

Ile de La Réunion



Guide pour la **restauration écologique** de la **végétation indigène**

Julien Triolo



Cet ouvrage a vu le jour grâce au soutien financier
du Conseil Régional de La Réunion et de l'Union Européenne
Il a été édité grâce au Fonds pour l'Ecologie et le Développement Durable de l'ONF



Ile de La Réunion

Guide pour la restauration écologique de la végétation indigène

Julien TRIOLO,
Ingénieur écologue à l'US Aménagement et Gestion Durable
Contact : julien.triolo@onf.fr



Direction Régionale de La Réunion
Domaine Forestier de la Providence
97 488 Saint-Denis Cedex
La Réunion

Tél : (+262) 0262 90 48 00 – Fax : (+262) 0262 90 48 37
Mél : Dr.Reunion@onf.fr
Site Internet : www.onf.fr

© ONF – novembre 2005

Aucune reproduction, même partielle, autre que celles prévues à l'article L 122-5 du Code de la Propriété Intellectuelle ne peut être faite de ce document sans l'autorisation expresse de l'Office National des Forêts, Direction Régionale de La Réunion – Saint-Denis de La Réunion.

ISBN : 2-84207-301-0

Imprimerie GRAPHICA
Dépôt légal : 3085 – DECEMBRE 2005

REMERCIEMENTS

Mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes rencontrées au cours des deux années d'études qui ont conduit à l'élaboration de ce guide :

Merci tout d'abord au responsable de l'US Aménagement et Gestion Durable, Alain Brondeau, pour son soutien et ses conseils avisés.

Merci à tous les collègues de l'US Aménagement et Gestion Durable pour leurs aides diverses et variées : Laurent Breton, Daniel Conti, Colette Dufour, Mylaine Haw Shing, Véronique Hoarau, Martin Kerneis, Josette Legentilhomme, Franck Mathevon, Patricia Mercy et Olivier Roussel.

Merci également à tous les agents forestiers de l'ONF pour leur participation à cette étude et en particulier à : Pascal Arnould, Patrick Chefson, Bernard Devaux, Jacques Gauvin, André Libeau, Patrick Pegoud et Ilya Risovics.

Merci à tous ceux qui étudient les milieux naturels à La Réunion pour mieux les protéger et en particulier à : Claudine Ah Peng, Stéphane Baret, Fabrice Blard, Vincent Boulet, Thomas Ghestemme, Valérie Grondin, Sonia Françoise, Jean Hivert, Christophe Lavergne, Roger Lavergne, Thomas Lebourgeois, Esther Lobet, Thierry Pailler, Jean Marie Pausé, Frédéric Picot, Jean Michel Probst, Eric Rivière, Jacques Rochat, Marc Salamolard, Jean Michel Sarhail, Dominique Strasberg et Hermann Thomas.

Merci à nos cousins de l'Ile Maurice, pour leur accueil et pour nous avoir montré leur travail remarquable en restauration écologique : Rachel Atkinson, Gabriel D'Argent, Vincent Florens, Vinehswar Gopal Ashok Khadun, John Mauremootoo, Jean Claude Meunier, Jean-Claude Sevathan, Vikash Tataya. Merci au Mauritius Wildlife pour l'organisation du séjour et en particulier à l'organisatrice Jennifer Ah-King

Merci aux amis de l'Ile Rodrigues et félicitations pour leurs actions de restauration qui demeurent un exemple pour toutes les îles de l'Océan Indien. Merci en particulier à toute l'équipe de la branche 100% rodriguaise du Mauritius Wildlife dirigée par Richard Payendee.

Merci à toutes les personnes rencontrées aux Seychelles pour les échanges fructueux : Souad Boudjelas, Lysay Chong Seng, Didier Dogley, Frauke Dogley, Mike Hill, Christoph Kueffer, Denis Matatiken, Collen Morel, Marie Thérèse Purvis, Selby Remy, Gérard Rocamora, Eva Shumacher, Didier Slachmuylders, Michel Vielle, Pierre Vos et Ibrahim Yahaya

Merci à Shantee Viracaoundin pour son soutien sans faille, malgré le temps passé dans la forêt et derrière l'ordinateur. Merci également à Paul, Yvonne et Mikaël pour toutes les aides apportées.

Enfin, merci à tous ceux que j'ai malheureusement oublié de citer et qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce guide.

SOMMAIRE

Introduction	5
1. Définitions	6
2. Les enjeux de la restauration écologique à la Réunion	13
2.1. Analyse à l'échelle mondiale.....	13
2.2. Analyse à l'échelle des Mascareignes	15
2.3. Analyse à l'échelle de La Réunion	16
3. Présentation des grands types de végétation indigène	22
3.1. La forêt tropicale humide de basse et moyenne altitude.....	22
3.2. La forêt tropicale semi-sèche	30
3.3. Les forêts et les fourrés de montagne	35
3.4. La végétation éricoïde.....	42
4. Bilan de la restauration écologique à La Réunion	48
5. Guide technique.....	56
5.1. Principes généraux	56
5.2. Itinéraires techniques	74
Bibliographie	86

Introduction

Partout sur la planète, la nature a payé un lourd tribut à sa cohabitation avec l'Homme. Les chiffres à ce sujet sont tellement alarmants qu'il n'est plus la peine d'exagérer pour marquer les consciences : chaque année, on estime que douze millions d'hectares de forêts naturelles et entre 25 000 à 50 000 espèces disparaissent de la surface de la terre. Le Président de la République, Jacques Chirac, soulignait à la conférence de Johannesburg en 2003 que nous sommes les premières générations à réaliser l'ampleur des dégâts et les dernières à pouvoir véritablement agir contre cette érosion de la biodiversité.

Devant la dégradation et la raréfaction des milieux naturels et le constat qu'une protection passive ne suffisait pas, des initiatives de restauration écologique se sont multipliées ces dernières années aux quatre coins du globe.

A La Réunion, des opérations de restauration écologiques ont été entreprises dès les années 1980 pour répondre en particulier aux problèmes d'invasions par des plantes introduites, dont les effets sont très marqués sur l'île comme dans tous les autres systèmes insulaires. Ces opérations se sont multipliées dans les années 1990, pour devenir une composante majeure de la gestion forestière dans les années 2000.

Après avoir réalisé une synthèse en 2003 sur les méthodes de lutte utilisées contre les plantes invasives, l'Office National des Forêts, qui a en charge la gestion de près de 80 000 hectares de végétation indigène, a décidé, dans la continuité, de mettre à profit son expérience acquise en matière de restauration écologique de la végétation indigène. Après un inventaire et un bilan des opérations effectuées sur l'ensemble de l'île, le présent guide vient capitaliser les bonnes pratiques recensées dans ce domaine encore relativement neuf dans le but d'aider au mieux tous ceux qui mettent en oeuvre des opérations sur le terrain.

La première partie du guide donne les définitions du concept de restauration écologique et des termes associés. Les états de référence de la restauration sont ensuite exposés, permettant d'aborder enfin la question des indicateurs de suivi et de l'évaluation des chantiers de restauration écologique.

La deuxième partie rappelle les différents enjeux de la restauration écologique à La Réunion, qui sont analysés à plusieurs échelles : mondiale, régionale et locale.

La troisième partie du guide constitue un recueil des connaissances actuelles sur les principaux types de milieux naturels présents à La Réunion. Elle peut être d'une grande utilité pour celui qui mettra en oeuvre des chantiers de restauration dans l'un de ses milieux mais ne prétend nullement être exhaustif sur le sujet.

La quatrième partie est une synthèse du bilan effectué en 2004 sur les opérations de restauration écologique qui ont été entreprises à la Réunion par l'ONF.

La cinquième et dernière partie est la plus opérationnelle du guide. Elle donne premièrement les principes généraux à adopter lors de la planification et de la mise en oeuvre des chantiers de restauration écologique. Elle décline ensuite en itinéraires techniques les principaux objectifs spécifiques de la restauration répondant aux différents problèmes de conservation.

Alors bonne lecture et surtout bonne application sur le terrain ...

1. Définitions

La restauration écologique est un concept relativement nouveau, qui s'est fortement développé ces vingt dernières années tant sur le plan théorique qu'au niveau des applications concrètes sur le terrain. La raréfaction et la dégradation de certains écosystèmes naturels, ainsi que de la prise de conscience de la richesse biologique abritée par ces écosystèmes, a fortement contribué à ce développement : l'Homme qui hier détruisait sans réfléchir aux conséquences souhaite aujourd'hui réparer ces erreurs à travers le concept de restauration écologique.

L'idée générale de la restauration est qu'il est possible de remettre dans un état antérieur ce qui a été dégradé ou détruit par des causes naturelles et/ou humaines (Donadieu, 2002).

Cette idée simple, voire simpliste, d'arriver à recréer à l'identique des habitats originels suscite encore de nombreux débats sémantiques dans le monde scientifique. De nombreuses définitions de la restauration écologique ont donc été proposées, et d'autres termes proches tels que réhabilitation, réallocation, ... sont également souvent utilisés et préférés au terme de restauration. Cette multiplicité de définitions révèle avant tout le caractère expérimental de la restauration écologique (Donadieu, 2002) et le fait qu'il s'agisse d'une discipline encore très récente. Mais comme le souligne le WWF en 2004 dans son rapport "Recréer des forêts tropicales sèches en Nouvelle-Calédonie" en citant le naturaliste Linné : *"Mieux vaut violer trois fois les règles de grammaire qu'une seule fois celles de la nature"...*

Vous trouverez ci-dessous les définitions les plus couramment utilisées dans la littérature se rapportant à la restauration écologique.

Restauration écologique : pour l'Union mondiale de la Nature (UICN) et la Society for Ecology Restoration (SER), " la restauration écologique est un procédé qui permet d'assister le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit» (WWF, 2004). Elle désigne selon le National Research Council US (1992) "la remise dans un état initial défini, considéré comme "naturel", d'un système perturbé par l'activité humaine".

Réhabilitation : pour le WWF (2004), il s'agit de la création d'un écosystème alternatif écologiquement viable, éventuellement différent en terme de structure, composition et fonctionnement de l'écosystème avant dégradation, et présentant une certaine valeur d'usage et pour la biodiversité. Le passage par un état intermédiaire réhabilité est parfois nécessaire pour la restauration elle-même, compte tenu de l'échelle temporelle de reconstitution d'un écosystème très dégradé.

Réallocation (ou réaffectation) : pour le WWF (2004), il s'agit d'un terme général décrivant les actions conduisant à assigner à un écosystème dégradé, une biodiversité, un fonctionnement et un usage nouveau sans rapport écologique avec l'écosystème avant dégradation. Ces usages nouveaux englobent la transformation pour l'agriculture et la foresterie industrielle comprenant un objectif unique de production de bois. Il s'agit également, par exemple, de la création d'une zone humide dans une gravière abandonnée.

Le schéma suivant, issu d'une étude sur la restauration de forêts méditerranéennes, permet d'illustrer la différence entre les trois termes précédemment définis : restauration, réhabilitation et réallocation (v. fig. n°1).

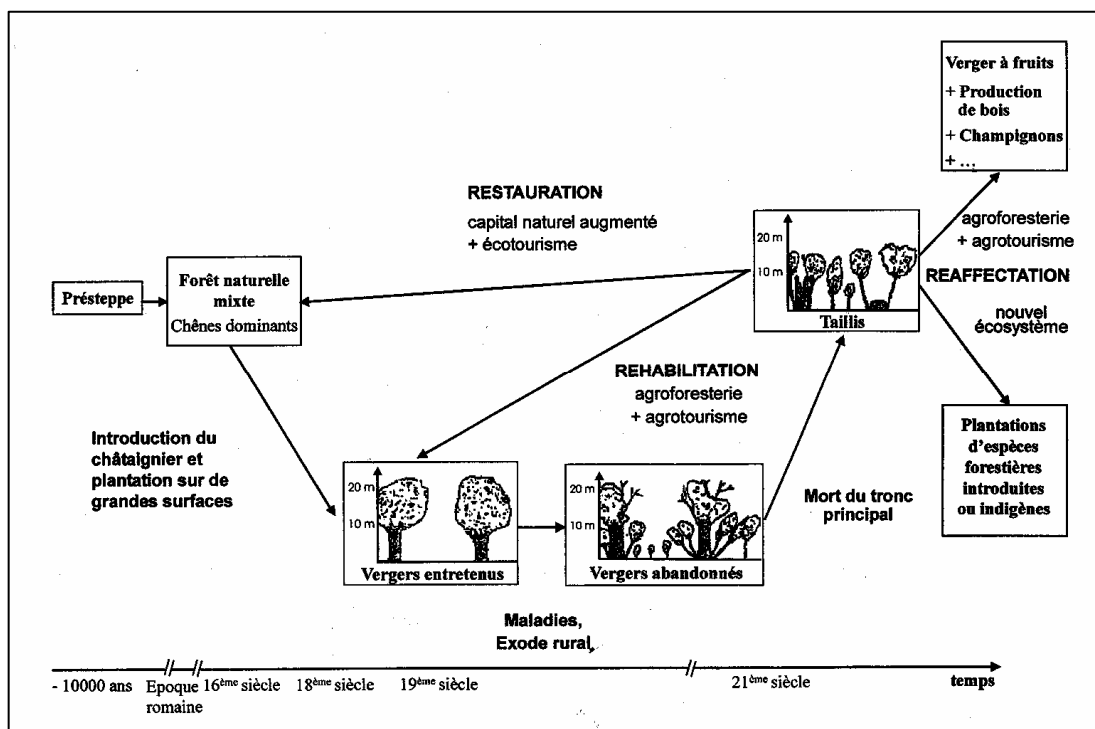


Figure n°1 : Reconstruction schématique de la séquence de la forêt méditerranéenne – verger de châtaigniers et trois trajectoires possibles pour remplacer les taillis à cycle court (10 à 15 ans) (Aronson et al. , 2002)

Nous nous concentrerons dans ce guide sur le concept de restauration écologique et adopterons la définition de l'UICN et de la SER : "permettre d'assister le rétablissement d'un écosystème dégradé, endommagé ou détruit". Cette définition induit une notion dynamique primordiale : en effet, contrairement à un tableau ou une vieille bâtisse, les milieux naturels ne sont pas des objets inertes et isolés, mais des systèmes vivants et dépendants ; ils ne vieillissent pas, mais s'adaptent en permanence au contexte qui les détermine qui lui même change à des échelles de temps et d'espaces qu'il faut préciser (Donadieu, 2002).

Pour les forestiers et autres gestionnaires de milieux, la restauration écologique constitue un objectif de gestion à part entière, distinct des trois autres objectifs "classiques" de la gestion forestière : production (le but principal étant de produire du bois), protection (le but étant d'obtenir un boisement assurant une bonne protection des sols) ou accueil du public (le but étant d'obtenir un boisement accueillant et inséré paysagèrement). Il est important de rappeler que la conservation de la biodiversité peut être déclinée dans chacun de ces objectifs et qu'elle n'est pas exclusivement rattachée à l'objectif de restauration écologique. Par exemple, dans une zone dédiée à l'accueil du public, on peut par exemple réaliser une plantation d'espèces indigènes adaptées et éviter l'utilisation d'espèces invasives qui pourraient coloniser à terme des milieux indigènes proches.

Pour les scientifiques, la restauration écologique peut apporter autant aux sciences de l'écologie qu'elle en retire parce qu'elle représente une application expérimentale de nos connaissances sur le fonctionnement et la structure des écosystèmes (Zedler, 2000 ; Hunter, 2002).

L'objectif de restauration écologique résulte généralement d'un choix collectif, pris par les décideurs (institutions, financeurs, ...), les gestionnaires et les scientifiques, afin d'enrayer un processus irréversible pouvant conduire à une perte de biodiversité importante (exemple des invasions biologiques dans les îles océaniques). La priorité est souvent donnée à des milieux raréfiés ou à des habitats abritant une ou plusieurs espèces ayant une forte valeur patrimoniale (Mungroo *et al.*, 1997 ; Hunter, 2002). Ce choix peut également être opéré pour rétablir ou maintenir des fonctions sociales et économiques, comme le mettent en avant de nombreux projets de restauration écologique (Chapuis *et al.*, 2002).

Une fois l'objectif de restauration déterminé pour une zone, le plus délicat est de définir l'écosystème de référence vers lequel la restauration doit tendre.

D'après Aronson (2002), cet "état de référence" doit être identifié afin de 1) caractériser la cible (écosystème originel ou choisi) par sa composition, sa structure et son fonctionnement, par rapport à l'existant, 2) déterminer les facteurs de la dégradation ou transformation, 3) définir ce qui doit être fait pour restaurer, réhabiliter ou rajeunir l'écosystème et 4) choisir les critères ou indicateurs à mesurer pour évaluer le succès des traitements ou expérimentations entreprises.

Cet état de référence est alors idéalement l'état dans lequel se trouvait l'habitat avant qu'il soit modifié directement (destruction, prélèvements, ...) ou indirectement (invasions biologiques, ...) par l'Homme. Cet "état idéal" est souvent difficile voire impossible à atteindre si l'écosystème a subi des dommages irréversibles : extinction de certaines espèces, modification profonde du sol, etc... . De plus, l'état originel dans lequel se trouvait l'écosystème est généralement très difficile à déterminer : on manque, la plupart du temps, de données historiques fiables et quantitatives sur leur composition, leur structure et leur dynamique. Cependant, dans certains cas, l'état idéal peut être défini grâce à la proximité d'écosystèmes similaires pas ou très peu modifiés par l'Homme (v. ex. des Iles Kerguelen, fig. n°2).

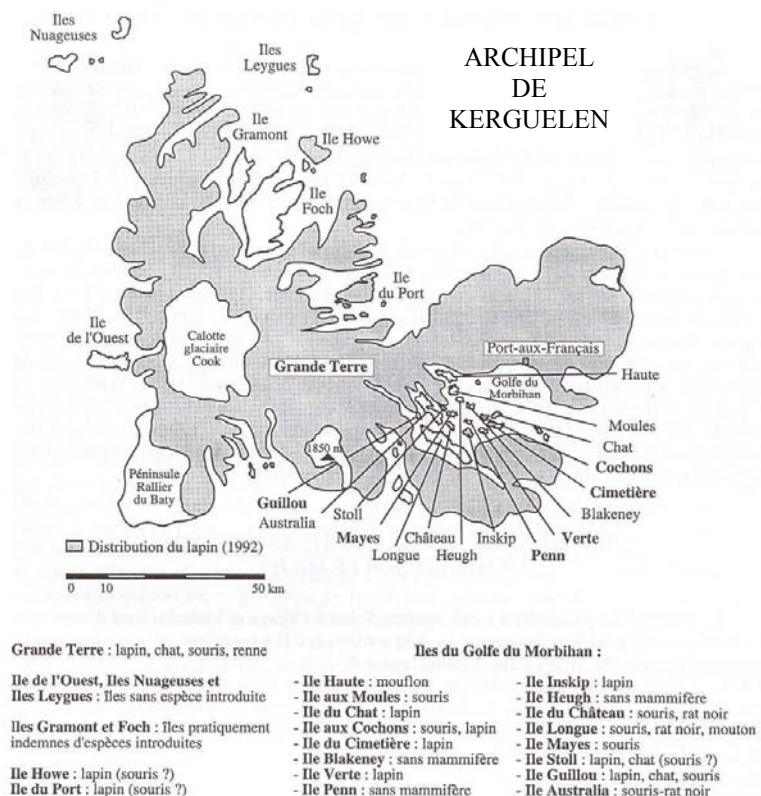


Figure n°2 : localisation des principales îles de l'archipel de Kerguelen et répartition des mammifères introduits avant intervention (1992) (Chapuis et al. , 2002).

La soixantaine d'îles de l'archipel offre un panel de situation de référence et de situation témoin pour analyser les trajectoires d'évolution des communautés sur les îles où sont menées des opérations de restauration écologique.

L'état idéal relevant plus souvent de l'utopie et du rêve, on parle fréquemment d'état objectif, état qu'il est prévu d'atteindre grâce à l'intervention restauratrice et qui se situe généralement entre l'état idéal et l'état actuel (v. fig. n°3).

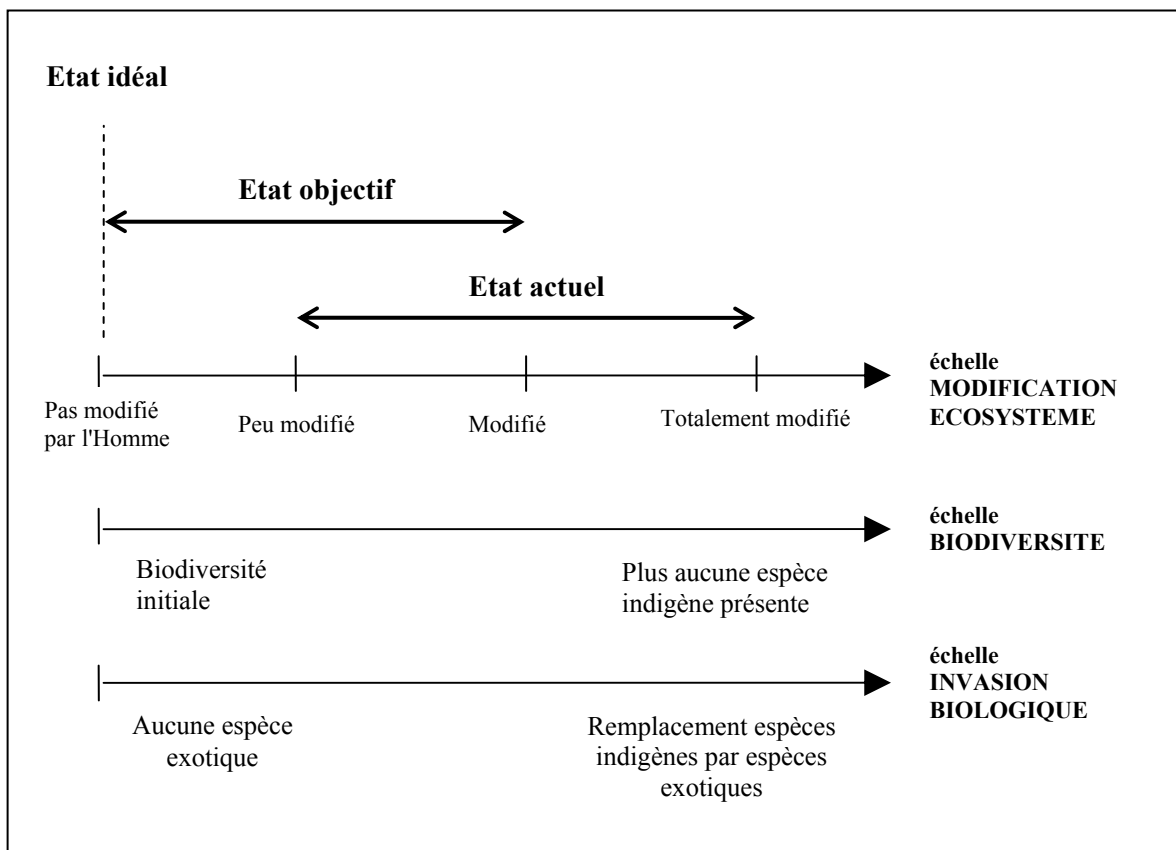


Figure n° 3 : représentation schématique des états de référence en restauration écologique

La définition de l'état de référence va permettre d'orienter les travaux et les pratiques, mais également de déterminer des indicateurs qui serviront à évaluer les résultats de la trajectoire adoptée (Aronson *et al.*, 2002). Plusieurs scientifiques préconisent d'utiliser des indicateurs liés à la biodiversité, bien qu'ils soient conscients de la nécessité de développer également des indicateurs socio-économiques (Chapuis *et al.*, 2002).

La richesse spécifique est l'indice de diversité le plus souvent utilisé, car il est généralement simple à récolter et facile à manipuler. Cependant, il ne s'agit pas d'un indice suffisant pour analyser le fonctionnement d'un écosystème. Rappelons tout de même l'hypothèse formulée par Mac Arthur (1955) qui prévoit qu'une augmentation de la richesse spécifique conduit à une plus grande stabilité de l'écosystème.

Hormis la richesse et la diversité spécifique, les indicateurs les plus couramment utilisés sont l'abondance de toutes ou d'une partie des espèces présentes, leur degré de rareté, la superficie de l'habitat, le degré de "naturalité" ou de "représentativité" des espèces ou des communautés, ainsi que diverses caractéristiques liées aux usages (valeur touristique ou culturelle, cynégétique, halieutique, ...) (Chauvin *et al.*, 2002).

La variété des indicateurs en restauration écologique reflète la diversité des projets : en effet, les indicateurs doivent être adaptés à la nature et aux objectifs spécifiques du projet. Par exemple, dans un projet de restauration de marnes dégradés dans les Alpes du Sud, quatre indicateurs ont été définis : la dynamique spatiale de la végétation, la régénération des ligneux, l'activité lombricienne du sol et le développement du Gui (Chauvin *et al.*, 2002).

Pour finir, les indicateurs définis pour un projet de restauration doivent être complémentaires et fournir aux gestionnaires un bon "tableau de bord" pour leur permettre un suivi de gestion durable, à plusieurs échelles d'espaces et surtout de temps. Ce suivi permettra de réaliser une évaluation du projet et d'adopter les mesures correctives nécessaires pour atteindre l'objectif fixé.

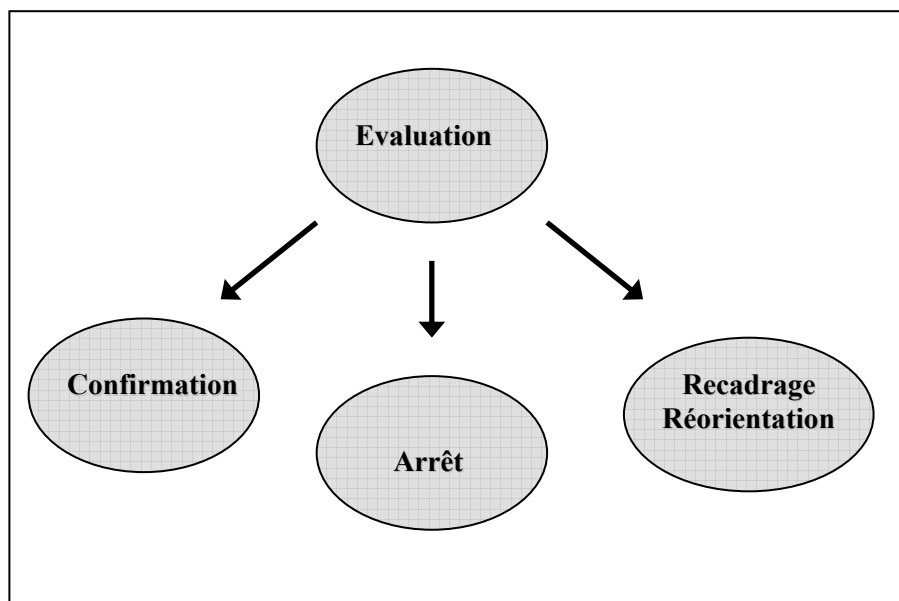


Figure n°4 : les trois grands constats possibles après une évaluation (Guénaud et Beaudoux, 1996)

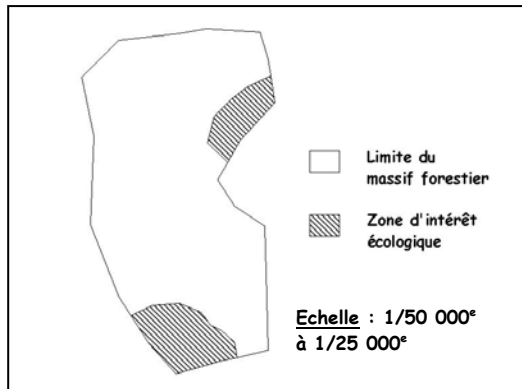
L'évaluation d'un projet de restauration peut conduire à trois grands types de constats : confirmation, arrêt ou recadrage/réorientation (Guénaud et Beaudoux, 1996) (v. fig. n°4).

L'évaluation peut premièrement déboucher sur plusieurs types de confirmation : confirmation du diagnostic qui avait prévalu au lancement du projet, confirmation des hypothèses d'actions retenues dans le cadre du projet et éventuellement confirmation des modalités retenues pour la mise en oeuvre du projet. La confirmation n'est pas obligatoirement totale : le diagnostic peut être confirmé mais certaines modalités d'intervention peuvent être abandonnées.

L'évaluation peut également amener à constater des erreurs du diagnostic initial ou une évaluation telle d'une situation que ce qui avait prévalu au lancement du projet n'a plus sa raison d'être. Les objectifs peuvent également être pleinement atteints, ce qui ne justifie plus la poursuite du projet. Enfin, le coût du projet peut être devenu complètement insupportable. Dans tous ces cas, l'évaluation doit entraîner l'arrêt de l'action.

Enfin, l'évaluation peut amener, du fait de l'évolution de la situation depuis le lancement, à privilégier de nouvelles hypothèses d'actions ou à changer des modalités de mise en oeuvre du projet qui paraissent inadaptées. L'évaluation devra donc se poursuivre, après décision des responsables, par la programmation d'un nouveau projet ou d'une nouvelle phase de projet.

Figure n° 5 : LES GRANDES ETAPES DE LA RESTAURATION ECOLOGIQUE

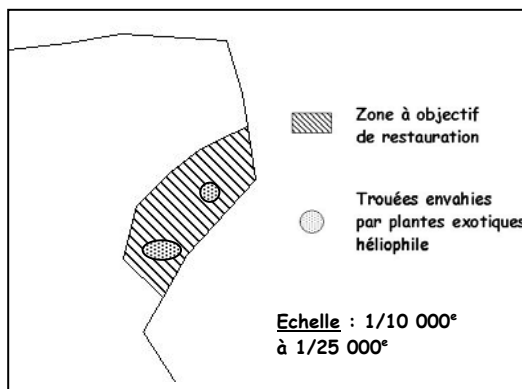


ETAPE 1 : Désignation au sein d'un massif forestier de zones d'intérêts écologiques particuliers

Acteurs : Aménagiste, écologue, scientifique et collectivités

Outils : Plan d'aménagement et plan de gestion

Questions à se poser : Présence de zones d'intérêts écologiques (ZNIEFF, ...) ?, présence de milieux rares ?, présence d'espèces inféodées à des habitats particuliers ?, ...

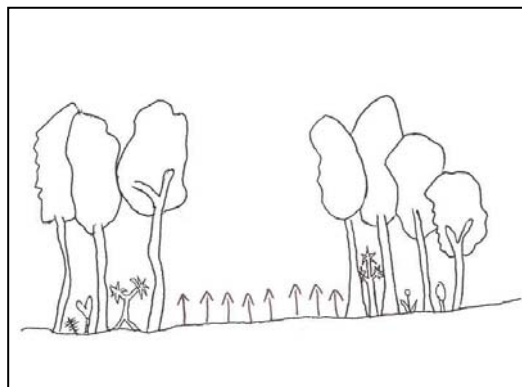


ETAPE 2 : Diagnostic de la zone à restaurer et planification du chantier

Acteurs : Agent de terrain, écologue, (scientifique)

Outils : Guide de restauration, cahier de planification et de suivi des chantiers, programmation annuelle de travaux

Questions à se poser : Quelles sont les plantes de la zone les plus représentatives ?, Quelles sont les plantes à utiliser pour la restauration ?, Quelles sont les espèces susceptibles de recoloniser naturellement la zone restaurée ?, Présence d'une espèce rare qui pourrait être multipliée dans la zone de restauration ?, ...

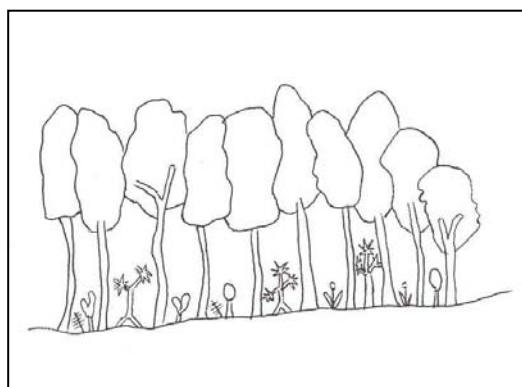


ETAPE 3 : Réalisation du chantier

Acteurs : Agent de terrain, ouvriers, (écologue)

Outils : Guide de restauration, cahier de planification et de suivi des chantiers, programmation annuel de travaux, comptabilité analytique

Questions à se poser : Ouvriers sont-ils compétents et formés pour ce projet ?, Quelles sont les précautions particulières à respecter ?, Quelles sont les consignes de chantiers à donner ?, ...



ETAPE 4 : Suivi et évaluation du chantier

Acteurs : Agent de terrain, financeurs, (écologue), (scientifique)

Outils : Cahier de restauration, guide restauration, parcelles permanentes de suivi, indicateurs de suivi

Questions à se poser : Quelles sont les plantes indigènes qui se développent le mieux ? Quelles sont celles qui ont un fort taux de mortalité ?, Quelles sont les plantes invasives les plus gênantes et quels sont les moyens pour les contrôler efficacement ?, ...

EXEMPLES DE CHANTIERS DE RESTAURATION ECOLOGIQUE

Photographies prises avant et après restauration depuis un point fixe
(images publiées avec l'aimable autorisation de la Society for Ecological Restoration (SER))



Figure n°6 : Restauration de la lagune salée et des marais associés dans la Baie de San Francisco



Figure n°7 : Restauration d'une mare à Castor dans l'Etat de New York



Figure n° 8 : Restauration de la végétation indigène dans la réserve de Waiotaki en Nouvelle Zélande

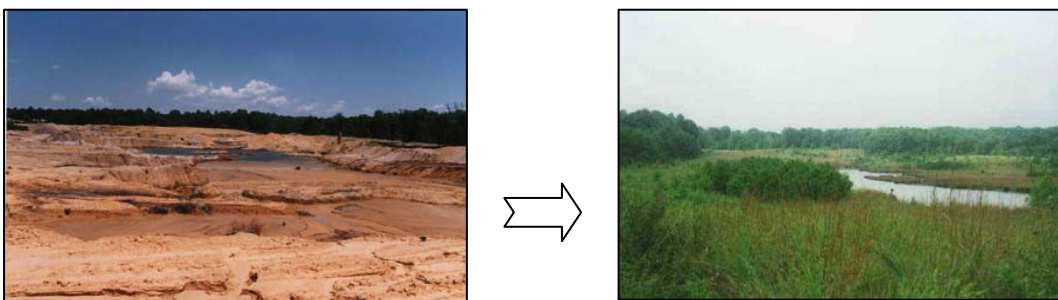


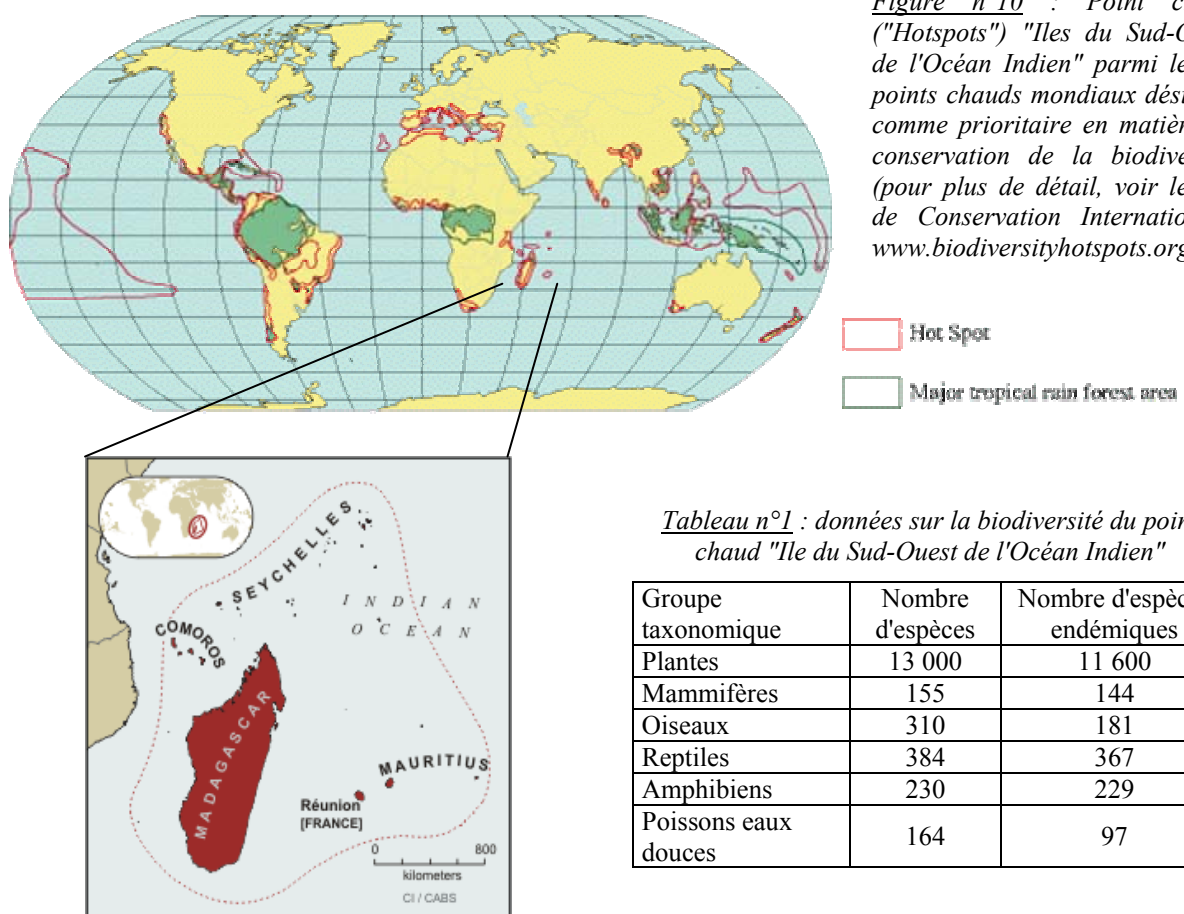
Figure n° 9 : Restauration d'une mine dans le New Jersey

2. Les enjeux de la restauration écologique à la Réunion

Les enjeux et défis que représente la restauration écologique à La Réunion peuvent s'analyser à plusieurs échelles : à l'échelle mondiale, à l'échelle de l'archipel des Mascareignes et à l'échelle de l'île.

2.1. Analyse à l'échelle mondiale

La Réunion fait partie d'un des 25 points chauds de la biodiversité, avec les autres îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien : Madagascar, les archipels des Seychelles et des Comores, Maurice et Rodrigues (v. fig. n°10) (Myers, 1988 ; Myers, 1991). Avec ces îles, La Réunion a donc été désignée par les scientifiques comme une des priorités mondiales en termes de conservation de la biodiversité.



Madagascar et les îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien abritent une biodiversité exceptionnelle (v. tableau n°1). Mais, par une cruelle ironie, c'est l'isolement de ces îles qui a entraîné cette biodiversité qui contribue aujourd'hui à accentuer les effets néfastes de la colonisation humaine. Ce patrimoine naturel unique est aujourd'hui sérieusement menacé.

