

Office National des Forêts

Liberté Égalité Fraternité





I.	Introduction	3
II.	Matériel & Méthode	. 4
a.	La zone d'étude	4
b.	Les aspects logistiques	5
C.	Cartographie des niveaux d'invasion	5
d.	Les relevés ponctuels	6
e.	La détermination des zones de lutte prioritaires	7
III.	Résultats	8
a.	Les espèces végétales exotiques présentes dans l'ACI	8
e.	La détermination des zones de lutte prioritaires	12
IV.	Discussion	.13
a. cas	Des espèces invasives « transformatrices » et des phénomènes d'invasions en scade	13
b.	Lutter en priorité dans les zones encore faiblement envahies : pourquoi?	14
C.	Lutter en priorité dans les zones encore faiblement envahies : où ?	16
V.	Conclusion	.17
VI.	Bibliographie	.18

Introduction

Grand Etang est un site remarquable à La Réunion car il abrite un grand lac volcanique, bordé de remparts abrupts et impressionnants. Il est classé en cœur de Parc national et inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO, aussi bien pour l'unicité de ce type de paysage que pour la biodiversité qu'il abrite.

Aux pieds de ses remparts, on retrouve la forêt départemento-domaniale de Grand-Etang, constituée de forêt naturelle humide de moyenne altitude, dans des états de conservation très hétérogènes. Les parties les plus planes et accessibles ont subi d'importants défrichements historiques et coupes de bois, avec des zones aujourd'hui totalement envahies par le Goyavier et le Jamerose, deux plantes invasives très virulentes dans ce type d'habitat forestier.

Le Puy de l'Etang fait partie des zones à Grand Etang qui ont été relativement épargnées par les perturbations anthropiques passées, en raison de sa déclivité. Il abrite une forêt humide de moyenne altitude encore très préservée par endroit, avec la présence de plusieurs espèces végétales rares, du Gecko vert de Bourbon et de nombreuses autres espèces animales qu'il reste encore à mieux étudier. Par ailleurs, ce site est facile d'accès et peu éloigné à pied. Pour toutes ces raisons, l'aménagement forestier de la forêt de Grand Etang, révisé en 2016, a proposé après une analyse globale de la forêt, de mettre en place à cet endroit une Aire de Contrôle Intensive (ACI) afin de concentrer les efforts de lutte et de restauration écologique (ONF, 2016).

Les premiers travaux de lutte ont commencé en 2018 (financement Conseil Départemental) et le Puy de l'Etang a intégré officiellement le réseau d'ACI en 2020 (Triolo, 2019; ONF, 2020) (v. fig. n° 1).

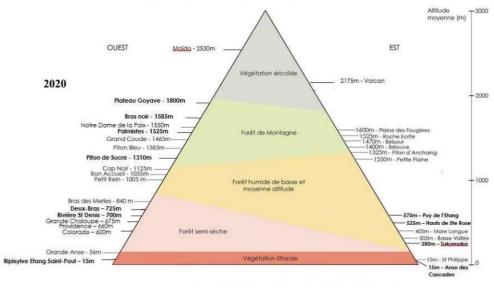


Figure 1: réseau des Aires de Contrôle Intensive (ACI) mises en place à la Réunion (ONF, 2020). Les ACI en gras ont intégré le réseau en 2020

Le réseau d'ACI: « DU BATTANT DES LAMES AU SOMMET DES MONTAGNES »

Dans le cadre du programme MIG BIO (subvention nationale du ministère de l'Environnement à l'ONF), une étude de l'ACI du Puy de l'Etang a été réalisée et rédigée en 2022-2023 afin :

- D'évaluer et cartographier finement les différents niveaux d'invasion dans l'ACI;
- Enrichir les connaissances florisitiques de cette ACI;
- Déterminer les zones d'actions prioritaires en matière de lutte et de restauration écologique, en prenant en compte les contraintes budgétaires.

La méthologie employée et les résultats obtenus sont présentés dans ce rapport.

II. Matériel & Méthode

a. La zone d'étude

L'ACI du Puy de l'Etang est située à 600 m d'altitude dans la commune de Saint-Benoît (lle de La Réunion) au sein de la forêt départemento-domaniale de Grand Etang, gérée par l'ONF (figure 2).

Elle abrite une forêt humide de moyenne altitude remarquable (Lacoste et al., 2016), qui s'est établie sur un cône volcanique complexe de 800 m de long et 600 m de large avec plusieurs sommets situés jusqu'à 70 m audessus du niveau de l'étang et au moins un cratère avéré au centre du complexe (Michon, 2017) (figure 3). Plusieurs espèces végétales rares et protégées sont recensées dans l'ACI. Cette forêt abrite également le Gecko vert de Bourbon et tout un cortège d'espèces animales endémiques (passereaux forestiers, insectes...).

L'ACI a été officiellement créée en 2020 par l'ONF (ONF, 2020) sur une surface de 7,4 ha. Elle a été également identifiée par le Parc national et ses partenaires comme une zone prioritaire pour la lutte contre les plantes invasives à l'échelle de l'île (Fenouillas et al., 2020).

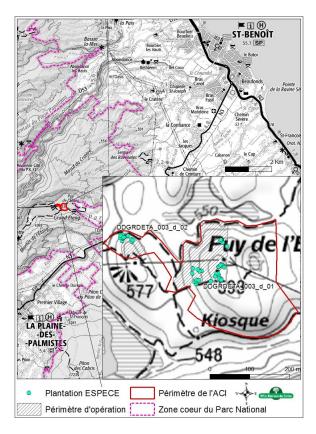


Figure 2 : ACI du Puy de l'Etang

Financés par le Conseil Départemental, des travaux de lutte sont réalisés tous les ans dans l'ACI par l'ONF depuis 2018, initialement sur 1 ha, et depuis 2021 sur une surface totale de 1,85 ha. La figure 2 permet de localiser les deux périmètres des opérations de lutte, en cours en 2023 (« DDGRDETA_003_d_01» et «DDGRDETA_003_d_02»).

