



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS
Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du
Grade de **MASTER II** en **FORESTERIE** et **ENVIRONNEMENT**
Parcours *ECOSYSTEME* et *BIODIVERSITE*
Année : 2015 - 2016

« Contribution à l'étude de la potentialité de régénération naturelle des espèces endémiques, menacées et de valeurs économiques : *Alluaudia procera* Drake, *Cedrelopsis grevei* Baillon et *Quivisianthe papinae* Baillon dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly »

Présenté par : **RAMANANJATOVO Rindra**

Soutenu le : **11 Mars 2016**

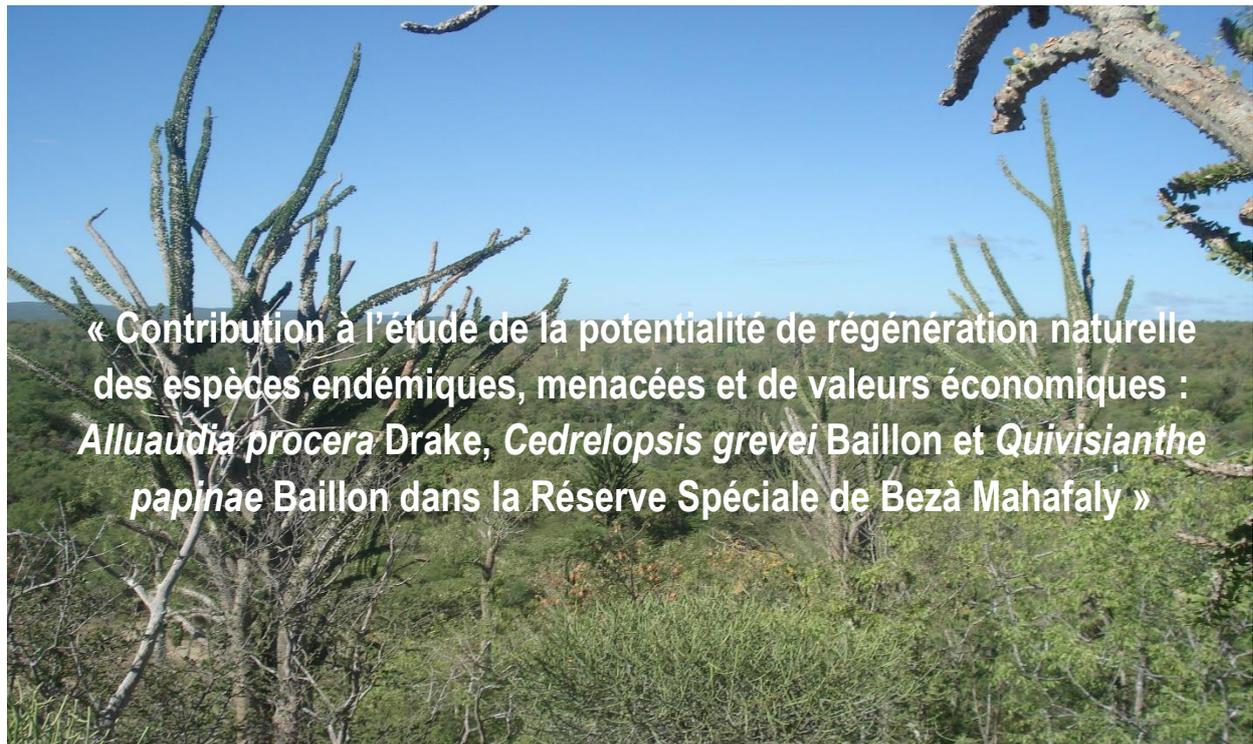
Devant le jury composé de :

Président : Professeur Bruno RAMAMONJISOA
Rapporteur : Professeur Lolona RAMAMONJISOA
Examineurs : Professeur Joelisoa RATSIRARSON
Docteur Gaylor RAZAFIMAMONJISON



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS
Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du
Grade de MASTER II en FORESTERIE et ENVIRONNEMENT
Parcours ECOSYSTEME et BIODIVERSITE

Année : 2015 - 2016



Présenté par : **RAMANANJATOVO Rindra**

Soutenu le : **11 Mars 2016**

Devant le jury composé de :

Président : Professeur Bruno RAMAMONJISOA

Rapporteur : Professeur Lolona RAMAMONJISOA

Examineurs : Professeur Joelisoa RATSIRARSON

Docteur Gaylor RAZAFIMAMONJISON

REMERCIEMENTS

Nous tenons en priorité à remercier Dieu pour la santé, la force, la volonté et le soutien qu'Il nous a donné durant ces plusieurs semaines de travaux. Gloire à l'Éternel.

Par la suite, nous ne saurons manquer d'adresser nos remerciements les plus sincères à tous ceux et à toutes celles qui de loin ou de près nous ont accompagné et aidé de mener jusqu'à terme ce travail.

Vives reconnaissances à :

- Monsieur Bruno RAMAMONJISOA, Chef du Département des Eaux et Forêts à l'ESSA, qui nous a toujours accueilli à bras ouverts et qui nous a fait l'immense honneur de présider le jury de cette séance de soutenance ;
- Madame Lolona RAMAMONJISOA, qui a consacré beaucoup de son temps dans le suivi et l'encadrement de cette recherche en qualité de rapporteur malgré ses innombrables occupations ;
- Monsieur Joelisoa RATSIRARSON, d'avoir accepté de faire partie des membres du jury de ce travail ;
- Monsieur Gaylor RAZAFIMAMONJISON, qui a également voulu siéger parmi les membres du jury de ce mémoire ;
- Tous les Enseignants et tout le personnel administratif du Département des Eaux et Forêts de l'ESSA, qui ont consacré un temps précieux dans notre formation et éducation tout au long de ces années d'études ;
- Toute ma famille pour leur soutien moral et affectif ;

Nos sincères gratitudee !

RESUME

Malgré sa richesse en termes de biodiversité et son niveau d'endémisme élevé, la forêt dense sèche fait partie d'un écosystème fragile due à la faible capacité de ses espèces floristiques à se régénérer. Maitriser les conditions optimales d'installation et de développement des régénérations naturelles des espèces endémiques, menacées et de valeurs économiques : *Alluaudia procera* Drake, *Cedrelopsis grevei* Baillon et *Quivisianthe papinae* Baillon en forêt tropicale sèche s'avère ainsi nécessaire pour assurer la pérennité de ces espèces. Tel est l'objectif principal de cette présente recherche. Comme zone d'études, la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly a été choisie du fait qu'elle présente les différents faciès des forêts tropicales sèches ainsi que les autres formations caractéristiques du Sud et Sud-Ouest de Madagascar.

Afin de déterminer les conditions optimales de développement des régénérations naturelles des espèces étudiées, la méthodologie adoptée est constituée des investigations bibliographiques, des entretiens et des enquêtes auprès de la population locale, de l'analyse des facteurs écologiques de l'habitat comprenant l'analyse sylvicole de la végétation, de l'étude biologique et physiologique des espèces, et enfin de l'étude socio-économique des modes de prélèvements par les communautés villageoises des produits ligneux et non ligneux issus des espèces étudiées.

Plusieurs facteurs entrent en jeu dans l'installation et le développement des régénérations naturelles des espèces étudiées dont les plus importants sont le climat, la pédologie, la topographie, la structure de la végétation, les modes de multiplication et de dispersion des espèces, leur tempérament, leur comportements phénologiques (floraison et fructification) ainsi que leurs modes d'exploitation par les communautés locales. Il faut une combinaison de plusieurs facteurs pour amorcer et favoriser le processus de régénération naturelle des espèces cibles. Parmi ces paramètres qui conditionnent l'installation des régénérations naturelles, le type de sol et le climat sont considérés comme étant les principaux facteurs affectant la potentialité des espèces à se régénérer. Les conditions climatiques affectent directement la germination des semences. La disponibilité en graines résultant de la durée et la périodicité de la floraison joue un rôle clé dans la régénération des espèces. Toutefois, les rejets de souche contribuent positivement à leur multiplication. Les produits issus des trois espèces étudiées sont fortement exploités par la population locale. Par conséquent, la densité arbustive des espèces cibles diminue avec la proximité des villages.

Les résultats obtenus ont montré que la capacité de régénération de l'espèce *Alluaudia procera* est faible. Cette espèce est fortement menacée. Par contre, pour *Cedrelopsis grevei*, la régénération naturelle de l'espèce est bonne même en milieu perturbé. Quant à *Quivisianthe papinae*, la potentialité de l'espèce à se régénérer est moyenne avec une possibilité de renouvellement du peuplement.

Mots clés : Forêt tropicale sèche, flore, régénération naturelle, écologie, biologie, physiologie, conservation, restauration, Bezà Mahafaly, Madagascar

ABSTRACT

Despite its high endemism and richness in terms of biodiversity, dry forest is part of a fragile ecosystem due to the low capacity of natural regeneration species. The main objective of this research is to understand the optimal conditions for installation and development of natural regeneration of endemic, threatened and economic values: *Alluaudia procera* Drake, *Cedrelopsis grevei* Baillon and *Quivisianthe papinae* Baillon in dry rainforest to ensure their sustainability. Beza Mahafaly Special Reserve was chosen as area of study, because it shows the different facies of dry tropical forests and other forest formations characteristic of Southern and Southwestern Madagascar.

To determine the optimal conditions for development of natural regeneration of target species, the adopted methodology consists of bibliographic investigations, interviews and surveys of the local population, analysis of ecological factors including silvicultural analysis of the vegetation, biological and physiological analysis, and socio-economic study of sampling modes for timber and non-timber from target species by local communities.

Several factors are involved in the installation and development of natural regeneration of target species. The most important are climate, soil, topography, vegetation structure, propagating modes and species dispersal, their temperament and phenological behavior (flowering and fruiting) and their modes of utilization by local communities. It takes a combination of several factors to initiate and promote the process of natural regeneration of target species. Among parameters which determine the installation of natural regeneration, soil type and climate are considered as main factors affecting the potential of the species to regenerate. Weather conditions affect seeds germination. The availability of seeds resulting from the duration and frequency of flowering is fundamental for species regeneration. However, the stump sprouts contribute positively their proliferation. The products of target species are heavily exploited by the local population. Therefore, the shrub density of target species decreases with the nearby of villages.

Results showed that *Alluaudia procera* regeneration capacity is low. This species is highly endangered. However, natural regeneration of *Cedrelopsis grevei* is good even in disturbed environments. As for *Quivisianthe papinae*, the potential of the species to regenerate is average with a possibility of renewal of the population.

Keywords : *Tropical dry forest, flora, natural regeneration, ecology, biology, physiology, conservation, restoration, Beza Mahafaly, Madagascar*

FAMINTINANA

Na dia voasokajy ho manan-karena zavaboary sy ho mampiseho taha ambony amin'ny fananana zava-manan'aina tsy manam-paharoa aza ny ala maina dia tsapa fa marefo ihany nohon'ny fahasarotan'ny fitsirian'ireo solofon-kazo ao aminy. Ny tanjon'ity fikarohana ity dia ny fifehezana ireo singa rehetra mamaritra ny fihavaozan'ny solofon-kazon'ireo karazan-kazo tsy manam-paharoa, miaina anaty fikorontanan'ny haivoary ary mananan-danja ara-toekarena toy ny Fantsiholotra, ny Katrafay ary ny Valiandro mba ahafahana miantoka ny fihavaozan'ireo hatrany ao anaty ala maina. Nosafidiana manokana ny Ala Tahiry Bezà Mahafaly nanantontosana ireo asa fikarohana noho izy ahitana ireo singa rehetra mamaritra ny toetrin'ny ala maina sy ireo ala hita any atsimo sy atsimo andrefan'ny Nosy.

Mba ahafahana mamaritra ireo fepetra mety amin'ny fivelomana sy fitombon'ny solofon-kazon'ireo hazo nosafidiana dia maro karazana ny fomba nanatanterahina ny fikarohana toy ny famakafakana sy fandinihina ireo hai-soratra maro, ny resadresaka sy fanadihadihadina natao tamin'ireo vondron'olona ifotony, ny fandrefesana sy fanisana ireo solofon-kazo sy ireo renin-kazo tamin'ny toerana roa manana mari-drefim-panakorontanana samihafa.

Maro ireo singa miditra an-tsehatra amin'ny fitomboana sy fihavaozan'ny solofon-kazon'ireo karazan-kazo telo nosafidiana manokana toy ny toetr'andro, ny toe-tany, ny firafitry ny zava-maniry, ny fomba fipariahan'ireo karazan-kazo, ny fomba fisehon'ny famelanan'ny voninkazo sy ny fitsimok'ireo voankazo sy ny ambioka, ary ireo fomba fitrandrahan'ny vondron'olona ifotony ny vokatra azo avy amin'ireo karazan-kazo ireo. Tsy mandeha irery anefa ireo singa ireo amin'ny famaritana ny fitombon'ireo solofon-kazo fa mila fifamenoana. Na izany aza dia hita fa ny toe-tany sy ny toetr'andro no manan-danja indrindra amin'ireo singa izay mamaritra ny fitsirian'ireo solofon-kazo. Ny toetr'andro dia miantraika mivantana amin'ny fitsirin'ireo voa. Ary manan-danja tokoa ny faharetan'ny fotoana famelanan'ireo karazan-kazo nanaovana fikarohana eo amin'ny fahabetsahan'ny voa izay mamaritra ny taham-pitsirian'ireo solofon-kazo. Anisan'ireo mamaritra ny fahabetsahan'ireo solofon-kazo ihany koa ny maha akaiky tanàna ireo toerana ahitana ireo karazan-kazo telo nohon'ny fitrandrahan'ny mponina ifotony azy.

Ny vokatr'ireo asa fikarohana ireo no nahafahana milaza fa marefo dia marefo ny fihavaozan'ireo solofon-kazon'ny Fantsiolotra eny fa na dia eo anivon'ireo haivoary tsy ahitana fanakorontanana firy aza. Mifanohitra amin'izany kosa ny an'ny Katrafay satria hita fa tsara tokoa ny taham-pihavaozana ho an'ity karazan-kazo iray ity na dia eo ary ireo tsindry maro mianjady aminy noho ny fampiasain'ny olombelona azy. Ary farany, ho an'ny Valiandro kosa dia salantsalany ny taham-pihavaozana nefa na izany aza dia manana fahafahafana mitombo tsara ireo solofon-kazo.

Teny manan-danja : Ala maina, zava-maniry, solofon-kazo, haivoary, fipariahan'ireo karazan-kazo, famelanan'ny voninkazo, fitsimok'ireo voankazo sy ny ambioka, fanarenana ny ati-ala, Beza Mahafaly, Madagasikara

TABLE DES MATIERES

PARTIE I : INTRODUCTION	1
PARTIE II : METHODOLOGIE	3
I. PROBLEMATIQUE, HYPOTHESES et OBJECTIFS	3
1. Contexte et problématique	3
2. Hypothèses de recherche	4
3. Objectifs	4
II. MATERIELS et METHODES	5
1. Matériels.....	5
2. Méthodes	19
III. CADRE OPERATOIRE de RECHERCHE.....	30
PARTIE III : RESULTATS et INTERPRETATIONS	32
I. Etude de la potentialité de régénération de l'espèce <i>Alluandia procera</i> Baillon (DIDIEREACEAE).....	32
1. Analyse écologique de l'habitat.....	32
2. Analyse biologique et physiologique de l'espèce	35
3. Analyse socio-économique	37
II. Etude de la potentialité de régénération de l'espèce <i>Cedrelopsis grevei</i> Baillon (RUTACEAE).....	38
1. Analyse écologique de l'habitat.....	38
2. Analyse biologique et physiologique de l'espèce	41
3. Analyse socio-économique	44
III. Etude de la potentialité de régénération de l'espèce <i>Quivisianthe papinae</i> Baillon (MELIACEAE).....	46
1. Analyse écologique de l'habitat.....	46
2. Analyse biologique et physiologique de l'espèce	49
3. Analyse socio-économique	52
PARTIE IV : DISCUSSIONS et RECOMMANDATIONS	53
I. DISCUSSIONS	53
1. Discussions sur la méthodologie.....	53

2. Discussions sur les résultats.....	54
II. RECOMMANDATIONS	58
PARTIE V : CONCLUSION	69
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	71
ANNEXES.....	I

LISTE DES CARTES

<i>Carte 1 : Localisation et délimitation de la zone d'études</i>	<i>10</i>
<i>Carte 2 : Localisation des zones de travail</i>	<i>13</i>
<i>Carte 3 : Localisation des placettes d'inventaire.....</i>	<i>22</i>

LISTE DES PHOTOS

<i>Photo 1 : Pied d'Alluaudia procera (DIDIEREACEAE) dans la Forêt xérophytique de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly.....</i>	<i>6</i>
<i>Photo 2 : Jeune pied de Cedrelopsis grevei (RUTACEAE).....</i>	<i>7</i>
<i>Photo 3 : Pieds de Quivisianthe papinae (MELIACEAE) dans la Forêt galerie de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly.....</i>	<i>9</i>
<i>Photo 4 : Forêt galerie (a) et Forêt xérophytique (b) de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly.....</i>	<i>11</i>

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Diagrammes ombrothermiques de Bezà Mahafaly de 1999 à 2010.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 2 : Variation de la température moyenne annuelle de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly et sa tendance linéaire (1999 – 2009) (a) - Variation annuelle des précipitations totales de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly (1999 – 2009) (b).....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 3: Dispositif d'inventaire.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 4 : Démarche méthodologique adoptée</i>	<i>29</i>
<i>Figure 5 : Structure totale de population d'Alluaudia procera.....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 6 : Structure des hauteurs d'Alluaudia procera.....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 7 : Structure totale de population de Cedrelopsis grevei.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure 8 : Structure des hauteurs de Cedrelopsis grevei.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 9 : Structure de population de Quivisianthe papinae.....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 10 : Structure des hauteurs de Quivisianthe papinae</i>	<i>49</i>

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Valeurs de P et intensité de l'insolation	26
Tableau 2 : Cadre opératoire de recherche	30
Tableau 3 : Abondance numérique de l'espèce <i>Alluaudia procera</i>	33
Tableau 4 : Intensité d'insolation reçue par <i>Alluaudia procera</i> dans la Forêt xérophytique	35
Tableau 5 : Taux de régénération naturelle et indice de dispersion de l'espèce <i>Alluaudia procera</i>	35
Tableau 6 : Test de corrélation de Spearman - Influence de la variation de la pluviométrie annuelle totale et de la variation de la température moyenne annuelle sur la durée moyenne annuelle de la période de floraison d' <i>Alluaudia procera</i>	36
Tableau 7 : Abondance numérique de l'espèce <i>Cedrelopsis grevei</i>	39
Tableau 8 : Intensité d'insolation reçue par <i>Cedrelopsis grevei</i> dans la Forêt xérophytique.....	42
Tableau 9 : Taux de régénération naturelle et indice de dispersion de l'espèce <i>Cedrelopsis grevei</i>	42
Tableau 10 : Test de corrélation de Spearman - Influence de la variation de la pluviométrie annuelle totale et de la variation de la température moyenne annuelle sur la durée moyenne annuelle de la période de floraison de <i>Cedrelopsis grevei</i>	44
Tableau 11 : Abondance numérique de l'espèce <i>Quivisianthe papinae</i>	47
Tableau 12 : Intensité d'insolation reçue par <i>Quivisianthe papinae</i> dans la Forêt galerie	50
Tableau 13 : Taux de régénération naturelle et indice de dispersion de l'espèce <i>Quivisianthe papinae</i>	50
Tableau 14 : Test de corrélation de Spearman - Influence de la variation de la pluviométrie annuelle totale et de la variation de la température moyenne annuelle sur la durée moyenne annuelle de la période de floraison de <i>Quivisianthe papinae</i>	51
Tableau 15 : Plan d'action.....	64

LISTE DES EQUATIONS

Équation 1 : Abondance spécifique	24
Équation 2 : Densité spécifique.....	24
Équation 3 : Taux de régénération naturelle.....	26
Équation 4 : Indice de dispersion.....	27

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête.....	I
Annexe 2 : Fiche d'inventaire.....	II
Annexe 3 : Liste des espèces inventoriées et nombre de pieds pour chaque espèce	III

INTRODUCTION

PARTIE I : INTRODUCTION

L'un des grands atouts de Madagascar est la valeur de ses écosystèmes, de sa faune et de sa flore, ainsi que sa réputation mondiale qualifiée de « Hotspot » pour la biodiversité et de « Pays de mégadiversité » (MITTERMEIER *et al.*, 1998). En effet, le taux d'endémisme y est très élevé car 78% des espèces existent seulement dans la Grande Ile (MYERS *et al.*, 2000). Pour les espèces floristiques, la grande Ile dispose plus de 12 000 espèces de plantes dont le taux d'endémicité spécifique monte à 90 % (MITTERMEIER *et al.*, 1998).

