morceau de queue leur a été prélevé puis placé dans l'alcool en prévision d'une future extraction ADN. Le statut reproducteur des femelles a été renseigné par vérification de la présence ou non de cicatrices embryonnaires attestant d'une activité reproductrice. La présence d'embryons a également été recherchée et la taille approximative de ceux-ci notée.

### **3.4 Estimation du risque lié aux espèces non-cibles**

Lors des prospections sur les îlots, une attention particulière a été portée sur la recherche d'espèces non-cibles (espèces autres que les espèces de vertébrés introduits visées par le projet d'éradication) qui pourraient potentiellement être impactées primordialement (consommation directe du raticide) ou secondairement (consommation d'un rat ayant ingéré le raticide). Il s'agissait principalement d'un suivi exhaustif de l'ensemble des espèces observées ou entendues. Pour chaque îlot un inventaire des espèces recensées a pu être fourni. Le détail de ces informations ensuite couplé aux retours d'expériences de projets similaires précédemment menés dans le Pacifique et pour lesquels les mêmes espèces étaient présentes, nous permet de pouvoir anticiper les impacts potentiels sur les espèces de Wallis.

### **3.5 Etude de l'abondance en crustacés terrestres**

Les crustacés terrestres des îlots (crabes et bernard-l'hermite) sont des espèces ingénieuses de l'écosystème. Ils nécessitent une attention particulière dans l'optique d'un projet d'éradication. D'une part, bien qu'ils ne soient pas affectés par la toxicité du raticide, leur consommation par des espèces non cibles peut représenter un risque. Ils doivent donc être intégrés au sein de l'évaluation des risques sur les espèces non-cibles. D'autre part, en fonction de leur abondance ils peuvent représenter un risque d'échec de l'opération d'éradication (Towns and Broome 2003). En effet, ils peuvent consommer une quantité non négligeable d'appâts éparpillés et ainsi créer des zones dans lesquelles le raticide n'est plus disponible pour les rats. L'évaluation de ce risque doit être prise en compte dans la stratégie opérationnelle du projet. Au sein de ce suivi nous sommes uniquement focalisés sur les crustacés terrestres étant donné que l'épandage des appâts ne concerne pas la zone intertidale.

Pour estimer l'abondance en crustacés nous avons réalisé des transects le long du linéaire utilisé pour l'installation des tapettes à rat à l'intérieur des terres mais aussi parfois le long du linéaire de côte (sur les premiers mètres de la limite de la végétation). Ainsi, ce sont entre 10 et 20 transects de 20m de long et distant de 30 ou 50m (selon la taille de l'îlot) qui ont été tracés. Suivant le protocole proposé par Griffiths et al. 2011 le nombre de chaque espèce de crabes ou de bernard-l'hermites rencontrés en marchant le long du transect sur une bande de 2 m (1m de chaque côté) a été renseigné. Tant que possible ces suivis étaient effectués de nuit (entre 18:00 et 22:00). Il a été montré que cette méthode permet de renseigner de manière fiable un indice d'abondance lorsque le temps disponible sur le terrain est limité.

En parallèle, le déploiement des pièges photographiques a également permis d'avoir une idée de l'activité nocturne des crustacés en comptant le nombre de clichés de crabes ou de bernard-l'hermites pris au cours de la nuit. De plus, une appréciation opportuniste a permis de se faire une idée relative de l'abondance en crustacés terrestres sur chacun des îlots.

### **3.6 Evaluation de la disponibilité en nourriture alternative pour les rats**

Une attention a été portée sur l'abondance relative ainsi que la disponibilité en fruits ou graines que les rats peuvent consommer sur chaque îlot. En particulier les espèces dominantes d'arbres, de buissons ou de lianes ont été relevées ainsi que leurs stades phénologiques (en graine, fleur ou fruit). L'évaluation de la disponibilité alimentaire pour les rats sera basée sur cet inventaire général.

### **3.7 Etat des lieux initial de la biodiversité des îlots**

Pour être en mesure d'évaluer le bénéfice apporté par une action de restauration des îlots du lagon de Wallis, il est nécessaire de réaliser un état des lieux initial ('état zéro') de la biodiversité observée au niveau de chaque îlot. Comme mentionné à différentes reprises dans les précédents paragraphes nous avons mené différents inventaires sur chaque îlot. Lors de nos différentes prospections opportunistes au cœur des îlots (dans la limite du temps disponible sur chacun d'eux) nous avons relevé les espèces ou groupes d'espèces d'oiseaux – d'invertébrés – reptiles – plantes et même les observations de chauve-souris rencontrées. Pour chacune d'elle nous avons noté une abondance relative (espèce rare – occasionnelle – commune – abondante – très abondante) et essayé de proposer une fourchette des effectifs d'oiseaux présents (1-10, 10-100, etc). Concernant les inventaires ornithologiques, nous nous sommes également appuyés sur les relevés menés par le programme de recherche de l'IRD dont Tristan Berr était l'un des étudiants.

### **3.8 Cibler les verrous de Biosécurité**

Tout au long de la mission, une attention particulière a été portée sur la manière dont les habitants de Wallis utilisent/visitent les îlots. Nos observations mais surtout les échanges à ce sujet nous permettent d'appréhender les points clés propre à Wallis qu'il faut prendre en compte pour proposer une stratégie de biosécurité adaptée une fois l'éradication des rats réalisée. Certains îlots de Wallis se trouvent à une distance inférieure à 1km de la Grande Terre. Le risque d'une ré-invasion naturelle est donc à prendre en compte. Les rats peuvent recoloniser les îlots s'ils sont transportés par manque de vigilance. Une évaluation générale des risques de ré-invasion a été menée, basée 1/ sur les pratiques qu'ont les habitants de leurs îlots 2/ des moyens nautiques présents et 3/ des capacités de nage des différentes espèces. Les obstacles associés à la mise en place d'une biosécurité future sont présentés.

La cartographie des contours des îlots était initialement envisagée mais n'a pu être réalisée par manque de temps. Cependant les différents points GPS relevés couplés aux imageries satellites de hautes résolution pourront permettre une estimation précise de la surface des îlots et ainsi de créer le maillage géo-référencé nécessaire à l'épandage des appâts contenant le raticide. De plus, les quelques tests comparatifs menés sur les petits îlots ont permis de confirmer que les valeurs de surfaces jusqu'à maintenant disponibles semblaient tout à fait correctes.

## 4 Résultats et discussions

### 4.1 Remarques sur le travail de terrain

En fonction de la marée, le débarquement sur l'ensemble des îlots est possible. Par contre les zones de déposes ne sont pas illimitées selon l'îlot considéré et l'état de la marée. **L'état de la marée est un facteur à prendre en compte pour réaliser les tours des îlots et envisager des points de dépose.**

**[Voir à ce sujet les données brutes pour le détail de chaque îlot]**

En fonction du site d'appareillage, les îlots sont tous accessibles avec le type d'embarcation dont dispose le service de l'environnement moyennant un trajet pouvant aller de 5-10min à environ une heure. Nous avons effectué des déposes à la journée, à la demi-journée ou même sur deux journées consécutives. La disposition et l'équipement de la plupart des îlots permettent de monter des camps de bivouac plus ou moins bien protégés. Outre leur connaissance du terrain, le soutien des membres du service a été indispensable dans le contexte foncier très particulier de Wallis. En effet, les îlots étant propriété de différentes familles, ils ont pu recourir aux demandes nécessaires pour nous permettre d'obtenir les autorisations adéquates pour réaliser nos travaux sur le terrain.

### 4.2 Espèces invasives présentes

Une nuit de piégeage avec tapette a pu être menée sur les 16 îlots du lagon de Wallis, ce qui représente un effort de piégeage de 426 tapette.nuits. L'effort de piégeage par îlot a pu varier selon les contraintes logistiques et la taille de l'îlot considéré : Autant que possible nous avons déployé entre 20 et plus de 40 tapettes. Pour 3 îlots, de surface inférieure à 2ha, nous nous sommes contentés de moins de 20 pièges. Au total nous avons capturé 110 rats. Des rats ont été capturés sur la totalité des îlots sauf 3 : Fenuafo'ou, Nukulaelae et Nukufeta'u.