En 2019, dans le cadre du projet FEDER « ESPECE » une opération de renforcement d'espèces d'arbre rares et protégées a été réalisée dans l'ACI par le Parc National, en collaboration avec le CBNM et l'ONF. La figure 2 permet de voir la localisation des individus qui ont été plantés dans les deux zones qui font l'objet de travaux de lutte. Ces plantations bénéficient d'un entretien spécifique dans le cadre des deux opérations de lutte en cours.



Figure 3: photo aérienne du Puy de l'Etang (premier plan) et de Grand Etang (auteur: cité du Volcan, Lucette Ferlicot), dans Michon, 2017)

b. Les aspects logistiques

Les inventaires sur le terrain ont été réalisés au cours de l'année 2022. Au total, 8 personnes de l'ONF ont participé à l'inventaire, sur 14 demi-journées (Léa MARIE, Julien TRIOLO, Cécile FOURTET, Juliette ROURTET, Romain TCHAKAMIAN, Lorène BERNHARD, Victor THIERY-DE-REMBAU et Solène GIRARD).

c. Cartographie des niveaux d'invasion

La méthode de cartographie des niveaux d'invasion consiste en une prospection de transects de 30 m de largeur. Les transects sont délimités par des layons qui ont été au préalable dessinés avec le logiciel ARCGIS 10.8.1 (Figure 4).

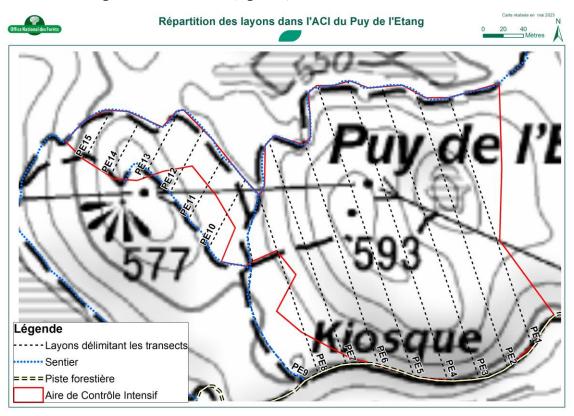


Figure 4 : Répartition des layons espacés de 30 m dans l'ACI du Puy de l'Etang

Chaque transect a été prospecté par une équipe d'au moins 2 personnes, en commençant toujours par une extrémité du transect. Les 2 agents se répartissent sur la largeur du transect comprise entre deux layons, dont les tracés ont été téléchargés au préalable sur GPS et sur le logiciel cartographique Field Maps 23.1.1. installé sur les téléphones portables des agents de l'ONF Réunion.

Au fil de l'avancée dans le transect, chaque changement du niveau d'invasion de la végétation dans la strate basse (herbacée) et haute (arborée/arbustive) est relevé au GPS ou sur Field Maps par un point «frontière». Le parti pris a été de réunir les strates arborée et arbustive en une seule strate car elles sont difficilement différentiables, en raison de la faible hauteur des arbres.

Le niveau d'invasion a été décrit selon 4 classes pour les deux strates étudiées, qui sont fonction de l'abondance des espèces végétales exotiques en termes de biomasse. Ces classes témoignent du degré de transformation de la forêt et des efforts qu'il faudrait fournir pour revenir à un état non dégradé. Elles sont décrites et illustrées ci-dessous dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Critères utilisés pour déterminer l'état d'invasion des strates étudiées (issues de Marie et al, 2021).

	Nul	Faible	Moyen	Fort
	Aucune espèce exotique n'est présente dans la strate (biomasse = 0 %)	Des individus exotiques sont présents ponctuellement dans la strate (biomasse < 20 %)	Les espèces exotiques sont disséminées dans la strate (biomasse entre 20 et 50 %)	La strate est dominée par les espèces exotiques (biomasse > 50 %)
Strate arborée / arbustive				
	Aucune espèce exotique n'est présente dans la strate (biomasse = 0 %)	Des individus exotiques sont présents ponctuellement dans la strate (biomasse < 20 %)	Les espèces exotiques sont disséminées dans la strate (biomasse entre 20 et 50 %)	La strate est dominée par les espèces exotiques (biomasse > 50 %)
Strate herbacée				

d. Les relevés ponctuels

Un relevé spécifique au GPS a été réalisé pour les stations d'espèces végétales protégées et/ou menacées selon les critères de l'UICN, ainsi que pour les stations d'espèces végétales exotiques encore faiblement établies dans l'ACI.

e. La détermination des zones de lutte prioritaires

Dans le but de fournir un outil opérationnel au technicien forestier en charge de la programmation des action de lutte, et dans l'objectif d'étendre les travaux de lutte dans l'ACI dans les secteurs les plus pertinents en matière de restauration écologique, une priorisation des zones de lutte diffuse et de reconstitution écologique a été opérée à l'aide d'une clef décisionnelle (v. figure 5).

En matière de restauration écologique, il est plus efficient et moins onéreux par expérience de restaurer une forêt indigène insulaire quand son couvert forestier est encore dominé par des espèces indigènes (Triolo, 2005).