Malheureusement, malgré cette richesse en termes de biodiversité, les actions anthropiques, les catastrophes naturelles ont entraîné au fil des temps la dégradation des écosystèmes, la destruction des communautés biologiques, l'extinction des espèces et la perte de la diversité génétique. En fait, les massifs forestiers ont toujours fait l'objet de prélèvements par les populations locales, pour des usages diversifiés (construction, énergie, besoins alimentaires humain et animal, pharmacopée). De plus, la pression exercée sur les différents types d'écosystème s'est intensifiée avec l'accroissement de la population humaine et sa demande grandissante de bois d'œuvre, de bois de feu, de fourrage et d'autres produits non ligneux (RAJOELISON, 2005).

Concernant l'écosystème naturel du Sud-Ouest de Madagascar en particulier, SUSSMAN *et al.*, (1994), SMITH (1997) énoncent que cet écosystème est un type de milieu naturel unique et très sensible. Sa végétation est originale à bien des égards, tant par son taux d'endémisme que par l'extrême diversité des formes (KERAUDREN, 1961 ; KOECHLIN *et al.*, 1974). En effet, 95% des espèces floristiques et 48% des genres sont endémiques de cette région méridionale. Elle est caractérisée par une formation forestière dense sèche bioclimatique « DIDIEREACEAE et EUPHORBIACEAE » (SMITH, 1997 *in* ANDRIANANTENAINA, 2005). La flore comprend des espèces de plantes vasculaires endémiques et uniques ayant des adaptations diversifiées à la longue saison sèche, y compris la présence d'épines, la petite taille des feuilles (microphyllie), la crassulescence, l'abondance des espèces à tubercules, *etc.* (RABESANDRATANA, 1984 ; PHILLIPSON, 1994, *in* RATSIRARSON *et al.*, 2001).

Située dans cette partie Sud-Ouest de l'Ile, la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly constitue un site de première importance pour la conservation de la biodiversité malagasy, étant donné la richesse de sa flore et de sa faune (RATSIRARSON *et al.*, 2001). Elle figure parmi les aires protégées où se présente les différents faciès de la végétation xérophytique de l'écosystème du Sud-Ouest malagasy, allant de la forêt galerie au bush épineux, en passant par les différentes formations de transition (RATSIRARSON *et al.*, 2001). La forêt de Bezà Mahafaly joue également un rôle primordial dans la vie socio-économique des communautés riveraines, car elle leur fournit des produits ligneux et non ligneux utilisés dans la construction, la médecine traditionnelle, l'alimentation et abrite divers sites d'intérêts socio-culturels (LANTOVOLOLONA, 2010).

Parmi les espèces floristiques les plus exploitées par les habitants riverains se trouvent *Alluaudia procera* Drake (DIDIEREACEAE), *Cedrelopsis grevei* Baillon (RUTACEAE) et *Quivisianthe papinae* Baillon (MELIACEAE). Effectivement, ces espèces endémiques de la région Sud-Ouest de Madagascar présentent un rôle social, économique et écologique important. Non seulement, elles constituent une principale source de bois d'œuvre, de bois de chauffe, de fourrage et de médicaments pour la population locale, mais également ces espèces servent d'aliments pour la population faunistique notamment les lémuriers.

Toutefois, d'après QUESADA *et al.*, (2009), les principaux mécanismes de succession et de régénération en forêt sèche, après exploitation, restent peu explorés par rapport à ceux des forêts tropicales humides et qu'il est constaté une grande différence dans le nombre d'études et de recherches menées dans chaque type d'écosystème. C'est ainsi que la présente recherche intitulée « Contribution à l'étude de la potentialité de régénération naturelle des espèces endémiques, menacées et de valeurs économiques *Alluaudia procera* Drake, *Cedrelopsis grevei* Baillon et *Quivisianthe papinae* Baillon dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly » essaie d'apporter des connaissances sur l'influence des facteurs écologiques de l'habitat, des comportements biologiques et physiologiques et de leurs modes d'exploitation par la population locale sur l'installation de la régénération naturelle en vue de leur conservation et pour envisager une stratégie de gestion durable. Elle s'insère ainsi dans l'idée de déterminer les conditions optimales qui favorisent l'installation et le développement des régénérations naturelles des trois espèces suscitées en forêts tropicales sèches. Ces espèces ont été choisies en raison de leur endémicité, de leur niveau de menace élevé et de leurs utilisations et importance pour les communautés locales.

Le présent ouvrage rapporte ainsi les résultats de cette présente étude comprenant la méthodologie de travail, les résultats et interprétations ainsi que les discussions et recommandations. Pour cela, dans un premier temps, il serait question d'avancer la problématique de recherche. Puis, pour pouvoir répondre à cette problématique ainsi définie, des hypothèses de recherche sont avancées. Et afin de vérifier ces hypothèses émises, la méthodologie adoptée est constituée des investigations bibliographiques, des entretiens et des enquêtes auprès de la communauté locale, de l'analyse des facteurs écologiques, de l'étude biologique et physiologique des espèces, et de l'étude socio-économique des modes de prélèvements par les communautés villageoises des produits issus des espèces étudiées. Ensuite, la partie « résultats et interprétations » est réservée à la transcription des résultats issus des analyses des données. Quant à la dernière partie, elle est réservée aux discussions de la méthodologie adoptée et des résultats obtenus par rapport à des pratiques et connaissances antérieures relatives aux mêmes espèces ou des espèces similaires en vue d'émettre des recommandations pratiques pour la conservation des espèces étudiées.

METHODOLOGIE

PARTIE II : METHODOLOGIE

I. PROBLEMATIQUE, HYPOTHESES et OBJECTIFS

1. Contexte et problématique

Outre l'exploitation abusive des produits ligneux à travers les coupes sélectives, les défrichements constituent la principale cause de disparition de la forêt dense sèche à Madagascar (FARATIANA, 2008). En effet, après une exploitation ou un passage de cyclones, la forêt pourrait se reconstituer uniquement soit par l'intermédiaire d'une régénération naturelle, soit par le biais d'un enrichissement qui n'est autre que la régénération par voie artificielle. Pourtant, la forêt dense sèche fait partie d'un écosystème fragile due à sa faible capacité de se régénérer (HAINGOMANANTSOA, 2009). Elle présente une faible résilience, c'est-à-dire elle tend à disparaître car leur vitesse de régénération et / ou de reconstitution ne comble pas la perte de couverture forestière causée par les activités anthropiques (HOSNAH, 2013). La forte exploitation des essences de valeur et la divagation des bétails constituent les menaces les plus importantes pour les espèces floristiques (RANAIVOARISOA, 2008).

C'est ainsi que l'insuffisance en nombre des individus semenciers des trois espèces étudiées en l'occurrence *Alluaudia procera* (DIDIEREACEAE), *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE) et *Quivisianthe papinae* (MELIACEAE) ne permet pas d'espérer la reconstitution des zones fortement exploitées dans des délais acceptables compte tenu de l'exploitation des individus de gros diamètre pour diverses constructions (cases, parc à bœufs, charrette). Quant aux jeunes tiges, ils sont menacés, d'une part, par leur surexploitation pour le bois d'énergie et leur utilisation dans la pharmacopée traditionnelle, et d'autre part par la divagation des bétails dans la forêt favorisant le piétinement et l'abrouissement des jeunes pousses des espèces cibles.

Ainsi, une meilleure connaissance des conditions optimales de la reprise de la végétation à travers les régénérations naturelles de trois espèces endémiques de valeurs *Alluaudia procera* (DIDIEREACEAE), *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE) et *Quivisianthe papinae* (MELIACEAE) et de la manière dont elles interagissent fonctionnellement avec leur habitat est importante pour leur conservation et leur gestion durable. Elle permet également d'anticiper la reconstitution de la forêt après l'exploitation par des méthodes artificielles comme les essais de plantations d'enrichissement.

Par conséquent, la problématique qui mérite d'être solutionnée porte sur les questions suivantes :
 « *Comment maîtriser les conditions optimales de régénération naturelle des trois espèces cibles ?* » ;
 « *Comment agir sur les facteurs influençant l'installation et le développement de la régénération naturelle des trois espèces étudiées ?* »

2. Hypothèses de recherche

Compte tenu de la problématique avancée, les hypothèses ci-après sont à considérer :

— **Hypothèse 1** : « *Les conditions écologiques de l'habitat déterminent l'installation et le développement des régénérations naturelles des espèces cibles* »

La première hypothèse tient à analyser l'influence des caractéristiques écologiques de l'habitat notamment les paramètres abiotiques (climat, topographie et pédologie) et les paramètres biotiques (analyse de la végétation, influence des espèces floristiques et faunistiques) sur la régénération naturelle des espèces étudiées.

— **Hypothèse 2** : « *La capacité des trois espèces cibles à se régénérer naturellement dépend de leurs comportements biologiques et physiologiques* »

L'hypothèse essaye de mettre en exergue que chaque espèce adopte ses propres comportements biologiques et physiologiques (disponibilité en diaspores, mode de reproduction, phénologie, capacité germinative des graines) influençant sa potentialité de régénération naturelle.

— **Hypothèse 3** : « *Les modes d'exploitation des produits ligneux et non ligneux issus des trois espèces étudiées par la population locale constituent une menace sur la pérennité de ces espèces* »

Cette troisième hypothèse essaye d'évaluer les impacts des modes d'exploitation locale des espèces cibles par les habitants riverains pour leur approvisionnement en bois de construction, en bois d'énergie et en pharmacopée traditionnelle sur la survie des espèces.

3. Objectifs

Afin de répondre à la problématique de l'étude ainsi que de vérifier les hypothèses émises, l'objectif principal de cette étude consiste à contribuer à la pérennisation des espèces étudiées en maîtrisant les conditions optimales de leur régénération.

De cet objectif principal découle les objectifs spécifiques qui consistent à :

- Déterminer les paramètres écologiques de l'habitat des trois espèces cibles (climat, topographie, pédologie, végétation) influençant leur capacité de régénération ;
- Caractériser les comportements biologiques et physiologiques (pollinisation, dissémination, phénologie) des trois espèces étudiées ;
- Déterminer l'importance socio-économique et les modes d'utilisation des espèces cibles par les communautés locales vis-à-vis de leurs besoins en produits ligneux et non ligneux.

II. MATÉRIELS et MÉTHODES

1. Matériels

a. Espèces étudiées

Les trois espèces étudiées en l'occurrence *Alluaudia procera* ou « *Fantsiolotra* » (DIDIEREACEAE), *Cedrelopsis grevei* ou « *Katrafay* » (RUTACEAE) et *Quivisianthe papinae* ou « *Valiandro* » (MELIACEAE) ont été choisies suivant des critères bien définis. Ce sont des espèces endémiques caractéristiques des forêts de la région Sud-Ouest de Madagascar et sont menacées par la surexploitation des bois adultes et des jeunes bois pour diverses constructions (construction de cases et de parcs à bœufs, fabrication de planches et de charrettes) et le bois de chauffage. Elles sont également utilisées pour l'affouragement des bétails ainsi que la pharmacopée traditionnelle à travers les prélèvements de tiges, d'écorces, de feuilles et des graines. Ainsi, ces espèces présentent des enjeux socio-économiques considérables à travers leurs différentes formes d'utilisations assurant la plupart des besoins quotidiens de la population locale.

i. Description de l'espèce *Alluaudia procera* Drake

— *Systématique de l'espèce*

- Règne : VEGETAL
- Classe : EUDICOTS
- Ordre : CARYOPHYLLALES
- Famille : DIDIEREACEAE
- Genre : *Alluaudia*
- Espèce : *procera*
- Nom vernaculaires : *Fantsiolotra*, *Fantsiloly*, *Raotsy*, *Fantsilohotse*

— *Caractéristiques*

Alluaudia procera est un arbre dont la hauteur peut atteindre les 15m avec un diamètre maximal de 30cm. L'espèce présente un port élancé à l'âge adulte et les branches sont orientées vers le Sud à cause de l'action du vent dominant. Le tronc est muni de lignes d'épines parallèles dans le sens de la longueur et traçant des lignes semi-hélicoïdales. La disposition des épines est plutôt droite chez les plus jeunes. Les futs peuvent être munis d'étranglements transversaux. L'écorce du « *Fantsiolotra* » est épaisse, blanchâtre à grise et porte de petites feuilles vertes cireuses.

Les feuilles sont caduques, de forme ovale, de petite taille et de couleur verte foncée. Elles sont simples et caractérisées par leur système d'adaptation. Il s'agit de la réduction de la transpiration. Les feuilles présentent une épaisse cuticule et des stomates peu nombreux. Elles vont par paire et se trouvent à côté des épines.

Alluaudia procera est une espèce dioïque. Les fleurs se positionnent à la terminaison des rameaux. Une grappe peut contenir jusqu'à dix mille boutons floraux. Les fleurs sont petites avec des pétales de couleurs blanches.

La corolle est formée de quatre pétales disposés par paire en deux verticilles : deux pétales opposés disposés plus haut et deux autres positionnées perpendiculairement aux précédentes. Les fruits sont de très petite dimension. Ils sont ovoïdes et portent une seule graine de couleur blanche. Les téguments des graines sont minces.

Alluaudia procera présente deux modes de reproduction : la multiplication par voie sexuée à partir des graines, et la multiplication végétative. La multiplication par voie végétative s'effectue par bouturage. Le taux de germination des graines est faible tandis que la multiplication par boutures est facile (LISAN, 2014).



Photo 1 : Pied d'Alluaudia procera (DIDIEREACEAE) dans la Forêt xérophytique de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly
Source : RAMANANJATOVO, 2013

— **Distribution**

L'espèce « Fantsilotra » est endémique de Madagascar. C'est une espèce originaire du Sud et Sud - Ouest. Elle est surtout présente dans les fourrés xérophiles et les forêts denses sèches et épineuses du Sud.

ii. Description de l'espèce *Cedrelopsis grevei*, Baillon

— *Systématique de l'espèce*

- Règne : VEGETAL
- Embranchement : SPERMATOPHYTES
- Sous-embranchement : ANGIOSPERMES
- Classe : MAGNOLIOPSIDA
- Ordre : SAPINDALES
- Famille : RUTACEAE
- Genre : *Cedrelopsis*
- Espèce : *grevei*
- Noms vernaculaires : *Katrafay, Katafa, Mantaora, Katrafay dobo, Katrafay filo*

— *Caractéristiques*

Cedrelopsis grevei présente un port peu élancé dont la hauteur varie généralement de 5 à 12m. Son diamètre maximal est de 20 cm. La tige est riche en ramification. Cette espèce est pourvue d'une écorce rugueuse, de couleur grisâtre à brunâtre, légèrement crevassée et présentant une odeur caractéristique. Les jeunes sont pubérulents et les adultes sont glabres à glabrescents.



Photo 2 : Jeune pied de *Cedrelopsis grevei* (RUTACEAE)

Source : REMAMY, 2010

Les feuilles sont généralement caduques. Elle sont composées-pennées formées de 4 à 5 paires de folioles latérales opposées à subopposées sauf à la base.

L'inflorescence est sous la forme de panicules très ramifiées de couleur grisâtre. Les pédicelles floraux sont très courts. Les fleurs (mâles, femelles, hermaphrodites) sont jaunâtres. Les fruits sont des capsules vertes déhiscentes en 5 valves. Ils prennent la couleur noire à maturité. Chaque valve contient au maximum une graine. Cette dernière est oblongue et ailée. Elle est aplatie latéralement.

La régénération de l'espèce se fait à partir de la graine ou par voie sexuée et l'autre par voie asexuée ou végétative, après une coupe de la tige, les espèces sont capables de donner des rejets. De plus lorsque les arbres vieillissent, un pied pourra donner un rejet lequel remplacera plus tard le pied-mère (RABARISON *et al.*, 2013).

— *Distribution*

Il s'agit d'une plante endémique de Madagascar. Cette espèce se rencontre essentiellement dans les forêts à DIDIERACEA, forêts tropophiles, xérophiles et même ombrophiles du Sud, Sud-Ouest, Sud-Est, Ouest et Nord-Ouest de Madagascar.

iii. Description de l'espèce *Quivisianthe papinae*, Baillon

— *Systématique de l'espèce*

- Règne : VEGETAL
- Embranchement : PHANEROGAMES
- Sous-embranchement : ANGIOSPERMES
- Classe : DICOTYLEDONES
- Ordre : TEREBENTALES
- Famille : MELIACEAE
- Genre : *Quivisianthe*
- Espèce : *papinae*
- Noms vernaculaires : *Valiandro, Sano, Beoditra, Hompy, Sary hompy*

— *Caractéristiques*

« Valiandro » est une espèce à port très élancé. La hauteur peut atteindre 20 à 25m. Le diamètre varie de 45cm à 50cm. Elle présente un fût généralement cylindrique. L'écorce est lisse, de couleur grise foncée et caractérisée par des lenticelles.



Photo 3 : Pieds de Quivisianthe papinae (MELIACEAE) dans la Forêt galerie de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly

Source : RANDRIANARIMALALASOA, 2008

C'est une espèce caducifoliée. Elle est caractérisée par des feuilles composées, alternes et imparipennées. Le limbe des feuilles a une forme elliptique asymétrique.