**[Le détail des captures et des efforts associés sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous]**

Il est intéressant de noter que les 3 cas de figures suivant ont pu y être observés avec une certaine distribution géographique :1/ uniquement le rat noir), 2/ uniquement le rat polynésien ou alors 3/ une co-existence des 2 espèces. **Le rat surmulot**, dont la présence probable sur Wallis est controversée, **n'a quant à lui jamais été capturé ni même observé.**

L'avantage des sessions de captures d'individus est de pouvoir à la suite de celles-ci déterminer un indice d'abondance relative en rat sur chacun des îlots. Cet indice d'abondance IA en rat est une mesure du nombre d'individus capturés ajusté au nombre de pièges déployés. Ainsi il estime le nombre de rats capturés pour 100 nuits de captures corrigées en tenant compte du nombre de pièges retrouvés déclenchés (Nelson & Clark 1973) au cours de la session. Le détail du calcul effectué est le suivant :

$$IA = 100 \times C / (E - \frac{1}{2} (D))$$

Avec **IA** l'indice d'Abondance – **C** le nombre de capture – **E** l'effort de capture exprimé en piège.nuit– et **D** le nombre de pièges retrouvés déclenchés (c'est-à-dire C + le nombre de pièges déclenchés sans capture).

**Globalement la population de rat est abondante voire très abondante sur l'ensemble des îlots du lagon de Wallis sur lesquels le rat est présent. Seuls les îlots de Faioa et Nukutapu semblent présenter une abondance en rat moins élevée.** Etant donné la forte abondance en rat Polynésien observée sur

Nukuloa et Nukufotu, tous deux en contact à marée basse avec Nukulaelae, **il est fort probable que le rat Polynésien soit présent sur Nukulaelae** comme pourrait le suggérer notre absence de capture. Par le même raisonnement, il est probable que l'indice d'abondance calculé pour l'îlot St Christophe soit sous-estimé au vue de la très forte abondance notée sur Nuku'atea.

Enfin, il est intéressant de noter que seul le rat Polynésien semble être présent sur l'ensemble des îlots du nord du lagon tandis que le rat noir est l'espèce prédominante sur les îlots de l'est. Bien qu'au sein du lagon est nous n'ayons trouvé du rat Polynésien que sur l'îlot de Luaniva (à confirmer pas analyse génétique), **Il faut considérer que le rat Polynésien est potentiellement présent sur les îlots de Kaviki et Fugalei** également, du fait du contact à marée basse de ces 3 îlots.

Les tunnels à empreintes ont été déployés sur 5 îlots sur lesquels nous avons capturé du rat par piégeage : Nukuhifala, Nukuhi'one, Nukuloa, Faioa et Nuku'atea. L'effort total de pose des tunnels a donc été de 50 tunnel.nuits. Avec un déploiement sur seulement une nuit, les tunnels à empreintes ont permis de détecter la présence du rat sur 4 de ces îlots.

**[Le détail est présenté dans le tableau 1 ci-dessous]**

L'échec de détection sur les tunnels déployés à Faioa est cohérent avec le fait que Faioa, bien qu'il comporte des rats, est l'îlot présentant le plus faible indice d'abondance. Le pourcentage de tunnels ayant détectés du rat est un bon proxy qui nous permet d'avoir une idée de l'activité des rats sur les îlots. Cet indice d'activité semble ici être bien corrélé avec les données de captures.

Entre 1 et 4 pièges photographiques par îlot ont été déployés sur 14 des 16 îlots (tous sauf Kaviki et St Christophe, d'une surface respective de 0.4 et 2.2 ha et qui tous deux communiquent avec Luaniva et Nuku'atea respectivement). Les pièges photographiques ont été inefficaces à détecter la présence du rat sur seulement 1 îlot sur les 11 où la présence du rat a été confirmée par capture et sur lesquels nous avons pu déployer des pièges photographiques.

**[Le détail est présenté dans le tableau 1 ci-dessous]**

Le nombre de clichés de rat par piège photographique a varié de 0 à 3876 (avec une moyenne de 265 clichés pour N=30 pièges photographiques déployés).

	Captures par piégeage			Tunnels à empreintes		Pièges photographiques	
	Effort de capture (piège.nuit)	Nb de captures (R.rat - R.exu)	Indice d'abondance	Effort de pose (tunnel.nuit)	% des tunnels avec empreintes	Effort de pose (camera.nuit)	% cameras avec photo de rats
Nukufotu	20	9 (0 - 9)	62.1			10	33.3
Nukuloa	47	16 (0 - 16)	47.1	10	60	2	100
Nukulaelae	12	0	0 /!\			1	0
Nukuteatea	20	8 (0 - 8)	53.3			2	100
Nukutapu	20	2 (0 - 2)	15.4			2	100
<i>Uvea nord</i>	10	3 (0 - 3)	35.5				
Luaniva	32	12 (10 - 2)	58.5			1	100
Kaviki	10	4 (4 - 0)	80.0				
Fugalei	22	5 (3? - 0?)	30.3			1	0
Nukuhione	40	16 (16 - 0)	57.1	10	30	2	100
Nukihifala	40	14 (14 - 0)	60.9	10	100	2	100
<i>Uvea est</i>	36	0					
Faioa	40	2 (0 - 2)	5.9	10	0	4	25
Nukufetau	20	0	0			1	0

Nukuatea	35	15(4? – 9?)	<b>58.8</b>	10	<b>40</b>	24	100
St Christophe	10	1 ?	<b>13.3</b> /!\				
Fenuafo'ou	38	0	<b>0</b>			3	0
Nukuafo	20	6 (6 – 0)	<b>38.7</b>			2	100
<i>Uvea sud</i>							
TOTAL ILOTS	426	110 (57? – 48?)	<b>34.6</b>	50	<b>46</b>	57	63.3

**Tableau 1:**Détails des efforts et du rendu des outils déployés. Les îlots sont classés du nord au sud. Les lignes grisées indiquent les îlots qui communiquent à marée basse. Le nombre de captures de **Rattus rattus** est indiqué en gras et celui de Rattus exulans est souligné. Les données en *italique* concernent les captures qui ont pu être réalisées sur la Grande Terre de Wallis, sur la côte nord, est et sud. Selon King (1990) et Moors (1985) on peut considérer que l'abondance en rat est **faible** pour un indice inférieur à 10 - **modérée** entre 11 et 25 - **forte** entre 26 et 50 et **très forte** au-dessus de 50. (Au niveau insulaire, cet indice varie en moyenne entre 5 et 25%).

Compte tenu de ces différents résultats, nous pouvons affirmer que **les tapettes à rat, les tunnels à empreintes et les pièges photographiques (déployés en nombres et jours suffisant) sont des outils efficaces pour détecter la présence du rat sur les îlots du lagon de Wallis**. Peut-être moins efficace pour des densités faibles concernant les tunnels à empreintes.

Nous avons également utilisé les pièges photographiques pour détecter 1/ la présence éventuelle et 2/ obtenir des informations supplémentaires sur les populations de chats haret et de cochons.

**Le chat haret a été détecté** via l'observation d'empreintes, par déclenchement des pièges photographiques ou encore observation directe **sur 4 îlots : Faioa (empreintes) – Nuku'atea (empreintes + clichés) – Fenuafo'ou (observation directe + clichés) et Fugalei (clichés)**. Au vu de l'identification des différents clichés et observations faites, nous pouvons estimer qu'il y a au minimum 1 individu sur Faioa, plusieurs individus sur Nuku'atea (minimum 2, très probablement plus mais la capacité limite des chats haret dans les milieux insulaires tropicaux devrait restreindre cette densité, probablement 2 individus sur Fenuafo'ou et au minimum 1 individu sur Fugalei. **Notons que la présence du chat haret sur les îlots St Christophe, Kaviki ou Luaniva n'est pas à exclure** étant donné le contact à marée basse de ces îlots avec ceux sur lesquels le chat est présent.

Concernant **les cochons, leur présence a été confirmée** par observation directe et déclenchement des pièges photos **sur les îlots de Faioa et Nuku'atea. Nous estimons qu'il reste entre 10 et 15 cochons sur Faioa et entre 50 et 80 sur Nuku'atea**. Notons que ces valeurs sont susceptibles de changer rapidement étant donné qu'une population de cochon peut doubler chaque année (augmentation annuelle de 100%). Enfin, des **passages ponctuels de cochons vers l'îlot St Christophe** ne sont pas à exclure étant donné la jonction entre ces deux îlots à marée basse.