La priorité 1 est donc de continuer d'agir en lutte diffuse dans les zones où la strate arborée est encore très préservée, et où l'on peut s'appuyer sur une bonne régénération naturelle après élimination des plantes invasives.

Les zones, où le couvert forestier est moyennement envahi, sont classées soit en priorité 2 ou 3 en fonction de la présence d'espèces végétales rares ou protégées, pour effectuer de la lutte diffuse et progressive dans le couvert forestier et le sous bois.

Les zones où le couvert forestier est dominé par des plantes invasives (rem.: par le Goyavier principalement dans cet ACI) sont les plus difficiles et les plus onéreuses à restaurer, et pour un résultat parfois incertain. Si les moyens le permettent et que cela n'obère pas la réalisation des actions de lutte diffuse prioritaire, il serait intéressant de mener une reconsitution écologique après élimination en plein du Goyavier, en priorisant les zones permettant de relier les zones les plus préservées et former ainsi des zones de corridor écologique.

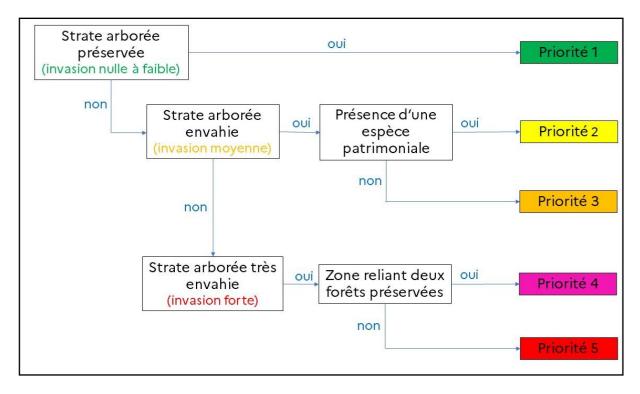


Figure 5 : Critères utilisés dans la classification des zones prioritaires à la lutte dans l'ACI du Puy de l'Etang

III. Résultats

a. Les espèces végétales exotiques présentes dans l'ACI

Au total, 13 espèces végétales exotiques envahissantes ont été inventoriées dans l'ACI du Puy de l'Etang. Elles sont listées dans le tableau 2 présenté ci-dessous.

T-61 0.1:-+1		-			1/A CI -1. D.	1 - 1/54
Tableau 2 : Liste des	especes veget	aies exotique	s envanissantes	recensees da	ins l'ACI au Pi	Jy de l'Etang

Nom scientifique	Nom commun	Famille	Type biologique	Espèce faiblement établie dans l'ACI
Ageratina riparia	Jouvence	Asteraceae	Herbacée	Non
Ardisia crenata	Bois de Noël	Primulaceae	Arbuste	Non
Clidemia hirta	Tabac-bœuf	Melastomataceae	Arbuste	Oui
Diospyros digyna	Sapote	Ebenaceae	Arbre	Oui
Impatiens walleriana	Balsamine	Balsaminaceae	Herbacée	Oui
Lantana camara	Galabert	Verbenaceae	Arbuste	Non
Litsea glutinosa	Avocat marron	Lauraceae	Arbre	Oui
Lonicera japonica	Chèvrefeuille	Caprifoliaceae	Liane	Oui
Magnolia champaca	Champac	Magnoliaceae	Arbre	Oui
Psidium cattleyanum	Goyavier	Myrtaceae	Arbuste	Non
Rubus alceifolius	Raisin marron	Rosaceae	Liane	Non
Solanum mauritianum	Bringellier marron	Solanaceae	Arbuste	Oui
Syzygium jambos	Jamerose	Myrtaceae	Arbre	Non

Les deux espèces actuellement les plus problématiques dans l'ACI sont le Goyavier et le Bois de Noël, qui ont une très forte dynamique d'invasions.



Figure 6 : Photos de Bois de noël (A) et de Goyavier (B), les deux espèces exotiques les plus envahissantes dans l'ACI du Puy de l'Etang (L. Marie, ONF)

La carte suivante présente les résultats d'inventaires des différents niveaux d'invasions relevés dans l'ACI.

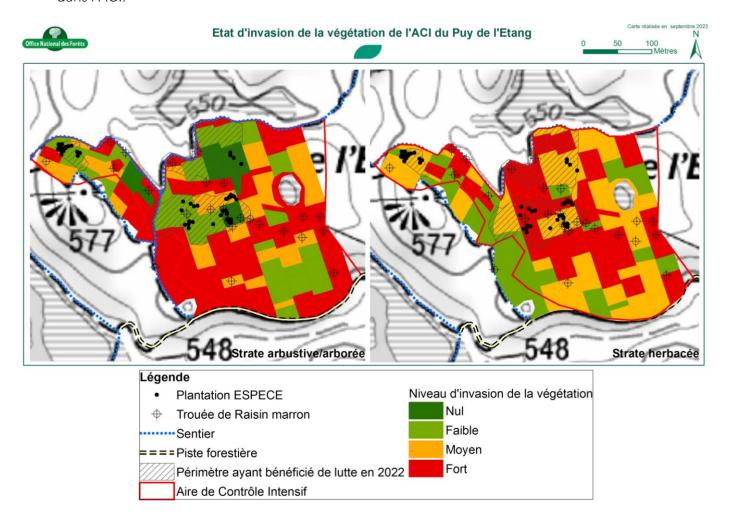


Figure 7 : Cartographie de la répartition spatiale de l'invasion dans les strates arborée/arbustive et herbacée de l'ACI du Puy de l'Etang

Les deux graphiques suivants permettent d'indiquer le pourcentage de chaque niveau d'invasions dans l'ACI, dans les deux strates étudiées.