L'inflorescence se présente sous forme de grappe dressée. Les fleurs sont de petite taille et sont hermaphrodites. La corolle est généralement de couleur blanche et pubescente. Les fleurs du « Valiandro » sont composées par 05 pétales valvaires et 05 sépales soudés en calice. Les fruits sont des capsules pyramidales allongées et déhiscentes par 3 valves longitudinales. Les graines issues de ces capsules sont aplaties et ailées.

L'espèce *Quivisianthe papinae* présente une possibilité de se régénérer à la fois par voie de semis et par rejet de souche. La fructification annuelle de cette espèce favorise la germination des graines. Quant à la multiplication végétative, la souche de l'arbre abattu a une faculté d'émettre des rejets (RANDRIANASOLO, 1996).

— Distribution

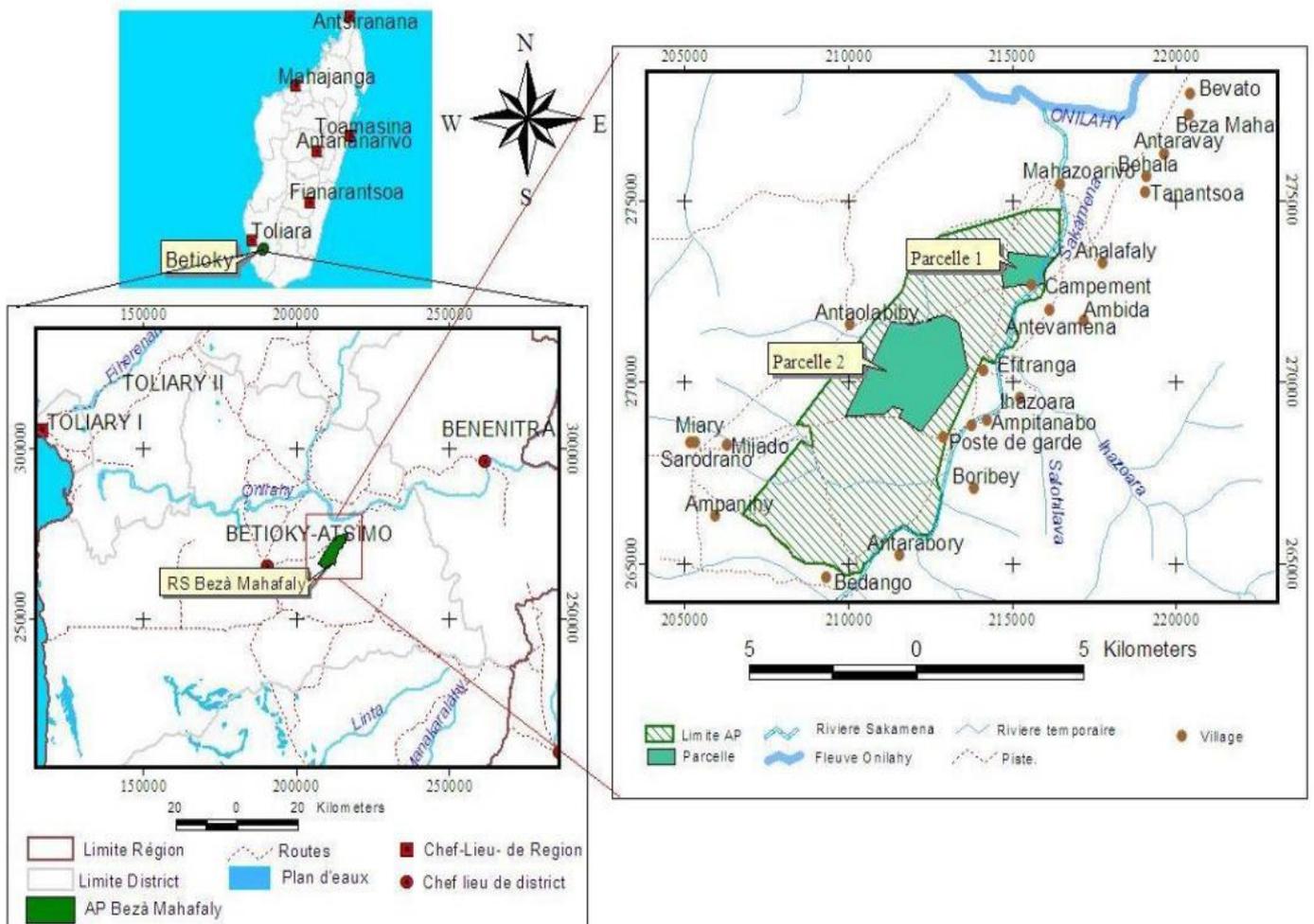
Quivisianthe papinae est une espèce endémique de Madagascar. Elle se rencontre essentiellement dans les régions Sud et Sud-Ouest.

b. Zone d'études

i. Présentation générale

La Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly appartient à la Région Atsimo-Andrefana de Madagascar (Cf. Carte 1). Elle est localisée à 35 km au Nord-Est de Betioky Sud, dans le Fokontany de Mahazoarivo, Commune Rurale d'Ankazombalala (ex-Beavoaha), District de Betioky Sud, et est située entre 23°38'60" et 23°41'20" de latitude Sud et 44°34'20" de longitude Est (RATSIRARSON *et al.*, 2001).

Elle est instituée en Réserve Spéciale botanique et zoologique par le décret N° 86/168 du 04 juin 1986 (RAZAFINDRAKOTO, 1997 in ANDRIANANTENAINA, 2005). Elle est gérée par Madagascar National Parks (MNP), avec pour partenaire de recherche l'ESSA-Forêts. Cette dernière y gère un centre de formation et de recherche, ainsi que d'action en matière de conservation intégrée au développement. Selon l'article 3 du décret susmentionné, la Réserve Spéciale Mitabe - Sakamena de Bezà 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 défrichement, 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'études

Source : RASAMIMANANA, 2014

La Réserve appartient à l'écorégion du Sud, caractérisée par différents écosystèmes dont la forêt galerie et la forêt xérophile (BONAVENTURE, 2010). Suite à l'engagement de Madagascar fait en 2003 d'étendre la superficie de ses aires protégées, la Réserve passe de sa superficie de 600 hectares à 4600 hectares (RASAMIMANANA, 2011). Ces 4600 hectares comprennent les anciennes parcelles qui seront reliées entre elles par une zone à vocation de conservation, auxquelles s'ajoutent des forêts et milieux naturels environnants essentiellement voués aux droits d'usages traditionnels (RASAMIMANANA, 2011).

La Réserve de Bezà Mahafaly dans sa délimitation initiale comprend deux noyaux durs non contigus distants de 10 km (Cf. Carte 1). Le premier noyau dur (ou première parcelle), d'une superficie de 80 ha environ, est constituée d'une forêt-galerie longeant la rivière Sakamena (affluent de la fleuve Onilahy). Cette forêt est dominée par *Tamarindus indica* (FABACEAE) et quelques autres légumineuses endémiques dont *Albizia polyphilla* (FABACEAE), *Acacia roivumea* (FABACEAE). Le deuxième noyau dur (ou deuxième parcelle) est large de 520 ha. Elle est dominée par des espèces endémiques caractéristiques de la forêt aride et épineuse, adaptée à une longue saison sèche. Il s'agit entre autres d'*Alluaudia procera* (DIDIERACEAE), *Commiphora* spp. (BURSERACEAE), *Dolichos* spp. (PAPILIONACEAE).

Entre ces deux parcelles non contiguës, c'est-à-dire entre la forêt galerie et la forêt xérophile se trouve une forêt de transition (RAZAFINDRAKOTO, 1997 in ANDRIANANTENAINA, 2005). Cette dernière est composée de trois strates en l'occurrence : une strate clairsemée dite supérieure, dominée par *Tamarindus indica* (FABACEAE) et *Salvadora angustifolia* (SALVADORACEAE) ; une strate constituée par des espèces arbustives très denses de différentes tailles ; et une strate basse très dense et de pénétration difficile (ANDRIANANTENAINA, 2005).

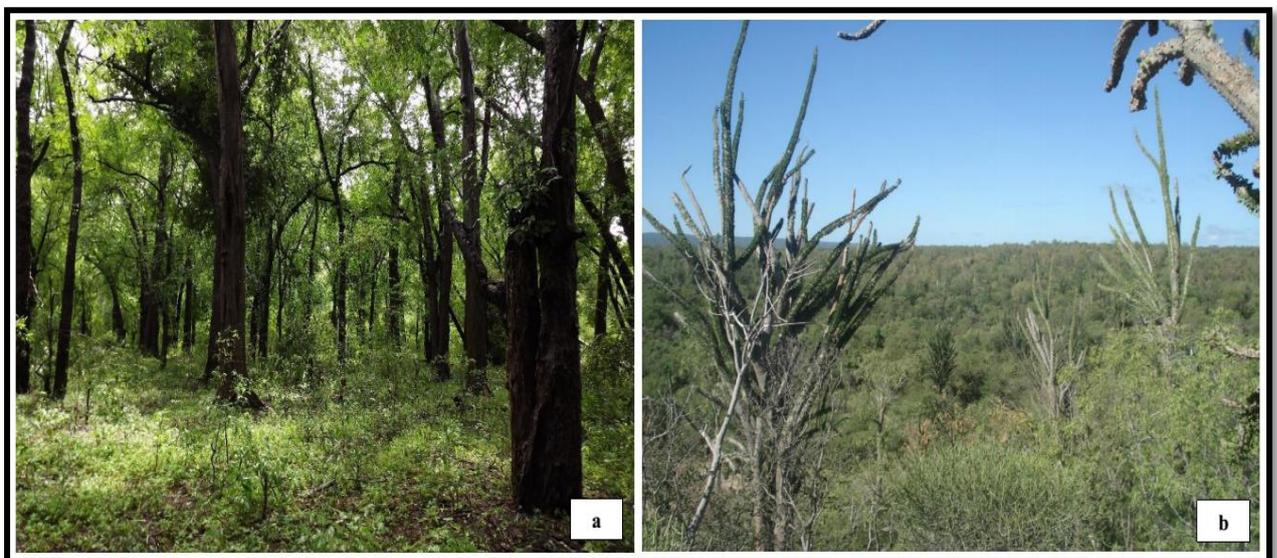


Photo 4 : Forêt galerie (a) et Forêt xérophytique (b) de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly

Source : RAMANANJATOVO, 2013

Etant donné que *Quivisianthe papinae* est caractéristique de la Forêt galerie, toutes les études concernant cette espèce ont été effectuées dans la Parcelle 1 (Cf. Carte 1). En effet, cette espèce ripicole est seulement rencontrée le long des berges de la rivière Sakamena.

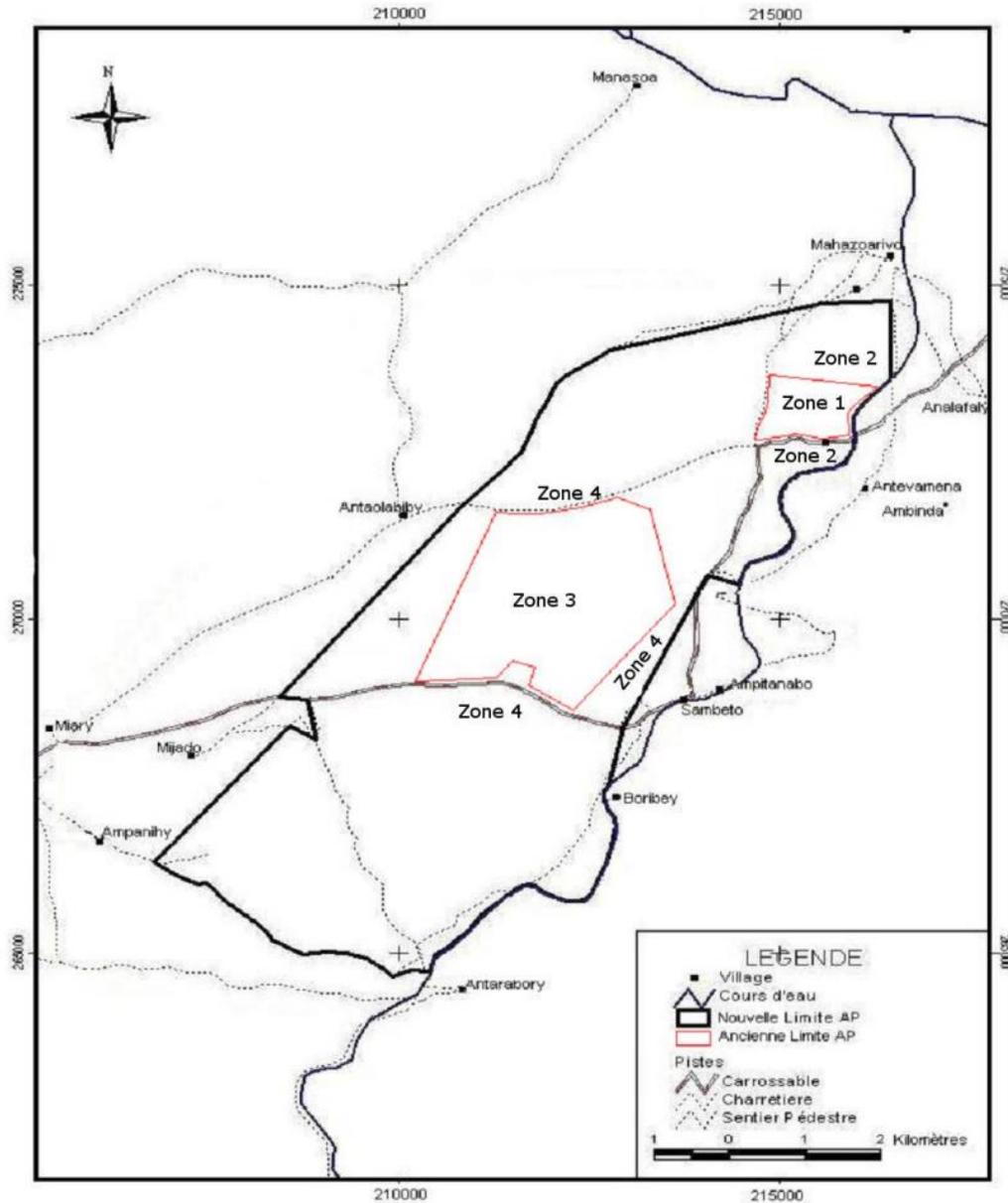
Quant aux espèces *Cedrelopsis grevei* et *Alluaudia procera*, la Forêt xérophytique (Parcelle 2) et ses extensions ont servi de zones d'études (Cf. Carte 1). *Alluaudia procera* est absente dans la Forêt galerie. Pour *Cedrelopsis grevei*, elle est présente dans les trois types de formation (galerie, xérophytique, transition) mais se trouve en abondance dans la Forêt de transition et la Forêt xérophytique.

Par conséquent, tout au long de cette étude, quatre zones d'intervention (Cf. Carte 2) ont été considérées à savoir :

- ✚ Zone 1 : la Forêt galerie (Parcelle 1) ;
- ✚ Zone 2 : les extensions de la Forêt galerie ;
- ✚ Zone 3 : la Forêt xérophytique (Parcelle 2) ;
- ✚ Zone 4 : les extensions de la Forêt xérophytique.

Ces zones d'interventions ont été choisies afin de mieux apprécier les impacts des prélèvements des produits ligneux et non ligneux par les populations locales sur les caractéristiques écologiques de l'habitat. Ainsi, au niveau de la Forêt galerie et de la Forêt xérophytique, deux zones sur chacun de ces sites ont été considérées à savoir les zones peu perturbées, qui sont les zones relativement intactes et sont délimitées par l'ancienne limite de la Réserve (Parcelle 1 et Parcelle 2) (Cf. Carte 1) ; et les zones perturbées (Zone 2 et Zone 4) (Cf. Carte 2) qui sont les nouvelles extensions de la Parcelle 1 et de la Parcelle 2.

En effet, selon RATSIRARSON *et al.*, (1998), le milieu peu perturbé est décrit comme étant un écosystème moins perturbé dont les signes de dégradations (chablis, coupe de bois, enchevêtrement des strates basses, divagation des bétails) y sont moins importants. Quant au milieu perturbé, il correspond à l'écosystème dégradé caractérisé par de nombreuses coupes sélectives et divagation des bétails.



Carte 2 : Localisation des zones de travail
 Source : D'après BD 100, ESSA-Forêts, 2013

ii. Climat

La Réserve Spéciale de Beza Mahafaly et ses environs sont soumis à un climat semi-aride (RATSIRARSON, 2003). La courbe de variation moyenne des températures et des précipitations annuelles durant 11 années successives (1999-2010) à partir des relevés journaliers de la station météorologique de Beza Mahafaly est représentées sur la Figure 1.

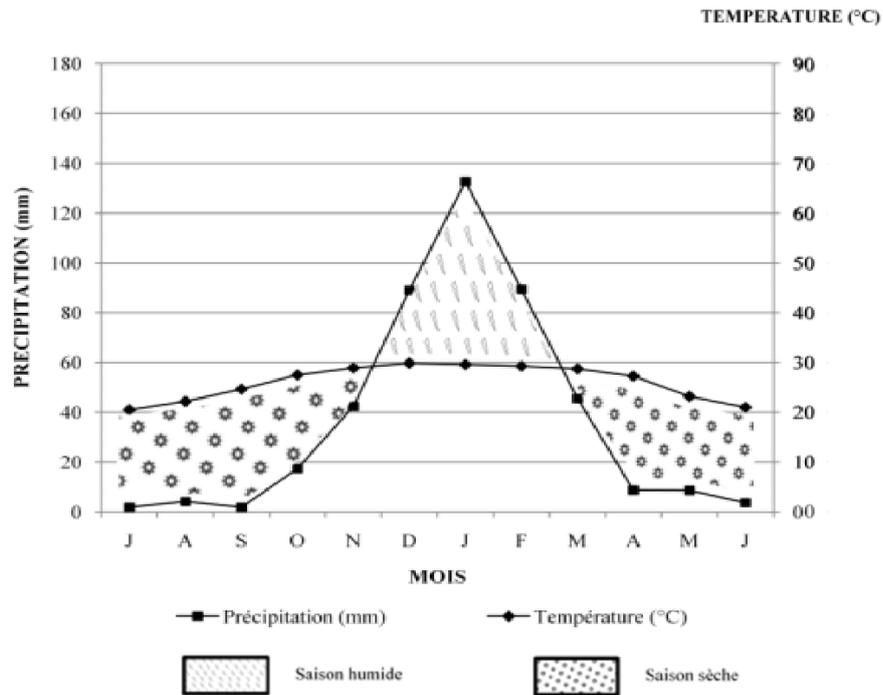


Figure 1 : Diagrammes ombrothermiques de Bezà Mahafaly de 1999 à 2010
 Source : Centre de Recherche de Bezà Mahafaly, donnée 1999-2010 et Service météorologique Ampandrianomby, donnée 1961-1990 in RASAMIMANANA, 2011

La courbe de variation des précipitations et de la température ci-dessus met en évidence la présence de deux saisons bien distinctes à Bezà Mahafaly. D'une part, la saison humide qui est courte et dure 04 mois de l'année (Novembre à Mars). Le mois de Janvier est le plus humide avec une précipitation mensuelle moyenne de 137 mm. Quant à la saison sèche, période pendant laquelle la courbe de variation de la température est au-dessus de celle des précipitations, elle dure 08 mois et s'étend du mois d'Avril au mois d'Octobre.