**[La synthèse des invertébrés envahissants présents sur les îlots est présentée dans le tableau en annexe I]**

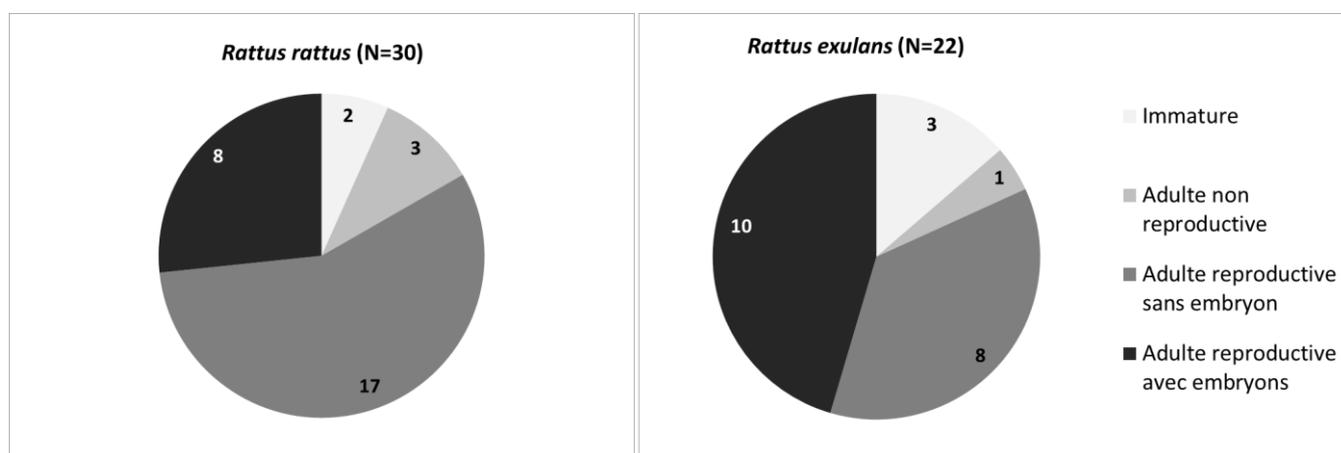
### 4.3 Captures et statuts reproductifs des rats

Sur les 110 rats capturés au sein des différents îlots du lagon de Wallis, 57 (soit 52%) ont été identifiés comme appartenant à l'espèce *Rattus rattus*, tandis que 48 (soit 44%) appartiendraient à l'espèce

*Rattus exulans*. 5 individus n'ont pu être identifiés à cause de l'état incomplet dans lequel nous les avons retrouvés. Toutes espèces confondues, sur ces 110 captures 52 (soit 47%) étaient des femelles et 43 d'entre elles (83%) peuvent être considérées comme reproductrices après examen et recherche de cicatrices ovariennes. 18 de ces 43 femelles reproductrices (42%) présentaient des embryons ou fœtus.

**[Voir les données brutes pour le détail des biométries des individus capturés]  
[Le détail du statu reproductif par espèce est présenté dans le graphique 1 ci-dessous]**

Notons 1/ qu'aucune de ces femelles ne semblait être allaitante, 2/ qu'aucun jeune raton n'a été capturé et 3/ que les embryons étaient de relativement très petite taille en majorité (13 de taille 'très petite' – 2 de taille 'médiane' – et 3 'gros'). L'apparente absence de reproduction récente (pas de jeunes rats observés au sein de la population) nous permet de penser que **les mois d'Aout et de Septembre pourraient être à une période de l'année idéale pour cibler le retrait des rats sur les îlots.**



**Graphique 1:** Détails des statuts reproductifs, selon l'espèce, des rattes capturées sur les îlots de Wallis (Sept-Oct 2019).

Sur l'ensemble des captures nous avons prélevé 99 échantillons de tissus qui seront analysés et stockés pour constituer une banque ADN de référence. De l'ADN a pu être collecté sur la totalité des îlots sur lesquels le rat semble présent. A ces échantillons des îlots s'ajoutent 3 prélèvements réalisés sur des rats polynésiens provenant de la côte nord d'Uvea (pour un effort de capture de 10 piège.nuits). Malgré un effort de capture de 36 piège.nuits sur la côte est, aucun rat n'a été capturé. Nous n'avons pas pu mener de session de piégeage au niveau de la côte sud. **Ces échantillonnages ADN sur la Grande Terre au niveau des côtes nord, est et sud devront être réalisés à l'avenir et celui sur les îlots complété pour atteindre environ 20 individus/îlot.**

#### 4.4 Risques liés aux espèces non-cibles

Sur les îlots de Wallis, le risque sur les espèces non-cibles est lié à la sensibilité des différentes espèces à l'anticoagulant (brodifacoum). Cette sensibilité se reflète à deux niveaux : l'exposition (l'espèce est-elle exposée au raticide ?) et le régime alimentaire (cette espèce risque-t-elle de consommer le raticide ?). Ainsi chaque espèce peut être classée en 3 catégories :

1 – N'est pas affectée par l'opération d'éradication

2 – Présente un risque d'empoisonnement direct par consommation de l'appât

3 – Présente un risque d’empoisonnement indirect par consommation d’un animal mort ou vivant ayant lui-même consommé l’appât

### Les oiseaux :

Les oiseaux qui se nourrissent au sol et sont omnivores sont ceux les plus menacés par les risques d’empoisonnement direct (primaire) ou indirect (secondaire). En effet ils sont 1/ exposés aux appâts qui se trouvent sur le sol, 2/ ils peuvent consommer l’appât directement ou bien 3/ consommer un organisme qui a lui-même consommé l’appât.

Les espèces principalement concernées par cet impact potentiel sont donc, le râle tiklin(*Gallirallus phillypensis*), la poule sultane (*Porphyrio porphyrio*) et les limicoles (voir liste ci-dessous).

Le râle tiklin: Cette espèce pourrait consommer le raticide directement ou alors indirectement. Des cas de diminution des populations de râles suite à des projets d’éradication passés ont été observés mais ont été suivis sur le long-terme par un retour de la population à son état initial (Eason&Wickstrom2001). Enfin, les effectifs de râles sur les îlots semblent être négligeables en comparaison de ceux observés sur la Grande Terre. En effet, nous avons observé très peu d’individus de manière directe sur les îlots. Les contacts ayant principalement été réalisés par les pièges photographiques (seulement 4 contacts sur les 57 cameras.nuits de déploiement). Le risque de l’opération sur la population de râle de Wallis semble donc négligeable.

La poule sultane: Sa présence sur les îlots de Wallis est exclusivement anecdotique. En effet, un seul contact de poule sultane a été fait sur Nuku’atea par piège photographique. Cette espèce se rencontre quasi-exclusivement sur la Grande Terre. Le risque d’une opération d’éradication sur la poule sultane seraient donc négligeable voire nul. Le même raisonnement peut être tenu concernant la chouette effraie (*Tyto alba*) pour laquelle une seule plume trouvée sur l’îlot Nukuhi’one nous permet de suggérer que de manière anecdotique une chouette puisse se trouver sur cet îlot.

Les limicoles : un certain nombre d’entre eux a été observé sur le littoral des îlots du lagon (le chevalier errant *Tringa incana*, Le tourne pierre à collier *Arenaria interpres*, le courlis corlieu *Numenius phaeopus*, le courlis d’Alaska *Numenius tahitiensis* et le pluvier fauve *Pluvialis fulva*). Tous recherchent leur nourriture au sol et pourraient éventuellement consommer un appât ou un crustacé ayant lui-même consommé l’appât. Cependant, aucune de ces espèces ne se reproduit sur les îlots et elles sont toutes migratrices (Watling 2004, Thibault et al, 2015), leur abondance sur les îlots varie au cours de l’année. Une manière de réduire cet impact potentiel, serait de **mener l’action d’éradication lorsque le nombre de limicoles sur les îlots est au plus bas : La période s’étendant entre les mois de Juin et d’Aout pourrait être favorable.** Enfin, l’épandage des appâts n’étant pas réalisé sur la zone intertidale, ceci diminue le risque d’exposition du raticide aux limicoles. Enfin, les très petits effectifs que nous avons relevés sur les îlots indiquent que le risque posé à ces espèces est négligeable.

Les principaux oiseaux contactés sur les îlots de Wallis sont les oiseaux marins. Se nourrissant exclusivement au large en mer, ils ne sont pas menacés par une opération d’éradication. Une exception pourrait être faite concernant les 2 espèces de frégates observées principalement dans le nord du lagon (*Fregata minor* et *Fregata ariel*) et qui pourraient, de manière anecdotique, consommer un rat empoisonné présent sur le littoral. Mais ces espèces largement réparties ne sont pas menacées au

niveau régional. De plus les précédentes actions d'éradication n'ont pas montré d'impact sur les populations de frégates (exemple de l'atoll de Palmyra).