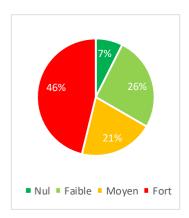


Figure 8 : Représentation de chaque niveau d'invasion dans la strate arborée/arbustive comparé à la superficie totale prospectée dans l'ACI du Puy de l'Etang

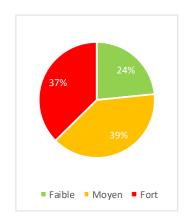


Figure 9 : Représentation de chaque niveau d'invasion dans la strate herbacée comparé à la superficie totale prospectée dans l'ACI du Puy de l'Etang

Un tiers de la superficie de l'ACI est encore très préservé des invasions biologiques dans la strate arborée/arbustive (Figure 8): en effet, cette strate est faiblement envahie sur 1,99 ha et exempte d'espèces envahissantes sur 0,57 ha. À l'opposé, le Goyavier se propage dans le reste de la strate arborée/arbustive de l'ACI, où il peut former des fourrés denses et monospécifiques. Le Goyavier occupe quasiment exclusivement, et de manière très dense, la strate arborée dans les zones historiquement défrichées, comme par exemple sous la ligne haute tension et au niveau des lisières des pistes. De même, le Raisin marron est ponctuellement fréquent dans cette strate, colonisant les trouées forestières formées par la chute de grands arbres. Le Raisin marron prospère également dans le couloir défriché sous la ligne de haute tension, comme en témoigne l'alignement des trouées de Raisin marron observables sur la Figure 7. Ces trouées envahies par le Raisin marron couvrent une superficie totale de 0,13 ha.

La strate herbacée de l'ACI est globalement plus envahie que la strate arborée/arbustive. Seul ¼ de la superficie de l'ACI montre un faible niveau d'invasion dans le sous-bois (Figure 9), correspondant à 1,79 ha. Le reste de la superficie est moyennement (3,01 ha) à fortement (2,87 ha) envahie par les espèces végétales exotiques, majoritairement représentées par le Goyavier et le Bois de Noël (Figure 9).

On peut noter aussi que la strate herbacée est fortement envahie dans les zones de lutte actuelles contre le Goyavier. Cela est due à une invasion très forte du sous bois par le Bois de Noël suite à l'élimination du Goyavier, mais aussi par la présence importante de jeunes rejets de Goyavier.

c. Détection précoce d'espèces végétales exotiques à caractère fortement envahissant

La carte suivante permet de localiser les 7 espèces invasives encore faiblement établies dans l'ACI.

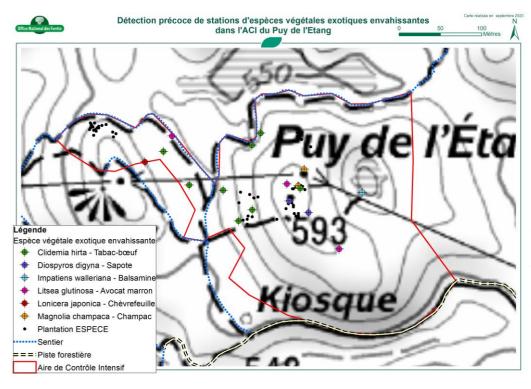


Figure 10:
Cartographie
des stations
d'espèce
végétale
exotique
envahissante
encore
faiblement
établies dans
l'ACI du Puy
de l'Etang

La plupart de ces espèces ne sont représentées que par une ou deux stations (Figure 10). Seul le Tabac-bœuf (*Clidemia hirta*), espèce héliophile qui pullule à la faveur d'entrée lumineuse en sous-bois, montre une invasion inquiétante en proliférant déjà sur 8 stations et une surface totale estimée à plus de 400 m².

d. Les espèces à enjeux de conservation répertoriées durant l'inventaire

6 espèces végétales endémiques à enjeux ont été répertoriées durant cette étude. (Tableau 3), dont 3 étaient déjà connues dans la zone (A. rubra, D. borbonica et O. borbonica) et 3 ont été nouvellement découvertes dans l'ACI (E. bosseri, E. mespiloides et G. similis). Toutes sont protégées par arrêté ministériel et 4 sont classées « Vulnérable » selon les critères de l'UICN. De plus, l'inventaire a permis de dénombrer 43 stations de A. rubra alors qu'une seule station était connue auparavant.

Tableau 3 : Liste des espèces végétales à enjeux répertoriées durant cet inventaire. Les statuts de menace attribués à chaque espèce signifient : Données déficientes (DD), Vulnérable (VU) et Quasi menacée (NT)4

Nom scientifique	Nom commun	Famille	Endémicité		Statut de protection	Nb de stations
Acanthophoenix rubra	Palmiste rouge des bas	Arecaceae	Mascareignes	DD	Prot.	43
Diospyros borbonica	Bois noir des hauts	Ebenaceae	Réunion	VU	Prot.	1
	Bois de nèfles à grandes feuilles		Réunion	NT	Prot.	1
Eugenia mespiloides	Bois de nèfles à grandes feuilles	Myrtaceae	Mascareignes	VU	Prot.	1
Gastrodia similis		Orchidaceae	Réunion	VU	Prot.	1
Ochrosia borbonica	Bois jaune	Apocynaceae	Mascareignes	VU	Prot.	1

La carte suivante de localiser ces stations d'espèces menacées et protégées :

