

SOMMAIRE

LISTE DES ACRONYMES

LISTE DES CARTES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

1-1- PROBLEMATIQUE..... 1

1-2- FINALITE ET OBJECTIFS 2

CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

2-1- MILIEU PHYSIQUE..... 4

2-1-1- Situation Géographique et Cadre Institutionnel..... 4

2-1-2- Climat 5

2-1-3- Relief et topographie 7

2-1-4- Hydrographie..... 7

2-1-5- Sol 8

2-2- LE MILIEU BIOLOGIQUE 9

2-2-1- La végétation..... 9

2-2-2- La faune 11

2-3- LE MILIEU HUMAIN 12

2-3-1- Démographie..... 12

2-3-2- Mode de vie 13

2-3-3- Activités économiques de la région.....	14
2-3-3-1- L’agriculture.....	14
2-3-3-2- L’élevage	14
2-3-3-3- Les autres activités	14
2-4- LES FACTEURS DE MENACES SUR LA FORET	15
2-4-1- Pâturage du bétail dans la forêt	15
2-4-2- Collecte de bois de service	15
2-4-3- Chasse et collecte des espèces protégées ou menacées de surexploitation.....	15
2-4-4- Collecte de bois de chauffe.....	15
2-4-5- Collecte d’autres produits forestiers.....	16
2-4-6- Envahissement de certaines espèces floristiques.....	16

CHAPITRE 3 : METHODES DE TRAVAIL

3-1- RAPPEL DE LA PROBLEMATIQUE ET DES OBJECTIFS	17
3-2- INVESTIGATION BIBLIOGRAPHIQUE ET CARTOGRAPHIQUE.....	17
3-2-1- Bibliographie.....	17
3-2-2- Etudes cartographiques.....	17
3-3- CHOIX DE LA ZONE D’ETUDE.....	18
3-4- METHODOLOGIE DE RECHERCHE.....	18
3-4-1- Observations	18
3-4-2- Enquêtes.....	18
3-4-3- Caractérisation de la couverture végétale	18
3-4-3-1- Type et unités d’échantillonnage.....	18
3-4-3-2- Les paramètres à relever.....	19
3-4-4- Etude de l’envahissement d’ <i>Opuntia sp.</i>	20
3-4-4-1- Les conditions exigées par <i>Opuntia sp.</i>	20
3-4-4-2- Etude de la biologie d’ <i>Opuntia sp.</i>	21
3-4-4-3- Influences de l’envahissement d’ <i>Opuntia sp.</i>	21

3-4-5- Moyens de mis en œuvre	22
3-4-5-1- Moyens humains	22
3-4-5-2- Moyens matériels.....	22
3-5- TRAITEMENTS ET ANALYSES DES DONNEES RECOLTEES	22
3-5-1- Données des observations et des enquêtes	22
3-5-2- Données de l'inventaire de la forêt xérophytique	22
3-5-3- Données issues de l'étude d'<i>Opuntia sp.</i>	24
3-6- LIMITES DU TRAVAIL	25

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

4-1- SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	27
4-1-1- Définitions des plantes envahissantes	27
4-1-2- Mode d'introduction	27
4-1-3- Caractéristiques	27
4-1-4- Description d'<i>Opuntia monacantha</i>	28
4-1-4-1- Position systématique de l'espèce	28
4-1-4-2- Description détaillée de l'espèce.....	28
4-1-4-3- Phénologie de l'espèce.....	31
4-1-5- Quelques points essentiels sur la biologie de l'espèce	32
4-1-6- Historique	33
4-1-7- Habitat et répartition.....	34
4-2- LES ESPECES D'<i>OPUNTIA</i> RENCONTREES DANS LA REGION DE BEZA MAHAFALY	35
4-3- ZONES D'OCCUPATION ET UTILISATIONS D'<i>OPUNTIA MONACANTHA</i>	35

4-4- ANALYSE SYLVICOLE ET ETUDE DE L'ENVAHISSEMENT D'OPUNTIA MONACANTHA	38
4-4-1- Analyse structurale des espèces floristiques.....	38
4-4-1-1- Structure floristique.....	38
4-4-1-2- Structure spatiale	42
4-4-1-3- Structure totale	50
4-4-2- Etude de l'envahissement d'<i>Opuntia monacantha</i>	51
4-4-2-1- Vitesse de propagation d' <i>Opuntia monacantha</i>	51
4-4-2-2- Modes de propagation de l'espèce	51
4-4-2-3- Etat de la population d' <i>Opuntia monacantha</i>	51
4-4-2-4- Les conditions exigées par l'espèce	52
4-4-2-5- Influences de l'envahissement d' <i>Opuntia sp.</i>	54

CHAPITRE 5 : DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

5-1- L'ENVAHISSEMENT D'OPUNTIA MONACANTHA.....	56
5-2- STRATEGIE DE CONSERVATION ET DE GESTION DE LA FORET CONTRE LES PLANTES ENVAHISSANTES.....	57

CHAPITRE 6 : CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

LISTE DES ACRONYMES

ANGAP	: Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées
CNRE	: Centre National de Recherche sur l'Environnement
DRFP	: Département de Recherches Forestières et Piscicoles
ESSA/Forêts	: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département des Eaux et Forêts
FOFIFA	: FOibe Fikarohana sy Fampanrosoana ny Ambanivohitra
FTM	: Foibe Taontsiritanin'i Madagasikara
GPS	: Geographical Positioning System
LABO	: Laboratoire
MBG	: Missouri Botanical Garden
RS	: Réserve Spéciale
SIG	: Système d'Information Géographique
WWF	: World Wide Fund for Nature

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation et délimitation de la zone d'étude	5
Carte 2 : Réseau hydrographique de la région de Beza Mahafaly	8
Carte 3 : Sols dans la région de Beza Mahafaly	9
Carte 4 : Distribution de la population aux alentours de Beza Mahafaly	12
Carte 5 : Répartition des espèces d' <i>Opuntia</i> à Madagascar	34
Carte 6 : Localisation d' <i>Opuntia monacantha</i> dans la parcelle 2 de la RS	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La parcelle 1 avec ses layons.....	4
Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la région de Betioky-Sud	6
Figure 3 : Catégorie d'âge de la population aux alentours de Beza Mahafaly	13
Figure 4 : Forme des placettes d'inventaire.....	19
Figure 5 : Synthèse de la démarche méthodologique.....	26
Figure 6 : Une étamine d' <i>Opuntia monacantha</i>	30
Figure 7 : Coupe du gynécée d' <i>Opuntia monacantha</i>	30
Figure 8 : Coupe longitudinale d' <i>Opuntia monacantha</i>	31
Figure 9 : Préparation de fruit de raketa	37
Figure 10 : Courbe Aires-espèces	41
Figure 11 : Profil structural d'une zone non envahie par <i>Opuntia monacantha</i>	45
Figure 12 : Profil structural de la zone A.....	46
Figure 13 : Profil structural de la zone B.....	47
Figure 14 : Profil structural de la zone C.....	48
Figure 15 : Structure des hauteurs dans les zones envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	50
Figure 16 : Structure totale de la forêt abritant l'espèce <i>Opuntia monacantha</i>	50
Figure 17 : Répartition d' <i>Opuntia monacantha</i> selon leur état de développement.....	52

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Rivière Sakamena pendant la saison sèche	7
Photo 2 : Les trois types de forêts dans la région d'étude.....	10
Photo 3 : Quelques animaux de la région de Beza Mahafaly.....	11
Photo 4 : <i>Cynanchum mahafalense</i>	16
Photo 5 : Forme de la cladode d' <i>Opuntia monacantha</i>	28
Photo 6 : Fleur d' <i>Opuntia monacantha</i>	29
Photo 7 : Les états de développement d' <i>Opuntia monacantha</i>	33
Photo 8 : Les trois zones envahies par l'espèce <i>Opuntia monacantha</i>	36
Photo 9 : Le bétail à l'intérieur de la RS (Parcelle 2)	55
Photo 10 : Elimination de <i>Opuntia sp.</i> par la méthode mécanique	58
Photo 11 : Des individus d' <i>Opuntia stricta</i> attaqués par <i>Dactylopius coccus</i>	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résumé de la diversité faunistique de la région de Beza Mahafaly.....	11
Tableau 2 : Les paramètres à relever pour <i>Opuntia sp.</i>	20
Tableau 3 : Résumé des paramètres à relever pour les « autres espèces »	20
Tableau 4 : Phénologie d' <i>Opuntia monacantha</i>	32
Tableau 5 : Composition floristique dans les zones envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	39
Tableau 6 : Composition floristique dans les zones non envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	40
Tableau 7 : Différence d'abondance au niveau des zones envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	42
Tableau 8 : Abondance au niveau des zones non envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	42
Tableau 9 : Différence de dominance au niveau des zones envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	43
Tableau 10 : Dominance au niveau des zones non envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	43
Tableau 11 : Différence de volume au niveau des zones envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	43
Tableau 12 : Volume au niveau des zones non envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	44
Tableau 13 : Degré de recouvrement pour chaque zone.....	49
Tableau 14 : Vitesse de propagation de l'espèce par rapport à l'année de plantation	51
Tableau 15 : Description des zones envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	52
Tableau 16 : Les caractères physiques des échantillons de sol prélevés dans chaque zone	53
Tableau 17 : Les caractères chimiques des échantillons de sol prélevés dans chaque zone.....	53
Tableau 18 : Cadre logique du plan de gestion de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly.....	61

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Pluviométrie et Température relevées à la Station Météorologique de Betioky-Sud (1961 – 1990).....	I
Annexe 2 : Modèle de la fiche de relevés sylvicoles.....	II
Annexe 3 : Index PHF.....	III
Annexe 4 : Composition floristique et diversité floristique dans les zones envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	VI
Annexe 5 : Composition floristique et diversité floristique dans les zones envahies par <i>Opuntia monacantha</i>	IX
Annexe 6 : Liste des espèces floristiques recensées dans la 2 ^{ème} parcelle de la RS de Beza Mahafaly.....	XII
Annexe 7 : Coordonnées géographiques des placettes d'inventaire.....	XIV
Annexe 8 : Normes d'interprétation des analyses de sol.....	XV

CHAPITRE 1:
INTRODUCTION

1-1-PROBLEMATIQUE

La diversité de la faune et de la flore de Madagascar la classe parmi les pays génétiquement les plus riches dans le monde. En effet, le taux d'endémisme y est très élevé car 78% des espèces existent seulement dans la Grande Ile (MYERS *et al*, 2000). La richesse et la diversité de la flore sont remarquables car 85% des espèces floristiques sur près de 12.000 espèces sont endémiques (GUILLAUMET, 1984). Ainsi, si l'on combine l'importance de l'endémisme et de la biodiversité, aussi bien pour la faune que pour la flore, Madagascar se classe au sixième rang mondial (MITTERMEIER *et al*, 1998).

Actuellement, la riche en biodiversité de ces écosystèmes malgaches connaît une dégradation sans pareil, à cause essentiellement des activités humaines ; et pour des raisons commerciales, de subsistance ou tout simplement de vandalisme. De ce fait, Madagascar est aujourd'hui considérée comme parmi les « hotspots » au monde, ceci non seulement en raison de l'extrême richesse et de la diversité exceptionnelle de sa faune et de sa flore dont la plus grande partie est endémique mais aussi à cause du grand problème que pose le rythme croissant de déforestation menaçant la flore elle-même et aussi la faune qui s'y abrite.

Concernant l'écosystème naturel du Sud-Ouest de Madagascar, SUSSMAN *et al*, (1994), SMITH (1997) énoncent que cet écosystème est un type de milieu naturel unique et très sensible. En effet, 95% des espèces floristiques et 48% des genres sont endémiques de cette région méridionale. Sa végétation est caractérisée par une formation forestière dense sèche dans la série bioclimatique « fourré à DIDIEREACEAE et à EUPHORBIACEAE ». Malheureusement, cet écosystème est également menacé de disparition. Les activités agropastorales notamment l'élevage extensif du bétail constitue une des principales causes de la perte en biodiversité dans cette région (RAZAFINDRAKOTO, 1997).

La prolifération de certaines espèces floristiques introduites ou autochtones ont des impacts négatifs sur l'équilibre écologique de l'écosystème naturel. En fait, cette prolifération d'espèces envahissantes entraîne généralement une diminution de la biodiversité végétale. Cela est dû au caractère très compétitif des espèces envahissantes qui leur permet d'éliminer les espèces moins agressives. Ces invasions sont d'autant plus gênantes que l'espèce concurrencée est rare, protégée ou à valeur patrimoniale. Ainsi, selon la Convention sur la diversité biologique / Programme des Nations Unies pour l'Environnement – 2001, « Les invasions biologiques sont considérées au niveau mondial comme la deuxième cause d'appauvrissement de la diversité biologique, juste après la destruction des habitats ». Toutefois, ce récent éveil mondial aux menaces causées par les espèces envahissantes n'a pas été reflété à Madagascar, probablement parce que l'impact du déboisement, érosion et feu sur la biodiversité de l'île emporte de loin sur la menace perçue d'organismes envahissants.

En effet, des espèces de cactus du genre *Opuntia* ont été introduites dans beaucoup de régions du monde (BINGGELI, 2003). Quelques espèces (*Opuntia stricta*, *Opuntia monacantha*) ont été introduites à Madagascar, plus précisément dans la partie sud de la grande île. Plusieurs espèces sont devenues, par la suite, envahissantes dans beaucoup de régions arides, y compris ces espèces qui se trouvent dans cette partie sud de Madagascar, et constituent une des principales menaces sur la biodiversité (BINGGELI, 2003). Cependant, ces espèces sont d'une utilité considérable pour les populations des régions du Sud de Madagascar. Elle constitue une source de nourriture pour les êtres humains et les herbivores et aussi comme haies vives pour les champs de culture et les hameaux.

Dans la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly, quelques individus d'*Opuntia sp.* sont observés et son envahissement est à craindre, du fait que cela constitue un sérieux danger pour la survie des autres espèces qui l'entourent. Ainsi, la présente recherche se fonde sur l'étude de l'envahissement d'*Opuntia sp.* dans cette aire à protéger.

1-2-FINALITE ET OBJECTIFS

La finalité de cette étude est de protéger l'écosystème de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly contre les menaces d'origine anthropique et/ou biologique, entre autres contre les plantes envahissantes.

L'objectif général consiste donc à maîtriser l'envahissement d'*Opuntia sp.* afin d'assurer la préservation de la biodiversité malgache, notamment celle de la partie Sud de Madagascar qui est aussi riche en espèces faunistique que floristique.

Cela nous amène aux objectifs spécifiques qui peuvent être subdivisés en 5 :

- Acquérir des connaissances sur la biologie et l'écologie d'*Opuntia sp.*
- Déterminer les conditions favorables permettant le développement et la propagation d'*Opuntia sp.*
- Connaître l'état actuel de la forêt xérophile de la Réserve Spéciale afin de pouvoir suivre sa réaction face à la prolifération d'*Opuntia sp.*
- Étudier la relation entre l'envahissement de cette espèce et l'évolution des autres espèces faunistiques et floristiques autochtones sur le même milieu.
- Proposer une stratégie de conservation et de gestion de la forêt, particulièrement contre l'envahissement d'*Opuntia sp.* à l'échelle régionale.

Les hypothèses qui s'y rattachent sont :

- Opuntia sp.* envahit particulièrement la deuxième parcelle de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly
- Les conditions du milieu favorisent la prolifération d'*Opuntia sp.* dans la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly
- L'envahissement d'*Opuntia sp.* dans la Réserve Spéciale a des impacts néfastes sur la biodiversité.

Nous traiterons notre travail en 4 parties (hormis le chapitre introduction) :

- la présentation du milieu d'étude dans la première partie ;
- les méthodes de travail dans la seconde partie ;
- les résultats et les interprétations dans la troisième partie ;
- les discussions des résultats et quelques recommandations élaborées sous forme de stratégie de conservation et de gestion feront l'objet de la quatrième et dernière partie.

CHAPITRE 2 :
PRESENTATION DU
MILIEU D'ETUDE

2-1- MILIEU PHYSIQUE

2-1-1- Situation Géographique et Cadre Institutionnel

La Réserve Spéciale de Beza Mahafaly se trouve dans la province autonome de Toliara, dans la région « Atsimo-Andrefana » de Madagascar. Plus précisément, elle se localise à 35 km au Nord- Est de Betioky-Sud, dans la Commune de Beavoaha, Quartier de Mahazoarivo, et appartient à la forêt Mitabe-Sakamena (Carte 1). Elle est située entre 23°38'60" et 23°41'20" de latitude Sud et 44°32'20" et 44°34'20" de latitude Est (RATSIRARSON *et al*, 2001).

Elle est instituée en Réserve Spéciale* botanique et zoologique par le décret N°86/168 du 04 juin 1986. Cette Réserve Spéciale a une superficie d'environ 600ha, et se divise en deux parcelles dont la première a une superficie de 80ha et la seconde 520ha (RAZAFINDRAKOTO, 1997).

-la première parcelle est une forêt galerie. Elle est localisée sur les berges de la rivière Sakamena, qui se déverse dans le fleuve Onilahy à dix kilomètres de la Réserve. Cette parcelle est divisée par des layons de façon à former des placettes carrées de 100m x 100m (figure 1). La limite de cette parcelle est matérialisée par des rangés de fils de fer barbelés.

-la seconde parcelle, où est principalement axée la présente étude, est une forêt xérophytique. Elle est localisée au Sud-Ouest de la première parcelle, et matérialisée par des plantations de haies vives d'*Opuntia sp.* et plus récemment d'*Alluaudia procera*.

Entre ces deux parcelles non contiguës c'est-à-dire entre la forêt galerie et la forêt xérophile se trouve la forêt de transition (RAZAFINDRAKOTO, 1997).

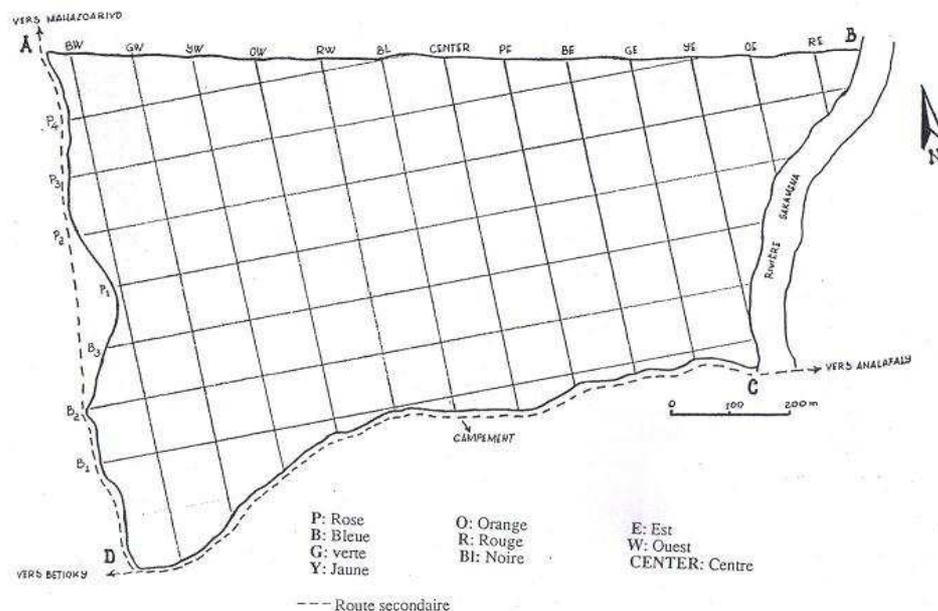
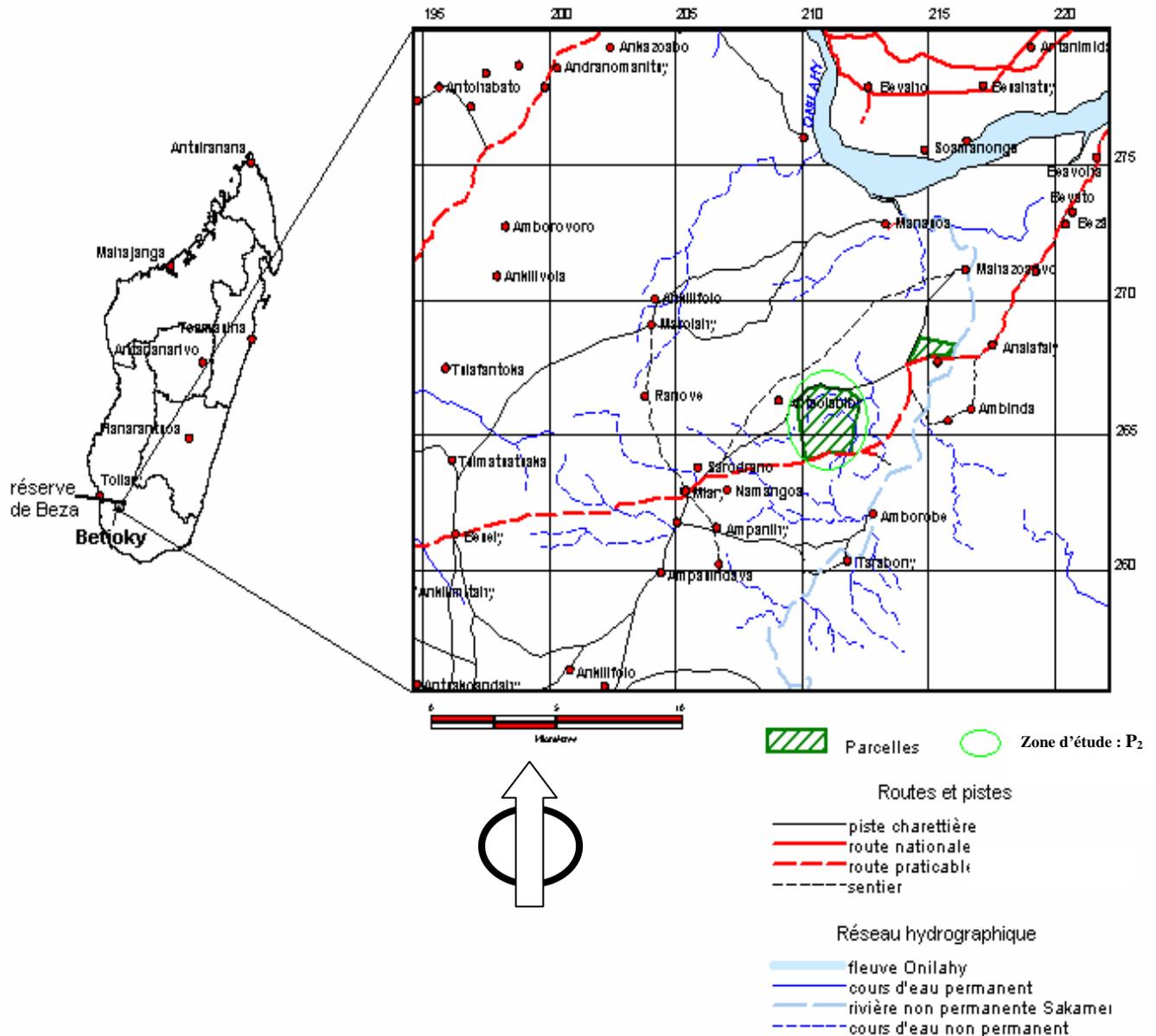


Figure 1: La parcelle 1 avec ses layons

Source : RAZAFINDRAKOTO, 1997

* : Selon l'article 3 du décret sus-indiqué, la Réserve Spéciale Mitabe-Sakamena de Beza Mahafaly est fermée à toute exploitation et affranchie de tout droit d'usage. L'accès au public y est libre, mais la mise à feu, le défrichage, le pâturage, la chasse, la collecte des produits naturels et l'extraction des matériaux de toute nature sont interdits.



Carte 1: Localisation et délimitation de la zone d'étude

Source : LABO SIG ESSA-FORETS, 2005

2-1-2- Climat

Les données météorologiques (température et pluviométrie) propres à la région de Beza Mahafaly présentent encore des lacunes pour être utilisées dans cette recherche, nous avons utilisé celles de la région de Betioky-Sud qui est la station la plus proche de notre région d'étude. Ces données météorologiques de 1961 à 1990 de la région de Betioky-Sud sont représentées à l'annexe.

Ainsi, la région de Beza Mahafaly fait partie du domaine à climat tropical chaud et aride, à hiver frais du Sud de Madagascar.

2-1-3- Relief et topographie

La région de Beza Mahafaly est dominée par un relief de glacis ou formation quaternaire à pente longitudinale et à large interfluve dont la zone d'altération est moins profonde. Ce relief est relativement plat avec des successions de plateaux peu nivelés. L'altitude varie de 130 à 170 m, avec une pente faible ne dépassant pas 3%. Sur les collines, cette pente peut atteindre 40 à 50% et même devenir abrupt (RATSIRARSON *et al*, 2001).