Madagascar est mondialement connu pour la biodiversité qu'elle abrite (80 % d'endémisme pour la faune, 90 % d'endémisme pour la flore) mais également pour la déforestation intense qu'elle subit. Alors qu'on estime qu'il y a une cinquantaine d'années le taux de couverture forestière sur l'île était de 80 %, il est chuté aujourd'hui à 22 %, soit 13 millions d'hectares dont environ 10 millions d'hectares sont des formations naturelles pas ou peu modifiées par

l'Homme (FAO, 2000). Cette déforestation importante qui perdure jusqu'à aujourd'hui est principalement due à la pression démographique et la pauvreté (75 % de la population en dessous du seuil de la pauvreté), à l'exploitation irrationnelle et illicite des ressources forestières, à la pratique traditionnelle de la culture sur brûlis, à l'utilisation massive de charbon de bois et aux feux de végétation (FAO, 2000).

L'archipel des Comores connaît également un inquiétant problème de déforestation. D'après Conservation International, il possède le 4^{ème} taux de déforestation dans le monde depuis les années 1990. On estime qu'il reste aujourd'hui environ 20 % de la surface de l'archipel occupée par des milieux naturels.

L'archipel des Seychelles, bénéficiant aujourd'hui d'une politique active en matière de conservation de la biodiversité, a connu une régression importante de ces milieux naturels au début de sa colonisation (plantation de Cocotiers et de Canneliers). Aujourd'hui, les forêts des Seychelles sont extrêmement dégradées, même si ces dernières couvrent environ 90 % de la surface de l'archipel. Les spécialistes estiment qu'il ne reste plus de forêts naturelles, à l'exception des rares reliques situées à haute altitude (FAO, 2004).

L'archipel des Mascareignes est également tristement célèbre pour la destruction de sa nature. Maurice et Rodrigues ont toutes deux connu une réduction drastique de leurs milieux naturels : à Maurice, il reste 1,9 % de la surface d'origine couverte par la végétation indigène et moins de 0,5 % à Rodrigues (Page & D'argent, 1997). De plus, les reliquats de végétation indigène sont sévèrement envahis par une flore et une faune exotiques aux effets dévastateurs.

La Réunion, avec plus de 35 % de sa surface encore couverte par des habitats naturels pas ou peu perturbés par l'Homme, constitue l'île la plus préservée de ce point chaud de la biodiversité. La conservation et la restauration de ces habitats revêtent donc d'une importance mondiale.

Si les îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien se différencient nettement par leur situation économique et politique ou bien encore par l'état de dégradation de leurs écosystèmes, elles ont en commun de nombreuses problématiques écologiques de part leur situation insulaire. Leur problème principal est de loin constitué par les invasions biologiques, même si d'inquiétants problèmes de déforestation perdurent à Madagascar et aux Comores.

Lors du colloque "Lutte contre les espèces exotiques envahissantes et restauration des écosystèmes terrestres dans les îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien" organisé aux Seychelles en 2003 par la COI et l'UICN, les participants ont fait la déclaration suivante :

"Nous, les états-membres de la Commission de l'Océan Indien, reconnaissons que les îles sont particulièrement vulnérables à l'impact causé par les espèces exotiques envahissantes et que dans les îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien, les espèces envahissantes sont devenues une cause majeure de modification des écosystèmes et du paysage avec des effets importants et croissants. Nous identifions aussi que, indépendamment des impacts écologiques, les espèces exotiques envahissantes ont également un sérieux impact économique, social et de santé. Par conséquent, nous nous unissons pour que chacun de nos efforts permette d'empêcher, de contenir et de lutter contre les espèces exotiques envahissantes à un niveau communautaire, national et régional. Nous identifions la nécessité d'augmenter et renforcer les programmes de restauration d'habitats dans les principales aires de conservation".

La restauration écologique, que ces îles souhaitent développer, doit constituer à l'avenir un axe fort de coopération régionale. La Réunion peut y jouer un rôle important de part la présence d'écosystèmes de référence et une forte capacité technique et scientifique.

2.1. Analyse à l'échelle des Mascareignes

2.1.1. La Réunion : île la plus riche des Mascareignes, grâce à son relief

Grâce à son relief exacerbé, La Réunion se distingue des deux autres îles des Mascareignes par une très grande diversité de milieux (v. fig. n°11). On retrouve ainsi à La Réunion des habitats qui n'existent pas à Maurice et Rodrigues. Il s'agit des milieux situés au dessus de 1000 m d'altitude : les différentes forêts de montagnes et la végétation éricoïde. Ces milieux propres à La Réunion ont donc, par conséquent, été classés comme une des priorités de conservation à La Réunion (Meyer *et al.*, 2001 ; Strasberg *et al.*, 2004).

Les îles des Mascareignes ont donc en commun des milieux de basse altitude, qui ont vu leur aire de répartition se réduire de façon considérable depuis la colonisation humaine.

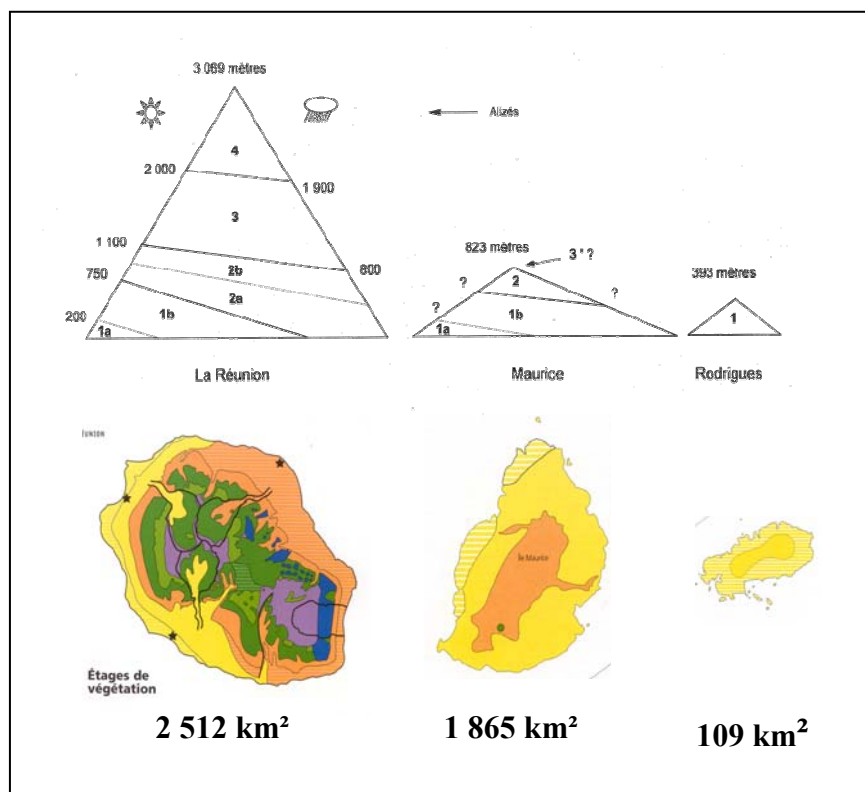


Figure n°11 : représentation schématique de l'étagement de la végétation en fonction de l'altitude et de l'orientation aux alizés (Blanchard, 2000).

Légende :

1a : Savanes à Palmiers et Ebeniers

1b : Forêts à Ebeniers

2a : Forêts à Sapotacées de moyenne altitude

3 : Forêts à Sterculiacées

4 : Fourrés d'Ericacées

2.1.2. La Réunion : île la plus préservée des Mascareignes grâce à son relief

Les îles des Mascareignes constituent malheureusement des symboles mondiaux de la destruction de la nature (UICN, 2003). Mais grâce à son important relief, la Réunion est, de loin, l'île des Mascareignes la plus épargnée par les effets de la colonisation humaine. En effet, on estime qu'il reste environ 37% de la surface du couvert végétal présent avant l'arrivée de l'Homme contre 1,9 % à Maurice et moins de 0,5 % à Rodrigues (Cadet, 1980 ; Page & D'argent, 1997).

La faible déclivité de Maurice et de Rodrigues a grandement facilité la tâche aux premiers colons pour exploiter le bois (en particulier des Ebéniers) dans un premier temps, puis pour défricher les forêts pour leur mise en valeur par l'agriculture (Guého, 1988). Par conséquent, les milieux naturels ont connu une réduction très rapide de leur surface, seuls les rares terrains

en fortes pentes (pitons, versant de rivières, ...) ayant conservé leur végétation originelle (v. exemple de l'île Maurice, fig. n°12).

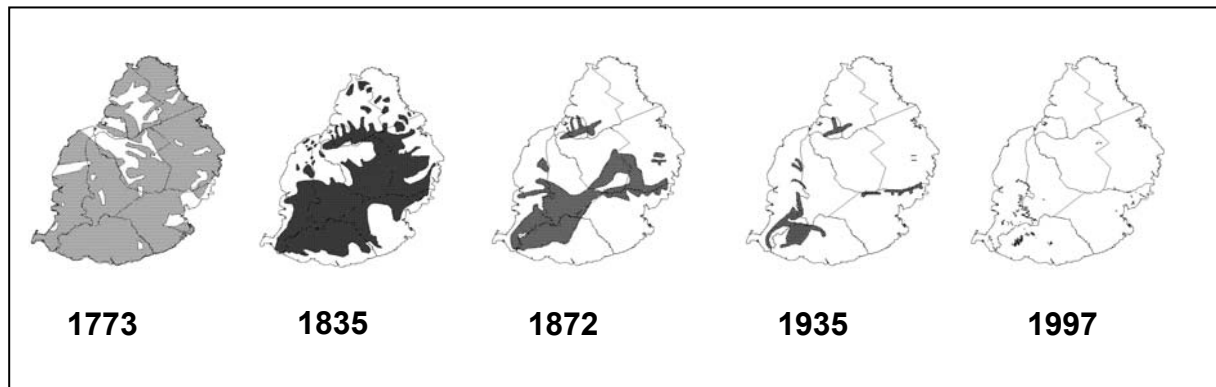


Figure n°12 : Evolution historique du couvert végétal à l'île Maurice (Mauremootoo, 2003)

Devant la destruction extrême de la végétation indigène à Maurice et à Rodrigues, plusieurs scientifiques réunionnais ont conclu que la survie d'écosystèmes relativement intacts dans les Mascareignes dépend de leur conservation efficace sur l'île de La Réunion (Meyers *et al.*, 2001 ; UICN, 2003 ; Strasberg *et al.*, 2004).

2.3. Analyse à l'échelle de La Réunion

Les enjeux de la restauration écologique à La Réunion sont grands : il s'agit de transmettre aux générations futures des écosystèmes naturels propres aux Mascareignes dans le meilleur état de préservation possible. Au delà des aspects éthiques et culturels, il est important pour La Réunion de pérenniser le capital écotouristique que représente ces milieux naturels, car il constitue une ressource économique non négligeable pour l'île. Dans le Schéma d'Aménagement Régional (document qui a valeur de prescription sur les documents d'aménagement et d'urbanisme : PLU, SCOT, ...), un des principes fondamentaux est "un impératif de protection des milieux naturels" car "*oultre son intérêt intrinsèque, ce patrimoine représente une des principales richesses de l'île. Il constitue en effet un des atouts majeurs en vue du développement de l'activité touristique*".

La Réunion a la chance d'abriter encore dans ses hauteurs des milieux indigènes peu perturbés couvrant de larges étendues. Mais ce sont les milieux de basse altitude qui ont payé le plus lourd tribut à la colonisation de l'île par l'Homme, qui ne remonte qu'à 340 ans (1665). Ironie du sort, c'est la découverte du Café indigène en forêt (*Coffea mauritiana*) en 1715 qui marqua le début du défrichement à grande échelle de la forêt naturelle pour une mise en valeur agricole (Fontaine, 2001). Très rapidement, la plupart des terres fertiles en dessous de 400 m d'altitude furent plantées en Café indigène puis introduit. Dès 1735, La Réunion devint également le "grenier" des Mascareignes et des cultures vivrières furent mises en place, faisant reculer un peu plus la limite des milieux naturels. La moitié du 19^{ème} siècle marqua le début de l'ère de la culture de la Canne à Sucre, qui fit disparaître la majorité des forêts humides de basse et de moyenne altitude. Enfin, dès la fin du 19^{ème} siècle, c'est la culture du Géranium, plante à parfum se plaisant à des altitudes plus élevées, qui envahit en quelques années presque tous les Hauts de l'île et fit reculer encore plus les limites des formations indigènes.

Il faudra attendre la fin du 19^{ème} siècle pour que de véritables mesures soient prises afin de stopper cette destruction massive des milieux naturels. L'instauration d'un domaine forestier d'environ 100 000 hectares en 1867, puis d'un service forestier en 1874, vint assurer la protection contre les défrichements de la grande majorité des milieux naturels de l'île. Ce n'est qu'à partir des années 1950 et surtout à partir des années 1970 qu'un programme de mise en réserve des zones les plus riches et les mieux préservées fut initié. Actuellement, ce réseau de réserves couvre 17 566 ha (3 682 ha en Réserve Naturelle et 13 884 ha en Réserve Biologique) (Triolo et Trouvilliez, 2004). Les différents projets de réserves biologiques, validés en 2004 par le Conseil National de Protection de la Nature, porteront la surface de ce réseau à environ 30 000 ha (Triolo et Trouvilliez, 2004). A l'horizon 2 010, il devrait atteindre près de 40 000 ha. Actuellement, un projet de Parc National est en cours d'étude à La Réunion et dont le cœur devrait reprendre en grande partie (plus de 85 %) les limites du domaine forestier public, qui n'ont guère évolué depuis 1867.

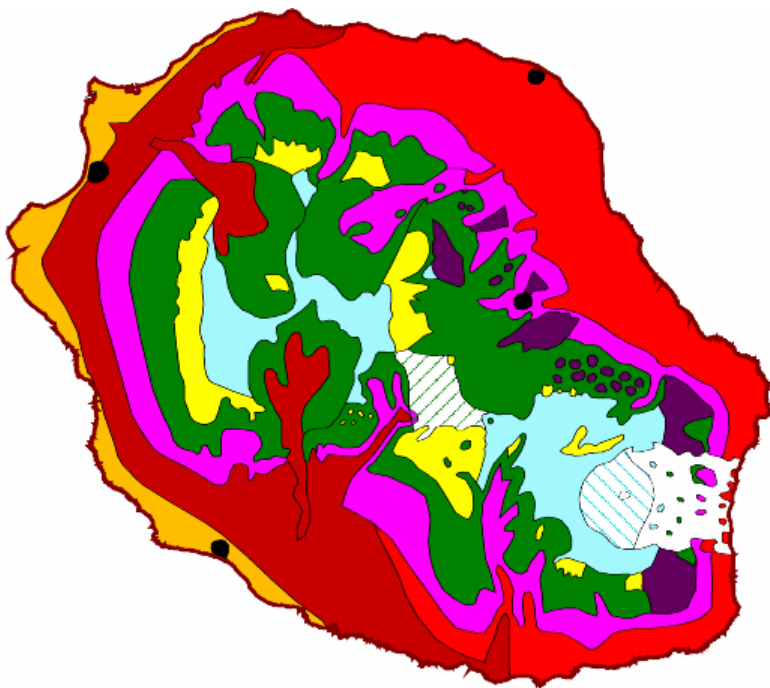


Figure n° 13 : végétation indigène de La Réunion avant et après colonisation humaine (Cadet, 1980).



Légende :

- Savane à Lataniers
- Forêt semi-sèche
- Forêt à *Acacia heterophylla*
- Forêt complexe de montagne
- Forêt humide de moyenne altitude
- Forêt humide de basse altitude
- Fourrés éricoïdes, pelouses et fourrés à *Sophora*
- Fourrés éricoïdes, pelouses et fourrés à *Sophora* partiels
- Fourrés de type Avoune
- Végétation marécageuse
- Fourrés hyperhumides à *Pandanus*

Tableau n°2 : surface des principaux milieux naturels terrestres de l'île de La Réunion avant et après colonisation humaine (d'après Cadet, 1980)

Série de végétation	Milieu	Surface avant colonisation (ha)	Surface après colonisation (ha)	Pourcentage de milieux d'origine (%)
Méga therme	Savane à Latanier	11 407	0	0 %
	Forêt semi-xérophile	45 527	2 150	5 %
	Forêt tropicale humide de basse altitude	43 958	2 873	6,5 %
	Forêt tropicale humide de moyenne altitude	40 271	14 018	35 %
Méso therme	Forêt complexe de montagne	59 382	35 751	60 %
	Forêts à <i>Acacia heterophylla</i>	13 504	7 600	56 %
	Fourrés de montagne à <i>Pandanus</i>	7317	7 082	97 %
	Fourrés à <i>Erica</i> de type Avoune sur planèze	3013	1 630	54 %
Oligo therme	Végétation éricoïde	22 852	20 336	89 %
<i>Total</i>		<i>247 231</i>	<i>91 440</i>	<i>37 %</i>

Les enjeux de la restauration à La Réunion diffèrent donc en fonction de l'altitude et des milieux concernés. A basse altitude, la restauration doit contribuer à atténuer les effets conjugués de la fragmentation et de la réduction des milieux. Au delà de 1000 m d'altitude environ, la restauration doit surtout contribuer à pérenniser la viabilité des milieux qui couvrent encore de vastes étendues et qui sont globalement dans un bon état de conservation.

Même si l'époque des défrichements de grande ampleur est révolue, la conservation des milieux naturels n'en est pas pour autant assurée à long terme. En effet, différentes menaces s'exercent sur la biodiversité terrestre et ont poussé les gestionnaires à développer des programmes de restauration afin de limiter leurs effets sur les milieux et les espèces. Parmi les principales menaces, on retrouve les invasions biologiques, qui touchent la totalité des milieux sur l'ensemble de l'île, et les incendies qui sévissent plus particulièrement dans la côte « sous le vent » plus sèche que la côte « au vent » directement exposée aux Alizés. Le développement des activités touristiques et agricoles, et en particulier l'élevage extensif, peut également constituer à terme une menace importante pour la pérennité des milieux naturels.

Invasion par les plantes exotiques

A l'heure actuelle, la menace la plus importante pour la survie des écosystèmes naturels insulaires est l'invasion par des plantes introduites, dont la propagation est souvent accélérée par les animaux introduits (Mooney & Drake, 1986 ; Brokie *et al.*, 1988 ; Mueller-Dombois & Loope, 1990 ; UICN, 2003b ; FAO, 2004)

A La Réunion, les invasions par les plantes introduites concernent l'ensemble des écosystèmes sur tout le gradient altitudinal (Strasberg, 1995). En périphérie de la végétation indigène, tous les habitats perturbés par les activités humaines sont dominés par des plantes introduites, représentées essentiellement par des herbacées et des arbustes (Strasberg, 1995).

Les processus d'invasions biologiques sont complexes à La Réunion et concernent un très grand nombre d'espèces végétales (Strasberg, 1995). En à peine trois siècles, l'Homme a

introduit plus de 2000 espèces végétales depuis son installation sur l'île, dont plus de 600 se sont naturalisées (Lavergne *et al.*, in prep.).

Une étude réalisée en 1989 dans le cadre d'une mission à La Réunion de Mac Donald, un des spécialistes mondiaux du problème des invasions biologiques, laisse apparaître qu'une soixantaine d'espèces envahit les milieux peu perturbés par l'Homme (Mac Donald *et al.*, 1991). Ces espèces ont ensuite été classées (selon leur fréquence, leur abondance, la difficulté de les contrôler, leur potentiel à envahir de nouvelles zones et leur impact sur la végétation indigène) dans le but de dégager des priorités en terme de recherche et de gestion (Mac Donald, 1989 ; Mac Donald *et al.*, 1991). Ce classement fait apparaître 11 espèces en priorité. *Rubus alceifolius* et *Lantana camara*, buissons épineux aux rameaux lianescents, occupent de façon privilégiée les ouvertures en forêt (sentiers, coupes à blanc, grands chablis naturels, ...). Ces ouvertures profitent aussi aux deux arbrisseaux du genre *Boehmeria* et à une composée *Erigeron karvinskianus* : leur impact est moindre que ceux du *Rubus* et du *Lantana*, mais leur propagation dans l'île est rapide grâce à un mode de dissémination anémochore (= par le vent). Quant aux *Hedychium gardnerianum*, *Ligustrum robustum*, *Syzygium jambos*, *Psidium cattleianum* et *Fuchsia magellanica*, elles arrivent à former des peuplements denses en sous bois, ce qui réduit grandement la régénération des espèces indigènes.

Invasion par des animaux exotiques

L'introduction de prédateurs et de mammifères herbivores est également citée comme étant une des principales causes d'extinction dans les écosystèmes insulaires (Cuddihy & Stone, 1990 ; Kirk & Racey, 1992 ; Barnaud & Chapuis, 1996). Les invasions animales sont souvent plus dévastatrices sur les îles, qui ont, pour la plupart, évolué en l'absence de grands prédateurs et d'herbivores.

A La Réunion, l'effet des invasions animales est pour l'instant assez mal connu. Mais quelques études ont déjà pu démontrer leur rôle néfaste. Par exemple, il a été prouvé que les rats s'attaquent directement aux nids de *Coracina newtoni* (Tuit-Tuit), passereau forestier le plus raréfié sur l'île et menacé d'extinction à court terme (Salamolard & Ghestemme, 2004). On a également démontré que l'Achatine (*Achatina panthera*) a entraîné une importante mortalité dans la population du très rare *Aloe macra* (Aloes endémique), réimplanté in-situ par le Conservatoire Botanique National de Mascarin (Meyer & Picot, 2001). De plus, il a été mis en évidence à La Réunion que certains animaux exotiques accélèrent la propagation des plantes exotiques : c'est le cas par exemple de deux oiseaux exotiques : le Bulbul Orphée (*Pycnonotus jocosus*) et le Rossignol du Japon (*Leiothrix lutea*) (Tassin et Rivière, 2001 ; Mandon-Dalger, 2002).

Parmi les animaux qui posent des problèmes de conservation ou sont susceptible d'en poser, on peut citer deux espèces de rats (*Rattus rattus* et *R. norvegicus*), le chat (*Felis catus*), le Tangue (*Tenrec ecaudatus*) le Cerf de Java (*Cervus timorensis rusa*) et le Crapaud (*Bufo gutturalis*) (Probst, 1997). Le problème des invasions animales paraît moins exacerbé qu'à Maurice où les singes, les mangoustes et les cochons sauvages en particulier causent d'énormes dégâts. Mais La Réunion n'est pas épargnée pour autant par la mode des NAC (Nouveaux Animaux de Compagnie), qui sont introduits massivement sur l'île pour être vendus aux particuliers et qui pourraient très rapidement se naturaliser et envahir les milieux indigènes (Lobet, 2003).

Incendies

Il y a en moyenne, à La Réunion, 20 départs de feu par an et un grand incendie tous les 20 ans (DIREN, 2001). Ces feux sont généralement d'origine humaine et très rarement de causes

naturelles (DIREN, 2001). La faute est souvent attribuée à des chasseurs de guêpes ou de tangles, qui en enfumant les nids ou les terriers, provoquent involontairement des départs de feux. La faute peut plus rarement être imputée à des randonneurs ou des pique-niqueurs négligents. Enfin, quelques départs de feu paraissent tout à fait volontaires voire organisés.

Deux types de végétation sont particulièrement sensibles aux incendies : la végétation éricoïde et les fourrés de type Avoune sur crête. Ces deux formations végétales sont dominées par une bruyère endémique, *Erica reunionensis*, qui contient dans ses feuilles une huile essentielle extrêmement inflammable (Cadet, 1980).

La destruction directe de la végétation indigène par les incendies profite souvent aux plantes exotiques qui colonisent très vite les zones incendiées et remplacent les espèces indigènes. C'est en particulier le cas de l'Ajonc d'Europe, *Ulex europaeus*, qui forme de vastes fourrés monospécifiques dans les zones de végétation éricoïde touchées par le feu (Lefevre et Robert, 2005).

Rappelons enfin que le risque d'incendies est fortement lié aux conditions climatiques : la saison sèche, qui s'étale de mai à novembre, est bien entendu la période la plus critique.

Développement des activités touristiques et agricoles

Certaines activités économiques pourraient avoir des conséquences importantes sur les milieux naturels dans les années à venir : c'est le cas en particulier du tourisme et de l'élevage, qui se sont tous deux considérablement développés ces dernières années.

Source de revenu relativement important pour l'île, le tourisme peut devenir une source de dégradation des milieux naturels s'il est mal organisé et qu'il ne prend pas en compte la fragilité des milieux insulaires. Tout d'abord, la création de routes et de sentiers dans la végétation indigène entraîne une fragmentation des milieux, susceptible de favoriser en lisière l'installation et l'invasion des plantes exotiques. Ensuite, la mise en place d'équipements pour l'accueil peut conduire à différentes formes de dégradation de la végétation aux alentours : abandon de déchets qui vont attirer les rats, départs de feu, coupe de bois, prélèvement de tisanes, etc... .

Tout laisse à penser que la fréquentation touristique va s'accroître dans les années à venir. Il est donc capital de préserver les zones les plus sensibles et d'orienter le plus grand nombre (pique nique, aire de jeux, etc..) vers les zones déjà anthropisées. La découverte des milieux peu perturbés devra absolument se faire à travers des sentiers étroits, afin de réduire en particulier les phénomènes d'invasions biologiques.

L'élevage, qui a connu un important développement dans les Hauts ces dernières années, peut également devenir une menace importante pour la conservation des milieux naturels dans le futur. Il s'agit de la seule activité agricole qui peut se développer aux dépens des écosystèmes montagnards et subalpins, les grandes cultures tropicales ne convenant pas à cet étage altitudinal. De plus, on déplore depuis des dizaines d'années de nombreux problèmes de divagation de bœufs dans les milieux naturels situés à proximité des zones d'élevage actuelles. Les problèmes d'accession au foncier (raréfaction des terrains, problème d'indivisions, ...) ne font qu'augmenter la pression sur les milieux naturels qui, pour certains encore, ne représentent que de vulgaires friches ne demandant qu'à être « mises en valeur ».

Encart n°1 : BIODIVERSITE à l'île de la Réunion

Patrimoine vivant

Flore :

Plantes à fleurs : environ 500 espèces indigènes (Bossier *et al.*, 1976 in Strasberg, 1994)

- ↳ dont 34 % endémiques Réunion et 22 % endémiques des Mascareignes
- ↳ 19 des 32 genres endémiques des Mascareignes présents à La Réunion
- ↳ 6 genres endémiques de la Réunion : Berenice, Eriotrix, Faujasia, Forgesia, Heterochaenia et Ruizia.

Orchidées : environ 130 espèces indigènes (Pailler, 2004).

Fougères : 250 espèces indigènes dont 24 espèces endémiques de La Réunion (UICN, 2003).

Bryophytes : 645 espèces dont 17,9 % endémique de La Réunion (Ah Peng & Bardat, 2005).

Faune :

Mammifères : 2 espèces indigènes (2 espèces de chauves souris) (Probst, 1997).

Oiseaux : 18 espèces nichent à La Réunion, dont 8 espèces endémiques Réunion (SEOR & ARDA, 2002).

- ↳ dont 6 passereaux forestiers, dont 5 endémiques Réunion et 1 ss esp. endémique Réunion
- ↳ dont 1 rapace forestier endémique de La Réunion
- ↳ dont 6 oiseaux marins nichant dans falaises, dont 2 espèces endémiques Réunion et 1 ss esp. endémique Réunion
- ↳ dont 2 espèces nichant dans des grottes (hirondelles), dont 1 ss esp. endémique Réunion-Maurice
- ↳ dont 2 espèces inféodées aux zones d'étang
- ↳ dont 1 espèce au statut d'indigénat incertain

Reptiles : 2 espèces, dont 2 espèces endémiques Réunion (SEOR & ARDA, 2002).

Mollusques : 55 espèces indigènes, dont 20 espèces endémiques de La Réunion (UICN, 2003).

Crustacés eau douce : 9 espèces indigènes dont 1 espèce endémique (UICN, 2003).

Poissons : 21 espèces indigènes dont 1 espèce endémique (UICN, 2003).

Insectes : plus de 2 000 espèces indigènes (CIRAD & Insectarium, 2002)

- ↳ Coléoptères : 844 espèces dont 335 espèces endémiques de La Réunion
- ↳ Papillons : 439 espèces dont 145 espèces endémiques de La Réunion
- ↳ Odonates : 17 espèces dont 3 espèces endémiques de La Réunion
- ↳ Phasmes : 8 espèces dont 2 espèces endémiques de La Réunion
- ↳ Orthoptères : 31 espèces dont 41,9 % endémiques de La Réunion
- ↳ Thysanoptères : plus de 50 espèces dont plus de 20 % endémiques de La Réunion .
- ↳ Hémiptères (ss ordre auchemorhyncha) : 102 espèces dont 17 endémiques de La Réunion

Patrimoine disparu

Mammifères : 3 espèces éteintes, dont 1 espèce endémique Réunion et 2 espèces endémiques des Mascareignes (Probst, 1997 ; Strasberg, 1994).

Oiseaux : 21 espèces éteintes, dont 15 espèces endémiques Réunion et 4 espèces endémiques des Mascareignes (Probst, 1997 ; Strasberg, 1994)

Reptiles : 3 espèces éteintes, dont 1 espèce endémique Réunion et 2 espèces endémiques Réunion-Maurice (Probst, 1997 ; Strasberg, 1994)

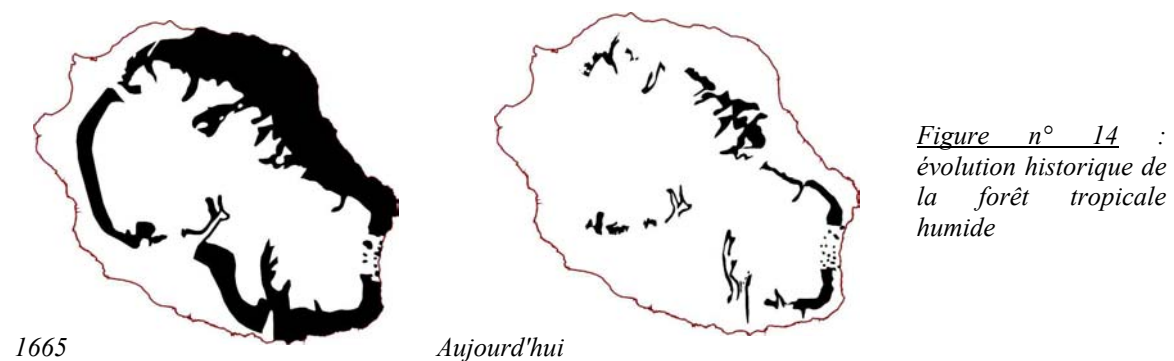
3. Présentation des grands types de végétation indigène

3.1. La forêt tropicale humide de basse et moyenne altitude

Répartition

La forêt tropicale humide, appelée localement "forêt de bois de couleurs des Bas", a été détruite dès les premiers temps de la colonisation humaine pour laisser la place aux grandes cultures tropicales. Aujourd'hui, la majorité de l'aire initialement occupée par cette forêt est plantée en Canne à sucre.

A l'origine, la forêt tropicale humide couvrait de vastes étendues sur tout le pourtour de l'île : depuis Sainte Marie à Saint-Joseph du niveau de la mer jusqu'à 800 m d'altitude environ, et de Saint-Denis à Saint-Joseph (secteur relativement plus sec) de la limite haute de la forêt semi-sèche située environ à 400 m jusqu'à 1100 m d'altitude. Au total, cet écosystème forestier s'étendait sur plus de 84 000 ha : on estime aujourd'hui sa surface à environ 17 000 ha.



Les reliques les mieux conservées s'observent principalement dans la région du "Sud Sauvage" à proximité des coulées de laves récentes : Mare Longue, Basse Vallée, Tremblet, Grand Brûlé, Bois Blanc, Dans l'Est, quelques reliques, globalement en moins bon état de conservation, se situent à Moka, Grand Etang, Cratère, Dioré, ... Dans l'Ouest, ces reliques se font extrêmement rares et s'observent le souvent au dessus de 800 m d'altitude. Parmi les reliques les mieux conservées dans l'Ouest, on peut citer le Bois de Quinquina (St Paul) et la forêt de Bon Accueil (St Louis).

Conditions écologiques

Climat

La forêt tropicale humide se caractérise à la fois par des températures élevées et des précipitations abondantes.

Au niveau des températures, la moyenne annuelle est de 24°C en limite basse de son aire de répartition pour descendre à 17,5°C en moyenne par an en limite haute (Cadet, 1980).

Au niveau des précipitations, le total des pluies oscille entre 1500 et 4300 mm dans la région Nord-Est et peut dépasser les 10 000 mm en moyenne par an dans le Sud-Est de l'île, ce qui représente 5 fois plus d'eau que les maximum moyens de métropole (Météo France, 2000).

Ces précipitations sont relativement bien réparties tout au long de l'année.

Sol

La pédogenèse s'effectue dans des conditions assez uniformes, où règnent des températures élevées et des précipitations abondantes tout au long de l'année (Cadet, 1980).

La roche mère basaltique restant assez constante d'un point de vue chimique, la formation des sols va surtout dépendre de deux facteurs :

- du caractère physique de la roche mère lors de sa mise en place (coulées basaltiques à surface continue, scories, lapillis, coulées très épaisses ou peu épaisses, ...) qui aura des conséquences sur le drainage donc l'altération des sols ;
- de l'âge du substrat entraînant une altération plus ou moins avancée.

On retrouve donc au niveau de la forêt tropicale humide un substrat allant de la coulée basaltique nue, à surface scoriacée ou continue, renfermant dans les infractuosités un lithosol organique (ou andosol vitrique) à un sol ferrallitique évolué, très épais et fortement désaturé (Cadet, 1980).

En forêt "climacique" (ex. : Mare Longue), la productivité de la litière apparaît élevée pour un écosystème tropical insulaire et jeune : 7,5 t / ha / an de retombées annuelles de litière (Kirman, 2003). L'étude menée à Mare Longue a montré que la productivité de cette litière semble contrôlé par quelques espèces seulement (10 espèces d'arbres de la canopée assurent 89 % de la production), qui ont donc un rôle clef dans la formation des sols : *Nuxia verticillata* (Bois maigre), *Labourdonnaisia calophylloides* (Petit Natte), *Agauria salicifolia* (Bois de rempart), *Syzygium sp.* (Bois de pomme) et *Antirhea borbonica* (Bois d'osto).

Physionomie et composition floristique

La forêt tropicale humide de La Réunion a été incluse par Richards (1952) dans la « Tropical rain forest », comme celle de Maurice et de Madagascar.

Comparée aux forêts continentales de type équatorial, la forêt réunionnaise se caractérise par une structure forestière beaucoup plus simple et une canopée plus basse. On distingue, en effet, classiquement à la Réunion, seulement trois strates qui sont assez bien différenciées : une strate arborée de 7 à 15 m de hauteur, une strate arbustive où certaines espèces mêlent leurs frondes à la canopée et une strate herbacée, composée principalement de plantules d'espèces ligneuses. D'après la nomenclature d'Aubreville (1965), on peut donc parler de « forêt tropicale dense basse ».

La strate arborée se révèle en effet très dense : on trouve en moyenne à Mare Longue plus de 1000 individus de plus de 10 cm de diamètre à l'hectare (Strasberg, 1994 et Gilles *et al.*, 1999). Cette forte densité se retrouve dans de nombreuses autres forêts insulaires (Lorence & Sussman, 1988) : l'adaptation aux passages réguliers de cyclones a souvent été formulée comme hypothèse pour expliquer ce phénomène (Lorence & Sussman, 1988 ; Strasberg, 1994).

L'originalité de la canopée de la forêt réunionnaise réside dans la grande diversité des espèces qui la compose comparée à d'autres forêts tropicales humides insulaires étudiées (ex. : à Hawaii, 2 espèces seulement dominent la strate arborée (Strasberg, 1994)). Strasberg (1994) totalise 40 espèces sur un hectare inventorié dans la RN Mare Longue.

Tableau n°3 : espèces les plus représentées dans la strate arborée de la forêt humide de basse altitude

Inventaire sur 1 ha en 1990 (Strasberg, 1994) ↳ 1079 individus de diamètre > 10 cm dbh			Inventaire sur 1 ha en 1999 (Gilles et al., 1999) ↳ 1079 individus de diamètre > 10 cm dbh		
Espèce	Nombre individus	%	Espèce	Nombre individus	%
<i>Labourdonnaisia calophylloides</i>	284	26,3	<i>Labourdonnaisia calophylloides</i>	289	26,8
<i>Antirhea borbonica</i>	213	19,8	<i>Antirhea borbonica</i>	134	12,4
<i>Nuxia verticillata</i>	95	8,8	<i>Nuxia verticillata</i>	130	12
<i>Syzygium sp.</i>	72	6,6	<i>Syzygium sp.</i>	65	6
<i>Doratoxylon apetalum</i>	67	6,2	<i>Cyathea borbonica</i>	64	5

La canopée est globalement assez basse et s'étend de 7 à 15 m de hauteur. Cette distribution de la strate arborée sur une dizaine de mètres est due à la diversité des hauteurs moyennes des espèces qui la composent : certaines espèces dépassent rarement les 10 m de hauteurs (*Aphloia theiformis* (Change écorce), *Cordemoya integrifolia* (Bois de perroquet), *Antirhea borbonica*,...), d'autres plafonnent à 12-15 m de hauteur (*Labourdonnaisia*, *Diospyros borbonica* (Bois noir des Hauts), *Syzygium sp.*, *Nuxia*, ...) alors que certaines peuvent exceptionnellement dépasser 20 m de hauteur (*Sideroxylon borbonicum* (Bois de fer batard), *Mimusops maxima* (Grand Natte), *Homalium paniculatum* (Corce Blanc), ...) (Cadet, 1980). Il est probable que la hauteur de la canopée était beaucoup plus grande sur les terrains plus fertiles de l'Est comparée aux reliques de forêts étudiées sur des coulées de laves récentes, comme Mare Longue. Regnault, premier commandant de l'île, décrit en 1666 quand il se rend pour la première fois dans l'Est que "les arbres y sont hauts à perte de vue" (Fontaine, 2001).

La strate arbustive a quant à elle été beaucoup moins étudiée. D'une densité assez faible, elle est généralement assez mal différenciée de la strate arborée (Cadet, 1980). En effet, plusieurs espèces arbustives viennent mêler leurs frondes aux arbres de la canopée (*Gaertnera vaginata* (Losto café), *Casearia coriacea* (Bois de cabri rouge), *Pittosporum senacia* (Joli cœur), *Tabernaemontana mauritiana* (Bois de lait), ...).

La strate arbustive est moins diversifiée que la strate arborée : elle est composée à la fois d'espèces strictement arbustives et d'espèces d'arbre qui ont un bon développement en sous-bois (espèces dite "forestières"). Cette strate apparaît dominée par deux espèces d'arbustes de la famille du Café (Rubiaceae) : *Chassalia corralioides* (Bois de corail) et *Gaertnera vaginata*. A Mare Longue, ces deux espèces endémiques de La Réunion représentent plus de la moitié des individus présents dans cette strate (Bourguin & Paquiry, 2001). D'autres arbustes sont également typiques de cette strate bien que moins abondants : *Memecylon confusum* (Bois de balai), *Tabernaemontana mauritiana*, *Coffea mauritiana* (Café marron), On trouve généralement un nombre relativement important de jeunes arbres, dont les plus abondants sont *Labourdonnaisia calophylloides* et *Antirhea borbonica* (Bourguin & Paquiry, 2001). Enfin, le sous-bois est dominé par endroits par un *Pandanus* endémique des forêts mégathermes humides de La Réunion : *Pandanus purpurescens*.