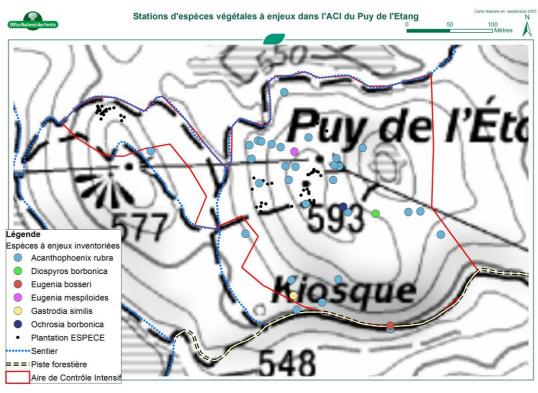


Figure 11:
Cartographie
des stations
historiques et
nouvellement
découvertes
d'espèces
végétales à
enjeux de
conservation
dans l'ACI du
Puy de l'Etang

À noter que l'observation de *Gastrodia similis* est extrèmement rare (Figure 12). Cette petite orchidée saprophyte n'est connue que par quelques stations dispersées dans les forêts tropicales humides de l'île de La Réunion (Augros & Martos, 2016).

Présentes dans la base de données Borbonica (2021), les stations de *Polyscias borbonica, Embelia micrantha* et *Cheiroglossa malgassica* n'ont pas été retrouvées durant l'inventaire. Elles sont néanmoins cartographiées sur la Figure 11.

Enfin, les plantations du projet FEDER « ESPECE » n'ont pas fait l'objet d'un bilan particulier durant cette étude car elles sont suivies par le Parc national de La Réunion et le Conservatoire Botanique National de Mascarin.



Figure 12 : Photo de Gastrodia similis (C. Fourtet, ONF)

e. La détermination des zones de lutte prioritaires

La carte suivante présente les différentes zones de l'ACI classées suivant les priorités de lutte et de restauration écologique (figure 13). 42 % de la surface de l'ACI est classée en zone prioritaire d'action (priorité 1 ou 2), justifiée par un faible niveau d'invasion de la strate arborée/arbustive ou une proximité avec des plantations du projet ESPECE.

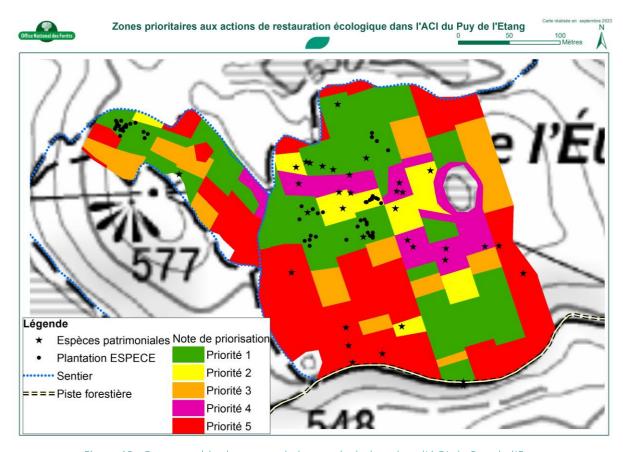


Figure 13 : Cartographie des zones de lutte prioritaires dans l'ACI du Puy de l'Etang

IV. Discussion

a. Des espèces invasives «transformatrices» et des phénomènes d'invasions en cascade.

Cette étude a permis, encore une fois, de confirmer la capacité de certaines espèces exotiques à envahir très sévèrement la canopée et le sous-bois de forêt naturelle, et de former, par endroits, des formations monospécifiques quasiment dénuées d'espèces indigènes présentes à l'origine. Il s'agit d'espèces invasives dites «transformatrices», qui modifient grandement les conditions du milieu, en limitant par exemple la disponibilité de la luminosité au sol ou la régénération naturelle des espèces indigènes (Richardson et al., 2000).

D'une manière générale, dans l'ACI, les zones où les plantes invasives dominent correspondent à des zones historiquement perturbées, où le couvert forestier originel a été détruit (pour la coupe de bois, travaux liés à l'antenne...). Le problème réside dans le fait que ces espèces parviennent à envahir des portions de forêts très peu perturbées, et envahissent progressivement et très fortement le sous-bois puis la canopée.

Dans l'ACI, l'espèce « transformatrice » la plus problématique est de loin le Goyavier, qui est également l'espèce la plus envahissante et problématique dans les milieux naturels à la Réunion (Cadet, 1980; Macdonald et al., 1991; Macdonald, 2010). Elle forme par endroits des fourrés très denses et monospécifiques. Son écorce qui se desquame est par ailleurs très peu propice au développement des épiphytes (orchidées, fougères...). Les fourrés denses de Goyavier constituent ainsi de véritables « déserts » en matière de biodiversité.

Malheureusement, cette espèce n'est pas la seule « transformatrice » dans l'ACI. On peut citer par exemple le Raisin marron et la Jouvence qui envahissent les trouées forestières créées par la chute des arbres, en bloquant quasiment toute régénération naturelle des plantes indigènes cicatricielles. Des portions de forêts anciennement défrichées, situées en limite de l'ACI, sont par ailleurs totalement dominées par le Jamerose.

Les travaux de lutte menés jusqu'à présent ont donc ciblé ces espèces les plus problématiques, dans les portions de forêts où les espèces indigènes dominaient encore la végétation.

En éliminant ces espèces, en particulier le Goyavier, on a observé très rapidement un phénomène d'invasions en cascades, en particulier par le Bois de noël dans le sous-bois. Depuis 2023, l'ONF a donc commencé à agir en parallèle contre le Bois de noël dans les zones de lutte contre le Goyavier, après le constat de son invasion spectaculaire du sous-bois malgré la précaution prise de mener une lutte progressive dans le couvert forestier. Il est donc primordial de continuer et de développer une lutte globale contre les espèces invasives présentes, pour prendre en compte ce phénomène d'invasions en cascade. Il apparait également important de prôner en particulier une lutte ciblée contre les espèces exotiques invasives encore faiblement implantées, pour éviter qu'elles ne se développent à terme dans l'ACI.