Concernant les caractéristiques générales de la variabilité pluviométrique et de la température au niveau la zone d'études, entre 1999 - 2010, les totaux pluviométriques oscillent entre 182 mm et 975,9 mm, la pluie moyenne interannuelle est de $460,44 \pm 216,87$ mm dont $442,32 \pm 247,78$ mm tombent en saison humide (RASAMIMANANA, 2011).

Les années climatiques 2004 - 2005 et 2009 - 2010 se présentent respectivement comme les moins pluvieuses et les plus pluvieuses de la période 1999-2010 (Cf. Figure 2). Quant à la température moyenne interannuelle de la station, elle est de $26,07 \pm 0,39$ °C (RASAMIMANANA, 2011). La température moyenne annuelle présente une tendance à la diminution significative (Cf. Figure 2).

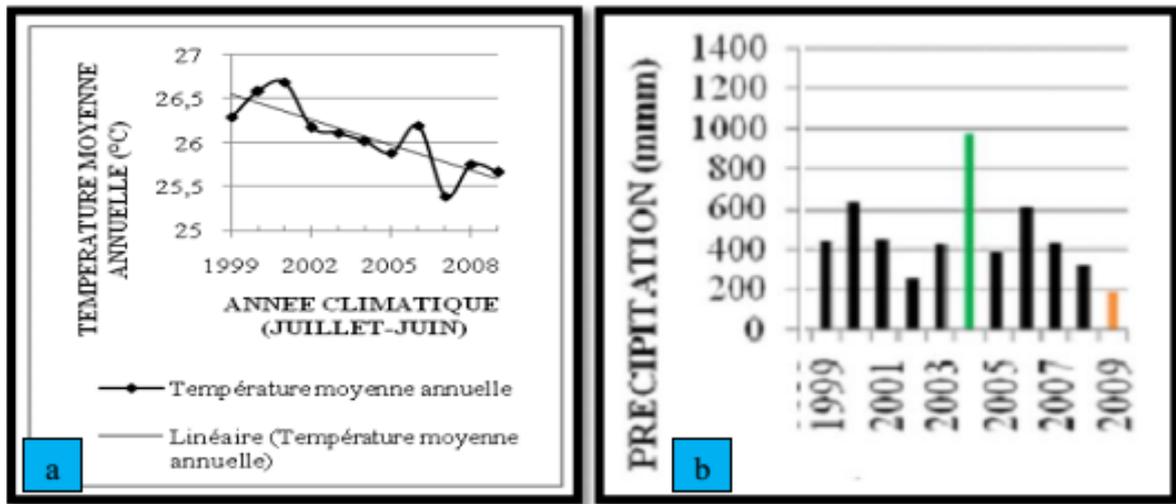


Figure 2 : Variation de la température moyenne annuelle de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly et sa tendance linéaire (1999 – 2009) (a) - Variation annuelle des précipitations totales de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly (1999 – 2009) (b)
Source : RASAMIMANANA, 2011

iii. Pédologie

Géologiquement, la Réserve Spéciale se trouve directement sur le bassin sédimentaire de Morondava (YOUSSOUF, 2004), marquée par des affleurements schisto-gréseux de séries moyennes inférieures au système de la Sakamena dans lesquels dominent les sédiments clastiques (RATSIRARSON *et al.*, 2001). En général, deux types de sols sont rencontrés dans la région (RATSIRARSON, 2003 *in* RASAMIMANANA, 2011) :

- ✚ 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 utilisés pour l'agriculture étant donné la forte proportion en limon. Néanmoins, sur ces sols, la teneur en sable augmente au fur et à mesure de l'éloignement par rapport au lit de la rivière Sakamena ;
- ✚ Les sol ferrugineux tropicaux sur des matériaux d'origine gréseuse constitués par un sol rocailleux à sable roux résultant de la décomposition des roches ou d'apports par les eaux de pluie et par les vents, qui se rencontre surtout dans la deuxième parcelle de la réserve.

Pour l'étude de l'influence de la pédologie sur la croissance et le développement des espèces étudiées, il s'avère intéressant de décrire les profil-types des sols au niveau de chaque type de formation. Pour cela, une description globale des caractères physiques des sols est nécessaire afin de vérifier si leurs caractéristiques sont étroitement liées avec la végétation qui pousse sur place.

— Forêt galerie

Pour la forêt galerie et ses extensions, les sols se trouvant dans les vallées forestières se démarquent par leur caractère alluvionnaire (RAMBELOSON, 1988). Trois profil-types de sol peuvent être dégagés, et ce suivant l'éloignement par rapport à la rivière (RANDRIANASOLO, 1996)

Au niveau de la « forêt galerie », située juste à l'Ouest de la rivière Sakamena, l'horizon superficiel caractérisé par une couche de litière relativement épaisse de couleur noire est constituée principalement par des feuilles sèches et des débris végétaux. Cette couche est suivie d'un horizon gris ayant une épaisseur de 5 à 30 cm, de texture limono-argileuse avec une cohésion moyenne à forte. L'horizon présente une porosité moyenne pratiquement bien exploré par les racines. Des éléments grumeleux y sont rencontrés. Sa structure est continue à éclat voire polyédrique émoussé. Vient ensuite un horizon brun gris argilo-sableux d'une épaisseur de 30 à 40 cm dont la cohésion est forte rendant difficile la pénétration des racines. La structure présente une apparence continue à éclat voire polyédrique émoussé.

Au niveau des extensions de la « Forêt galerie », l'éloignement par rapport à la rivière Sakamena permet de distinguer deux profils :

- Pour la partie longeant la berge de la rivière, notamment dans l'extension Sud de la forêt galerie, les caractéristiques du profil est proche de celle de la forêt galerie. La couche superficielle, de couleur noire, est constituée de litière de 1 à 5 cm d'épaisseur en voie de décomposition. Elle est suivie d'un horizon gris ayant une épaisseur de 5 à 25 cm, de texture limono-argileuse et qui présente une cohésion moyenne. Ce type de couche est pratiquement bien exploré par les racines. Des éléments grumeleux y sont quelquefois rencontrés. Sa structure varie de continue à éclat, voire polyédrique émoussé. Puis un horizon brun gris à texture argilo-sableuse de 25 à 40 cm d'épaisseur caractérisée par une cohésion forte et non exploité par les racines. La porosité est moyenne à faible.
- Concernant les zones plus éloignées de la rivière, comme le cas de l'extension Nord de la Forêt galerie, l'horizon humifère est pratiquement faible. Une première couche sablo-limoneuse de couleur grise claire est observée de 0 à 30 cm. La structure est polyédrique dont des éléments grumeleux avec des mottes à structure continue sont observés au niveau de cette horizon. Avec une cohésion moyenne, la porosité est bonne. De 30 à 70 cm, il est observé un horizon jaune brunâtre qui n'est pénétrable que par des grosses racines. Sa texture est sableuse. Sa cohésion moyenne à l'état frais est devenue forte, à l'état sec. La porosité varie de moyenne à forte.

— Forêt xérophytique

La forêt xérophytique est surtout caractérisée par des sables roux souvent mêlés à des plaques calcaires qui résultent de la décomposition des roches ou d'apports par les eaux et les vents. Ces sables roux qui sont en général perméables, recouvrent toutes les forêts xérophytiques.

Deux types de sols y sont rencontrés : sols ferrugineux tropicaux lessivés et sols ferrugineux tropicaux enrichis en argile (RAOELIARISOA, 1995).

- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés se localisent généralement au niveau des plateaux de la parcelle xérophytique ainsi que de ses extensions. L'horizon humifère (0 à 1 cm), brun clair, sableux, présente une structure particulière à cohésion très faible, à mottes friables. De 1 à 10 cm se présente un horizon brun gris très foncé de texture sablo-argileux. La structure de l'horizon est continue présentant des éléments grumeleux qui peuvent se détacher des mottes friables. Il est très poreux avec une cohésion un peu forte. Cette couche est succédée par un horizon brun-gris (10 à 40 cm d'épaisseur) de texture argilo-sableux avec une structure à tendance polyédrique. La cohésion est un peu forte. Quant à la porosité, elle est forte.
- Les sols ferrugineux tropicaux enrichis en argile se trouvant dans les bas de pente sont caractérisés par un horizon humifère brun-gris limoneux (0 à 1 cm). Il présente une structure particulière avec des éléments grumeleux à mottes friables. Les brindilles et les feuilles se localisent essentiellement dans cet horizon. Ensuite, il est observé un horizon brun-gris foncé de texture sablo-argileux à structure continue friable (1 à 15 cm). L'horizon est bien poreux, à cohésion faible. De 15 à 50 cm se présente un horizon brun-rouge sablo-argileux avec une structure continue à éclat. La couche est peu poreuse ; la cohésion est forte.

iv. Relief et topographie

La région de Bezà Mahafaly est dominée par un relief de glaciaires ou formation quaternaire à pente longitudinale et à large interfluve dont la zone d'altération est moins profonde (ANDRIANANTENAINA, 2005). C'est un relief relativement plat avec des successions de plateaux peu nivelés. L'altitude varie de 130 à 170 m, avec une pente faible n'excédant pas 3 %. Sur les collines, cette pente peut atteindre 40 à 50% et même devenir abrupt (RATSIRARSON *et al.*, 2001).

v. Faune

La région de Bezà Mahafaly abrite des espèces faunistiques diversifiées et caractéristiques du Sud-Ouest de Madagascar. Les lémurien sont représentés par cinq (05) espèces dont deux diurnes (*Lemur catta* et *Propithecus verreauxi verreauxi*) et trois nocturnes (*Lepilemur leucopus*, *Microcebus murinus* et *Microcebus griseorufus*) (RANAIVOARISOA, 2008).

Les chauve-souris comprennent quatre (04) espèces (*Pteropus rufus*, *Hipposideros commersoni*, *Tadarida jugularis* et *Taphozous mauritanus*). Quant aux Carnivores, ils sont représentés par trois espèces, dont une espèce endémique (*Cryptoprocta ferox*) et deux espèces introduites (*Felis sp.* et *Viverricula indica*) (RANAIVOARISOA, 2008).

En 2001, RATSIRARSON et al. ont énoncé que Bezà Mahafaly abrite quinze (15) espèces de serpents, dix-huit (18) espèces de lézards, deux espèces de tortues, une espèce de crocodile et trois espèces d'amphibiens. L'avifaune de la région comprend 102 espèces d'oiseaux appartenant à 43 familles, dont 27 espèces sont endémiques. Aussi, 115 Genres d'insectes contenant 179 espèces, groupés dans 42 Familles sont représentés à Bezà Mahafaly.

vi. Milieu humain

Concernant le milieu humain, la population locale est composée surtout de Mahafaly, d'Antandroy et de Tanala. Les Mahafaly sont les plus nombreux et comprennent plusieurs clans, y compris les Tefandry, Temohita, Karimbola, Tetsilany, Temaromainty, Temarofotsy, Teranomasy et Talamay (RANAIVOARISOA, 2008). La population dans la région de Bezà Mahafaly comptait 2310 habitants (recensement en 1996) avec une faible densité, en moyenne autour de 4 individus au km² (RATSIRARSON *et al.*, 2001 in ANDRIANANTENAINA, 2005). En 2009, les habitants de la Commune d'Ankazombalala se chiffrent à 20 218 dont 5561 se trouvent dans les cinq villages les plus proches de la Réserve (Ambinda, Analafaly, Antarabory, Mahazoarivo et Mihary) (RASAMIMANANA, 2011). Cette population reste attachée à la tradition ancestrale comme le témoigne l'importance des rites funéraires dans sa vie sociale, culturelle et économique (RAZAFINDRAIBE, 2008).

vii. Activités socio-économiques de la région

Les principales activités économiques de la population de Bezà Mahafaly sont constituées par l'agriculture et l'élevage. L'agriculture représente les principales sources d'alimentation et de revenu de la population constituée généralement de culture vivrière notamment le maïs, le manioc, la patate douce et le riz, destinée à l'autoconsommation. Quant à l'élevage, le cheptel est constitué de bovidés, de petits ruminants (chèvres, mouton) et de volailles. L'élevage est de type extensif (RATSIRARSON *et al.*, 2001). Selon RIVOARIVELO (2008), deux types de conduite d'élevage de bovins existent dans la région, à savoir :

- le « midada » qui consiste à laisser les bétails divaguer dans la forêt sans bouvier, le propriétaire les réunit dans un parc ou le visite après un certain nombre de jour ;
- la « miarakandrovy » avec lequel le bétail est gardé par un ou des bouviers pendant la journée et est amené dans le parc du village pendant la nuit.

L'exploitation de sel gemme (« siratany ») est aussi une activité très importante de la région. Elle est exclusivement faite par les femmes (RATSIRARSON *et al.*, 1998). La plupart des exploitants la considère comme principale source de revenu, mais d'autres le pratiquent comme un complément de l'élevage et de l'agriculture (RAVAOSOLO, 1996).

La collecte des produits forestiers, ligneux et non ligneux font également partie des autres activités économiques des habitants riverains de la Réserve, pratiquées surtout durant la période de soudure. Ces produits forestiers sont indispensables pour la population riveraine aussi bien pour leur vie quotidienne que pour leurs besoins particuliers occasionnels (RATSIRARSON *et al.*, 2001). En effet, la forêt de Bezà Mahafaly fournit à la population locale surtout du bois d'énergie et de construction mais en particulier, elle constitue un terrain de pâturage et en parallèle un abri du cheptel contre les voleurs de bétail (RATSIRARSON *et al.*, 2001). Les produits forestiers leur servent également de source d'alimentation et de médicaments (RIVOARIVELO, 2008).

La Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly constitue également un terrain de pâturage pour les bovins, les ovins et les caprins. Effectivement, elle fournit un fourrage de quantité et de qualité appréciable (RATSIRARSON *et al.*, 2001). Le pâturage est fourni par les arbres, arbustes, arbrisseaux, petites lianes et herbes (RAZAFINDRAIBE, 2008). La disponibilité constante de la flore servant de fourrages aux bétails est liée à la diversité des espèces et à leurs phénologies différenciées dans le temps et dans l'espace (TOUNKARA, 1991).

En somme, multiples en sont les usages des produits forestiers tant pour les produits forestiers ligneux que non ligneux : ils peuvent être résumés en bois d'énergie, bois de construction, bois d'outillage, plantes fourragères, plantes alimentaires (tubercules, fruits) et plantes médicinales. Parmi ces différentes modes d'exploitations des produits forestiers, seul l'usage des ressources dans l'alimentation humaine ne concerne pas les trois espèces étudiées.

2. Méthodes

a. Etudes bibliographiques, enquêtes et entretiens

Les investigations bibliographiques ont été faites tout au long du travail de recherche. Elles ont permis de recueillir les renseignements sur les caractéristiques écologiques du milieu d'étude, d'obtenir plus de données pour la description et la caractérisation des trois espèces cibles (systématique, origine, distribution, biologie, phénologie, utilisations), d'orienter les travaux de recherche et les différentes méthodes utilisées pour vérifier les hypothèses émises. Une attention particulière a été tenue sur les données existantes sur les études antérieures concernant l'étude de la régénération naturelle des espèces floristiques dans le milieu d'étude ou dans d'autres régions pour mieux cerner le thème étudié.

Les études bibliographiques ont contribué à l'atteinte des objectifs de recherche. La détermination de l'influence des paramètres écologiques de l'habitat notamment le climat, la topographie, et la pédologie des trois espèces cibles sur leur potentialité de régénérations ont été effectuée à partir des données issues des études antérieures dans la zone d'études. Il en est de même pour la caractérisation des comportements biologiques et physiologiques des espèces cibles (pollinisation, dissémination, phénologie), elle a été effectuée à partir des études bibliographiques et revue des études antérieures dans la même région et dans d'autres.

Les enquêtes et entretiens ont permis de recueillir le savoir local de la population des villages avoisinants (*Mahazoarivo, Antevamena, Analafaly, Ampitanabo*) afin de compléter les données recueillies sur le terrain et au cours des investigations bibliographiques. Ces enquêtes ont été surtout axées sur le prélèvement des ressources végétales dans la Réserve, les lieux de collecte, les types de produits collectés et leurs utilisations ainsi que le problème de divagation des bétails dans la Réserve. La méthode d'enquête utilisée est l'enquête informelle. Elle consiste à collecter des informations à travers les dialogues ou les entretiens effectués avec des personnes non ciblées, dans des endroits non prédéfinis.

Ainsi, la détermination de l'importance socio-économique des espèces cibles vis-à-vis des besoins en produits ligneux et non ligneux de la population a été obtenue via les enquêtes et entretiens. Pourtant, les investigations bibliographiques ont permis de recouper ainsi de compléter les données recueillies.

Les résultats des investigations bibliographiques et des enquêtes, ont été saisis sur des logiciels de traitement de texte (Microsoft WORD) et de données chiffrées (Microsoft EXCEL) durant lesquels le contrôle, les corrections seront effectuées.

b. Analyse écologique de l'habitat

L'étude de l'influence des paramètres écologiques du milieu sur la régénération naturelle des espèces cibles comprend : l'analyse des paramètres abiotiques (climat, topographie et pédologie), l'analyse des facteurs biotiques et l'analyse sylvicole des espèces.

i. Analyse des paramètres abiotiques

Pour que les régénérations des espèces étudiées puissent se développer dans son aire d'occupation, elles exigent des conditions écologiques particulières. Les facteurs abiotiques qui vont être considérés pour analyser leur influence sur l'installation et le développement des régénérations naturelles des espèces étudiées comprennent les paramètres climatiques (température et précipitation), topographiques et pédologiques.

Les données climatiques, topographiques et pédologiques qui ont été utilisées sont issues des investigations bibliographiques ainsi que des études antérieures sur la zone d'étude. Ainsi, pour déterminer l'influence des paramètres abiotiques sur l'installation et le développement de la régénération naturelle, ces données ont été couplées avec les résultats de l'analyse sylvicole des espèces étudiées.

Les données climatiques, topographiques et pédologiques utilisées dans l'analyse de l'influence des facteurs abiotiques sur la potentialité de régénération des espèces cibles ont été issues des études antérieures sur la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. A partir de ces données, les 04 zones considérées ont été caractérisées. Pour le climat, les 04 zones considérées présentent les mêmes caractéristiques que sont les conditions climatiques de la région de Bezà Mahafaly.