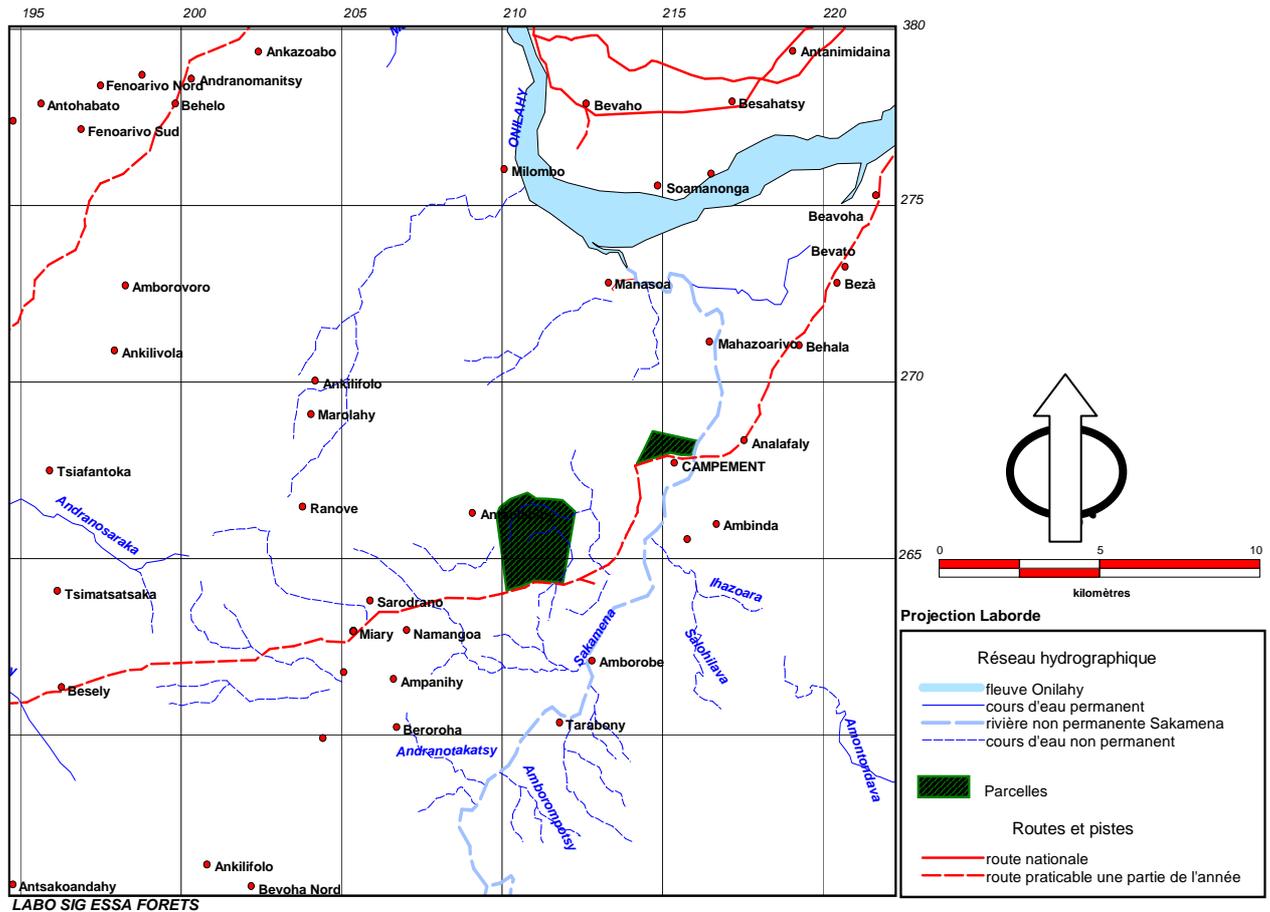
2-1-4- Hydrographie

La vallée est traversée par la rivière temporaire Sakamena. Cette rivière est un des affluents du fleuve Onilahy, qui se trouve à dix (10) kilomètres de la Réserve et contient de nombreux affluents dont Andranotakatsy, Ehazoara, Salohilava, Amborompotsy (Carte 2). Elle est à sec avec un régime souterrain pendant la longue saison sèche (Photo 1). Et pour chercher de l'eau pendant cette saison, les paysans creusent dans le sable (RATSIRARSON *et al*, 2001). Par contre, pendant la période des pluies, on peut observer des variations journalières importantes des débits, à cause des forts orages qui engendrent des crues pouvant être violentes et soudaines.

La déforestation en amont de la rivière provoque l'ensablement des lits, qui, pendant la période estivale, va induire à des effets désastreux tels que le débordement de la rivière se manifestant par l'inondation des zones basses.



Photo 1: Rivière Sakamena pendant la saison sèche



Carte 2: Réseau hydrographique de la région de Beza Mahafaly

Source : LABO SIG ESSA-FORETS, 2005

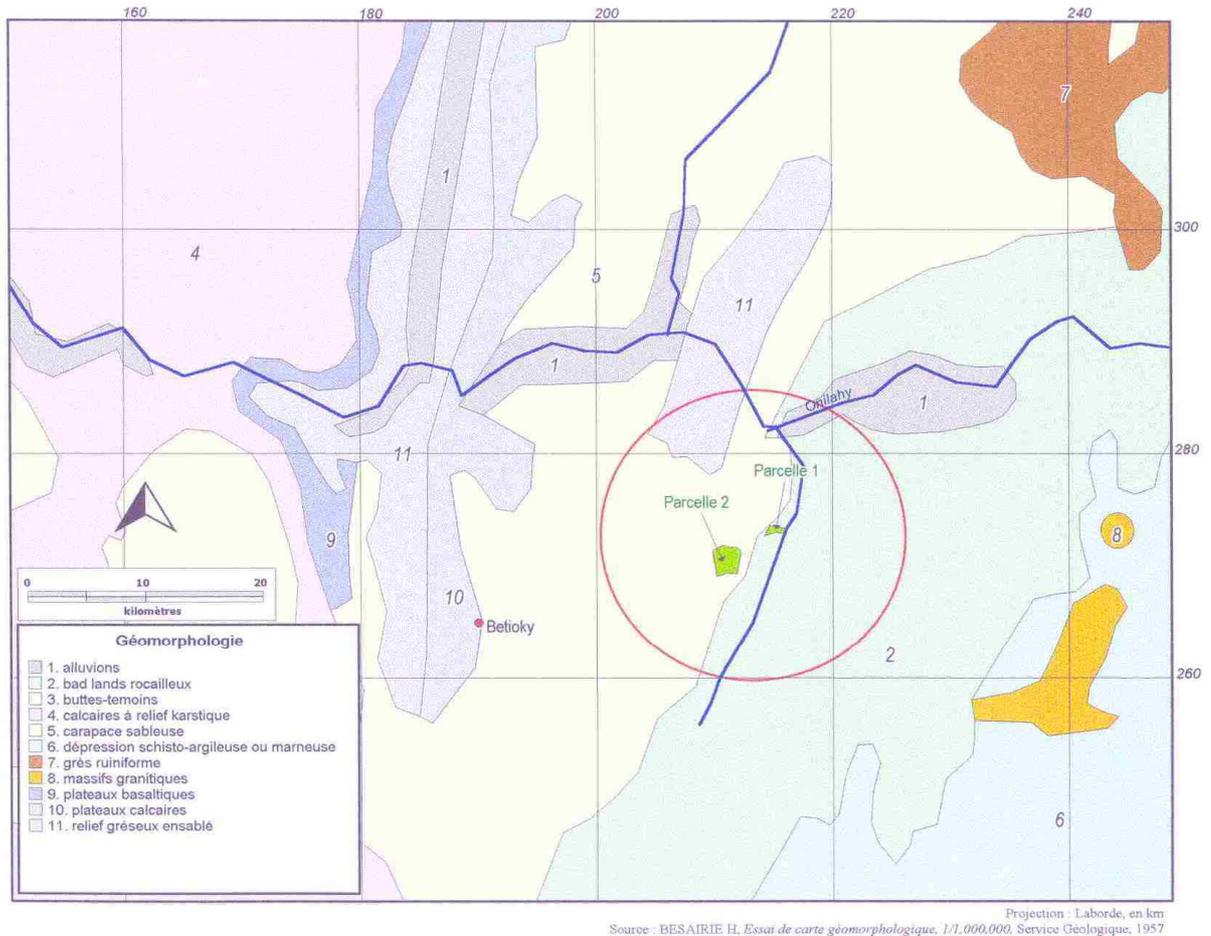
2-1-5- Sol

La Réserve Spéciale de Beza Mahafaly se trouve dans une zone sédimentaire marquée par des affleurements schisto-gréseux des séries moyennes et inférieures au système de la Sakamena dans lesquels dominent les sédiments karstiques. Le socle est gréseux, et le sol sableux provient de la dégradation de la roche mère (Carte 3).

En général, on rencontre deux types de sol aux alentours de Beza Mahafaly (ESSA/Forêts-ANGAP-WWF, 2001) :

- les sols alluvionnaires (ou sol peu évolué d'apport appelé couramment *Baiboho*) qui se rencontrent au bord de la rivière Sakamena. Ces types de sol sont propices à l'agriculture, vu leur richesse en limons, mais la teneur en sable augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du lit de la rivière Sakamena ;

- le sol ferrugineux tropical sur des matériaux d'origines gréseuses ou sol rocaillieux à sable roux qui se rencontre surtout dans la deuxième parcelle de la Réserve.



Carte 3: Sols dans la région de Beza Mahafaly

Source : LABO SIG ESSA-FORETS, 2005

2-2- LE MILIEU BIOLOGIQUE

2-2-1- La végétation

La végétation de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly est caractérisée par une forêt de type climacique climatique qui est une *fourré* ou *forêt xérophytique*. Mais, la présence de la rivière Sakamena dans cette partie de la région a permis la formation de la forêt climatique édaphique qui est la *forêt galerie*. C'est ainsi qu'on distingue les trois (3) types de forêt dans cette région (Photo 2), qui sont :

- la forêt galerie
- la forêt de transition
- la forêt xérophytique

a) La forêt galerie

Cette forêt galerie, qui se rencontre aux abords de la rivière Sakamena, comporte deux (2) strates assez distinctes :

- une strate supérieure arborée composée de quelques arbres de grandes dimensions, d'une vingtaine de mètres de hauteur, est dominée par *Tamarindus indica* et *Albizia polyphylla*.

-une strate arbustive clairsemée dominée par *Dichrostachys humbertii*.

b) La forêt de transition

Pour la forêt de transition qui se trouve entre les deux types de forêt, elle est composée de trois (3) strates :

-une strate clairsemée dite strate supérieure, dominée par *Tamarindus indica* et *Salvadora angustifolia*;

-une strate constituée par des espèces arbustives très denses de différentes tailles ;

-et une strate basse très dense et de pénétration difficile.

c) La forêt xérophytique

La forêt xérophytique, par contre est dominée par des espèces adaptées à la longue saison sèche comme la présence des espèces à feuilles caduques (*Commiphora spp.*), la présence des espèces épineuses (*Alluaudia procera*, *Acacia bellula*), des espèces microphylles (*Cedrelopsis grevei*), des espèces à feuilles à cladodes (*Euphorbia tirucallii*), des espèces crassulescentes (*Kalanchoe grandidieri*, *Xerocysios dangyi*) et des espèces avec des tubercules (*Dioscorea spp.*). Elle comporte également deux (2) strates :

-une strate très clairsemée formée par des arbres d'une dizaine de mètres de hauteur (*Alluaudia procera*, *Albizzia tullearensis*)

-une strate à végétation buissonnante, composée de *Cedrelopsis grevei* et de *Croton geayi*.



Forêt galerie



Forêt de transition



Forêt xérophytique

Photo 2: Les trois types de forêts dans la région d'étude

2-2-2- La faune

La région de Beza Mahafaly abrite des espèces faunistiques caractéristiques de cette région sud-ouest de Madagascar.

-22 espèces de Mammifères sont rencontrées dans la région de Beza Mahafaly. Les lémuriens comportent cinq espèces dont deux diurnes (*Lemur catta* et *Propithecus verreauxi verreauxi*) et trois nocturnes (*Lepilemur leucopus*, *Microcebus murinus*, *Microcebus griseorufus*).

-L'avifaune de la région comprend 102 espèces d'oiseaux appartenant à 43 familles, dont 27 espèces sont endémiques. La diversité la plus élevée s'observe chez les familles des Ardeidae, Sylvidae, Vangidae, Accipiteridae, Cuculidae et Rallidae. La plupart de ces oiseaux sont des espèces forestières, insectivores et granivores.

-Concernant les Reptiles et Amphibiens, il a été répertorié dans la région de Beza Mahafaly 37 espèces de reptiles, qui se répartissent sous quatre (4) Ordres dont les Ophidiens, les Sauriens, les Chéloniens et les Crocodiliens. Pour les amphibiens, on rencontre des grenouilles qui sont composées de trois (3) espèces dont deux (2) de la famille des Mantellidae (*Mantella spp.*) et une de la famille des Ranidae (*Ptychadena mascariensis*).

-La région de Beza Mahafaly abrite une diversité remarquable d'insectes. Elle contient 105 espèces de Lépidoptères appartenant à 16 familles, 46 espèces de Coléoptères appartenant à 17 familles, et 28 espèces de Hyménoptères appartenant à 9 familles.

Tableau 1: Résumé de la diversité faunistique de la région de Beza Mahafaly

Groupes biologiques	TAXONOMIE		
	Familles	Genres	Espèces
MAMMIFERES	15	21	22
OISEAUX	43	82	102
REPTILES	11	27	36
AMPHIBIENS	2	2	3
INSECTES	42	115	179

Source : RATSIRARSON *et al*, 2001



Lemur catta



Coua gigas

Photo 3: Quelques animaux de la région de Beza Mahafaly

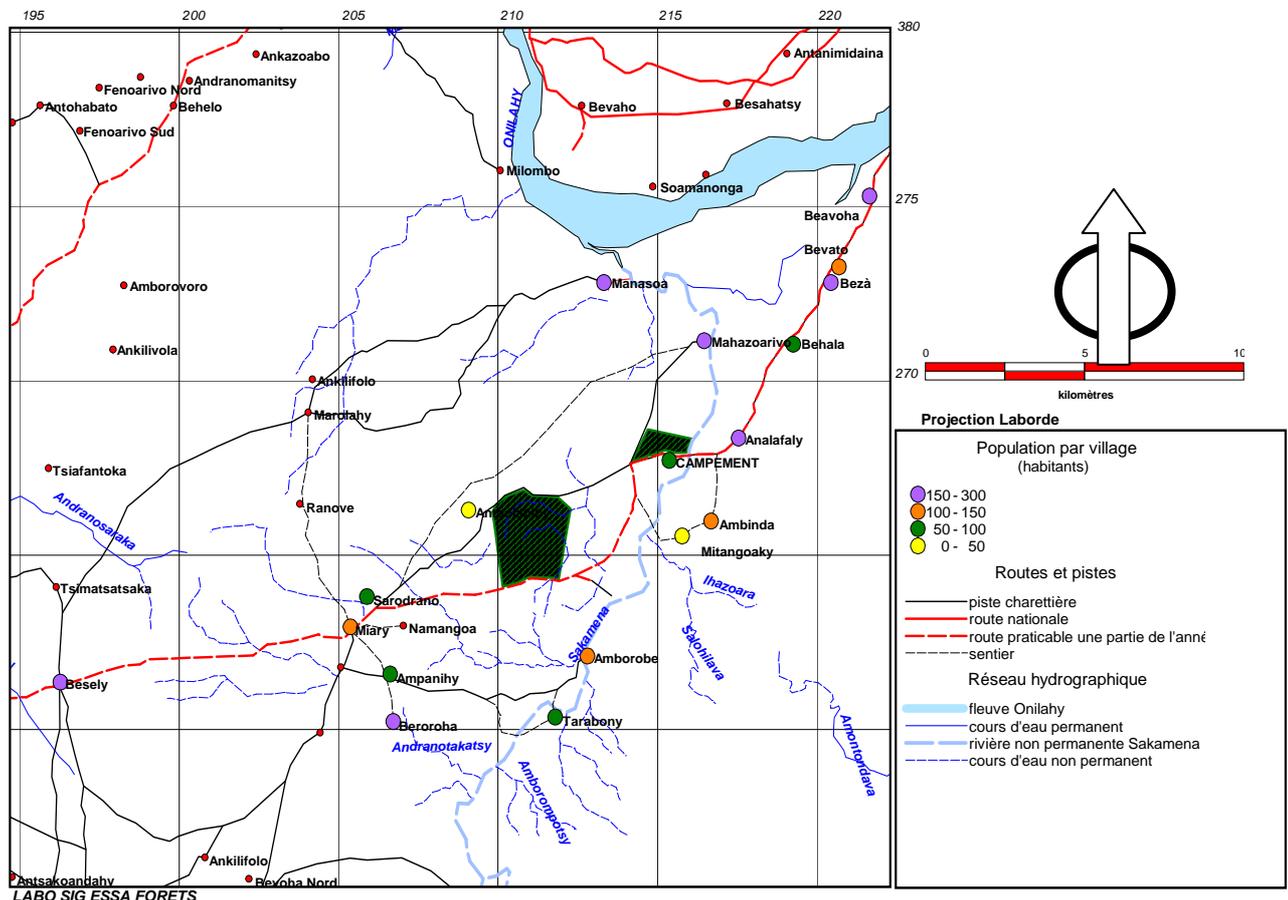
Source: RATSIRARSON (*Lemur catta*)/ HAWKINS *et al*, 1998 (*Coua gigas*)

2-3- LE MILIEU HUMAIN

2-3-1- Démographie

La population humaine est constituée surtout de Mahafaly, d'Antandroy et de Tanala. Les Mahafaly sont les plus nombreux et comprennent plusieurs clans.

La population dans la région de Beza Mahafaly comptait 2310 habitants (recensement en 1996), avec une faible densité, en moyenne autour de 4 individus au km² (RATSIRARSON *et al*, 2001). Elle est inégalement répartie dans l'espace (Carte 4). La proximité immédiate des deux parcelles de la Réserve Spéciale est faiblement peuplée, sauf au village d'Analafaly. Les plus fortes concentrations se retrouvent au Nord-Est, le long de la piste charretière (Beavoha et Beza), mais aussi à Mahazoarivo. La zone au Sud de la réserve apparaît comme moins densément peuplée, sauf à Beroroha et beaucoup plus loin Besely.



Carte 4: Distribution de la population aux alentours de Beza Mahafaly

Source : LABO SIG ESSA-FORETS, 2005

La figure 3 montre la répartition de la population dans cette région selon l'âge et le sexe.

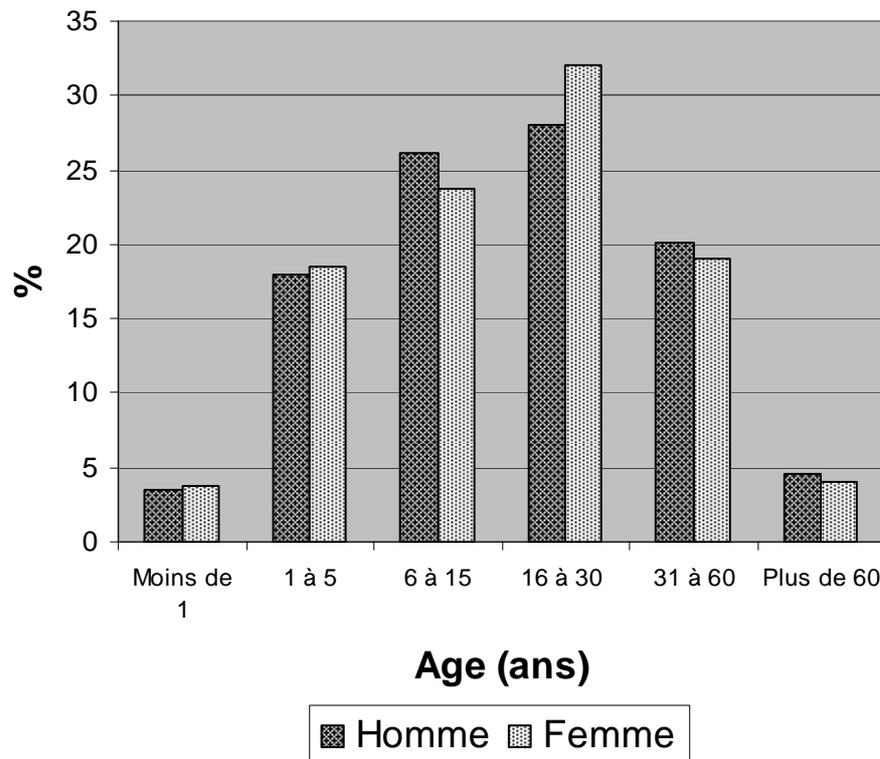


Figure 3: Catégorie d'âge de la population aux alentours de Beza Mahafaly

Source : RATSIRARSON *et al*, 2001

D'après cette figure, la population de la région est surtout composée de jeunes gens d'entre 16 et 30 ans. Elle est ainsi considérée comme une population jeune et active. De plus, il n'existe pas une différence significative entre le nombre de femmes et des hommes dans chaque catégorie d'âge.

2-3-2-Mode de vie

La plupart des villageois de la région de Beza Mahafaly sont analphabètes ou illettrés. Les quelques individus qui ont passé l'école se sont presque arrêtés au primaire. Très peu ont passé le secondaire. Ainsi, la population se consacre surtout à l'élevage et à l'agriculture. L'élevage et l'agriculture constituent donc les principales activités des villageois. Mais à part cela, ils pratiquent des activités secondaires comme l'artisanat.

Les villageois ont comme aliments de base le maïs, manioc et patate douce. Le riz et la viande sont occasionnellement consommés.

Les moyens de déplacement les plus courants dans la région, à part la marche, sont les charrettes à bœufs (RATSIRARSON *et al*, 2001).

2-3-3- Activités économiques de la région

2-3-3-1- L'agriculture

L'agriculture constitue la principale activité et la principale source d'alimentation et de revenus de la population de la région.

Les paysans pratiquent d'abord une agriculture vivrière, avec le maïs, le manioc, la patate douce et dans une moindre mesure le riz. Les productions issues de ces cultures sont autoconsommées, et si l'année est bonne, la production excédentaire est vendue sur le marché.

Les cultures de rente sont celles de l'oignon et du haricot. Une partie substantielle de la production de ces cultures destinées à la vente est aussi consommée. Les revenus issus de ces produits servent généralement à l'achat des vêtements et des ustensiles divers, à s'acquitter des droits et taxes d'administration mais surtout à payer les diverses obligations sociales traditionnelles (funérailles, etc.) (RATSIRARSON *et al*, 2001).

2-3-3-2- L'élevage

L'élevage est de type extensif et le bétail est composé surtout des zébus, des chèvres mais également de moutons et quelques volailles.

Deux types de gestion de bétail existent dans la région, à savoir :

-le *midada* qui consiste à laisser le bétail divaguer dans la forêt sans bouvier. Dans ce cas, le bétail est rarement dans le parc du village ;

-le *miarakandrovy* avec lequel le bétail est gardé par un ou des bouviers pendant la journée et est amené dans le parc pendant la nuit.

Les zébus jouent un rôle social, culturel et économique très important pour les Mahafaly. Les perceptions économiques et culturelles des villageois se focalisent sur la possession d'un grand nombre de bétail, en particulier les zébus et les chèvres, considérés comme un moyen d'épargne et un signe de prestige social (RATSIRARSON *et al*, 2001).

2-3-3-3- Les autres activités

Les villageois des alentours de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly optent pour des activités artisanales comme la sculpture et le tissage.

L'exploitation de sel gemme est aussi une activité très importante, et est faite uniquement par les femmes aux abords de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. La plupart des exploitants utilisent le métier comme principale activité de source de revenus, mais d'autres le pratiquent comme un complément d'élevage et de l'agriculture.

La chasse est aussi une activité de la population de cette région. Elle est pratiquée pour la vente et la consommation (RATSIRARSON *et al*, 2001).

2-4-LES FACTEURS DE MENACES SUR LA FORET

Les forêts dans la région de Beza Mahafaly sont menacées par des pratiques locales. Ces menaces, en ordre d'importance, sont les suivants (ESSA/Forêts-ANGAP-WWF, 2001):

2-4-1-Pâturage du bétail dans la forêt

La pression sur la forêt vient surtout de la divagation de bétail. En fait, l'élevage est de type extensif dans la région. Ainsi, les animaux divaguent dans la forêt, se nourrissent de jeunes pousses, les piétinent, et compromettent la régénération de ces dernières. Toutefois, la première parcelle de la Réserve Spéciale, clôturée par des fils barbelés, n'est plus utilisée pour le pâturage. Par contre, la deuxième parcelle fait encore partie du pâturage ancestral de plusieurs villages environnants.

2-4-2-Collecte de bois de service

Les bois de service sont utilisés pour la construction des maisons, la confection des cercueils, la délimitation des parcs à bœufs, etc. Des espèces de meilleure qualité sont plus recherchées et sont menacées de surexploitation, notamment *Cedrelopsis grevei* ou Katrafay (bois résistant aux termites), *Grewia leucophylla* (Tratramborondreo), *Gyrocarpus americanus* (Kapaipoty) et *Albizia tulearensis* (Mendoravy). D'autres espèces ont de moindre importance (utilisées pour le plancher, sculpture, etc.): *Alluaudia procera* (Fantsiolotse), *Commiphora aprevalii* (Daro), *Quisivianthe papilionae* (Valiandro), etc.

2-4-3-Chasse et collecte des espèces protégées ou menacées de surexploitation

Quelques espèces comme *Lemur catta* (Maki), *Propithecus verreauxi verreauxi* (Sifaka) et *Geochelone radiata* (Sokake) sont collectées par les Antanosy venant du Nord de Onilahy. Ces animaux ne sont ni collectés ni mangés par les Mahafaly et les Antandroy, qui sont les ethnies dominantes autour de la Réserve, à cause de leur tabou.

Cependant, les espèces comme *Tenrec ecaudatus* (Trandraka), *Echinops telfairi* (Sora), *Setifer setosus* (Soky) sont chassées par les Mahafaly et les autres gens de la région, et ces espèces sont actuellement rares et très difficiles à trouver.

2-4-4-Collecte de bois de chauffe

L'utilisation de bois de chauffage constitue également des menaces, principalement pour *Cedrelopsis grevei* (Katrafay), *Tamarindus indica* (Kily) qui se distinguent par leur valeur calorifique, ainsi que beaucoup d'autres espèces arbustives ligneuses. Toutefois, quelques villageois ramassent uniquement des bois morts pour leurs besoins en bois d'énergie.

2-4-5-Collecte d'autres produits forestiers

Des autres utilisations des ressources naturelles de la région ne sont pas à grande échelle et il n'y a pas d'indications qu'elles présentent des menaces pour la biodiversité :

-plantes médicinales : on collecte surtout les feuilles et l'écorce à petite quantité (*Cedrelopsis grevei*, *Tamarindus indica*, etc.)