La strate herbacée comprend surtout des jeunes plants d'espèces ligneuses (Cadet, 1980). Certaines espèces comme *Labourdonnaisia calophylloides* forment de véritables tapis de plantules. On note également une très forte abondance de plantules de *Doratoxylon apetalum* (Bois de gaulette) et de *Molinea alternifolia* (Tan georges), qui attendent la rupture du couvert forestier pour se développer. On trouve également, plus ou moins abondantes, des fougères typiques comme *Pteris scabra*, *Asplenium lineatum*, *Blechnum attenuatum*, *Nephrolepis bisserata*, *Phymatodes scolopendria* et quelques orchidées terrestres dont les plus communes sont *Calanthe sylvatica* et *Phajus tetragonus*.

Les épiphytes sont une composante importante de la forêt humide de basse altitude : c'est le biotope où le dénombre le plus d'espèces. On trouve un grand nombre d'espèces d'Orchidées et de fougères remarquables telles que la majestueuse *Asplenium nidus* (Fougère nid d'oiseaux). Par contre, on note une très faible abondance de lianes comparé aux forêts continentales.

La description précédemment faite concerne principalement la forêt de basse altitude, dont la limite altitudinale se situe environ à 500 m dans l'Est et 600 m dans l'Ouest. Les forêts de moyenne altitude diffèrent légèrement des forêts de basse altitude au niveau de leur composition et de leur structure (Rivals, 1952 ; Dupouey et Cadet, 1986). Certaines espèces y sont très caractéristiques, comme *Cordemoya integrifolia* (Bois de perroquet), *Ficus densifolia* (Grand Affouche) ou *Maillardia borbonica* (Bois de maman).

Dynamique

La présence d'un volcan actif dans le Sud de l'île permet l'étude de la dynamique de la forêt tropicale depuis son installation sur la lave nue jusqu'au stade climacique.

Cadet (1980) puis Chevènement (1990) ont étudié la succession des végétaux sur des coulées d'âges différentes. Ils ont ainsi caractérisé les différents groupements végétaux qui sont de plus en plus évolués plus l'âge de la coulée est ancien. Plusieurs groupements herbacés et arbustifs pionniers vont se succéder jusqu'à l'établissement d'un groupement pré-forestier qui va progressivement évoluer vers son stade climacique (v. tableau n°4 et encart n°2). Les espèces héliophiles pionnières, incapables de germer sous couvert, vont progressivement disparaître de la forêt mature.

Tableau n°4 : les différents stades de colonisation de la lave de la série mégatherme

Age approximatif de la coulée (en années)	Stade de colonisation de la lave
0-2	Lave nue
2-10	Groupement bryolichénique
10-100	Stade à <i>Nephrolepis abrupta</i> et <i>Agauria salicifolia</i>
100-200	Stade à <i>Dicranopteris</i> , <i>Agauria</i> et <i>Sideroxylon</i>
200-300	Stade à <i>Sideroxylon</i> et <i>Nephrolepis bisserata</i>
à partir de 300	Forêt hétérogène « subclimacique »

La mise en place d'une parcelle d'étude permanente par Strasberg en 1990 dans la forêt de Mare Longue (vieille de 300-500 ans environ) a permis de mieux comprendre le fonctionnement de la forêt tropicale mature. Il a pu ainsi expliquer pourquoi les chablis, moteurs de la dynamique des forêts constituées, étaient de très petites tailles à La Réunion. Premièrement, ces chablis sont essentiellement causés par la mort sur pied des arbres et non pas après des épisodes cycloniques comme on aurait pu le penser. Deuxièmement, la faible densité des lianes sur les arbres à La Réunion engendre des chablis de tailles minimales comparées à ceux créés par la chute d'arbres de 30-40 m de haut des forêts équatoriales, qui, couverts de lianes, entraînent dans leur chute un grand nombre d'arbres.

Le suivi sur 15 ans de la parcelle permanente d'un hectare a permis de mettre en évidence une diminution progressive du nombre d'arbres dans la canopée avec une augmentation de leur diamètre. Seul *Labourdonnaisia calophylloides*, déjà largement dominant dans le peuplement, a vu ses effectifs significativement augmenter. Quelques individus à gros diamètre ont disparu : il s'agit uniquement d'*Agauria salicifolia* (Eyraud & Perraudin, 2005).

L'étude de la croissance des arbres sur 15 ans a permis de distinguer trois groupes d'espèces (Eyraud & Perraudin, 2005) :

1^{er} groupe : Des espèces qui ont une bonne croissance sous couvert mais qui ont également une capacité de croissance importante lors de l'ouverture du couvert : *Labourdonnaisia calophylloides* (taux de croissance les plus importants), *Ocotea obtusata*, *Calophyllum tacamahaca* (Takamaka), *Polyscias repanda* (Bois de papaye), *Molinea alternifolia* et *Syzygium sp.*, qui figurent parmi les espèces à forte croissance moyenne

2^{ème} groupe : Des espèces qui ont une croissance très faible sous couvert mais très importante lors d'ouverture : *Antirhea borbonica*, *Nuxia verticillata*, *Tambourissa elliptica* (Bois de tambour), *Doratoxylon apetalum*, *Homalium paniculatum*. Seul *Antirhea* présente un réel recrutement sous couvert forestier.

3^{ème} groupe : Des espèces qui ont une croissance relativement homogène. Il s'agit en particulier des arbres pionniers à gros diamètre : *Agauria salicifolia* et *Sideroxylon borbonicum*. Il n'a jamais été observé de germination de ces deux espèces sous couvert ou dans une trouée naturelle.

Le renouvellement des arbres de la canopée, conditionné par la création de petits chablis, va se donc faire par les deux premiers groupes d'espèces. Les arbres pionniers vont quant à eux progressivement disparaître de la forêt mature, car incapables de se régénérer sous couvert forestier.

Menace actuelles

Comme l'ont souligné de nombreux chercheurs, les forêts tropicales humides de basse altitude font partie des écosystèmes les plus complexes mais aussi les plus menacés de disparition à l'échelle mondiale (Wilson, 1988 ; Shafer, 1990 ; Whitmore, 1990 ; Strasberg, 1994). La Réunion ne déroge pas à cette règle.

Pourtant, malgré une réduction drastique de leur surface d'origine, les forêts tropicales humides à La Réunion ont conservé une structure relativement intacte (Strasberg, 1994).

La première menace qui touche les reliquats de forêt humide est constituée par les effets de la fragmentation, en particulier au niveau des lisières : bouleversement des taux de migration des espèces, de la taille des populations et des conditions environnementales, problème de pollinisation, ... Même si des îlots forestiers subsistent, la fragmentation va avoir pour effet final une perte de diversité (Strasberg, 1994 ; Lévêque & Mounolu, 2001).

A long terme, ces petits fragments vont-ils résister face à l'invasion des plantes exotiques envahissantes, particulièrement abondantes à basse altitude ? Certaines espèces héliophiles, telles que *Rubus alceifolius* (Raisin marron), colonisent rapidement les trouées (Baret *et al.*, 2005). D'autres espèces, plus sciaphiles, comme *Psidium cattleianum* (Goyavier) et *Syzygium jambos* (Jamerosade), connaissent un développement inquiétant dans le sous-bois (Mac Donald *et al.*, 1991)

En tout cas, les espèces introduites ont complètement perturbé les successions végétales sur les coulées de laves. Des espèces, comme *Boehmeria penduliflora* (Bois de chapelet) et *Casuarina equisetifolia* (Filaos), dominent aujourd'hui la végétation pionnière de coulées récentes, et rendent minimes les chances d'obtenir à terme les forêts climaciques telles que nous les observons aujourd'hui (Strasberg, 1994).

Encart n°2 : COLONISATION DES COULEES DE LAVES PAR LES PLANTES INDIGENES

Le groupement bryolichénique (1) :

Sur les coulées en gratons, à partir de la 2^{ème} année, les cavités humides à l'abri de la lumière se couvrent d'un lichen : *Stereocaulon vulcani* (Fleur de roche). Après 7 à 8 années, la coulée, noire à l'origine, prend une teinte grisâtre caractéristique et disparaît presque complètement sous la couverture du lichen. Ce dernier se maintient ainsi plus de 50 ans. Il opère une dégradation chimique des gratons et ses débris organiques s'accumulent, permettant l'installation de nombreuses espèces de mousses héliophiles.

Le stade à *Nephrolepis abrupta* et *Agauria salicifolia* (2) :

Vers la huitième année, une fougère héliophile, *Nephrolepis abrupta*, commence à s'installer entre les blocs scoriacés et dans les fissures les plus humides. Elle se développe en touffes et s'étend grâce à ses rhizomes. Après une douzaine d'années, les débris organiques, issus de ces fougères pionnières, permettent l'enracinement des premiers arbres pionniers, en particulier *Agauria salicifolia* (Bois de Rempart).

Progressivement se forme une communauté végétale constituée par :

- Une strate de lichens et de mousses.
- Une strate herbacée dominée par la fougère *Nephrolepis abrupta* à laquelle se mêle la Paille Sabre (*Machaerina iridifolia*).
- Une strate ligneuse dominée par *Agauria salicifolia* accompagné de quelques arbustes pionniers : *Hubertia ambavilla* (Ambaville), *Nuxia verticillata* (Bois Maigre), *Antirhea borbonica* (Bois d'Osto), ...

Le stade à *Dicranopteris linearis*, *Agauria salicifolia* et *Sideroxylon borbonicum* var. *capuronii* :

Vers l'âge de 80 à 150 ans apparaît la fougère *Dicranopteris linearis* qui forme une strate herbacée très dense pouvant dépasser 1,5 m de hauteur et qui couvre l'ensemble de la coulée. La strate arbustive est encore très clairsemée et dépasse rarement 5 à 6 m, hormis quelques *Agauria salicifolia* et *Sideroxylon borbonicum* var. *capuronii* (Bois de Fer Bâtard) qui atteignent environ 7 à 8 m de hauteur.

Le stade à *Sideroxylon borbonicum* et *Nephrolepis biserrata* (3) :

Après environ 150 à 200 ans se développe une forêt claire dominée par *Sideroxylon borbonicum* qui atteint 10 à 15 m de hauteur. *Agauria salicifolia* est également bien représenté. Il est accompagné principalement de *Nuxia verticillata* et d'*Antirhea borbonica*. A l'abri de cette strate arborée apparaissent les premières plantes sciaphiles telles que *Chassalia corallioides*, *Gaertnera vaginata*, *Pittosporum senecia*, *Cyathea borbonica* (Fanjan mâle), et *Acanthophoenix rubra* (Palmiste Rouge).

La fougère *Dicranopteris linearis* héliophile est remplacée par *Nephrolepis biserrata*, plus sciaphile, qui domine très largement la strate herbacée. Les épiphytes (Orchidées, fougères) prolifèrent ainsi que les Hépatiques.

Le stade à *Labourdonnaisia calophylloides* (4) :

Au bout de 250-300 ans, la forêt "climacique" est pratiquement réalisée. Le couvert arboré de la forêt à *Sideroxylon* a permis l'installation d'espèces forestières qui exigent de l'ombre au début de leur développement : *Mimusops maxima*, *Xylopia richardii* (Bois de banane), *Calophyllum tacamahaca* mais surtout *Labourdonnaisia calophylloides* (Petit Natte) qui devient généralement très rapidement l'arbre dominant de la canopée. Les arbres pionniers comme *Agauria salicifolia* et *Sideroxylon borbonicum* ne se rencontrent plus qu'à l'état de gros individus et sont voués à disparaître, ne se régénérant plus dans la forêt climacique. La densification de la canopée permet un enrichissement de la strate herbacée aux dépens de *Nephrolepis biserrata* et *Phymatodes scolopendria* qui se raréfient.



(1)



(2)



(3)



(4)

De plus, plusieurs arbres indigènes connaissent des problèmes de dissémination suite à l'extinction ou la raréfaction de leurs disséminateurs, ce qui les empêche de coloniser naturellement les coulées récentes (Strasberg, 1994).

Mesures de protection

Une grande partie des forêts mégathermes humides se situe dans des zones privées : seule la moitié de la surface de ce milieu est située sur le domaine forestier public (v. fig. n°15).

La forêt tropicale humide fut le premier milieu à bénéficier d'une protection particulière à La Réunion. En 1958, une réserve biologique de 21 ha fut créée dans la forêt de Mare Longue. Au début des années 1970, le Professeur Cadet milite activement pour l'agrandissement de cette réserve, jugeant qu'elle est trop petite pour assurer la conservation de ce milieu à long terme. Ceci aboutit à la création de la première réserve naturelle de l'île, la RN Mare Longue, qui vint remplacer et agrandir la réserve biologique existante. On passa ainsi de 21 à 68 hectares de réserve. Depuis cette date, de nombreuses études ont eu lieu dans cette RN et ont permis d'accroître nos connaissances sur le fonctionnement des forêts de basse altitude.

En 1989, l'UICN demande à l'ONF d'étendre les surfaces des réserves à basse altitude et d'inclure le maximum de reliques de forêt tropicale humide (Doumenge et Renard, 1989). Cela entraîna la révision prématurée du plan d'aménagement du massif de la Coloraie du Volcan (25 000 ha), ce qui aboutit au classement en réserve biologique de toutes les reliques de forêts publiques de basse altitude et des zones de végétation pionnières associées de la région du Sud Sauvage sur plus de 1500 hectares (Triolo, 2002). En bordure de ce massif forestier, une réserve biologique de 120 ha est en cours de création sur les terrains du Conservatoire du Littoral à Bois Blanc (Dufour, 2004).

La Réserve Naturelle de Roche Ecrite, créée en 1999, abrite également dans la partie Nord de l'île des forêts de basse et de moyenne altitude sur plus de 500 ha, mais qui sont essentiellement situées sur des fortes pentes. Plus récemment, le CNPN a validé, en 2004, le projet de création de réserve biologique aux Makes, qui assure la protection de plus de 400 ha de forêt de moyenne altitude exceptionnellement préservée. Il s'agit d'un des derniers vestiges de forêt mégatherme de la région sous le vent.

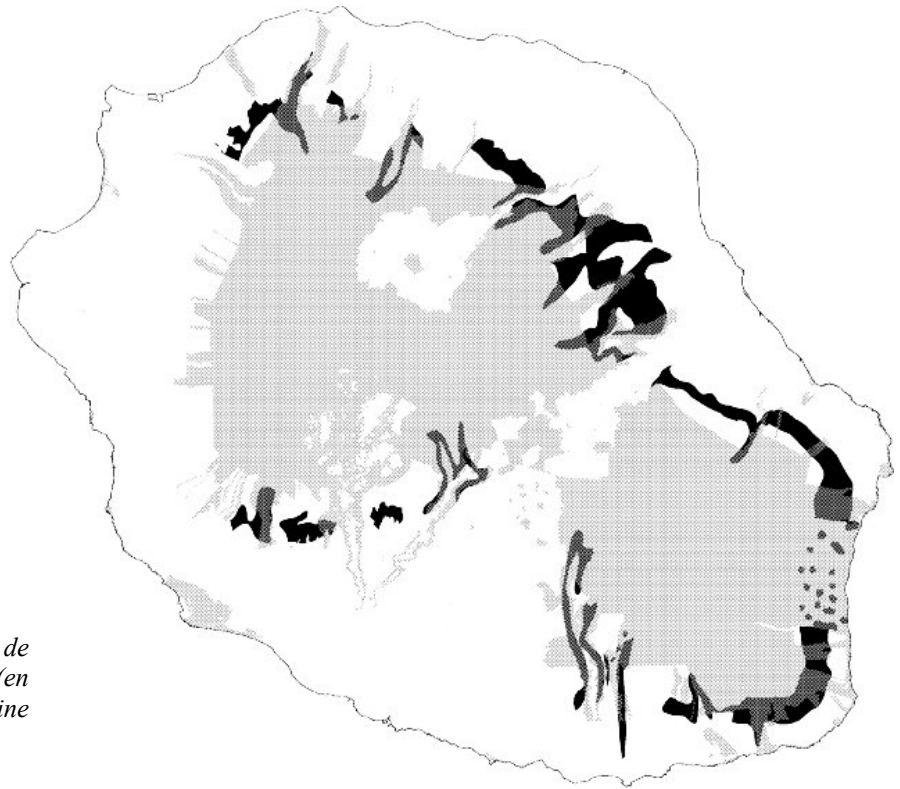


Figure n°15 : répartition de la forêt tropicale humide (en noir) et du domaine forestier public (en gris)



Figure n° 16 : répartition de la forêt tropicale humide (en noir) et des réserves existantes ou validées par le CNPN (en gris)

3. 2. La forêt tropicale semi-sèche

Répartition

Les forêts semi-sèches de la Réunion ont été détruites dès les premiers temps de la colonisation de l'île pour la culture du Café et pour l'exploitation du bois. Actuellement, on trouve à la place de cette formation végétale des champs de canne (du Tampon à St Leu) ou des savanes dominées par des plantes exotiques (de St Leu à St Denis) où peuvent encore survivre quelques rescapés de la forêt originelle.

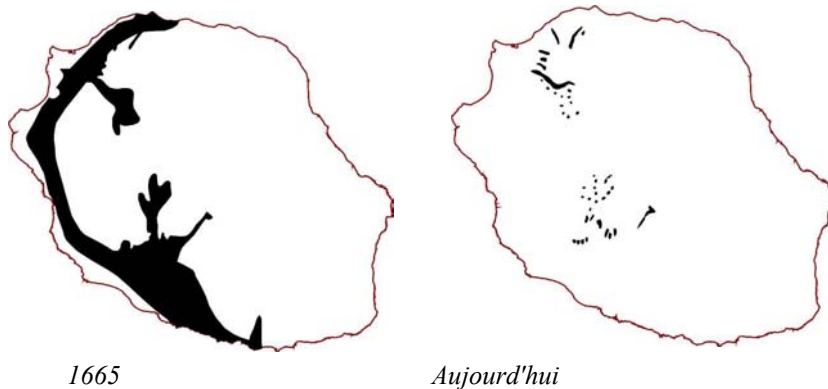


Figure n° 17 : évolution historique de la forêt tropicale semi-sèche

Aujourd'hui, la forêt semi-sèche ne subsiste que sur des fortes pentes encaissantes des rivières. Les vestiges les moins dégradés s'observent à la Grande Chaloupe et à la Rivière Saint-Denis, à la sortie du Cirque de Mafate dans le Bras des Merles, dans des îlots à Cilaos, à Grand Bassin, ainsi que dans les Hauts de St Louis et du Dimitile.

Conditions écologiques

Climat

Du point de vue climatique, c'est le facteur hydrique qui détermine principalement la répartition de la forêt sèche. En effet, on retrouve cette formation quand la moyenne des précipitations dans l'année n'excède pas les 1 600 mm d'eau par an. Il est important de rappeler que ces moyennes sont très mal réparties dans l'année.

Sol

Les reliques de forêts indigènes se situent sur des fortes pentes qui sont soit des falaises à substrats rocheux, soit des champs de blocs issus d'éboulis, soit des sols peu épais sur roche mère d'origine colluviale. Les sols qu'on y trouve connaissent une sécheresse très prononcée.

Cadet (1980) considère que la forêt sèche était installée sur des sols plus évolués considérés par Riquier *et al.* (1975) comme des sols ferrallitiques faiblement à moyennement désaturés, dont la genèse nécessite deux conditions : une pluviométrie moyenne et une saison sèche bien marquée.

Physionomie et composition floristique

On retrouve à La Réunion des forêts sèches - sempervirentes, comme on peut en trouver par exemple en Inde (Demangeot, 2000). Les arbres ne perdent donc pas leurs feuilles pendant la saison sèche, ce qui est le cas dans la majorité des forêts sèches tropicales.

La forêt semi-sèche de La Réunion est formée d'un couvert arboré discontinu et peu dense d'environ 7-10 m de hauteur. Les arbres les plus abondants dans la canopée sont *Mimusops maxima* (Grand Natte), *Securinega durissima* (Bois dur), *Cossigna pinnata* (Bois de Juda), *Cassine orientalis* (Bois rouge), *Homalium paniculatum* (Corce blanc) et *Eugenia buxifolia* (Bois de nèfles). Il est fortement probable que la strate arborée était sensiblement plus dense autrefois : la plupart des arbres de cette forêt fournissait un bois d'oeuvre de qualité : ils ont donc été exploités très tôt historiquement, même dans les endroits les plus difficiles d'accès.

Hormis les arbres communs, on retrouve une longue liste d'arbres endémiques proches de l'extinction : *Poupartia borbonica* (Bois blanc rouge), *Dombeya populnea* (Bois de senteur bleu), *Foetidia mauritiana* (Bois puant), *Zanthoxylum heterophyllum* (Bois de poivrier des Hauts), *Gastonia cutispongia* (Bois d'éponge), ...

La strate arbustive est généralement plus dense, s'étageant de 1 à 7 m de hauteur. Certains arbustes sont inféodés au secteur semi-sec et sont très représentés : *Olea europea* (Bois d'olive blanc) , *Pandanus sylvestris*, *Dodonea viscosa* (Bois d'arnette), etc... . D'autres espèces normalement arborescentes en forêt tropicale humide prennent un port beaucoup plus arbustif dans la forêt semi - sèche : *Molinea alternifolia*, *Aphloia theiformis* (Change écorce), *Antidesma madagascarensis* (Bois de cabri blanc), *Doratoxylon apetalum* et *Nuxia verticillata*. Au total, Cadet englobe 29 espèces d'arbustes héliophiles, dont certaines sont caractéristiques sans être forcément abondantes : *Pleurostyliya pachyphloea* (Bois d'olive gros peau), *Turrea thoursiana* (Bois de quivi), *Olea europea*, *Dombeya acutangula* (Mahot) et *Tarenna borbonica* (Bois de pintade). Il considère également que onze espèces d'arbustes héliophiles sont beaucoup plus rares dont certaines menacées d'extinction en citant, par exemple, *Stillingia lineata* (Tanguin péi) et *Indigofera ammoxylon* (Bois de sable). Ces arbustes représentent près d'un tiers des espèces menacées présentées dans "Flore en Détresse" (Dupont *et al.*, 1989) : *Obetia ficifolia* (Bois d'Ortie), *Ruizia cordata* (Bois de senteur blanc), *Clerodendron heterophyllum* (Bois de chenille), *Croton mauritanus*, *Tabernaemontana persicariifolia* (Bois de lait), *Hibiscus columnaris* (Mahot rempart), *Carissa xylopicron* (Bois amer), *Abutilon exstipulare* (Mauve), *Eugenia mespiloides* (Bois de pêche marron), *Pyrostria oleoides* (Bois mussard), *Dombeya acutangula var. palmata*. (Mahot tantan).

Peu d'arbustes du secteur semi-sec sont véritablement sciaphiles : Cadet inclut dans cette catégorie uniquement 2 espèces : *Erythroxylum sideroxyloides*, assez commun localement, et *Psathura borbonica var. borbonica* (Bois cassant), beaucoup plus rare.

La strate herbacée n'est jamais très dense, y compris la régénération des ligneux qui s'y trouvent. Les espèces les plus abondantes sont des fougères, les plus communes étant *Phymatodes scolopendria* et *Arthropteris orientalis*. Certaines fougères, communément rencontrées, sont caractéristiques des forêts sèches : *Adiantum reniforme*, *Asplenium adiantoides*, *Actinopteris radiata*, *Pellea dura*, *Pteris vittata*,

Par endroit, la strate herbacée est composée principalement d'Orchidées terrestres ou saxicoles (=sur rochers), dont les plus représentées sont *Jumellea recta*, *Jumellea recurva* et *Eulophia pulchra*. A noter la présence dans la forêt sèche de la seule cactacée indigène de l'île :

Rhipsalis baccifera (Liane perle), que l'on trouve sur des rochers. Un Aloes endémique, *Aloe macra* (Mazambron marron), très rare à l'état naturel, se rencontre également dans ce secteur.

Les lianes sont assez peu représentées, à l'exception de la Liane d'olive, *Secamone volubilis*, qui est souvent assez abondante. On retrouve également assez fréquemment des espèces de lianes que l'on trouve aussi dans les forêts humides : *Danaïa fragrans* (Lingue noir), *Cnestis glabra* (Mafatenbwa), *Smilax anceps* (Liane crocs de chien), Deux lianes inféodées à la forêt sèche sont quant à elle extrêmement rares : *Gouania mauritiana* (Liane Montbrun) et *Camptocarpus mauritanus* (Liane café) (Dupont *et al.*, 1989).

Dynamique de la végétation

L'étude de la dynamique de la forêt semi-sèche reste beaucoup plus difficile que pour la forêt humide, qui présente des stades de colonisation de laves par les végétaux allant jusqu'à la forêt climacique (Rivals, 1952 ; Cadet, 1980). Par conséquent, très peu d'études ont eu lieu à ce sujet, à l'exception de Cadet (1980) qui a tenté de fournir des explications à partir de ces observations. Ce dernier a fait la distinction entre la colonisation des substrats rocheux et l'évolution de la végétation sur les sols détritiques du fond des cirques.

L'observation des groupements pionniers sur les cicatrices d'éboullis ne révèle pas de grande différence par rapport à une forêt plus évoluée. Arbres et arbustes typiques des forêts évoluées s'installent très rapidement dans les fissures des rochers : *Olea europea*, *Securinega durissima*, *Dodonea viscosa*, *Nuxia verticillata*, *Antirhea borbonica*, *Aphloia theiformis*. Dans le même temps, des espèces herbacées s'installent pour former un tapis peu dense : *Cymbopogon excavatus*, *Phymatodes scolopendria*, *Arthropteris orientalis*, *Rhipsalis baccifera*, Ce groupement pionnier semble se maintenir très longtemps sur les terrains à fortes pentes et les rochers exposés en plein soleil. Par contre, lorsque que le terrain est moins pentu, cette végétation pionnière va évoluer plus ou moins rapidement vers un fourré puis un stade préforestier qui va se densifier progressivement. Les espèces qui nécessitent de l'ombre pour le début de leur croissance, telles que *Mimusops maxima*, *Allophylus cobbe* (Bois de merles), *Cossigna pinnata* ou *Tarenna borbonica* vont donc progressivement faire leur apparition dans le groupement pionnier.

Dans le fond des cirques de Mafate et de Cilaos, la roche mère est facilement friable et donc très vulnérable à l'érosion. Elle va par conséquent offrir constamment de nouvelles surfaces pour la colonisation végétale.

Les cicatrices d'éboullis vont rapidement se couvrir d'une pelouse basse dominée par deux espèces de Poacées : *Aristida mauritiana* (= *A. adscensionis*) et *Cymbopogon excavatus* (= *C. caesius*). Plusieurs fougères héliophiles terrestres (du genre *Pellea* par exemple) accompagnent fréquemment ces graminées.

Les zones incendiées situées à proximité des reliques de forêts sèches de la Grande Chaloupe constituent également un bon modèle pour l'étude de la colonisation végétale dans le secteur semi-xérophile (obs. pers) : *Agauria salicifolia* et *Dodonea viscosa* sont les espèces qui colonisent le mieux ces zones incendiées. D'autres espèces, telles que *Stoebe passerinoides* (Branle blanc) et *Nuxia verticillata*, sont également présentes dans une moindre mesure.

Menaces actuelles

Comme pour la forêt humide de basse altitude, la conservation à long terme de la forêt semi-sèche est fortement compromise par la réduction et la fragmentation des milieux.

Deux principales menaces concernent la forêt semi-sèche : les invasions biologiques et les incendies.

Les petits îlots forestiers sont souvent envahis par tout un lot de plantes introduites qui perturbent la régénération et le développement des espèces indigènes. On peut citer *Furcraea foetida* (Choka vert), *Lantana camara* (Galabert), *Schinus terebinthifolius* (Faux poivrier), *Litsea glutinosa* (Avocat marron) et *Prosopis juliflora* (FAO, 2004). Mais c'est surtout *Hiptage benghalensis* (Liane Papillon) qui se montre très préoccupant tant son invasion est rapide. Cet arbuste lianescent forme des fourrés inextricables, étouffant la végétation indigène et la remplaçant très rapidement. Il occupe aujourd'hui de très larges surfaces (plusieurs dizaines d'hectares) et menace sérieusement les quelques reliquats encore bien préservés sur l'île, qu'il arrive facilement à coloniser grâce à un mode de dissémination des graines très efficace (fruit = samares). De plus, son élimination est particulièrement difficile, même avec l'utilisation de phytocides très puissants.

Les incendies constituent également une sérieuse menace pour les reliquats de forêt semi-sèche. La sécheresse de cette forêt facilite beaucoup les départs de feu. Le plus souvent, ces départs de feu sont occasionnés par des chasseurs de guêpes, dont les nids se vendent très cher à La Réunion (les larves de guêpes sont un met très apprécié). L'enfumage des nids pour pouvoir les attraper se déroule en fin de saison sèche, ce qui augmente les risques d'incendies. Récemment, un incendie a épargné de justesse la seule station connue de *Carissa xylopicron*, plante rare inféodée à la forêt semi-sèche (CBNM, com. pers).

Le plus souvent, c'est *Pteridium aquilinum* (Fougère aigle) qui couvre rapidement les surfaces incendiées et rend particulièrement difficile la recolonisation par les espèces indigènes. De plus, cette espèce pyrophile favorise à son tour le départ d'incendies.

Mesures de protection

Environ la moitié de la surface de la forêt semi-sèche se situe sur le domaine bénéficiant du régime forestier, soit environ 1100 ha.

La première réserve à protéger ce type de milieu a été créée en 1999 : il s'agit de la Réserve Biologique de Bras des Merles située dans le cirque de Mafate, qui protège environ 250 ha de forêts semi-sèches, plus ou moins dégradées par endroits.

Conscient que la mise en réserves des reliquats de forêts semi-sèches est insuffisante pour assurer efficacement leur conservation à long terme, plusieurs projets ont récemment été examinés par l'ONF. Plusieurs réserves biologiques vont donc être prochainement créées : les projets les plus aboutis concernent la Grande Chaloupe (61 ha), la Providence (10 ha) et Cilaos (environ 300 ha au total).

Par contre, dans les terrains privés, la difficulté de créer des réserves demeure entière. Il est donc primordial que les reliques de forêts sèches bénéficient d'une politique active de maîtrise foncière publique par le Département, via la TD ENS, comme cela a commencé à la Grande Chaloupe et au Dimitile.

Figure n° 18 : répartition de la forêt semi-sèche (en noir) et du domaine forestier public (en gris)

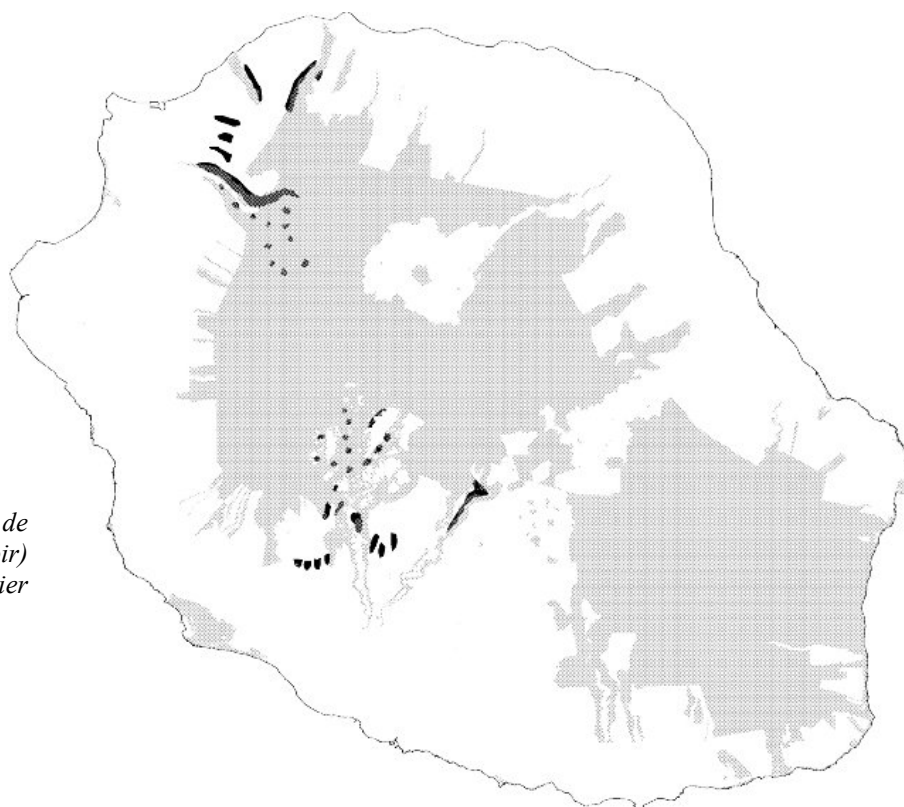
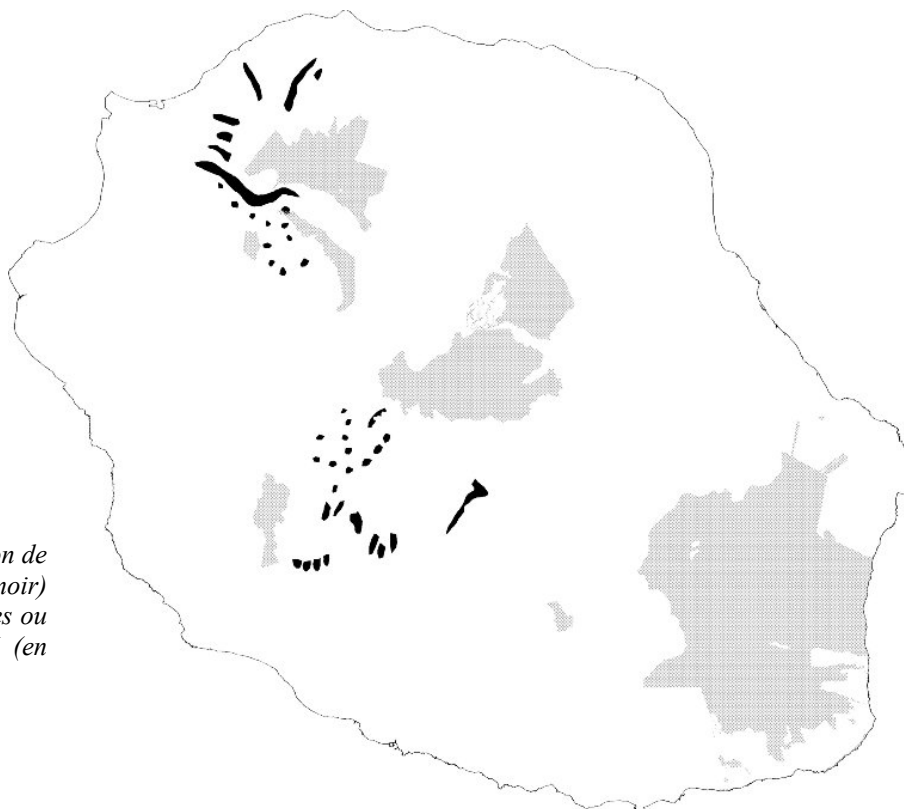


Figure n°19 : répartition de la forêt semi-sèche (en noir) et des réserves existantes ou validées par le CNPN (en gris)



3.3. Les forêts et les fourrés de montagne

Répartition

Les forêts de montagne sont de loin les écosystèmes forestiers les mieux conservés à La Réunion et qui couvrent encore l'aire la plus étendue (v. fig. n°20). Ceci est principalement dû au fait que son aire de répartition ne convenait pas aux grandes cultures tropicales comme la Canne à Sucre et le Café. Ce n'est qu'au début de ce siècle, que d'importantes surfaces de forêts de montagne ont été défrichées pour la culture du Géranium.

Les forêts de montagne commencent là où s'arrêtent en altitude les forêts mégathermes : vers 800 m dans le Sud-Est et vers 1000-1100 m dans le Nord-Ouest et l'Ouest. En limite supérieure de son aire, elles laissent la place à la végétation éricoïde vers 1600-1700 m au Nord-Est et vers 1900 m dans le Nord-Ouest.

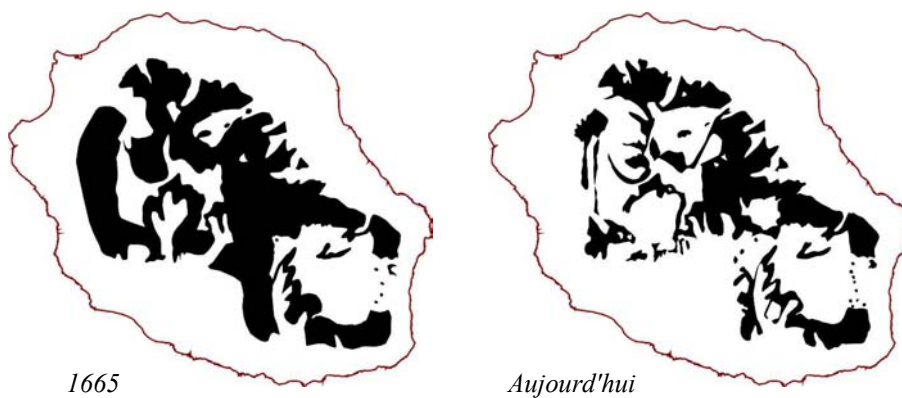


Figure n° 20 : évolution historique de la répartition des écosystèmes montagnards

Les forêts de l'étage montagnard couvrent encore aujourd'hui de très vastes surfaces. Parmi les forêts les plus remarquables, on peut citer dans le Nord : la Plaine des Chicots, la Plaine d'Affouches et la Plaine des Fougères ; dans l'Est : Bébour, Bélouve, le Mazerin, la Plaine des Lianes, l'Ilet Patience ; dans l'Ouest : les Hauts de Saint-Paul, le Tevelave et les Makes ; dans le Sud : les pentes du Piton de la Fournaise, et dans les cirques : la Plaine des Tamarins, le Kelval, la Plaine des Merles et le Tapcal.

Conditions écologiques

Climat

Le climat de la forêt de montagne se caractérise à la fois par des températures relativement fraîches, une pluviométrie abondante et des brouillards fréquents.

Les températures annuelles moyennes n'excèdent pas les 17°C et la température minimum du mois le plus froid dépasse rarement les 10 °C (Cadet, 1980). Par exemple, à 1800 m d'altitude dans la forêt de la Plaine des Chicots, la température moyenne annuelle est de 12,7 °C et la moyenne du mois le plus froid est de 4,1 °C (Triolo, 2005).

Dans le Sud et l'Est de l'île, les précipitations sont très abondantes : sur les pentes du Volcan de la Fournaise à 1600 m d'altitude, le total des précipitations sur un an dépasse les 18 000 mm! (Triolo, 2002). A Bébour, vers 1500 m d'altitude, la pluviométrie est d'environ 5200 mm sur l'année (Hoarau, 2004). Par contre, dans l'Ouest de l'île, les précipitations sont nettement

moins abondantes et n'excèdent pas 3 m d'eau par an (Cadet, 1980). Les précipitations vont chuter durant la saison sèche mais seront en quelque sorte compensées par l'ennuagement important et les brouillards fréquents. En effet, durant la saison de relative sécheresse (juin à octobre), la forêt est constamment dans le brouillard (Cadet, 1980).

Sol

D'après Riquier *et al.* (1975), les forêts mésothermes se situent essentiellement sur deux types de sols : des andosols différenciés perhydratés désaturés, principalement dans l'Ouest et le Sud-Ouest, et des sols ferrallitiques fortement désaturés dans le Nord et le Nord-Est. Enfin, à la base des remparts et de certaines grandes vallées, on retrouve des sols peu évolués à allophane sur matériels détritiques.