L'analyse des facteurs climatiques se limiterait sur la description des caractéristiques générales de la pluviométrie et de la température au niveau de la zone d'étude. En effet, l'étude de l'influence des paramètres climatiques sur les espèces étudiées se tend plutôt vers l'analyse des relations entre leur phénologie et les variables climatiques (température, précipitations) de la région d'étude. Ainsi, une analyse plus approfondie des relations entre les comportements phénologiques des espèces cibles et les paramètres climatiques de la station seront apportées plus bas dans la partie analyse physiologique.

Pour la pédologie, chaque zone a été caractérisée à partir des profils-types définis lors des études antérieures dans la Réserve. Ensuite, les caractéristiques ainsi définies ont été combinées aux résultats des analyses sylvicoles des espèces cibles via l'inventaire afin d'apprécier les structures des espèces (abondance, capacité de régénération, tempérament, dispersion) en fonction de leur zones d'occurrence.

ii. Analyse des paramètres biotiques

Les facteurs biotiques sont déterminés par la présence, à côté d'un organisme, d'organismes de la même espèce ou d'espèces différentes, qui exercent sur lui une concurrence, une compétition, une prédation, une symbiose et en subissent à leur tour l'influence. Dans la présente recherche, l'analyse des facteurs biotiques consiste donc à déterminer l'influence des espèces faunistiques et floristiques sur les comportements biologiques et physiologiques des espèces étudiées. Il s'agit notamment, d'une part de l'étude de possibles concurrences en eau, en éléments nutritifs et en lumière entre les végétations avoisinantes et les régénérations des espèces cibles, et d'autre part, du rôle de la population faunistique de la forêt sur le fonctionnement biologique des espèces étudiées.

Pour l'influence des espèces faunistiques, l'analyse a été effectuée à partir des études bibliographiques de manière à ce que toutes les données sur les espèces faunistiques ayant une quelconque relation avec les espèces cibles aient été relevées et traitées. Ce qui a permis de déterminer les rôles de la population faunistique de la forêt dans la biologie de reproduction des espèces cibles notamment la dissémination des diaspores.

A part les fonctions de protection qu'offrent les trois espèces étudiées à la population faunistique de Bezà Mahafaly en tant qu'abris des animaux, très peu de données existent sur la relation entre la faune et les espèces cibles. Toutefois, les données existantes se sont focalisées sur les interactions entre les lémuriers et les trois espèces considérées. En effet, ces espèces sont écologiquement essentielles pour les animaux car elles constituent une source d'alimentation importante.

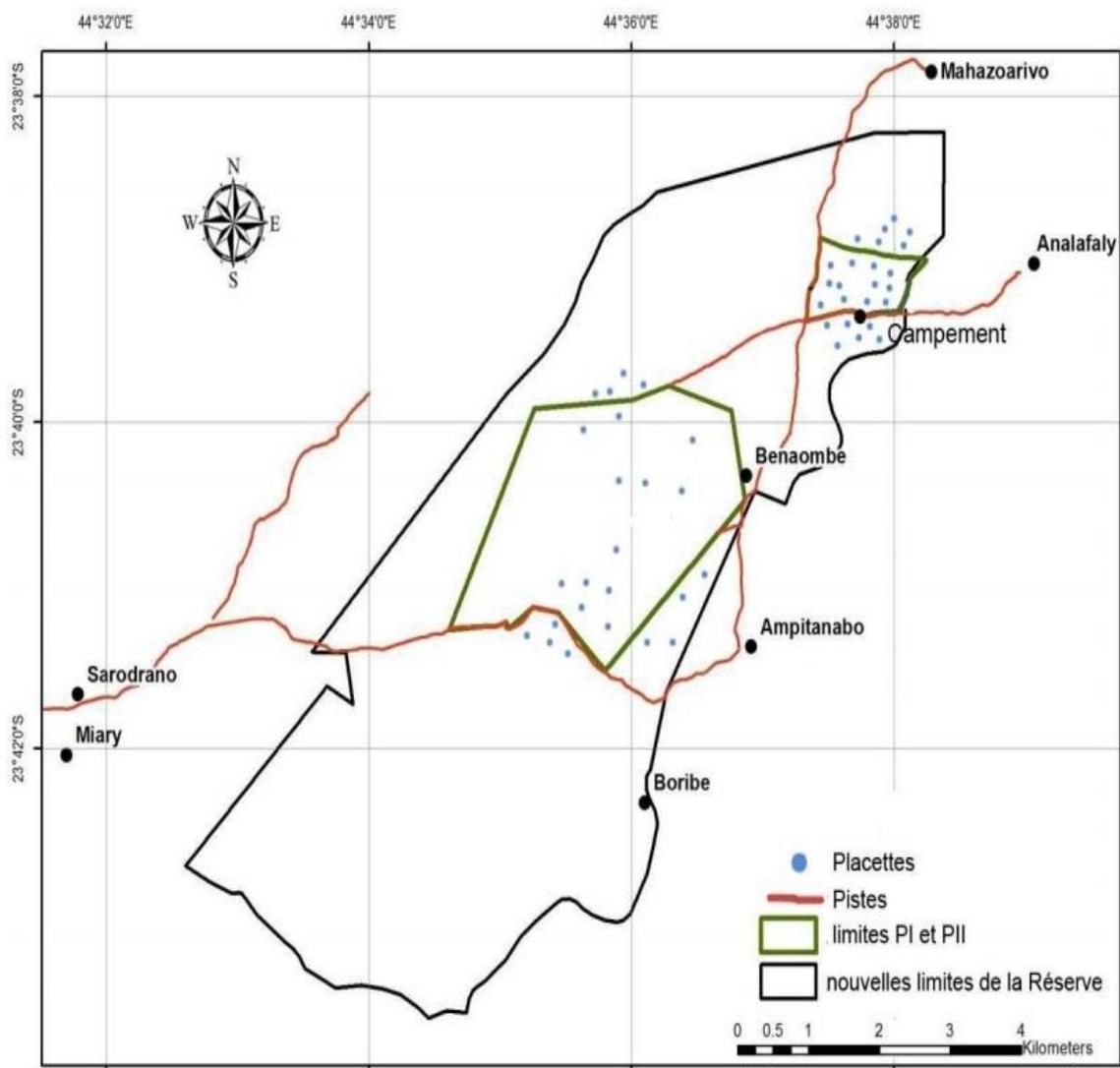
Quant à l'analyse de la végétation, les données récoltées à travers l'inventaire (*Cf. Annexe 3*) des espèces étudiées ont permis de déterminer l'influence des végétations avoisinantes sur les besoins en lumière des espèces.

iii. Analyse sylvicole des espèces cibles

Afin de déterminer la potentialité de régénération des trois espèces cibles, la conduite d'un inventaire floristique est indispensable (Cf. *Annexe 2*). Considérant le temps prévu pour la réalisation de l'inventaire et des moyens disponibles, un inventaire partiel a été utilisé, c'est-à-dire un inventaire par échantillonnage. Les inventaires floristiques se sont déroulés dans les quatre sites suscités en l'occurrence la Forêt galerie et ses extensions et la Forêt xérophytique et ses extensions (Cf. *Carte 3*).

— Echantillonnage

L'inventaire s'était fait par échantillonnage, à cet effet, les échantillons pris sont supposés représentatifs de la forêt. Pour ce qui est du nombre des échantillons, 12 placettes d'inventaire pour chaque site d'études ont été mises en place afin de disposer des données qui peuvent être traitées statistiquement. En somme, 48 placettes d'inventaire ont été mises en place (Cf. *Carte 3*).



Carte 3 : Localisation des placettes d'inventaire
Source : LABO SIG ESSA/Forêts, 2013

— Unité d'échantillonnage

Pour les travaux d'inventaire, des placettes carrées ont été mises en place. En effet, celles-ci fournissent à la fois une meilleure précision et sont faciles à mettre en place (RABEZANAHARY, 2011). Une correspondance surface / seuil d'inventaire inspirée de la méthode par compartimentation et qui sert de référence pour les inventaires effectués en forêt naturelle afin de déterminer la taille des placettes à utiliser a été établie. Puisque ce sont les espèces ligneuses ayant un diamètre compris entre 1 cm et 5 cm qui intéressent cette étude, et que la forme de placette choisie est le carré, et aussi pour des raisons pratiques, des placettes de 20 m * 20 m ont été mises en place. Ainsi, avec 48 placettes d'inventaires de 20 m * 20 m, la surface totale où ont été effectués les inventaires floristiques pour cette présente étude s'élève à 19 200 m².

Le principe de compartimentation se base sur la distribution théorique-type des tiges, par classe de diamètre : plus le diamètre croît, plus le nombre d'arbre diminue. Ainsi il est moins probable de rencontrer des tiges de gros diamètre que celles de petit diamètre. Par conséquent, la surface utile pour recenser les tiges de gros diamètre, devrait être plus grande (RATSINJOMANANA, 2000).

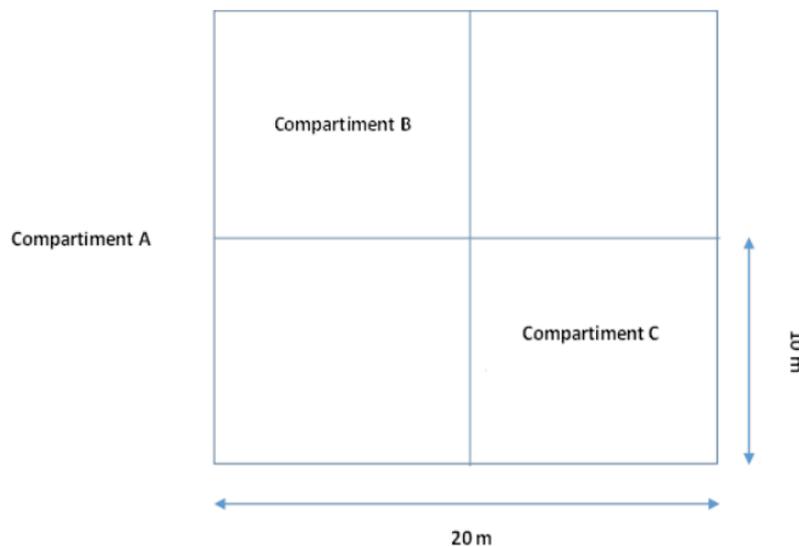


Figure 3: Dispositif d'inventaire

- ✚ Le compartiment A d'une taille de 20 m * 20 m : pour l'inventaire des gros arbres, individus considérés au cours de cette étude comme « arbres semenciers », ayant plus de 10 cm de diamètre ($D_{1,3} \leq 10$) ;
- ✚ Le compartiment B d'une taille de 10 m * 10 m : pour l'analyse des jeunes bois dont le diamètre est compris entre 5 et 10 cm ($5 \leq D_{1,3} \leq 10$) ;
- ✚ Le compartiment C : pour l'analyse de la régénération naturelle dont le diamètre est compris entre 1 cm et 5 cm ($1 \leq D_{1,3} \leq 5$). En tenant compte de l'objectif de l'étude basée sur la régénération naturelle, la dimension de ce compartiment a été fixée, pour avoir autant d'informations que possibles sur cet état de développement, en 10 m * 10 m.

Dans cette étude, les critères de définitions des régénérations qui ont été considérés sont celui du **diamètre compris entre 1 cm et 5 cm** (RAJOELISON, 1997), soit une circonférence comprise entre 3,14 cm et 15,7 cm, et celle de la **hauteur supérieure à 30 cm** car au deçà de cette hauteur, la survie des plants est très aléatoire (RATSINJOMANANA, 2000).

L'analyse sylvicole des espèces cibles a été axée sur leurs structures horizontale, verticale et totale. Elle a permis d'avoir une idée sur l'histoire des populations et ainsi de prévoir leur évolution dans le futur (RAJOELISON, 1997, *in* LANTOVOLOLONA, 2010).

— *Structure horizontale*

L'analyse horizontale étudie l'abondance, la dominance et la contenance des espèces dans la Réserve, mais seule la première qui est importante pour cette étude.

L'abondance numérique des espèces étudiées présente le nombre d'individus présents sur la surface de relevé telle qu'elle a été délimitée sur le terrain. Elle permet d'estimer la densité des individus dans une unité de formation (GOUNOT, 1969). L'abondance d'une espèce est donnée par la formule suivante (SCHATZ *et al.*, 2001).

$$A = S \times d$$

Équation 1 : Abondance spécifique

A : abondance spécifique
S : aire où la sous population a été étudiée
d : densité spécifique dans le site d'étude

Pour estimer cette abondance, la méthode de plot d'abondance a été utilisée (GOUNOT, 1969). Dans chaque placette, les individus matures, capables de se reproduire, ont été comptés. Le nombre d'individus matures à l'hectare donne la densité spécifique utilisée pour évaluer l'abondance numérique de l'espèce.

$$d = N / P$$

Équation 2 : Densité spécifique
N : nombre total d'individu
P : surface totale des parcelles

— *Structure totale*

L'analyse de la structure totale a permis de déterminer la distribution du nombre de tiges suivant des classes diamétriques avec tous types biologiques réunies (ROLLET, 1979). La courbe de structure totale obtenue permet d'apprécier le passé et l'actuel du peuplement étudié pour préfigurer son évolution (RAJOELISON, 1997).

Selon ROLLET (1979), les résultats obtenus sont présentés sous forme d'histogrammes :

- ✚ si l'histogramme présente une allure en escalier, la population a une difficulté de régénération ;
- ✚ si l'histogramme présente une allure en L ou J inversé, la population est en équilibre avec une bonne faculté de régénération

— *Structure verticale*

Pour l'analyse verticale, seule, la structure des hauteurs a été étudiée à travers la distribution du nombre de tiges par classe de hauteur et qui renseigne sur la stratification verticale du peuplement (RAJOELISON, 1997).

c. Analyse biologique et physiologique des espèces cibles

L'étude biologique et physiologique des espèces cibles a permis d'apporter une réponse à la deuxième hypothèse définie ainsi d'atteindre le sous-objectif n°02 qu'est de caractériser les comportements biologiques et physiologiques (dispersion, dissémination, phénologie) des trois espèces étudiées.

L'analyse biologique des espèces cibles a été axée sur la description du tempérament des espèces étudiées, de leurs modes de reproduction, de l'évaluation de leur taux de régénération naturelle et de l'étude de leurs modes de dispersion à travers l'indice de dispersion. Les données sur la biologie de reproduction des espèces étudiées sont issues des études bibliographiques dans la zone d'études et dans d'autres régions. Elles ont été comparées et traitées de telle manière que chaque espèce étudiée soit caractérisée par son mode de reproduction et de dissémination. Pour le taux de régénération naturelle et l'indice de dispersion, ils ont été obtenus par inventaire. Quant à l'analyse physiologique des espèces étudiées, elle comprend le suivi phénologique en forêts des espèces cibles et l'étude physiologique de leurs semences. Elle a été effectuée sur base d'investigation bibliographique notamment en exploitant les données issues des études phénologiques antérieures dans la zone d'étude.

— *Tempérament des espèces*

Les essences forestières ont une aptitude de subsister aux conditions du milieu (facteurs climatiques, édaphiques et topographiques). Cette aptitude est appelée en écologie « tolérance ». La tolérance la plus considérée en sylviculture est l'aptitude des arbres à pousser à l'ombre des autres arbres et en concurrence avec eux (RAJOELISON, 1997).

De ce fait, le tempérament d'une espèce est son exigence envers le facteur lumière. Les essences qui supportent l'ombre des autres arbres pour germer et se développer sont appelées essences à tempérament sciaphiles ou essences sylvestres. Les essences à tempérament héliophiles nécessitent une certaine quantité de lumière pour se développer. Le tempérament peut être déterminé soit par la position sociale d'une essence dans un peuplement expliqué soit par la distribution du nombre de tiges de l'espèce par classes de diamètre obtenu par le tableau d'inventaire, soit par le paramètre P de l'index PHF.

Pour ce dernier, la valeur du paramètre P (position du houppier) de l'index PHF, qui va de 500 à 100, décrit l'intensité d'insolation sur le houppier. Elle est évaluée à partir de l'abondance des régénérations des espèces cibles suivant l'intensité de lumière reçue. Selon RABEZANAHARY (2011), la valeur de l'intensité de l'insolation varie suivant la valeur du paramètre P :

Tableau 1 : Valeurs de P et intensité de l'insolation

Valeurs de P	Intensité de l'insolation
500	Très faible
400	Faible
300	Moyenne
200	Forte
100	Très forte

— Taux de régénération naturelle

La régénération naturelle est l'ensemble des processus par lesquels les espèces se reproduisent naturellement dans une formation végétale selon ROLLET en 1969. L'étude de la régénération naturelle permet d'évaluer leur potentiel de remplacement et de connaître les différents facteurs pouvant avoir un effet sur la régénération naturelle. Son analyse est basée sur la connaissance du taux de régénération et la structure de la population.

L'analyse de la régénération naturelle du peuplement est axée sur les jeunes plants, qui sont les petites tiges de diamètre compris entre 1 cm et 5 cm de diamètre (RAJOELISON, 1997) et ayant une hauteur comprise entre 30 cm et 150 cm ($30 \text{ cm} \leq H_{\text{tot}} \leq 150 \text{ cm}$). Selon l'échelle de ROTHE (1964), le taux de régénération a permis de juger la capacité de régénération d'une espèce :

$$\text{TR (\%)} = \text{Nr/Ns} * 100$$

Équation 3 : Taux de régénération naturelle

TR (%) : taux de régénération

Nr : nombre d'individus régénérés

Ns : nombre d'individus semenciers

- ✚ La régénération est difficile si TR est inférieur à 100 %
- ✚ La régénération est moyenne pour $100 \% < \text{TR} < 1000 \%$
- ✚ La régénération est bonne quand $\text{TR} > 1000 \%$

— *Indice de dispersion*

La détermination de l'**indice de dispersion (Id)** a permis d'avoir une idée sur la distribution spatiale des régénérations naturelles mais également sur leur mode de dispersion. En effet, c'est le rapport de la variance à la moyenne des comptages et est exprimée par la formule suivante :

$$Id = \frac{\sigma^2}{x}$$

Équation 4 : Indice de dispersion

σ^2 : *Variance*

x : *Moyenne des comptages*

L'indice de dispersion (Id) implique le type de répartition spatiale des individus comptés (RAJOELISON, 1997), c'est-à-dire : une dispersion régulière pour une valeur significativement inférieure à 1 ; une dispersion aléatoire pour un indice égal ou proche de 1 ; une dispersion agrégative dans les autres cas.

— *Phénologie des espèces*

L'analyse physiologique comprend l'étude de la phénologie des espèces ainsi que l'étude physiologique des semences. Faute de disponibilité de données, seule l'étude phénologique des espèces cibles est avancée.

Selon DIFFERT (2001), la phénologie désigne, au sens large, l'ensemble des particularités morphologiques du cycle de développement d'un végétal, avec mention des époques de l'année correspondantes. Au sens strict, c'est l'étude des relations entre les phénomènes climatiques et les caractères morphologiques externes du développement de la végétation. Il s'agit donc d'analyser l'influence des variables climatiques (température, pluviométrie) de la zone étudiée sur les comportements phénologiques des espèces cibles.