-écorces et lianes utilisées pour cordes, fibres de *Hyphaena shatan* pour tissage

-miel

-fruits

-insectes pour nourriture (Cigales, sauterelles,...)

-tubercules pour nourriture (*Dioscorea spp.*, *Dilochos spp.*, etc.)

2-4-6- Envahissement de certaines espèces floristiques

L'envahissement de certaines espèces floristiques autochtones ou introduites constitue également une menace sur la biodiversité de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. Parmi ces plantes néfastes pour la survie des autres espèces floristiques, on peut citer :

-*Cynanchum mahafalense* (de la famille des ASCLEPIADACEAE): cette liane endémique de la région Mahafaly envahie surtout la première parcelle de la Réserve Spéciale. Cette espèce s'enchevêtre sur les branches et les feuilles des arbres hôtes. Elle peut couvrir complètement le système foliaire de ces arbres et inhibe leur photosynthèse. L'individu hôte ainsi fragilisé dépérit progressivement et finit par s'écrouler sous le poids de la liane (RATSIRARSON *et al*, 2001).

-les espèces *Opuntia* : ce sont des espèces introduites, très répandues dans la région de Beza Mahafaly. La présente étude traite, en effet, l'envahissement d'une espèce d'*Opuntia*.



Photo 4: *Cynanchum mahafalense*

Source : RATSIRARSON

CHAPITRE 3 :
METHODES DE
TRAVAIL

La méthodologie choisie se base sur une approche pluridisciplinaire, visant à une analyse des faits observés et des variables collectés. Les procédés d'approche adoptés sont classés en deux (2) catégories : investigation bibliographique et cartographique, et la méthodologie de recherche, dans lesquelles les différentes informations ont été collectées et analysées (Figure 5).

3-1- RAPPEL DE LA PROBLEMATIQUE ET DES OBJECTIFS

L'envahissement de certaines espèces constitue une cause d'appauvrissement de la diversité biologique. En effet, dans la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly, une espèce introduite, *Opuntia sp.*, étant bien adaptée à toutes les conditions de la région commence à envahir le territoire à protéger. Cela peut constituer une menace sur la survie des autres espèces autochtones et endémiques qui l'entourent. Ainsi, l'objectif général de cette étude consiste à maîtriser l'envahissement d'*Opuntia sp.* afin de conserver la biodiversité de la zone d'étude.

Les objectifs spécifiques devraient donc aboutir aux résultats suivants :

- La biologie et l'écologie d'*Opuntia sp.* sont acquises ;
- Les conditions exigées par l'espèce sont déterminées ;
- L'état actuel de la forêt xérophytique de la Réserve Spéciale est connu ;
- la relation entre l'envahissement de cette espèce et l'évolution des autres espèces faunistiques et floristiques autochtones sur le même milieu est étudiée ;
- Un plan de conservation est établi.

3-2- INVESTIGATION BIBLIOGRAPHIQUE ET CARTOGRAPHIQUE

3-2-1- Bibliographie

Des travaux de documentation et de collecte de données déjà existantes auprès des différents organismes et centres de documentation sur le thème de recherche s'avèrent indispensables pour mieux connaître le milieu d'étude, pour savoir la description et le comportement d'*Opuntia sp.* ainsi que pour analyser les différents facteurs pouvant favoriser la propagation de cette espèce. Des prospections de données sur Internet ont été également enrichissantes. Cette approche doit être adoptée pour pouvoir procéder à des recoupements et recueillir des informations complémentaires.

3-2-2- Etudes cartographiques

Les études cartographiques, appuyées par les études bibliographiques permettent de localiser et de délimiter la zone d'étude.

En plus, pour avoir des informations sur l'occupation du sol c'est-à-dire sur la couverture végétale en général, nous devons utiliser l'imagerie aérienne et/ou satellitaire, les cartes topographiques et les cartes de végétation se rapportant à la zone d'étude. Nous devons également

intégrer les données issues de la collecte de données dans le SIG (Système d'Information Géographique) qui permettrait des analyses spatiales à variable unique ou multiple, notamment les différentes cartes thématiques disponibles sur la région d'étude.

3-3- CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude bibliographique concernant la zone d'étude, notamment la caractérisation de la Réserve Spéciale, et entre autre la stratification de la région a permis de choisir la zone sur laquelle l'étude sera axée. En effet, dans la parcelle 2, des individus d'*Opuntia sp.* (l'espèce qui nous intéresse) s'y localisent. D'où le choix de cette strate comme zone d'étude.

3-4- METHODOLOGIE DE RECHERCHE

3-4-1-Observations

-Intensité de l'envahissement d'Opuntia sp. : cette approche consiste en une observation générale du milieu d'étude. Cela permettait de repérer toutes les zones envahies par *Opuntia sp.* et de constater l'intensité de l'envahissement.

-Caractéristiques botaniques d'Opuntia sp. : elle permet d'identifier les différentes parties de l'arbuste, voire les décrire, pour pouvoir identifier l'espèce étudiée. Cette étude permet également d'avoir une idée sur la manière dont se multiplie et se développe l'espèce.

3-4-2-Enquêtes

Une brève enquête auprès des villageois vivant à proximité de la forêt est à effectuer pour compléter les données recueillies par la documentation, sur les diverses utilisations d'*Opuntia sp.* dans leur vie quotidienne.

La méthode d'enquête utilisée était de type informel, c'est-à-dire une liste des informations à acquérir est préalablement établie (mais non pas un questionnaire). En effet, les entretiens se sont limités aux guides, au personnel de l'ANGAP et aux villageois.

3-4-3-Caractérisation de la couverture végétale

Pour effectuer une caractérisation globale de la couverture végétale, des inventaires ont été effectués afin d'avoir des indications sur l'état de forêt et du degré d'envahissement, par la prolifération d'*Opuntia sp.* auquel la forêt est exposée.

3-4-3-1- Type et unités d'échantillonnage

➤ Les placettes d'inventaire

L'échantillonnage a été fait par choix raisonné. En effet, une répartition aléatoire des unités d'échantillonnage peut tomber à des unités qui ne contiennent aucun individu de l'espèce étudiée. Ainsi, lors de l'observation générale, le lieu de l'emplacement des placettes a été préalablement

choisi, c'est-à-dire leur localisation a été déterminée en se référant aux zones occupées par *Opuntia sp.*

Les unités d'échantillonnage sont des placettes rectangulaires de 50m x 20m soit 1000m² (figure 4).

NB : -Le nombre de placettes d'inventaire ne pouvant être trop élevé pour des raisons pratiques (temps et moyens), la surface minimale pour un inventaire en forêt naturelle tropicale se trouve autour de un hectare, soit 10 placettes rectangulaires de 1000m² de surface au minimum (RAJOELISON, 1997).

-Les points de départ de chaque placette ont été déterminés avec précision à l'aide d'un GPS (Geographical Positioning System) LABORDE.

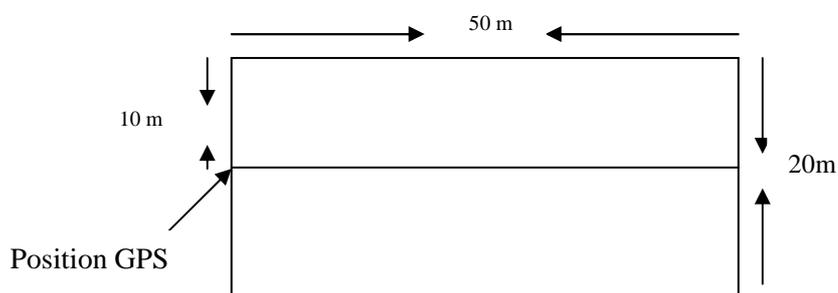


Figure 4: Forme des placettes d'inventaire

➤ *Délimitation des placettes*

La largeur de chaque placette (20m) doit se situer parallèlement à la plantation d'*Opuntia sp.* Ainsi, à partir d'un point pris à 1m de la haie que nous avons matérialisé à l'aide d'un flag, un autre point a été marqué à 20m de distance et à un azimuth de 0gr, puis en tournant vers la gauche et en respectant l'angle de 100gr soit 90°, nous avons marqué le 50m, les autres points restants ont été ensuite matérialisés jusqu'à ce qu'on a obtenu un rectangle de 50m x 20m.

3-4-3-2- Les paramètres à relever

Trois (3) relevés qui pourront englober une étude générale de la couverture végétale et une étude particulière concernant *Opuntia sp.* ont été effectués.

-Le premier relevé consiste à faire l'inventaire de toutes les espèces existantes dans chaque placette. Les paramètres dendrométriques à relever sont résumés dans le tableau 3.

-Le deuxième relevé concerne uniquement *Opuntia sp.* La dimension dendrométrique telle que la hauteur totale de chaque individu a été relevée. Le nombre de la régénération, des jeunes et des arbustes adultes a été également compté. Et la distance de chaque individu par rapport à la plantation initiale (plants parents) a été mentionnée. Le tableau 2 représente les données à relever pour cette étude.

Tableau 2: Les paramètres à relever pour *Opuntia sp.*

Zone	Etat de développement	Nombre d'individus	H _{tot}	Distance par rapport à la plantation mère
+	+	+	+	+

H_{tot} : Hauteur totale

-le troisième relevé consiste à récolter des données pour pouvoir établir les profils structuraux, qui donnent une idée sur les caractères morphologiques ou architecturaux de la forêt. Pour ce faire, un autre dispositif est à effectuer car d'autres paramètres dendrométriques sont à relever. Quatre (4) placettes rectangulaires de 5m x 25m ont été installées à l'intérieur de la parcelle 2 de la Réserve Spéciale dont trois (3) placettes sont placées dans les zones envahies par *Opuntia sp.* et une placette sur une zone non envahie.

L'objectif de ces installations est de détecter la différence de structure du peuplement intact avec ceux perturbés par l'espèce envahissante.

Ainsi, pour les études structurales telles que les structures horizontale et verticale, les paramètres dendrométriques à relever sont résumés dans le tableau 3:

Tableau 3: Résumé des paramètres à relever pour les « autres espèces »

	Classe de diamètre (cm)	Espèce	D _{collet} (cm)	D _{1,30m} (cm)	H _{fût} (m)	H _{tot} (m)	PHF	Coordonnées arbres (X, Y)	Diamètre couronne (X, Y ; -X, -Y)
Structure horizontale	D ≥ 15	+		+	+	+	+		
	15 > D ≥ 5	+		+	+	+	+		
	5 > D ≥ 1	+	+				+		
Structure verticale	D ≥ 5	+		+	+	+	+	+	+

D_{collet}: Diamètre au collet

D_{1,30m}: Diamètre à 1,30m du sol

PHF: Index PHF: Position du houppier- forme du Houppier- forme du Fût (BLASER, 1984) (annexe)

H_{fût}: Hauteur du fût

H_{tot}: Hauteur totale

3-4-4-Etude de l'envahissement d'*Opuntia sp.*

Elle consiste à récolter toutes les données relatives à l'envahissement d'*Opuntia sp.*: les causes et les conséquences de ce phénomène.

3-4-4-1- Les conditions exigées par *Opuntia sp.*

➤ Description des zones sur lesquelles *Opuntia sp.* pousse

La description de chaque zone, qui est l'unité élémentaire du milieu s'avère indispensable pour déterminer les conditions exigées par l'espèce étudiée. Elle a été ainsi effectuée avant

l'analyse même, car de cette description s'ensuit la première idée sur les conditions écologiques. Pour cela, les renseignements suivants ont été recueillis.

i) L'altitude :

L'altitude de chaque zone a été déterminée à l'aide d'un GPS.

ii) La position topographique :

Elle décrit les formes élémentaires du relief à l'échelle de la région. Cela a été donc déduit de la lecture de la carte topographique du milieu.

iii) La pente :

Elle peut être déduite à l'aide d'un clisimètre en pourcentage.

iv) La nature de la surface du sol :

L'observation du milieu permet de décrire la nature de la surface du sol sur lequel se développe *Opuntia sp.*

➤ *Etude pédologique*

Cette étude est indispensable car elle permettrait de connaître le profil pédologique du sol. Ainsi, elle consiste à faire un prélèvement des sols sur lesquels les individus d'*Opuntia sp.* poussent. La couche à une profondeur entre 10 et 20 cm uniquement a été prélevée, du fait que les racines de cette espèce forment des réseaux étendus situés à cette profondeur. La prise d'échantillon a été effectuée avec des outils bien propres et les sols prélevés ont été mis dans des sachets bien fermés et étiquetés.

3-4-4-2- Etude de la biologie d'*Opuntia sp.*

C'est une étude qui consiste à déterminer tous les facteurs biologiques relatifs à la prolifération d'*Opuntia sp.* dans la zone d'étude. Cette étude demande donc de la connaissance de la graine et/ou des autres matériels de régénération de l'espèce. Ainsi, cette partie traitera les thèmes suivants :

-les modes de régénération ;

-Les agents de dispersion de l'espèce.

3-4-4-3- Influences de l'envahissement d'*Opuntia sp.*

➤ *Influences sur la biodiversité*

Dans la plupart des cas, la propagation des espèces envahissantes peut entraîner un déséquilibre dans l'écosystème entier. En effet, ces espèces sont très acclimatées aux conditions pédologiques et climatiques du milieu et constituent une menace pour les autres espèces autochtones. Ces dernières sont très exigeantes et réagissent à tout changement du milieu. Ainsi, l'étude sur *Opuntia sp.* consiste à analyser sa propagation sur la biodiversité.

➤ *Influences sur les pratiques humaines et sur le paysage*

L'envahissement d'*Opuntia sp.* dans la région peut avoir des impacts sur les pratiques de la population riveraine, notamment sur l'agriculture et la chasse.

La prolifération d'*Opuntia sp.* peut entraîner des effets négatifs ou positifs sur le paysage. En fait, si l'écosystème est dominé par les espèces d'*Opuntia*, il y a tendance à une uniformisation du paysage et peut, par la suite diminuer l'attraction et la satisfaction visuelle des touristes.

3-4-5- Moyens de mis en œuvre

3-4-5-1- Moyens humains

La main d'œuvre est d'une aide exceptionnelle durant tous les travaux effectués sur terrain. En effet, elle aide à la mesure, à la manipulation des différents appareils de mesure ainsi qu'au prélèvement de terre pour l'étude pédologique. Elle aide également à la reconnaissance des diverses espèces floristiques dans la région (noms scientifiques et/ou vernaculaires).

3-4-5-2- Moyens matériels

Les matériels utilisés pour la récolte de données sont :

- un GPS pour recueillir les coordonnées géographiques de la zone d'étude ;
- une boussole pour l'orientation ;
- une chevillière de 30 m ;
- des rubans colorés (flags) pour matérialiser les placettes ;
- un ruban dendrométrique pour la mesure de diamètre ;
- un haga pour l'estimation de la hauteur des arbres ;
- des sachets pour contenir les échantillons de terres prélevés ;
- les fiches de relevés sylvicoles ;
- un porte-herbier.

3-5- TRAITEMENTS ET ANALYSES DES DONNEES RECOLTEES

3-5-1- Données des observations et des enquêtes

Les données obtenues par l'observation et l'enquête ont été regroupées suivant chaque thème, et par la suite, rédigées.

3-5-2- Données de l'inventaire de la forêt xérophytique

Les données ont été saisies sur des tableaux. Chaque fichier des données ayant été bien contrôlé, vérifié et corrigé, est ensuite exploité par un programme de calcul, par Microsoft EXCEL.

Analyse structurale des espèces floristiques

L'analyse se concentre essentiellement aux espèces dans la forêt xérophytique de diamètre supérieur à 1 cm.

▪ Structure floristique

Elle comprend :

-*la composition floristique* : elle consiste à recenser toutes les espèces qui composent le peuplement forestier, aboutissant à l'établissement d'une liste des espèces floristiques.

-*la richesse floristique* : elle est déterminée au moyen de la courbe *Aires – espèces*. Cette courbe *Aires – espèces* donne le nombre d'espèces sur des surfaces progressivement croissantes qui repose sur le dédoublement de surface (en m²).

-*la diversité floristique* : qui montre la répartition des espèces entre les individus présents. Elle est exprimée par le Coefficient de Mélange qui est le rapport entre le nombre total d'espèces et le nombre total de tige.

$$CM = S/N$$

S : Nombre d'espèces

N : Nombre total de tiges inventoriées

▪ Structure spatiale

Analyse horizontale

Elle consiste à étudier les caractéristiques suivantes :

a-Abondance

Elle correspond au nombre de tiges d'un peuplement. On distingue :

-l'abondance absolue : c'est le nombre de tiges par hectare (N /Ha) (paramètre de densité)

-l'abondance relative : c'est le pourcentage d'une essence par rapport au nombre total de tiges. La formule est :

$$A_i (\%) = (N_i/N) \times 100$$

N_i : le nombre de tiges de l'espèce

N : le nombre total de tige

b-Dominance

La surface terrière d'un peuplement est la surface totale de sections de tiges à 1,30m de hauteur pour une superficie d'une forêt donnée. La dominance reflète le degré de remplissage de la forêt.

-la dominance absolue (G) donne la surface terrière par hectare.

$$G = \sum g_i = \sum (\pi * d_i^2 / 4)$$

d_i : diamètre à 1,30m du sol de chaque tige (m)

G en m²/Ha

-la dominance relative (G_r) donnée par la formule:

$$G_r (\%) = (G_i/G) \times 100$$

G_i : la dominance d'une espèce i

G : la dominance totale du peuplement

c-Contenance ou Volume

Le calcul est basé sur la formule de DAWKINS :

$$V_b = \sum (0,53 \times g_i \times h_i)$$

V_b : Volume de biomasse (m^3/Ha)

g_i : la surface terrière d'un arbre (m^2)

h_i : la hauteur totale de l'arbre (m)

Analyse verticale

Elle consiste à établir un profil structural. Il s'avère intéressant de connaître le degré de recouvrement ou de fermeture qui est en étroite relation avec la pénétration de lumière dans les sous bois. Cette dernière est parmi les facteurs qui déterminent l'installation de la régénération naturelle.

Elle étudie également la structure des hauteurs. Cette structure des hauteurs est donnée par la distribution du nombre de tige par classe des hauteurs ; et renseigne sur la stratification verticale (RAJOELISON, 1997).

▪ Structure totale

D'après ROLLET en 1989, la structure totale désigne la distribution du nombre d'arbres suivant des classes diamétriques, toutes les espèces réunies. En fait, la structure totale donne une idée sur la structure en général du peuplement.

3-5-3- Données issues de l'étude d'*Opuntia sp.*

-L'étude pédologique par le prélèvement des échantillons de terres a été fait auprès du laboratoire au DRFP-FOFIFA à Ambatobe pour l'analyse chimique des sols et au CNRE (Centre National de Recherche sur l'Environnement) à Tsimbazaza pour l'analyse physique.

-Analyse de l'essence principale : *Opuntia sp.*

Vitesse de propagation (V) d'Opuntia sp. (m/an)

Elle est déterminée à partir de la connaissance de la date de plantation des premiers individus d'*Opuntia sp.* par rapport aux individus les plus éloignés repérés lors de l'observation et l'étude de l'espèce dans chaque placette.

Elle est calculée à partir de la formule suivante :

$$V = \frac{1 \text{ an } \times d}{Ap}$$

d : distance de la plante (m)

Ap : âge de la plante (an)

Etat de la population d'Opuntia sp.

Cela consiste à caractériser la population d'*Opuntia sp.* Les individus seront donc répartis suivant leur état de développement. Ceci permet d'apprécier l'envahissement de l'espèce à travers le nombre de régénération.

Toutes les données récoltées ont été saisies à l'aide de Microsoft WORD.

3-6- LIMITES DU TRAVAIL

Pendant la réalisation de ce travail, quelques problèmes se sont présentés :

-lors des enquêtes, quelques paysans ont été un peu réticents. C'est en tout cas dû à la mauvaise relation ou manque de communication entre les paysans et les gestionnaires de la Réserve Spéciale. En effet, les paysans ont affirmé que pour avoir des informations, les chercheurs les contactent et ils leur donnent des informations. Or, s'ils laissent paître leurs zébus dans la RS, les gestionnaires les interdisent et ne les comprennent pas.

-la parcelle 2 où est axée l'étude se trouve très éloignée du campement. Nous avons ainsi fait quatre (4) heures de marche aller-retour tous les jours. Ce qui limitait l'heure de travail effectuée par jour. Ce problème a été résolu après quelques jours, par l'utilisation des vélos.

-les appareils dendrométriques utilisés étaient très usés. Leur utilisation prenait donc du temps (par exemple pour lire les chiffres sur le ruban dendrométrique).

-la deuxième descente sur terrain pour la réalisation de ce travail coïncidait aux perturbations cycloniques, dont notre zone d'étude était fortement touchée. Ceci pourrait avoir des effets sur les résultats de l'analyse des sols prélevés pendant cette période.

Cependant, nous avons su surmonter ces problèmes, ce qui nous a permis la réalisation de cette étude.

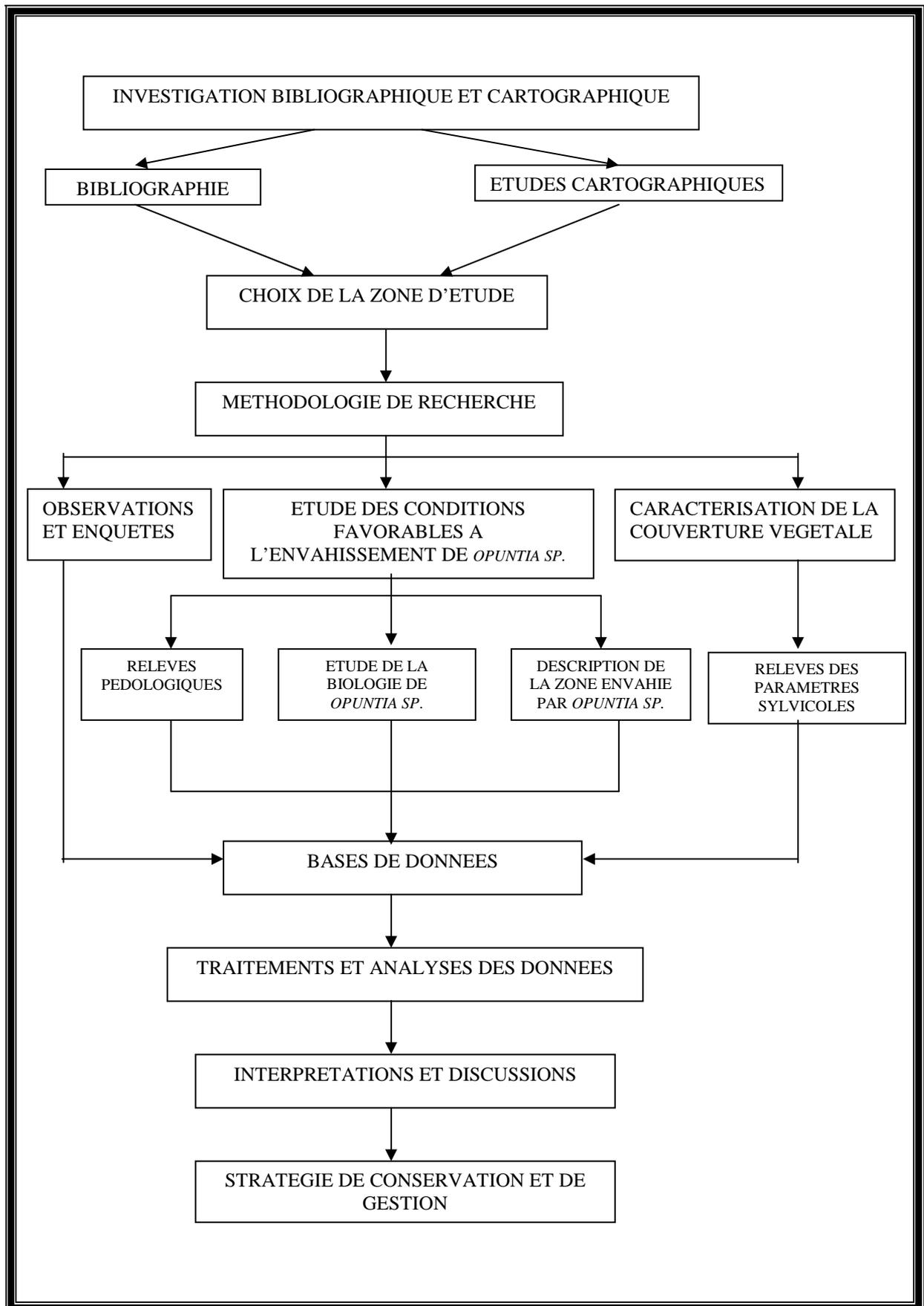


Figure 5: Synthèse de la démarche méthodologique

CHAPITRE 4 :

RESULTATS ET

INTERPRETATIONS

4-1- SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Les recherches bibliographiques s'avèrent toujours indispensables pendant toute l'étude. En effet, après la récolte des données sur terrain; l'analyse, les traitements des données et la présentation des résultats, effectués au bureau, nécessitent des références bibliographiques. Ainsi, les paragraphes suivants sont la synthèse de ces exploitations bibliographiques.

4-1-1-Définitions des plantes envahissantes

Il est indispensable de définir en premier lieu ce qu'est réellement une plante envahissante. Plusieurs définitions sont proposées :

1-Les espèces « envahissantes » sont, pour le plus grand nombre, des espèces naturalisées, c'est-à-dire des espèces d'origine exotique qui prolifèrent dans des milieux semi-naturels et naturels distants de leurs territoires d'origine.

2- Les espèces dites « envahissantes » se définissent également en fonction des impacts négatifs qu'elles font subir aux écosystèmes naturels, à l'agriculture, au paysage, à la santé ... dès qu'elles se propagent. Le caractère envahissant d'une plante peut aussi être associé à des critères biologiques.