### **Les invertébrés :**

Il a été montré que les invertébrés comme les crabes, les bernard-l'hermites et nombreux insectes peuvent se nourrir des appâts contenant le raticide (Craddock 2003). Cependant, **ils ne sont pas sensibles à la toxicité du raticide** (Pain et al. 2000; Buckelew et al. 2005; Primus et al. 2005, Wright & Fisher 2005, Booth et al. 2003; Fisher & Fairweather 2006, Fisher et al. 2011). Les espèces exposées au brodifacoum ne sont pas menacées. Par contre ils peuvent être à l'origine d'un empoisonnement indirect si jamais ils sont eux-mêmes consommés.

Les crabes terrestres comme *Cardisoma carniflex* ou les bernard-l'hermites comme *C. brevimanus*, *C. spinosus* et bien évidemment le crabe des cocotiers (*Birgus latro*) consommeront très certainement les appâts. Cette importante consommation peut avoir un impact sur la disponibilité en appât pour les rats et donc sur le succès de l'opération. C'est l'une des raisons pour laquelle une étude de l'abondance en crustacés a été menée sur les îlots. Les résultats sont présentés au sein du paragraphe suivant.

### **Les reptiles :**

Minimum 6 espèces différentes de reptiles ont été contactées au cours de notre mission sur les îlots (Cf. Tableau 2 ci-dessous). Mais il y a probablement d'avantage d'espèces présentes comme le montre le bilan de l'étude herpétologique menée en partie sur les îlots en 2003 et qui fait mention de 18 espèces réparties entre Futuna, Alofi et Wallis (Ineich 2003). Comme le montrent des études précédentes (Merton et al. 2002), les reptiles sont susceptibles de consommer les appâts ou bien des insectes ayant eux-mêmes consommé des appâts et peuvent être impactés par la toxicité. Cependant, une action d'éradication ne devrait pas affecter les espèces présentes au niveau populationnel. Au contraire, l'impact négatif à court-terme devrait être largement surpassé par l'effet positif sur le long terme de l'éradication du rat sur la population des différentes espèces de reptiles comme le montre l'augmentation significative des populations de lézards après de précédentes éradications (Towns 1991; Thorsenet *al.* 2000).

<b>Reptiles contactés sur les îlots</b>	<b>Répartition</b>
<i>Emoianigra</i>	Majorité des îlots
<i>Emoia impar</i> or <i>Cryptoblepharus poecilopleurus</i>	Majorité des îlots
<i>Emoiatrossula</i> or <i>Emoia tongana</i>	Nukufotu
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Quelques îlots (à confirmer)
<i>Nactuspelagicus</i>	Nukufotu
<i>Leptidodactylus lugubris</i> clone A	Quelques îlots

**Tableau 2 :** Liste des reptiles rencontrés sur les îlots de Wallis au cours de la mission (Sept-Oct 2019) et ordre d'idée de leur répartition (voir les données brutes pour plus de détails).

### **Mammifère :**

La roussette du Pacifique (*Pteropus tonganus*) est la seule espèce non-cible de mammifères présente sur les îlots. Elle se retrouve principalement en vol au-dessus des îlots sud ou en reposoirs/gîtes sur Nuku'atea. Essentiellement frugivore, la probabilité que des individus soient en contact avec l'appât et donc affecté par l'opération est très faible.

#### 4.5 Abondance des crustacés terrestres

Un total de 140 transects a été réalisé sur 11 des îlots du lagon (entre 9 et 16 par îlot) pour évaluer la diversité et l'abondance en crustacés terrestres. Seulement les individus de taille supérieure à 4cm ont été comptabilisés. Ont été concerné les espèces suivantes : les bernard-l'hermite *Coenobita brevimanus*, *Coenobita perlatus*, *Coenobita spinosus* et *Birgus latro* (crabe des cocotiers) et le crabe *Cardisoma carniflex*. *C. brevimanus* a été l'espèce la plus représentée avec plus de 44% des occurrences. Le crabe des cocotiers n'a été observé que sur 2 îlots (Nukuloa et Nukutapu), mais pourrait être présent également sur Nukufotu (il est fait mention de quelques individus de petites tailles). Aucun crustacé n'a été compté sur l'ensemble des transects dans les cas de Nuku'atea et Luaniva indiquant une densité extrêmement faible dans les forêts où ces suivis ont été menés. Sur Nuku'atea cette pauvreté est très certainement due à la forte pression exercée par les cochons. **Globalement les îlots de Wallis présentent une abondance très modérée en crustacés terrestres.**

**[Voir le graphique 2 ci-dessous pour plus de détails sur les densités relevées]**

Seul Fenuafo'ou semble abriter une densité significativement importante de ces invertébrés. Notons tout de même qu'un certain nombre de ces transects n'ont pas pu être réalisés de nuit, période la plus appropriée à ce type de suivi. Tout de même, la faible quantité de clichés de crabes ou de bernard-l'hermite obtenus avec les pièges photographiques déployés de nuit vient corroborer ce constat. Malgré la très faible abondance relevée sur les îlots de Luaniva et Fugalei, une densité remarquable de trous de crabes de taille importante (habituellement consommé par les Wallisiens) a été notée sur la bande de forêt côtière entourant les îlots (forêt ouverte de cocotiers sur substrat terreux). Une importante activité nocturne doit y être observée.

Sur les 5 petits îlots sur lesquels nous n'avons pas pu réaliser de transects par faute de temps, les observations de terrain nous permettent d'établir le même constat quant à la l'abondance modérée en crustacés.

**Une telle densité en espèces non-cibles consommant les appâts ne menace pas la réussite de l'opération**, une densité d'appât à l'hectare adéquate permet de ne pas limiter la disponibilité pour les rats malgré la consommation que représente une telle densité en crustacés terrestres (Griffiths et al. 2011).





les arbres pour lesquels nous avons pu noter la présence régulière de fleurs ont été : Le scaevola (*Scaevola taccada*), le feta'u (*Calophyllum inophyllum*), le Faux-tabac (*Heliotropium foertherianum*), Le chapeau de pape (*Barringtonia asiatica*) et le cordia (*Cordia subcordata*). Pour plus de détails sur les espèces moins abondantes, voir le tableau.

Des papayers ont été trouvés de manière très localisée (sur Nukufotu, Nukuloa, Nukuteatea et Faioa). Des fruits ont été observés seulement sur Nukuteatea au niveau d'un falé, sinon ils n'avaient pas de fruits à cette saison. Idem pour les rares manguiers observés.

**Une attention particulière est à porter sur les îlots de Fugalei et Luaniva** sur lesquels des plantations sont actuellement menées ou alors ont pu l'être par le passé. Entre autre, nous pouvons y trouver de nombreux tubercules comestibles : taro, manioc, ignames, etc. Bien que les zones de culture y soient très localisées, de nombreuses espèces introduites ont désormais envahi ces 2 îlots.

#### 4.7 Etat des lieux initial biodiversité

**[La richesse spécifique observée sur chacun des îlots a pu être traitée au travers des différents tableaux précédents. Pour le détail des inventaires réalisés se référer aux données brutes fournies]**

**Volet ornithologique :**

22 espèces aviaires ont été contactées avec certitude. Les approximations d'effectifs sont indiquées pour chaque espèce au sein de chaque îlot dans les données brutes fournies. Pour certaines espèces comme la stourne de Polynésie (*Aplonis tabuensis*) ou le râle tiklin (*Hypotaenidia philippensis*) il est difficile d'estimer un ordre de grandeur de la taille de population. Il s'agit d'espèces assurément présentes mais difficilement observées. Les fourchettes associées sont, dans de tels cas, volontairement grandes. Pour une meilleure visibilité globale.

**[La synthèse des espèces contactées sur les îlots est présentée dans le tableau 4 ci-dessous]**

Une estimation relative de l'abondance est présentée via un jeu de couleur. Pour ce faire nous avons tenu compte de la fourchette haute donnée pour l'ordre de grandeur pour une taille de population donnée que nous avons ensuite rapporté à une densité à l'hectare. En vert l'abondance est dite anecdotique (moins de 1 indiv/ha), en jaune faible (entre 1 et 10 indiv/ha), en orange modérée (de 10 à 20 indiv/ha), en rouge élevée (de 20 à 100 indiv/ha) et en rouge foncée l'abondance est dite forte (plus de 100 indiv/ha). **Attention**, il s'agit d'une estimation basée sur les valeurs les plus hautes des ordres d'idées estimés, ces abondances relatives sont donc volontairement surestimées et non l'inverse.