L'étude sur l'influence de la variabilité climatique sur la phénologie de la forêt de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly effectuée par RASAMIMANANA et *al.* (2012), ont permis d'établir le parcours phénologique des trois espèces cibles durant la période 2005 – 2011. Couplées avec les données climatologiques annuelles de la zone d'étude recueillies par le Centre de Recherche de Bezà Mahafaly de 1999 à 2009, elles ont permis de définir les conditions de température et de précipitation favorables à la floraison et à la fructification de chaque espèce étudiée.

Des tests statistiques ont été effectués notamment des tests de corrélation afin de déterminer l'influence de la variation de la pluviométrie annuelle totale et de la température moyenne annuelle sur la durée moyenne annuelle de la période de floraison et de fructification des espèces étudiées.

Il s'agit d'étudier la corrélation entre deux ou plusieurs variables aléatoires ou statistiques numériques, c'est-à-dire analyser l'intensité de la liaison qui peut exister entre ces variables. Dans le cas de deux variables numériques, elle se calcule à travers une régression linéaire. La mesure de la corrélation linéaire entre les deux se fait alors par le calcul du coefficient de corrélation linéaire, noté r . Ce coefficient est égal au rapport de leur covariance et du produit non nul de leurs écarts types. Le test de corrélation de rang Spearman a été utilisé vu que le nombre d'année d'observation étant inférieur à 30 ($n = 5$).

d. Analyse de l'importance socio-économique des espèces étudiées

Elle consiste à déterminer les effets des différentes formes d'exploitation et d'utilisations des espèces cibles par la population locale sur leur capacité à se multiplier, donc sur leur potentialité à se régénérer. La considération de deux zones à différent degré de perturbations a permis d'avoir une idée sur l'importance des dégâts causés par la surexploitation de ces espèces par les communautés villageoises ainsi de répondre à la troisième hypothèse. L'étude bibliographique, les enquêtes et entretiens menés auprès des habitants riverains ont été utilisés comme outils d'analyse (Cf. *Annexe 1*).

Les données obtenues par le biais de l'enquête et de l'entretien ont été regroupées suivant chaque type d'information et classées selon leur importance, afin de pouvoir les synthétiser et les analyser de façon minutieuse. Des études comparatives sont aussi procédées pour permettre de mieux évaluer les besoins de la population locale en produits ligneux et non ligneux issus des trois espèces cibles ainsi de bien localiser les zones de prélèvements. Les données obtenues ont été recoupées et complétées par des investigations bibliographiques.

e. Limites du travail

Il est remarqué que les données exploitées dans cette présente recherche sont issues des travaux sur terrain effectués à Bezà Mahafaly en 2013. Cependant, durant les descentes sur terrain, seulement les travaux d'inventaire floristique et les enquêtes (Cf. *Annexe 1*) et entretiens sur l'importance socio-économique des espèces floristiques ont été effectués. De plus, les études effectuées lors des travaux de terrain n'ont pas été axées sur les espèces considérées mais sur toutes les espèces floristiques de la Réserve. Cette situation n'a pas permis de bien caractériser les trois espèces étudiées. Pour pallier à ce problème, les autres informations complémentaires nécessaires à la vérification des hypothèses émises proviennent des investigations bibliographiques et des études antérieures existantes sur les espèces cibles dans la région d'études ou dans d'autres régions. Comme pour le cas des analyses sur le sol et sur la phénologie des trois espèces cibles, l'utilisation des données et résultats issus d'autres recherches effectuées sur la zone d'études a été d'une aide considérable.

f. Récapitulatif de la méthodologie

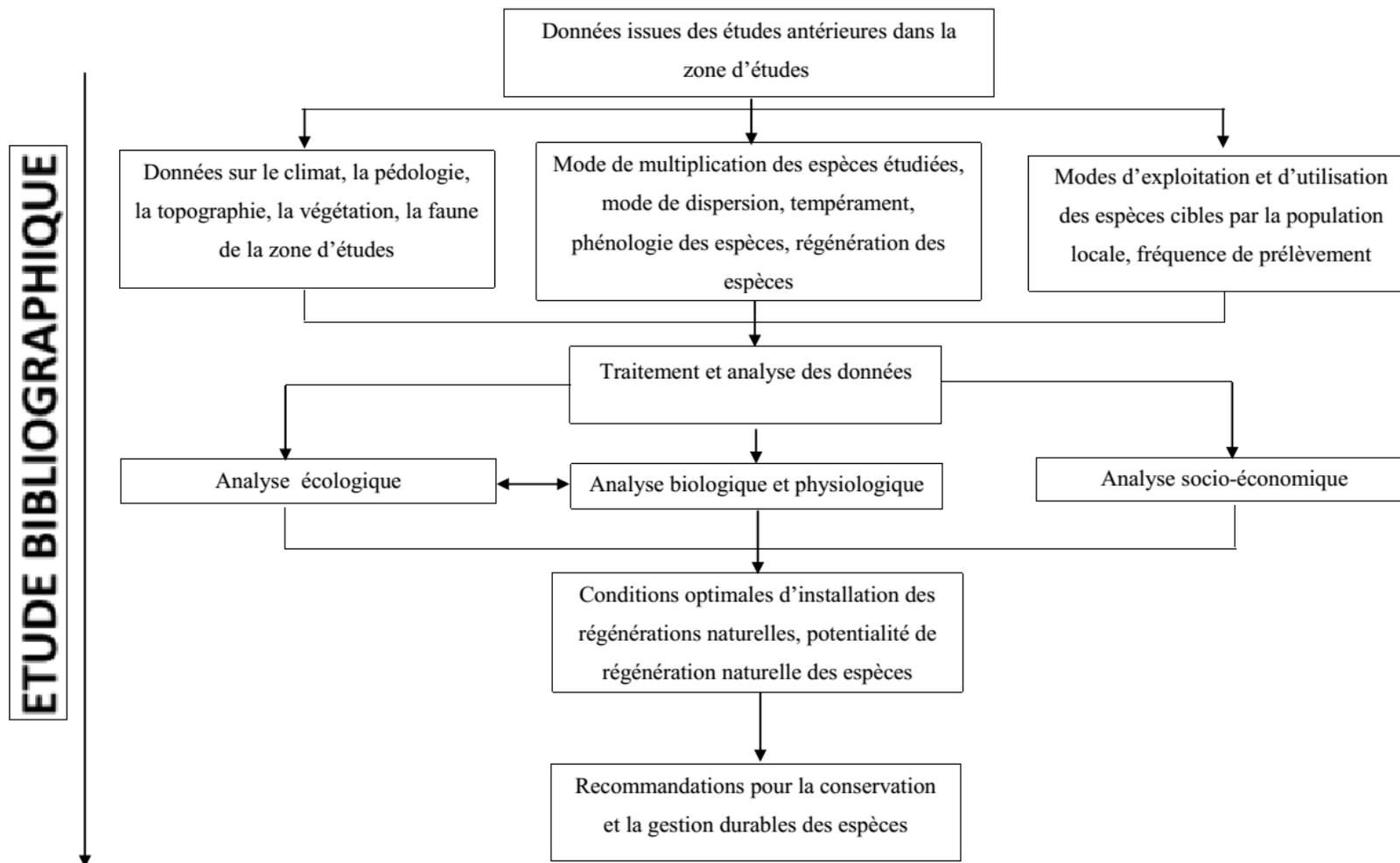


Figure 4 : Démarche méthodologique adoptée

III. CADRE OPERATOIRE de RECHERCHE

Tableau 2 : Cadre opératoire de recherche

Problématique	Hypothèses	Indicateurs	Méthodologie	Activités
<p>« Comment maîtriser les conditions optimales de régénération naturelle des trois espèces cibles ? » ;</p> <p>« Comment agir sur les facteurs influençant l'installation et le développement de la régénération naturelle des trois espèces étudiées ? »</p>	<p>H₁ : « Les conditions écologiques de l'habitat déterminent l'installation et le développement des régénérations naturelles des espèces cibles »</p>	I ₁₋₁ : Température moyenne annuelle et précipitation annuelle totale dans la zone d'étude	Investigations bibliographiques	Déterminer l'influence des paramètres climatiques sur les comportements physiologiques des espèces
		I ₁₋₂ : Texture et structure du sol au niveau de chaque zone étudiée	Investigations bibliographiques Reconnaissance et observations sur le terrain	Déterminer l'influence des propriétés texturales et structurales du sol sur la capacité de régénération des espèces
		I ₁₋₃ : Intensité de l'insolation reçue par les régénérations naturelles	Observations sur le terrain Estimation visuelle de l'exposition de chaque espèce étudiée à la lumière	Déterminer la fréquence des régénérations naturelles en fonction de l'intensité lumineuse qu'elles reçoivent
		I ₁₋₄ : Abondance spécifique par zone	Reconnaissance et observations sur le terrain Inventaire floristique par échantillonnage	Déterminer le nombre total d'individus présents sur la surface de relevé
		I ₁₋₅ : Fréquence des individus suivant les classes diamétriques et les classes des hauteurs	Inventaire floristique par échantillonnage	Définir la stratification, l'état de santé et la potentialité de régénération du peuplement à travers l'allure des histogrammes de structure
	<p>H₂ : « La capacité des trois espèces cibles à se régénérer naturellement dépend de leurs comportements biologiques et physiologiques »</p>	I ₂₋₁ : Fréquence de la période de floraison et de fructification des espèces étudiées	Investigations bibliographiques	Définir les comportements phénologiques de chaque espèce
		I ₂₋₂ : Taux de régénération naturelle des espèces	Inventaire floristique par échantillonnage	Déterminer le rapport entre le nombre d'individus régénérés et le nombre d'individus semenciers
		I ₂₋₃ : Indice de dispersion des espèces	Reconnaissance et observations sur le terrain Inventaire floristique par échantillonnage	Evaluer le mode de dispersion des régénérations naturelles dans l'espace horizontal

Problématique	Hypothèses	Indicateurs	Méthodologie	Activités
<p>« Comment maîtriser les conditions optimales de régénération naturelle des trois espèces cibles ? » ;</p> <p>« Comment agir sur les facteurs influençant l'installation et le développement de la régénération naturelle des trois espèces étudiées ? »</p>	<p>H₃ : « Les modes d'exploitation des produits ligneux et non ligneux issus des trois espèces étudiées par la population locale constituent une menace sur la pérennité de ces espèces »</p>	<p>I₃₋₁ : Fréquence de prélèvements des produits issus des espèces cibles</p>	<p>Reconnaissance et observations sur le terrain Synthèse bibliographique Enquêtes et entretiens avec la population locale</p>	<p>Définir les différentes formes d'utilisations des espèces cibles par les communautés locales Déterminer le niveau d'importance et de valorisation des espèces étudiées par rapport aux autres espèces</p>
		<p>I₃₋₂ : Abondance spécifique dans les zones de prélèvement</p>	<p>Reconnaissance et observations sur le terrain Inventaire floristique par échantillonnage</p>	<p>Déterminer le nombre total d'individus présents sur la surface de relevé dans les zones de prélèvements</p>
		<p>I₃₋₃ : Taux de régénération naturelle des espèces dans les zones de prélèvement</p>	<p>Inventaire floristique par échantillonnage</p>	<p>Déterminer le rapport entre le nombre d'individus régénérés et le nombre d'individus semenciers dans les zones d'exploitation</p>

RESULTATS

et

INTERPRETATIONS

PARTIE III : RESULTATS et INTERPRETATIONS

I. Etude de la potentialité de régénération de l'espèce *Alluaudia procera* Baillon (DIDIEREACEAE)

1. Analyse écologique de l'habitat

a. Pédologie

L'espèce *Alluaudia procera* est souvent rencontrée sur des sols sableux et rocheux peu profonds et secs mais aussi sur des sols gneissiques et des grès. En effet, le développement des jeunes individus de « Fantsiolotra » est conditionné par un type de sol chaud et aéré, ce qui facilite un bon drainage (LISAN, 2014). C'est donc une espèce qui n'est pas très exigeante en eau et est adaptée aux conditions de déficit hydrique plus ou moins important. De ce fait, une réserve d'eau importante dans les horizons profonds constitue un frein au bon développement des jeunes tiges de « Fantsiolotra ». Compte tenu de ces exigences de l'espèce *Alluaudia procera* vis-à-vis des caractéristiques pédologiques de l'habitat, il est supposé que les sols ferrugineux tropicaux lessivés sont propices pour le bon développement de ses régénérations naturelles. Ils sont caractérisés par un horizon humifère, sableux, présentant une structure particulière à cohésion très faible suivi d'un horizon de texture sablo-argileux ayant une structure continue et présentant des éléments grumeleux qui peuvent se détacher des mottes friables. Cet horizon est très poreux avec une cohésion un peu forte.

La prédominance sableuse en horizon superficiel et la forte porosité en horizon profond des sols ferrugineux tropicaux lessivés offre ainsi à la fois une grande capacité de captage de chaleur, une importante aération ainsi qu'un bon drainage de l'eau. En effet, ce type de sol est généralement localisé au niveau des plateaux de la partie Ouest et Sud de la Forêt xérophytique et dans ses extensions Nord, Ouest et Sud Est.

b. Topographie

Dans la Forêt xérophytique, sur pente, la strate herbacée est presque nulle. Sur ces zones se trouvent des petites plantes reviviscentes qui s'installent entre les rocailles (RAKOTOZAFY, 1989). Il est supposé que les zones se trouvant sur pente sont ainsi favorables pour l'installation des jeunes bois de « Fantsiolotra » lui offrant une aptitude à capter plus de lumière et de chaleur. Par contre, au niveau des bas de pente où les sols sont relativement riches en éléments nutritifs, la prolifération des tapis de graminées tend à étouffer les régénérations naturelles de « Fantsiolotra ».

c. Végétation

i. Abondance spécifique

Dans la Forêt xérophytique, la population d'*Alluaudia procera* est caractérisée par l'abondance des individus de gros diamètre. Cependant, dans cette zone, les régénérations naturelles et les jeunes bois se font rares.

En effet, la densité élevée en individus de grande taille pour d'autres espèces comme *Terminalia sp.*, *Gyrocarpus americanus*, *Syregada chauvetiae* ainsi que la prédominance de la strate herbacée au niveau de la Forêt xérophytique pourraient constituer un facteur limitant à l'installation des jeunes individus de « Fantsiolotra ». La prédominance de ces individus de grande taille et des tapis de graminées dans cette zone induit une forte concurrence en lumière avec les petits individus de l'espèce recherchée.

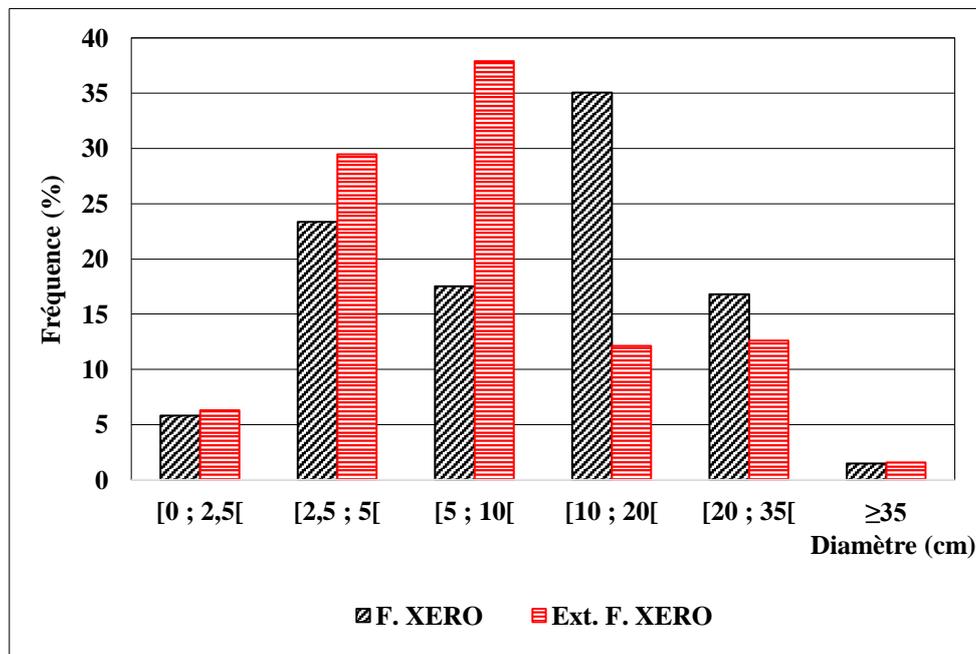
Tableau 3 : Abondance numérique de l'espèce *Alluaudia procera*

Espèce	Zone de relevée	Abondance spécifique (N/ha)		
		Régénérations	Jeunes bois	Semenciers
<i>Alluaudia procera</i>	Forêt xérophytique	117	17	152
	Extensions de la Forêt xérophytique	192	117	100

Dans les extensions de la Forêt xérophytique, l'abondance des régénérations et des jeunes bois pourrait être attribuée aux caractéristiques pédologiques du milieu mais également à la faible densité des gros arbres offrant un certain recouvrement de la surface du sol. Effectivement, au niveau de ces extensions, l'exploitation des individus de gros diamètre se fait ressentir. Pour l'espèce *Alluaudia procera*, les individus adultes sont fortement exploités pour la confection des planches destinées à la construction des cases. La proximité du village Efitranga et Ampitanabo (Extensions Sud-Est de la Parcelle 2) et Antaolabiby (Extension Nord-Ouest) qui exploitent beaucoup de grosses tiges peut en être la cause.

ii. Structure de la population

La structure totale de la population d'*Alluaudia procera* est représentée par l'histogramme de répartition des individus par classe de diamètre permettant d'apprécier son état de santé et sa potentialité de régénération.