Tenant compte de toutes ces définitions, une autre définition est proposée, c'est que « les plantes envahissantes sont des plantes naturalisées qui produisent une progéniture, souvent très importante, à quelques distances, même à de grandes distances des plantes mères et peuvent donc, potentiellement, se propager sur une aire considérable ».

4-1-2-Mode d'introduction

L'introduction de nouvelles espèces peut se faire de façon volontaire ou involontaire.

-Introductions volontaires par l'horticulture (qui est la cause principale d'introduction d'espèces envahissantes), l'agriculture, la sylviculture, la conservation des sols, le contrôle biologique, la recherche et autres.

-Introductions involontaires par contamination de produits agricoles, semences, bois, etc. Ou encore liées aux moyens de transport (les colis, les containers de navires, les navires, les trains, les avions, les camions, les automobilistes, les bagages, les routes, etc.).

4-1-3-Caractéristiques

Biologie des plantes envahissantes

Il n'existe pas de profil type de la plante envahissante. Il peut s'agir aussi bien d'annuelles, de vivaces, d'arbustes que d'arbres.

Toutefois, quelques traits communs peuvent être identifiés :

- reproduction sexuée et/ou végétative très performante,
- propagation souvent favorisée par les activités humaines,
- période de latence de plusieurs décennies entre l'introduction de l'espèce et sa prolifération.

4-1-4-Description d'*Opuntia monacantha*

4-1-4-1- Position systématique de l'espèce

Règne : VEGETAL

Embranchement : SPERMAPHYTES

Sous-embranchement : ANGIOSPERMES

Classe : DICOTYLEDONES

Sous-classe : CARYOPHYLLIDAE

Ordre : CARYOPHYLLALES

Famille : CACTACEAE

Genre : *Opuntia*

Espèce : *monacantha*

Nom scientifique : *Opuntia monacantha*

Noms vernaculaires : Rakaita, Raketa

4-1-4-2- Description détaillée de l'espèce

La description proposée a été tirée de la Flore de Madagascar et de Comores (PERRIER DE LA BATHIE, 1950) avec quelques modifications issues des observations sur terrain.

L'espèce *Opuntia monacantha* est un arbuste vivace, succulent, érigé ; d'environ quatre (4) m de hauteur. Ses tiges sont ligneuses à la base, formées de segments aplatis et charnus communément appelés "cladodes". Ces cladodes verts sont couverts d'épines blanches de 2 à 3 cm de long (Photo 5). Les principales caractéristiques des cactus sont les aréoles, zones spécialisées de la tige sur lesquelles poussent des épines vulnérantes.



Photo 5: Forme de la cladode d'*Opuntia monacantha*

Feuilles: posées sur les cladodes, insignifiantes, de 3 mm.

Fleurs : Les fleurs, de couleur jaune vif, sont spectaculaires, individuelles et éphémères, et sont situées sur les cladodes, de 6 à 7 cm de diamètre. Elles sont hermaphrodites, c'est-à-dire elles réunissent sur un seul réceptacle floral les deux (2) appareils reproducteurs : mâle et femelle.



Photo 6: Fleur d'*Opuntia monacantha*

-Organes stériles

Le périanthe n'est pas formé de sépales et de pétales bien différenciés, mais plutôt d'une série de feuilles particulières qui se transforment progressivement en tépales de couleur vive.

-Organes fertiles

Androcée

Les étamines de l'espèce *Opuntia monacantha* sont nombreuses. L'anthere présente une fente longitudinale. Les filets sont libres (Figure 6).

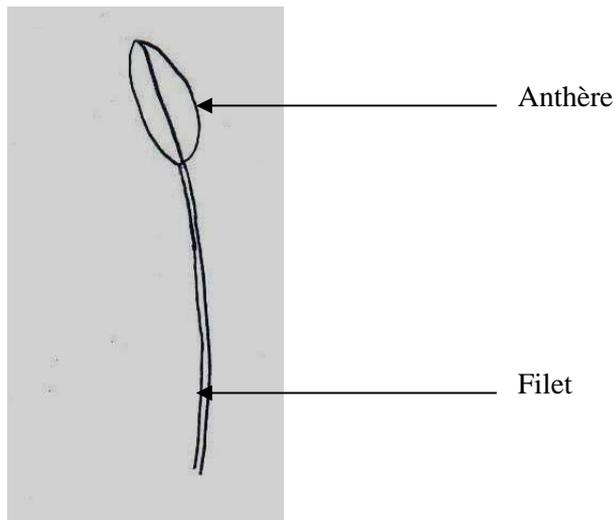


Figure 6 : Une étamine d'*Opuntia monacantha*

Gynécée

L'appareil reproducteur femelle est composé d'un carpelle soudé. Le carpelle soudé ou gynécée syncarpe forme un ovaire unique. Les styles sont soudés entre eux formant en apparence un style unique. L'ovaire est infère, à placentation pariétale, et est fusionné au péricarpe. Il contient de très nombreux ovules fasciculés-pendants (Figure 7).

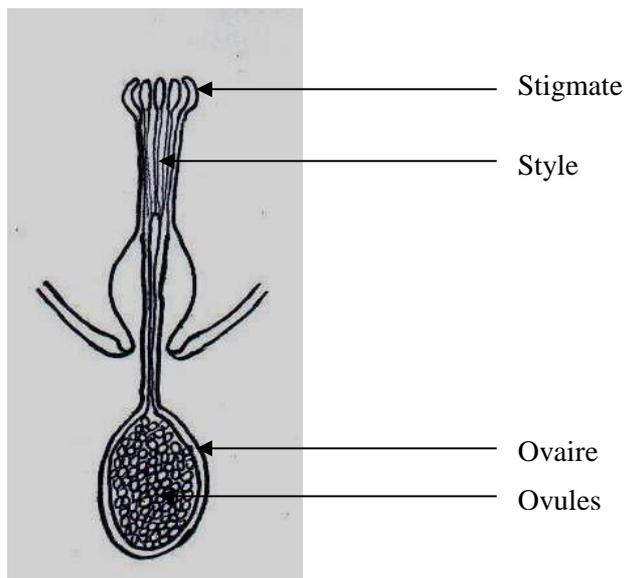


Figure 7: Coupe du gynécée d'*Opuntia monacantha*

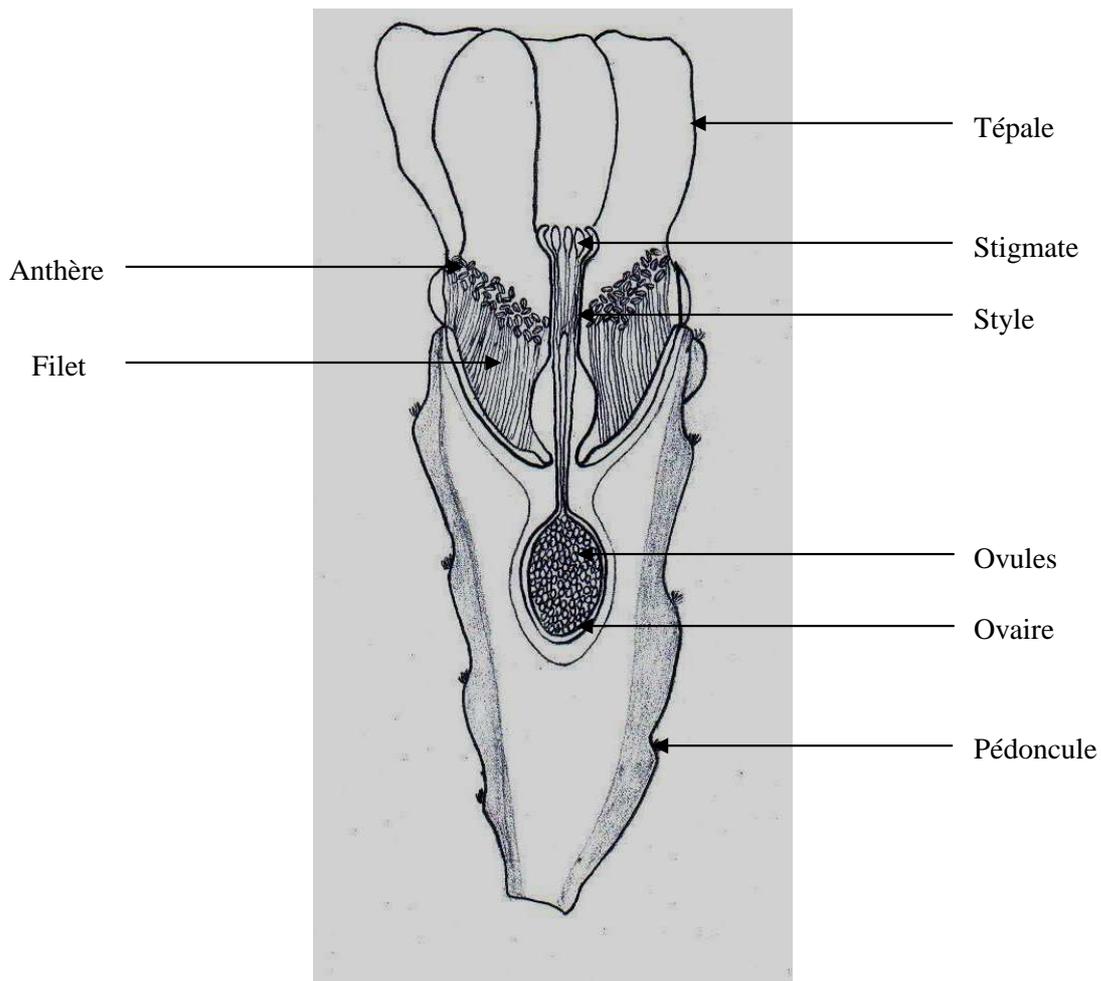


Figure 8: Coupe longitudinale d'*Opuntia monacantha*

Ces fleurs se développent généralement en fruits.

Fruits : baies comestibles, en forme d'œuf, de 7 à 9 cm de long, jaunes à pourpres, couvertes de courtes épines. Ces fruits contiennent de nombreuses graines de 5 mm environ engluées dans un mucilage.

Racines : Les racines de cette espèce forment des réseaux étendus situés près de la surface du sol, quelques rares plus profondes ayant essentiellement un rôle de fixation.

4-1-4-3- Phénologie de l'espèce

➤ La floraison

La période de floraison d'*Opuntia monacantha* dans la région de Beza Mahafaly s'étend entre le mois d'Octobre au mois de Février.

➤ **La fructification**

La fructification de cette espèce commence vers la fin du mois de décembre et se termine le mois de mars.

Tableau 4: Phénologie d'*Opuntia monacantha*

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Floraison												
Fructification												

Source : Personnel de l'ANGAP, 2004

4-1-5- Quelques points essentiels sur la biologie de l'espèce

Dissémination des graines

La consommation des fruits de *Opuntia monacantha* par les hommes et/ou les animaux permet la dissémination des graines.

Tempérament

Opuntia monacantha est une espèce à tempérament héliophile de type pionnier. Ainsi, elle nécessite une luminosité maximale (ou même en plein soleil) pendant toutes ses étapes de développement.

Mode de régénération

La reproduction d'*Opuntia monacantha* est très performante. En effet, l'espèce se multiplie très facilement par bouturage à partir de raquettes tombées à terre. Autrement dit, ce cactus envahirait un champ très rapidement, car chaque partie de la plante rompue, y compris fruits, pourrait enraciner et donner une nouvelle plante. Une bouture est capable de produire des graines dès l'âge de 3 ans (BINGGELI, 2003).

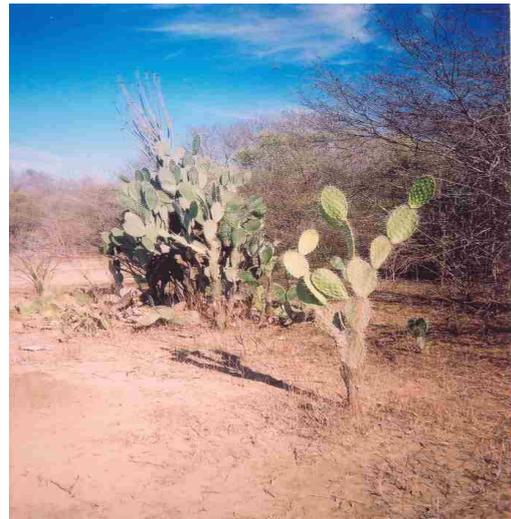
Etat de développement

L'espèce présente 3 états de développement (Photo 7) qui sont :

- **la régénération** : par définition, un individu est en état de régénération s'il a une hauteur inférieure à 0,65m ;
- **l'état jeune** : ce sont les individus ayant une hauteur comprise entre 0,65 m et 2,50m ;
- **les plantes adultes** ont une hauteur supérieure à 2,50 m.



Régénération



Jeune



Adulte

Photo 7: Les états de développement d'*Opuntia monacantha*

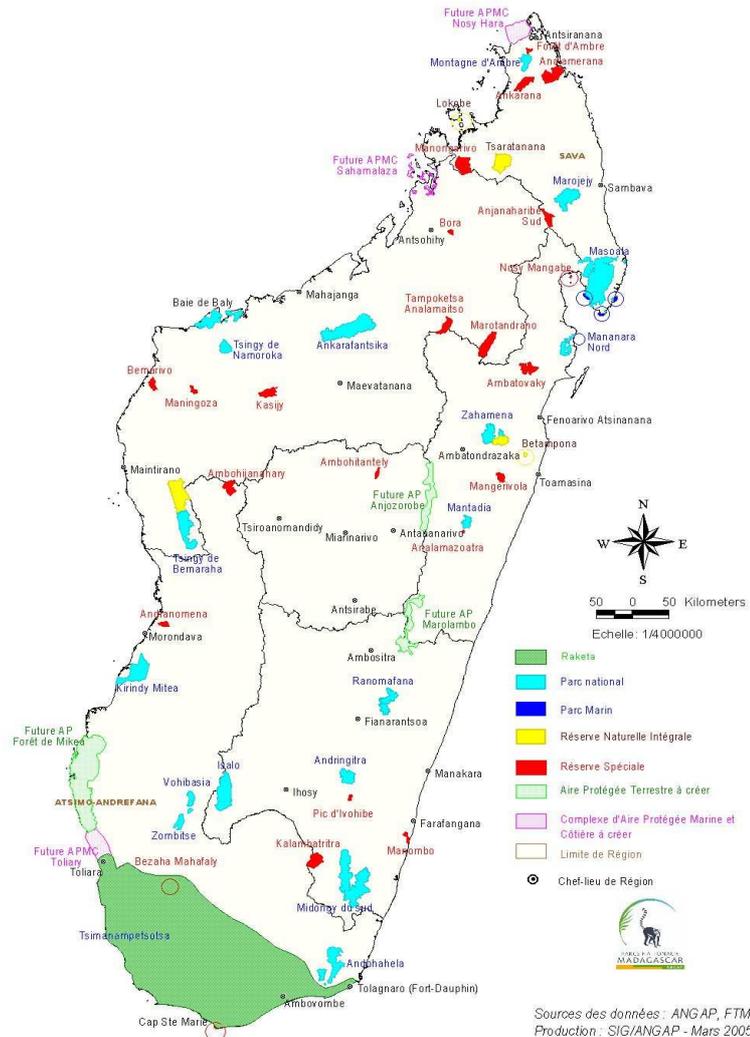
4-1-6- Historique

Les espèces d'*Opuntia* sont originaires des régions tropicales et subtropicales d'Amérique et elles ont été naturalisées dans les régions tropicales du monde entier. Les *Opuntia* sont cultivés comme aliments du bétail dans les terres arides d'Amérique du Nord.

Le cas malgache est assez intéressant, d'autant que les colonisateurs français y ont joué un grand rôle. L'espèce *Opuntia monacantha* a été introduite en 1769 à Fort Dauphin afin de sécuriser le camp contre les attaques des rebelles malgaches, par la création de haies vives. Il s'est ensuite répandu dans l'île, surtout dans le sud-ouest de Madagascar et a été adopté rapidement par les Malgaches comme haie vive ou comme fourrage pour les très nombreux zébus, élevés notamment en prévision des cérémonies funéraires.

4-1-7- Habitat et répartition

Les *Opuntia* poussent dans les milieux secs, arides ou même rocheux perturbés comme les bords de routes, les friches, les prairies surpâturées, les anciennes terrasses abandonnées. On peut les retrouver aussi sur les berges des rivières. A Madagascar, on la rencontre dans toute la partie Sud et Sud-Ouest de l'île notamment sur l'axe Tuléar–Fort-Dauphin (Carte 5).



Carte 5 : Répartition des espèces d'*Opuntia* à Madagascar

Source : SIG/ANGAP, 2005

D'après cette carte de distribution des espèces d'*Opuntia* à Madagascar, il est remarqué que deux (2) Aires Protégées, notamment la RS de Beza Mahafaly et la RS de Cap Sainte Marie sont envahies par des espèces d'*Opuntia*. C'est surtout l'espèce *Opuntia stricta* qui se trouve dans la RS de Cap Sainte Marie.

4-2- LES ESPECES D'OPUNTIA RENCONTREES DANS LA REGION DE BEZA MAHAFALY

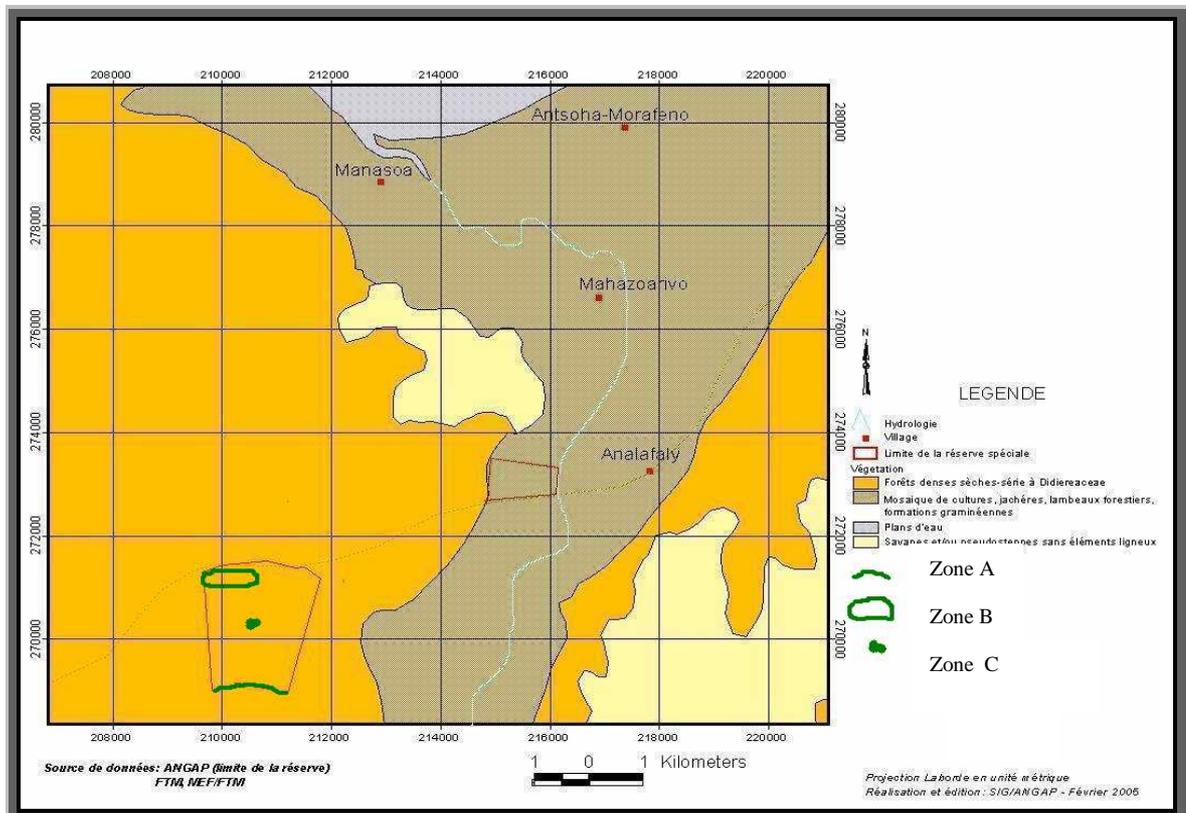
Trois espèces d'*Opuntia* ont été répertoriées dans la région de Beza Mahafaly. Ce sont :

- Opuntia monacantha*
- Opuntia stricta*
- Opuntia sp.*

Les deux (2) premières espèces sont envahissantes, surtout *Opuntia stricta* (heureusement qu'elle n'est pas trouvée dans la zone à protéger), alors que la dernière ne l'est pas et la moins rencontrée dans la région. Toutes les trois (3) sont utilisées comme haies vives pour les villages et les champs de culture. Les villageois préfèrent le plus ces deux premières espèces, du fait qu'elles leur procurent de fruits et servent d'aliments pour les bétails.

4-3- ZONES D'OCCUPATION ET UTILISATIONS D'OPUNTIA MONACANTHA

➤ Les observations effectuées dans la parcelle 2 de la R.S. de Beza Mahafaly ont permis de repérer toutes les zones occupées par *Opuntia monacantha* (Photo 8). Les coordonnées géographiques de chaque zone ont été relevées pour pouvoir suivre la réaction de la végétation face à la prolifération d'*Opuntia monacantha* et également pour apprécier le degré de perturbation causé par cette espèce. Ainsi, dans la parcelle 2, sur trois (3) zones se localise de l'espèce (Carte 6) :



Carte 6: Localisation d'*Opuntia monacantha* dans la parcelle 2 de la RS

Source : SIG /ANGAP, 2005

❖ **Zone A** : sur la limite Sud de la 2^{ème} parcelle, au bord de la route menant à Betioty-Sud. L'espèce a été plantée sur cette zone en 1988 pour matérialiser la limite de la 2^{ème} parcelle comme il a été fait avec des rangées de fils barbelés pour la première parcelle.

❖ **Zone B** : sur la limite Nord-Ouest de cette 2^{ème} parcelle. Sur cette zone, des champs de culture inclus dans la Réserve Spéciale sont clôturés par une plantation d'*Opuntia monacantha* dans le but d'empêcher la divagation de bétails à l'intérieur des champs pouvant endommager les produits. Désormais, cette espèce commence à envahir la Réserve.

❖ **Zone C** : sur le centre de la 2^{ème} parcelle, l'espèce *Opuntia monacantha* a été plantée par un éleveur pour constituer l'alimentation de ses bétails pendant la période sèche (Avril à Novembre). Les premiers individus ont été plantés il y a environ 15 ans. Et c'est à partir de ces plantes mères que l'éleveur prélève des boutures (qui peut être plantés pendant n'importe quel mois de l'année) pour être plantés dans le territoire (personnel de l'ANGAP, 2004). Cette espèce se répartit actuellement sur à peu près deux (2) hectares dans ce milieu.



Zone A



Zone B



Zone C

Photo 8: Les trois zones envahies par l'espèce *Opuntia monacantha*

➤ Les habitants de 5 villages dont Antevamena, Ambinda, Analafaly, Ampitanabo et Antaolabiby ont été enquêtés. Ces villages ont été choisis car ils se localisent autour de la Réserve (Carte 4) et surtout parce que les propriétaires de bétails laissent paître leurs animaux à l'intérieur de la Réserve. Les discussions se rapportent surtout sur les connaissances des villageois concernant les *Opuntia* et également sur les utilisations de ces espèces dans leur vie quotidienne.

Utilisations d'*Opuntia monacantha*

❖ **Le fruit du raketa :**

- **un substitut de l'eau potable :** grâce à sa forte teneur en eau, le fruit d'*Opuntia monacantha* constitue un substitut de l'eau potable pendant la période de fructification (décembre à mars).
- **un aliment de base en cas de famine :** le fruit de raketa constitue un aliment de base dans beaucoup de régions de Madagascar, entre autre la région d'étude, pendant les périodes de famine, qui ont déjà frappé cette partie Sud et Sud Ouest de Madagascar. Durant ces périodes, c'est très rare que l'on trouve au marché les fruits de raketa, contrairement à ce que l'on constate ces dernières années.

Il existe différentes façons pour consommer les fruits de raketa dont voici quelques unes :

-la première et la plus simple consiste à éplucher le fruit et à consommer immédiatement la pulpe charnue et juteuse.

-la seconde consiste à mélanger avec de la cendre une quantité de pulpes découpées en morceaux. Le mélange est ensuite introduit dans unealebasse (gorogoro) dans laquelle on la laisse macérer pendant une journée environ (Figure 9). Il se produit dans laalebasse une faible fermentation qui augmente légèrement le volume du mélange. Cette opération a pour effet de donner une certaine consistance à la pulpe et permet à celui qui la consomme de résister longtemps à la faim. Le plat ainsi préparé n'est pas servi aux hôtes dont le tube digestif n'y est pas habitué, de peur de provoquer des troubles intestinaux.

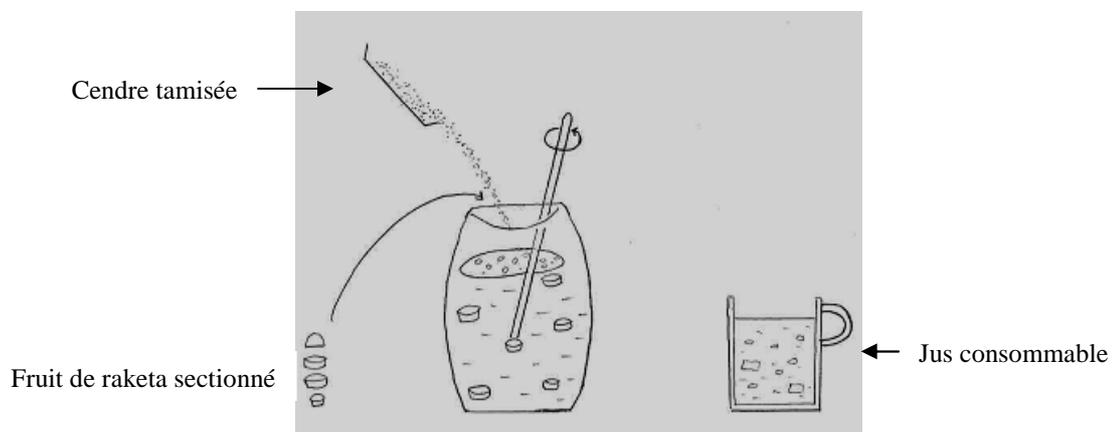


Figure 9: Préparation de fruit de raketa

- ❖ **Le raketa : un fourrage pour les bétails :** parmi les utilisations du raketa, dans cette partie sud de l'île, notons également le fait qu'il constitue un fourrage très apprécié par les bétails. Pendant la période sèche, il constitue la seule alimentation du bétail (bovin, ovin, caprin). Les feuilles coupées et rassemblées sont brûlées afin d'en enlever les épines. Elles sont ensuite données au bétail. Les zébus se nourrissant des feuilles de raketa ainsi préparées parviennent à résister à la soif pendant des mois sans s'abreuver.