ESPECE	Nom vernaculaire	Nukufotu	Nukula'elae	Nukuloa	Nukuteatea	Nukutapu	Luaniva	Kaviki	Fugalei	Nukuhione	Nukuhifala	Nukufeta'u	Faioa	Fenuafo'ou	Nuku'atea	St christophe	Nukufo
<i>Anousstolidus</i>	Noddi brun	R	R	R	R	R						R		R			
<i>Gygis alba</i>	Sterne blanche	R		R	R	R						R		R		R	
<i>Duculapacifica</i>	Carpophage du Pacifique											R				R	R
<i>Anousminutus</i>	Noddi noir	R		R	R	R										R	
<i>Egretta sacra</i>	Aigrette sacrée																
<i>Aplonistabuensis</i>	Stourne de Polynésie			R									R				

<i>Sulasula</i>	Fou à pied rouge	R	R	R	R															
<i>Tringa incana</i>	Chevalier errant																			
<i>Fregatasp.</i>	Frégate sp.																			
<i>Arenaria interpres</i>	Tourne pierre à collier																			
<i>Hypotaenidia philippensis</i>	Râle tiklin																			
<i>Pluvialis fulva</i>	Pluvier fauve																			
<i>Phaetho nlepturus</i>	Paille en queue à brins blancs																			
<i>Phaetho nrubricauda</i>	Paille en queue à brins rouges																			
<i>Sula leucogaster</i>	Fou brun	R	R																	
<i>Numenius phaeopus</i>	Courlis corlieu																			
<i>Sterna sumatrana</i>	Sterne diamant																			
<i>Egretta novae hollandiae</i>	Aigrette à face blanche																			
<i>Gallus gallus</i>	Coq bankhiva																			
<i>Numenius tahitiensis</i>	Courlis d'Alaska																			
<i>Porphyrio porphyrio</i>	Poule sultane																			
<i>Ptilonopus porphyraceus</i>	Ptilote de clementine																			

**Tableau 4:** Liste des espèces aviaires contactées sur les îlots de Wallis et indication quant à leurs abondances relatives. Celles-ci ont été estimées à partir des fourchettes hautes des effectifs indiqués dans les données brutes des inventaires ornithologiques. En vert clair la présence de l'espèce est **anecdotique**, en jaune l'espèce est **faiblement abondante**, en orange **l'abondance est modérée**, **élevée** en rouge et **forte** en rouge foncée. La lettre 'R' indique si des indices de reproduction sur le site ont été notés pour le site en question.

La mise en commun des données ornithologiques permet de montrer des variations quant à la richesse spécifique des différents îlots. Les 5 îlots du nord semblent plus riches que les îlots de l'est et du sud, avec cependant une exception notable dans le sud avec un îlot comme Nukufeta'u notamment. Proportionnellement à leur taille, les îlots Faioa, Nuku'atea, Luaniva et Fugalei présentent une certaine pauvreté spécifique. Pourtant, la diversité d'habitats dont certains d'entre eux font preuve devrait abriter potentiellement plus d'espèces. Ceci souligne les bénéfices importants attendus que devrait apporter la restauration de ces îlots.

**Volet invertébrés :**

[Voir les données brutes + le graphique 2 concernant les crustacés]

**Volet reptiles :**

[Voir les données brutes + le tableau 2]

**Volet mammalogique :**

[Voir les données brutes pour les quelques observations de roussettes]

**Volet botanique :**

[Voir de Tableau 3 + les données brutes]

#### 4.8 Verrous biosécuritaires

D'une part, la totalité des îlots, sauf Nukuafo, sont situés à plus de 1km de la Grande Terre ce qui écarte le risque de ré-invasion naturelle par nage du rat polynésien et du rat noir. La distance de nage maximale de ces espèces étant de 100m et 600m respectivement (100m également pour les souris). Nukuafo est quant à elle distante de moins de 1km de la Grande Terre et peut être atteinte à marée basse depuis la côte lors de gros coefficients. Il est dès lors difficile de sécuriser cet îlot fortement colonisé par le rat noir d'une éventuelle re-colonisation post-éradication.

**[Pour une meilleure visualisation, les cartes en Annexe I présentent les îlots qui communiquent à marée basse et les contours de distances des différents îlots]**

La présence du rat surmulot sur Uvéa, jusqu'à aujourd'hui, était seulement supposée et reste controversée. Il serait important de lever le voile sur ce doute et de savoir si le rat surmulot est présent au niveau des côtes de la Grande Terre. En effet, un risque de colonisation naturelle par le rat surmulot ne serait pas impossible vers les îlots de Kaviki, Luaniva, Fugalei, Nukufeta'u et Nukuafo, tous à distance de nage de la Grande Terre inférieure à la distance maximale de nage du rat surmulot pouvant être de 1500m.

De plus, un bon nombre d'îlots communiquent plus ou moins facilement à marée basse (voir **annexe II**) et doivent être considérés comme une seule et unique entité. **Les îlots qui communiquent doivent être traités simultanément.**

D'autre part, une fois l'opération d'éradication réalisée, les rats peuvent ré-envahir les îlots s'ils sont transportés par les personnes à bord de leurs bateaux ou de leurs affaires. Actuellement, la biosécurité est une notion qui n'est pas connue des usagers des îlots et aucune mesure de ce type n'est encore mise en place. Les risques encourus et les menaces que représentent les espèces envahissantes animales ne sont actuellement pas appréhendées par la population. Cependant un intérêt fort et des voies de discussions possibles avec la communauté sont perceptibles et encourageantes. **Une sensibilisation de la population aux risques et aux mesures qui devront être appliquées dans le but de conserver le bénéfice de l'action sur le long terme est un point crucial de la réussite du projet.** Dans cette optique et dans le contexte social très particulier de Wallis avec des réseaux de communications multiples et divergents, **une consultation de toutes les parties prenantes et une information transparente de la population sur les enjeux, le mode opératoire, les risques et les bénéfices du projet sont indispensables bien avant de démarrer l'opération.** Il s'agit là d'un des challenges majeurs de ce projet.

Un certain nombre de points encourageants, laissent à penser que des mesures de biosécurité peuvent être mises en place relativement simplement et avec une bonne efficacité. Les voies d'introductions d'espèces envahissantes étant relativement réduites. En effet :

- Le nombre de bateaux en circulation (proportionnel au petit nombre d'habitant) reste restreint
- Ces bateaux sont pour la majorité simples (coque épurée métallique, non complexe, moteur hors-bord, etc) permettant un contrôle rapide et une diminution du risque de transport de rat
- Absence d'un tourisme maritime de masse et difficilement contrôlable
- Usage des îlots par les Wallisiens relativement uniforme et simplifié (il en va différemment pour l'usage des îlots par les non-Wallisiens): Avec une répartition et une régionalisation des différents îlots entre les différentes familles. Les mêmes îlots étant fréquentés par les mêmes

familles : les familles du nord allant principalement vers les îlots du nord, les familles du sud allant principalement vers les îlots du sud, etc ...

- Peu de passages majeurs inter-îlots dans les habitudes de fréquentations, réduisant le risque de transport d'espèces envahissantes entre les îlots
- Sites portuaires, de mises à l'eau et d'amarrages peu nombreux ou alors pouvant être facilement ciblés, répertoriés
- Les quelques taxi-boats représentent des points de convergence des non-proprétaires de bateaux (autant pour les Wallisiens que pour les non-Wallisiens) avant de se rendre sur les îlots

## 5 Faisabilité de l'éradication des îlots et présentation des risques et bénéfices

### 5.1 Stratégie proposée pour l'éradication des espèces cibles

Jusqu'à aujourd'hui des éradications de rongeurs ont été menées sur plus de 830 îles dans le monde soit 1120 éradications (DIISE. 2018): dont 178 de rat Polynésien et 511 de rat noir. Le faible nombre d'échecs proportionnellement au nombre d'éradication, 30 pour le rat Polynésien et 49 pour le rat noir, est un signe du succès que représentent ces projets de restauration.