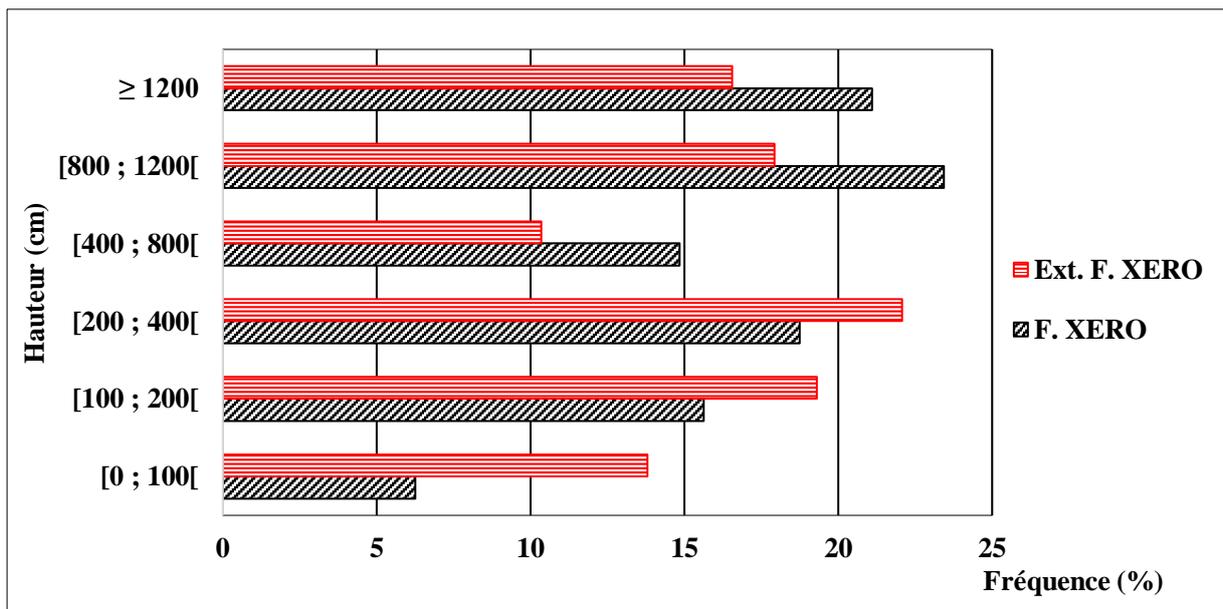


F. XERO : Forêt xérophytique ; Ext. F. XERO : Extensions de la Forêt xérophytique

Figure 5 : Structure totale de population d'*Alluaudia procera*

L'histogramme de structure présente une allure en escalier, la population a donc une difficulté de régénération (ROLLET, 1979). Effectivement, le nombre des individus ayant un diamètre compris entre 0 et 2,5 cm est faible. Dans les extensions de la Forêt xérophytique, le nombre des individus de classe diamétrique [2,5 ; 5[et [5 ; 10[cm sont en abondance par rapport à celle de la Parcelle 2 (Forêt xérophytique). Ce qui pourrait être expliqué par les conditions de luminosité et de température du sol au niveau des zones d'extension.

Quant à la structure verticale de la population d'*Alluaudia procera*, elle présente une structure d'étagement particulière. La proportion des individus selon leur classe de hauteur est plus ou moins égale.



F. XERO : Forêt xérophytique ; *Ext. F. XERO* : Extensions de la Forêt xérophytique

Figure 6 : Structure des hauteurs d'*Alluaudia procera*

Pour l'espèce *Alluaudia procera*, les strates suivantes sont considérées :

- L'étage inférieur, d'une hauteur comprise entre 0 et 2 m, correspond à l'état de développement recrû. Depuis ce stade, les besoins en lumière des petits individus sont remarquables. Sous l'ombrage des arbres de grande taille, les régénérations ont du mal à se développer. Ce qui est expliqué par l'abondance en nombre des régénérations au niveau des extensions de la Forêt xérophytique. Dans ces zones, la densité de la végétation est moins abondante.
- L'étage intermédiaire, de 2 à 8 m de hauteur, correspond à l'état de développement perchis. L'exposition en pleine lumière des jeunes bois assure leur bon développement.
- L'étage supérieur, à partir de 8 m, correspond l'état de développement futaie. Dans cette strate, les individus de grande taille se trouvent en grande proportion du fait que la cime de l'arbre atteint la partie supérieure du couvert et reçoit une forte intensité lumineuse.

2. Analyse biologique et physiologique de l'espèce

a. Tempérament

Compte tenu de la structure totale et verticale de la population d'*Alluaudia procera*, et selon le schéma d'interprétation des tempéraments des essences (ROLLET, 1979), le « Fantsiolotra » est une essence héliophile de type pionnier : peu de régénération, présente une certaine uniformité dans les diamètres moyens (courbe en forme de cloche).

La considération de différentes strates permettrait ainsi d'apprécier l'influence de l'intensité lumineuse reçue par l'espèce *Alluaudia procera* sur sa potentialité de régénération à travers la répartition des individus suivant le paramètre P de l'index PHF.

Tableau 4 : Intensité d'insolation reçue par *Alluaudia procera* dans la Forêt xérophytique

Index P	Régénérations et jeunes bois				Semenciers			
	F. XERO		Ext. F. XERO		F. XERO		Ext. F. XERO	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
100	42	31,25	133	43,24	127	83,56	69	68,75
200	50	37,50	117	37,84	21	13,70	23	22,92
300	33	25,00	58	18,92	4	2,74	8	8,33
400	8	6,25	0	0,00	0	0,00	0	0,00
500	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

F. XERO : Forêt xérophytique ; **Ext. F. XERO** : Extensions de la Forêt xérophytique

La prédominance de la strate herbacée dans la Parcelle 2 tend à étouffer les individus de petit diamètre. Par contre, les zones à faible densité sur pente et sur plateau offre une meilleure condition de luminosité pour les jeunes individus. Ce qui est justifié par la densité élevée des individus de régénérations et de jeunes bois au niveau des extensions de la forêt xérophytique. Dans les deux formations, les individus ayant reçu une intensité lumineuse de forte (Index P de 200) à très forte (Index P de 100) sont abondantes. Il en est de même pour les individus de gros diamètre (semenciers). Ces derniers constituent les espèces de la strate supérieure de la forêt xérophytique. La totalité des arbres ont des houppiers complètement libres exposés en pleine lumière. Ainsi, la lumière constitue un facteur déterminant dans le développement de l'espèce *Alluaudia procera* depuis sa jeunesse jusqu'au stade adulte.

b. Régénération naturelle

L'échelle de ROTHE (1964) a permis de juger la capacité de régénération de l'espèce étudiée tandis que l'indice de dispersion renseigne sur le mode de répartition des jeunes individus dans l'espace horizontal.

Tableau 5 : Taux de régénération naturelle et indice de dispersion de l'espèce *Alluaudia procera*

Espèce	Zone de relevée	Taux de régénération (%)	Indice de dispersion
<i>Alluaudia procera</i>	Forêt xérophytique	69	0,88
	Extensions de la Forêt xérophytique	88	0,81

Pour l'espèce *Alluaudia procera*, le taux de régénération inférieur à 100% pour les deux zones considérées confirme que l'espèce a une difficulté de régénération. Au niveau de la Parcelle 2, le taux de régénération de l'espèce est moins élevé par rapport à celui de ses extensions. Or, c'est au niveau des extensions de la Forêt xérophytique que les prélèvements des individus adultes pour la construction ainsi que l'abrutissement des jeunes pousses de « Fantsiolotra » par les bétails sont les plus fréquents. Le taux de régénération de l'espèce dans la Parcelle 2 pourrait donc être expliqué par les conditions écologiques du milieu. Toutefois, au niveau de la Zone 3 et la Zone 4, la forte exploitation des individus adultes ainsi que la divagation des bétails dans la réserve affectent de manière significative la potentialité de régénération de cette espèce.

Alluaudia procera, présente un indice de dispersion proche de 1. La dispersion de cette espèce se fait ainsi de manière aléatoire. L'origine de cette distribution peut être expliquée par le tempérament de l'espèce, l'élimination par prédation ou la concurrence intra et interspécifique au cours du développement des individus (RAJOELISON, 1997). Les animaux comme les lémuriers et les oiseaux peuvent participer à la dispersion des graines d'*Alluaudia procera*.

c. Phénologie

La floraison de l'espèce s'étale du mois d'Octobre au mois de Décembre, période où la pluviométrie varie de moyenne à forte et la température avoisine les 30°C. La floraison chez « Fantsiolotra » est déclenchée au début de la saison humide. L'absence des fleurs est notée à basse température et en saison sèche. La durée de la période de floraison est très brève. En effet, les tests de corrélation du rang de Spearman ont permis de déterminer si la variation de la pluviométrie annuelle totale et de la température moyenne annuelle sur cinq ans (2005 - 2009) affecte de manière significative la durée moyenne annuelle de la période de floraison chez l'espèce *Alluaudia procera* dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly.

Tableau 6 : Test de corrélation de Spearman - Influence de la variation de la pluviométrie annuelle totale et de la variation de la température moyenne annuelle sur la durée moyenne annuelle de la période de floraison d'*Alluaudia procera*

	Coefficient de détermination r_s	n	p-value	alpha
<i>Influence de la variation de la pluviométrie annuelle</i>	0,095	5	0,683	0,05
<i>Influence de la variation de la température moyenne annuelle</i>	0,042	5	0,783	0,05

Étant donné que les « p-value » pour les deux variables climatiques considérées sont supérieures à 0,05 (Cf. Tableau 6), la durée moyenne annuelle de la période de floraison n'est donc pas corrélée de façon linéaire avec la variation de la pluviométrie annuelle totale et la variation température moyenne annuelle. Selon le parcours phénologique des espèces suivies dans la forêt xérophytique établi par RASAMIMANANA et al. (2012) durant la période 2005 – 2011, la floraison chez l'espèce *Alluaudia procera* n'a pas été observée sur plusieurs années.

L'absence du phénomène de floraison implique également l'absence de la phase de fructification chez cette espèce alors que ce phénomène physiologique est le plus intimement lié à sa potentialité de régénération. De plus, l'espèce *Alluaudia procera* tient une place importante dans la vie des *Propithecus verreauxi verreauxi* dans la deuxième parcelle de la Réserve parce que ce sont des lémuriers arboricoles. Cette essence constitue à la fois un bon refuge pendant le sommeil et le repos qui prend la majorité de leurs temps, et ses fleurs assurent la nourriture des Sifaka pendant les périodes difficiles (RAVELONJATOVO, 1998). Ce qui pourrait réduire de façon significative le nombre de fleurs sur chaque pied limitant ainsi le phénomène de fécondation entre les pieds mâles et les pieds femelles.

Egalement, la diécie de l'espèce présente l'inconvénient d'une reproduction plus difficile, étant donné qu'elle requiert obligatoirement un contact entre deux sujets de sexe différent. Ceci étant dit, il se peut que les individus de sexe quelconque se trouvent en nombre très réduit par rapport à leur opposé ou que les pieds mâles et les pieds femelles ne se trouvent pas sur le même lieu ou à une distance autorisée par les processus de transport du pollen des plantes des deux sexes limitant ainsi leur reproduction et leur multiplication.

Tous ces phénomènes combinés pourraient expliquer pourquoi la potentialité de régénération du « Fantsiolotra » est faible. Aussi, le taux de germination des graines d'*Alluaudia procera* est relativement faible (LISAN, 2014).

3. Analyse socio-économique

C'est la fabrication de planche, la plus courante dans la région, qui constitue une menace importante dans la deuxième parcelle (RIVOARIVELO, 2008). L'espèce la plus utilisée en fabrication de planches est l'espèce *Alluaudia procera*. Les tiges présentant une forme de fût droit avec un diamètre compris entre 12 cm et 17 cm sont les plus appréciés par les villageois (LANTOVOLOLONA, 2010). Les planches de *Alluaudia procera* sont généralement destinées à la confection des dormants des portes et de cadres pour les charrettes. Au fait, le bois de « Fantsiolotra » est très tendre et très léger. Il se travaille et se colle facilement et il supporte bien le clouage (LISAN, 2014).

La consommation de bois d'énergie est fonction de la saison dont elle peut tripler pendant la période d'Asotry, la plus froide, pendant laquelle le feu est allumé toute la nuit (RIVOARIVELO, 2008). Néanmoins, la disponibilité constitue un facteur clé dans le choix des espèces utilisées. De ce fait, *Alluaudia procera* sert parfois de bois de feu dans les endroits où l'espèce est en abondance.

L'espèce *Alluaudia procera* est aussi utilisée en pharmacie domestique. Les feuilles de « Fantsiolotra » sont recommandées pour calmer les irritations des yeux en broyant les feuilles et laissant tomber quelques gouttes du jus dans l'œil atteint (LISAN, 2014). L'infusion des jeunes pousses prise sous forme de tisane est utilisée pour enrayer la dysenterie. Ceci dit, à part l'abrouissement des jeunes pousses par les bétails, elles sont aussi victimes de prélèvement pour la pharmacopée traditionnelle.

La vente des planches de « Fantsiolotra » constituent une source de revenu non négligeable pour la population riveraine. Trois grands points de vente sont identifiés dans la région : dans le Fokontany d'Ambinda, dans la Commune Rurale d'Ankazombalala et dans la ville de Betioky. Environ 5 989 planches d'*Alluaudia procera* par an provenant de la Parcelle 2 et de ses extensions sont vendues dans le District de Betioky (RIVOARIVELO, 2008). Pour les demandes locales en planches, les habitants riverains ont besoin de 228 planches, soit 65 tiges de « Fantsiolotra » par an pour la construction des cases (RIVOARIVELO, 2008). Ainsi, la forte exploitation des individus de gros diamètre implique la diminution du nombre des arbre-mères entraînant la raréfaction des diaspores. Ce qui affecte significativement l'abondance des régénérations naturelles de l'espèce.

II. Etude de la potentialité de régénération de l'espèce *Cedrelopsis grevei* Baillon (RUTACEAE)

1. Analyse écologique de l'habitat

a. Pédologie

En considérant l'aire de distribution de *Cedrelopsis grevei* dans la Forêt xérophytique, il est supposé qu'au stade de développement recrû, la zone favorable au développement de l'espèce présente une texture sablo-argileuse et une structure constituées d'éléments grumeleux, bien poreux à cohésion faible, des mottes friables en surface et en faible profondeur (RAOELIARISOA, 1995).

Dans le sol où prospère la régénération de « Katrafay », une certaine quantité d'argile est nécessaire en profondeur. Le taux de saturation en eau du sol en profondeur joue ainsi un rôle important dans l'installation des régénérations de « Katrafay ». Pourtant, une forte quantité de réserve d'eau en profondeur pourrait constituer un facteur limitant à leur développement (RAOELIARISOA, 1995). La prédominance du sable en surface constituant un élément récepteur de chaleur est également favorable à la régénération de *Cedrelopsis grevei*. Parmi les deux profil-types définis plus haut pour la Forêt xérophytique et de ses extensions, les sols ferrugineux tropicaux enrichis en argile conviennent mieux au développement des régénérations naturelles.

En effet, ce type de sols se rencontre généralement dans les bas de pente de la Forêt xérophytique donc au niveau de la partie Nord-Est (près de la forêt de transition) et de la partie Est. Pour les extensions de la Forêt xérophytique, ils se localisent également au niveau des extensions Nord-Est et Est de la deuxième parcelle. La proximité de ces zones de la nappe phréatique alimentée en permanence par le sous-écoulement de la rivière Sakamena ainsi que l'apport alluvionnaire du sol tendent à améliorer la croissance en hauteur des jeunes bois de « Katrafay ». Pour assurer son développement, l'espèce présente ainsi une certaine exigence en matière de fertilité du sol.

b. Topographie

Sur bas de pente, la strate herbacée est composée de tapis de graminées sur un sol plus riche que celui des forêts sèches sur pente (RAKOTOZAFY, 1989). C'est sur ces zones que les régénérations de « Katrafay » se trouvent en abondance. Par contre, l'excès d'eau dû à la stagnation de l'eau de pluie par suite de la concavité du microrelief dans les zones xérophytiques freine la croissance juvénile pendant l'état de développement recru des espèces de « Katrafay » (RAOELIARISOA, 1995). Ce phénomène est très fréquent dans les zones d'extension de la Forêt xérophytique (Extension Nord).

c. Végétation

i. Abondance spécifique

Parmi les trois espèces étudiées, *Cedrelopsis grevei* est largement abondante par rapport aux deux autres espèces du fait de sa densité très élevée pour les régénérations naturelles. Par contre, la rareté des individus de gros diamètre (semenciers) est observée que ce soit pour la Forêt xérophytique que ses extensions. Ce qui pourrait être expliqué, d'une part, par une forte concurrence intraspécifique et interspécifique pour le passage du stade jeune au stade adulte, et d'autre part à cause de la forte exploitation des jeunes individus comme bois d'énergie.

Tableau 7 : Abondance numérique de l'espèce *Cedrelopsis grevei*

Espèce	Zone de relevée	Abondance spécifique (N/ha)		
		Régénérations	Jeunes bois	Semenciers
<i>Cedrelopsis grevei</i>	Forêt xérophytique	3 933	250	31
	Extensions de la Forêt xérophytique	3 392	325	33

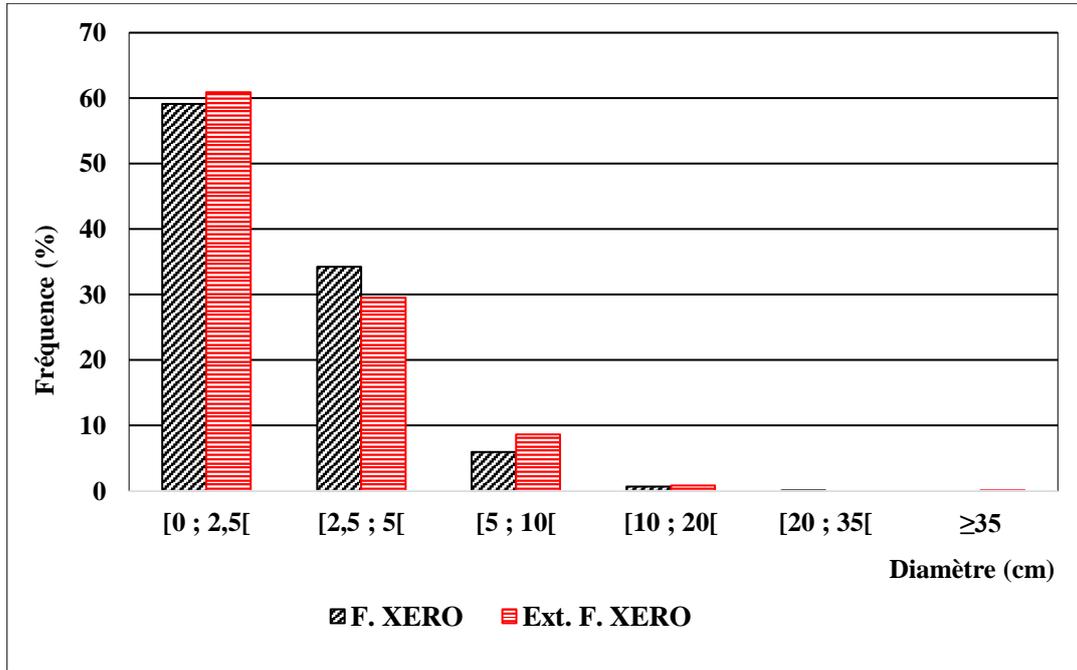
La différence du nombre d'individus de régénérations entre la Forêt xérophytique et ses extensions résulte des conditions écologiques des zones d'occupation.

Sur bas de pente de la Forêt xérophytique, les conditions suivantes sont favorables au développement des jeunes pousses : densité élevée des arbres de grande taille du Genre *Terminalia* et *Gyrocarpus* offrant un ombrage pour les régénérations ; qualité du sol possédant une certaine humidité permanente et relativement riche en éléments nutritifs.