- ❖ **Le raketa utilisé comme borne, haie et parc :** le raketa est planté par les habitants de Beza Mahafaly pour servir de « borne verte » pour délimiter les champs de culture. C'est surtout pour éviter la divagation des bétails à l'intérieur des champs pouvant endommager les produits. Il est également utilisé pour clôturer le village. Enfin, le raketa sert de parc pour le troupeau.

4-4- ANALYSE SYLVICOLE ET ETUDE DE L'ENVAHISSEMENT

D'OPUNTIA MONACANTHA

Rappelons que l'objectif de cette étude est de connaître l'état de la forêt face à la prolifération d'*Opuntia monacantha*.

4-4-1-Analyse structurale des espèces floristiques

4-4-1-1-Structure floristique

➤ *La composition floristique*

Pour les zones envahies par *Opuntia monacantha*

Les zones envahies par *Opuntia monacantha* sont composées de 57 espèces appartenant à 32 familles (cf. Annexe). Les dix (10) premières espèces pour chaque seuil d'inventaire sont représentées dans le tableau 5, suivant leur abondance relative.

Tableau 5: Composition floristique dans les zones envahies par *Opuntia monacantha*

Seuil d'inventaire	Espèces dominantes	Famille	Nb*	%**
$d_{1.30} \geq 15 \text{ cm}$	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	36	28,13
	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	24	18,75
	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	15	11,72
	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	14	10,94
	<i>Gyrocarpus americanus</i>	GYROCARPACEAE	9	7,03
	<i>Tamarindus indica</i>	CAESALPINACEAE	8	6,25
	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	5	3,91
	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	4	3,13
	<i>Albizia tulearensis</i>	MIMOSACEAE	3	2,34
	<i>Calopixis sp.</i>	COMBRETACEAE	3	2,34
$5 \leq d_{1.30} < 15\text{cm}$	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE	97	19,92
	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	68	13,96
	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	58	11,91
	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	49	10,06
	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	41	8,42
	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	40	8,21
	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	24	4,93
	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	20	4,11
	<i>Mimosa delicatuta</i>	MIMOSACEAE	19	3,90
	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	14	2,87
$d_{1.30} < 5\text{cm}$	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	185	17,57
	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	144	13,68
	<i>Dichrostachys humbertii</i>	MIMOSACEAE	96	9,12
	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE	66	6,27
	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	63	5,98
	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	60	5,70
	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	56	5,32
	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	43	4,08
	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	38	3,61
	<i>Tallinella grevea</i>	PORTULACACEAE	31	2,94

* Nombre d'individus inventoriés

** Abondance relative par rapport au nombre total d'individus inventoriés

Les zones envahies par l'espèce *Opuntia monacantha* présentent une dominance de l'espèce *Alluaudia procera* de la famille des DIDIEREACEAE, pour les gros arbres de $D_{1.30m} \geq 15 \text{ cm}$. Cette famille est d'ailleurs l'une des familles caractéristiques de cette région Sud-Ouest de Madagascar. Les espèces *Euphorbia tirucalii* de la famille des EUPHORBIACEAE et *Cedrelopsis grevei* des RUTACEAE sont également importantes dans ce seuil d'inventaire. L'espèce *Grewia franciscana* de la famille des MALVACEAE est la plus nombreuse dans le seuil d'inventaire : $5 \leq D_{1.30m} < 15\text{cm}$ suivies d'*Euphorbia tirucalii* et de *Cedrelopsis grevei*. La régénération naturelle est dominée par les espèces *Croton geayi* de la famille des EUPHORBIACEAE et *Dichrostachys humbertii* de la famille de MIMOSACEAE, à part l'espèce *Cedrelopsis grevei* qui tient encore le premier rang dans cette catégorie d'inventaire.

Pour les zones non envahies

On rencontre, par contre, 68 espèces appartenant à 34 familles dans les zones non envahies par *Opuntia monacantha* (cf. Annexe). On peut donc affirmer qu'il y a plus d'espèces et plus de tiges dans ces zones par rapport à celles envahies par *Opuntia monacantha*. Les dix (10) premières espèces pour chaque seuil d'inventaire sont représentées dans le tableau 6, suivant leur abondance relative.

Tableau 6: Composition floristique dans les zones non envahies par *Opuntia monacantha*

Seuil d'inventaire	Espèces dominantes	Famille	Nb*	%**
d_{1.30} ≥ 15 cm	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	25	22,32
	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	19	16,96
	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	13	11,61
	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	12	10,71
	<i>Gyrocarpus americanus</i>	GYROCARPACEAE	10	8,93
	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	9	8,04
	<i>Tamarindus indica</i>	CAESALPINACEAE	6	5,36
	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	5	4,46
	<i>Euphorbia leucodendron</i>	EUPHORBIACEAE	3	2,68
	<i>Albizia tulearensis</i>	MIMOSACEAE	3	2,68
5 ≤ d_{1.30} < 15cm	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE	102	19,35
	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	70	13,28
	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	69	13,09
	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	64	12,14
	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	33	6,26
	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	32	6,07
	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	27	5,12
	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	18	3,42
	<i>Mimosa delicatuta</i>	MIMOSACEAE	14	2,66
	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	13	2,47
d_{1.30} < 5cm	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	251	18,35
	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	214	15,64
	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE	97	7,09
	<i>Dichrostachys humbertii</i>	MIMOSACEAE	96	7,02
	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	82	5,99
	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	66	4,82
	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	62	4,53
	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	61	4,46
	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	38	2,78
	<i>Physena sessiliflora</i>	FLACOURTIACEAE	33	2,41

* Nombre d'individus inventoriés

** Abondance relative par rapport au nombre total d'individus inventoriés

Les zones loin de la menace causée par cette espèce envahissante présentent une dominance de *Alluaudia procera* de la famille des DIDIEREACEAE, pour les gros arbres de $D_{1.30m} \geq 15$ cm suivies des espèces *Euphorbia tirucalii* de la famille des EUPHORBIACEAE et *Cedrelopsis grevei* des RUTACEAE. *Grewia franciscana* de la famille des MALVACEAE est la plus nombreuse dans le seuil d'inventaire : $5 \leq D_{1.30m} < 15$ cm. La régénération naturelle est toujours dominée par *Cedrelopsis grevei*, *Croton geayi* et *Dichrostachys humbertii*.

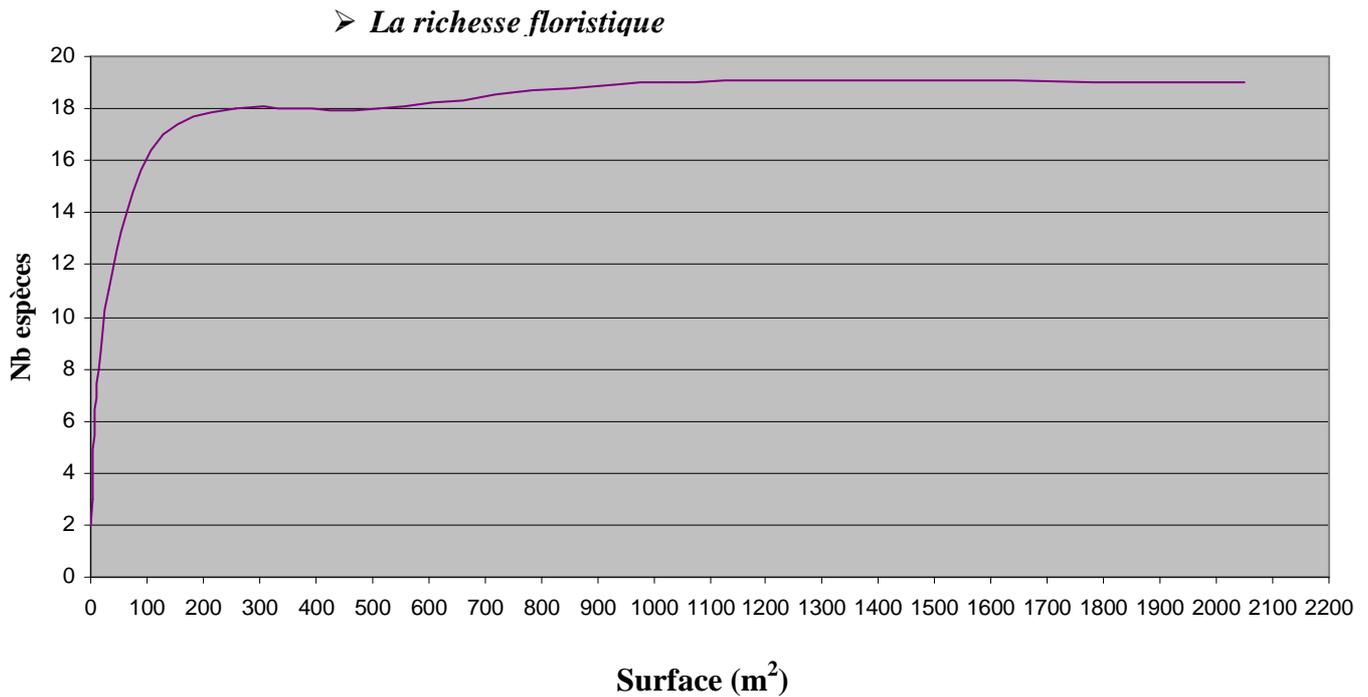


Figure 10: Courbe Aires-espèces

Le nombre d'espèces augmente au fur et à mesure que la surface s'accroît. Par contre, il devient stationnaire à partir d'une certaine valeur de surface. D'après la figure 10, le nombre d'espèce est de 19 avec une surface de 1024m². Pour les zones non envahies par *Opuntia monacantha*, le nombre d'espèces est de 22 avec cette superficie de 1024m².

➤ *La diversité floristique*

Elle montre la répartition des espèces entre les individus présents. Elle est exprimée par le Coefficient de Mélange (CM).

Dans les zones envahies par l'espèce *Opuntia monacantha*, toutes les placettes d'inventaire considérées, le CM est égale à 1/30. Cette valeur indique qu'on note une nouvelle espèce à chaque 30 individus inventoriés. Cela montre que la zone d'étude (celle envahie par *Opuntia monacantha*) a une faible diversité floristique (la forêt a donc tendance à être homogène), par rapport aux zones non envahies par *Opuntia monacantha*, qui a un CM égal à 1/15. En effet, le nombre d'individus (N/ha) est élevé, du fait que la forêt xérophytique est surtout composée d'arbres de petite taille. Elle est composée de rajeunissement de *Cedrelopsis grevei* et de *Croton geayi*.

4-4-1-2-Structure spatiale

Elle étudie :

➤ *Analyse horizontale*

a) Abondance

Tableau 7: Différence d'abondance au niveau des zones envahies par *Opuntia monacantha*

	Zone A		Zone B		Zone C	
	N/Ha	%	N/Ha	%	N/Ha	%
<i>Opuntia monacantha</i>	495	19,91	807	24,78	307	18,64
Autres espèces	1992	80,09	2450	75,22	1340	81,36
Total	2487	100	3257	100	1647	100

L'étude de l'abondance d'*Opuntia monacantha* dans chaque zone est très intéressante. En effet, elle exprime l'association de l'espèce étudiée avec les autres espèces. D'après le tableau 6, le nombre d'*Opuntia monacantha* dans la zone B est le plus élevé avec 807 individus soit 24,78%. C'est en tout cas, à cause de la proximité de cette zone B au village (Antaolabiby), sachant que l'être humain et le bétail sont parmi les facteurs de propagation de l'espèce. De plus, *Opuntia monacantha* y est présente comme bornes de champs de culture, donc il y a en permanence présence humaine ou même bétail. Et c'est la zone C qui a le moins d'*Opuntia monacantha* (307 soit 18,64%). Toutefois, il n'y a pas de différence significative entre les abondances des trois (3) zones étudiées.

Tableau 8: Abondance au niveau des zones non envahies par *Opuntia monacantha*

	Zone A*		Zone B*		Zone C*	
	N/Ha	%	N/Ha	%	N/Ha	%
<i>Opuntia monacantha</i>	0	0	0	0	0	0
Autres espèces	2079	100	2633	100	1891	100
Total	2079	100	2633	100	1891	100

* non envahie

En comparant les abondances des zones envahies par *Opuntia monacantha* avec celles des zones non envahies (Tableau 8), on peut constater que le nombre des individus des « autres espèces » (N/Ha) est plus élevé pour les zones non envahies. Cela est expliqué par le fait que les individus de ces espèces occupent presque toutes les surfaces, c'est-à-dire à clairières plus faibles ; contrairement aux autres zones sur lesquels les individus d'*Opuntia monacantha* se développent sur des endroits ouverts ce qui réduirait, par conséquent, le nombre des autres espèces.

b) Dominance

Tableau 9: Différence de dominance au niveau des zones envahies par *Opuntia monacantha*

G (m ² /Ha)	Zone A	Zone B	Zone C
Dominance absolue	0,58	0,68	2,275
Dominance relative (%)	16,40%	19,24%	64,36%

L'étude de cette dominance concerne uniquement les autres espèces c'est-à-dire les espèces en association avec *Opuntia monacantha*. En fait, l'espèce étudiée n'a pas de $d_{1,30\text{ m}}$ pour pouvoir en déduire la dominance.

En effet, cette surface terrière (G) qui exprime la dominance donne une idée sur le degré de remplissage de la forêt. Etant donné que l'espèce *Opuntia monacantha* est une espèce héliophile, son développement dépend de ce degré de remplissage. Ainsi, pour les trois (3) zones étudiées, la surface est peu couverte favorisant le développement d'*Opuntia monacantha* du fait que cette espèce reçoit de la lumière pendant toute la journée. Toutefois, la zone C ayant 64,36% de dominance a un taux d'envahissement moins élevé (18,64%) par rapport aux deux autres zones, mais son degré de remplissage est plus élevé, c'est-à-dire que les arbres qui composent cette zone C ont un diamètre plus élevé en nombre élevé. Par contre, la zone B est abondante en petites tiges.

Tableau 10 : Dominance au niveau des zones non envahies par *Opuntia monacantha*

G (m ² /Ha)	Zone A*	Zone B*	Zone C*
Dominance absolue	1,04	1,22	2,81
Dominance relative (%)	20,51%	24,06%	55,42%

* non envahie

Le tableau 10 montre que la surface terrière est plus élevée pour les zones non envahies par *Opuntia monacantha* par rapport à celles en présence de l'espèce envahissante (Tableau 9). Et c'est la zone C qui a le degré de remplissage le plus élevé, par le fait que la végétation de cette zone est constituée par des tiges de gros diamètre.

c) Contenance ou Volume

Tableau 11: Différence de volume au niveau des zones envahies par *Opuntia monacantha*

Zone	Vf (m ³ /ha)	Vt (m ³ /ha)
A	1,75	2,00
B	1,25	3,03
C	3,87	10,02

V_t: Volume total

V_f: Volume du fût

D'après le tableau 11, le volume (du fût et total) des « autres espèces » pour la zone C est le plus élevé par rapport aux deux autres. Cela est expliqué par le fait que cette zone n'est pas très exploitée par les villageois. En fait, elle se trouve au centre de la parcelle 2, et les villageois ont tendance à exploiter la forêt à proximité de leur village. Ainsi, les seules menaces sur cette zone sont la divagation du bétail et l'envahissement d'*Opuntia monacantha*.

Tableau 12 : Volume au niveau des zones non envahies par *Opuntia monacantha*

Zone	Vf (m ³ /ha)	Vt (m ³ /ha)
A*	2,11	2,74
B*	1,89	3,325
C*	4,24	11,51

V_t: Volume total

V_f: Volume du fût

* non envahie

Il est à remarquer que les volumes pour ces zones sont plus élevés (tableau 12) par rapport aux zones envahies par *Opuntia monacantha*.

Bref, les zones non envahies par *Opuntia monacantha* ont plus de tiges, ce qui est, d'ailleurs, constaté par tous les résultats des analyses structurales. On peut donc en déduire que la présence de cette espèce envahissante dans les différentes zones réduisait le nombre des individus des « autres espèces » en association avec elle, par le fait que cette espèce exige un endroit à canopée ouverte : c'est, en effet, une espèce héliophile.

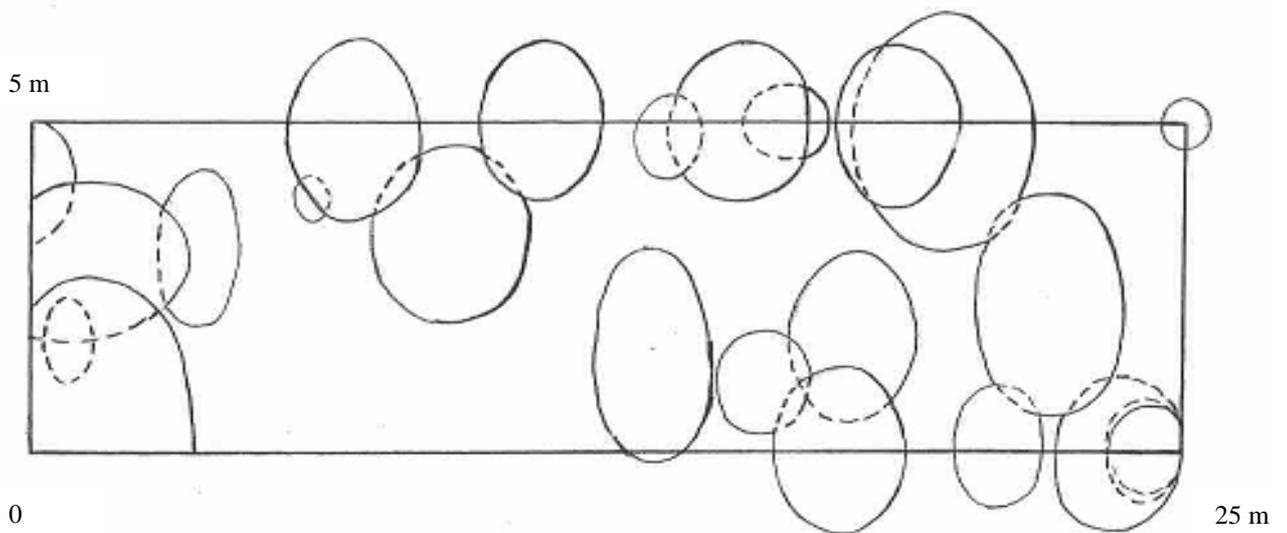
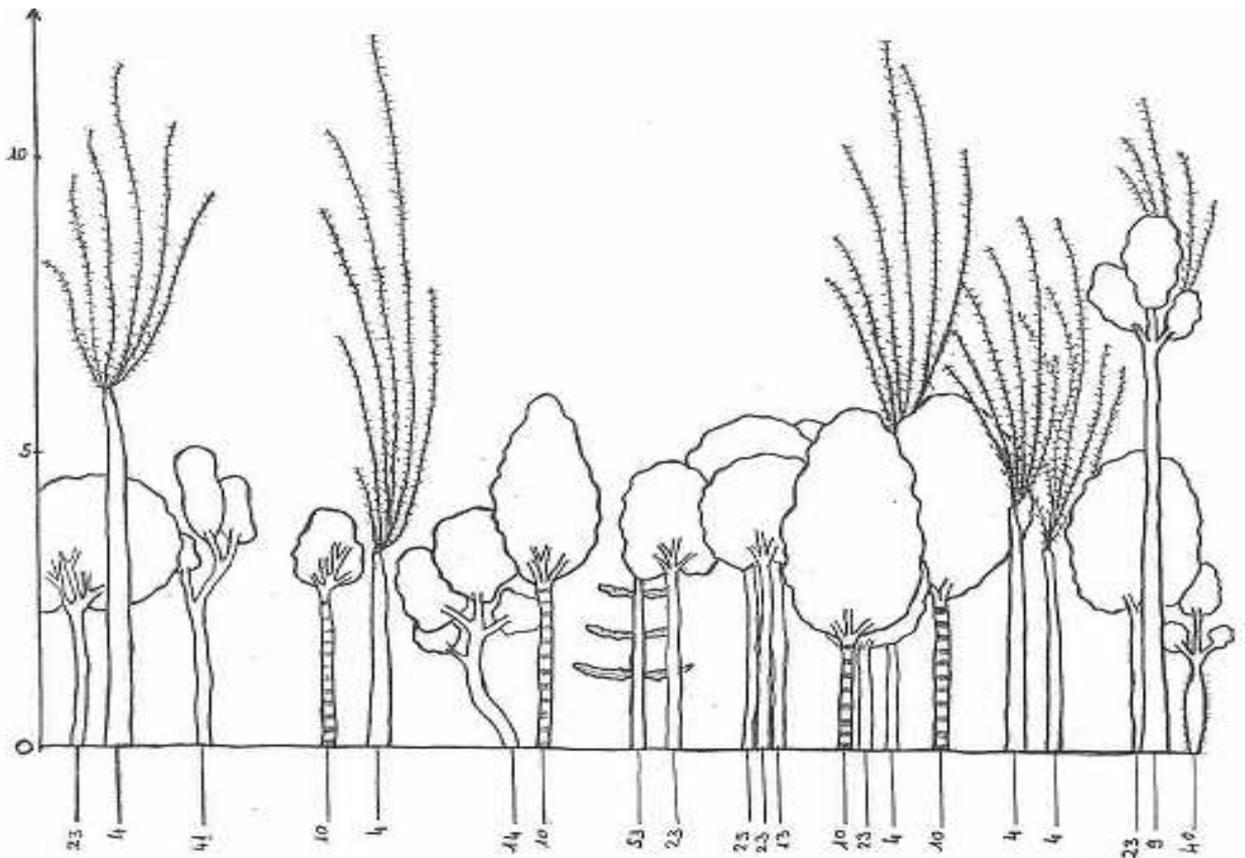
➤ Analyse verticale

Pour caractériser la structure verticale, nous considérons :

-le profil structural qui montre le degré de recouvrement de la forêt intacte et celles envahies par *Opuntia monacantha*.

-la structure des hauteurs qui montre le type de stratification de la forêt où se trouve l'espèce (Figure 15).