Au vue de cette mission d'évaluation, **l'éradication de l'ensemble des vertébrés envahissants présents sur les îlots paraît réalisable. Aucune des difficultés que nous avons ciblées ne semble insurmontable.** Certaines composantes majeures de ce projet doivent être cependant scrupuleusement traitées dans le but d'augmenter les chances de réussites :

- Retirer l'ensemble des cochons avant toute dératisation
- Fédérer l'ensemble de la population autour de ce projet avant toute intervention. Pour ce faire une communication transparente expliquant les risques et les bénéfices apportés par l'opération est indispensable
- Sécuriser et anticiper la mise en place d'un cadre de biosécurité sur le long terme
- Impliquer la population dans la mise en œuvre du protocole d'éradication par épandage manuel

Un plan opérationnel devra être construit pour mettre en œuvre l'éradication des différentes espèces sur les îlots, mais les premières pistes de réflexion sont présentées ci-dessous :

#### Eradication du cochon

Il sera bien plus facile de retirer les cochons de Faioa que de Nuku'atea. Certains individus pourraient être retirés des îlots comme il l'a été fait en 2018 sur Faioa (capture + transfert vers Uvéa). Cependant il n'est pas pensable d'éradiquer la totalité des individus d'une telle manière, même sur Faioa. Le recours aux tirs est indispensable pour être en mesure de retirer tous les individus. Même avec des armes, cette tâche ne sera pas simple sur Nuku'atea et le retrait complet des cochon peut s'avérer compliqué. Plusieurs campagnes d'abattages vont devoir être menées et nécessiteront de respecter les aspects suivant : 1/matériel approprié et en nombre suffisant (carabines et munitions appropriées (270 Winchester, 280 Remington, 7x64, etc), VHF, matériel de sécurité), 2/ personnel en nombre suffisant (minimum 2 chasseurs expérimentés pour Faioa plus des soutiens locaux et bien plus pour Nuku'atea) et correctement formé sur la procédure et la sécurité, 3/ La technique de chasse en ligne devant soi avec comptage des individus traversant mais aussi plus localement des formations en battues pourront

s'avérer utiles sur Faioa mais surtout sur Nuku'atea. L'utilisation de chiens courants paraît indispensable pour Nuku'atea.

### **Eradication du chat**

Retirer les chats de l'îlot de Fenuafo'u peut être facile et rapide (tirs nocturne au phare ou piégeage), par contre il peut être très compliqué de retirer le chat des îlots de Nuku'atea, Faioa ou encore Fugalei, bien que l'opération de dératisation va tuer une partie des individus par mortalité secondaire. Des efforts de piégeage et de tir (calibres .22, .222) devront être soutenus et appliqués en continu à la suite des opérations de dératisation.

### **Eradication des rats**

Les îlots de Wallis présentent une hétérogénéité de taille et de topographie. Ceci nous amène à suggérer 2 méthodes différentes à mettre en place pour éradiquer les rats selon le profil de l'îlot.

Nous conseillons le recours à une **méthode manuelle** pour l'épandage du raticide au sein des îlots sur lesquels l'accès en tous points est possible avec un effort modéré. C'est-à-dire les îlots pour lesquels il est possible d'accéder en tous points moyennant des efforts de passage au sein de la végétation. A Wallis l'ensemble des îlots plats entrent dans cette catégorie ainsi que certains îlots présentant un relief.

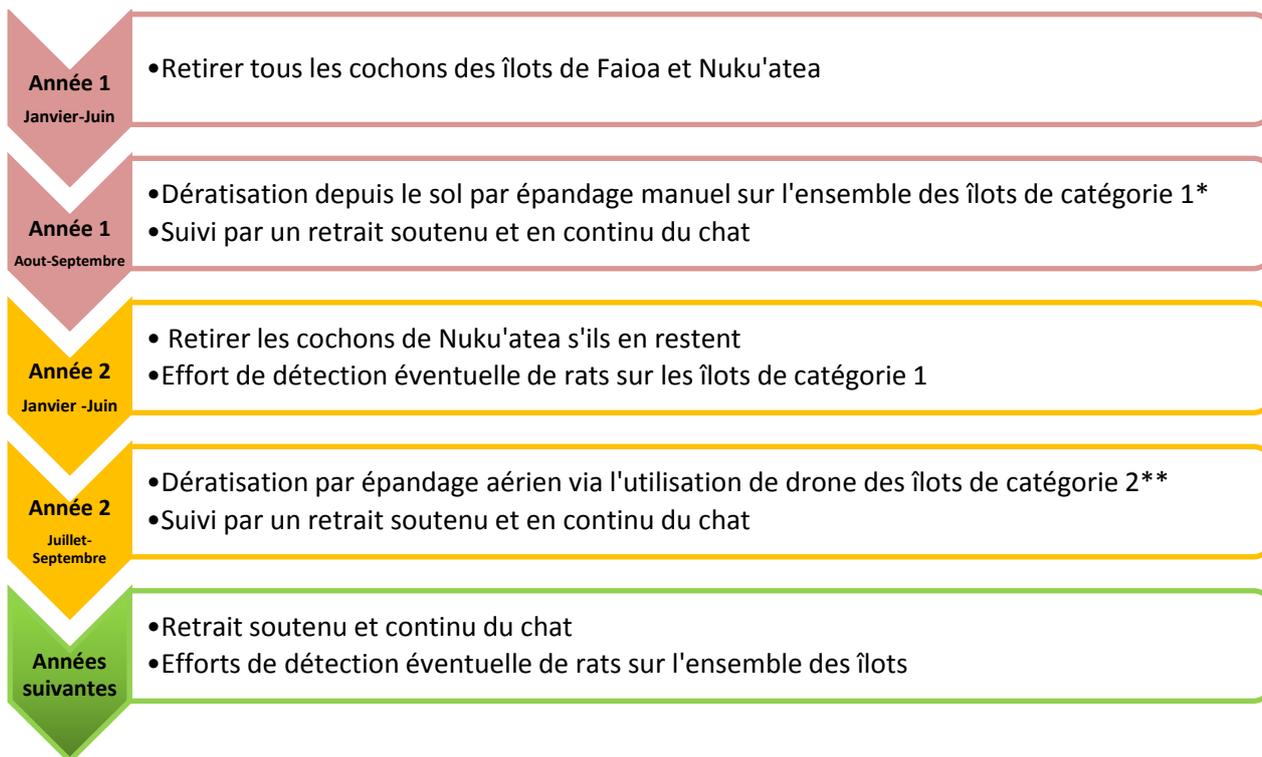
Nous conseillons le recours à **une méthode aérienne** par drone pour l'épandage du raticide au sein des îlots sur lesquels l'accès en tous points n'est pas possible avec un effort modéré. C'est-à-dire les îlots sur lesquels 1/ des falaises conséquentes ne rendent pas possible un accès sans équipements adéquats ou un épandage depuis un point fixe et 2/ les îlots sur lesquels certains patches de végétation demandent des efforts trop élevés pour y ouvrir un passage.

**Selon le profil de l'îlot mais aussi de sa localisation (dans un souci de minimiser les risques de ré-invasions inter-îlots) nous préconisons l'une ou l'autre méthode.**

**[Voir le détail au sein du tableau de synthèse en annexe II et le calendrier opérationnel proposé ci-dessous]**

Les îlots de Fenuafo'u et de Nukufeta'u (pas de rat observés) devront être traités au même titre que les autres îlots. L'îlot Nukuafo pourra être traité mais tout en ayant conscience que les risques de ré-invasion sont forts.

Dans l'optique de traiter les 16 îlots ciblés par le projet de restauration, nous suggérons la planification suivantes :



\* **Les îlots de catégorie 1** sont ceux pour lesquels un épandage manuel est possible ET qui ne présentent pas un risque de ré-invasion inter-îlots entre la première et la deuxième année, à savoir : Nukuteatea, Nukutapu, Nukuhi'one, Nukuhifala, Faioa, Fenuafo'ou

\*\* **Les îlots de catégorie 2** correspondent aux îlots restant, à savoir : Nukufotu, Nukuloa, Nukula'elae, Luaniva, Fugalei, Kaviki, Nuku'atea, l'îlot St Christophe, Nukuafu et Nukufeta'u

Il est important que la population soit au cœur de la réalisation opérationnelle de la phase manuelle. Ceci permet de prendre conscience de l'ampleur du travail réalisé pour préserver les îlots et de conserver une volonté de maintenir cet état à l'avenir. Aussi ce choix des îlots à traiter manuellement permet-il d'impliquer autant les familles du nord, que de l'est et du sud.