Pour nuancer ce constat alarmant et assez pessimiste, notre étude a également mis en avant qu'une surface importante de l'ACI étaient encore dominée par des plantes indigènes, avec une biodiversité importante, où il nous parait plus efficient de continuer à lutter en priorité contre ces espèces « transformatrices ».

En effet, il est aujourd'hui communément admis à La Réunion qu'il est prioritaire de lutter dans les zones encore faiblement envahies, pour mettre en œuvre des chantiers de lutte plus efficaces, moins onéreux et sur de plus grandes surfaces de milieux naturels (Triolo, 2005, Fenouillas et al., 2021)

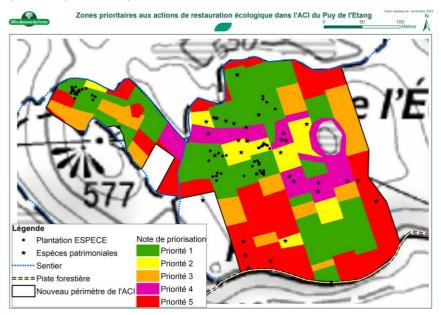
b. Lutter en priorité dans les zones encore faiblement envahies : pourquoi ?

Notre inventaire a mis en avant l'hétérogénéité de l'état d'invasion dans l'ACI, avec par endroits des portions de forêts très préservées et à l'inverse des portions totalement transformées, en particulier par le Goyavier.

Cette ACI étant d'une faible surface (7,4 ha), il apparait quand même pertinent, en parallèle de lutter en priorité dans les zones encore préservées, de reconquérir les secteurs les plus envahies, afin de reconstituer à terme une forêt naturelle sur l'ensemble de l'ACI.

La principale contrainte pour mener une restauration écologique globale de l'ACI est constituée par le budget disponible actuel pour la lutte contre les plantes invasives. Nous avons donc mené une analyse budgétaire à partir des résultats de cette étude pour évaluer nos capacités actuelles en matière de lutte et de restauration écologique dans cette ACI, et mesurer ainsi les efforts financiers supplémentaires pour traiter toute l'ACI.

Pour ces calculs, nous avons tout d'abord commencer par redélimiter précisément les contours de l'ACI pour arrêter les surfaces définitives à retenir pour chaque état d'invasion. Certains contours ont été légèrement modifiés par rapport au tracé de la piste sur SIG qui n'était pas tout à fait exact, et pour exclure également certaines zones très envahies en limite de l'ACI. La carte suivante présente le contour actualisé de l'ACI et rappelle la priorisation spatiale qui a été opérée.



Priorité	Surface (m²)	Pourcentage
1	25150	34
2	5706	8
3	9964	13
4	7688	10
5	26320	35
Total	74828	100

Figure 14: Cartographie des zones de lutte prioritaires dans l'ACI du Puy de l'Etang (contours actualisés)

Pour les trois premiers niveaux de priorité, qui occupent une surface totale de 4,08 ha, l'action à mener correspond à de la lutte diffuse (Triolo, 2015). Il s'agit de mener annuellement un contrôle des plantes invasives afin que ces dernières restent à un faible niveau d'invasion.

Pour les priorités 4 et 5, il s'agit pour 3.4 de mettre en œuvre un itinéraire de reconstitution écologique de milieux transformés (Triolo, 2015). Dans ce cas, il faut éliminer en plein le Goyavier (qui forme des fourrés très denses), réaliser une plantation dense d'espèces indigènes et assurer ensuite l'entretien de cette plantation jusqu'à ce qu'elle soit acquise.

Pour ces deux itinéraires techniques de restauration écologique - lutte diffuse et reconstitution écologique - les tableaux suivants présentent les coûts des actions correspondantes par hectare, estimés à partir des travaux réalisés en 2023 dans l'ACI et des

moyennes constatées pour des travaux similaires menés dans ce type de forêt humide de moyenne altitude.

Tableau n°4 : estimation du coût de la lutte diffuse dans l'ACI (pour les zones priorités 1 à 3)

Années	Interventions à réaliser	Coût/ha (euros)
Année N+1 à N+4	Lutte diffuse (contre ensemble des plantes invasives présentes)	18 500
Année N+5 à N+14	Lutte diffuse (contre ensemble des plantes invasives présentes)	16 000

Tableau n°5 : estimation du coût de la reconstitution dans l'ACI (pour les zones priorités 4 et 5)

Années	Interventions à réaliser	Coût/ha (euros)
Année N	Préparation manuelle du terrain : élilination en plein du goyavier, mise en andains	35 000
Année N	Plantation dense à 5000 plants / ha : fourniture des plants	55 000
Année N	Plantation dense à 5000 plants / ha : transport et mise en place des plants	30 000
Année N+1 à N+3	3 dégagements par an	21 000
Année N+4 à N+14	2 dégagements par an	14 000

A partir de ces données financières, nous avons pu estimer de manière simplifiée le coût total que représenterait la restauration écologique de l'ensemble de l'ACI, en considérant qu'un pas de temps de 15 ans permettrait d'obtenir un résultat satisfaisant.