H (m)

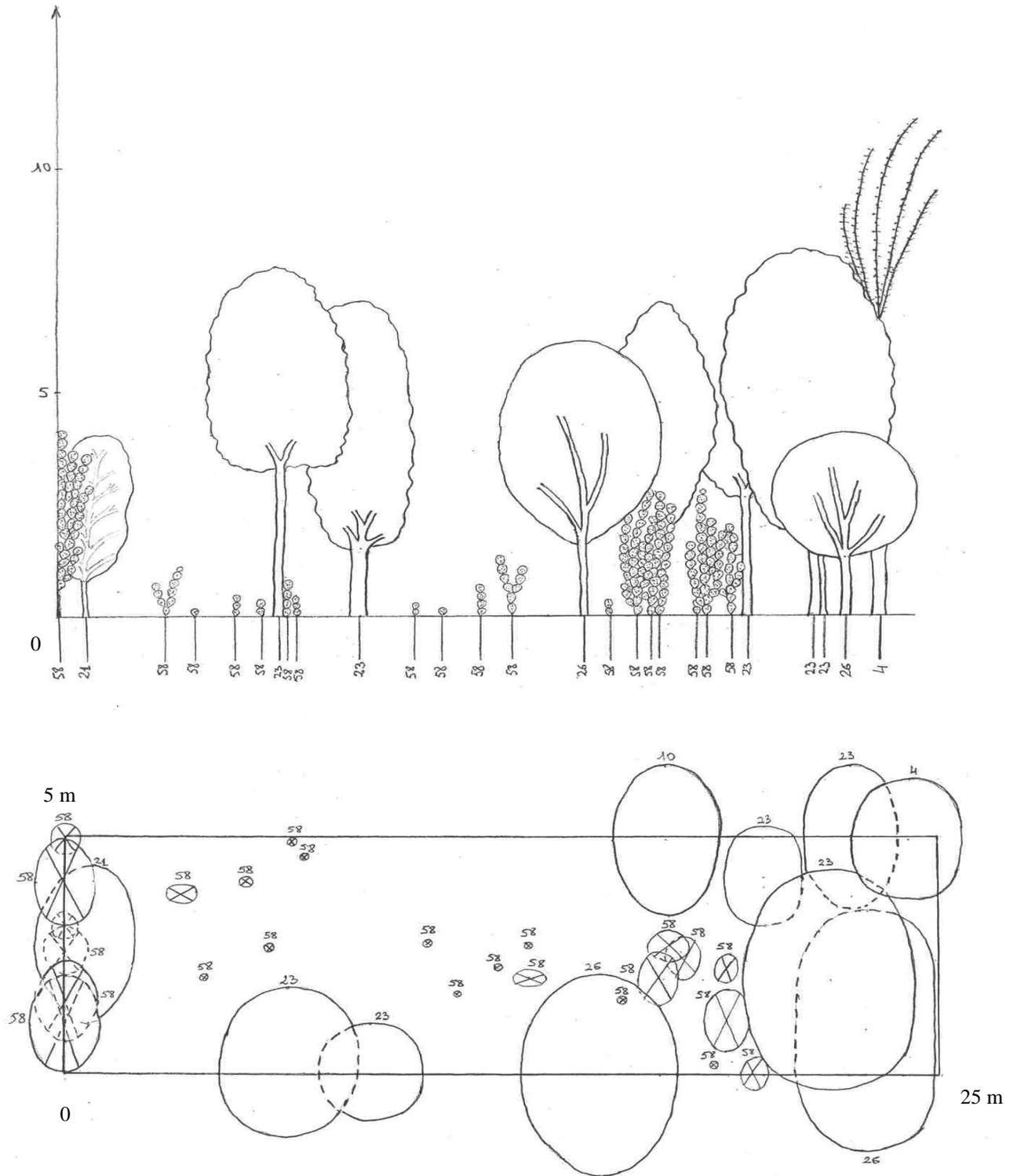


LEGENDE :

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 4 <i>Alluandia procera</i> | 23 <i>Euphorbia tirucallii</i> |
| 9 <i>Calopixis sp.</i> | 40 <i>Pachypodium rutenbergianum</i> |
| 10 <i>Cedrelopsis grevei</i> | 41 <i>Phyllanthus decoryanus</i> |
| 13 <i>Commiphora aprevalii</i> | 53 <i>Terminalia seyrigii</i> |
| 14 <i>Commiphora brevicalyx</i> | |

Figure 11: Profil structural d'une zone non envahie par *Opuntia monacantha*

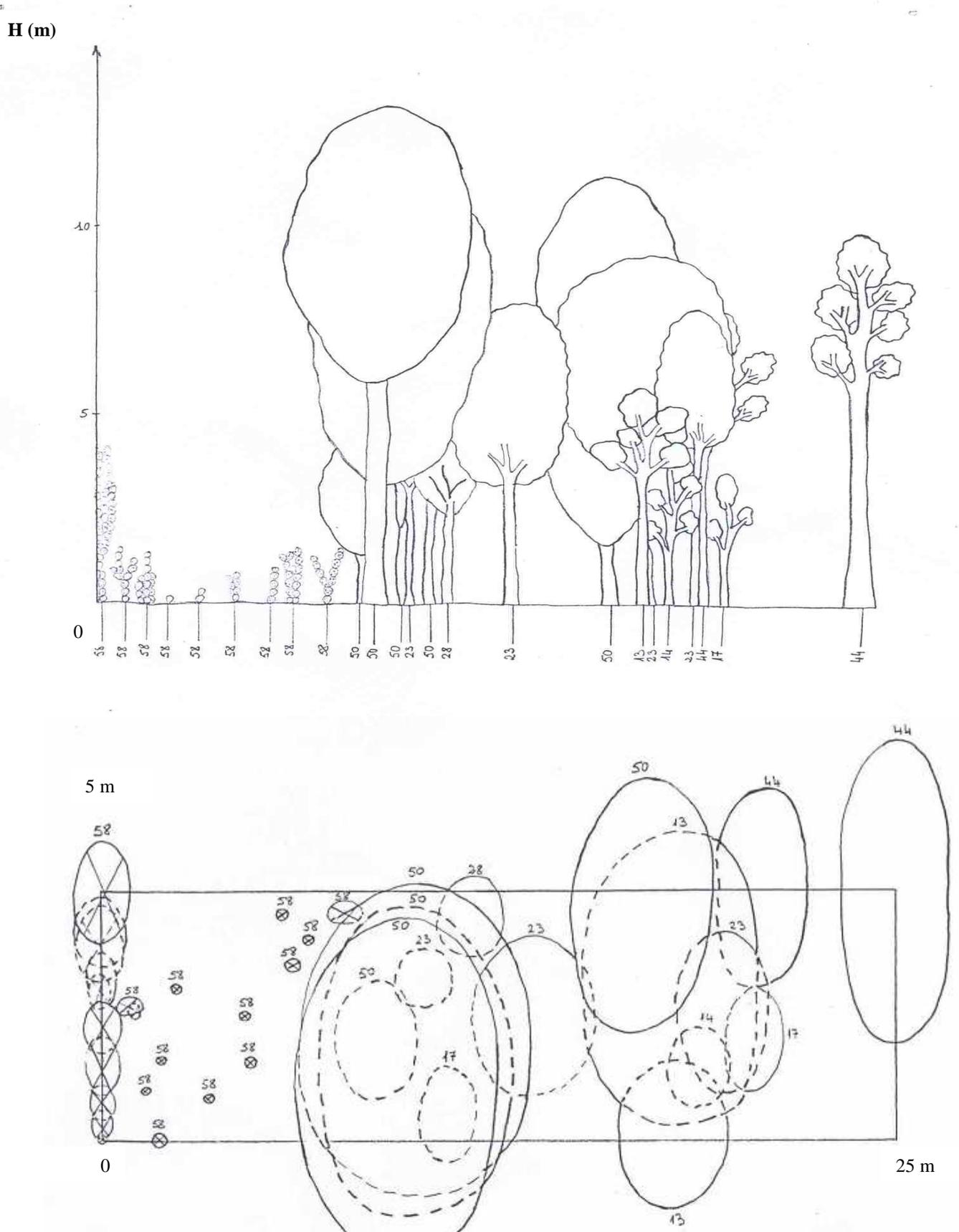
H (m)



LEGENDE :

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 4 <i>Alluaudia procera</i> | 23 <i>Euphorbia tirucalli</i> |
| 10 <i>Cedrelopsis grevei</i> | 26 <i>Grewia grevei</i> |
| 21 <i>Dichrostachys humbertii</i> | 58 <i>Opuntia monacantha</i> |

Figure 12: Profil structural de la zone A



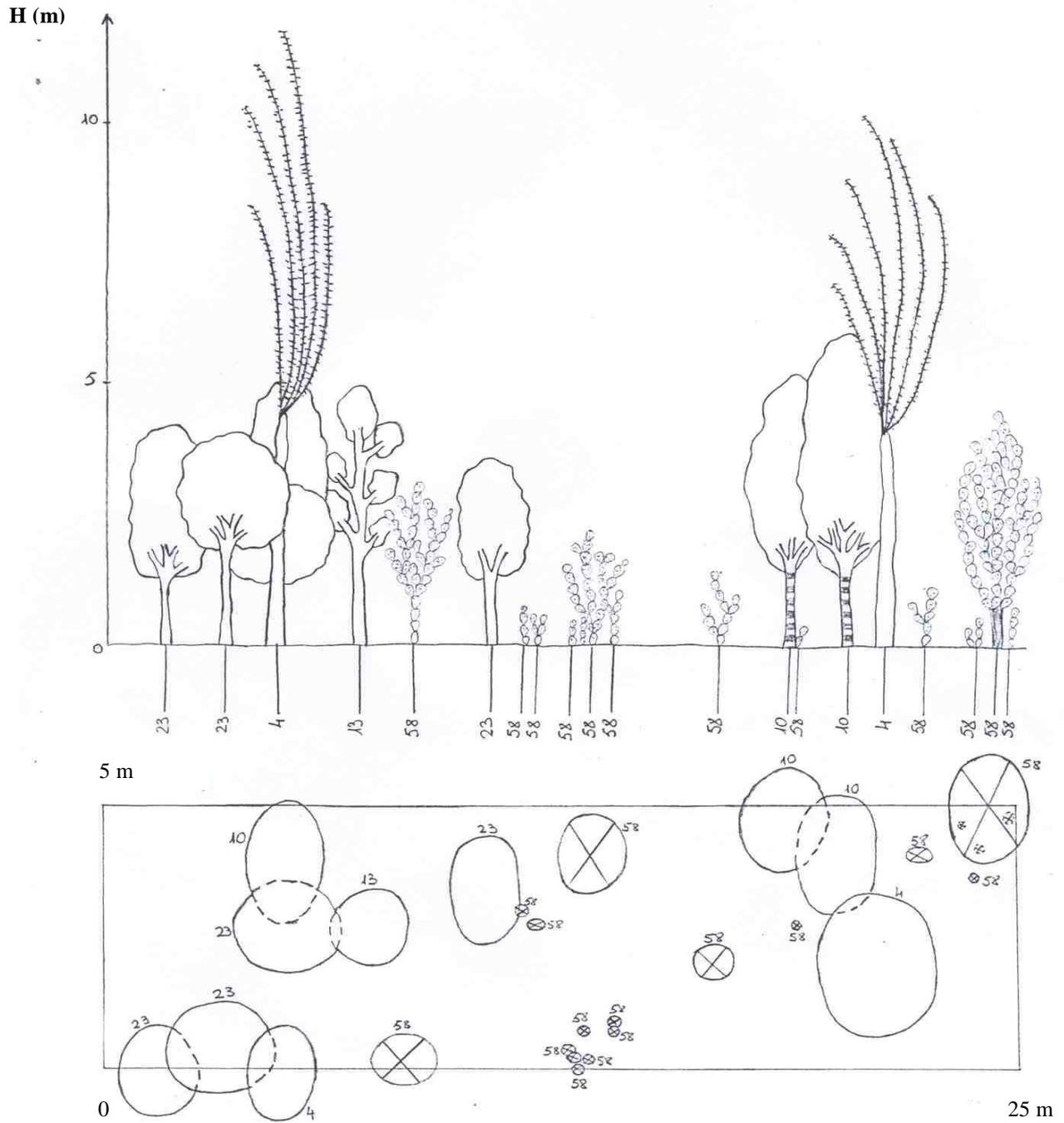
LEGENDE:

10 *Cedrelopsis grevei*
13 *Commiphora aprevalii*

17 *Commiphora simplicifolia*
23 *Euphorbia tirucallii*

44 *Rhigozum madagascariensis*
58 *Opuntia monacantha*

Figure 13: Profil structural de la zone B



LEGENDE :

- 4 *Alluaudia procera*
- 10 *Cedrelopsis grevei*
- 13 *Commiphora aprevalii*
- 23 *Euphorbia tirucallii*
- 58 *Opuntia monacantha*

Figure 14: Profil structural de la zone C

Les quatre (4) profils structuraux montrent que le nombre des arbres ayant atteint le seuil de diamètre ($d_{1,30m} \geq 5\text{cm}$) considéré est rare dans la forêt. La hauteur moyenne de la voûte pour la zone intacte (non envahie par *Opuntia monacantha*) et la zone C est de 6 m. Les zones A et B ont respectivement une hauteur de canopée de 8 m et 10 m.

Ces figures ressortent également que *Opuntia monacantha* se développe, dans la majeure partie, dans des endroits ouverts, ce qui nous amène à affirmer que c'est une espèce héliophile. En effet, la canopée de la zone non envahie par *Opuntia monacantha* est presque fermée (si on considère toutes les tiges).

La surface de la projection au sol de chaque appareil végétatif (d'*Opuntia monacantha* et des autres espèces) peut donner une estimation du degré de recouvrement de la forêt. Le recouvrement est en effet, une expression, en pourcentage, de la continuité de la couverture végétale. Le tableau 9 montre la surface occupée par chaque catégorie sur 1 ha.

Tableau 13: Degré de recouvrement pour chaque zone

	<i>Opuntia monacantha</i>	Autres espèces	Trouée	Total
A	721,2m²	1935,72m²	7343,08m²	10000m²
	7,21%	19,36%	73,43%	100%
B	816,55m²	2262,24m²	6921,21m²	10000m²
	8,16%	22,62%	69,21%	100%
C	477,6m²	1910,4m²	7612m²	10000m²
	4,78%	19,10%	76,12%	100%

D'après l'échelle de J. Braun-Blanquet (GUINOCHET, 1973), le pourcentage de *Opuntia monacantha*, qui est inférieur à 5% (4,78%), montre que cette espèce est simplement présente dans la zone C (recouvrement et abondance faible). Pour les zones A et B, le taux de recouvrement respectivement 7,21% et 8,16% est faible (taux supérieur à 5%).

Pour les autres espèces, la zone B a un recouvrement plus élevé par rapport à A et C.

Toutefois, nous aimerons préciser que les tiges ayant un diamètre inférieur à 5 cm ne sont pas, ici, considérées ; ce qui explique, en fait, le pourcentage très élevé des trouées. Mais, malgré cela, les trois (3) zones sont relativement ouvertes.

La structure des hauteurs établie ci-après est obtenue à partir de l'ensemble de toutes les placettes d'inventaire.

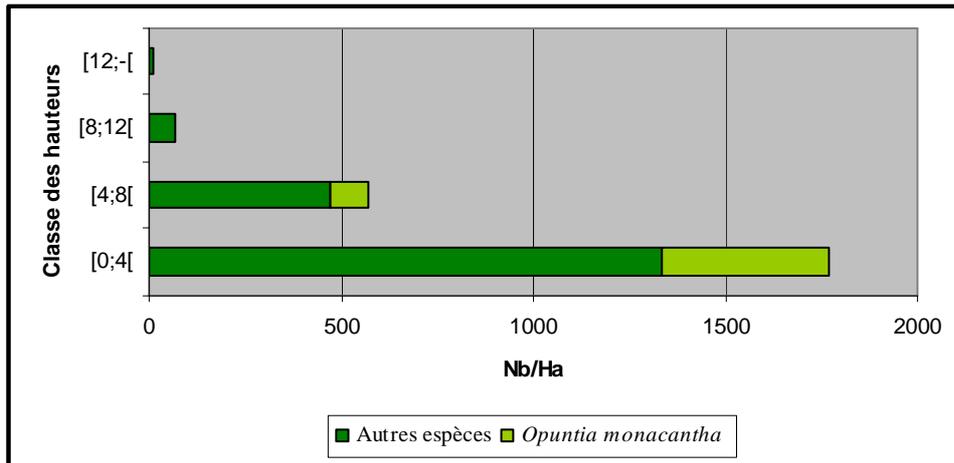


Figure 15: Structure des hauteurs dans les zones envahies par *Opuntia monacantha*

La forêt étudiée présente donc strates bien déterminées qui sont principalement :

- la strate des petits arbres qui est très abondante
- la strate moyenne
- la strate supérieure qui est de faible densité, elle est surtout composée d'*Alluaudia procera* et quelques autres espèces.

L'espèce *Opuntia monacantha* est un arbuste d'à peu près quatre (4) m de hauteur. Quelques plants parents peuvent dépasser ce 4 m. La figure 17 montre la répartition des individus de cette plante envahissante suivant leur état de développement.

4-4-1-3-Structure totale

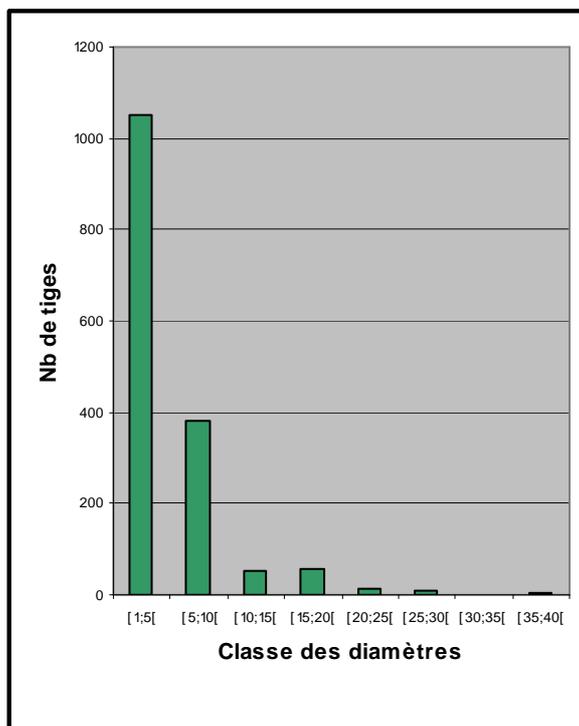


Figure 16: Structure totale de la forêt abritant l'espèce *Opuntia monacantha*

La courbe de la structure totale suit une allure exponentielle négative (Figure 16). La forêt a donc une structure relativement équilibrée. En effet, on remarque une abondance de régénérations et le nombre de tiges diminue au fur et à mesure que le diamètre augmente. Cela peut être expliqué par une exploitation antérieure.

4-4-2-Etude de l'envahissement d'*Opuntia monacantha*

4-4-2-1- Vitesse de propagation d'*Opuntia monacantha*

Les individus d'*Opuntia monacantha* ont été plantés vers 1988. Ils ont alors à peu près 16ans (pour les trois zones). D'après les relevés sylvicoles propres pour *Opuntia monacantha*, les individus de l'espèce les plus éloignés de la plante mère se trouvent à 28,50m pour la zone A, 30,25m pour B et 50,00m pour C. Ainsi, après des calculs simples, l'espèce s'éloigne de la plante mère d'à peu près 0,50m/an. Le tableau 10 montre le cas de chaque zone.

Tableau 14: Vitesse de propagation de l'espèce par rapport à l'année de plantation

Zone	Année de plantation	Nb/Ha en 2004	Vitesse de propagation (m/an)
A	1988	495	0,47
B	1988	807	0,52
C	1988	307	0.69

4-4-2-2-Modes de propagation de l'espèce

Le mode de dissémination probable des graines et les modes de reproduction d'*Opuntia monacantha* sont :

-La dissémination des graines par l'homme, les animaux et également par l'eau de pluie (ruissellement) en été (zinzoochorie). Elles sont donc transportées sur une certaine distance, s'y installent pour former une nouvelle plante.

-la reproduction par graine ou par bouture des jeunes cladodes.

Toutefois, les individus à l'état de développement « recru » (régénération) se présentent sous la même forme, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence particulière pour pouvoir distinguer les individus issus des graines ou ceux à partir des boutures.

4-4-2-3-Etat de la population d'*Opuntia monacantha*

La caractérisation de l'état de la population d'*Opuntia monacantha* a été effectuée de manière répartir les individus suivant leur état de développement. Ceci permet d'apprécier l'envahissement de l'espèce à travers le nombre de régénération qu'elle soit assurer par bouturage que par des graines disséminées

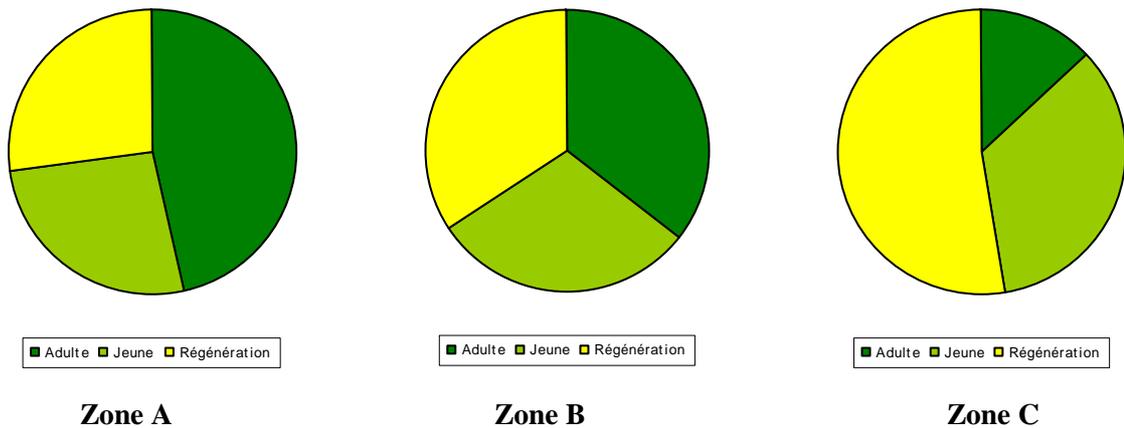


Figure 17: Répartition d’*Opuntia monacantha* selon leur état de développement

Ces figures montrent que dans la zone A, le nombre de plants adultes est beaucoup plus nombreux que celui des jeunes et des régénérations. Cela est expliqué par le fait que sur cette zone, *Opuntia monacantha* a été planté comme haies vives (pour matérialiser la limite de la Réserve). Pour la zone B, l’espèce est utilisée pour clôturer les champs de culture inclus dans la Réserve. Et dans cette zone, le nombre des individus est presque le même pour les états de développement de l’espèce. Son envahissement est accéléré par le fait que cette zone se trouve près d’un village, donc il y a présence permanente d’homme et de bétail. Pour la zone C, c’est la régénération d’*Opuntia monacantha* qui domine le territoire. En effet, une fois les plants plantés par les bouviers devenus adultes, ces derniers ont prélevé des boutures pour être plantés dans la zone.

4-4-2-4-Les conditions exigées par l’espèce

➤ *Description de chaque zone sur laquelle Opuntia monacantha pousse*

Tableau 15: Description des zones envahies par *Opuntia monacantha*

Facteurs physiques	Altitude (m)	Position topographique	Pente	Nature de la surface du sol
Zone A	166 à 189	Bas versant	Faible	Sol nu
Zone B	155 à 165			
Zone C	158			

L’altitude de chaque zone où on a effectué des inventaires à travers les placettes rectangulaires pour les études sylvicoles, a été relevée. Les résultats montrent que l’espèce se localise sur des zones entre 150 m et 190 m d’altitude, et au bas versant.

La RS se trouve sur une zone à pente relativement faible (3%), sur les collines, cette pente peut atteindre 40% à 50% ; mais nous avons remarqué, lors des études que *Opuntia monacantha* se trouve uniquement sur des terrains plats.

Sur le sol où l'espèce se développe est nu : il n'y a que ses propres matières organiques.

➤ *Etude pédologique*

Les résultats de ces études sont représentées comme suit :

▪ Caractères physiques du sol

Tableau 16: Les caractères physiques des échantillons de sol prélevés dans chaque zone

Zone	Granulométrie (%)			Perméabilité (K/h)	Densité réelle (g/cm ³)	Stabilité structurale (I _s)
	Argile	Limon	Sable			
A	26	32	42	0,32	2,5	1,8
B	10	8	82	4,77	2,6	0,151
C	32	41	27	1,23	2,5	1,09

- ✓ A partir de ces résultats granulométriques, la texture de chaque zone est déduite. Ainsi, la texture de chaque zone est différente. En fait, la zone A a une texture *limoneuse*, celle de B est *sable limoneuse* et C *limon argileuse*
- ✓ La densité réelle exprimée en g/cm³, pour les zones étudiées est presque la même (2.5g/cm).
- ✓ L'indice de stabilité est déduit à partir de la formule Log I_s. Ainsi, les trois (3) zones ont chacune un sol très stable (Log I_s < 1). C'est-à-dire qu'il n'y a aucune manifestation de désagrégation, un effet durable des sous-solages et labours profonds réalisés en conditions sèches.
- ✓ Concernant la perméabilité des zones étudiées, la zone B est plus perméable par rapport aux deux (2) autres.

▪ Caractères chimiques du sol

Tableau 17: Les caractères chimiques des échantillons de sol prélevés dans chaque zone

Zone	pH eau	pH KCL	Bases échangeables			MO	C	N _{total}	C/N	P ₂ O ₅ ass.
			Ca	Mg	K					
Unité			mé/100g	mé/100g	mé/100g	%	%	%	%	ppm
A	8,14	7,23	7,80	5,20	0,718	0,21	0,12	0,59	0,20	96,1
B	6,83	6,03	13,40	1,00	0,487	1,17	0,99	0,21	4,71	126,0
C	6,37	5,04	9,20	4,40	0,641	3,08	1,79	0,18	9,94	108,4

D'après le tableau 17 et selon les normes d'interprétation des analyses du sol (Manuel Forestier n°8) (Voir Annexe), il est déduit que les zones présentent une différence au niveau de quelques caractères chimiques du sol :

- ✓ Pour le pH eau, la zone A a un pH modérément alcalin (8,14); alors que pour la zone B, ce pH est neutre (6,83), et la zone C a un pH faiblement acide (6,37)
- ✓ Concernant les bases échangeables, les trois (3) zones ont une teneur en Ca très élevée (supérieure à 7). Cela est peut être expliqué par le fait que la région d'étude appartient au plateau « calcaire » de Mahafaly. La teneur en Mg pour les zones A et C est également très élevée mais pour la zone B, elle est moyenne. La teneur en K pour les trois (3) zones est comprise entre 0,4 et 0,8 mé/100g. Cette valeur indique que la teneur en K est élevée.
- ✓ La teneur en Azote (N) est élevée pour la zone C et même très élevée pour les deux (2) autres zones.
- ✓ Le rapport C/N est très bas pour la zone A (inférieur à 8), bas pour la zone B et normal pour C. Cela montre que les activités microbiennes des sols sont plus ou moins négligeables (donc pas de minéralisation)
- ✓ En outre, la quantité de MO est faible pour les trois (3) zones.
- ✓ Les trois zones ont une teneur élevée en Phosphore (P_2O_5) assimilable.

Les résultats de ces analyses physiques et chimiques des échantillons de sols prélevés à chaque zone font apparaître les caractères exigés ou tolérés de l'espèce. En effet, les sols sur lesquels *Opuntia monacantha* pousse sont assez riches, entre autre au niveau des bases échangeables et de l'Azote (N) total.

4-4-2-5-Influences de l'envahissement d'*Opuntia sp.*

➤ Influences sur la biodiversité

Les proliférations d'espèces envahissantes entraînent généralement une diminution de la biodiversité végétale. Cela est dû au caractère très compétitif des espèces envahissantes qui leur permet d'éliminer les espèces moins agressives. Ces invasions sont néfastes, surtout lorsque l'espèce concurrencée est endémique et rare, ou protégée.

Ainsi, dans la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly, l'envahissement d'*Opuntia monacantha* pourrait constituer un sérieux danger sur la biodiversité unique et caractéristique de cette Réserve. En effet, les impacts de la prolifération d'*Opuntia monacantha* ne sont pas encore reflétés sur la biodiversité. Néanmoins, ils ne tarderont pas à se manifester tant qu'aucune mesure n'est entreprise.

Par ailleurs, l'existence de ces individus d'*Opuntia monacantha* sur la limite de la Réserve et même à l'intérieur de la Réserve constitue une source d'attraction des bétails (Photo 9). A travers ces plantations, ils trouvent des nourritures, alors que le bétail tient la première place des causes de la perte en biodiversité dans la Réserve Spéciale.