## 5.2 Risques et Bénéfices

Le profil des îlots de Wallis et les inventaires que nous y avons menés nous permettent de penser que le contexte se rapproche d'autres cas dans le Pacifique pour lesquels des projets similaires de restauration ont été menés. En se basant sur ces exemples, nous pouvons estimer que l'éradication des vertébrés envahissant des îlots de Wallis résultera sur le long terme en une restauration de l'écosystème insulaire. Les fortes pressions exercées par le rat et le cochon sur les îlots via la prédation, l'abrutissement, la dégradation des sols et la compétition pour les ressources seront automatiquement levées suite à leur retrait. L'habitat redeviendra favorable au développement d'espèces jusqu'ici contraintes ou localement extirpées.

Les bénéfices attendus sont :

- Une augmentation de l'aire de distribution et du succès reproducteur des oiseaux marins. Le retour au sein des îlots d'espèces d'oiseaux nichant au sol

- Régénération des communautés de plantes natives fortement prédatées par les rats ou les cochons
- Augmentation de la taille des populations d'invertébrés (insectes et crustacées terrestres) et de reptiles (lézards, geckos mais également des tortues marines sur les îlots du sud comme Faioa)
- Sur le plus long terme une redynamisation des processus écosystémiques pourrait mener à une amélioration de l'état de santé du lagon via une augmentation des apports en nutriments
- Une meilleure résilience des habitats en réponse aux perturbations liées au changement climatique
- Une diminution des populations de moustiques sur certains îlots

Au contraire, les risques d'une telle opération peuvent être :

- Un effet négatif à court terme sur les populations d'espèces non-cibles par empoisonnement direct ou indirect, en particulier le râle tiklin
- Une augmentation de certaines espèces exogènes sur lesquelles le rat exerçait une pression par prédation (reptiles, invertébrés mais également certaines plantes envahissantes)
- Des risques sanitaires liés à l'utilisation du raticide : ceux-ci peuvent être facilement évités en suivant un certain nombre de précautions simples  
→ A cet effet 2 documents ont été spécifiquement rédigés pour informer sur les risques et les précautions liés à l'utilisation de ce produit :

**FAQs\_anticoagulants.pdf**

**Messages\_cles\_projet.pdf**

- Une mauvaise communication autour de l'utilisation du raticide, peut mener à une méfiance voire une opposition forte du public et à une perception négative de ce type de projet de restauration dans la zone voisine du Pacifique
- Il y a peu de risque que l'opération échoue, mais si tel est le cas, la confiance et le soutien de la population peuvent être perdus

## 6 Tableau de synthèse

[Voir le tableau en annexe II]

## 7 Durabilité du projet

Il s'agit ici de pouvoir évaluer si Wallis et Futuna et en mesure d'assurer sur le long terme le maintien des bénéfices de l'opération une fois l'éradication sur les îlots effectuée. Ceci passe par deux composantes intimement liées : la mise en place d'un système de biosécurité intégré et fonctionnel et l'acceptation sociale du projet.

### 7.1 Développement d'une stratégie de biosécurité:

Tout reste à faire sur le territoire de Wallis concernant la mise en place d'un cadre biosécuritaire et l'intégration de ces mesures au sein de la population locale. Il s'agit d'anticiper le maintien sur le long terme des bénéfices du projet mais également dès à présent d'empêcher l'amplification des invasions actuelles et des dégradations actuelles. En effet, le rat ne semble pas présent sur tous les îlots quand d'autres ne sont pas encore colonisés par le rat noir. Cette stratégie doit passer par :

- L'identification des voies principales d'introduction de ces espèces propre au territoire de Wallis (travail d'ores et déjà entamé)
- La sécurisation d'un budget approprié et de moyens matériels dédiés

## 7.2 Acceptation sociale et soutien institutionnel

Un travail reste encore à mener dans le but d'acquiescer le soutien de la population et des multiples instances institutionnelles affiliées au territoire. Travail indispensable à la réussite du projet étant donné que les différentes familles, affiliées à différents districts, sont propriétaires, usagers, et gestionnaires des îlots et qu'elles seules pourront soutenir la réalisation pratique de l'éradication par épandage manuel et le maintien du caractère préservé à l'avenir.

Avant d'entreprendre l'opération, l'acceptation et le support du projet par les Wallisiens doivent être évalués. Cette évaluation doit inclure :

- L'identification de l'ensemble des parties prenantes et de leurs **rôles** et **niveau d'implication** au sein du projet
- L'assurance que tous les habitants aient été correctement consultés et informés

D'ores et déjà, cette phase de consultation a pu débuter lors de notre mission grâce notamment à la rencontre des équipes avec : le roi d'Uvéa, le préfet de Wallis et Futuna, le président de l'assemblée territoriale, le président de la commission de l'agriculture de l'élevage et de la pêche, certains chefs de villages, membres de l'éducation nationale et autres habitants de Wallis. Cependant celle-ci s'est limitée au contenu de notre mission en elle-même et n'a pas concerné le projet de restauration en lui-même.

- L'identification des obstacles qui doivent être levés pour rendre le projet socialement acceptable
- La mise en place d'une stratégie de communication dédiée → A cet effet, un certain nombre de matériels ressources a été produit et transmis en parallèle de ce présent rapport :

### **Une brochure**

**Des posters** (2 posters généraux – 1 poster sur la biosécurité – 1 poster sur les impacts des espèces envahissantes)

**Un kit éducatif** à destination des plus jeunes

**Un clip vidéo** de présentation du projet

**Des fiches factuelles** sur le projet, ses risques et bénéfices

## 7.3 Développement de la compétence

Les membres de l'équipe du service territoriale de l'environnement de Wallis et Futuna étaient déjà connaisseurs des thématiques liées aux espèces envahissantes. Certains avaient même déjà participé à des actions de restauration dans le Pacifique. Tout de même cette mission a été l'occasion de développer des capacités au sein du personnel. 3 membres du service ont participé de manière continue au bon déroulement de cette mission et ont pu ainsi développer des compétences sur les méthodes de suivis dans un cadre d'étude de faisabilité, mais aussi de gestions et de planification opérationnelle de projets de restauration. Leurs connaissances relatives aux risques et aux bénéfices d'une action d'éradication ont également été confortées leur permettent désormais d'apporter un discours légitime dans l'optique des consultations à venir.

Ce projet est l'occasion pour le territoire de devenir une référence au sein de cette zone du Pacifique en termes de gestion des espèces animales envahissantes et ainsi de pouvoir transmettre ses compétences et influencer les territoires voisins à se lancer dans des projets similaires de restauration écologique.

## 8 Références

Bonham, J. and Griffiths, R. (2013) Feasibility Assessment for the Removal of Pacific Rats (*Rattus exulans*) from Late Island. Island Conservation.

Booth, L., Fisher, P., Heppelthwaite, V. & Eason, C. (2003) Toxicity and residues of brodifacoum in snails and earthworms. DOC science internal series, 143, 14.

Brooke, M.d.L. & Towns, D. (2008) A Feasibility Study for the Eradication of Kioere *Rattus exulans* from Henderson Island. Royal Society for the Protection of Birds: Sandy, UK.

Buckelew, S., Howald, G., Wegmann, A., Sheppard, J., Curl, J., McClelland, P., Tershy, B., Swift, K., Campbell, E. & Flint, B. (2005) Progress in Palmyra atoll restoration: rat eradication trial 2005. Island Conservation Report. 46pg.

Craddock, P. 2003: Aspects of the ecology of forest invertebrates and the use of brodifacoum. Unpublished PhD thesis. University of Auckland, Auckland.

Cunningham, D. M., and Moors, P. J. (1996) Guide to the identification and collection of New Zealand rodents. 3rd ed. Wellington, N.Z. Dept. of Conservation

DIISE, 2018. The Database of Island Invasive Species Eradications, developed by Island Conservation, Coastal Conservation Action Laboratory UCSC, IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, University of Auckland and Landcare Research New Zealand. <http://diise.islandconservation.org>.

Eason, C.T. & Wickstrom, M. (2001) Vertebrate pesticide toxicology manual (poisons). Department of Conservation Technical Series, 23, 122.

Fisher, P. & Fairweather, A. (2006) Brodifacoum: a review of current knowledge Part 6 Department of Conservation pesticide information reviews series. New Zealand.