La reconstitution écologique des 3,4 ha des zones très envahies coûterait environ 1 145 800 euros, soit un peu plus cher que de restaurer les 4 ha des zones peu envahies (1 030 200 euros). Il faut aussi surtout souligner que la reconstitution coute très cher la première année, par rapport aux travaux de préparation de terrain et aux plantations denses d'espèces indigènes nécessaires pour reconquérir ces zones.

Le tableau ci-après présente les détails du calcul effectué. Le graphique présente le budget nécessaire dont il faudrait disposer chaque année (figure 15).

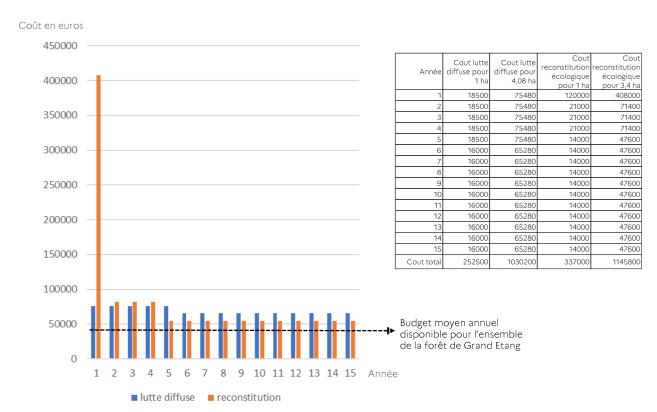


Figure 15 : Analyse comparative du coût de la reconstitution écologique sur 3,4 ha et du coût de la lutte diffuse sur 4,08 ha sur 15 ans, par rapport au budget annuel disponible actuellement pour la forêt de Grand Etang

Le graphique précédent (figure 15) montre qu'il est totalement impossible avec les budgets

actuels, dont dispose actuellement l'ONF, de mettre en œuvre la reconstitution écologique des zones les plus envahies.

Pour la lutte dans les zones où le couvert est encore dominé par des arbres indigènes, on observe également qu'il n'est pas possible de mener de front une lutte diffuse sur l'ensemble des zones de priorité 1, 2 et 3. Il faut à ce propos rappeler que le budget annuel pour la lutte dans la forêt de Grand Etang sert également à la réalisation d'autres actions de lutte en dehors de l'ACI, en particulier de sauvegarde de stations menacées d'extinction, qui répondent également à des enjeux importants pour la biodiversité à l'échelle de l'île.

Par conséquent, cette approche économique conforte le bienfondé d'étendre principalement les travaux de lutte actuels aux zones de priorité 1, pour parvenir à une surface totale de lutte diffuse d'un peu moins de 3 ha dans l'ACI (v. chapitre suivant).

Pour arriver à restaurer plus de surface, il faudrait obtenir des budgets supplémentaires. On pourrait par exemple, pour les zones à reconstituer, solliciter un financement spécifique du Conseil Départemental dans le cadre du projet 1 million d'arbres. Mais au vu des sommes nécessaires, il nous parait raisonnable de ne proposer en reconstitution écologique que les zones indiquées en priorité 4 qui permettraient de créer un corridor écologique entre les zones faiblement envahies faisant l'objet de lutte. Ces opérations de reconstitution écologique auraient encore plus de sens si elles permettaient de replanter des espèces rares et menacées d'extinction (en particulier celles nécessitant fort apport de lumière pour se développer) (Baider & Florens, 2011), comme ce qui a été initié à travers le projet ESPECE.

c. Lutter en priorité dans les zones encore faiblement envahies : où ?

Notre étude a permis de déterminer la zone d'extension prioritaire des travaux de lutte dans l'ACI. Elle cible une zone de priorité 1, faiblement envahie et d'une surface de 0,85 ha. La carte suivante permet de localiser cette zone, que le technicien forestier pourra proposer pour le programme de lutte 2025, qui sera élaboré au cours de l'année 2024. Cela permettrait d'avoir une surface de lutte de 2,7 ha dès 2025, compatible avec les budgets disponibles.

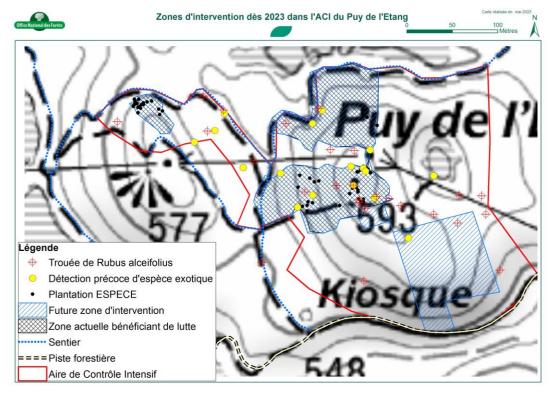


Figure 16 : localisation de la zone de lutte prioritaire à programmer dès 2025

V. Conclusion

L'ACI du Puy de l'Etang abrite des portions de forêt humide de moyenne altitude encore faiblement envahie, alors que ce type de forêt est très fortement envahi quasiment sur l'ensemble de l'île (et en, particulier dans l'Est), en particulier par le Goyavier qui remplace progressivement les espèces indigènes dans le sous-bois puis dans la canopée.

Malgré la petite surface de l'ACI (7,4 ha), notre étude a permis de montrer la nécessité de lutter en priorité dans les zones encore faiblement envahies - en concordance avec les conclusions de l'étude de priorisation spatiale de Fenouillas et al. (2021) mené par le Parc national - car les budgets actuels ne permettent de mener de front la restauration écologique de l'ensemble de l'ACI. L'étude a également souligné l'importance de mener une lutte contre l'ensemble des espèce invasives, et en particulier pour ne pas laisser le champ libre au Bois de Noël après l'élimination du Goyavier, mais aussi aux autres espèces invasives encore faiblement établies dans l'ACI.