Les andosols perhydratés et désaturés se sont développés sur d'anciens colluvions de piémonts, sur des coulées et sur des nappes de lapillis et de cendres. Il s'agit globalement de sols légers, à texture limoneuse, très poreux et perméables, riches en matières organiques et à très forte capacité de rétention d'eau.

Les sols ferrallitiques sont généralement les plus vieux sols et sont facilement identifiables grâce à leur couleur rougeâtre dans les 1 à 2 m supérieurs (Raunet, 1990). Les sols les plus anciens, tels que ceux du Brûlé issus de la phase II du Piton des Neiges, sont très appauvris et désaturés. Ces sols sont très pauvres en phosphore et en potasse, mais possèdent de bonnes propriétés physiques avec un drainage toujours excellent (Raunet, 1990).

Les sols peu évolués à allophanes s'observent aux pieds des remparts et de certaines grandes vallées. Le matériau de la roche mère varie beaucoup, allant du gros bloc de pierre à des éléments très fins et sableux. Le sol est généralement très perméable et la matière organique semble être rapidement incorporée et bien répartie dans le profil. La forêt qui s'y développe manifeste généralement une bonne vitalité (Cadet, 1980).

Physionomie et composition floristique

On retrouve à La Réunion tous les traits typiques des forêts tropicales de montagne : diminution de la taille des arbres et arbustes, généralement tortueux et plus branchus, abondance des épiphytes tels que les mousses, orchidées et fougères, dominance des fougères arborescentes et diminution de la richesse spécifique par rapport aux forêts de basse altitude (Cadet, 1980 ; Letouzey, 1982).

Encore plus que pour les formations de la série mégatherme, la stratification verticale ne se dessine pas nettement. Ce sentiment d'« anarchie » est dû à la fois à la faible hauteur des arbres, à de nombreux arbustes qui participent à la canopée et à l'abondance des épiphytes partant des troncs jusqu'au sol. La canopée est également moins dense qu'à basse altitude, ce qui permet à la lumière de pénétrer le sous bois et d'entraîner un fort développement des strates arbustives et herbacées. Enfin, on trouve au sol une grande quantité de bois mort, de litière et d'humus accumulé.

La strate arborée excède rarement 8-10 m de hauteur. On y trouve une trentaine d'espèces d'arbres, dont les plus communes sont des espèces inféodées à l'étage montagnard : *Dombeya reclinata*, *Dombeya pilosa*, *Dombeya punctata*, *Monimia rotundifolia* (Mapou), *Hypericum lanceolatum* (Fleur jaune), *Cyathea glauca* (Fanjan), ... On retrouve également des espèces rencontrées dans les forêts humides de basse altitude mais qui sont beaucoup plus abondantes dans les forêts de montagne. Il s'agit en particulier de *Weinmannia tinctoria* (Tan rouge) et de deux autres fougères arborescentes indigènes : *Cyathea excelsa* et *Cyathea borbonica*. Enfin,

les espèces d'arbres ubiquistes, présentes dans tous les types de forêts à La Réunion, sont peu abondantes dans le mésotherme et connaissent un faible dynamisme : *Doratoxylon apetalum*, *Antidesma madagascariense*, *Ocotea obtusata* (Bois de cannelle), *Nuxia verticillata*, ... Etant donné la dominance de la strate arborée par les espèces du genre *Cyathea* et *Dombeya*, la forêt mésotherme aurait pu être rebaptisée "Forêt à *Dombeya* et à *Cyathea*" (Cadet, 1980).

La strate arbustive forme un continuum avec la strate arborée, la majorité des arbustes venant mêler leurs frondes aux arbres de la canopée. Le nombre d'espèces d'arbustes reste à peu près équivalent au nombre constaté dans les forêts mégathermes : on retrouve couramment une vingtaine d'espèces. On observe également un grand nombre d'espèces normalement arborescentes qui prennent un port beaucoup plus grêle et arbustif : *Doratoxylon apetalum*, *Antirhea borbonica*, *Antidesma madagascariense*, *Ocotea obtusata*, ...

En raison d'un couvert arboré peu dense, la strate herbacée a un recouvrement beaucoup plus important qu'à basse altitude. Un grand nombre de fougères compose cette strate, ainsi que des espèces habituellement épiphytes telles qu'*Astelia hemichrysa* (Ananas marron) Par contre, on observe globalement une faible densité de jeunes ligneux dans cette strate.

L'étage montagnard est le domaine écologique de prédilection des épiphytes. L'humidité ambiante entraîne un incroyable développement des épiphytes, qui couvrent les arbres des troncs jusqu'aux branches, participant même à la strate herbacée. Certains épiphytes sont très caractéristiques des forêts de montagne de la Réunion : *Astelia hemichrysa*, *Cordyline mauritiana* (Canne marron), la fougère lianescente *Oleandra distincta*, *Pleopeltis excavata* et *Jumellea triquetra*.

La description précédemment faite concerne ce que l'on appelle la "forêt complexe de montagne", qui constitue, selon Cadet, la forêt climacique "typique" de l'étage mésotherme. Il existe 3 principaux autres types d'habitats que l'on trouve à cet étage de végétation et qui diffèrent complètement de la forêt complexe en terme de structure et de composition floristique : les forêts à *Acacia heterophylla*, les fourrés à *Erica reunionensis* de type Avoune et les fourrés hyperhumides à *Pandanus montanus* (Cadet, 1980 ; Pailler *et al.*, 1998).

Forêts à *Acacia heterophylla*

Les forêts dominées par *Acacia heterophylla* (Tamarin des Hauts) sont considérées par Rivals (1952) et Cadet (1980) comme un stade pionnier de la forêt climacique précédemment décrite. Elles s'observent entre 1300 m et 2000 m d'altitude sur des substrats géologiques récents ou sur des zones régulièrement soumises aux incendies. Espèce pionnière, *Acacia heterophylla* colonise très rapidement les surfaces mises à nu, qu'elles soient engendrées par des incendies ou par des coupes à blanc (cette propriété a été utilisée par les forestiers à La Réunion pour cultiver cette essence). Puis, elle forme rapidement un fourré très dense quasi monospécifique et s'enrichit progressivement en espèces. Par la suite, incapable de germer sous couvert et ni dans les chablis naturels, *Acacia heterophylla* disparaît progressivement du peuplement qui évolue lentement vers la forêt climacique. On ne le trouve plus alors qu'à l'état de gros individus dans les forêts anciennes.

Deux principales hypothèses ont été avancées pour expliquer la répartition actuelle des forêts de tamarins. Dans la première, *Acacia heterophylla* aurait primitivement existé dans les forêts mésothermes mais il en a progressivement été éliminé car incapable de se régénérer (Cadet, 1980). L'autre explication serait une colonisation relativement récente d'*Acacia heterophylla* sur l'île (environ 300 000 ans) et, en raison de son incapacité à s'installer dans des milieux fermés, il n'a colonisé que les milieux neufs que lui offraient les nouvelles éruptions (Miguet,

1996). Dans ces deux hypothèses les forêts monospécifiques de Tamarins ne se seraient maintenues qu'à la faveur d'incendies répétés.

On distingue quatre principaux faciès de la forêt à *Acacia heterophylla* (Cadet, 1980 ; Paillet *et al.*, 1998) : Forêt monospécifique d'*Acacia heterophylla*, Forêt mixte à *Acacia heterophylla* et Bois de couleurs, Forêt à *Acacia heterophylla* et *Nastus borbonicus* (Calumet) et Forêt à *Acacia heterophylla* et *Erica reunionensis* (Branle vert) de type Avoune.

Ces faciès correspondent soit à des stades dynamiques différents (forêt monospécifique et forêt complexe avec *A. heterophylla*) ou soit sont dus à une évolution particulière en fonction du substrat (forêt à *A. heterophylla* de type Avoune), soit à une fréquence élevée des incendies (forêt à *A. heterophylla* et *Nastus*) (Cadet, 1980).

Quelques espèces sont typiques des forêts de tamarins, telles que la fougère pionnière *Histiopteris incisa* (Fougère bleue), qui est souvent l'espèce dominante de la strate herbacée. On trouve globalement très peu d'épiphytes sur les troncs de tamarins, à l'exception notable d'une Orchidée : *Jumellea triquetra* et d'une fougère : *Pleopeltis excavata*.

Fourrés à *Erica reunionensis* de type Avoune

Au niveau des nombreuses crêtes qui sillonnent la forêt de montagne, on trouve une végétation très originale, qui se caractérise par le développement au sol d'une épaisse couche de matière organique : les fourrés d'Avoune (Avoune désigne à La Réunion aussi bien le milieu que le type de sol sur lequel il se développe). On retrouve ce type de végétation sur planèze uniquement dans la région Nord-Est du village de la Plaine des Cafres.

Ces fourrés, qui ne dépassent pas 3-4 m de hauteur, sont dominés par une Ericacée : *Erica reunionensis*, dont les troncs généralement épais, sont sinueux, très souvent couchés et plus ou moins déracinés. *Pandanus montanus* (Pimpin des Hauts), un des arbustes dominants de cette formation, vient y mêler ses racines échasses et ses branches. Le fourré de type Avoune prend donc l'aspect d'un fouillis végétal dans lequel les troncs et les branches tortueuses des espèces ligneuses circulent dans une couche de matière organique plus ou moins décomposée de plus d'1 m d'épaisseur. Cette couche est recouverte par un manteau très dense composé d'espèces normalement épiphytes et de bryophytes (mousses, hépatiques et sphaignes) qui couvrent également le tronc des espèces ligneuses.

Cadet considère ce groupement végétal comme un stade pionnier de la forêt mésotherme, dont l'évolution aurait été bloquée en raison des conditions édaphiques et topographiques particulières. L'accumulation d'humus acide favorise en effet *Erica reunionensis* qui se développe aux dépens des autres espèces typiques du mésotherme. Seules les espèces supportant cette forte acidité connaîtront un bon développement alors que les autres seront de très mauvaise venue si elles parviennent à s'y installer

Fourrés hyperhumides à *Pandanus montanus*

Dans des zones constamment gorgées d'eau, en raison de précipitations très abondantes et de conditions édaphiques particulières, on observe une végétation basse dominée par un arbuste : *Pandanus montanus*. Dans ce milieu ressemblant à un marécage, les arbres ont du mal à se développer et l'on observe des fourrés arbustives très denses.

Cadet, dans sa thèse, distingue deux strates de végétation :

- une strate "haute" de 4 à 7 m de hauteur, très peu dense où l'on trouve principalement deux espèces : *Cyathea glauca* et *Acanthophoenix rubra*. Cette dernière espèce, le Palmiste rouge, est aujourd'hui devenue très rare à l'état adulte du fait d'un intense braconnage pour récolter son chou comestible. En plus de ces deux espèces, on retrouve sporadiquement des arbres pionniers tels que *Nuxia verticillata*.
- une strate basse n'excédant pas 3 m, très nettement dominée par *Pandanus montanus*. Du fouillis inextricable que forme ses racines échasses et ses branches tortueuses, émergent

quelques arbustes pionniers : *Geniostoma borbonicum* (Bois de piment), *Erica arborescens* (Branle filaos), *Hubertia ambavilla* (Ambaville)... *Machaerina iridifolia* (Paille Sabre), Cypéracée aux longues feuilles de plus d'un mètre, est l'espèce herbacée dominante et possède de fort taux de recouvrement.

Cadet admet que ces fourrés constituent un "climax stationnel" et que l'évolution normale vers la forêt complexe ne s'est pas faite en raison des conditions édaphiques particulières. L'évolution de cette végétation semble donc bloquer à un stade pionnier peu avancé.

Dynamique de la végétation

Les coulées de laves récentes dans l'étage montagnard ne permettent pas une étude aussi favorable de la succession végétale qu'à basse altitude, pour deux principales raisons : elles conduisent à un faciès particulier de la forêt de montagne et elles sont très mal datées (Cadet, 1980). Malgré cela, Cadet a distingué différents stades pionniers de colonisation des laves, qui se distingue nettement sur le terrain par leur structure et composition floristique :

- Groupement à *Stereocolon vulcani* : au bout de 3-4 ans, la coulée est recouverte d'une couche de plus de dix centimètres d'un lichen pionnier : *Stereocolon vulcani*. Dans les anfractuosités, les premières bryophytes font leur apparition
- Stade à *Machaerina*, *Stoebe* et *Hubertia* : au bout de 8-10 ans, les interstices sont colonisées par une Cyperacée : *Machaerina iridifolia* et une fougère : *Blechnum tabulare*. Les premiers ligneux apparaissent, dont les plus abondants sont deux arbustes pionniers : *Stoebe passerinoides* et *Hubertia ambavilla*. Au bout de 30 ans, on observe une strate arbustive clairsemée dominée par *Stoebe* et *Hubertia*, accompagné d'autres espèces pionnières : *Geniostoma borbonicum*, *Agauria buxifolia*, *Psiadia boivinii*, ... Les espèces arborescentes commencent tout juste à faire leur apparition.
- Stade à *Erica arborescens* et *Blechnum tabulare* : jusqu'à 1600 m d'altitude, *Erica arborescens* s'établit dans le fourré arbustif. *Erica reunionensis* apparaît également et remplace *Erica arborescens* en limite haute du mésotherme. La fougère *Blechnum tabulare* prend à ce stade un port arbustif caractéristique, faisant penser à un Cycas. La strate herbacée est quant à elle nettement dominée par *Machaerina iridifolia*.
- Stade préforestier : on observe progressivement l'apparition des arbres caractéristiques des forêts de montagnes : *Antirhea borbonica*, *Acanthophoenix rubra*, *Cyathea glauca*, *Dombeya punctata*, ... Les herbacées et épiphytes commencent à se densifier, notamment *Astelia hemichrysa* qui peut avoir un recouvrement important. La densification de la strate arborée va entraîner la disparition de *Machaerina iridifolia*, qui sera remplacée par les espèces herbacées et arbustives caractéristiques du mésotherme.

Cadet a également étudié la dynamique de la végétation sur les cicatrices d'éboulis présentes sur les remparts. Le substrat neuf que représente ces cicatrices est rapidement couvert par un tapis de Mousses, à base de Polytriques, d'Hépatiques et de Lichens foliacés. Il apparaît dans le même temps un grand nombre de jeunes plants d'*Erica arborescens* et d'*Erica reunionensis*, accompagnés d'autres espèces pionnières. Au bout d'une centaine d'années seulement, on observe un résultat comparable aux coulées âgées de 300 ans : un fourré arbustif où commence à émerger les premiers arbres. Dans les zones de replats, on assistera à l'évolution vers la forêt climacique alors que dans les zones de forte déclivité, cette évolution est très ralentie du fait du caractère très instable du substrat (Cadet, 1980).

Menaces

Contrairement aux forêts de plus basse altitude, les forêts de montagne couvrent encore de vastes surfaces, ce qui optimise leur conservation à long terme.

Bien que généralement moins spectaculaires qu'à basse altitude, les invasions par les plantes exotiques constituent le principal problème des forêts de montagne. Certaines espèces, telles que *Fuchsia magellanica*, ont déjà supplanté les espèces indigènes sur d'assez grandes surfaces. Le Longose, *Hedychium gardnerianum*, a envahi, sur d'importantes surfaces, le sous-bois de forêts qui étaient pourtant en bon état de conservation. D'autres espèces, comme *Rubus alceifolius*, colonisent efficacement la moindre ouverture de la voûte forestière. Même les Hortensias (*Hydrangea macrophylla*) longtemps réputés inoffensifs commencent à s'y mettre aussi : plantés aux bords des routes forestières à but ornemental, ils ont formé dans les zones environnantes des fourrés très denses dans le sous-bois.

Le pâturage divaguant et illégal des bœufs constitue également un problème important, en particulier pour les forêts de Tamarins, où les bœufs amenuisent considérablement la régénération naturelle et convertissent les strates herbacées et arbustives en une vaste pâture. De même, les Cerfs de Java qui s'échappent des élevages peuvent entraîner d'importants dégâts si leur population se développe dans la forêt naturelle. Enfin, des problèmes de cabris sauvages sont également à signaler dans certaines zones de remparts de l'étage montagnard.

La construction de nouvelles routes ou de sentiers touristiques pourrait également fragiliser les forêts de montagne en les fragmentant.

Enfin, le braconnage de fougères arborescentes (pour en faire des pots de fleurs) peut mettre à mal la survie de plusieurs espèces végétales indigènes qui nécessitent sa présence pour germer.

Mesures de protection

Les milieux de montagne sont les milieux les plus largement représentés dans le domaine forestier public : ils constituent près de 41 % de la surface du domaine. Seul environ 20 % de la surface des milieux de montagne se situe en terrain privé, soit près de 11 000 hectares.

Suite au rapport de mission de création de réserves biologiques sur le domaine forestier de M. Bosser (1982), plusieurs réserves ont été créées afin de protéger les formations végétales montagnards : en 1985, la RB de Mazerin (1 868 ha) et la RB des Hauts de Bois de Nêfles (179 ha) ; en 1987, la RB des Mares (934 ha) et la RB des Hauts de St Philippe (4 073 ha) ; en 1989, la RB de Cilaos (809 ha) et en 1994, la RB de Bébour (5 146 ha).

La Réserve Naturelle de la Roche Ecrite (3 635 ha) a été créée en 1999 afin d'assurer la protection d'un oiseau rarissime, *Coracina newtoni* (Tuit-Tuit), qui ne subsiste plus que dans les forêts de montagne de ce secteur de l'île.

Plusieurs créations de réserves biologiques sont en cours, validées en 2004 par le Conseil National de Protection de la Nature : la RB des Makes (900 ha), la RB de Bélouve (405 ha), RB de Notre Dame de la Paix (192 ha) et agrandissement des RB du Volcan à 21 000 ha. D'autres projets sont également à l'étude afin d'inclure dans le réseau de réserves des habitats encore peu ou pas représentés : reliques de forêts à *Sophora* au Piton Textor et fourré de Type Avoune sur planèze de la Plaine des Cafres.

Figure n°21 : répartition des écosystèmes de montagne (en noir) et du domaine forestier public (en gris)

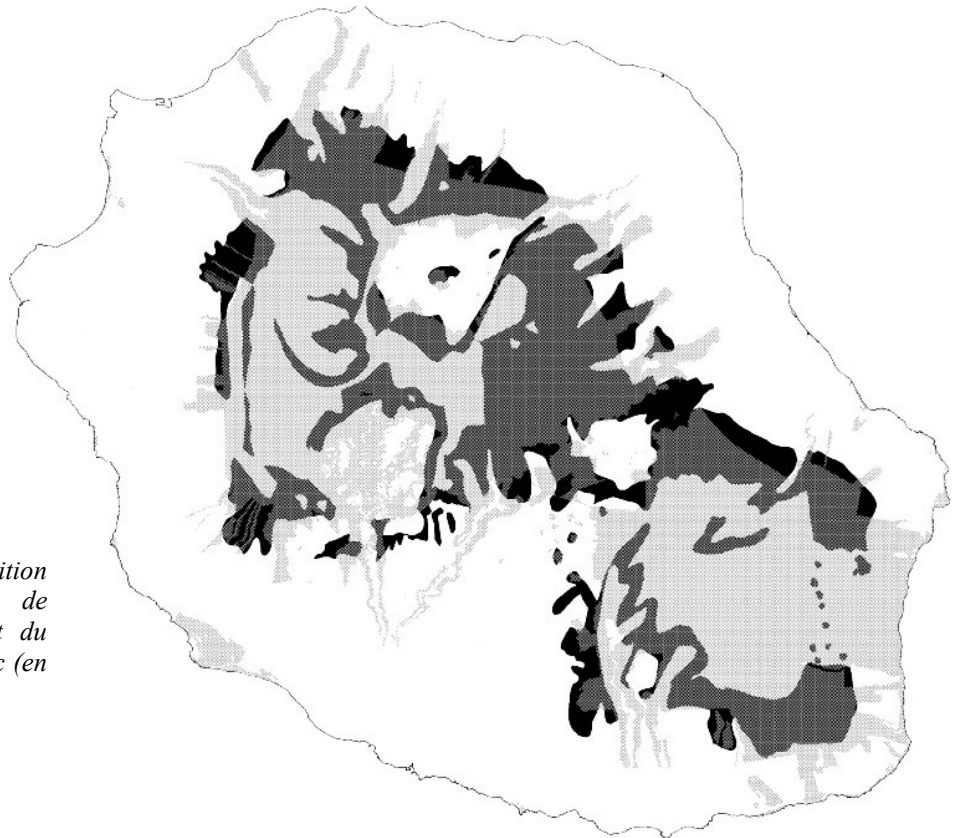


Figure n°22 : répartition des écosystèmes de montagne (en noir) et des réserves existantes ou validées par le CNPN (en gris)

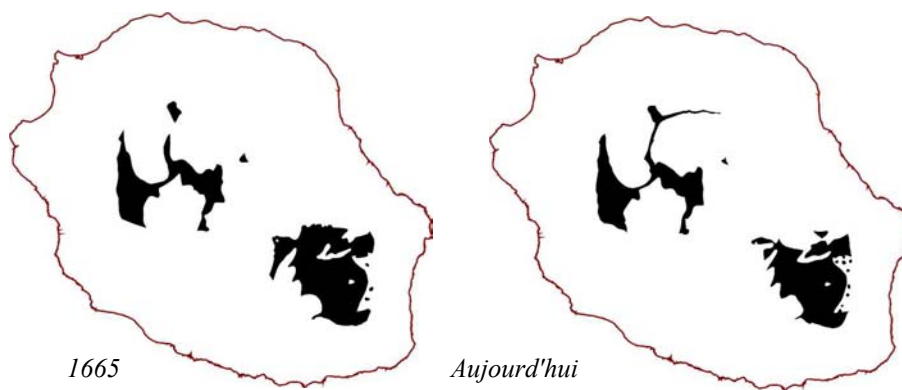


3.4. La végétation éricoïde

Répartition

Absente des autres îles des Mascareignes, la végétation des hautes altitudes, appelée également "végétation éricoïde d'altitude" (Rivals, 1952), couvre à La Réunion de larges surfaces : plus de 20 000 ha soit environ 1/5 de la superficie des milieux naturels de l'île (Cadet, 1980).

D'après Cadet (1980), qui a le mieux étudié ce type de végétation, c'est "la seule formation végétale qui, en étendue et dans sa composition floristique et sa physionomie, n'a guère subi de transformation depuis l'arrivée de l'Homme" (v. fig. n°23). Cependant, l'action du pâturage divaguant a entraîné la dégradation de cette végétation, et en particulier des pelouses altimontaines (Cadet, 1980 ; Strasberg *et al.*, 2004).



*Figure n° 23 :
évolution historique de
la répartition de la
végétation éricoïde
(Cadet, 1980)*

Ce type de végétation se retrouve sur toutes les parties sommitales de l'île, au dessus de 1900 m – 2000 m d'altitude environ. Sur les pentes "au vent" du massif de La Fournaise, la végétation éricoïde apparaît dès 1600 m – 1700 m d'altitude : c'est donc dans ce secteur que cette végétation a la plus grande extension.

Climat

Les températures régnant sur la végétation éricoïde sont les plus basses de l'île. Sur la station météorologique du Pas de Bellecombe (alt. : 2250 m), on enregistre une moyenne annuelle de 11°C. Le mois de février est le plus chaud (13,8 °C en moyenne) et le mois d'août est le plus froid (7,3 °C en moyenne), durant lequel les gelées ne sont pas rares.

Sur les sommets situés au-dessus de la masse nuageuse, on constate d'importants écarts thermiques au cours de la journée, en raison du fort degré d'ensoleillement. Par conséquent, la plupart des végétaux possède des adaptations pour réduire les pertes d'eau dues à l'évapotranspiration.

Les précipitations sont légèrement plus faibles que dans le secteur mésotherme, mais restent relativement importantes. Dans le secteur "sous le vent", elles varient entre 1500 mm et 2500 mm en moyenne par an. Dans le secteur "au vent", et en particulier dans le massif de La Fournaise, elles dépassent largement 3000 mm en moyenne par an. Les périodes de déficit pluviométrique, généralement de septembre à novembre, sont souvent de faible durée. De plus, des brouillards surviennent fréquemment et saturent l'atmosphère en eau. De nombreux végétaux ont des adaptations qui leur permettent de capter l'eau de ces brouillards.

Sol

On distingue principalement deux types de sols : les sols minéraux bruts d'apport volcanique et les andosols peu différenciés humiques.

Les sols minéraux bruts sont constitués par des basaltes francs issus soit de coulées récentes ou dénudées par le ruissellement ou soit de lapillis grossières récentes.

Les andosols peu différenciés se caractérisent par un horizon humifère peu profond, reposant directement sur des basaltes ou des pyroclastes plus ou moins altérés. L'enracinement des végétaux est limité à l'horizon humifère.

Physionomie et composition floristique

La végétation des hautes altitudes se compose principalement de trois habitats très distincts au niveau de leur physionomie et de leur composition floristique : les fourrés éricoïdes à *Erica reunionensis*, les fourrés à *Sophora denudata* et les pelouses altimontaines.

La flore de ces trois habitats se caractérise par une faible diversité d'espèces comparée aux milieux indigènes de plus basse altitude. Par contre, on note un très fort taux d'endémisme de la flore, ce qui constitue tout son intérêt.

Fourrés éricoïdes à *Erica reunionensis*

En Afrique intertropicale, les fourrés d'Ericacées (= fourrés éricoïdes) constituent l'habitat caractéristique de l'étage subalpin (2200-2500 m à 3200-3600 m) (Letouzey, 1982). La Réunion ne déroge pas à cette règle : sur la majeure partie du secteur oligotherme, on retrouve une végétation arbustive dominée par une Ericacée endémique de La Réunion : *Erica reunionensis* ou « Branle vert » (Cadet, 1980).

La structure de ces fourrés éricoïdes est relativement simple :

- une strate arbustive, dominée par *Erica reunionensis*, dépassant rarement 3 m : cette strate est généralement continue, mais plus on monte en altitude plus elle est discontinue : on parle alors de groupement ouvert. Plusieurs arbustes sont caractéristiques : *Erica reunionensis*, *Stoebe passerinoides*, *Phyllica nitida* (Ambaville batard), *Hubertia tomentosa* var. *conyzoides*, *Hubertia ambavilla* et *Hypericum lanceolatum angustifolia*.
- une strate herbacée généralement peu dense, où se mêlent principalement des Graminées (*Costularia melicoides*, *Ischaemum koleostachys*, ...), des nanophanérophytes (*Erica galioides* (Thym marron), *Psiadia argentea*, *Psiadia sericea*, *Agauria buxifolia* (Petit bois de rempart), ...) et plus rarement des orchidées terrestres (*Disa borbonica*, *Satyrium amoenum*, *Cynorchis* sp., *Habenaria* sp., ...).
- une strate bryolichénique, parfois relativement importante en particulier dans les secteurs de transition avec la forêt de montagne.

Fourrés à *Sophora denudata*

Situé sur des zones d'accumulation de lapillis et où un bon drainage a lieu, le Petit Tamarin des Hauts (*Sophora denudata*) forme des petits bosquets au milieu des fourrés éricoïdes. Présent sous forme d'arbre dans le mésotherme, il prend un port beaucoup plus arbustif dans l'oligothérme et excède très rarement 5 m de hauteur (Cadet, 1980 ; Jauze, 2003 (rem : Laurent Jauze mène actuellement une thèse sur les formations à *Sophora*)).

Quelques arbustes typiques de l'oligothérme sont présents dans ces bosquets largement dominés par *Sophora denudata* : *Erica reunionensis*, *Hubertia ambavilla* et *Phyllica nitida*. Ces espèces connaissent ici un meilleur développement que dans les fourrés éricoïdes.

Très peu d'épiphytes sont visibles sur les troncs : seul la fougère *Pleopeltis excavata* est facilement observable sur les troncs de *Sophora denudata*.

La strate herbacée est très souvent dominée par des espèces exotiques échappées des pâturages, le sous-bois de cette formation ayant souvent servi de reposoirs pour les bovins divaguants. On retrouve donc principalement des Graminées exotiques : *Anthoxanthum odoratum* (Flouve odorante), *Pennisetum clandestinum* (Kikuyu),... et des herbacées exotiques : *Erigeron karvinskianus* (Marguerite folle), *Hypochaeris radicata* (Chicorée péi), *Fragaria vesca* (Ti fraisier), *Brunella vulgaris*... . Très peu d'espèces indigènes sont observables, à l'exception de deux Cypéracées indigènes peu abondantes mais souvent présentes : *Carex brunnea* et *Carex boryana*.

Pelouses alimontaines

Intercalé entre les fourrés arbustifs, on retrouve sous forme de taches éparses de faibles surfaces, un des seuls groupements herbacés présent à l'état naturel à La Réunion : les pelouses alimontaines. Ces pelouses se situent généralement au niveau de cuvettes basaltiques très mal drainées, où s'accumulent de fines particules de basaltes entraînées par les eaux de ruissellement.

On parle de "pelouses sèches" quand un drainage même faible est possible (légère pente, fissures, ...) et de "pelouses humides" quand les sols sont constamment saturés d'eau et prennent un aspect de tourbière (Rivals, 1952 ; Cadet, 1980).

Quelques espèces sont caractéristiques des pelouses sèches : *Helichrysum arnicoides* (Petit velours blanc), *Poa borbonica*, *Huperzia saururus*, *Agrostis sp.* et *Carpha sp.* D'autres espèces sont inféodées aux prairies humides : *Rhynchospora sp.*, *Eleocharis sp.* et *Lycopodiella affinis*. La différence entre ces deux types de pelouses est surtout très nette au niveau de la strate bryolichénique : dominance des sphaignes dans les prairies humides alors que l'on retrouve principalement des Lichens du genre *Cladonia* et une espèce de mousse, *Polytrichum subformosum*, dans les pelouses sèches.

D'autres espèces se rencontrent indifféremment dans les deux types de pelouses et plus globalement dans tous les milieux ouverts du secteur oligothérme : des Graminées (*Festuca borbonica*, *Agrostis salaziensis*, *Pennisetum cafferum* (Laîche de Bourbon), *Panicum lycopodioides*, *Ischaemum koleostachys*, des Cyperacées (*Costularia melicoides*, *Carex borbonica*) et une Ericacée (*Erica galioides*).

Dynamique

L'évolution et la dynamique de la végétation éricoïde vont dépendre étroitement de la topographie et des caractères physiques du substrat.

Nous avons vu qu'au niveau des cuvettes mal drainées, la végétation va évoluer en pelouse. Dès qu'il y a un peu de déclivité, le drainage est meilleur et permet l'évolution vers un fourré arbustif.

L'évolution de la végétation et la vitesse de colonisation des plantes va également différer en fonction de la nature du substrat.

Sur les coulées à surface continue (lave « pahoehoe »), la colonisation végétale sera beaucoup moins lente que sur des substrats divisés. Le réseau de fissures de ces coulées va être colonisé par des mousses, puis permettre le développement d'un fourré à *Erica reunionensis*. Ce dernier va se densifier et permettre la formation d'un sol qui finira par colmater les fissures. Au niveau des dalles, la colonisation est beaucoup moins favorable et une communauté bryolichénique peut parvenir à s'y maintenir, sans qu'il y ait formation d'un fourré arbustif.

Les substrats très divisés, tels que les laves scoriacées et les champs de lapillis, sont beaucoup plus défavorables à une colonisation végétale. Sur les champs de lapillis, un groupement très épars de *Cynoglossum borbonicum* s'établit, sans même qu'il soit précédé de mousses et de lichens. Sur terrains plats, ce groupement semble évoluer très lentement (plusieurs siècles) en prairies altimontaines, alors que sur terrains pentus (pitons, etc...), *Stoebe passerinoides* commence à former un fourré, qui peut évoluer soit en fourré à *Erica reunionensis* ou soit permettre le développement d'un bosquet à *Sophora denudata*. Sur les laves scoriacées, la colonisation par les plantes est également très lente : *Stoebe passerinoides* va de nouveau être l'arbuste pionnier dominant et permette l'évolution progressive vers un fourré dominé par *Erica reunionensis*.

Menace

Plusieurs plantes rares sont inféodées à la végétation oligotherme. Quatre espèces sont protégées par arrêté ministériel : *Eriotrix lycopodioides*, *Faujasia squamosa*, *Heterochaenia rivalsii* et *Psiadia sericea*. Une vingtaine d'espèces est considérée rare ou menacée selon les critères de l'UICN (v. liste d'espèces en annexe). Les plus menacées (espèces « en danger d'extinction ») sont : *Eriotrix lycopodioides*, *Eriotrix commersonii*, *Faujasia cadetiana*, *Faujasia squamosa* et *Psiadia sericea*.

Trois menaces principales s'exercent sur la biodiversité abritée par la végétation oligotherme : le pâturage divaguant, les incendies et les invasions biologiques. Très souvent, ces 3 menaces agissent de façon synergique.

Le pâturage divaguant, qui perdurent malheureusement encore dans les Hauts de l'Ouest et dans la région du Volcan, constitue une menace importante. L'abrutissement et le piétinement entraînent premièrement une destruction directe de la végétation (fourrés et pelouses). Deuxièmement, il permet l'installation d'espèces typiques des prairies (*Anthoxanthum odoratum*, ...) qui remplacent progressivement les espèces indigènes en place.

La végétation éricoïde est naturellement sensible aux incendies. En effet, les *Erica* contiennent dans leurs feuilles une huile essentielle extrêmement inflammable. Les incendies sont assez fréquents durant les périodes de sécheresse et peuvent conduire à la destruction de la végétation sur d'assez grandes surfaces.

Les invasions biologiques n'épargnent malheureusement pas la végétation d'altitude, même si l'on dénombre beaucoup moins d'espèces invasives qu'à basse altitude. La plante exotique la plus menaçante est certainement l'Ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*) qui forme des fourrés très denses, s'étalant parfois sur de grandes surfaces. Pyrophile, l'Ajonc est particulièrement envahissant sur les zones incendiées. Un petit nombre d'espèces de Composées et de Graminées, qui se disséminent efficacement par le vent, est déjà largement naturalisé dans la végétation éricoïde : *Erigeron karvinskianus*, *Hypochaeris radicata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Rumex acetosa*, *Holcus lanatus*, ...

Protection

La végétation oligotherme est presque entièrement située dans le domaine forestier relevant du régime forestier et se trouve donc protégée de ce fait.

Une partie importante de la végétation éricoïde est classée en réserve (Réserve Naturelle et Biologique) : 3850 ha, soit près de 19 % de sa surface.

Récemment, le Conseil National de Protection de la Nature a validé différents projets concernant en partie la végétation oligotherme. La surface de cet habitat classée en réserve devrait donc très prochainement passer à 10 070 ha, soit près de la moitié de sa surface totale.

Enfin, dans l'état d'avancement actuel d'un projet de Parc National à La Réunion, la végétation oligotherme devrait intégralement se situer au cœur du Parc.

Figure n°24 : répartition de la végétation éricoïde (en noir) et du domaine forestier public (en gris)

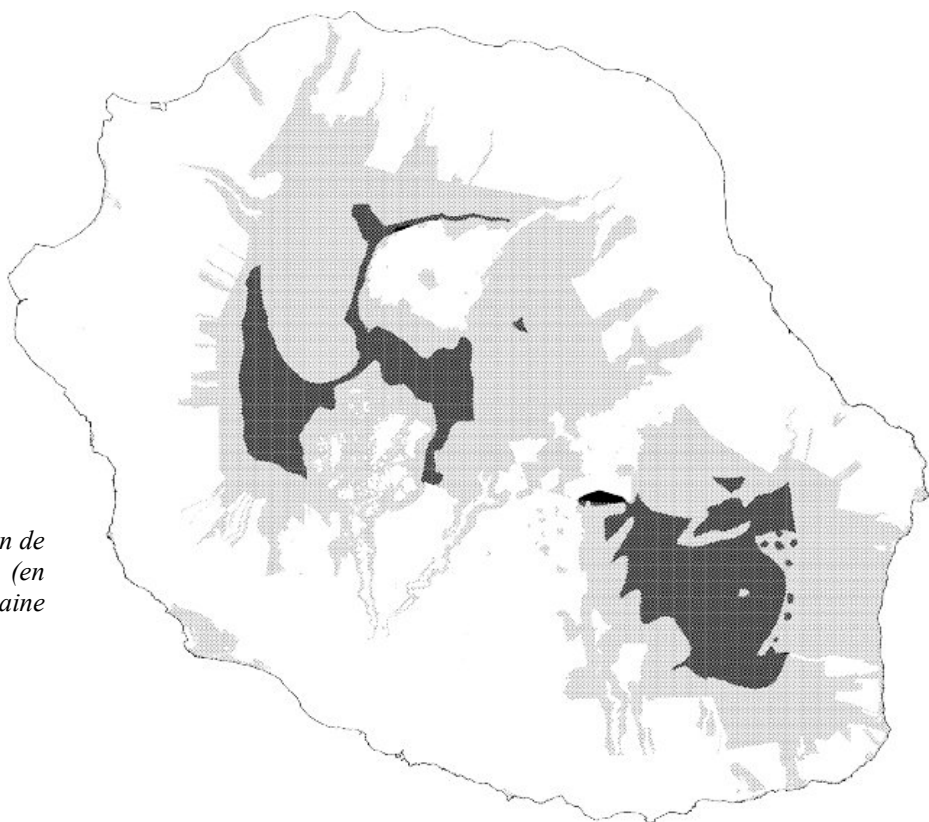
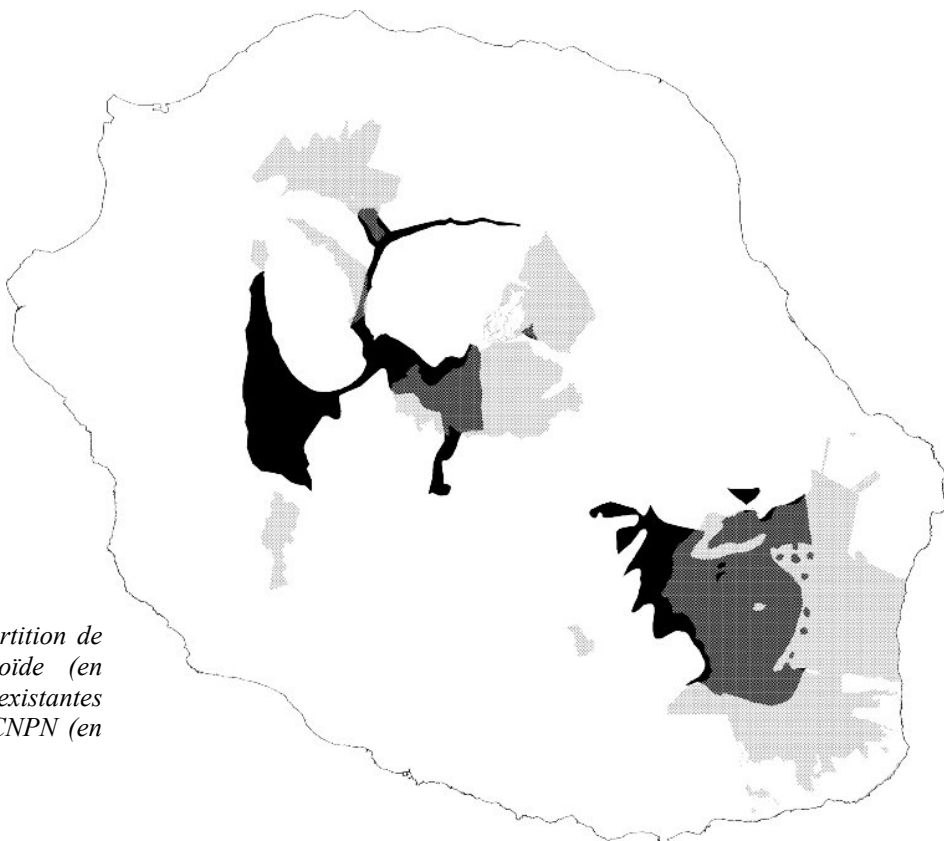


Figure n°25 : répartition de la végétation éricoïde (en noir) des réserves existantes ou validées par le CNPN (en gris)



4. Bilan de la restauration écologique à La Réunion

Depuis les années 1980, des opérations de restauration écologique sont entreprises à La Réunion afin d'assurer la conservation à long terme des écosystèmes indigènes terrestres. Ces opérations se sont multipliées dans les années 1990, pour devenir une composante majeure de la gestion forestière dans les années 2000.