Photo 9: Le bétail à l'intérieur de la RS (Parcelle 2)

➤ *Influences sur les pratiques humaines et sur le paysage*

-L'envahissement considérable des différentes espèces d'*Opuntia* dans la région toute entière peut faire obstacle aux quelques pratiques de la population notamment à la chasse et à l'agriculture. En fait, il gêne la circulation des personnes lors de la chasse et il diminue les surfaces cultivées. Ces espèces peuvent aussi concurrencer avec les espèces cultivées pour les ressources en eau et en nutriments, vu qu'elles sont utilisées comme haie pour les champs de culture ; elles pourraient ainsi diminuer les rendements et la qualité des cultures, interférer avec les opérations de récolte et réduire la valeur de la terre.

-Une plante envahissante peut entraîner une profonde modification des paysages. En fait, durant le voyage menant à Beza Mahafaly, plusieurs populations d'*Opuntia* peuplaient toutes les régions, depuis Toliara jusqu'à Beza Mahafaly. Cependant, l'appréciation de la « dégradation » d'un paysage reste subjective.

CHAPITRE 5 :
DISCUSSIONS ET
RECOMMANDATIONS

5-1-L'ENVAHISSEMENT D'*OPUNTIA MONACANTHA*

Des individus d'*Opuntia monacantha* se rencontrent dans la RS de Beza Mahafaly. L'étude a permis de trouver la localité de ces individus dans la deuxième parcelle de cette réserve. En fait, elle est utilisée pour matérialiser la limite de la parcelle 2 (zone A), ce qui a permis son installation, aboutissant à sa propagation. De même pour la zone B, sur laquelle l'espèce s'y trouve comme haies des champs de culture compris dans la réserve. En outre, elle a été plantée par des bouviers dans la zone C de cette RS pour constituer l'alimentation du bétail.

Les résultats de l'étude biologique et écologique d'*Opuntia monacantha* (modes de régénération, sol, température, pluviosité, etc.) montrent que l'espèce s'adapte bien aux conditions du milieu. Concernant l'étude pédologique, par exemple, les trois (3) zones sur lesquelles se découvre l'espèce ont des caractères physiques assez distincts, notamment au niveau de la texture. Cependant, les trois zones d'étude ont une quantité assez élevée en éléments minéraux assimilables (Ca, Mg, K). On peut ainsi dire que l'espèce *Opuntia monacantha* est une espèce exigeante, mais les conditions de cette partie Sud et Sud-Ouest de Madagascar répondent parfaitement aux exigences de l'espèce, ce qui doit lui permettre de se développer et de se multiplier très facilement. Cela est également expliqué par la facilité de régénération de l'espèce : toute partie de la plante rompue, fruit, cladode, pourrait enraciner et donner une nouvelle plante. Or, la vitesse de propagation de l'espèce et l'état de la population actuelle contrarient ce fait. En effet, d'après les calculs rapides effectués sur la vitesse d'envahissement de l'espèce, les données obtenues sont moins élevées. Ce ralentissement de propagation peut être expliqué par le fait que l'espèce se trouve dans une Aire Protégée où l'accès est interdit. Pourtant, la pénétration des bétails dans ces zones, s'alimentant des cladodes de l'espèce, d'une part, et l'opération effectuée par les bouviers à favoriser la régénération que ce soit à partir des graines qu'à partir des boutures, d'autre part, accélèrent la propagation de l'espèce.

De plus, l'étude de recouvrement de la forêt, à travers la projection au sol de l'appareil végétatif de chaque espèce ressort un faible taux de recouvrement pour *Opuntia monacantha*. Ce qui est expliqué par le fait qu'il y a des individus, qui sont à l'état de développement « recru » (régénérations) et, dont chacun occupe peu de surface. Ainsi, si nous considérons la régénération de cette espèce, nous pouvons affirmer l'espèce est envahissante, surtout pour la zone C qui a un taux de régénération plus élevé (Figure 17).

Par ailleurs, la présence de cette espèce à l'intérieur de la RS entraîne des effets néfastes sur la biodiversité. Les phénomènes de compétition entre les végétaux ne sont pas encore constatés, mais ne tarderont pas à se manifester si aucune mesure n'est prise. D'autre part, il y a le fait que ces individus d'*Opuntia monacantha*, réellement présents dans la RS attirent le bétail. Or, celui-ci est connu comme une des principales menaces sur la biodiversité (RANDRIAMAHALEO, 2001).

Toutefois, un bienfait de la présence de cette espèce est constaté. Humbert (1927) a identifié un effet positif, les espèces *Opuntia* peuvent être utilisées comme pare-feu, et a suggéré qu'elles pourraient être plantées sur les bords des forêts.

Bref, nous pouvons affirmer que :

- ❖ Des individus d'*Opuntia monacantha* se rencontrent de manière fréquente à l'intérieur de la RS de Beza Mahafaly,
- ❖ *Opuntia monacantha* est une espèce rustique, exigeante, mais qui s'adapte aux conditions climatiques, pédologiques du milieu,
- ❖ La propagation de l'espèce est favorisée par l'homme, les animaux et les eaux de pluies,
- ❖ L'envahissement de cette espèce dans la réserve n'est pas encore à craindre, mais il faut prévenir pour éviter des impacts indésirables.

5-2-STRATEGIE DE CONSERVATION ET DE GESTION DE LA FORET CONTRE LES PLANTES ENVAHISSANTES

Pour arrêter la propagation de cette espèce, des mesures particulières doivent être prises pour assurer un certain équilibre biologique de la forêt.

La stratégie de conservation de la forêt peut être présentée suivant quatre (4) axes, qui sont :

❖ Axe 1 : Eliminer les individus d'*Opuntia monacantha* dans la RS de Beza Mahafaly

La lutte contre les espèces envahissantes est d'autant plus efficace qu'elle intervient en début d'invasion.

Tant qu'une prolifération est limitée, il est possible d'envisager une éradication. Par éradication, on entend l'élimination totale de l'espèce sur un territoire donné.

Si une invasion a pris trop d'ampleur, l'éradication ne sera plus possible. Seul le contrôle de l'espèce pourra être envisagé.

Il existe différents moyens de contrôler les plantes envahissantes. Le choix de la ou des méthodes à employer est à déterminer lors d'un diagnostic prenant en considération l'historique de l'invasion, les flux de population, les conditions écologiques, l'intérêt patrimonial, les usages de la zone envahie.

Ainsi, pour lutter contre l'envahissement d'*Opuntia monacantha*, trois (3) modes de lutte sont proposés:

➤ *Le contrôle manuel et mécanique*

Ce type de contrôle repose sur l'arrachage des individus. Les plants récoltés doivent être enterrés profondément ou brûlés. Ils se consomment lentement car ils contiennent beaucoup d'eau. Les coûts de cette méthode sont souvent élevés mais leur efficacité est totale (élimination de l'espèce) à condition que l'opération touche de faibles populations à un stade précoce d'invasion.

En fait, les opérateurs doivent être équipés de matériel spécifique (bons gants, grosses chaussures, manches longues).

Si l'invasion est trop importante, l'objectif se restreint à la limitation temporaire des nuisances provoquées par les proliférations.

En effet, lors de notre séjour dans la région de Beza Mahafaly, l'équipe de la Réserve a déjà effectué cette tâche pour *Opuntia sp.* qui poussent dans la campement (Photo 10).



Photo 10: Elimination de *Opuntia sp.* par la méthode mécanique (équipe de Beza Mahafaly)

➤ ***Le contrôle chimique***

L'usage d'herbicides a, comme pour le contrôle mécanique, des résultats partiels et temporaires.

Cette technique est plutôt à utiliser combinée à d'autres méthodes. De plus, les impacts sur la biodiversité et l'environnement (résidus dans le sol) ne sont pas négligeables.

➤ ***Le contrôle biologique***

Il consiste à introduire des consommateurs (insectes, gastéropodes,...) ou des parasites (champignons, bactéries,...) qui s'attaqueront à cette plante envahissante. Cette technique a fait ses preuves en Afrique du Sud pour l'élimination de *Opuntia stricta* où elle est considérée comme la plus efficace (OLCKERS *et al*, 1999).

En effet, deux espèces d'insectes herbivores, *Cactoblastis cactorum* (Lépidoptère: PHYCITIDAE) et *Dactylopius opuntiae* (Homoptère: DACTYLOPIIDAE) ont attaqué les individus d'*Opuntia stricta* en Afrique du Sud depuis leur introduction prospère dans le pays (OLCKERS *et al*, 1999).

Dans la région de Fort Dauphin, l'insecte *Dactylopius coccus* a été introduit en 1923 et quatre (4) années après, la plantation d'*Opuntia stricta* a été tuée. La cochenille a disparu et l'espèce a commencé à se remettre et se propage encore (OLCKERS *et al*, 1999).

Cette technique de lutte serait donc envisageable dans le cas de *Opuntia monacantha* dans la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. Mais surtout, il faudrait étudier si ces espèces d'insectes à introduire dans la biodiversité n'attaquent aussi les autres espèces autres que *Opuntia monacantha*. Entre autres, dans la région de Beza Mahafaly, nous avons vu des individus d'*Opuntia stricta* qui sont attaqués par des insectes, notamment *Dactylopius coccus* et qui finissent par se faner (Photo 11). On pourrait donc penser à utiliser cette méthode pour *Opuntia monacantha*.



Photo 11: Des individus d'*Opuntia stricta* attaqués par *Dactylopius coccus* (à Antevamena)

❖ **Axe 2 : Renforcer la conservation et la gestion de la forêt à travers l'enrichissement (en particulier la forêt xérophytique)**

En effet, étant donné que les raketa sont des espèces héliophiles, leur développement est favorisé par la canopée ouverte, permettant la pénétration de la lumière. Ainsi, il est intéressant de faire des enrichissements sur ces zones envahies afin de fermer le couvert. Toutefois, ce deuxième axe doit être effectué après l'élimination des individus de l'espèce envahissante.

Pour cela, des essais de germination de certaines espèces de valeur ou utiles (*Cedrelopsis grevei*, *Alluaudia procera*, etc.) devraient être effectués pour l'enrichissement la forêt protégée et à la fois, pour celui des forêts hors réserves afin de combler les demandes en bois de la population riveraine

Une étude des graines (leur conservation, traitements si nécessaire) ou également des autres matériels de régénération de ces quelques espèces autochtones doit donc être maîtrisée pour assurer

leur régénération. Il est donc intéressant de créer une pépinière pour ces espèces caractéristiques de la région aride et semi-aride de l'île et de la bien gérer.

A partir de ces espèces également, on peut envisager à matérialiser la limite de cette parcelle 2 de la RS, comme avec de l'espèce *Alluaudia procera* ou autres, afin de protéger la réserve contre la divagation des bétails.

❖ **Axe 3 : Renforcer la surveillance à l'intérieur de la Réserve Spéciale** (notamment dans la Parcelle 2)

La pression sur la forêt vient surtout de la divagation de bétail. La première parcelle de la Réserve Spéciale, n'est pas utilisée pour le pâturage, du fait qu'elle est clôturée par des fils barbelés. Par contre, la deuxième parcelle fait encore partie des lieux de pâturage de plusieurs villages.

La collecte de bois dans cette forêt constitue également une menace sur la biodiversité.

Ainsi, des mesures telles qu'une patrouille régulière dans la forêt, mise en place des panneaux de signalisation doivent être prises pour pouvoir maîtriser la pénétration illicite dans la forêt.

❖ **Axe 4 : Sensibiliser les paysans sur l'importance de la forêt et l'utilité de la protéger**

Pour cela, la population riveraine doit être informée suffisamment sur les biens et services offerts par la forêt. Quelques activités doivent donc être entreprises pour atteindre l'objectif assigné.

Plan de gestion

Les orientations énoncées précédemment, sont transcrites dans un plan de gestion dont la finalité est de protéger l'écosystème naturel et unique de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly .

Tableau 18: Cadre logique du plan de gestion de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly

OBJECTIF GLOBAL : Protéger l'écosystème forestier contre les menaces d'origine anthropique et/ou biologique, entre autres contre les plantes envahissantes, afin de contribuer à la gestion durable des Ressources Naturelles de la RS.

OBJECTIF SPECIFIQUE	RESULTATS ATTENDUS	ACTIONS	METHODOLOGIE	INDICATEURS
1-Eliminer les individus d'<i>Opuntia monacantha</i> dans la RS de Beza Mahafaly	L'invasion biologique à laquelle la forêt est exposée, est maîtrisée et ne constitue plus une menace sur la biodiversité.	-Identification et recherche des différentes espèces envahissantes -Formation des agents sur les méthodes de lutte contre les espèces envahissantes -Appréciation des méthodes adaptées aux réalités de la zone et peu coûteux	-partenariat avec les ONG ou les Ministères -exploitation des rapports	-efficacité des agents -rapport de stage/mémoire
2- Renforcer la conservation et la gestion des ressources naturelles, à travers un enrichissement	La forêt xérophytique qui est envahie par <i>Opuntia monacantha</i> est suffisamment fermée (canopée plus couverte) pour réduire l'invasion des espèces envahissantes.	-Création d'une pépinière pour les espèces endémiques de la région -Essai d'enrichissement avec des plantes intéressantes comme <i>Cedrelopsis grevei</i> (Katrafay), <i>Alluaudia procera</i> (Fantsiolotse), ... dans les zones ouvertes	-travail des agents -mémoire	-rapport d'activité annuel -rapport de recherche
3-Renforcer la surveillance à l'intérieur de la Réserve Spéciale	La pénétration illicite dans la RS est maîtrisée.	-Matérialisation des limites (clôture des parcelles de la RS) -Mise en place et entretien des panneaux de signalisation -Patrouille régulière dans la parcelle	-compétence des agents	-nombre de panneaux installés -nombre de la patrouille de surveillance
4-Sensibiliser les paysans sur l'importance de la forêt et l'utilité de la protéger	La population riveraine est informée suffisamment sur les biens et services offerts par la forêt.	-Campagne/Sensibilisation permanente (particulièrement sur les espèces envahissantes et les modes de propagation) -Implication/Responsabilisation des paysans dans la protection de la forêt -Proposition d'alternatives pour le pâturage du bétail -Reboisement d'espèces utiles pour la population	-IEC (Information-Education-Communication)	-nombre de paysans qui ont assisté à la sensibilisation -nombre de bétail qui divague encore la forêt -surface reboisée

CHAPITRE 6 :
CONCLUSION

Les écosystèmes naturels du Sud-Ouest de Madagascar sont caractérisés par leur extrême fragilité et sensibilité. Ils sont actuellement menacés par les activités anthropiques, notamment la divagation de bétail et la collecte de bois. Cependant, on ne peut pas sous-estimer la prolifération des espèces autochtones (*Cynanchum mahafalense*) et introduite (*Opuntia monacantha*) sur l'équilibre écologique de cet écosystème naturel.

Une étude pour l'élaboration d'un plan de gestion contre l'envahissement d'une espèce particulière, qui est *Opuntia monacantha* est donc menée. Afin d'atteindre les objectifs assignés, une méthodologie est adoptée, entre autres les observations générales de la zone d'étude, l'enquête de la population riveraine, l'inventaire des espèces (*Opuntia monacantha* et autres espèces) et l'étude des conditions exigées par l'espèce pour assurer son développement. Une fois les données collectées, elles sont traitées de diverses manières. Il en résulte que :

- Les paysages actuels de la région de Beza Mahafaly sont presque dominés par des espèces d'*Opuntia*. En effet, ces espèces se propagent très facilement, et envahissent toutes les régions arides et semi-arides de Madagascar. Et l'espèce *Opuntia monacantha* se localise dans la deuxième parcelle de la RS de Beza Mahafaly,

- C'est une espèce qui s'adapte bien aux conditions climatiques et pédologiques du milieu,
- L'envahissement de cette espèce dans la Réserve Spéciale considérée n'est pas encore à craindre. Néanmoins, des mesures préventives doivent être prises pour éviter une propagation considérable de l'espèce.

Malheureusement, la prolifération de l'espèce de liane *Cynanchum mahafalense* dans la première parcelle de cette réserve est très dangereuse et encore incontrôlable en ce moment. Ainsi, la présence de cette espèce introduite dans l'Aire Protégée (2^{ème} parcelle) va contribuer à la diminution de la biodiversité de cette RS, après un certain temps, si des mesures adéquates ne sont pas prises, d'ici peu. C'est pour cela qu'il faut agir le plus tôt possible pour éliminer ou pour réduire l'invasion de cette espèce introduite. La lutte par la méthode mécanique et/ou biologique (enrichissement de la forêt) est préconisée car elle peut donner des meilleurs résultats par rapport aux autres (rapidité, efficacité et aucun effet secondaire à craindre comme pour le cas de la lutte par la méthode chimique).

Cette décision à éliminer l'espèce *Opuntia monacantha* : espèce destructrice de la biodiversité devrait être envisagée dans seulement la RS ; car malgré tout, cette espèce est d'une utilité considérable dans la vie quotidienne de la population de la région de Beza Mahafaly, ne serait-ce qu'en citant ce que leur procurent les fruits de cette espèce pendant les grandes périodes de famines qui ont déjà touchées ces régions ou pendant toutes les saisons sèches de chaque année et ce que fournissent fruits et cladodes pour l'alimentation de bétail, qui d'ailleurs tient une place importante dans la vie des paysans. L'Antandroy décrivait même souvent leur rapport avec la plante avec le proverbe : « *Longo Tandroy sy Raketa* », c'est-à-dire que les Antandroy et le raketa sont des familles. Mais, il faut surtout éviter la contamination de la RS, par le transport des graines ou des boutures.

Le renforcement des programmes d'*Information-Education-Communication* au niveau du personnel de la RS et des paysans aux alentours de cette réserve peut contribuer à la conservation des ressources naturelles. Ainsi, les paysans devraient être conscients de la situation critique actuelle. Toutefois, il faudra encore du temps pour que ces paysans abandonnent les pratiques sources de la perte en biodiversité notamment la divagation de bétail à l'intérieur de la RS, la collecte de bois, ainsi que la prolifération d'*Opuntia monacantha* à travers la régénération favorisée par les activités humaines.

Pour une étude ultérieure, il est intéressant d'étudier les modes de régénération de cette espèce envahissante pour pouvoir contrôler son invasion.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- **BINGGELI, P.** (2003). Introduced and invasive plants. *In* Goodman S.M. et Benstead J.P. (eds.). *The Natural History of Madagascar*. University of Chicago Press, Chicago.

- 2- **BAIZE, D.** (1988). *Guides des analyses courantes des sols*. Institut National de la Recherche Agronomique. 157 rue de l'Université, 75007 Paris. 157p.

- 3- **BLASER, J.** (1984). El paramètro « Tendencia del arbol »- una proposicion para clasificar arboles cualitativamente. *El chasqui* 5/6 : 22-25. Turrialba Costa Rica.

- 4- **ESSA/Forêts-ANGAP-WWF** (2001). *Plan d'Aménagement et de Gestion de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly*. ESSA/Forêts-ANGAP-WWF. Antananarivo.

- 5- **GUILLAUMET, J.L.** (1984). The vegetation: an extraordinary diversity, pp. 27-54 *in* *Madagascar Key Environment* (Eds) Jolly A., Oberlé P. et Albignac R., IUCN. Pergamon Press, Oxford.

- 6- **GUINOCHET, M.** (1973). *Phytosociologie*. Collection d'Ecologie 1. Masson & C^{ie}, Editeurs. 120, Boulevard S^t Germain-Paris. 177p.

- 7- **HAWKINS, F. et PETE, M.** (1998). *Birds of Madagascar, A photographic Guide*. St James, London. 315p.

- 8- **HENDERSON, L.** (2001). *Alien weeds and invasive plants*. Plant protection research institute handbook n° 12. Agricultural Research Council.

- 9- **MABBERLEY, J.** (1981). *The plant-book. A portable dictionary of the higher plants*. Cambridge University Press. Cambridge.

- 10- **MITTERMEIER, R.A., MYERS, N., THOMSEN, J.B., da Fonseca, G.A.B. et OLIEVIERI, S.** (1998). Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12: 516-520.

- 11- **MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C. G., da Fonseca, G.A.B. et Kent, J.** (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 40: 853-858.

- 12- **OLCKERS, T. et HILL, M.P.** (1999). *Biological control of weed in South-Africa*. *Africa entomology Memoir* n°1.

- 13- PERRIER DE LA BATHIE, H.** (1950). Flore de Madagascar et de Comores : Famille des Turneracées, Passifloracées, Bégoniacées et Cactées. Typographie Firmin-Didot et C^{ie} 56, rue Jacob, Paris. 123p.
- 14- RAJOELISON, G.** (1997). Etude d'un peuplement, analyse sylvicole. Manuel à l'usage des techniciens du développement rural. Manuel Forestier n°5. 26p.
- 15- RANDRAIMBOAVONJY, J.C.** (1998). Les analyses courantes de sol. Manuel à l'usage des techniciens du développement rural. Manuel Forestier n° 8. 39 p.
- 16- RANDRIAMAHALEO, T.R.** (2001). Etude des impacts négatifs de l'élevage sur la forêt de Beza Mahafaly. Mémoire de fin d'études. ESSA Elevage. Université d'Antananarivo.
- 17- RATSIRARSON, J., RANDRIANARISOA, J., EDIDY, E., EMADY, R., EFITROARANY, RANAIVONASY, J., RAZANAJAONARIVALONA, E. et ALISON, R.** (2001). Beza mahafaly : Ecologie et Réalités socio-économiques. RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT. Série Sciences Biologiques n°18. Antananarivo-Madagascar.
- 18- RAZAFINDRAKOTO, M.** (1997). Etude sur la dynamique d'une forêt galerie de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly. Mémoire d'Ingéniorat. Ecole Supérieure de Sciences Agronomique, Département des Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo.
- 19- SMITH, A.P.** (1997). Deforestation, fragmentation and Reserve design in Western Madagascar. *In* Tropical Forest Remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. Eds. W.F. Laurance and R.O. Jr. Bierregaard. The University of Chicago Press. Chicago.
- 20- SUSSMAN, R.W. et RAKOTOZAFY, A.** (1994). Plant diversity and structural analysis of a tropical dry forest in southwestern Madagascar. *Biotropica* 26 (3): 333-354.
- 21- Urs ROHNER et SORG, J.** (1986). Observation phénologique en forêt dense sèche. Tome 1. Fiche technique n°12. Centre de Formation Professionnelle Forestière « Fofampiala » Morondava.
- 22- WERNER, R.** (1995). Succulent and xerophytic plants of Madagascar. Volume one of two volumes. University of Heidelberg, Germany.

COURS PROFESSES A L'ESSA

23- RAJOELISON, G. (2004). Sylviculture des Forêts Naturelles.

24- RAZAKANIRINA, D. (2003). Botanique forestière.

SITES WEB

25- http://www.cps_skew.ch/francais/info_plantes_envahissantes.html

26- <http://www.corela.org/actions/thematiques/lutte.asp>

27- [http://www.botanique.org/biodiversité-ecologie/pestes-vegetales/les plantes-envahissantes.html](http://www.botanique.org/biodiversité-ecologie/pestes-vegetales/les_plantes-envahissantes.html)

28- <http://www.tsr.ch/tsr/index.html>

ANNEXES

**ANNEXE 1 : Pluviométrie et Température relevées à la Station Météorologique de Betioky-Sud
(1961 – 1990)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Pluies (mm)	168.6	128.4	74.1	28.6	12.4	8.6	6.1	6.9	10.4	15.3	61.3	160.1	Pann 679
Nb jours	10	9	5	3	2	2	1	1	2	4	6	10	Nb j/an 55
T min (°C)	21.7	21.5	20.6	18.9	15.3	12.9	12.9	13.5	15.4	17.8	19.6	21	-
T max (°C)	34.6	34.4	34.1	32.6	30.4	28.5	28.5	30	32.7	34.5	34.7	34.6	-
T moy (°C)	28.2	28	27.3	25.8	22.8	20.7	20.7	21.7	24.1	26.2	27.1	27.8	25.03
U	12.9	12.9	13.5	13.7	15.1	15.6	15.6	16.5	17.3	16.7	15.1	13.6	14.77

P ann : Précipitation moyenne annuelle

Nb jours : Nombre de jours de pluies

Nb j/an : Nombre total de jours de pluies par an

T min : Température minimale du mois

T max : Température maximale du mois

T moy : Température moyenne mensuelle

U : Amplitude thermique en °C, U=Max - Min

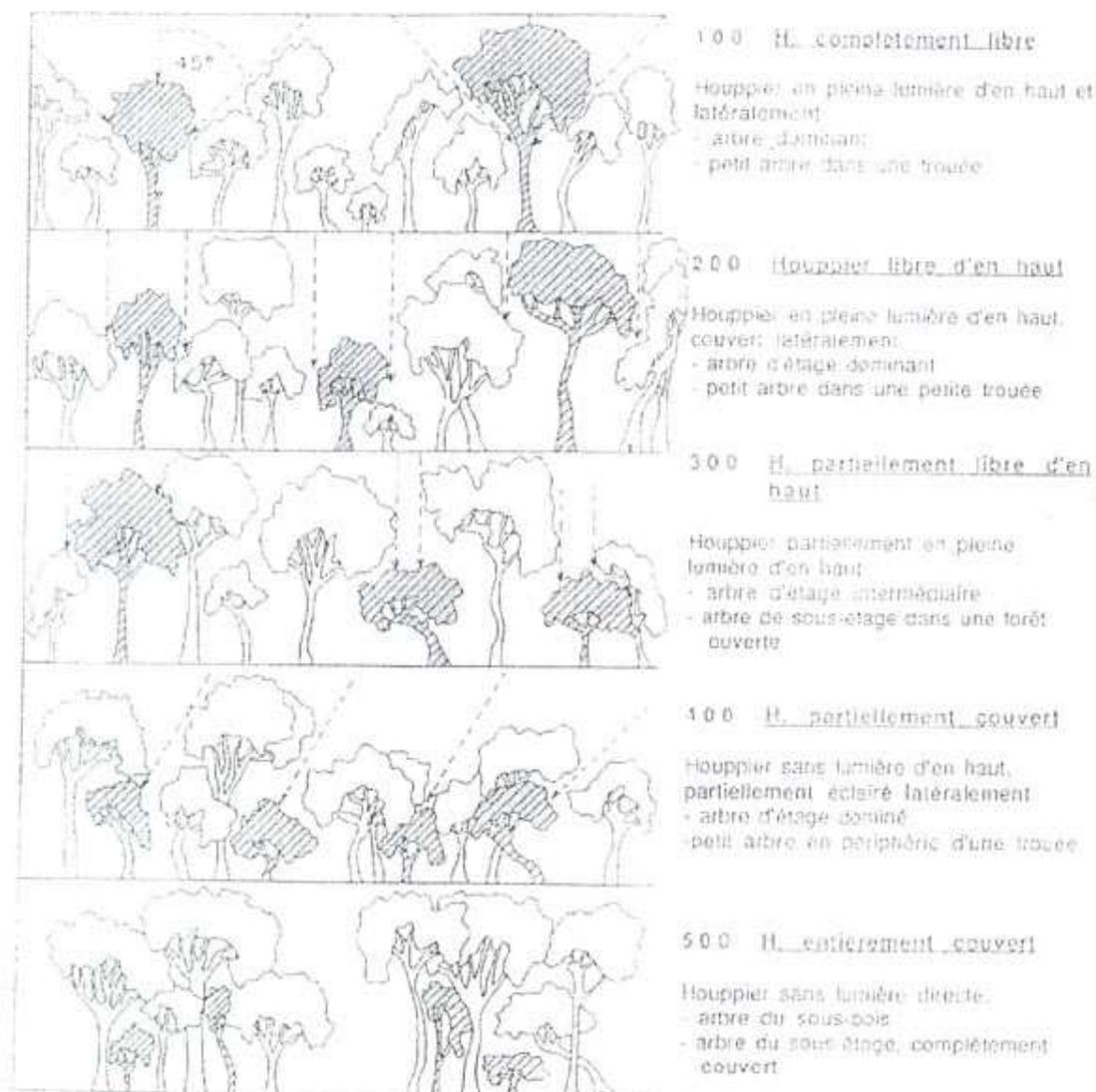
Source : Service de la Météorologie Ampandrianomby – Antananarivo, 2004

ANNEXE 2: Modèle de la fiche de relevés sylvicoles

N°	Esp.	Code	Type	D_{col}	D_{1,30m}	H_{fût}	H_{tot}	P	H	F	Coord. arbre		Diamètre houppier		Obs.
		esp.	biol.								X	Y	(X, Y)	(-X, -Y)	

ANNEXE 3 : Position du houppier ou (Index P)

L'index donne une relation entre la position du houppier d'un arbre considéré et celle des arbres voisins. Il indique la dominance, le stade de compétition ou l'exposition vers l'étage dominant du houppier.