Fisher, P., Griffiths, R., Speedy, C. & Broome, K. (2011) Environmental monitoring for brodifacoum residues after aerial application of baits for rodent eradication. Island invasives: eradication and management. Proceedings of the international conference on Island invasives. IUCN, Gland, Switzerland and Auckland, New Zealand, pp. 300-304.

Griffiths, R., Miller, A., and Climo, G. (2011). Addressing the impact of land crabs on rodent eradications on islands. *Pacific Conservation Biology* 17(4), 347.

Ineich, I. (2013) Rapport de mission herpétologique Wallis, Futuna et Alofi. Rapport non publié. Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Merton, D., Climo, G., Laboudallon, V., Robert, S. & Mander, C. (2002) Alien mammal eradication and quarantine on inhabited islands in the Seychelles. Turning the tide: the eradication of invasive species

(eds C.R. Veitch & M.N. Clout), pp. 182-198. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Meyer, J. Y. (2017) Guide des plantes indigènes et endémiques de Wallis et Futuna (Uvea, Futuna, Alofi). Collection nature et environnement d'océanie. Editions au vent des îles.

Meyer, J. Y., Munzinger, J. & Pillon, Y. (2010). Inventaire de flore vasculaire (plantes introduites, cultivées, naturalisées ou envahissantes) de Wallis et Futuna. Rapport non publié, 34 pages.

Pain, D.J., Brooke, M.d.L., Finnie, J. & Jackson, A. (2000) Effects of brodifacoum on the land crab of Ascension Island. *The Journal of Wildlife Management*, 380-387.

Primus, T., Wright, G. & Fisher, P. (2005) Accidental discharge of brodifacoum baits in a tidal marine environment: a case study. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 74, 913-919.

Rayner, M.J., Hauber, M.E., Imber, M.J., Stamp, R.K. & Clout, M.N. (2007) Spatial heterogeneity of mesopredator release within an oceanic island system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 20862-20865.

Stratégie territoriale pour la biodiversité de Wallis et Futuna.

Tershy BR, Shen K, Newton KM, Holmes ND, Croll DA 2015. The importance of islands for the protection of biological and linguistic diversity. *Bioscience* 20: 1–6.

Theuerkauf, J., H. Jourdan, S. Rouys, R. Gula, M. Gajewska, K. Unrug & R. Kuehn (2010). Inventory of alien birds and mammals in the Wallis and Futuna Archipelago. *Biological Invasions* 12: 2975-2978.

Thibault, J.-C.; Cibois, A.; Meyer, J.-Y. 2015. Birds of Uvea (Wallis), Futuna and Alofi islands (South-West Pacific): an update. *Notornis* 62: 30–37.

Towns, D. R. and Broome, K. G., 2003. From small Maria to massive Campbell: forty years of rat eradications from New Zealand islands. *NZ J. Zool.* 30: 377–398.

Watling, D. (2004) A guide to the birds of Fiji and Western Polynesia. Including American Samoa, Niue, Samoa, Tokelau, Tonga, Tuvalu and Wallis and Futuna.

## Annexes

### Annexe I



**Jonctions entre les différents îlots du lagon de Wallis.** L'aire tampon signalée en jaune matérialise l'aire située à moins de 375m des côtes. Elle permet ainsi de grouper les îlots distants les uns des autres de moins de 750m. Sont ainsi signalés les îlots joints à marée basse ou soumis à un risque de ré invasion (cartographie de Kelvin Floyd, Novembre 2016).



**Matérialisation des distances inter-îlots.** La distance entre deux anneaux successifs matérialise 500m. Ce découpage permet de visualiser les distances entre chaque îlot et d'appréhender le risque de recolonisation selon la distance maximale de nage de l'espèce considérée : 100m pour le rat polynésien et la souris, 600m pour le rat noir et 1500m pour le rat surmulot (cartographie de Kelvin Floyd, Novembre 2016).

## Annexe II

	<b>Vertébré envahissant présent</b>	<b>Surface (en ha)</b>	<b>Relief</b>	<b>Distance min à la Grande Terre (en m)</b>	<b>Risque de ré-invasion naturelle (si oui quelle provenance, et distance minimale en m)</b>	<b>Stratégie proposée</b>
<b>Nukufotu</b>	<i>R. exulans</i>	3.86	Alt.60m - falaises	3 700	OUI Nukuloa (235) /Nukula'elae	Epandage aérien (année 2)
<b>Nukuloa</b>	<i>R. exulans</i>	31.55	Plat	2 865	OUI Nukula'elae (70) /Nukufotu	Epandage aérien (année 2)
<b>Nukulaelae</b>	<i>R. exulans</i>	0.34	Alt.20m – falaises	3 875	OUI Nukuloa (70) /Nukufotu	Epandage aérien (année 2)
<b>Nukuteatea</b>	<i>R. exulans</i>	8.46	Plat	2 410	NON	Epandage manuel (année 1)
<b>Nukutapu</b>	<i>R. exulans</i>	4.84	Plat	1 965	NON	Epandage manuel (année 1)
<b>Luaniva</b>	<i>R. exulans</i> <i>R. rattus</i> <i>Feliscatus</i> (potentiellement)	17.47	Alt. 30m	1 420	OUI Kaviki (180) /Fugalei	Epandage aérien (année 2)  Piégeage et tir des chats (année 2 et suivantes)
<b>Kaviki</b>	<i>R. exulans</i> <i>R. rattus</i> <i>Feliscatus</i> (potentiellement)	0.35	Plat	1 400	OUI Luaniva (180) /Fugalei	Epandage aérien (année 2)
<b>Fugalei</b>	<i>R. exulans</i> <i>R. rattus</i> <i>Feliscatus</i> (potentiellement)	17.48	Alt. 30m	2 080	OUI Kaviki (590) /Luaniva	Epandage aérien (année 2)  Piégeage et tir des chats (année 2 et suivantes)
<b>Nukuhione</b>	<i>R. rattus</i>	1.48	Plat	3 360	NON (1 320)	Epandage manuel (année 1)
<b>Nukihifala</b>	<i>R. rattus</i>	5.36	Plat	4 400	NON (1 490)	Epandage manuel (année 1)
<b>Faioa</b>	<i>R. exulans</i> <i>Feliscatus</i> <i>Sus scrofa domesticus</i>	63.85	Plat	2 470	NON (2 390)	Epandage manuel (année 1) Piégeage et tir des chats (année 1 et suivantes) Tir des cochons (année 1)
<b>Nukufeta'u</b>		1.50	Alt. 20m	1 180	NON (1 960)	Epandage aérien (année 2)
<b>Nuku'atea</b>	<i>R. exulans</i> <i>R. rattus</i> <i>Feliscatus</i> <i>Sus scrofa domesticus</i>	73.05	Alt. 60m - falaises	1 850	OUI St christophe (330)	Epandage aérien (année 2)  Piégeage et tir des chats (année 2 et suivantes) Tir des cochons (année 1)
<b>St Christophe</b>	<i>R. exulans</i> <i>R. rattus</i> <i>Feliscatus</i> (potentiellement) <i>Sus scrofa domesticus</i> (potentielle ment)	2.18	Alt. 40m - falaises	1 750	OUI Nuku'atea (330)	Epandage aérien (année 2)  Piégeage et tir des chats (année 2 et suivantes) Tir des cochons (année 1)
<b>Fenuafo'ou</b>	<i>Feliscatus</i>	2.12	Plat	3 940	NON (750)	Tir au phare des chats (année 1)

						Epandage manuel (année 1)
<b>Nukuafo</b>	<i>R. rattus</i>	1.24	Alt. 20m	850	OUI Grande Terre (< 1 125)	Epandage aérien (année 2)
TOTAL ILOTS	<i>R. exulans</i> (pot. 10) <i>R. rattus</i> (pot. 8) <i>Feliscatus</i> (pot. 7) <i>Sus scrofa</i> (pot. 3)	235.12			OUI (9) NON (7)	Epandage manuel (X, surface : 86.1 soit 37%) Epandage aérien (10, surface : 149.02 soit 63%)

**Tableau de synthèse** des espèces envahissantes présentes sur chaque îlot et de la stratégie d'éradication associée. Les distances minimales à la Grande Terre ou à l'îlot le plus proche permettent d'évaluer les risques de ré-invasion naturelle par les rats (le risque de colonisation naturelle par le rat surmulot hypothétiquement présent, n'est ici pas considéré). Les îlots sont classés du nord au sud. Les lignes grisées indiquent les îlots qui communiquent par un bras de sable émergé à marée basse.