Concernant une grande diversité de milieux, ces opérations interviennent principalement après des incendies et des travaux de lutte contre les espèces végétales invasives. Excepté quelques initiatives en terrain privé, la majorité de ces opérations a lieu en forêt publique (100 000 ha), et en particulier au sein des réserves biologiques et naturelles (35 000 ha environ). Elles sont mises en œuvre principalement par le service forestier local (Office National des Forêts). Des associations mettent également en œuvre des travaux de restauration dans les Espaces Naturels Sensibles acquis par le Département.

En 2004, un inventaire des opérations de restauration écologique entreprises par l'ONF a été réalisé (v. tableau global p. 56). Ainsi ces opérations de restauration écologiques entreprises sur le domaine forestier :

- concernent 50 chantiers d'une surface totale de 207,5 ha
- s'opèrent sur 11 types de milieux différents
- ont été principalement initiées en raison de problèmes d'invasions par des plantes exotiques invasives, et dans une moindre mesure suite à des incendies
- se répartissent sur l'ensemble de l'île et concernent des statuts fonciers divers
- sont menées à 21,8 % dans des réserves biologiques ou naturelles, une grande partie des autres opérations ont été entreprises sur des zones en projet de réserves.

Les opérations de restauration ont concerné un grand nombre de milieux naturels (v. tabl.n°5).

Tableau °5 : principaux types de milieux concernés par les opérations de restauration écologique entreprises par l'ONF

Principaux types de milieux	Surface restaurée (ha)	%
Forêt complexe de montagne "sous le vent"	73,7	35,5
Végétation éricoïde	27	13
Forêt humide de basse altitude "au vent"	24,1	11,6
Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	23,8	11,5
Forêt complexe de montagne "au vent"	18,3	8,8
Forêt humide de moyenne altitude "au vent"	9,05	4,3
Forêt humide de moyenne altitude "sous le vent"	8,35	4
Forêt complexe de montagne avec <i>Acacia heterophylla</i> "sous le vent"	8,17	3,9
Forêt complexe de montagne avec <i>Acacia heterophylla</i> "au vent"	5	2,4
Forêt complexe de montagne avec relique forêt <i>Sophora denudata</i>	5	2,4
Forêt semi-sèche	5	2,4
<i>Total</i>	<i>207,47</i>	<i>100</i>

Pour le moment, les milieux les plus concernés se trouvent dans l'étage mésotherme, ce qui correspond aux différents écosystèmes forestiers montagnards. Ainsi, on totalise près de 134 ha de travaux, soit près de 65 % de la surface total des chantiers entrepris. Ensuite, on trouve près de 47 ha (soit 22,5 %) des chantiers dans l'étage mégatherme. Les opérations ont principalement été entreprises dans les forêts humides de basse et de moyenne altitude (42 ha, soit 20,5%) alors que très peu de chantiers ont eu lieu dans la forêt semi-sèche : 5 hectares au

total, soit 2,5 %. Enfin, les fourrés éricoïdes de l'étage oligotherme sont concernés par 27 ha de chantiers de restauration, soit près de 12,4 %.

Ces chantiers de restauration ont été initiés suite à différents types de perturbations telles que les invasions par les plantes exotiques, les incendies, les cyclones et la coupe de bois.

Cause	surface	%
Invasions par des plantes exotiques	180,4	87,7
Incendies	20,32	9
Sylviculture	6,5	3,2
Dégâts par les cyclones	0,25	0,1

Tableau n°6 : principales causes de restauration

La majorité des opérations fait suite à des interventions contre des plantes exotiques envahissantes (87,7 %). Les incendies constituent la seconde cause de restauration avec 9% des surfaces restaurées. Les sites incendiés se localisent généralement dans la côte Ouest de l'île ("sous le vent") en raison du climat beaucoup plus sec (v. fig. n°27).

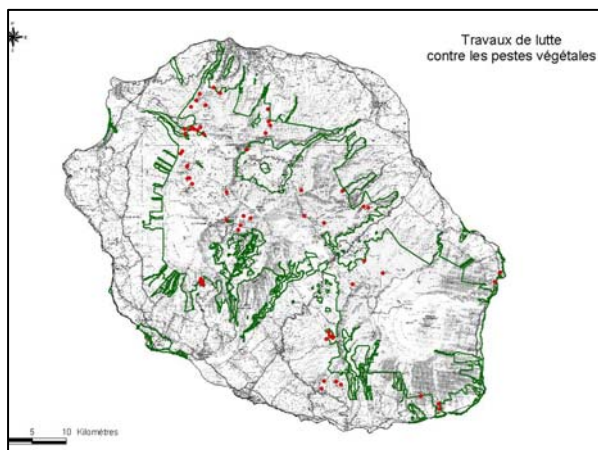


Figure n°26 : Zones de travaux contre les plantes exotiques envahissantes

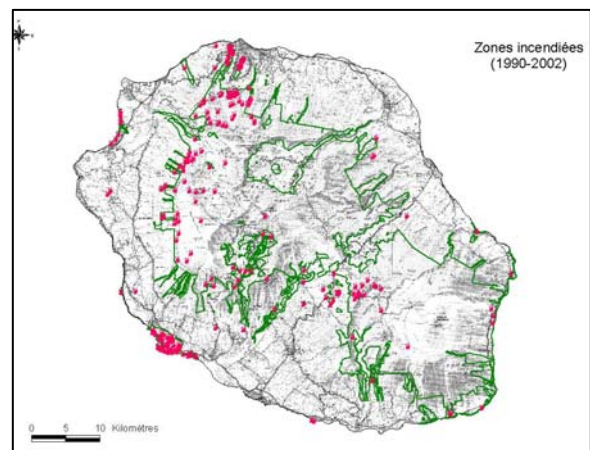


Figure n°27 : Zones incendiées (1990-2002)

Les chantiers de lutte contre les plantes invasives ciblent de nombreuses espèces. Les méthodes de lutte utilisées ont déjà fait l'objet d'un bilan en 2003 et ont fait l'objet d'un ouvrage intitulé : "Etat des méthodes de lutte mises en oeuvre par l'Office National des Forêts à La Réunion" (Hivert, 2003). Après l'élimination initiale de la plante invasive cible, des plantations d'espèces indigènes sont effectuées ou la régénération naturelle est favorisée. Ensuite, des contrôles réguliers sont effectués afin de maintenir les espèces exotiques à un faible niveau d'invasion et permettre à la végétation indigène de se rétablir.

Au niveau du nombre de chantiers de restauration et de la surface totale, c'est *Rubus alceifolius* (Rosacées) qui arrive en tête avec 14 chantiers pour une surface totale de 46,7 ha. Cette plante exotique héliophile a la capacité d'envahir très rapidement les trouées au cœur de la forêt. Ensuite, c'est *Ulex europaeus* (Légumineuses) qui fait le plus d'objet de lutte lors des travaux de restauration écologique. Cette plante exotique forme rapidement des fourrés très denses au sein de la végétation éricoïde, en particulier dans les zones incendiées (v. tableau n° 7).

Tableau n°7 : espèces exotiques envahissantes à l'origine des chantiers de restauration écologique

Espèces exotiques	Surface (ha)	%	Nombre de chantier	%
<i>Rubus alceifolius</i>	46,7	25,9	14	33,3
<i>Ulex europaeus</i>	45	24,9	1	2,4
<i>Ulex europaeus</i> + Incendies	23	12,7	1	2,4
<i>Acacia mearnsii</i>	11,5	6,4	2	4,8
<i>Rubus alceifolius</i> + Culture de Géranium	8,55	4,7	2	4,8
<i>Syzygium jambos</i>	8,1	4,5	7	16,7
<i>Rubus alceifolius</i> et <i>Lantana camara</i>	8	4,5	1	2,4
<i>Schinus terebinthifolius</i>	7	3,9	3	7,1
<i>Lantana camara</i>	7	3,9	2	4,8
<i>Fuchsia magellanica</i>	5	2,8	1	2,4
<i>Rubus alceifolius</i> et <i>Clidemia hirta</i>	3	1,7	1	2,4
<i>Rubus alceifolius</i> et <i>Syzygium jambos</i>	3	1,7	2	4,8
<i>Syzygium jambos</i> et <i>Diospyros digyna</i>	3	1,7	2	4,8
<i>Hiptage benghalensis</i>	1	0,6	1	2,4
<i>Eucalyptus robusta</i>	0,05	0,03	1	2,4
<i>Filaos</i> + <i>Ageratina riparia</i>	0,5	0,3	1	2,4

Par le biais d'un questionnaire envoyé en 2004 à tous les agents ONF (23 agents ayant répondu), un état des pratiques actuelles a été recueilli. Cet état des lieux, synthétisé ci-dessous, a permis de faire une première évaluation de ces pratiques en collaboration avec l'Université de La Réunion ("Evaluation des opérations de restauration écologique entreprises sur le domaine forestier de l'île de La Réunion" (Dufour, 2004)). Cet état des lieux a permis d'identifier des pistes de progrès, dont plusieurs ont déjà commencé à être mises en oeuvre.

Résultats du questionnaire et commentaire des réponses :

1/ *Existe-t-il des traces écrites des opérations de restauration hormis les documents de suivi budgétaire CD9 et DIS ?* Oui : 27 % Non : 74 %

Au-delà des documents de comptabilité budgétaire, le pourcentage de traces écrites à caractère technique concernant les travaux de restauration est très faible, puisque trois quarts des agents n'ont pas pris de notes sur les différentes opérations effectuées dans les zones restaurées. Le quart restant (26,1%) a réalisé un descriptif de l'état des lieux des travaux entrepris ainsi que des relevés non exhaustifs des plantations effectuées.

2/ *Existe-t-il une délimitation précise des chantiers de restauration au GPS ?*

Oui : 30,5 % Non : 69,5%

30 % seulement des chantiers de restauration ont été délimités avec un GPS, qui permet d'avoir un géoréférencement précis des parcelles et une meilleure précision de leur surface.

Le couvert forestier empêche souvent la délimitation au GPS : nous préconisons alors de délimiter l'unité de chantier à l'aide d'un topofil. Le calcul le plus précis possible de la surface du futur chantier aura une grande importance lors de sa planification, et en particulier au niveau des crédits nécessaires pour réaliser le chantier.

3/ Concernant les zones envahies, les espèces exotiques envahissantes sont-elles toutes ou partiellement enlevées ? Toutes : 77,3 % Partiellement : 22,7 %

Lorsque qu'une zone est envahie par une ou plusieurs plantes exotiques, la première étape pour les ouvriers consiste à les arracher manuellement ou à les couper à l'aide d'un sabre (les conditions topographiques à La Réunion excluent le plus souvent la lutte mécanisée). Dans près de 80 % des cas, cette première étape conduit à l'élimination de toutes les plantes exotiques initialement présentes. Souvent le puit de lumière créé par cette élimination va faciliter le retour des plantes exotiques. Dans le pire des cas, une plante exotique encore plus agressive va s'installer à son tour. Devant ce constat, de nouvelles méthodes de lutte ont été mises au point afin d'enrayer ce phénomène : elles consistent à laisser de façon transitoire quelques exotiques sur la parcelle, afin de conserver un léger couvert pour freiner le retour des exotiques et pour protéger du soleil les jeunes plants d'espèces indigènes. C'est par exemple le cas du Bringellier marron (*Solanum mauritianum*) qui est de plus en plus laissé lors de la coupe des exotiques et qui s'élimine assez facilement lorsqu'il est gênant. Toutefois, pour certaines espèces, et en particulier pour des arbustes lianescents épineux, tels que *Rubus alceifolius*, cette méthode apparaît beaucoup moins pertinente et surtout plus difficile à mettre en oeuvre.

4/ Fréquence des interventions de contrôle des espèces exotiques ?

Fréquence	1 fois par an	2 fois par an	3 fois par an	Dépendant du budget
Pourcentage	35 %	30 %	15 %	20 %

Comme le montre le résultat de l'enquête, la fréquence des interventions visant à contrôler les plantes exotiques après le premier passage initiale est très variable. Souvent, elle va dépendre de la localisation du chantier : sur la côte Ouest, relativement sèche, une à deux interventions de contrôle permettent à la végétation indigène de ne pas être complètement étouffée par les plantes exotiques, alors que dans la côte Est, très arrosée, 2 à 3 interventions par an sont nécessaires. La contrainte budgétaire ou le manque de personnels disponibles empêchent souvent une troisième intervention qui aurait pourtant été bénéfique.

5/ Estimation de la durée des opérations de restauration ?

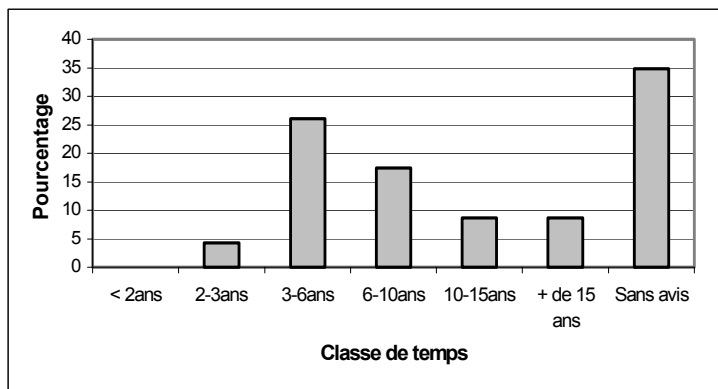


Figure n° 29 : Durée estimée par les agents pour une opération de restauration

L'estimation de la durée totale de l'opération de restauration dépend grandement du type de perturbation initiale et de la perception de l'agent. Les moins optimistes évoquent la croissance très lente de espèces indigènes et la virulence des plantes exotiques. Les plus optimistes, qui sont souvent les plus pragmatiques, estiment qu'une fois que les espèces ligneuses indigènes ont atteint une certaine taille, le nombre d'interventions de contrôle des plantes invasives peut diminuer et ce jusqu'à un arrêt définitif.

6/ Type de personnel intervenant ?

Catégorie	Ouvrier ONF	Personnel d'insertion (CIS, CES...)	Ouvrier et personnel d'insertion
Pourcentage	40,9 %	18,2 %	40,9 %

Dans chacun des triages, ce sont les agents qui supervisent la mise en oeuvre des travaux de restauration. Ces travaux sont réalisés la plupart du temps par des ouvriers permanents de l'ONF, qui sont formés et qui ont généralement une solide expérience, en particulier au niveau du maniement du sabre et de la reconnaissance des espèces. Dans certains cas, ils sont assistés par du "personnel d'insertion" (CIA, CES, ..), en particulier lors du fastidieux travail de lutte contre les plantes exotiques. Plus rarement, dans les cas où l'opération ne révèle pas un caractère sensible (absence de milieux ou d'espèces raréfiés), c'est le personnel d'insertion, encadré par un ouvrier permanent de l'ONF, qui met en oeuvre les travaux.

7/ Plantation après élimination des espèces exotiques envahissantes ?

Toujours : 63,6 % En fonction des chantier : 36,4 %

En majorité, l'élimination des plantes exotiques est suivie systématiquement d'une plantation d'espèces indigènes, dont les plants sont produits en pépinière. La plantation reste donc un "réflexe" du forestier même si la régénération naturelle aurait été suffisante pour reformer un couvert. La raison la plus souvent invoquée est le gain de temps procuré par la plantation, en particulier face aux plantes exotiques qui ont une croissance très rapide.

8/ Densité des plantations ?

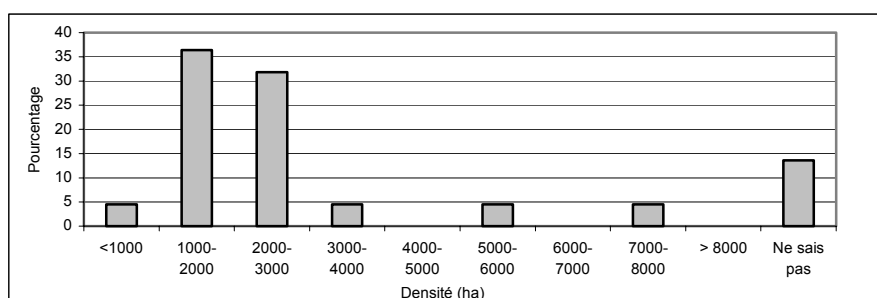


Figure n° 28 :
Répartition en pourcentage de la densité des plantations

Les densités de plantations utilisées sont assez variables, mais oscillent en moyenne entre 1 000 et 3 000 plants / hectares. Il s'agit donc de densités proches de celles préconisées par les normes sylvicoles pour la production d'essences indigènes (1 600 à 2 000 plants à l'hectare pour les plantations de Bois de couleurs des Bas). Ces densités mériteraient d'être plus élevées pour les opérations de restauration écologique (v. chapitre suivant).

9/ Provenance des plants ?

Même zone géographique : 61 % Zones géographiques différentes : 39 %
(Récolte de graines) (Pas de récolte de graines)

Dans près de deux tiers des cas, les plants utilisés proviennent de la même zone géographique. Les graines ont donc été récoltées à proximité de la zone de restauration et les plants ont ensuite été produits en pépinière. Il existe actuellement 5 pépinières gérées par l'ONF, qui correspondent à des conditions climatiques différentes : Etang Salé (sec de basse altitude), Saint Philippe (humide de basse altitude) Les Makes (étage montagnard), Le Tampon (étape subalpin et montagne) et Cilaos (cirque enclavé). Actuellement, la capacité de production totale de ces pépinières s'élève à plus 80 000 plants d'espèces indigènes par an (St Philippe : environ 20 000 plants, Les Makes : environ 30 000 plants, 2 500 plants à Etang Salé, 11 000 plants à Cilaos, 20 000 plants au Tampon).

Pour les 40 % de cas restant, la récolte de graines n'a pas été effectuée et des plants, parfois issus de zones géographiques complètement différentes, ont directement été pris en pépinière. Ceci est à éviter : les agents ont été sensibilisés à ce sujet et ont été formés pour assurer la récolte de graines d'espèces indigènes.

10/ Utilisation de sauvageons ?

Oui : 45,5 %

Non : 54,5 %

L'utilisation des "sauvageons", semis naturels prélevés à proximité de la zone de restauration, est devenue une pratique relativement courante. Dans 45% des cas, ces plantules issues de la régénération naturelle ont été utilisées pour réaliser la plantation ou bien en complément de la plantation d'individus issus de pépinières. Certains agents sont assez réticents à cette méthode devant le très fort taux de mortalité parfois constaté. Il est important de rappeler à ce sujet que plus la plantule est prélevée à un stade précoce, plus sa transplantation a des chances de réussir. Par ailleurs, on a pu observer que certaines espèces se montraient très résistantes à la transplantation. Il faut essayer un maximum d'espèces en particulier les espèces pionnières qui régénèrent abondamment au niveau des lisières et des talus. Il faudra alors noter scrupuleusement quelles sont les espèces qui ont donné les meilleurs résultats afin de capitaliser ces essais.

11/ Qu'est-ce qui a orienté le choix des espèces plantées ?

- ↳ les observations et connaissances personnelles : 74 %
- ↳ le plan d'aménagement forestier : 4,3 %
- ↳ les conseils de l'écologue : 4,3 %
- ↳ les conseils d'un référent : 4,3 %
- ↳ autres : 8,7 %

Il est primordial de choisir les bonnes espèces à planter dans un chantier de restauration. Ce choix est souvent aussi complexe que l'écosystème à restaurer. Pourtant, l'enquête montre que dans la grande majorité des cas, les agents font appel uniquement à leurs connaissances personnelles, principalement basées d'après leurs observations sur le terrain. Exceptionnellement, ils ont fait appel aux conseils de l'écologue ou d'un autre collègue ou se sont référés au plan d'aménagement forestier. Sur ce dernier point, il est important souligner qu'il y avait à La Réunion une grande lacune en matière d'aménagements forestiers et de plans de gestion. Ce retard est aujourd'hui entrain d'être comblé : on est passé de 20 000 ha de surface aménagée en 2002 à plus de 60 000 ha en 2005. Les plans d'aménagement préconisent la plupart du temps les espèces indigènes les plus intéressantes pour les opérations de restauration écologique.

12/ Existe-t-il un suivi technique ?

Oui : 100 %

Non : 0 %

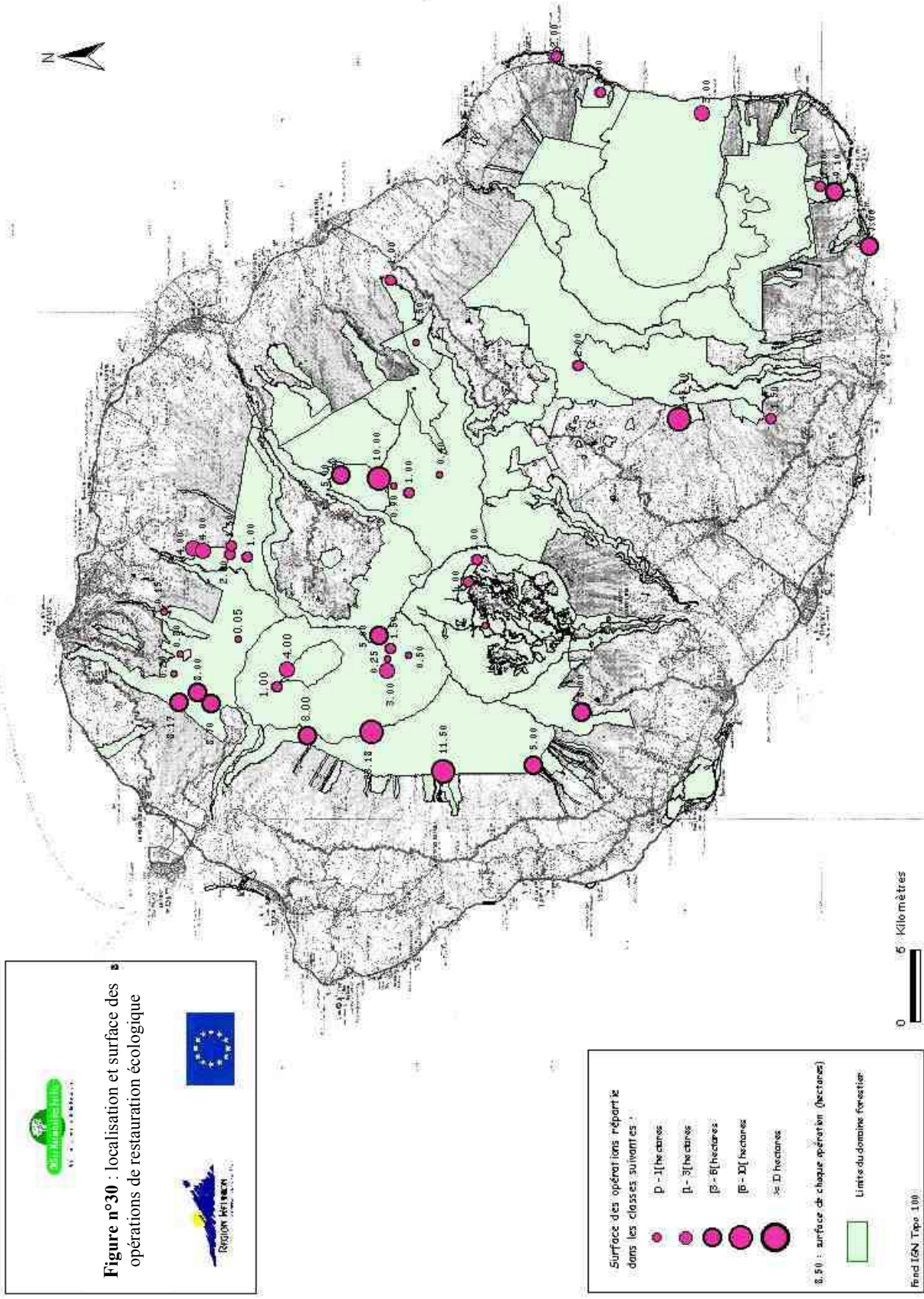
Dans tous les cas, un suivi du chantier est régulièrement assuré par les agents, dans le but de contrôler le travail réalisé par les ouvriers et éventuellement de rectifier le tir. En outre, ce suivi permet de prendre des décisions telles que la nécessité de remplacer les plants morts (regarni) ou de changer la fréquence des interventions contre les pestes végétales.

13/ Existe-t-il un suivi scientifique (suivi de la mortalité, de la croissance et de la couverture foliaire) ?

Oui : 0 %

Non : 100 %

Si les chantiers sont suivis par les agents, aucun chantier ne bénéficie pour l'instant d'un suivi effectué de façon scientifique. Des partenariats avec les scientifiques devront donc être favorisés dans le futur afin de renforcer la collaboration entre les chercheurs et les gestionnaires sur le thème de la restauration écologique.



Nom de la forêt	Type de milieu	Surface	Début de l'opération	Avant restauration
Mafate	Forêt complexe de montagne « sous le vent » + relique forêt à <i>Sophora</i>	5	1994	Invasion par <i>Fuschia magellanica</i>
	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	1,5	1994	coupe tamarin
	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	0,25	2003	Dégat cyclone
	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	0,5	2004	Coupe Filaos + <i>Ageratina riparia</i>
	Forêt complexe de montagne « sous le vent »	3	2001	Invasion par <i>Lantana camara</i>
Aurère (RB Bras des Merles)	Forêt semi-sèche	4	2002	Invasion par <i>Lantana camara</i>
	Forêt semi-sèche	1	1999	Invasion par <i>Hiptage benghalensis</i>
Bélouve	Forêt complexe de montagne "au vent"	10	2001	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i> + Bois de Couleurs des Hauts « au vent »	5	2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
Bébour (RB Bébour)	Forêt complexe de montagne « au vent »	1	2000	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
	Forêt complexe de montagne « au vent »	0,8	2002	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	5	2000	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
RN Roche Ecrute - Plaine des Chicots	Forêt complexe de montagne « sous le vent »	0,8	2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	0,05	2003	Invasion par <i>Eucalyptus robusta</i>
RN Roche Ecrute - Plaines d'affouches	Forêt complexe de montagne « sous le vent »	8,2	1995	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
	Forêt complexe de montagne « sous le vent »	8,7	2000	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i> + Bois de Couleurs des Hauts sous le vent"	8,17	1998	Incendies
Pic Adam	Humide ss le vent (600-1100)	0,15	2003	Incendies
Brûlé	Humide ss le vent (600-1100)	0,2	2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
Plaine des Fougères	Bois de Couleurs des Hauts « au vent »	1	1999	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
	Bois de Couleurs des Hauts « au vent »	1,5	2001	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
	Bois de Couleurs des Hauts « au vent »	2,5	2000-2002	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
Régionale de Sainte Marie	Forêt tropicale humide "au vent" (500-900 m)	4,3	2000-2001	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i> (après culture du géranium)
	Forêt tropicale humide "au vent" (500-900 m)	4,25	2001-2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i> (après culture du géranium)
Grand Etang	Forêt tropicale humide "au vent" (500-900 m)	0,5	2002-2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
Cratère	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	1	2003	Invasion par <i>Syzygium jambos</i>
Bois Blanc	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	2	2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i> et <i>Syzygium jambos</i>
Anse des Cascades	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	1	2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i> et <i>Syzygium jambos</i>
Grand Brûlé	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	3	2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i> et <i>Clidemia hirta</i>
Mare Longue	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	1	1998	Invasion par <i>Syzygium jambos</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	0,5	1996	Invasion par <i>Syzygium jambos</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	1	1999	Invasion par <i>Syzygium jambos</i> et <i>Diospyros digyna</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	2	1994	Invasion par <i>Syzygium jambos</i> et <i>Diospyros digyna</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	0,3	2003	Invasion par <i>Syzygium jambos</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	1	1990	Invasion par <i>Syzygium jambos</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	2,3	2001	Invasion par <i>Syzygium jambos</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	2	1985	Invasion par <i>Syzygium jambos</i>
Cap méchant	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	0,5	1999	Invasion par <i>Schinus terebinthifolius</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	0,5	2000	Invasion par <i>Schinus terebinthifolius</i>
	Forêt tropicale humide "au vent" (0-500 m)	6	2000	Invasion par <i>Schinus terebinthifolius</i>
Plaines des Grègues	Bois de Couleurs des Hauts « au vent »	1,5	2003	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i>
RB des Makes	Forêt tropicale humide "ss le vent" (600-1100 m)	8	1990	Invasion par <i>Rubus alceifolius</i> et <i>Lantana camara</i>
Notre Dame de la Paix	Forêt complexe de montagne « sous le vent »	45	1998	Invasion par <i>Ulex europaeus</i>
Nez de Boeuf	Végétation éricoïde	2	2003	Incendies
	Végétation éricoïde	2	2003	Incendies
RB de Bois de Bois de nêles	Forêt complexe de montagne « sous le vent »	8		Incendies
Hauts sous le vent	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	6	1987	Invasion par <i>Acacia mearnsii</i>
Hauts sous le vent	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	5,5	2000	Invasion par <i>Acacia mearnsii</i>
Chaloupe	Forêt à <i>Acacia heterophylla</i>	5	2002-2003	Enrichissement plantation Tamarins
Maido	Végétation éricoïde	23	2003	Invasion par <i>Ulex europaeus</i> après Incendies
<i>Total</i>		207,47		

5. Guide technique

5.1. Principes généraux

1. Bien choisir les zones à restaurer

La restauration écologique est un processus généralement long et qui nécessite souvent d'importants moyens humains et financiers. Il est donc primordial dans un premier temps de choisir avec pertinence les zones qui bénéficieront d'opérations de restauration écologique.

La hiérarchisation des zones prioritaires en matière de restauration s'effectue généralement lors de l'élaboration du plan d'aménagement ou du plan de gestion (document qui, à partir d'une analyse écologique et socio-économique d'un massif forestier ou d'une réserve, fixe les grandes orientations et les décline en actions). A La Réunion, les critères de choix les plus fréquemment utilisés pour déterminer les zones prioritaires de restauration sont les suivants :

- Présence d'un habitat rare : plus l'habitat est raréfié, plus il constitue une priorité de restauration (v. figure n° 31).
- Présence d'espèces rares et menacées : une station d'espèce rare, si elle est menacée par l'invasion de plantes exotiques, constitue une priorité en matière de restauration écologique. Il s'agit là d'assurer la conservation efficace de cette espèce rare dans son habitat, en contrôlant le développement des plantes exotiques afin qu'elles n'etouffent pas la station.
- Présence d'habitat fonctionnel sur de grandes surfaces : Une des originalités de La Réunion est de posséder encore sur de vastes surfaces des habitats très peu perturbés par l'Homme. Mais, par endroit, des perturbations, telles que des chablis envahis par des plantes exotiques, peuvent constituer à terme, en s'amplifiant, une menace pour le fonctionnement et la pérennité de ces milieux. La restauration d'une trouée profite en fait à titre préventif à l'ensemble de la forêt.
- Accessibilité du site : à enjeu de conservation égal, les zones les plus accessibles sont prioritaires. En effet, la difficulté d'accès va entraîner d'importants coûts humains et financiers et rendre ardu le suivi à long terme du chantier.
- Caractéristiques intrinsèques du milieu : certains milieux, tels que les fourrés hyperhumides à *Pandanus* ou les fourrés de type Avoune, sont difficilement pénétrables. L'intervention de l'Homme y est même fortement déconseillée eu égard à leur sensibilité au piétinement.

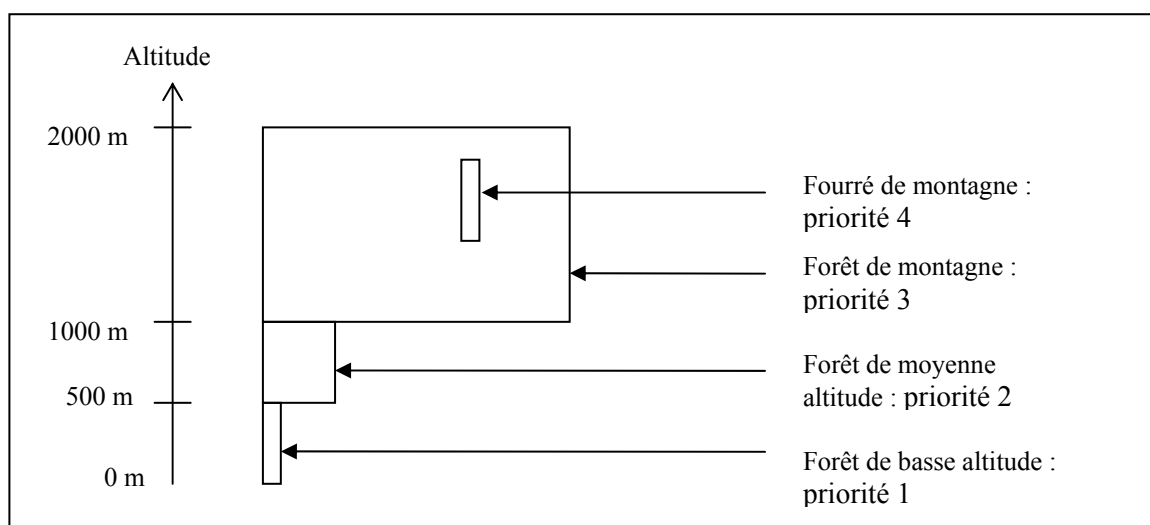
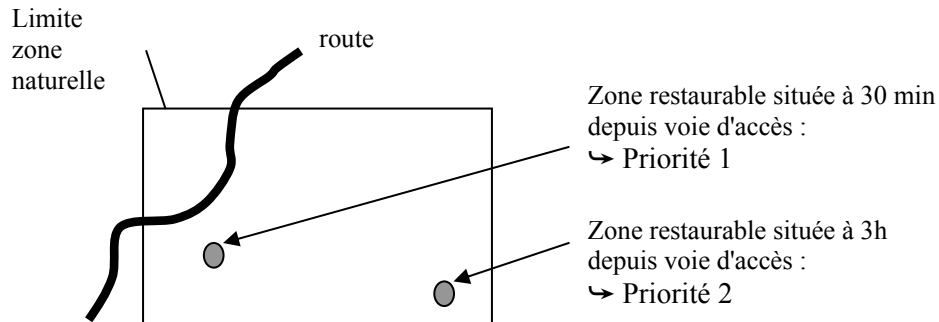


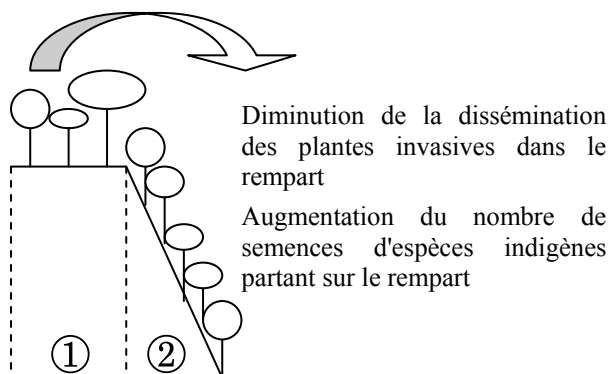
Figure n°31 : représentation schématique d'un massif forestier caractéristique à La Réunion et des priorités en matière de restauration généralement émises lors des plans d'aménagement forestier. Les milieux de basse altitude, beaucoup plus raréfiés que les milieux de montagne, constituent le plus souvent une priorité.

L'accessibilité est un critère prépondérant à La Réunion. En effet, le relief important de l'île entraîne d'importantes contraintes d'accessibilité sur l'ensemble de l'île. Il apparaît donc important de se concentrer dans un premier temps sur les zones les plus accessibles possédant de forts enjeux de conservation avant d'aller restaurer des zones très éloignées (v. fig. n°32).



*Figure n° 32 :
Priorité en fonction de l'accessibilité des sites potentiels de restauration*

De même, il est fortement déconseillé d'intervenir sur les zones de fortes pentes (remparts, bords de ravines, ...) pour des raisons évidentes de sécurité des ouvriers et pour ne pas aggraver les phénomènes d'érosion. Par contre, intervenir sur le bord de rempart, surtout s'il constitue un foyer de plantes invasives qui contamine tout le rempart, peut être bénéfique pour la végétation indigène située dans le rempart (v. fig. n°33). Ce type de chantier peut devenir prioritaire si l'on est en face d'un nouveau foyer de plantes invasives ou d'une population de plantes exotiques potentiellement envahissantes.



*Figure n°33 :
Conséquence de la restauration du bord de rempart (1) sur l'ensemble du rempart (2)*

Nous avons vu dans le chapitre précédent (cf. tableau n° 6) que la majorité des opérations de restauration écologique était initiée suite à un problème d'invasion par des plantes exotiques. Il est donc important d'adopter une stratégie efficace de contrôle de ces plantes exotiques afin d'enrayer progressivement leur invasion et de permettre à la végétation indigène de se réinstaller à leur place. Plus la zone envahie par des pestes végétales est grande, plus la recolonisation par des plantes indigènes sera en général difficile. De plus, éliminer d'un seul tenant une grande zone envahie peut conduire à des résultats encore plus néfastes tels que le remplacement de la zone mise à nu par des espèces exotiques encore plus virulentes. Il est donc important d'agir d'abord sur les foyers de plantes invasives isolés et de faibles surfaces pour éviter premièrement qu'ils se développent aux dépens de la végétation indigène. De plus, ces petites zones seront plus facilement recolonisées naturellement (sans plantation) par des plantes indigènes une fois les plantes exotiques éliminées. Le foyer principal sera réalisé en dernier : le plus souvent, des plantations seront alors nécessaires, la régénération naturelle dans les anciens fourrés de pestes végétales étant souvent insuffisante pour permettre à la

végétation indigène de reprendre le dessus sur les exotiques, à la croissance souvent beaucoup plus rapide.

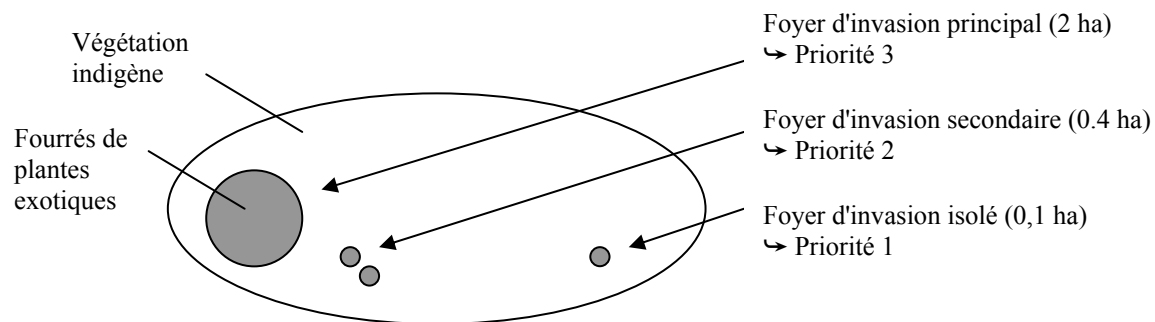


Figure n°34 : priorités d'intervention en fonction de la taille et de la localisation des foyers de plantes exotiques dans le cas de plusieurs foyers de plantes exotiques

Dans le même ordre d'idée, il apparaît plus pertinent d'agir d'abord dans les zones les moins envahies d'une forêt, pour arriver progressivement à intervenir sur les zones plus envahies, qui vont demander, elles, un effort financier et humain beaucoup plus important pour pouvoir les restaurer sur de petites surfaces et avec des chances de succès plus faibles.