Après l'inventaire exhaustif des niveaux d'invasion dans l'ACI, une zone de lutte prioritaire a été définie au niveau d'une zone encore faiblement envahie, qui permettra d'étendre la surface de lutte actuelle à près de 3 hectares.

L'intervention dans les zones très envahies apparait moins prioritaire et aussi moins urgente que de restaurer les zones faiblement envahies, car ces zones sont déjà dans un niveau d'invasion très avancées, alors que les zones actuellement faiblement envahies pourraient devenir très envahies en l'absence d'actions de lutte. Il faudrait surtout des moyens supplémentaires conséquents pour s'attaquer à la restauration écologique des zones totalement transformées. Certaines zones, pouvant former des corridors écologiques entre les zones peu envahies, pourraient être priorisées, et permettrait également la plantation d'arbres raréfiés et menacés, qui connaissent des difficultés à se disperser (liées à la disparition de leur disséminateurs naturels) et qui nécessitent des zones ouvertes pour leur développement.

VI. Bibliographie

AUGROS S., MARTOS F. 2016. Nouvelles observations de *Gastrodia similis Bosser* dans le Nord de La Réunion et intérêt des écosystèmes hydrides pour la conservation de la biodiversité de l'île (Orchidaceae, Gastrodieae). *Cahiers scientifiques de l'océan Indien occidental.* 7 : 3-6.

BAIDER, C. & FLORENS, F.B.V. 2011. Control of invasive alien weeds averts imminent plant extinction. *Biol Invasions*. 13, 2641-2646.

CADET, T. 1980. La végétation de l'île de La Réunion: Etude phytoécologique et phytosociologique. Université d'Aix Marseille, France. Thèse.

FENOUILLAS, P., AH-PENG, C., AMY, E., BRACCO, I., GOSSET, M., INGRASSIA, F., LAVERGNE, C., LEQUETTE, B., NOTTER, J.C., PAUSE, J.M., PAYET, N., PAYET, G., PICOT, F., POUNGAVANON, N., STRASBERG, D., THOMAS, H., TRIOLO, J., TURQUET, V. and ROUGET, M. 2020. Priorisation spatiale des actions de gestion des plantes exotiques envahissantes : une étape-clé de la conservation à long terme des milieux naturels à La Réunion. CIRAD.

FENOUILLAS, P., AH-PENG, C., AMY, E., BRACCO, I., DAFREVILLE, S., GOSSET, M., INGRASSIA, F., LAVERGNE, C., LEQUETTE, B., NOTTER, J.-C., PAUSÉ, J.-M., PAYET, G., PAYET, N., PICOT, F., POUNGAVANON, N., STRASBERG, D., THOMAS, H., TRIOLO, J., TURQUET, V. and ROUGET, M. 2021. Quantifying invasion degree by alien plants species in Reunion Island. Austral Ecology, 46: 1025-1037

LACOSTE M., FÉRARD J., FONTAINE C., PICOT F. & GIGORD L., 2016 – Cahiers d'habitats de La Réunion : étage mégatherme hygrophile. *Conservatoire Botanique de Mascarin, Saint-Leu, Réunion*, 335 p. + annexes

MARIE, L., DUMONT, R., FOURTET, C., BALVEY, R., ROUSSEL, L., & TRIOLO, J. 2021. Etat d'invasion et stratégie de lutte dans l'ACI de Petit Rein. Rapport ONF - MIG BIO 2021. 30 p.

MACDONALD, I., THÉBAUD, C., STRAHM, W., & STRASBERG, D. 1991. Effects of Alien Plant Invasions on Native Vegetation Remnants on La Réunion (Mascarene Islands, Indian Ocean). Environmental Conservation, 18(1), 51-61.

MACDONALD, I.A.W. 2010. Final report on the 2010 resurvey of alien plant invaders on the island of reunion. A project of the University of Reunion with funding and logistical support from the National Park of Reunion. 43 pp.

MICHON, L. 2017. Grand Etang et Puy de l'Etang. [Rapport Technique] Université de La Réunion. 2017, pp.1-3. ffhal-01583156f

ONF, 2016. Aménagement forestier de la forêt de la Plaine des Palmistes et de Grand Etang 2016 – 2030.

RICHARDSON, D.M., PYSEK, P., REJMANEK, M., BARBOUR, M.G., PANETTA, F.D. et West C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Biodiversity and Distribution*. 6, pp. 93-107.

TRIOLO, J. 2005. Guide pour la restauration écologique de la végétation indigène. ONF, Réunion. 89 p.

TRIOLO, J. (ONF)., 2015. Itinéraires techniques de restauration écologique ONF en cœur de Parc National. Document technique validé en CS du parc national, élaboré en collaboration avec G. Sicard, F. Ingrassia, S. Roussel (ONF) et S. Baret et J.M. Pausé (Parc National).

TRIOLO, J. (ONF), 2019. Les ACI : outil opérationnel pour la déclinaison de la nouvelle stratégie régionale de lutte dans les forêts gérées par l'ONF. Résumé pour les actes du séminaire GECOBIO organisé en 2019 par le Parc National de La Réunion. 6 p.

TRIOLO, J. 2020. Guide sur les Aires de Contrôle Intensif (« ACI »). ONF, Réunion. 89 p.





Direction régionale de l'ONF Réunion

Service Forêt et Milieux Naturels Pôle écologie

Boulevard de la Providence – CS 71072 97404 Saint-Denis CEDEX