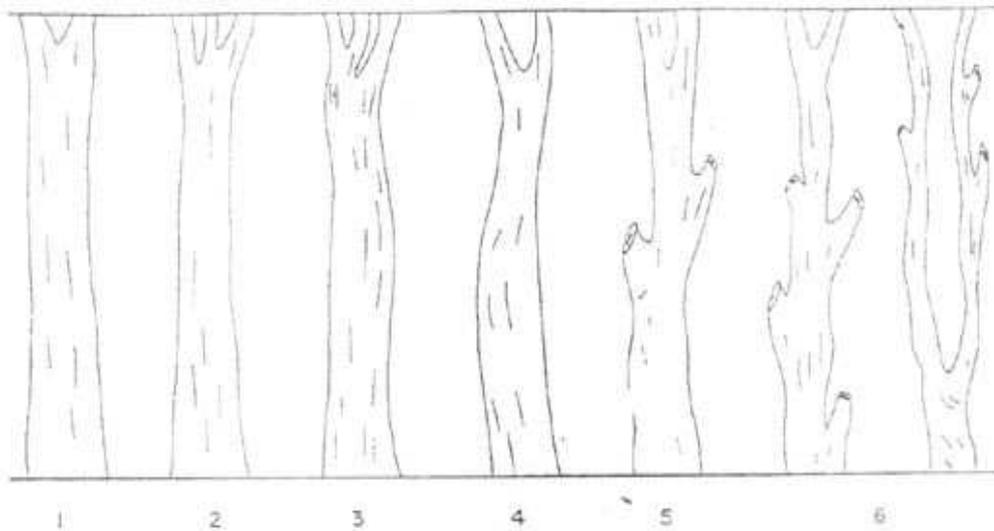
Forme du houppier (Index H)

En relation avec la dimension et le stade de développement d'un arbre, l'apparence de la qualité du houppier déterminera l'accroissement. La forme du houppier indique qualitativement le développement antérieur d'un arbre et probablement sa potentialité future.

	<p>1 0 <u>Parfait</u></p> <p>Houppier circulaire en plan, symétrique, dense, étendu</p>
	<p>2 0 <u>Bien</u></p> <p>Houppier plus ou moins circulaire en plan avec quelques déficiences de symétrie ou avec quelques branches mortes.</p>
	<p>3 0 <u>Tolérable</u></p> <p>H. partiellement asymétrique, ouvert; le houppier est susceptible de réagir positivement à une intervention.</p>
	<p>4 0 <u>Mal</u></p> <p>H. fortement asymétrique, seulement quelques branches vertes et denses, mais ayant encore l'apparence d'un arbre pouvant survivre.</p>
	<p>5 0 <u>Très mal</u></p> <p>Houppier dégradé, seulement quelques branches vivantes. En apparence, arbre condamné.</p>
<p>6 4 <u>Arbre mort</u></p>	

Forme du fût (Index F)

La forme du fût est un index de la qualité du bois de sciage qu'on peut obtenir d'un arbre. Il est important pour estimer la valeur d'une future exploitation. La forme du fût n'est pas liée à l'accroissement mais elle influence certainement les futures pratiques sylvicoles. Le choix des arbres d'élite de base essentiellement sur la forme du fût.



1 : Fût droit, rond et plein : cylindrique ; sans défauts, sans embranchements.

2 : Fût droit cylindrique, légèrement bombé, plein pour une division en sections sans défauts, sans embranchements.

3 : Fût partiellement droit, bombé jusqu'à 2 m de haut ; en partie cylindrique, généralement conique ; sans défauts.

4 : Fût droit sur quelques mètres, bombé jusqu'à 4 m de haut, conique ; sans défauts sérieux.

5 : Fût irrégulier, tortueux, fortement conique, avec des fourches ; en partie défectueux.

6 : Fût très irrégulier, très fourchu et/ou tortueux ; conique. Avec défauts nettement visibles.

ANNEXE 4 : Composition floristique et diversité floristique dans les zones envahies par

Opuntia monacantha

Individus de $D_{1,30m} \geq 15$ cm

N°	Nom scientifique	Famille	Nb	%
1	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	36	28,13
2	<i>Euphorbia tirucalli</i>	EUPHORBIACEAE	24	18,75
3	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	15	11,72
4	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	14	10,94
5	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	9	7,03
6	<i>Tamarindus indica</i>	CAESALPINACEAE	8	6,25
7	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	5	3,91
8	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	4	3,13
9	<i>Albizzia tulearensis</i>	MIMOSACEAE	3	2,34
10	<i>Calopixis sp.</i>	COMBRETACEAE	3	2,34
11	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	2	1,56
12	<i>Mimosa delicatuta</i>	MIMOSACEAE	1	0,78
13	<i>Pachypodium geayi</i>	APOCYNACEAE	1	0,78
14	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	1	0,78
15	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	1	0,78
16	<i>Grewia sp.</i>	MALVACEAE	1	0,78
			128	100

Individus de $5 \leq D_{1,30m} < 15$

N°	Nom scientifique	Famille	Nb	%
1	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE	97	19,92
2	<i>Euphorbia tirucallii</i>	EUPHORBIACEAE	68	13,96
3	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	58	11,91
4	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	49	10,06
5	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	41	8,42
6	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	40	8,21
7	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	24	4,93
8	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	20	4,11
9	<i>Mimosa delicatuta</i>	MIMOSACEAE	19	3,90
10	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	14	2,87
11	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE	8	1,64
12	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE	7	1,44
13	<i>Dichrostachys humbertii</i>	MIMOSACEAE	7	1,44
14	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	4	0,82
15	<i>Tamarindus indica</i>	CAESALPINACEAE	4	0,82
16	<i>Tallinella grevea</i>	PORTULACACEAE	4	0,82
17	<i>Uncarina grandidieri</i>	PEDALIACEAE	3	0,62
18	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	3	0,62
19	<i>Pachypodium geayi</i>	APOCYNACEAE	3	0,62
20	<i>Hymenodictyon decaryi</i>	RUBIACEAE	2	0,41
21	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	2	0,41
22	<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	APOCYNACEAE	1	0,21
23	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE	1	0,21
24	<i>Rhopalocarpus lucidus</i>	SPHAEROSEPALACEAE	1	0,21
25	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	1	0,21
26	<i>Phyllanthus decoryanus</i>	EUPHORBIACEAE	1	0,21
27	<i>Terminalia sp.</i>	COMBRETACEAE	1	0,21
28	<i>Grewia tulearensis</i>	MALVACEAE	1	0,21
29	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE	1	0,21
30	<i>Operculycaria decaryi</i>	ANACARDIACEAE	1	0,21
31	<i>Calopixis sp.</i>	COMBRETACEAE	1	0,21
			487	100

Individus de $1 \leq D_{1,30 m} < 5$ cm

N°	Nom scientifique	Famille	Nb	%
1	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	185	17,57
2	<i>Croton gayi</i>	EUPHORBIACEAE	144	13,68
3	<i>Dichrostachys humbertii</i>	MIMOSACEAE	96	9,12
4	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE	66	6,27
5	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	63	5,98
6	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	60	5,70
7	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	56	5,32
8	<i>Euphorbia tirucalli</i>	EUPHORBIACEAE	43	4,08
9	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	38	3,61
10	<i>Tallinella grevea</i>	PORTULACACEAE	31	2,94
11	<i>Physena sessiliflora</i>	FLACOURTIACEAE	30	2,85
12	<i>Mimosa delicatuta</i>	MIMOSACEAE	29	2,75
13	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	26	2,47
14	<i>Enterospermum prionosum</i>	RUBIACEAE	24	2,28
15	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE	20	1,90
16	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	18	1,71
17	<i>Uncarina grandidieri</i>	PEDALIACEAE	18	1,71
18	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	16	1,52
19	<i>Roupellina boivini</i>	APOCYNACEAE	12	1,14
20	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	11	1,04
21	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE	10	0,95
22	<i>Alchornia sp.</i>	EUPHORBIACEAE	8	0,76
23	<i>Bridelia sp.</i>	EUPHORBIACEAE	8	0,76
24	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	6	0,57
25	<i>Cadaba virgata</i>	CAPPARIDACEAE	6	0,57
26	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE	6	0,57
27	<i>Grewia sp.</i>	MALVACEAE	4	0,38
28	<i>Maerua filiformis</i>	CAPPARIDACEAE	4	0,38
29	<i>Grewia triflora</i>	MALVACEAE	3	0,28
30	<i>Aloe divaricata</i>	ASPHODELACEAE	2	0,19
31	<i>Azima tetracantha</i>	SALVADORACEAE	2	0,19
32	<i>Dialum madagascariensis</i>	CAESALPINACEAE	1	0,09
33	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE	1	0,09
34	<i>Albizzia tulearensis</i>	MIMOSACEAE	1	0,09
35	<i>Rhopalocarpus lucidus</i>	SPHAEROSEPALACEAE	1	0,09
36	<i>Terminalia sp.</i>	COMBRETACEAE	1	0,09
37	<i>Phyllanthus decoryanus</i>	EUPHORBIACEAE	1	0,09
38	<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	APOCYNACEAE	1	0,09
39	<i>Kalanchoe grandidieri</i>	CRASSULACEAE	1	0,09
			1053	100

**ANNEXE 5 : Composition floristique et diversité floristique dans les zones non envahies
par *Opuntia monacantha*
Individus de $D_{1,30m} \geq 15$ cm**

N°	Nom scientifique	Famille	Nb	%
1	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	25	22,32
2	<i>Euphorbia tirucallii</i>	EUPHORBIACEAE	19	16,96
3	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	13	11,61
4	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	12	10,71
5	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	10	8,93
6	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	9	8,04
7	<i>Tamarindus indica</i>	CAESALPINACEAE	6	5,36
8	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	5	4,46
9	<i>Euphorbia leucodendron</i>	EUPHORBIACEAE	3	2,68
10	<i>Albizia tulearensis</i>	MIMOSACEAE	3	2,68
11	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	2	1,79
12	<i>Calopixis sp.</i>	COMBRETACEAE	1	0,89
13	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	1	0,89
14	(Fany)	-	1	0,89
15	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	1	0,89
16	<i>Albizia polyphylla</i>	MIMOSACEAE	1	0,89
			112	100

Individus de $5 \leq D_{1,30m} < 15$

N°	Nom scientifique	Famille	Nb	%
1	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE	102	19,35
2	<i>Euphorbia tirucalli</i>	EUPHORBIACEAE	70	13,28
3	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	69	13,09
4	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	58	11,01
5	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	33	6,26
6	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	32	6,07
7	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	27	5,12
8	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	18	3,42
9	<i>Mimosa delicatuta</i>	MIMOSACEAE	14	2,66
10	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	13	2,47
11	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE	9	1,71
12	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE	8	1,52
13	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	6	1,14
14	<i>Tamarindus indica</i>	CAESALPINACEAE	6	1,14
15	<i>Tallinella grevea</i>	PORTULACACEAE	6	1,14
16	<i>Uncarina grandidieri</i>	PEDALIACEAE	6	1,14
17	<i>Dichrostachys humbertii</i>	MIMOSACEAE	5	0,95
18	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	5	0,95
19	<i>Pachypodium geayi</i>	APOCYNACEAE	5	0,95
20	<i>Hymenodictyon decaryi</i>	RUBIACEAE	4	0,76
21	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	4	0,76
22	<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	APOCYNACEAE	3	0,57
23	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE	3	0,57
24	<i>Rhopalocarpus lucidus</i>	SPHAEROSEPALACEAE	3	0,57
25	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	2	0,38
26	<i>Phyllanthus decoryanus</i>	EUPHORBIACEAE	2	0,38
27	<i>Terminalia sp.</i>	COMBRETACEAE	2	0,38
28	<i>Grewia tulearensis</i>	MALVACEAE	2	0,38
29	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE	2	0,38
30	<i>Euphorbia stenoclada</i>	EUPHORBIACEAE	2	0,38
31	<i>Operculycaria decaryi</i>	ANACARDIACEAE	1	0,19
32	<i>Calopixis sp.</i>	COMBRETACEAE	1	0,19
33	<i>Terminalia monoceros</i>	COMBRETACEAE	1	0,19
34	<i>Euphorbia leucodendron</i>	EUPHORBIACEAE	1	0,19
35	<i>Acacia sp.</i>	MIMOSACEAE	1	0,19
36	<i>Ricinus communis</i>	EUPHORBIACEAE	1	0,19
			527	100

Individus de $1 \leq D_{1,30\text{ m}} < 5\text{ cm}$

N°	Nom scientifique	Famille	Nb	%
1	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	251	18,35
2	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	214	15,64
3	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE	97	7,09
4	<i>Dichrostachys humbertii</i>	MIMOSACEAE	96	7,02
5	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	82	5,99
6	<i>Euphorbia tirucalli</i>	EUPHORBIACEAE	66	4,82
7	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	62	4,53
8	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE	61	4,46
9	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE	38	2,78
10	<i>Physena sessiliflora</i>	FLACOURTIACEAE	33	2,41
11	<i>Tallinella grevea</i>	PORTULACACEAE	32	2,34
12	<i>Mimosa delicatuta</i>	MIMOSACEAE	30	2,19
13	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	29	2,12
14	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE	28	2,05
15	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	25	1,83
16	<i>Enterospermum prinosum</i>	RUBIACEAE	22	1,61
17	<i>Uncarina grandidieri</i>	PEDALIACEAE	19	1,39
18	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	19	1,39
19	<i>Roupellina boivini</i>	APOCYNACEAE	19	1,39
20	<i>Flacourtia ramontchi</i>	FLACOURTIACEAE	17	1,24
21	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	16	1,17
22	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE	15	1,10
23	<i>Alchornia sp.</i>	EUPHORBIACEAE	15	1,10
24	<i>Bridelia sp.</i>	EUPHORBIACEAE	10	0,73
25	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	9	0,66
26	<i>Cadaba virgata</i>	CAPPARIDACEAE	8	0,58
27	<i>Acalypha decaryana</i>	EUPHORBIACEAE	7	0,51
28	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE	6	0,44
29	<i>Grewia sp.</i>	MALVACEAE	6	0,44
30	<i>Commelina sp.</i>	COMMELINACEAE	5	0,37
31	<i>Maerua filiformis</i>	CAPPARIDACEAE	4	0,29
32	<i>Grewia triflora</i>	MALVACEAE	4	0,29
33	<i>Aloe divaricata</i>	ASPHODELACEAE	3	0,22
34	<i>Azima tetracantha</i>	SALVADORACEAE	3	0,22
35	<i>Dialum madagascariensis</i>	CAESALPINACEAE	3	0,22
36	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE	2	0,15
37	<i>Albizia tulearensis</i>	MIMOSACEAE	2	0,15
38	<i>Rhopalocarpus lucidus</i>	SPHAEROSEPALACEAE	2	0,15
39	<i>Terminalia sp.</i>	COMBRETACEAE	2	0,15
40	<i>Phyllanthus decoryanus</i>	EUPHORBIACEAE	2	0,15
41	<i>Pachypodium geayi</i>	APOCYNACEAE	2	0,15
42	<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	APOCYNACEAE	1	0,07
43	<i>Kalanchoe grandidieri</i>	CRASSULACEAE	1	0,07
			1368	100

ANNEXE 6 : Liste des espèces floristiques recensées dans la deuxième parcelle de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly

N°	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille
1	Hola (liane)	<i>Adenia sphaerocarpa</i>	PASSIFLORACEAE
2	Mendorave	<i>Albizia tulearensis</i>	MIMOSACEAE
3	Tanatana	<i>Alchornea sp.</i>	EUPHORBIACEAE
4	Fantsiolotse	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIEREACEAE
5	Vaho	<i>Aloe divaricata</i>	ASPHODELACEAE
6	Filofilo	<i>Azima tetracantha</i>	SALVADORACEAE
7	Tsikidrakitse	<i>Bridelia sp.</i>	EUPHORBIACEAE
8	Ndriamainty	<i>Cadaba virgata</i>	CAPPARIDACEAE
9	Sakoamanditse	<i>Calopixis sp.</i>	COMBRETACEAE
10	Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE
11	Taritarike (liane)	<i>Combretum albiflorum</i>	COMBRETACEAE
12	Tamenaka	<i>Combretum sp.</i>	COMBRETACEAE
13	Daro	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE
14	Taraby	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE
15	Daromangily	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE
16	Darosiky	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE
17	Sengatse	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE
18	Kelihanitse	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE
19	Laza (liane)	<i>Cyphostemma laza parvifolia</i>	VITACEAE
20	Karimbolomitsy	<i>Dialum madagascariensis</i>	CAESALPINACEAE
21	Avoha	<i>Dichrostachys humbertii</i>	MIMOSACEAE
22	Mantsake	<i>Enterospermum pruinatum</i>	RUBIACEAE
23	Famata	<i>Euphorbia tirucalli</i>	EUPHORBIACEAE
24	Kompitse (liane)	<i>Gossocrypta grevei</i>	ASCLEPIADACEAE
25	Tainkafotse	<i>Grewia franciscana</i>	MALVACEAE
26	Kotipoke	<i>Grewia grevei</i>	MALVACEAE
27	Vololo	<i>Grewia sp.</i>	MALVACEAE
28	Sely	<i>Grewia triflora</i>	MALVACEAE
29	Maintifototse	<i>Grewia tulearensis</i>	MALVACEAE
30	Kapaipoty	<i>Gyrocarpus americanus</i>	GYROCARPACEAE
31	Beholotse	<i>Hymenodictyon decaryi</i>	RUBIACEAE
32	Vahipinde (liane)	<i>Hypocroatea angustifolia</i>	HYPPOCRATEACEAE
33	Velahe (liane)	<i>Ipomoea majungensis</i>	CONVOLVALACEAE
34	Sofisofy	<i>Kalanchoe grandidieri</i>	CRASSULACEAE
35	Piravola (liane)	<i>Landolphia sp.</i>	APOCYNACEAE
36	Somangy	<i>Maerua filiformis</i>	CAPPARIDACEAE
37	Kirava	<i>Mimosa delicatula</i>	MIMOSACEAE
38	Zabihy	<i>Operculycaria decaryi</i>	ANACARDIACEAE
39	Vontake	<i>Pachypodium geayi</i>	APOCYNACEAE
40	Vontakindria	<i>Pachypodium rutenbergianum</i>	APOCYNACEAE
41	Hazomena	<i>Phyllanthus decoryanus</i>	EUPHORBIACEAE
42	Fandriandambo	<i>Physena sessiliflora</i>	FLACOURTIACEAE
43	Folotsebetondro	<i>Prosostema grandiflorum</i>	ASCLEPIADACEAE
44	Hazontaha	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE
45	Tsiongake	<i>Rhopalocarpus lucidus</i>	SPHAEROSEPALACEAE
46	Sabonto	<i>Roupellina boivini</i>	APOCYNACEAE

47	Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE
48	Hazombalala	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE
49	Dango	<i>Tallinella grevea</i>	PORTULACACEAE
50	Kily	<i>Tamarindus indica</i>	CAESALPINACEAE
51	Tamboro (liane)	<i>Tamelapsis linearis</i>	ASCLEPIADACEAE
52	Fatra	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE
53	Taly	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE
54	Talinala	<i>Terminalia sp.</i>	COMBRETACEAE
55	Farehitse	<i>Uncarina grandidieri</i>	PEDALIACEAE
56	Ranga (liane)	<i>Voaranga madagascariensis</i>	ASCLEPIADACEAE
57	<i>Tapisapisake (liane)</i>	<i>Xerosicyos dangyi</i>	CUCURBITACEAE
58	Roihavitse	<i>Acacia sp.</i>	MIMOSACEAE
59	Tainajajamena	<i>Acalypha decaryana</i>	EUPHORBIACEAE
60	Alimboro	<i>Albizia polyphylla</i>	MIMOSACEAE
61	Andranahaka	<i>Commelina sp.</i>	COMMELINACEAE
62	Fangitse	<i>Dolichos fangitse</i>	PAPILIONACEAE
63	-	<i>Euphorbia leucodendron</i>	EUPHORBIACEAE
64	Famatabetondro	<i>Euphorbia stenoclada</i>	EUPHORBIACEAE
65	Lahiriky	<i>Flacourtia ramontchi</i>	FLACOURTIACEAE
66	Kinana	<i>Ricinus communis</i>	EUPHORBIACEAE
67	Talikobahy	<i>Terminalia monoceros</i>	COMBRETACEAE
68	Fany	-	-

ANNEXE 7: Coordonnées géographiques des placettes d'inventaire

Zone	Placette	Coordonnées géographiques
A	1	0211668 0269287
	2	0212008 0268923
	3	0212350 0268616
	4	0211823 0269172
B	1	0211665 0271306
	2	0211449 0271392
	3	0211598 0271399
	4	0211316 0271444
C	1	0212316 0270093
	2	0212452 0271204
	3	-
	4	-

ANNEXE 8 : NORMES D'INTERPRETATION DES ANALYSES DE SOL

-STABILITE STRUCTURALE

Stabilité	Log 10 Is	Evolution structurale probable
Très stable	Inf. à 1	Aucune manifestation de désagrégation. Effet durable des sous-solages et labours profonds réalisés en conditions sèches
Stable	1,0-1,3	Battance peu probable et peu intense. Prise en masse rare. Sensibilité à l'érosion faible même sur pentes fortes.
Stabilité médiocre	1,3-1,7	Battance fréquente et accentuée en conditions pluvieuses. Prise en masse lors d'excédents hydriques prolongés. Erosion en rigole sur pentes fortes (supérieur à 3%)
Instable	1,7-2,0	Battance et prise en masse fréquentes en conditions climatiques normales. Erosion fréquente sur pentes moyennes.
Très instable	Sup. à 2	Battance et prise en masse généralisées. Imperméabilité totale. Erosion sur pente très faible.

-RAPPORT C/N

Rapport	C/N
Très fort	sup. à 25
Fort	15 à 25
Moyen	10 à 15
Bas	8 à 10
Très bas	inf. à 10

Si C/N=1 ou 2 c'est l'azote inactif fixé à de l'argile sous forme d'ammonium et non de l'azote organique

Sous-sol	inf. à 10	
Sol arable	10 à 12	Normal
	15 à 20	Décomposition lente
	Sup. à 25	Matière organique brute

-en méq pour 100g de terre tamisée à 2mm

	Très pauvre	Pauvre	Moyen	Riche	Très riche
Bases échangeables					
Ca	Inf. à 1	1 à 2,3	2,3 à 3,5	3,5 à 7	Sup. à 7
Mg	Inf. à 0,4	0,4 à 1	1 à 1,5	1,5 à 3	Sup. à 3
K	Inf. à 0,1	0,1 à 0,2	0,2 à 0,4	0,4 à 0,8	Sup. à 0,8

pH	Extrêmement acide Inf. à 4,5	Très fortement acide 4,5 à 5,0	Fortement acide 5,1 à 5,5	Moyennement acide 5,6 à 6,0	Faiblement acide 6,1 à 6,5
pH	Neutre 6,6 à 7,3	Légèrement alcalin 7,4 à 7,8	Modérément alcalin 7,9 à 8,4	Fortement alcalin 8,5 à 9,0	Très fortement alcalin Sup. à 9,1