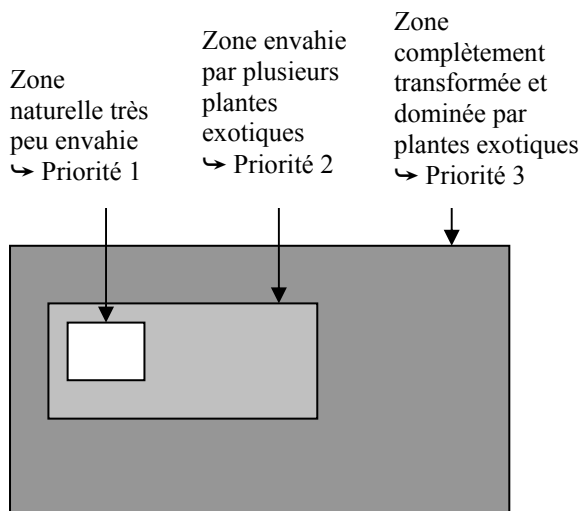


Figure n° 35 : Priorités émises en fonction du degré d'invasion d'une forêt indigène

Nous venons donc de voir un aperçu des nombreux critères qui doivent être pris en compte afin d'effectuer les bons choix au niveau des sites à restaurer. Ces critères doivent être généralement être analysés de façon globale. Les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) sont venus apporter une grande aide dans ce domaine, en permettant la superposition de nombreuses couches d'informations géographiques. L'exemple suivant, issu du plan de gestion de la Grande Chaloupe fournit une bonne illustration de l'apport du SIG dans la hiérarchisation des zones prioritaires en matière de restauration écologique. Dans ce cas précis, c'est principalement la superposition des cartes des habitats, des espèces rares et des pentes qui a permis de déterminer les zones de restauration prioritaires (Mathevon, 2005) (v. fig. n° 36, 37, 38 et 39).

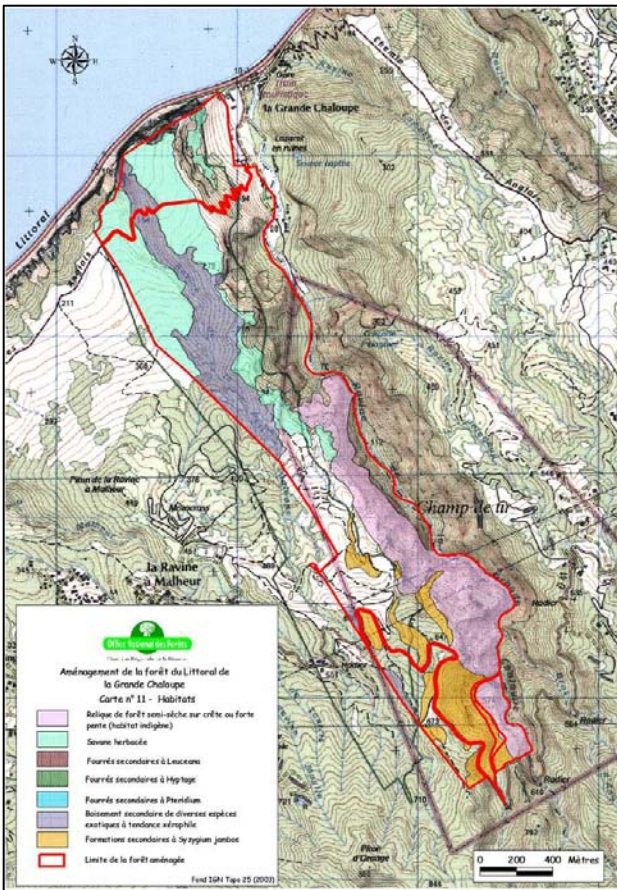


Figure n° 36 : carte des habitats

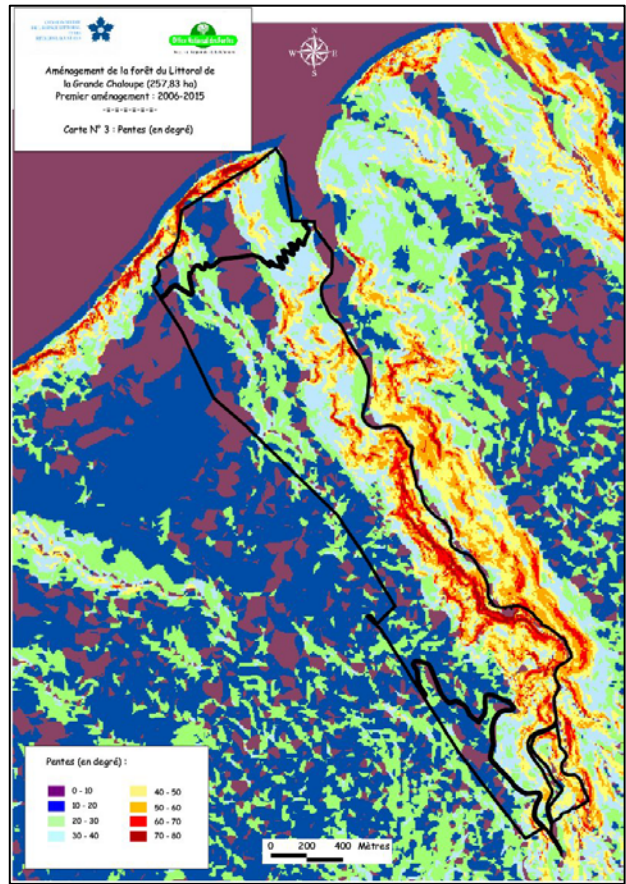


Figure n° 37 : carte des pentes

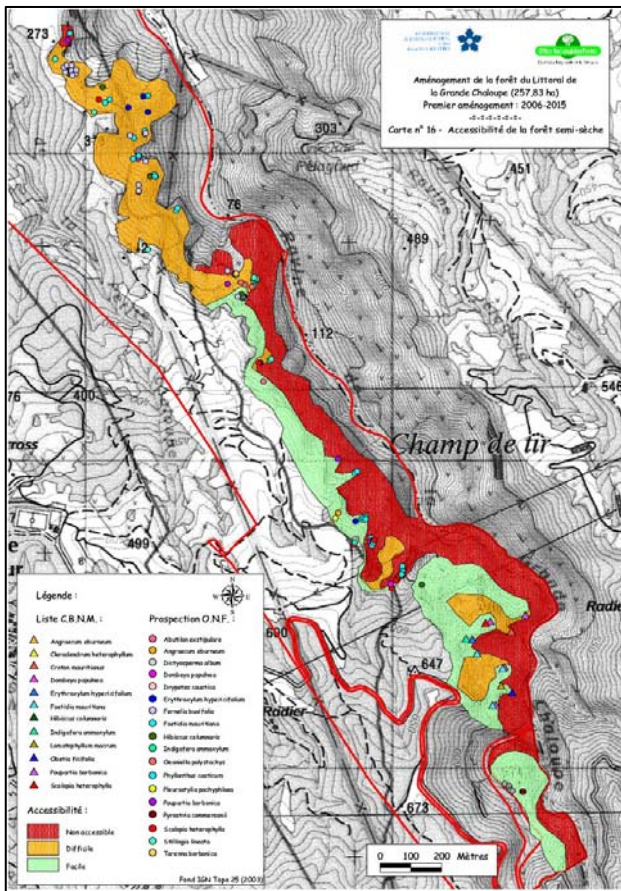


Figure n° 38 : carte des stations d'espèces rares et de leur accessibilité

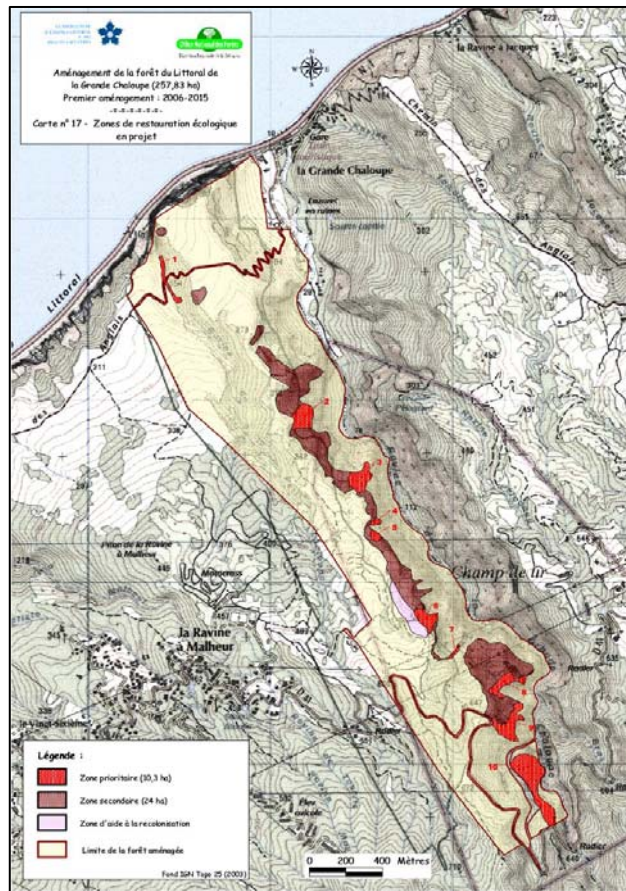


Figure n° 39 : carte des zones de restauration

2. Bien planifier son chantier lors de la programmation annuelle de travaux

La planification du chantier est une étape cruciale de la restauration écologique. Cette programmation doit se baser sur une analyse fine du site à restaurer et doit prévoir les actions et les moyens financiers et humains nécessaires pour parvenir à l'objectif de restauration fixé.

Cette planification est généralement initiée sommairement dans le plan d'aménagement forestier ou dans le plan de gestion (sur une période allant de 5 à 15 ans) et est ensuite déclinée plus précisément lors de la programmation annuelle de travaux.

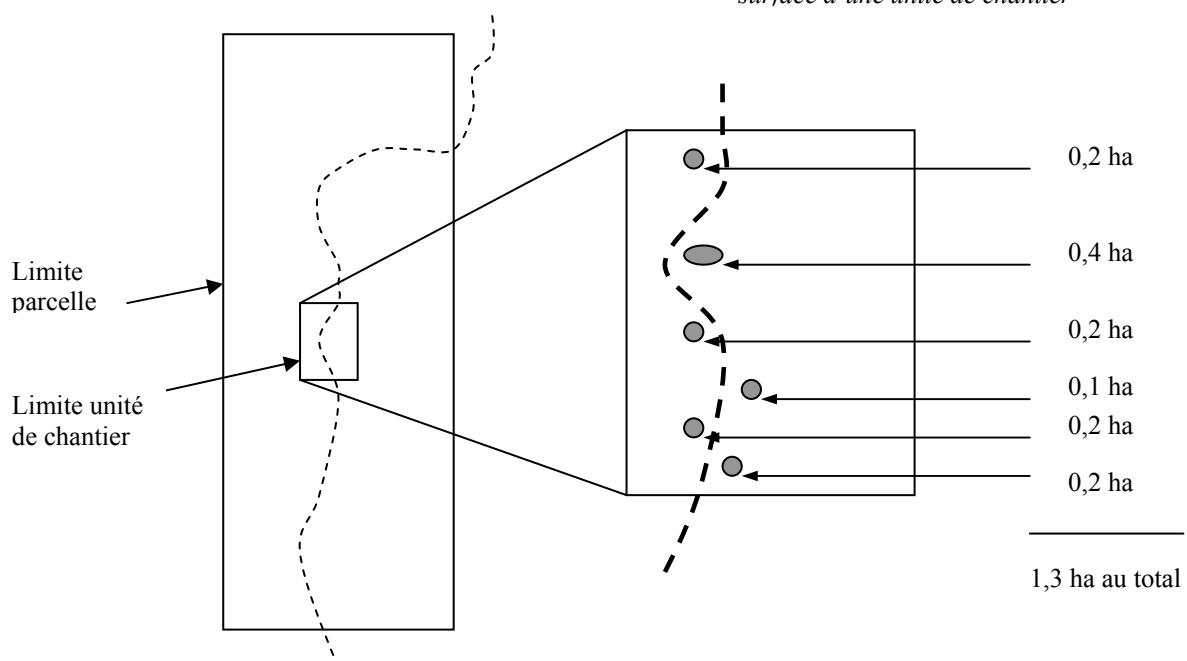
Cette programmation est effectuée tous les ans par les agents en charge de la gestion des différentes forêts de l'île. Elle comporte notamment les éléments suivants :

Nom de la forêt	Localisation précise (unité de chantier)	Intitulé action	surface	coût

La localisation précise du chantier et sa surface est obtenue à l'aide d'un relevé au GPS. Parfois, le couvert forestier empêche l'utilisation du GPS : le mieux est alors de recourir au topofil et de se repérer sur les cartes IGN grâce des éléments de repère naturel (rupture de pente, ravines, etc) ou artificiel (sentier, bâtis, ligne électrique, etc..).

Le calcul de la surface n'est pas toujours évident, même avec l'utilisation d'un GPS. En effet, il est parfois dur de faire le tour d'une zone à restaurer surtout si elle est envahie par des ronces. Il s'agit donc d'estimer au mieux la surface sur laquelle portera la restauration, ce qui peut conduire à des erreurs dans le calcul de la surface réelle. Cependant, une délimitation plus précise peut être réalisée dans un second temps, une fois les plantes exotiques éliminées. Quand il s'agit de réaliser une cicatrization de plusieurs trouées situées à proximité, nous préconisons de les regrouper en une seule unité de chantier (à condition qu'elles subissent le même traitement) (v. fig. n° 40).

Figure n° 40 : exemple de calcul de la surface d'une unité de chantier



Le calcul du coût reste souvent l'exercice le plus difficile. Il est fortement lié à la surface à restaurer, d'où l'importance de son calcul précis, mais aussi à la technique utilisée et à la réaction du milieu (généralement difficile à prévoir).

Pour la création d'un nouveau chantier de restauration, il sera nécessaire de prévoir une ligne budgétaire pour les opérations initiales (élimination des plantes exotiques, préparation du terrain, plantation, ...) et une autre ligne pour les opérations de contrôle des plantes exotiques qui auront lieu la même année. Pour un chantier de restauration déjà créé, seule une ligne budgétaire pour les opérations de contrôle des plantes exotiques sera généralement nécessaire.

La récolte de graines devra également être prévue quand le diagnostic initial a mis en avant une régénération naturelle insuffisante en espèces indigènes.

Le choix du type de personnel va également avoir une incidence sur le coût de l'action. Il faudra alors réserver les travaux les plus complexes et les plus sensibles aux ouvriers permanents de l'ONF.

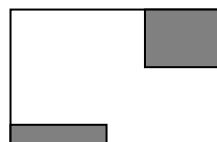
Enfin, l'intitulé de l'action ne permet pas toujours de comprendre aisément les intentions précises de l'agent et le contexte qui a abouti à programmer cette action. Il est donc important de pouvoir détailler quelque part le contexte et les objectifs du projet présenté dans la programmation annuelle. Pour cela, un cahier de planification et de suivi des chantiers de restauration écologique sera élaboré en 2006. Ce cahier permettra de présenter plus en détail les objectifs du projet pour une meilleure compréhension des actions proposées, d'optimiser la programmation en n'omettant aucun élément essentiel et enfin de réaliser un suivi individuel des chantiers.

3. Privilégier les petites surfaces

Devant de nombreux problèmes constatés suite à des opérations menées sur de grandes surfaces, il est important de privilégier aujourd'hui les chantiers portant sur de faibles surfaces.



NON



OUI

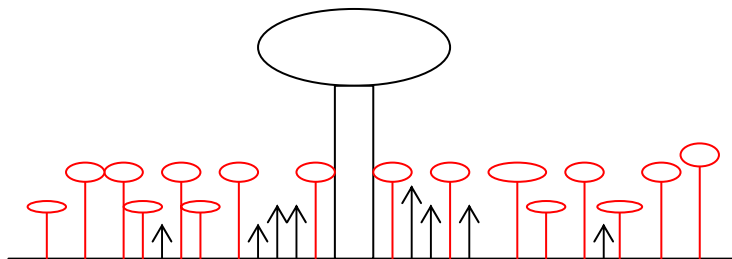
En effet, les chantiers de restauration menés sur de grandes surfaces d'un seul tenant présentent de nombreux inconvénients :

- lumière incidente très importante de façon soudaine, qui va avoir pour conséquence de favoriser les plantes exotiques envahissantes ;
- amplification des phénomènes d'érosion du sol ;
- dessèchement brutal et mort de certains végétaux, et en particulier des épiphytes présents sur les arbres restant sur la parcelle restaurée ;
- impact paysager très important : spectacle de désolation juste après la coupe des espèces végétales invasives, assimilé par le public à de la déforestation ;
- surcoût induit sur le long terme en raison des dégagements importants nécessaires pour contrôler le développement des pestes végétales ;
- une grande surface à traiter implique parfois une utilisation importante de phytocides.

De plus, à La Réunion, les chablis d'origine naturelle sont généralement de petites tailles car le plus souvent causés par la mort sur pieds des arbres. De plus, on note une quasi absence des lianes qui, dans les forêts tropicales continentales, augmentent considérablement la taille des chablis. Cette caractéristique doit donc pousser le gestionnaire à imiter la nature en réalisant des ouvertures de faibles surfaces. Ces petites ouvertures vont permettre également de voir comment réagit la végétation et de ne pas être débordé, par exemple, face à l'explosion d'une population de plantes exotiques provoquées par l'ouverture.

4. Préserver et utiliser les espèces indigènes présentes

Quand il s'agit de restaurer une zone envahie par des plantes exotiques, il est important d'arriver à conserver toutes les espèces indigènes qui se trouvent déjà dans la zone. Cela doit constituer une consigne de chantier prioritaire. Il s'agit donc d'éviter, comme cela a pu être le cas dans le passé, de "mettre propre" le terrain pour permettre ensuite la plantation. Il faut au contraire composer avec les espèces indigènes présentes au lieu d'avoir recours systématiquement à la plantation d'individus issus de pépinières. Nous préconisons alors de façon pratique lors de la planification du chantier, de réaliser un dégagement des plantes invasives sur une petite surface afin d'évaluer si la régénération en espèces indigènes est suffisante pour éviter de planter. Une attention toute particulière devra être portée sous les houppiers des arbres indigènes encore présents dans la zone envahie (v. fig. n° 41). En effet, par phénomène de barochorie, la majorité des graines vont germer au pied de l'arbre. Ces plantules devront être préservées lors de l'élimination des plantes exotiques, quitte à laisser à cet endroit des plantes exotiques pour être sûr de ne pas les endommager. Si les plantules sont très abondantes, elles pourront également transplantées et disposées dans les zones où les plantules d'espèces indigènes sont absentes ou peu nombreuses.



*Figure n°41 : arbre isolé au milieu d'une zone envahie et régénération naturelle sous le houppier
En noir : espèce indigène
En rouge : espèce exotique*

5. Favoriser activement la régénération naturelle

Dans la majorité des chantiers de restauration entrepris à La Réunion, on assiste à une bonne recolonisation naturelle par des espèces indigènes. Ceci est particulièrement vrai dans le cas des opérations de cicatrisation du couvert forestier qui sont opérées dans des forêts relativement peu perturbées. Nous ne sommes donc loin le cas de Rodrigues, qui possède des forêts beaucoup plus dégradées, où seules des plantations permettent un retour des espèces indigènes.

En aucun cas, les espèces indigènes revenues sur la zone restaurée ne doivent être considérées comme de la "souille" qui doit être recépée afin de ne pas gêner la croissance des arbres plantés. Au contraire, ce retour des indigènes constitue le but premier des opérations de restauration écologique. Toutes les espèces indigènes revenues dans la zone devront donc être soigneusement conservées lors du passage en contrôle des plantes exotiques invasives : ceci doit constituer une consigne de chantier clairement donnée aux ouvriers. Pour faciliter le

travail de dégagements des espèces exotiques, les espèces indigènes peuvent être au préalable repérées et marquées à l'aide de piquets. Enfin, si l'on ne constate pas de retour des indigènes dans la strate arbustive et herbacée, il est toujours possible de tenter des semis directs de graines récoltées à proximité.

6. Assurer le respect des provenances et la diversité génétique des plants utilisés

Même si La Réunion est un territoire de taille restreinte, elle possède de nombreuses zones climatiques très distinctes, en particulier grâce à son relief exacerbé. Dans chacune des zones, les individus les plus adaptés ont été sélectionnés au cours de l'évolution et sont aujourd'hui parfaitement adaptés aux conditions de la zone.

Lorsque l'on a recours à des plantations, il est donc important d'utiliser des plants issus de la même zone géographique. Si l'on a planifié une plantation dans le cadre d'une opération de restauration écologique, il faut donc tout de suite prévoir une récolte de graines dans la forêt où sera menée l'opération. On pourra procéder à une récolte de graines dans une forêt située à proximité si elle est beaucoup plus accessible et que cela facilite l'opération de récolte.

La récolte de graines devra s'opérer sur plusieurs individus d'une même espèce, afin de garantir une diversité des plants qui seront utilisés.

Les graines seront mises dans des sachets, où seront notées l'espèce récoltée ainsi que sa provenance. Le responsable pépinière, à qui doivent être transmis ces sachets, aura ensuite pour charge de les déposer dans la pépinière qui convient le mieux au niveau climatique et d'assurer une traçabilité des plants issus de ces graines jusqu'à leur récupération par l'agent.

7. Composer au mieux avec la stratégie écologique des différentes espèces végétales

Les plantes ont développé différentes stratégies écologiques au cours de l'évolution pour se maintenir et se reproduire. L'écologie fonctionnelle est la discipline scientifique qui identifie et décrit ces stratégies écologiques. Elle établit une relation entre ces stratégies et les processus qui déterminent la structure et la composition spécifique de la végétation, ainsi que le fonctionnement des écosystèmes. Dans cette approche, on considère que les espèces qui partagent des caractéristiques identiques ont la même stratégie écologique et qu'elles appartiennent au même type fonctionnel.

L'apport de l'écologie fonctionnelle est donc précieux pour la conduite des opérations de restauration écologique, en particulier pour la sélection des espèces indigènes les plus adaptées en fonction de la nature des opérations.

Par exemple, dans des zones en pleine lumière ou sur des sols très appauvris, il est pertinent de sélectionner des espèces pionnières qui naturellement colonisent des zones du même type. Dans les petits chablis, la lumière incidente n'est peut être pas suffisante pour ces espèces pionnières. On privilégiera alors des espèces indigènes qui naturellement cicatrisent rapidement ces petites trouées : il s'agit d'espèces cicatricielles appelées également espèces post-pionnières (très souvent ces espèces végètent dans le sous-bois et nécessitent une rupture du couvert forestier pour se développer). Les espèces dites forestières sont les espèces qui composent en majorité les forêts matures et qui se développent bien sous couvert forestier (on a ainsi une population d'arbres composée de tous les stades de développement). Ces espèces forestières ne sont souvent pas les meilleures candidates pour recréer rapidement un couvert forestier (alors que pour la production de bois d'oeuvre, ce sont souvent les plus intéressantes). Par contre, elles peuvent tout à fait être utilisées dans un deuxième temps pour enrichir la zone restaurée une fois le couvert recréé à l'aide d'espèces pionnières ou post-pionnières.

Figure n°42 : incidence de la taille des trouées sur le choix des espèces à planter lors d'une cicatrisation du couvert forestier après enlèvement de plantes exotiques envahissantes

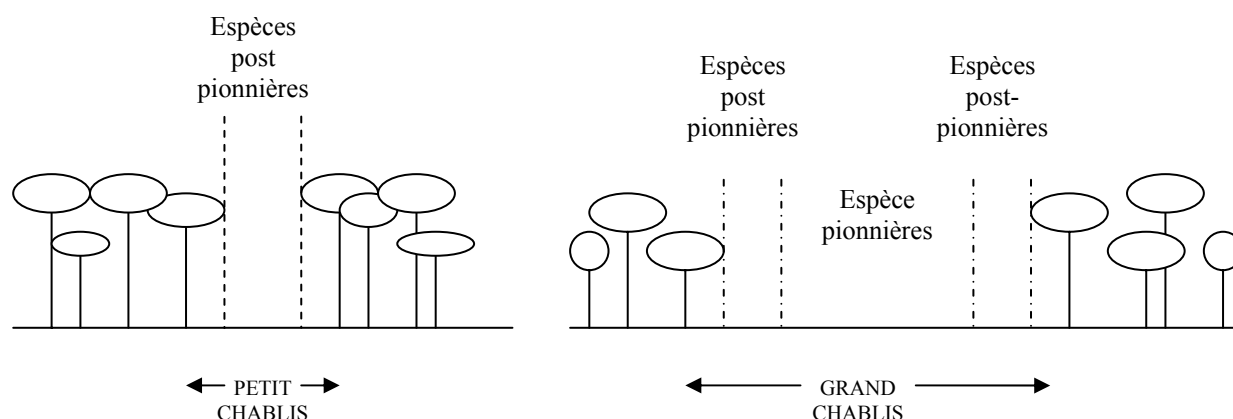
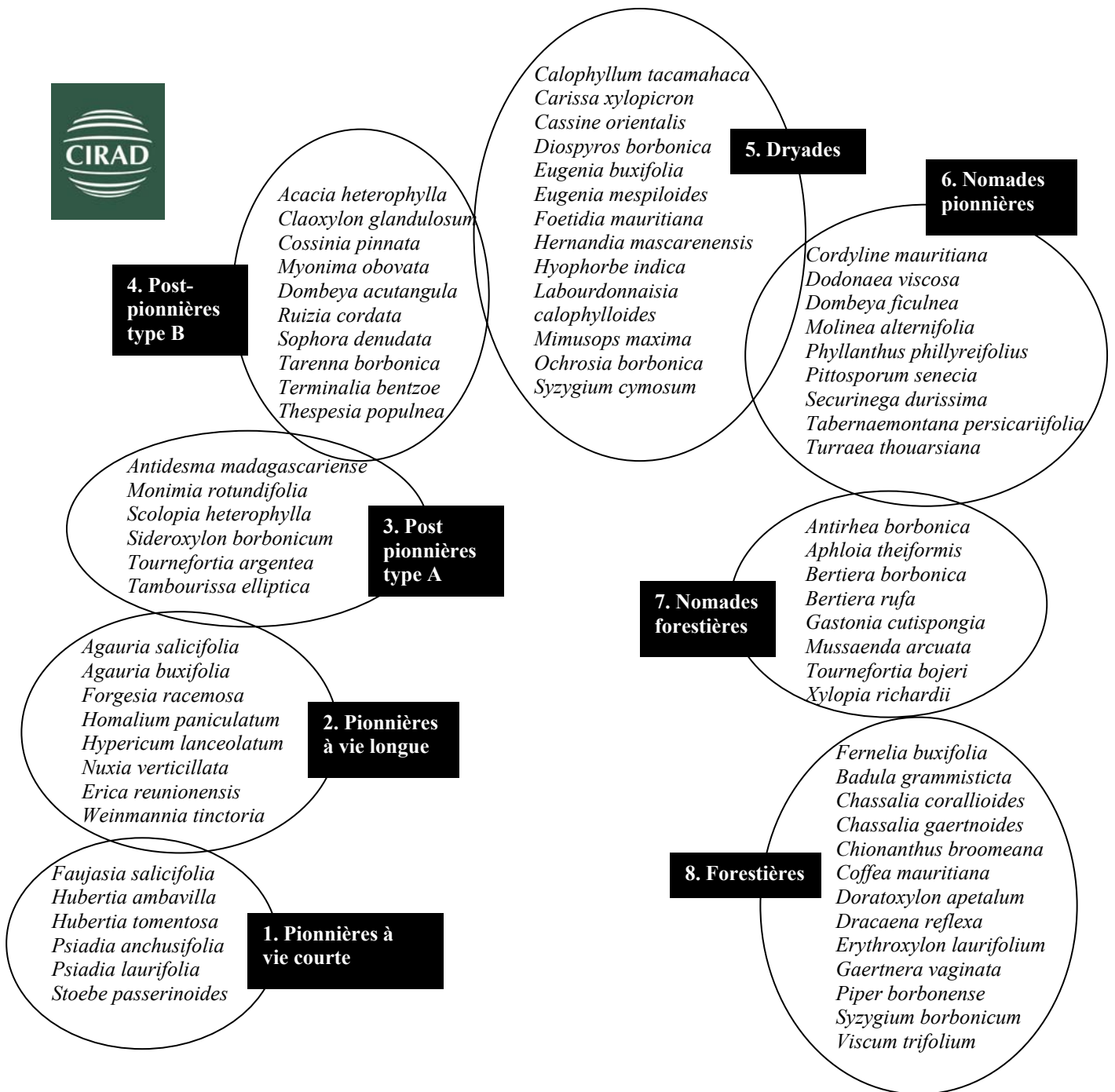


Tableau n° 8 : distribution des stratégies de germination et de régénération à travers les groupes écologiques des espèces tropicales (Lavergne, 2000 in Hivert, 2003)

	Pionnières	Post-pionnières	Forestières
Graines	Tailles réduites ; orthodoxes	Tailles variables ; orthodoxes, récalcitrantes ou intermédiaires	Tailles importantes, récalcitrantes
Dormance	Aucune, facultative ou saisonnière	Aucune ou saisonnière	Aucune ou saisonnière
Photosensibilité	Positive stricte, intolérance à l'ombre	Indifférente – tolérance à l'ombre	Indifférente – tolérance à l'ombre
Germination	Rapide et synchrone	Rapide et synchrone ou retardée et asynchrone	Rapide et synchrone ou retardée et asynchrone
Potentiel de régénération	Banque de graines transitoires, transitoires-saisonnières ou persistantes	Banque de graines transitoires, transitoires-tardives ou transitoires-saisonnières	Banque de graines transitoires, transitoires-tardives ; saisonnières ; ou avec banque de semis persistant
Croissance	Rapide, uniquement dans les milieux ouverts	Rapide, uniquement dans les trouées ou en lisière, possible sous couvert	Lente, uniquement sous couvert forestier
Durée de vie	Existe pionnière à vie courte (3-4 ans à 25-30 ans) et à vie longue (peut dépasser 100 ans)	Plus ou moins longue (peut dépasser 100 ans)	Plus ou moins longue (peut dépasser 100 ans)
Dissémination	Annuelle, parfois continue ; zoochore ou anémochore	Annuelle ou pluriannuelle ; zoochore ou anémochore	Annuelle ou pluriannuelle ; souvent barochore, zoochore, parfois autochore
Habitats	Tous les milieux ouverts et perturbés	Dominent les fins de successions secondaires et composent les forêts matures	Composent les forêts matures

L'encart suivant porte sur le travail de recherche mené par le CIRAD sur l'écologie fonctionnelle : les résultats obtenus sur les groupes fonctionnels permettront une sélection de plus en plus fine des espèces indigènes dans les travaux de restauration écologique à La Réunion. Il s'agit d'un thème de recherche encore récent où les connaissances évoluent très vite.



Pour caractériser la place des espèces ligneuses dans la dynamique forestière, le CIRAD à la Réunion a distingué différents groupes écologiques en utilisant 10 caractères des fruits et des graines, ainsi que des traits liés aux processus de germination et la dissémination. L'analyse statistique (méthode AGNES) complétée par une Analyse de Correspondance Multiple permet de distinguer 8 groupes (Rivière *et al.*, 2005) :

Groupes 1 et 2 : Pionnières : espèces à croissance rapide, susceptibles de germer dans des conditions de lumière forte

- ↳ 1. espèces pionnières à durée de vie courte
- ↳ 2. espèces pionnières à vie longue

Groupes 3 et 4 : Post pionnières : qui ne peuvent pas se régénérer au dessous de la canopée dense, mais qui se régénèrent dans les petites trouées

- ↳ 3. post pionnières peuvent germer et s'établir sous la litière
- ↳ 4 post pionnières les graines montrent une forte dormance. Peuvent donner des peuplements monospécifiques

Groupe 5 : Dryades : espèces structurantes, à croissance généralement lente et à durée de vie longue

Groupes 6 et 7 : Nomades : espèces qui germent à la lumière, à croissance rapide, et à durée de vie longue ; capables de cicatrifier le couvert végétal perturbé.

- ↳ 6. nomades pionnières espèces de lumière qui tolèrent l'ombre
- ↳ 7. nomades forestières espèces d'ombre qui tolèrent la lumière

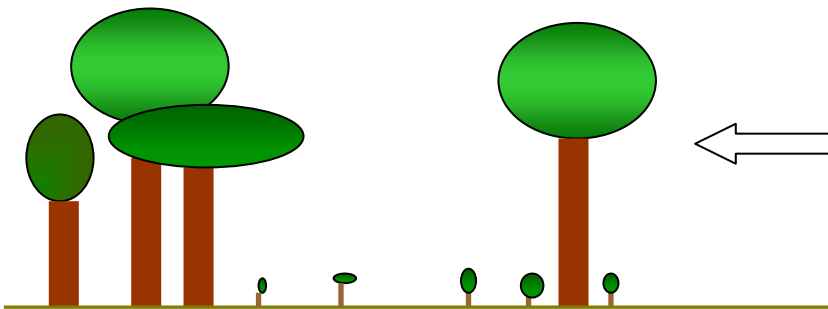
Groupe 8 : Forestières : espèces de sous-bois ne supportant pas la mise en lumière

Les groupes de succession permettent d'appréhender les caractéristiques d'un milieu et son évolution probable. Les espèces de ces groupes peuvent alors être utilisées pour la restauration écologique en fonction du stade de la dynamique du milieu.

ETAPES DE LA RECONSTITUTION D'UNE TROUEE

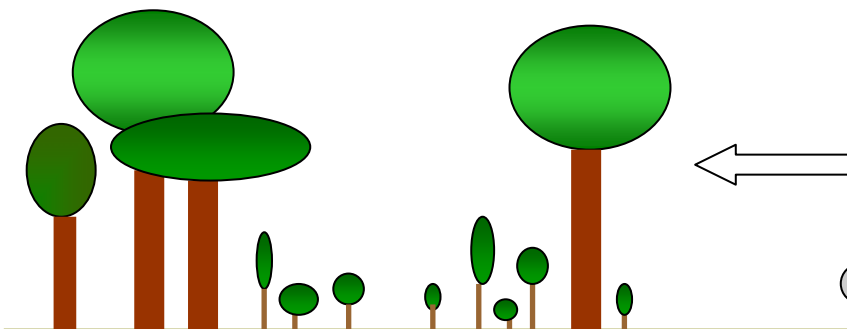
D'après Riera, 1983 et Rivière *et al.*, 2005

1^{ère} étape : Installation ou réactivation



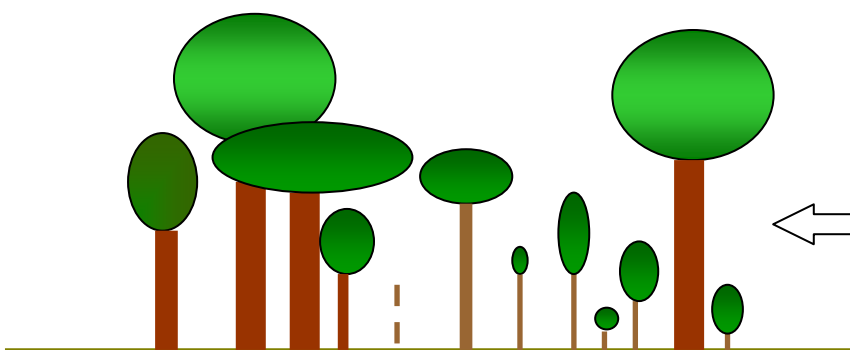
Pionnières (vie courte et vie longue)
Post pionnières
Nomades pionnières

2^{ème} étape : Croissance et cicatrisation



Post pionnières
Nomades pionnières
Nomades forestières
Dryades

3^{ème} étape : Stabilisation et structuration



Nomades pionnières
Nomades forestières
Dryades
Forestières

A l'ombre, les pionnières à vie courte disparaissent et les dryades stagnent

8. Planter dense !

Nous avons constaté lors du bilan des opérations de restauration que les densités de plantation utilisées étaient globalement assez faibles. Sans instruction spécifique à ce sujet, les agents ont calqué les densités de plantations sur celles préconisées dans les guides de sylviculture pour la production d'essences indigènes.

Des expérimentations très intéressantes ont été menées par le WWF à Rodrigues dans le but de déterminer les densités de plantations optimales avant de se lancer dans un vaste programme de restauration des forêts. Il en est ressorti que plus les plantations étaient denses, plus le travail de contrôle des invasives était par la suite facilité : le retour des espèces exotiques était en effet considérablement freiné par le couvert formé. De plus, les fortes densités favorisent la sélection naturelle : les plants les plus vigoureux sont ainsi favorisés.

Le suivi de ces expérimentations a donc permis de conclure que la densité optimale était de 4 plants / m² (soit 40 000 plants / ha). Ces densités ont été ensuite retenues lors des chantiers de restauration écologique et ont donné d'excellents résultats : les peuplements d'indigènes reconstitués sont tellement denses que l'on y trouve quasiment aucune espèce exotique au bout de trois ans. A partir de trois ans donc, les opérations de contrôle des plantes exotiques sont arrêtées et d'autres zones peuvent être à leur tour restaurées.

Il est donc important de s'inspirer à La Réunion de l'expérience rodriguaise, même si il faut garder à l'esprit que les forêts rodriguaises sont tellement dégradées que l'on assiste à aucune régénération naturelle en espèces indigènes dans les zones restaurées. A La Réunion, le contexte est différent : les interventions ont généralement lieu au sein de massifs forestiers préservés et l'on observe très souvent une recolonisation naturelle des zones restaurées par les espèces indigènes.

Toujours est-il qu'il est nécessaire d'augmenter les densités de plantations initiales afin de limiter par la suite les interventions contre les espèces exotiques. Nous préconisons donc à La Réunion des densités d'au moins 1 plant / m², soit 10 000 plants / ha. D'un point de vue financier, le surcoût engendré par cette augmentation de la densité est vite rattrapé les années suivantes par une diminution des dégagements des espèces exotiques invasives.

Si d'un point de vue logistique, il n'est pas possible d'atteindre ces densités avec des plants issus de pépinière, on utilisera en complément des sauvageons prélevés à proximité de la zone à restaurer.

9. Mener un contrôle raisonné et progressif des plantes exotiques

La gestion des plantes exotiques est une composante importante de la restauration écologique, en particulier à La Réunion où l'effet des invasions est particulièrement spectaculaire.

Dans les systèmes insulaires, les espèces introduites se montrent généralement plus compétitives que les espèces indigènes qui ont évolué à l'abri des pressions de sélection exacerbées exercées sur les continents.

L'élimination totale des espèces invasives de La Réunion semble bien illusoire et surtout désormais impossible tant le nombre d'espèces invasives et la surface qu'elles occupent est grande. Il faut donc composer avec elles et tenter de limiter leur effet sur la biodiversité.

A l'échelle d'une parcelle, le problème est identique. Vouloir éliminer toutes les espèces exotiques d'un seul coup peut se révéler au final encore plus catastrophique que si l'on n'avait rien fait. Souvent, l'espèce exotique cible va connaître un développement encore plus vigoureux ou pire, être remplacée par une espèce exotique encore plus néfaste.

En effet, éliminer un fourré d'exotiques revient à libérer de l'espace qui sera très rapidement occupé de nouveau par les espèces les plus opportunistes : il s'agit très souvent d'espèces exotiques (v. tableau n°9).

Tableau n°9 : place des plantes exotiques dans quelques chantiers de restauration écologique (Dufour, 2004)

	Année du début de la restauration	Proportion totale des espèces exotiques présentes sur la parcelle restaurée	Espèce combattue initialement et proportion actuelle par rapport aux autres exotiques maintenant présentes dans la zone restaurée	Espèce exotique actuellement la plus abondante et proportion par rapport aux autres exotiques présentes dans la zone restaurée
Mare Longue (220 m alt.)	2000	90 %	<i>Syzygium jambos</i> 1,2 %	<i>Clidemia hirta</i> 97 %
Moka (1020 m alt.)	1998	51 %	<i>Rubus alceifolius</i> 1,6 %	<i>Hedychium gardnerianum</i> 26 %
Makes (1070 m alt.)	1994	31 %	<i>Rubus alceifolius</i> 0,7 %	<i>Hedychium gardnerianum</i> 57 %
Bébour (1610 m alt.)	2002	33 %	<i>Rubus alceifolius</i> 0,8 %	<i>Solanum mauritianum</i> 36 %
Nez de bœuf (2070 m alt.)	2003	0 %	aucune	aucune

Le tableau précédent illustre bien l'impossibilité de se débarrasser définitivement des espèces exotiques dans les zones en cours de restauration, même avec des opérations d'élimination répétées. On peut presque arriver à éliminer l'espèce qui posait problème au départ, mais l'on s'aperçoit qu'une autre espèce exotique vient très vite la remplacer et poser de nouveaux problèmes. Dans le cas extrême de Mare Longue, on voit que les espèces exotiques représentent plus de 90 % des individus d'espèces ligneuses présentes sur la zone, dont la restauration a débuté en 2000. En fait, la coupe brutale sur plus d'un hectare du peuplement arboré de *Syzygium jambos* a favorisé l'invasion d'un arbuste exotique héliophile, qui occupe aujourd'hui presque exclusivement toute la strate herbacée et arbustive (au dessus d'elle se trouvent les arbres indigènes plantés), excluant pour l'instant une régénération naturelle d'espèces indigènes.

Certaines techniques ont été développées afin de réduire ces phénomènes d'invasions en cascades : c'est le cas du "Thinning", qui consiste à transformer progressivement un peuplement d'arbres exotiques vers un peuplement d'indigènes. Au lieu d'éliminer en une seule fois le peuplement pour procéder ensuite à la plantation, des arbres exotiques sont laissés sur place. Ils permettront de conserver un couvert, ce qui aura pour effet de limiter l'invasion par les plantes exotiques héliophiles. De plus, ces arbres exotiques ont pu servir d'habitats pour plusieurs espèces animales et végétales indigènes (nid d'oiseaux, insectes, plantes épiphytes,...). Il est donc important de conserver une partie de ces arbres exotiques jusqu'à ce que les plantes indigènes aient atteint une certaine taille et qu'elles puissent à nouveau être utilisées comme support par les plantes et les animaux indigènes (Fox, 2003).

En conclusion, on doit redoubler de prudence lors de l'étape initiale d'enlèvement des espèces exotiques, et en particulier au niveau du dosage de la lumière incidente au sol. Pour cette raison, les ouvertures brutales du couvert sur de grandes surfaces sont désormais à éviter.

Dans le cas de peuplement arboré d'exotiques, leur transformation progressive sera privilégiée.

10. Réduire les phénomènes d'érosion

Le sol est une ressource fragile qui ne se renouvelle pas à l'échelle de temps historique et qui est soumise à dégradation par l'érosion (BRGM, 2002).

A La Réunion, de par son contexte géologique et topographique (île volcanique jeune avec un relief important) et sa position tropicale, les phénomènes d'érosion sont particulièrement intenses. La Réunion bat même des records mondiaux, en particulier lors des épisodes cycloniques qui provoquent des érosions particulièrement spectaculaires.

Les opérations de restauration écologique devront donc veiller à ne pas entraîner une perte irréversible des sols, en particulier lors de l'enlèvement des plantes exotiques envahissantes. Pour cela, il est préconisé de laisser les rémanents des espèces exotiques enlevées sur la zone restaurée, afin de restituer au sol la biomasse que représentait ces plantes exotiques. Les rémanents devront être disposés en plusieurs petits andains sur l'ensemble de la parcelle.

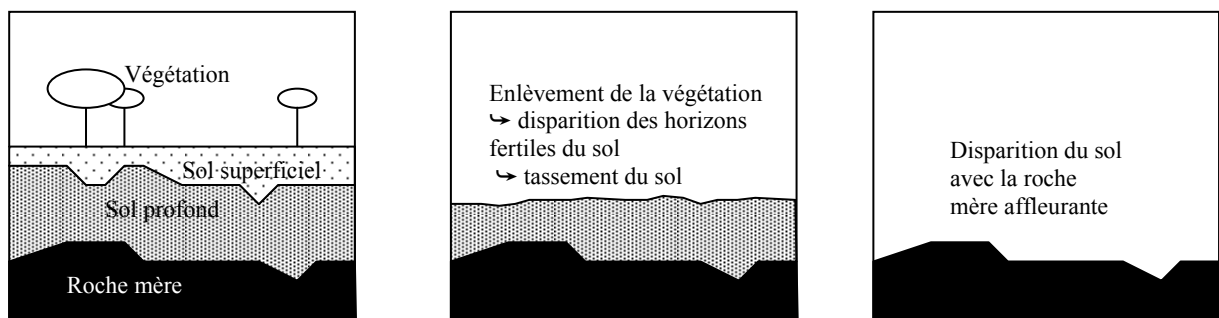


Figure 43 : la difficulté de restaurer un site va grandement dépendre de l'état des sols. Plus la structure des sols est intact, plus la restauration sera facilitée (d'après Pullin, 2002). Les sols plus dégradés vont obliger à recourir à des espèces indigènes pionnières très peu exigeantes au niveau du sol.

Quand les sols sont déjà très érodés, il est fortement conseillé d'utiliser en plantation des espèces indigènes pionnières, telles qu' *Agauria salicifolia* ou *Hubertia ambavilla*, qui sont très peu exigeantes au niveau du sol (v. fig. n°43). Les espèces plus exigeantes pourront être plantées dans un second temps pour enrichir le peuplement une fois les sols reconstitués. Seulement dans des cas extrêmes, des apports de terre végétale ou d'engrais pourront être envisagés.

Enfin, il est proscrit d'intervenir sur des fortes pentes, pour ne pas entraîner une perte définitive du sol.

11. Assurer une bonne formation aux ouvriers

On a vu que la restauration écologique nécessitait d'importantes connaissances techniques et scientifiques pour être menée à bien. Il est donc primordial que les agents et les ouvriers qui mettent en œuvre les opérations soient correctement formés.

Les besoins en formation dans ce domaine sont assez variés :

- reconnaissance des espèces indigènes et exotiques
- connaissances des milieux dans lesquels ont lieu les interventions
- maîtrise des méthodes de contrôle des espèces exotiques
- compréhension des différentes stratégies écologiques des plantes
- utilisation correcte des phytocides
- ...

L'importance de la formation pour la conduite des chantiers de restauration est d'autant plus grande du fait qu'il s'agit d'opérations relativement nouvelles. De plus, les données scientifiques et techniques dans ce domaine évoluent très rapidement. Ces formations peuvent donc être l'occasion également d'inviter les partenaires scientifiques à exposer leurs résultats et à les confronter avec les résultats constatés sur le terrain. Enfin, ces formations permettent aux différents praticiens qui n'ont pas toujours l'occasion de se rencontrer par ailleurs, d'échanger leurs expériences et leur savoir faire.

12. Informer le public de l'opération en cours

Pour le grand public, la distinction entre un défrichement illicite et une opération de cicatrisation du couvert forestier n'est pas toujours évidente. En effet, le spectacle de désolation après l'élimination d'une plante invasive peut faire penser qu'on a détruit la nature alors qu'on agit au contraire pour sa préservation.

Il est donc important de bien communiquer sur les opérations en cours pour permettre au plus grand nombre de comprendre ce qui est en train d'être fait. Ceci est d'autant plus important dans les endroits où de nombreux touristes viennent spécialement pour admirer des paysages naturels. Par ailleurs, la démarche de communication permet également d'assurer la publicité de la participation des financeurs.

Il existe de nombreuses façons de communiquer :

- Pose d'un panneau explicatif sur l'opération en cours
- Communication de l'action à travers les médias (télévision, journaux, radios, magazines spécialisés, ...)
- Communication à travers des conférences
- Organisation de journées de découvertes avec visites guidées
- ...

Pour les opérations susceptibles d'être visibles par le grand public (traversées par un sentier, une route, ...), il est préconisé de poser un panneau explicatif (v. fig. n°44). Ce dernier doit permettre d'expliquer très succinctement en quoi consiste l'opération, en insistant surtout sur le fait que nous aidons à rétablir la végétation indigène, plutôt que d'insister sur le fait que nous luttons contre une ou plusieurs espèces exotiques, qui peuvent parfois être très appréciées par le public pour de multiples raisons (beauté, parfum, souvenirs d'enfance ou d'autres régions,... ex. : Hortensias, Ajonc, Arum, Fuchsia, ...). Ensuite, il semble important d'indiquer quand l'action de restauration a commencé pour permettre au public d'avoir un repère temporel et d'apprécier avec du recul les résultats obtenus. Enfin, il est indispensable

de ne pas oublier d'y apposer les logos des financeurs, sans qui l'action n'aurait pu être entreprise.

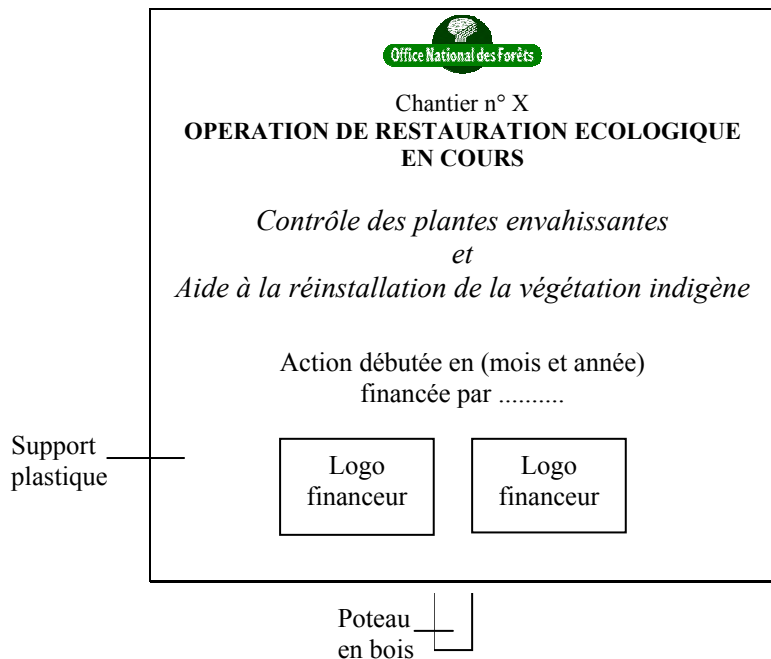


Figure n° 44 : exemple de panneau informatif sur une opération de restauration en cours à poser dans une zone visible par le grand public

13. Suivre les opérations afin d'évaluer leur efficacité et de les améliorer

La restauration écologique est à l'heure actuelle dans une phase expérimentale : il n'existe pas encore de règles précises en la matière, comme cela peut l'être par exemple pour la sylviculture du chêne. Il est donc important d'effectuer un suivi rigoureux des chantiers de restauration car ces expérimentations grandeur nature peuvent être riches d'enseignements.

Le suivi des chantiers de restauration doit permettre avant tout :

- 1) de mesurer l'efficacité des actions entreprises
- 2) d'améliorer les pratiques actuelles

Il est premièrement important pour celui qui a mis en œuvre un chantier de restauration, comme pour celui qui l'a financé, de pouvoir mesurer l'efficacité des actions entreprises. Mais cela peut s'avérer aussi complexe que le sont les écosystèmes indigènes concernés par les chantiers. De façon pragmatique, nous proposons trois méthodes de suivi qui peuvent être assez facilement mises en place :

- un suivi du taux de recouvrement des principales espèces indigènes et exotiques présentes
- un suivi du nombre d'espèces indigènes présentes
- un suivi photographique du chantier à partir de points fixes

Ces trois méthodes sont complémentaires et ont le mérite, même si elles ne prennent pas en compte toutes les composantes d'un écosystème (ce qui est de toute façon impossible) de pouvoir présenter simplement quels sont les résultats obtenus grâce à l'intervention restauratrice. Ce suivi doit débuter avant le début des interventions (état initial) et être répété au moins une fois par an.

Le suivi du taux de recouvrement au sol des principales espèces indigènes et exotiques est un bon critère pour savoir si les actions entreprises ont permis aux espèces indigènes de reprendre le dessus sur les espèces exotiques. Ce taux peut être assez facilement estimé pour chacune des principales espèces présentes dans les différentes strates de végétation. Il est important également de savoir si les actions ont permis à des espèces indigènes de se réimplanter dans la zone restaurée : le suivi du nombre d'espèces indigènes peut également être un bon critère pour cela. Ce suivi peut se cantonner aux espèces indigènes ligneuses, plus facilement identifiables et relativement peu nombreuses, mais il peut être étendu à d'autres groupes taxonomiques en fonctions des connaissances personnelles de chacun (orchidées, insectes, ...).

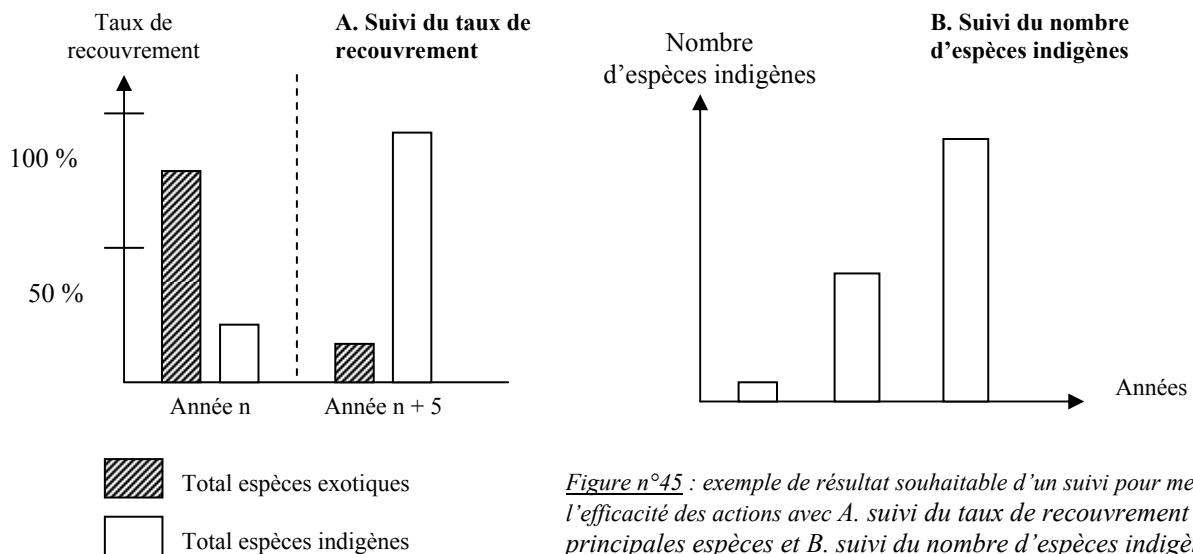


Figure n°45 : exemple de résultat souhaitable d'un suivi pour mesurer l'efficacité des actions avec A. suivi du taux de recouvrement des principales espèces et B. suivi du nombre d'espèces indigènes

Le suivi photographique est un bon moyen pour se rendre compte d'un coup d'œil des résultats obtenus sur une longue période (v. fig. 6 à 9 p. 11). Il est surtout relativement facile à mettre en œuvre : il suffit d'un appareil photo (aujourd'hui, toutes les UT en ont été dotées) et d'une borne de type Phéno pour matérialiser le point et la direction d'où la photo a été prise (v. fig.). Ce suivi peut s'avérer très complémentaire de suivis plus quantitatifs.

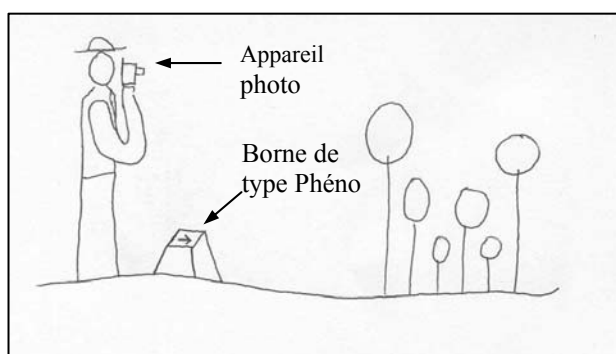


Figure n°46 : Méthode de la prise de photographie à partir d'un point fixe et matériel nécessaire

Bien entendu, en parallèle de ce suivi, il est primordial de noter avec précision toute les actions entreprises dans la zone de restauration (densité de plantation, espèces utilisées, méthodes de lutte retenues contre les espèces exotiques, temps ouvriers passé, etc...) pour pouvoir en tirer des conclusions en les confrontant aux résultats du suivi.

Le suivi doit également permettre d'améliorer les pratiques actuelles. En particulier, il doit nous permettre de savoir quelles sont les espèces indigènes les plus intéressantes à utiliser dans les opérations de restauration écologique.

En premier lieu, il est intéressant de savoir quelles sont les espèces indigènes qui ont la plus forte croissance, susceptibles par exemple de cicatriser le plus rapidement une trouée. Pour cela, un suivi de la croissance en hauteur des espèces indigènes plantés ou présentes initialement à l'état de jeunes plants est nécessaire. Ce suivi peut être mené sur une vingtaine d'individus par espèce.

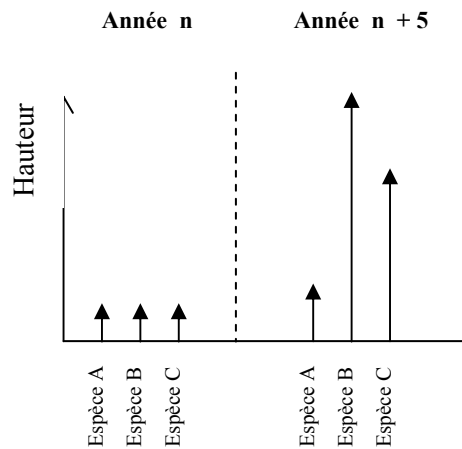


Figure n°47 : Exemple du résultat d'un suivi de la hauteur des arbres indigènes plantés. Dans cet exemple, il semble pertinent de privilégier l'espèce B et C et de ne plus utiliser l'espèce A

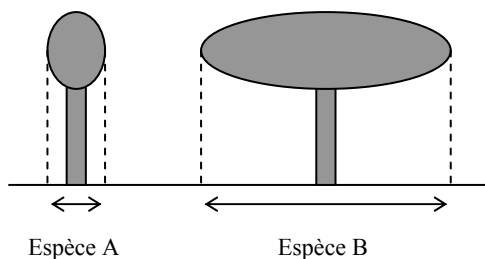


Figure n°48 : Exemple de deux espèces qui diffèrent au niveau de leur surface foliaire. Pour les opérations de restauration écologique, il est beaucoup plus intéressant d'utiliser l'espèce B que l'espèce A pour limiter le développement des plantes exotiques héliophiles

La hauteur n'est pas un critère suffisant pour connaître quelles sont les espèces qui cicatrissent le mieux un couvert forestier. En effet, à hauteur égale, deux espèces peuvent avoir des différences extrêmes au niveau de la surface foliaire qu'elles représentent. Pour freiner le retour des plantes exotiques héliophiles, il est important de miser en priorité sur les espèces qui ont un large houppier et qui fournissent beaucoup d'ombre, tels que *Dombeya reclinata* (Mahot rouge) plutôt qu'une espèce au houppier peu développé telle qu'*Homalium paniculatum* (Corce blanc). Le suivi de la surface foliaire des différentes espèces peut être fait dans le même temps que celui de la hauteur.





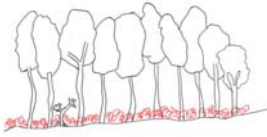

Hormis les choix d'espèces, les voies d'améliorations sont nombreuses. Plusieurs méthodes peuvent par exemple être testées simultanément afin de savoir quelle est la plus efficace. Des partenariats avec les scientifiques peuvent à ce moment être menées, ce qui peut déboucher sur la mise en place de chantiers expérimentaux répondant à un protocole bien défini et permettant de tester des hypothèses scientifiques.

Pour faciliter et cadrer le suivi des chantiers de restauration et pour préciser les méthodes de suivi précédemment évoquées, un cahier sera spécifiquement produit à cet effet, s'inspirant des sommiers de la forêt, tout en étant adapté aux opérations de restauration écologique. Ce cahier permettra de conserver des traces écrites sur les actions entreprises et les résultats obtenus sur chacun des chantiers. Avoir des traces écrites est d'autant plus important quand les personnes qui ont débuté les opérations sont susceptibles d'être remplacées avant que les opérations ne s'achèvent.

5.2. Itinéraires techniques

Assister le rétablissement de la végétation indigène est un objectif de gestion trop général pour être inscrit tel quel dans une programmation de travaux. Il est donc important de décliner cet objectif global en objectifs plus spécifiques, qui répondent aux problèmes particuliers qui ont été diagnostiqués sur la zone à restaurer.

Vous trouverez ci-dessous les objectifs spécifiques les plus couramment poursuivis à La Réunion. Ils ont été classés par ordre de priorité d'intervention, qui est l'ordre inverse du degré de perturbation de la végétation indigène et du coût pour la restaurer. Les pages suivantes détaillent chacun de ces objectifs spécifiques, et rappellent les différentes actions correspondantes à mettre en œuvre.

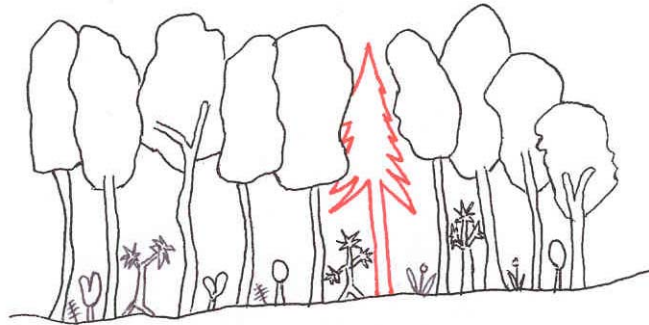
PROBLEME SPECIFIQUE		OBJECTIF SPECIFIQUE	INVASION FAIBLE	URGENCE LA PLUS FORTE	COUT FAIBLE
①	 <i>Présence d'une nouvelle plante exotique constituant une menace</i>	→ Détecter précocement l'invasion de nouvelles plantes exotiques et les éliminer rapidement une fois détectées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
②	 <i>Plantes exotiques présentes de façon diffuse dans la zone</i>	→ Lutter de façon diffuse contre les plantes exotiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
③	 <i>Trouée envahie par des plantes exotiques héliophiles</i>	→ Cicatriser le couvert forestier à l'aide d'espèces indigènes adaptées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
④	 <i>Strate arborée localement dominée par des arbres exotiques</i>	→ Transformer progressivement le peuplement d'arbres exotiques en un peuplement d'arbres indigènes			
⑤	 <i>Sous-bois envahi par des plantes exotiques sciaphiles</i>	→ Contrôler les plantes exotiques présentes dans le sous-bois			
⑥	 <i>Habitat complètement détruit et remplacé aujourd'hui par des espèces exotiques</i>	→ Reconstituer le milieu	INVASION TOTALE	URGENCE LA PLUS FAIBLE	COUT ELEVE

DETECTION PRECOCE ET ELIMINATION RAPIDE D'UNE NOUVELLE PLANTE EXOTIQUE

1

1. Etat initial

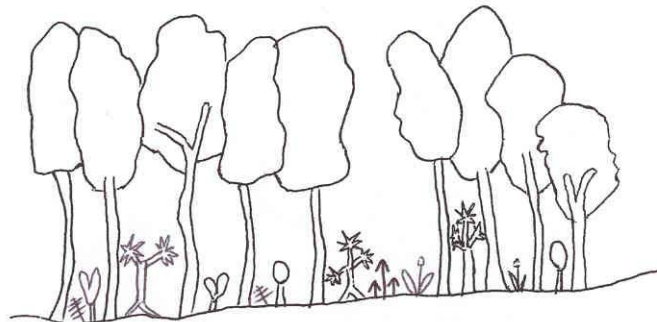
Apparition d'une nouvelle plante exotique dans une formation végétale indigène



2

2. Actions à mener

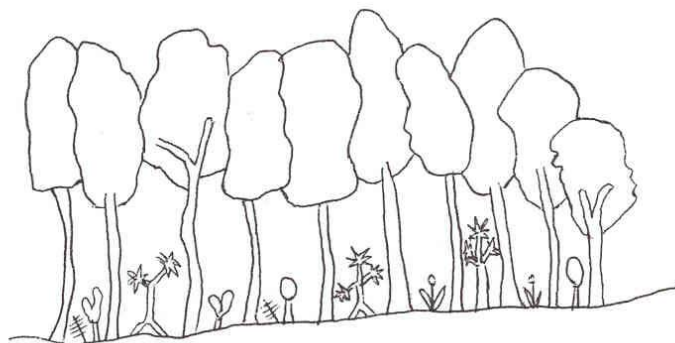
Détection précoce de l'espèce exotique et élimination rapide



3

3. Objectif à atteindre

Élimination de la plante exotique détectée



DETECTION PRECOCE ET ELIMINATION RAPIDE D'UNE NOUVELLE PLANTE EXOTIQUE

ETAT INITIAL : présence d'une espèce potentiellement envahissante au sein ou à proximité d'une formation végétale indigène (espèce connue pour être envahissante ailleurs qu'à La Réunion) ; début d'invasion d'une espèce exotique jusqu'alors ignorée ; présence d'une espèce exotique connue pour être envahissante ailleurs dans l'île.

☛ **Exemple** : Présence d'*Adenanthera pavonina* (Bois noir rouge), de *Grevillea robusta* (Grévillaire) et de *Cyathea cooperi* (Fanjan australien) dans la RN Mare Longue, début d'invasion de l'Hortensia (*Hydrangea macrophylla*) à partir des bords de route où il avait été planté dans un but ornemental, formation de fourré d'*Ulex europaeus* (Ajonc d'Europe) sur les bords de routes et de pistes où ont été réalisés des apports de scories (la seule carrière de scories autorisée de l'île est située dans une zone envahie par *Ulex europaeus* : les scories achetées contiennent donc de nombreuses graines).

ACTION A MENER : détection précoce et élimination rapide

1. Etablissement d'une fiche d'alerte : remplir la fiche d'alerte (de la procédure "surveiller les espèces invasives") d'après les observations faites sur le terrain et joindre une carte pour la localisation. Dans le cas où l'espèce n'est pas connue de l'observateur, joindre du matériel végétal sec et une photographie.

Cette fiche alerte sera transmise au coordinateur régional de cette procédure et sera saisie par ce dernier dans une base de données. L'exemplaire papier sera archivé à la DR.

2. Réalisation de l'action proposée par le coordinateur régional et validée par le Directeur régional : d'après les observations reportées sur la fiche, le coordinateur propose des actions à mettre en oeuvre. Une fois ces propositions d'actions validées par le Directeur régional, la fiche est transmise à l'agent concerné pour exécution. Quand il s'agit d'éliminer un seul ou quelques individus, cela peut être fait dans le cadre des travaux de gestion courants (entretien des sentiers, etc ...). Quand l'action proposée nécessite des moyens importants, il faut alors l'inscrire dans la programmation de travaux annuelle et/ou dans le plan d'aménagement forestier et la réaliser en priorité dès que les crédits sont disponibles.

3. Rédaction d'un compte rendu : le compte rendu rédigé par l'agent permet de clôturer la procédure d'alerte et de dresser un bilan de l'intervention. Ce compte rendu doit être succinct mais comporter au minimum les informations suivantes : les moyens de lutte utilisés, le temps passé par les ouvriers et le coût total de l'action (temps ouvriers, phytocides, ...).

Ce compte rendu sera envoyé au coordinateur régional pour archivage et réalisation d'un bilan global des actions réalisées.

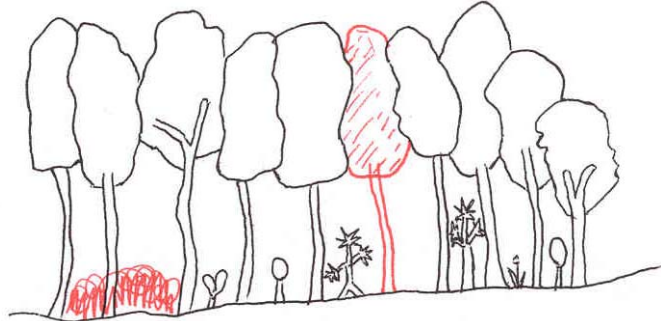
RESULTAT FINAL A ATTEINDRE

Plante exotique détectée éliminée avant qu'elle ne devienne envahissante et ne pose des problèmes écologiques. Plus l'intervention est réalisée à un stade précoce de l'invasion, plus elle sera efficace et à moindre coût.

LUTTE DIFFUSE CONTRE LES PLANTES EXOTIQUES

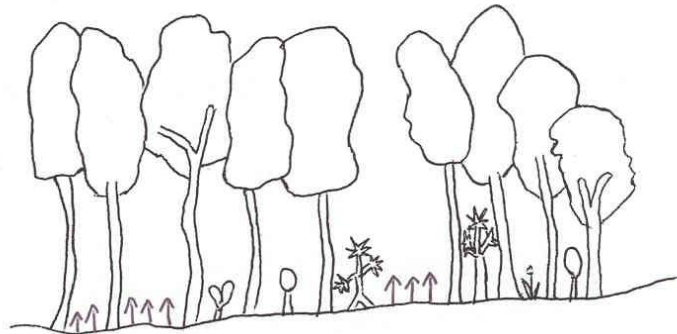
1. Etat initial

Présence ponctuelle de plusieurs espèces exotiques dans la forêt naturelle



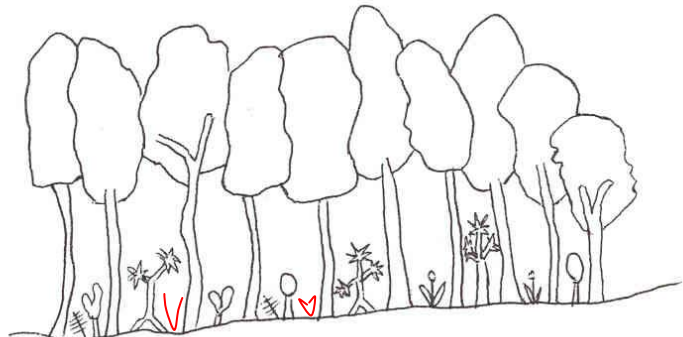
2. Action à mener

Elimination régulière des plantes exotiques afin de favoriser la végétation indigène



3. Résultat à atteindre

Niveau d'invasion faible qui ne porte pas atteinte au fonctionnement du milieu naturel



LUTTE DIFFUSE CONTRE LES PLANTES EXOTIQUES

ETAT INITIAL : milieu en assez bon état de préservation, mais présence de plantes exotiques de façon diffuse qui menace à terme de remplacer les communautés d'espèces indigènes en place

➡ **Exemple** : *Ulex europaeus* (Ajonc d'Europe) dans la région du Volcan, *Rubus alceifolius* (Raisin marron) présent de façon diffuse dans la Réserve Biologique des Makes.

ACTION A MENER : lutte contre les plantes exotiques sur une large zone, voire sur l'ensemble de la forêt

Question préliminaire à se poser :

1. Quelle est la zone de la forêt où doit être effectuée en priorité un contrôle régulier des plantes (milieu rare, présence station d'espèces rares, ...) . Il faut ensuite situer sur une carte la localisation la zone totale qui sera concernée. Le calcul du coût n'est pas évident car il s'agit souvent d'une grande surface parcourue mais qui est loin d'être traitée en plein. Les opérations de ce type menées actuellement dans les réserves biologiques des Makes et de Bébour constituent des exemples intéressants.

2. Quelles espèces exotiques ciblées en priorité ?

Action à mener :

3. Contrôle régulier des plantes exotiques. Le but des passages en contrôle réguliers est de maintenir les espèces exotiques les plus problématiques à un niveau d'invasion faible, de sorte à ce qu'elles ne perturbent pas le fonctionnement de l'écosystème. Les opérations de contrôle ne viseront donc pas à l'élimination totale des plantes exotiques de la forêt, mais plutôt à exercer sur elles une action de prédation comme pourrait le faire un grand herbivore. Ce sera donc surtout la répétition des contrôles qui sera importante plutôt que leur intensité.

Cette technique ne requiert généralement pas de plantation car ce sont surtout des petits foyers d'invasions qui sont traités. Par exemple, dans la RB des Makes, après avoir entrepris la cicatrisation de trouées anciennement envahies par *Rubus alceifolius* sur plus de 8 ha au total, cette espèce exotique est maintenant systématiquement arrachée une fois qu'elle est détectée sur l'ensemble de la réserve biologique dirigée (environ 100 ha). Un budget est donc consacré spécifiquement à la lutte diffuse contre cette espèce. Le but est d'éviter qu'elle ne soit à nouveau envahissante dès que le couvert forestier est rompu.

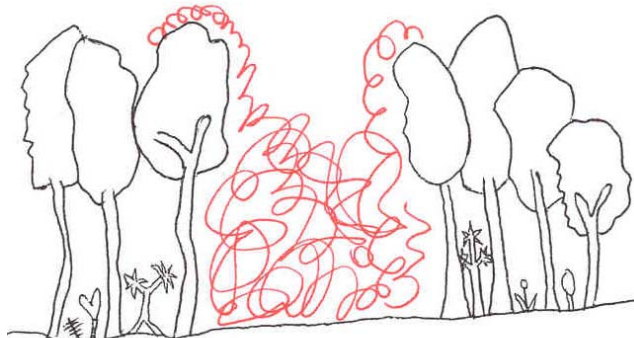
RESULTAT FINAL A ATTEINDRE

Milieu naturel avec un niveau d'invasion faible qui ne perturbe pas son fonctionnement.

CICATRISATION DU COUVERT FORESTIER

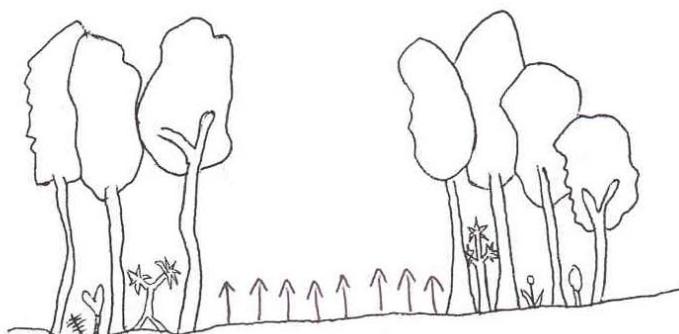
1. Etat initial

Chablis envahi par une ou plusieurs plantes exotiques héliophiles



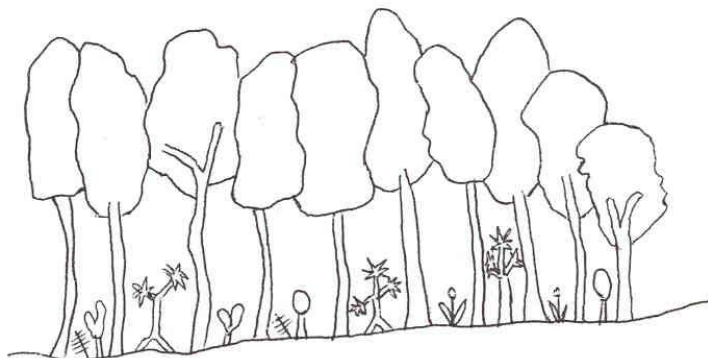
2. Actions à mener

- Elimination initial de la plante exotique (Coupe et arrachage)
- Plantation espèces indigènes issues pépinière si régénération naturelle jugé insuffisante
- Contrôle régulier des plantes exotiques (1 à 3 fois par an)



3. Résultat à atteindre

Couvert forestier reformé avec des arbres indigènes avec une recolonisation naturelle de la zone restaurée par des espèces indigènes



CICATRISATION DU COUVERT FORESTIER

ETAT INITIAL : Chablis (= trouée) envahi par une (ou plusieurs) plante(s) exotique(s) héliophile(s)

☛ **Exemple** : Invasion d'une trouée par *Rubus alceifolius* (Raisin marron) ou *Lantana camara* (Galabert)

ACTIONS A MENER :

- Elimination de la plante exotique présente dans la trouée : coupe + arrachage + mise en andain des rémanents
- Plantation d'espèces indigènes si régénération naturelle jugée insuffisante
- Contrôle régulier des plantes exotiques pendant plusieurs années (1 à 3 fois par an)

Questions préliminaires à se poser :

1. Dans quel milieu se trouve la trouée à cicatriser ? : voir chapitre 3.

2. Taille de la trouée ? : au delà de quelques ares, on est dans le cas de la reconstitution de milieu (v. p. 84-85).

3. La régénération naturelle est-elle suffisante ? : La plantation ne s'avère pas indispensable dans tous les cas. Ceci est particulièrement vrai pour les chantiers de cicatrisation, car il se trouve souvent tout autour de la trouée un grand nombre d'espèces indigènes. Généralement, plus la taille de la trouée est petite, plus la régénération naturelle est importante. Globalement, si la densité est supérieure à 2 plants par m², la plantation est inutile.

4. Quelles sont les espèces indigènes post-pionnières les plus intéressantes, en particulier celles qui ont la croissance la plus rapide et la plus grande couverture foliaire ?

Actions à mener :

5. Elimination de(s) la plante(s) exotiques présente(s) initialement dans la trouée : l'opération consiste généralement à une coupe et/ou arrachage de la plante par les ouvriers. Pour déterminer la méthode de lutte optimale, se référer tout d'abord à l'ouvrage "Etat des méthode de lutte mise en œuvre par l'ONF à La Réunion" ou prendre conseil auprès de l'écologue ou de collègues qui ont déjà traité cette plante. Il est préconisé de mettre les produits de coupe et d'arrachage en plusieurs petits andains au centre de la trouée (les rémanents vont pourrir : cela permet de restituer la biomasse des plantes exotiques éliminées à l'écosystème). Toutes les espèces indigènes présentes devront être préservées.

6. Plantation de sauvageons ou plants issus de pépinière (si régénération naturelle insuffisante)

Si la régénération naturelle est insuffisante (- de 2 plants/m² environ), on a recours à la plantation :

Plantation par sauvageons : cette technique, qui consiste à prélever des très jeunes plants à proximité de la trouée, possèdent 2 grands avantages : 1. Eviter la production de plants en pépinière et le transport des plants jusqu'au chantier; 2. Sélectionner des plants déjà adaptés à la zone et donc de respecter la provenance des plants. L'inconvénient majeur de cette méthode est la forte mortalité des sauvageons. Plus les plants seront prélevés jeunes et avec la motte de terre où se trouve le système racinaire, moins la mortalité sera forte. Afin d'anticiper ce taux de mortalité élevé, prévoir des plantations à très forte densité (environ 4 plants/m²). Les espèces indigènes pionnières pourront être prélevées en lisière, sur les bords de sentiers ou sur les talus (zones à forte luminosité).

Plantation d'individus issus de pépinière : cette technique nécessite la production de plants en pépinière et donc une récolte de graines afin de respecter la provenance des plants. Il est donc nécessaire de prévoir à l'avance cette production (commencer la récolte de graine lors de la programmation des travaux).

7. Elimination régulière des plantes invasives revenant dans la trouée ("dégagement")

Jusqu'à fermeture du couvert forestier, les plantes invasives vont exercer une forte concurrence sur les espèces indigènes plantées ou issues de la régénération naturelle : leur élimination régulière est donc nécessaire afin de ne pas revenir à l'état initial. Les consignes de chantier doivent être simples : élimination des espèces exotiques tout en préservant toutes les espèces indigènes présentes dans la zone restaurée (qu'elles aient été plantées ou non).

Fréquence des dégagements : 2 à 3 fois / an dans le secteur humide et 1 à 2 fois / an dans le secteur sec

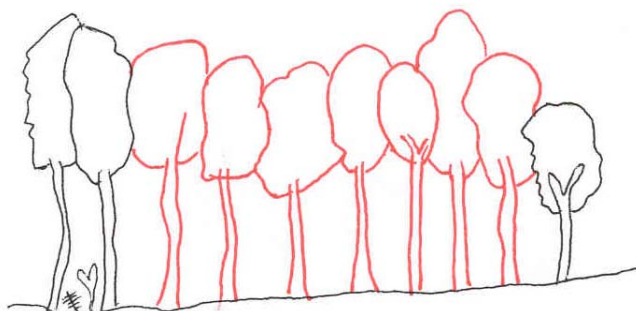
RESULTAT FINAL A ATTEINDRE : Couvert forestier reformé avec des arbres indigènes et recolonisation naturelle de la zone restaurée par des espèces indigènes dans le sous bois.

TRANSFORMATION PROGRESSIVE D'UN PEUPEMENT D'ARBRES EXOTIQUES (= THINNING)

1

1. Etat initial

Présence d'un peuplement d'arbres exotiques au sein d'une forêt naturelle

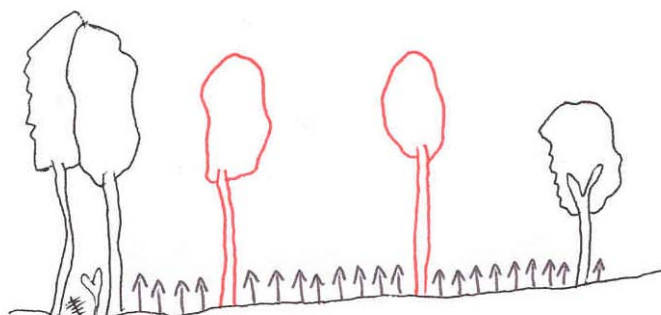


2

2. Actions à mener

Elimination progressive du peuplement exotique par éclaircies successives (coupe à la tronçonneuse ou annellation)

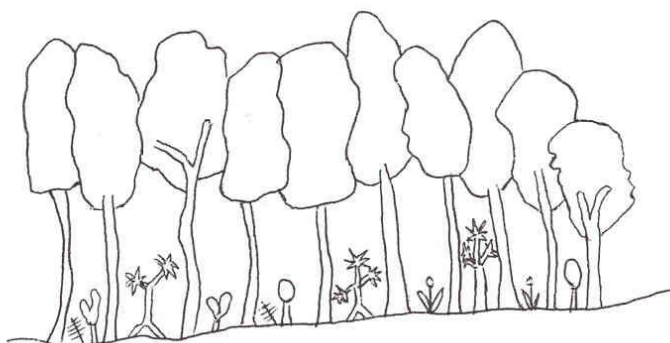
- Plantation d'espèces indigènes issues pépinière si régénération naturelle jugée insuffisante
- Contrôle régulier des plantes exotiques (1 à 3 fois par an)



3

3. Résultat à atteindre

Remplacement des arbres exotiques par des arbres indigènes



TRANSFORMATION PROGRESSIVE D'UN PEUPEMENT D'ARBRES EXOTIQUES (= THINNING)

ETAT INITIAL : peuplement d'arbres exotiques présent au sein d'une formation végétale indigène

☛ **Exemple** : boisement d'*Eucalyptus robusta* dans la RN Roche Ecrite, peuplement de *Syzygium jambos* autour de la RN Mare Longue, peuplement d'*Acacia mearnsii* dans les Hauts de l'Ouest

ACTIONS A MENER

- Elimination des arbres exotiques étalée dans le temps et en plusieurs passages : coupe à la tronçonneuse, annellation ou injection de phytocides à l'aide d'une seringue
- Plantation d'espèces indigènes si régénération naturelle jugée insuffisante
- Contrôle régulier des plantes exotiques pendant plusieurs années (1 à 3 fois par an)

Questions préliminaires à se poser :

1. Dans quel milieu se trouve ce peuplement ? : voir chapitre 3.

2. La régénération naturelle est-elle suffisante ? : La plantation ne s'avère pas indispensable dans tous les cas. Plus la forêt située autour du boisement exotique est en bon état de conservation, plus la régénération naturelle sera généralement importante.

Actions à mener :

3. Transformation progressive du peuplement d'arbres exotiques

Si les arbres exotiques ont une régénération importante ou si le sous bois du peuplement est envahi par des pestes végétales (Goyavier, Raisin marron, ...), la première opération peut consister à couper ou à arracher les espèces exotiques tout en prenant soin de conserver les espèces indigènes présentes.

L'ouverture du peuplement d'arbres exotiques doit ensuite être progressive : la coupe à blanc sur une trop grande surface est à éviter car elle a pour effet d'amplifier les phénomènes d'invasions par les plantes exotiques. Des arbres exotiques seront donc gardés afin de conserver un léger ombrage, qui assurera la protection contre le dessèchement des espèces indigènes et d'éviter une prolifération trop importante des plantes exotiques. Les premières coupes devront être prudentes car il est toujours possible d'ajouter de la lumière si nécessaire mais impossible de revenir en arrière.

Les arbres exotiques peuvent être abattus avec une tronçonneuse ou alors subir une annellation (incision profonde de l'écorce). Dans ce dernier cas, des phytocides peuvent être appliqués sur l'entaille ou injectés à l'aide d'une seringue d'injection afin d'accentuer les effets de l'annellation.

L'emploi de phytocides est souvent indispensable pour les espèces rejetant abondamment de souches (ex : *Eucalyptus*, *Fraxinus*, ...). Les phytocides devront être soigneusement appliqués sur la souche fraîchement coupée (le moment le plus propice est lorsque les processus métaboliques sont intenses comme lors de la production de nouvelles feuilles). Le Round up[®] a montré d'excellents résultats sur des espèces rejetant abondamment de souches et étant très résistantes aux autres phytocides, comme *Fraxinus floribunda* (Frêne de l'Himalaya) et *Hiptage benghalensis* (Liane papillon).

Si la régénération d'espèces indigène est insuffisante, on pratique une plantation d'individus issus de pépinières et/ ou de sauvageons.

Il s'agit ensuite d'assurer le contrôle régulier des plantes exotiques afin de favoriser la colonisation et la croissance des espèces indigènes. Toute espèce indigène ayant réussi à recoloniser la zone sera soigneusement conservée.

Les arbres exotiques laissés sur la zone restaurée ne seront éliminés totalement qu'une fois que la végétation indigène aura repris le dessus sur les espèces exotiques. Pour des raisons de facilité, il est préconisé de les éliminer par annellation ou en injectant du phytocide à l'aide d'une seringue. Ils peuvent également être démonté à l'aide d'une tronçonneuse : il faudra alors veiller à ne pas porter atteinte aux espèces indigènes situées à proximité.

RESULTAT FINAL A ATTEINDRE : Couvert forestier reformé avec des arbres indigènes et recolonisation naturelle de la zone restaurée par des espèces indigènes dans le sous- bois.

CONTROLE DES PLANTES EXOTIQUES EN SOUS-BOIS

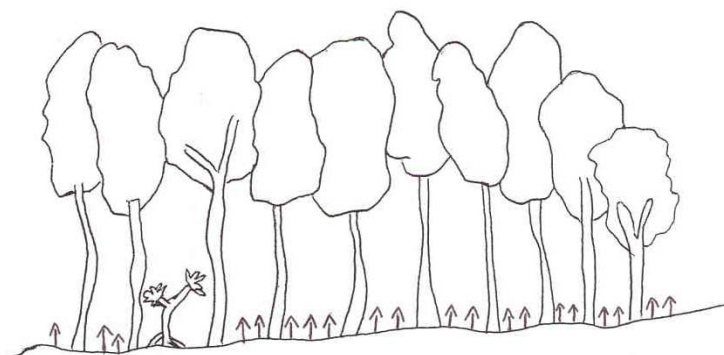
1. Etat initial

Invasion du sous bois par une ou plusieurs plantes exotiques



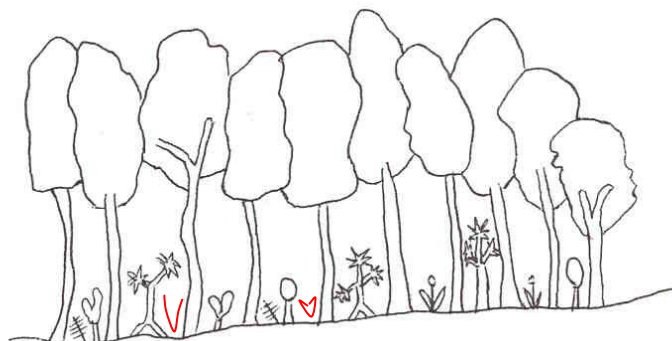
2. Action à mener

Elimination régulière de(s) la plante(s) exotique(s) pour favoriser la régénération et la croissance des espèces indigènes dans le sous-bois



3. Résultat à atteindre

Sous bois composé principalement d'espèces indigènes
Potentiel de régénération de la forêt augmenté



CONTROLE DES PLANTES EXOTIQUES EN SOUS-BOIS

ETAT INITIAL : Sous-bois de la forêt indigène envahi par une ou plusieurs espèces exotiques

☛ **Exemple** : Invasion du sous-bois par *Hedychium gardnerianum* (Longose), *Psidium cattleianum* (Goyavier), *Strobilanthes hamiltonianus* (Caliphon), *Ardisia crenata* (Bois de Noël),

Questions préliminaires à se poser :

1. Comment effectuer un contrôle efficace des plantes exotiques cibles ?

ACTION A MENER :

2. Contrôle régulier des plantes exotiques sciaphiles

Les invasions de plantes exotiques en sous-bois ont pour effet de freiner voire de bloquer la régénération des espèces indigènes. A court terme, elles prennent la place d'espèces indigènes typiques du sous-bois (Orchidées terrestres, fougères, arbustes, ...) et à long terme elles réduisent le potentiel de régénération de la forêt après une perturbation telle que la création d'un chablis. Il s'agit donc d'effectuer un contrôle régulier de ces plantes. Suivant les espèces exotiques ciblées, les méthodes peuvent varier (v. Hivert, 2003). La coupe au sabre régulière de ces espèces est souvent satisfaisante. Par contre, l'arrachage, qui semble à première vue plus efficace, n'a pas démontré son efficacité lors des différents chantiers. Au contraire, cette méthode peut engendrer une perturbation importante au niveau du sol et peut avoir pour conséquence de faire exprimer le stock de graines d'espèces exotiques présent dans le sol et donc de favoriser encore plus l'espèce exotique combattue. L'arrachage ne doit donc être envisagé que sur des petites surfaces, sur des individus juvéniles ou sur des individus épars. Les opérations de coupe au sabre doivent être très sélectives : il faut donc être très précautionneux lors d'un chantier de ce type. Il faut faire attention à ne pas couper d'espèces indigènes, ni de trop les piétiner. Parfois, l'extraction des produits de coupe s'avère indispensable : c'est le cas des espèces qui bouturent très bien, comme *Strobilanthes hamiltonianus*, qui peut redonner un individu à partir d'un fragment de feuilles ! Dans ce cas, il faut mettre les produits de coupe dans des grands sacs et les transporter hors de la forêt pour les brûler. Dans de nombreux chantiers, il n'a pas été utilisé de produits phytocides et cela a donné des résultats satisfaisants. Ceci est particulièrement vrai pour *Psidium cattleianum*, qui a tendance à pourrir facilement une fois mis en andains. Pour certaines espèces, comme *Hedychium gardnerianum*, il n'existe pas encore de méthodes de contrôle efficace avec les phytocides agréés forêt. Nous préconisons dans ce cas, de lutter contre cette espèce exotique dans les zones où il est encore présent à de faible densité (par arrachage) et de sauver ce qui peut l'être encore. Seule une lutte biologique semble représenter une solution pour le contrôle de cette espèce qui couvre aujourd'hui plusieurs milliers d'hectares de forêts de montagne et de moyenne altitude.

En attendant la mise au point de lutte biologique contre les espèces les plus problématiques (ce qui nécessite généralement de très longues études), nous préconisons pour les opérations de coupe des exotiques en sous-bois de privilégier une grande fréquence des interventions plutôt qu'une seule intervention très intense (arrachage, phytocide, etc,...) qui pourrait conduire à des résultats catastrophiques voire irrémédiables.

Enfin, ce type d'intervention ne nécessite pas de plantation : il s'agit de laisser s'exprimer pleinement la régénération naturelle.

RESULTAT FINAL A ATTEINDRE :

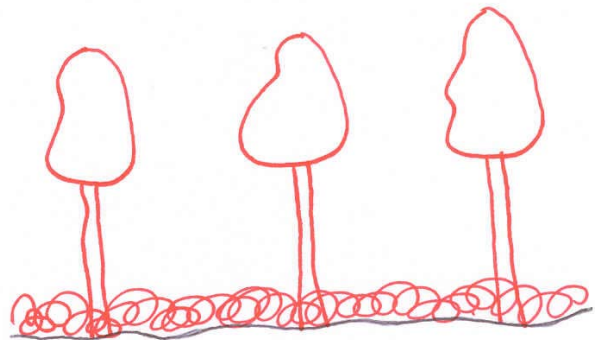
Forêt naturelle avec un sous-bois constitué principalement d'espèces indigènes, qui ne soit plus perturbé par une ou plusieurs espèces exotiques.

RECONSTITUTION DU MILIEU

1

1. Etat initial

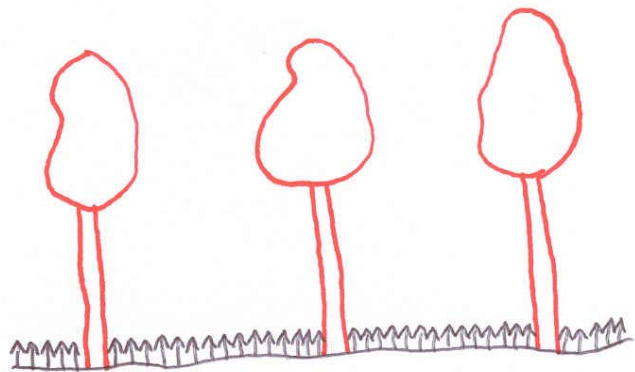
Milieu présent à l'origine complètement détruit et remplacés par des plantes exotiques



2

2. Action à mener

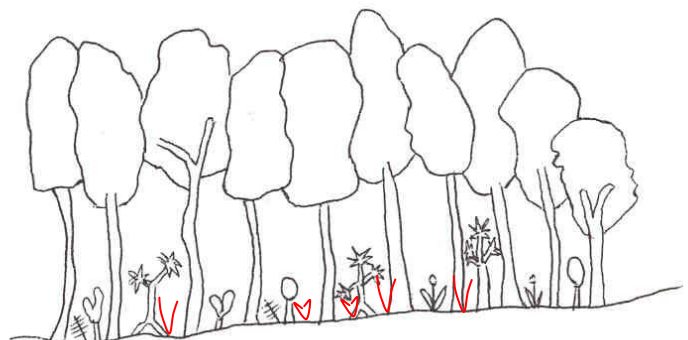
Elimination des plante exotique + plantation d'espèces indigènes pionnières à très forte densité



3

3. Résultat à atteindre

Boisement se rapprochant le plus possible de celui présent à l'origine



RECONSTITUTION DU MILIEU

ETAT INITIAL : Milieu présent à l'origine complètement détruit et remplacé par des plantes exotiques. Souvent, ces dernières forment une strate herbacée et arbustive très denses et une strate arborée beaucoup moins dense.

Exemple : zone défrichées historiquement pour une mise en culture (ex. : zone à Géranium), savane à Lataniers aujourd'hui remplacée par des savanes anthropiques (Ouest de l'île), forêt de l'Etang Salé, ...

ACTION A MENER : Elimination des plantes exotiques + plantation

Question préliminaire à se poser :

1. **Quel était le milieu dans cette zone avant qu'il ne soit détruit ?**
2. **Doit-on prévoir un apport de terre ou d'engrais ?**
3. **Doit-on prévoir un arrosage dans le début de la plantation ?**
4. **Quelles sont les espèces indigènes pionnières naturellement présentes dans la zone ?**

Action à mener :

5. Préparation du terrain pour la plantation : elle va différer en fonction de la vigueur des plantes exotiques présentes et de la difficulté pour les éliminer :

Quant les plantes exotiques sont « faciles » à éliminer :

↳ coupe de la totalité des espèces exotiques et mise en andains des rémanents en interbandes (sur terrain relativement plat, l'utilisation d'un girobroyeur peut donner de bons résultats). L'espace libre entre les andains sera utilisé pour la plantation des espèces indigènes.

Quant les plantes exotiques sont extrêmement difficiles à éliminer :

↳ création de layons en interbandes dans le fourré d'exotiques, où sera réalisé la plantation

Dans ces deux cas, les interbandes créées devront suivre les courbes de niveau, ceci pour une meilleure insertion paysagère et pour limiter les phénomènes d'érosion.

Dans un premier temps, les arbres exotiques présents seront conservés pour qu'ils assurent un couvert forestier et protègent du soleil les jeunes plants qui seront plantés.

Parfois, un système d'irrigation est indispensable à mettre en place pour garantir le succès de la plantation. Préférer à ce moment là le système du goutte à goutte, système le plus économe en eau. Les systèmes d'irrigation mis en place dans la forêt de l'Etang Salé constituent le meilleur exemple en la matière.

6. Plantation : pour ce type d'opération, il est indispensable de ne sélectionner que des espèces indigènes pionnières très résistantes et de planter à très forte densité.

7. Dégagement régulier des plantations : ensuite, des dégagements des espèces exotiques présentes autour des individus plantés seront nécessaires à hauteur de deux à trois par an, jusqu'à ce qu'ils soient tirés d'affaire.

8. Enrichissement du peuplement une fois le couvert forestier formé : beaucoup plus tard, une fois que les individus plantés ont atteint le stade adulte et qu'ils forment un couvert arboré, il est possible de réaliser un enrichissement du peuplement de deux façons : par plantation ou par semis directs. Des espèces plus sciaphiles pourront donc être choisies à ce moment-là.

RESULTAT FINAL A ATTEINDRE : Boisement se rapprochant le plus possible de celui présent à l'origine

BIBLIOGRAPHIE

- ARONSON, J., LE FLOC'H E., GONDARD, H., ROMANE, F. & SHATER Z. 2002. Gestion environnementale en région méditerranéenne : références et indicateurs liés à la biodiversité végétale. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, supplément 9 : 225-240.
- AUBREVILLE, A. 1965. Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. *Andansonia, Nlle série*, V, 2 : 153-196.
- AH-PENG, C. & BARDAT, J. 2005. Check list of the bryophytes of Réunion Island (France). *Tropical Bryology*, 26 : 89-118
- BARET, S., LE BOURGEOIS, T., STRASERG, D. 2005. Comment *Rubus alceifolius*, espèce exotique envahissante, pourrait-elle progressivement coloniser la totalité d'une forêt tropicale humide. *Can. J. Bot.*. 83 : 219-226.
- BARNAUD, G. & CHAPUIS, J.L. 1996. Questions scientifiques et éthiques relatives à la restauration des systèmes insulaires. L'éradication des mammifères introduits dans les îles subantartiques françaises. *Vie et Milieu*, 46 : 291-303.
- BLANCHARD, F. 2000. Guide des milieux naturels : La Réunion – Maurice – Rodrigues. Les éditions Eugen Ulmer, Paris, France.
- BOSSER, J., CADET, T., GUEHO, J. & MARAIS, W. 1976. Flore des Mascareignes : La Réunion, Maurice et Rodrigues. MSIRI, Mauritius & ORSTOM, Paris, France et Royal Botanical Garden, Kew, UK.
- BOSSER, J. 1982. Projet de constitution de réserves biologiques dans le domaine forestier à La Réunion. Rapport de mission ORSTOM. 32 pp.
- BOURGIN, G., PAQUIRY, D. 2001. Composition floristique, structure et régénération d'une forêt tropicale. Mémoire de Maîtrise de Biologie des Populations et des écosystèmes 2000-2001. Université de La Réunion.
- BRGM, 2002. Cartographie de l'aléa « érosion des sols » à la Réunion. Etude réalisée dans le cadre du projet de service public du BRGM 02 RIS 370.
- BROCKIE, R.E., LOOPE, L.L., USHER, M.B. & HAMANN, O. 1988. Biological invasions of island Nature Reserves. *Biological Conservation* 44 : 9-36.
- CADET, T. 1977. La Végétation de l'île de La Réunion : Etude Phytoécologique et Phytosociologique. Thèse d'Etat, Université d'Aix-Marseille, France. 312 pp.
- CHAPUIS, J.L., FRENOT, Y. & LÉBOUVIER, M., 2002. Une gamme d'îles de référence, un atout majeur pour l'évaluation de programmes de restauration dans l'archipel de Kerguelen. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, supplément 9 : 121-130.
- CHAUVIN, C. & VALLLAURI, D., 2002. Indicateurs de restauration écologique de marnes dégradées dans les Alpes du Sud, 120 ans après reboisement. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, supplément 9 : 241-250.
- CHEVENEMENT, R. 1990. La colonisation végétale d'un champs de lave de La Réunion. *C.R. Soc. Biogéogr.* 66(2):47-63.
- CIRAD, INSECTARIUM et MNHN, 2002. Eléments pour une synthèse des connaissances sur l'entomofaune endémique des Hauts de La Réunion. Rapport pour la mission Parc National des Hauts.
- CUDDIHY, L.W., STONE, C.P. 1990. Alteration of native hawaiian vegetation. Effects of humans, their activities and introduction. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 138 pp.
- DEMANGEOT, J. 2000. Les milieux « naturels » du globe. Ed. Arnaud Colin, Paris, France.
- DIREN, 2001. Atlas de l'environnement. Ile de La Réunion. Imprimerie Graphica, Saint André, La Réunion.
- DONADIEU, P. 2002 Les références en écologie de la restauration. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, supplément 9 : 109-119
- DOUMENGE, C. & RENARD, Y. 1989. La conservation des écosystèmes forestiers de l'île de La Réunion. Programme UICN pour les Forêts tropicales. Publication de l'UICN, Suisse.
- DUPONT, J., GIRARD, J.C. & GUINET, M. 1989. Flore en détresse. Nouvelle Imprimerie Dionysienne, 133 pp.
- DUPOUEY, J.L., CADET, T. 1986. Subdivision de la forêt de bois de couleurs à l'île de la Réunion. *Annales des Sciences forestières* 43 (1) : 105-115.
- DUFOUR, C. 2004. Evaluation des opérations de restauration écologique entreprises sur le domaine forestier de l'île de La Réunion. Mémoire de DESS Sciences et Gestion de l'Environnement Tropical. ONF/Université de La Réunion.
- DUFOUR, C. 2004. Révision d'aménagement de la Forêt Littorale de Bois-Blanc 2005-2014. ONF, DR Réunion.
- EYRAUD, J. & PERRAUDIN, J. 2005. Dynamique de la forêt tropicale de basse altitude. Mémoire de Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes. Université de La Réunion.
- FAO, 2000. Actes de l'atelier sous-régional sur les statistiques forestières et perspectives pour le secteur forestier des îles de l'Océan Indien (Madagascar, mars 2000). Collecte et analyse de données pour l'aménagement durable des forêts. Joindre les efforts nationaux et internationaux. Rome, avril 2000.
- FAO, 2004. Case Studies on the Status of Invasive Woody Plant Species in the Western Indian Ocean. FAO, Forestry Departement, Rome, Italy.
- FONTAINE, J.C.F. 2001. Deux siècles et demi de l'histoire d'une famille réunionnaise. : 1665- 1915. 1^{er} volume. Ed. L'Harmattan.

- FOX, D. 2003.** Using exotics as temporary habitat. An accidental experiment on Rodrigues Island. *Conservation In Practice*. Vol. 4 N°1 : p.32 - 34.
- GILLES, J., STRASBERG, D., PAILLER, T. 1999.** Diversité et structure de la forêt humide de basse altitude. Rapport du Laboratoire de Biologie Végétale pour le compte de la DIREN et l'ONF. 30 pp.
- GUEHO, J. 1988.** La végétation de l'île Maurice. Editions de l'Océan Indien. Rose-Hill, Ile Maurice. 57 pp.
- GUENAUD, M.C., BEAUDOUX, E. 1996.** L'évaluation, un outil au service de l'action. Guide méthodologique. Fond pour les promotion des Etudes préalables Etudes transversable Evaluation (F3E).
- HIVERT, J. 2003.** Plantes exotiques envahissantes : état des méthodes de lutte mises en œuvre par l'Office National des Forêts à La Réunion. ONF Saint Denis, La Réunion.
- HOARAU, V. 2004.** Plan d'aménagement forestier du massif de Bébour : 2005-2014. ONF, DR Réunion.
- HUNTER, M., L. 2002.** Fundamentals of conservation biology. Second Edition. Blackwell Science, United State of America
- JAUZE, L. 2003.** Le *Sophora denudata*, Petit Tamarin des Hauts, "arbre-fontaine" des Hauts de l'île de La Réunion. De l'intérêt écologique à la ressource alternative en eau. Mémoire de DEA de géographie. Université de La Réunion. 171 pp.
- KIRK, D.A., RACEY, P.A. 1992.** Effects of the introduced blacknaped hare *Lepus nigricollis* on the vegetation of Cousin Island, Seychelles and possible implications for avifauna. *Biological Conservation* 61 : 171-179.
- KIRMAN, S. 2003.** Cycles biogéochimiques et biodiversité en forêt tropicale humide : étude d'une succession primaire sur coulées basaltiques (La Réunion, Océan Indien). Thèse. Université des Sciences d'Aix-Marseille. pp. 175 + annexes.
- LAVERGNE, C. 2000.** Etude de la stratégie d'invasion du Troène de Ceylan, *Ligustrum robustum* subsp. *walkeri*, à La Réunion et des caractéristiques du milieu envahi. Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat de l'ENGREF.
- LEFEVRE, A., ROBERT, E. 2005.** Etude de la répartition d'une plante exotique envahissante : *Ulex europaeus* (Ajonc d'Europe). Mémoire de Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes. ONF / Université de La Réunion.
- LETOUZEY, R. 1982.** Manuel de botanique forestière : Afrique tropicale. Publication du Centre Technique Forestier Tropical, France.
- LEVEQUE, C. & MOUNOLOU, J.C. 2001.** Biodiversité. Dynamique biologique et conservation. Ed. Dunod, Paris.
- LOBET, E. 2003.** De l'introduction à l'invasion, chronique d'une fin annoncée ... ? *Info-Nature* 25 : 31-37.
- LORENCE, D.H. & SUSSMAN, R.W. 1988.** Diversity, density and invasion in a mauritian wet forest. Modern Systematic Studies in African Botany : proceedings of AETFAT 11th Plenary Meeting, Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 25 : 187-204.
- MAC ARTHUR, R. 1955.** Fluctuation of animal populations and a mesure of community stability. *Ecology* 36 : 533-536.
- MACDONALD, I.A.W., THEBAUD, C., STRAHM, W. A. & STRASBERG, D. 1991.** Effects of alien plant invasions on native vegetation remnants on La Réunion (Mascarene Islands, Indian Ocean). *Environmental Conservation* 18 : 51-61.
- MACDONALD, I.A.W. 1989.** Stratégie de recherche et de gestion pour le contrôle à long terme des pestes végétales à La Réunion. Rapport de mission, Conseil Régional de la Réunion. 22 pp.
- MANDON-DALGER, I. 2002.** Sélection de l'habitat et dynamique d'invasion d'un oiseau introduit, le cas du Bulbul orphée à l'île de La Réunion. Thèse de doctorat. 200 pp.
- MATHEVON, F. 2005.** Plan d'aménagement forestier de la Grande Chaloupe : 2006-2015. ONF, DR Réunion.
- MAUREMOOTOO, J.R. 2003.** Conservation work undertaken by the Mauritian Wildlife Foundation. Our history. The secrets of our success. Where do we go from here ? Présentation powerpoint pour l'atelier "Lutte contre les espèces exotiques envahissantes et restauration des écosystèmes terrestres dans les îles du Sud-Ouest de l'Océan Indien" organisé aux Seychelles en 2003 par la COI et l'UICN,
- METEO FRANCE, 2000.** Atlas climatique de La Réunion. Imprimerie NID, Sainte Clotilde, Réunion. 79 pp.
- MEYER, J. Y., STRASBERG, D. & DUPONT, J. 2001.** Premiers éléments de connaissance des milieux naturels et des espèces de la flore les plus menacées, pour une stratégie de conservation à développer dans le projet du Parc National des Hauts de La Réunion. Rapport pour la mission Parc National de La Réunion.
- MEYER, J.Y. & PICOT, F., 2001.** Achatines attack! The impact of giant african land snails on rare endemic plants in La Réunion Island. *Aliens* 14 : 13-14.
- MIGUET, J.M., 1966.** La mystérieuse histoire de la flore de Bourbon. *Bull. Acad. Réunion XXII* : 67-75.
- MOONEY, H.A., DRAKE, J.A., 1986.** Ecology of biological invasions in North America and Hawaii, vol. 58. Springer-Verlag, New York.
- MUELLER-DOMBOIS, D., LOOPE ,L.L. 1990.** Some unique ecological aspects of oceanic island ecosystems. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 32 : 21-28.
- MUNGROO, Y., MAUREMOOTOO, J.R., BACHRAZ, V. 1997.** Proceedings of the workshop on restoration of highly degraded and threatened forests in Mauritius. UNDP/GEF Project. Published by National Parks and Conservation Service.
- MYERS, N. 1988.** Threatened biotas : "Hotspots" in tropical forests. *Environmentalist* 8 : 1-20
- MYERS, N. 1991.** The biodiversity challenge : expanded "hotspots" analysis. *Environmentalist* 10 : 143-256.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL US. 1992.** Restoration of aquatic ecosystems – Science, technology and public policy. Comitee on restoration of aquatic ecosystems. Water Science and Technology Board, natinal academic Press, Washcington D.C., U.S.A.

- PAGE, W. S. & D'ARGENT, G. 1997.** A vegetation survey of Mauritius. Port Louis, Mauritius, Report Commissioned by IUCN, Basel. Mauritian Wildlife Foundation.
- PAILLER, T., HUMEAU, L., & FIGIER, J. 1998.** Flore pratique des forêts de montagne de l'île de La Réunion. ED. Azalées, Sainte Marie, La Réunion.
- PAILLER, T. 2004.** Loss of sphingid pollination in long spurred orchids in a tropical oceanic island. Atelier sur la dynamique de la biodiversité à La Réunion, organisé par l'UMR Université Réunion et CIRAD, 29 nov. au 5 déc. 2004.
- PROBST, J.M. 1997.** Animaux de La Réunion : guide d'identification des oiseaux, mammifères, reptiles et amphibiens. Azalées Edition, Sainte-Marie, Ile de La Réunion. pp.167.
- PULLIN, A., S. 2002.** Conservation biology. Cambridge University Press, United kingdom. 345 pp.
- RAUNET, M. 1991.** Le milieu physique et les sols de La Réunion, conséquences pour la mise en valeur agricole. CIRAD, Saint-Denis, La Réunion
- RICHARDS, P.W. 1952.** The tropical rain forest. An ecological study. University Press, Cambridge. 450 pp.
- RIERA, B. 1983.** Chablis et cicatrization en forêt guyanaise (piste de Saint-Elis), Thèse de doctorat de l'Université Paul Sabatier, Toulouse, 191 pp.
- RIQUIER, J. & ZEBROWSKI, C. 1975.** Pédologie in Atlas des DOM I – La Réunion . Centre d'études de géographie tropicale, Bordeaux et IGN, Paris.
- RIVALS, P. 1952.** Etudes sur la végétation naturelle de l'île de La Réunion, Université de Toulouse, 214 pp.
- RIVIERE, J.N.E., SCHMITT, L., SARRAILH, J.M., HIVERT, J., GOUSSEFF, M., CHIROLEU, F. & BARET, S. 2005.** (soumis). Used simple life historical traits of the regenerative phase to group indigenous flowering plant species of tropical forests
- SALAMOLARD, M. & GHESTEMME, T. 2004.** Plan de conservation de l'Echenilleur de La Réunion (*Coracina newtoni*). 44 pp.
- SEOR & ARDA. 2002.** Synthèse des premiers éléments de connaissances de la faune des vertébrés et des macrocrustacés indigènes des Hauts de La Réunion pour une stratégie de conservation à développer dans le projet du Parc National des Hauts de La Réunion. Rapport pour la mission Parc.
- SHAFER, C. L., 1990.** Nature Reserves. Islands Theory and Conservation Practice. Smithsonian Institution Press, United State of America.
- STRASBERG, D. 1994.** Dynamique des forêts tropicales de l'île de La Réunion, processus d'invasions et de régénération sur les coulées volcaniques. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II. 189 pp.
- STRASBERG, D. 1995.** Processus d'invasion par les plantes introduites à La Réunion et dynamique de la végétation sur les coulées volcaniques. *Ecologie*, tome 26 (3), 169-180.
- STRASBERG, D. ROUGET, M., RICHARDSON, D.M., BARET, S., DUPONT, J. & COWLING, R. M. 2004.** An assessment of habitat diversity and transformation on La Réunion Island as a basis for identifying broad-scale conservation priorities. (In press)
- TASSIN, J. & RIVIERE, J.N. 2001.** Le rôle potentiel de *Leiothrix lutea* dans la germination de plantes envahissantes à La Réunion. *Alauda*. 63 : 34-41.
- TRIOLO, J. 2002.** Révision d'aménagement de la forêt de la Coloraie du Volcan (2002-2016).182 pp + annexes. ONF, DR Réunion.
- TRIOLO, J. & TROUVILLIEZ, J. 2004.** Conservation de la biodiversité à La Réunion : bilan et rôle des réserves biologiques. *RDV Techniques* n°6 : 4-7.
- TRIOLO, J., 2005.** Plan de gestion de la Réserve Naturelle de la Roche Ecrite (2005-2009). ONF, DR Réunion.
- UICN, 2003a.** Biodiversité et conservation dans les collectivités françaises d'outre-mer. Collection du Comité français pour l'UICN, MNHN – Paris. 201 pp. + annexes.
- UICN, 2003b.** Proceeding of the Regional Workshop on Invasive Aliens Species and Terrestrial Ecosystem Rehabilitation in Western Indian Ocean Island States, Seychelles, octobre 2003.
- WILSON, E.O. 1988.** The current state of biological diversity, In E.O. WILSON (Ed.) Biodiversity, 3-20. National Academy Press, Washington D.C., USA.
- WHITMORE, T.C. 1990.** An introduction to tropical rain forest. Clarendon Press, Oxford, United Kingdom, 226 pp.
- WWF, 2004.** Recréer des forêts tropicales sèches en Nouvelle-Calédonie. Contribution à une vision pour la restauration. Rapport scientifique. 25 pp. + annexes.
- ZEDLER, J.B. 2000.** Progress in wetland restoration ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 15:402-407.



1. Forêt tropicale de basse altitude (Tremblet) (Schneider – ONF)
2. Forêt tropicale de moyenne altitude (Makes). (Triolo – ONF)
3. Forêt semi-sèche sur crête (Providence) (Triolo – ONF)
4. Forêt à Tamarins des Hauts et Bois de couleurs (Roche Ecrite) (Triolo – ONF)
5. Forêt complexe de montagne (Bébour) (Triolo – ONF)
6. Fourré hyperhumide à *Pandanus montanus* (Tremblet) (Schneider – ONF)
7. Fourré éricoïde en transition avec la forêt de montagne (Roche Ecrite) (Triolo – ONF)
8. Petit Tamarin des Hauts et fourré éricoïde (Grand Bénare) (Triolo – ONF)
9. Pelouses altimontaines (Roche Ecrite) (Triolo – ONF)
10. Groupement ouvert à *Erica reunionensis* (Volcan) (Schneider – ONF)

Résumé

Depuis les années 1980, des opérations de restauration écologique sont entreprises à La Réunion afin d'assurer la conservation à long terme des écosystèmes indigènes. Concernant une grande diversité de milieux, ces opérations interviennent principalement après des incendies et des travaux de lutte contre les espèces végétales invasives. La majorité de ces opérations a lieu en forêt publique (100 000 ha environ), et en particulier au sein des réserves biologiques et naturelles (35 000 ha environ). Elles sont mises en œuvre principalement par l'Office National des Forêts.

Après un inventaire et un bilan des opérations effectuées sur l'ensemble de l'île, le présent guide vient capitaliser les bonnes pratiques recensées dans ce domaine encore relativement neuf afin d'aider au mieux tous ceux qui mettent en œuvre des opérations sur le terrain. Il définit le concept de restauration, rappelle les enjeux existants à La Réunion et présente les grands types de végétation indigène présents sur l'île. Le bilan des opérations et des pratiques effectué en 2004 est ensuite synthétisé. Enfin, la dernière partie du guide donne les règles générales à adopter et décline en itinéraires techniques les différents objectifs spécifiques de la restauration répondant aux principaux problèmes de conservation présents à La Réunion.

Abstract

Ecological restoration has been undertaken in La Réunion since the 1980's in order to ensure a long-term conservation of native ecosystems. This has been achieved in a great diversity of habitats, mainly after fire or invasive plant eradication. The majority of habitat restoration has taken place in state-owned forests (approximately 100,000 ha), especially in nature and biological reserves (approximately 35,000 ha). These restoration operations have been carried out mainly by the local Forest Service (Office National des Forêts).

The goal of this guidebook is to capitalize good practices in order to help all the people in charge of ecological restoration. First, a definition of restoration and issue in La Réunion Island is given. The main types of vegetation of the island are then described and the restoration programs are assessed. The last part of the guidebook gives general recommendations and sets up technical methods for each specific aim of ecological restoration