Dans les zones d'extensions, notamment au niveau des extensions Nord, Ouest et Sud, la densité de la végétation est moins élevée surtout au niveau des pentes. Ce qui offre une intensité lumineuse plus importante indispensable pour la croissance en hauteur des jeunes bois, d'où l'abondance de ces derniers dans la Parcelle 2.

ii. Structure de la population

Afin de pouvoir déterminer l'état de santé et la potentialité de régénération de l'espèce *Cedrelopsis grevei*, la structure des individus inférieurs et supérieurs à 5 cm de diamètre a été établie.



F. XERO : Forêt xérophytique ; *Ext. F. XERO* : Extensions de la Forêt xérophytique

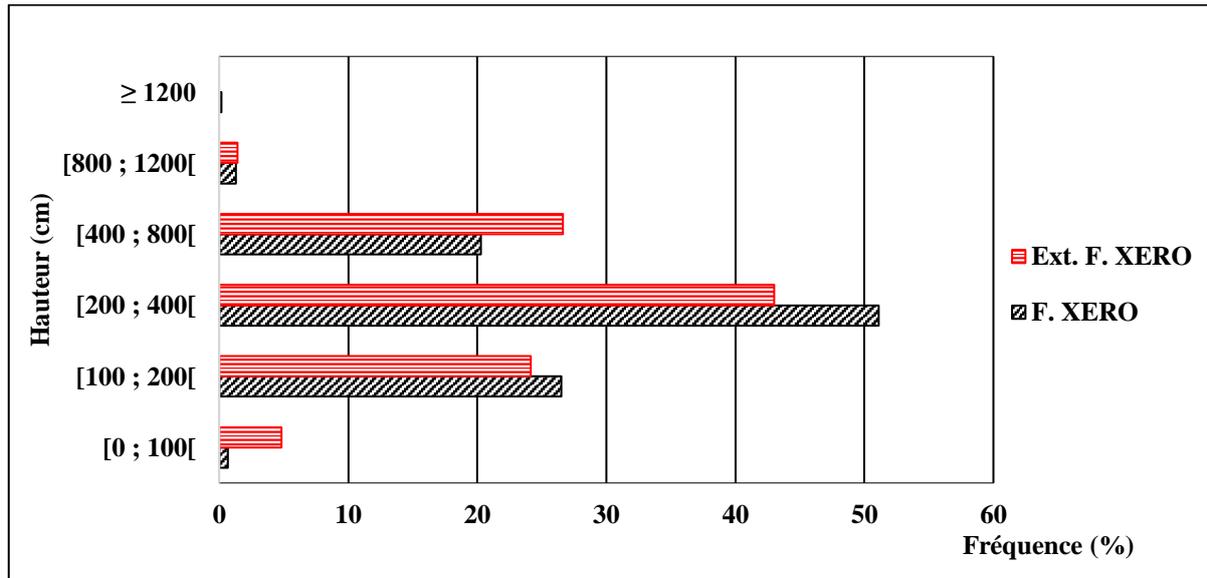
Figure 7 : Structure totale de population de *Cedrelopsis grevei*

Selon ROLLET (1979), l'allure en L de la distribution des individus par classe de diamètre montre que la population est en bonne santé et possède une bonne capacité de régénération. L'effectif de la population diminue d'une classe de diamètre à une autre classe supérieure.

La proportion des individus de la première et de la deuxième classe est élevée. Cette forte proportion des individus jeunes de *Cedrelopsis grevei* traduit un peuplement jeune, dynamique et en développement.

Une diminution brusque de l'effectif de la population est observée à partir de la classe diamétrique [5 ; 10[cm. Il est donc supposé que les jeunes tiges ont subi une concurrence entre individus et entre espèces pour avoir la taille supérieure (concurrence en éléments nutritifs et sélection naturelle). Autrement dit, les petites tiges occupent plus de place dans l'espace. De plus, la plupart des tiges de taille moyenne et de gros diamètre sont déjà prélevées et utilisées par les habitants aux alentours de la forêt pour leurs besoins en bois. Ainsi, avec le nombre d'individus de gros diamètre très restreint, l'essence n'arriverait pas à croître en grande dimension.

L'établissement de l'histogramme de répartition des individus de « Katrafay » suivant les classes de hauteur a permis de dégager trois étages de peuplement.



F. XERO : Forêt xérophytique ; *Ext. F. XERO* : Extensions de la Forêt xérophytique

Figure 8 : Structure des hauteurs de *Cedrelopsis grevei*

- L'étage inférieur, d'une hauteur comprise entre 0 et 2 m, correspond à l'état de développement recrû. A ce stade, les besoins en ombrage des petits individus de hauteur [0 ; 100[cm par les arbres de taille supérieure est indispensable. La cime de l'arbre de ces petits individus est en sous-bois. Cependant, pour les individus de [100 ; 200[cm, l'exigence des individus en lumière atténuée est constatée. De ce fait, les régénérations de « Katrafay » tolèrent l'ombre mais peuvent également se développer sous une lumière atténuée.
- L'étage intermédiaire, de 2 à 8 m de hauteur, correspond à l'état de développement perchis. Une forte concurrence entre les individus pour la recherche de la lumière est observée. L'exposition à la lumière assure leur bon développement.
- L'étage supérieur, à partir de 8 m, correspond l'état de développement futaie. Il est remarqué que l'abondance des individus appartenant à cette strate est très faible voire même nulle pour les arbres de plus de 12 m de hauteur au niveau des extensions de la Forêt xérophytique. Ce qui confirme que l'essence n'arriverait pas à croître en grande dimension.

2. Analyse biologique et physiologique de l'espèce

a. Tempérament

La structure de la végétation se trouvant sur bas de pente de la Parcelle 2 est composée d'arbres d'une dizaine de hauteur offre un certain recouvrement de la surface du sol. Il est remarqué que sous une intensité de lumière allant de faible à forte, la densité des régénérations de *Cedrelopsis grevei* est élevée.

Tableau 8 : Intensité d'insolation reçue par *Cedrelopsis grevei* dans la Forêt xérophytique

Index P	Régénérations et jeunes bois				Semenciers			
	F. XERO		Ext. F. XERO		F. XERO		Ext. F. XERO	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
100	475	11,35	958	25,78	15	46,67	23	68,75
200	917	21,91	817	21,97	10	33,33	10	31,25
300	1392	33,27	975	26,23	6	20,00	0	0,00
400	1192	28,49	883	23,77	0	0,00	0	0,00
500	208	4,98	83	2,24	0	0,00	0	0,00

F. XERO : Forêt xérophytique ; *Ext. F. XERO* : Extensions de la Forêt xérophytique

Les plantules de « Katrafay » supportent l'ombrage des arbres de la strate supérieure pour son développement mais une intolérance progressive est ressentie en fonction du stade de développement. A l'état de développement perchis, l'espèce a besoin d'une lumière atténuée. A partir de l'état de développement futaie, une exposition de l'arbre en pleine lumière est nécessaire pour son développement. Cependant, l'apparition des clairières au niveau des bas de pente favorise le développement de la strate herbacée qui va constituer un écran, en recouvrant la surface mise en lumière, pour les jeunes pousses de « Katrafay » alors que ces dernières exigent une température du sol assez élevée pour assurer leur développement. C'est pour cela que même avec une forte intensité lumineuse reçue par les régénérations naturelles au niveau des extensions de la forêt xérophytique, elles restent abondantes à cause de la prédominance du sable constituant un élément récepteur de chaleur. Pour les arbres semenciers, ils sont en abondance dans les extensions de la forêt xérophytique à cause du faible degré de recouvrement dans ces zones.

Compte tenu du comportement de *Cedrelopsis grevei* vis-à-vis de la lumière, cette espèce adopte un tempérament sciaphile de sous-bois : elle supporte l'ombre pendant sa jeunesse ; nécessite une lumière atténuée pour la croissance en hauteur (stade jeune bois) ; et exigeante en lumière directe pour sa croissance en grande dimension. Ce qui est confirmé par l'allure de l'histogramme de structure de population de *Cedrelopsis grevei* selon le « Stand Table » de ROLLET (1979).

b. Régénération naturelle

Selon l'échelle de ROTHE (1964), *Cedrelopsis grevei* présente un potentiel de régénération élevé même en milieu perturbé.

Tableau 9 : Taux de régénération naturelle et indice de dispersion de l'espèce *Cedrelopsis grevei*

Espèce	Zone de relevée	Taux de régénération (%)	Indice de dispersion
<i>Cedrelopsis grevei</i>	Forêt xérophytique	1400	1,73
	Extensions de la Forêt xérophytique	947	2,35

Au niveau des extensions de la Parcelle 2, la capacité de régénération de « Katrafay » est moyenne mais proche de 1000%. Ce qui pourrait être dû non seulement aux conditions écologiques de l'habitat, mais également aux pressions anthropiques dans ces zones comme la fréquence des pâturages et le prélèvement de bois par la population locale.

La détermination de l'indice de dispersion des espèces ont montré que *Cedrelopsis grevei* présente un I_d largement supérieur à 1, d'où la dispersion agrégative des régénérations naturelles. D'après MATTEUCI et al. (1982) et cité par RAJOELISON (1997), les causes du grégarisme sont diverses : variations des conditions de l'habitat, modes de dispersion des espèces, modifications locales de l'écotopie (habitat, niche écologique) pour les individus de mêmes ou de différentes espèces. Pour l'espèce « Katrafay », le grégarisme peut être expliqué par la disponibilité en diaspores, les modes de dissémination de leurs diaspores, et surtout la modification de leur habitat due à la perturbation car ces espèces s'installent facilement au niveau des trouées. De par son caractère grégaire, il est supposé que le mode de dissémination de cette espèce peut se faire par anémochorie due à la présence des ailes sur les graines, mais également par autochorie c'est-à-dire que la dispersion des graines se fait par un mécanisme propre à l'espèce notamment l'éclatement des capsules. Le fait que les graines sont contenues dans des capsules, la dissémination des graines se fait sur de faible distance. Cependant, une dissémination complémentaire par des animaux n'est pas à écarter. En effet, considérés comme aliments majeurs, *Cedrelopsis grevei* constitue le régime alimentaire des propithèques en fin de saison des pluies dans la forêt. Les feuilles matures forment l'essentiel de leur alimentation (CHARRIER et al., 2007).

c. Phénologie

Le taux de régénération élevé pour « Katrafay » pourrait être attribué aux comportements biologiques et physiologiques de l'espèce. Le comportement de l'espèce à produire des fleurs change d'une année à une autre. La floraison est absente sur certaine année comme le cas de l'année 2005. De même, la durée de la période de floraison est très variable. D'une année à une autre, elle peut durer de 15 jours à un mois mais cette durée peut aller jusqu'à 10 mois. Ainsi, la floraison peut être observée tant en saison sèche qu'en saison humide. De plus, elle peut être observée deux fois dans la même année. Ainsi, il est supposé que l'induction florale de l'espèce « Katrafay » pourrait se réaliser avec une large fourchette de température et de pluviométrie.

Cependant, il est intéressant de déterminer si la variation annuelle de la durée de la floraison est fonction de la variation de la pluviométrie annuelle totale ainsi que la variation de la température moyenne annuelle. En effet, la connaissance des comportements phénologiques des espèces cibles vis-à-vis des différents stades de la reproduction est très importante dans l'estimation de la disponibilité en diaspores et dans l'appréciation de la capacité des arbres à se reproduire. Ce qui permet ainsi de déterminer si la variation annuelle des conditions climatiques de la région affecte de manière significative la disponibilité en diaspores, donc l'abondance des régénérations naturelles.

Tableau 10 : Test de corrélation de Spearman - Influence de la variation de la pluviométrie annuelle totale et de la variation de la température moyenne annuelle sur la durée moyenne annuelle de la période de floraison de *Cedrelopsis grevei*

	Coefficient de détermination r_s	n	p-value	alpha
Influence de la variation de la pluviométrie annuelle	0,129	5	0,517	0,05
Influence de la variation de la température moyenne annuelle	0,024	5	0,783	0,05

Etant donné que $p\text{-value} > 0,05$, il n’y a pas de corrélation significative entre les variables. Ainsi, la variation de la pluviométrie annuelle totale et la durée moyenne annuelle de la période de floraison ne sont donc pas corrélées de façon linéaire. Il en est de même pour la variation de la température moyenne annuelle et la durée moyenne annuelle de la période de floraison. Cette situation s’explique par le fait que la floraison pourrait être rencontrée toute l’année.

Quant à la fructification, les fruits augmentent significativement quand la pluie est abondante. L’arbre a ainsi besoin d’une certaine humidité pour pouvoir débiter sa fructification (RASAMIMANANA, 2012). Il avance ou recule alors sa fructification suivant la disponibilité en eau pour combler ce besoin. Egalement, les fruits sont nombreux quand la température augmente mais cette fructification n’aura pas lieu qu’après l’atteinte du besoin d’humidité pour fructifier (RASAMIMANANA, 2012). Ce qui pourrait expliquer la différence du taux de régénération entre la Forêt xérophytique et ses extensions du fait de la proximité de la Parcelle 2 de la nappe phréatique de la rivière Sakamena par rapport à ses extensions. Egalement, la deuxième parcelle profite de l’ambiance forestière relativement humide du fait de l’abondance des arbres de grande taille constituant la voute supérieure tels *Terminalia sp.*, *Gyrocarpus americanus* et *Syregada chauvetiae*. De plus, c’est dans les extensions de la Parcelle 2 que l’exploitation des individus de gros diamètre considérés comme semenciers est plus fréquente réduisant la disponibilité des diaspores.

Par conséquent, l’abondance des fruits pourrait donc varier d’une année à une autre et d’une zone à une autre mais généralement ils sont disponibles sur une longue durée dans une année. Ce qui explique l’abondance des régénérations naturelles de *Cedrelopsis grevei* dans les deux zones.

3. Analyse socio-économique

L’espèce *Cedrelopsis grevei* est très appréciée par la population du fait qu’elle présente une qualité technologique du bois très intéressante (bois lourd et dur). C’est la principale essence utilisée par la population pour la construction de maison (perche et gaulettes) à cause de sa qualité de résistance à l’altération et aux attaques des insectes xylophages (RATSIRARSON et al., 2001). En construction permanente, elle est utilisée comme pieux de case, traverse, pilier et poteaux. Quant aux constructions légères, *Cedrelopsis grevei* est souvent utilisée pour les clôtures des champs et des parcs à bœufs. Les clôtures doivent être dures et capables de supporter la brutalité des bêtes.

Parmi les trois espèces étudiées, seulement *Cedrelopsis grevei* est très recherchée pour la confection d'outils notamment les matériels agricoles, d'élevage et quotidiens (sagaie, gourdin, manche de couteau, manche de hache, « angady »). Dans une recherche de stabilité et de durabilité, *Cedrelopsis grevei* sert de pièces constitutives dans la confection de « Talatala », un assemblage de bois servant à faire sécher les débris culturels (LANTOVOLOLONA, 2010). Le gourdin, un outil de défense mais sans pieux en fer, est une tige de bois plus imposant que la sagaie de 3 cm de diamètre pour une longueur de 0.7 m (LANTOVOLOLONA, 2010). Il est confectionné à partir du bois de *Cedrelopsis grevei*. L'espèce est aussi utilisée dans la confection des ustensiles de cuisine comme le pilon.

Tout ce qui est bois à condition qu'il soit sec peut s'utiliser comme bois d'énergie, excepté *Terminalia fatrae* (Fatra) qui est tabou pour les Mahafaly (LANTOVOLOLONA, 2010). *Cedrelopsis grevei* demeure l'espèce la plus utilisée en tant que bois d'énergie à cause de son pouvoir calorifique très apprécié des ménagères. Ils l'utilisent surtout pour les plats qui ont besoin d'une forte cuisson ou d'une cuisson rapide. Cette espèce est également utilisée dans l'exploitation du sel gemme qui nécessite une grande quantité de bois (RIVOARIVELO, 2008).

Dans la région, les plantes médicinales sont d'usage courant. Parmi les trois espèces, *Cedrelopsis grevei* est très recherchée pour la pharmacopée traditionnelle. Pour cette espèce, c'est l'écorce très amère et odorante qui est souvent sollicitée mais également les feuilles. Elle est fréquemment utilisée par la population locale comme étant un stimulant général, et comme ayant des propriétés toniques, fortifiantes, aphrodisiaques, antitussives, anti-entéralgies, anti-rhumatismal (ANDRIAMIHAJA, 1986). La décoction d'écorce est aussi bien utilisée chez les femmes venant d'accoucher comme reconstituant (bain d'infusion) (RAKOTONDRAFARA, 2010). Les graines sont aussi utilisées pour traiter les ulcères ; elles possèdent également des propriétés vermifuges (RANDEVOSON, 2004).

Les bois de diamètre inférieur à 12 cm sont souvent utilisés pour satisfaire les besoins locaux tandis que les arbres de gros diamètre ($d > 12$ cm) sont destinés pour la vente sur le marché de Betioky. Pour les premiers, les besoins en bois par la population riveraine se chiffrent à environ 9 000 tiges par an (RIVOARIVELO, 2008). Ils proviennent de la Parcelle 2 et de ses extensions. Quant aux bois destinés à la vente, environ 500 bois ronds en provenance de la Réserve de Bezà Mahafaly circulent dans la ville de Betioky (RIVOARIVELO, 2008).

Même avec une forte exploitation des bois de « Katrafay », après une coupe de la tige, l'espèce se régénère facilement à travers l'apparition des rejets sur les arbres abattus (RABARISON *et al.*, 2013). Pour les prélèvements des écorces et des graines utilisés dans la pharmacopée traditionnelle, ils n'affectent pas de manière significative la survie de l'espèce.

III. Etude de la potentialité de régénération de l'espèce *Quivisianthe papinae* Baillon (MELIACEAE)

1. Analyse écologique de l'habitat

a. Pédologie

La description des profil-types de la Forêt galerie et de ses extensions a permis de déterminer l'influence des propriétés des horizons pédologiques sur le développement et de la croissance de la régénération naturelle et des jeunes bois de *Quivisianthe papinae*.

De par son caractère ripicole, *Quivisianthe papinae* supporte mal le déficit hydrique. Dans la « Forêt galerie », les deux particules horizons (A et AB) montrent une forte proportion en limon et argile, d'où la texture limono-argileuse. L'abondance en argile favorise la rétention en eau du sol. Autrement dit, une réserve d'eau utile est disponible en profondeur pour les racines du fait de la proximité de la nappe phréatique. Ce qui permet donc le bon développement des régénérations naturelles de *Quivisianthe papinae*.

De plus, l'abondance des individus de grande taille comme *Tamarindus indica* et *Acacia royumae* qui constituent la voute dans la strate supérieure offre une sorte d'ombrage pour les régénérations de « Valiandro » limitant le phénomène d'évapotranspiration et leur fournit beaucoup de matières organiques dont la plus grande partie de la litière sont constituées par des feuilles sèches de tamariniers. La forte teneur en matière organique et l'apport alluvionnaire du sol est propice au développement et à l'installation des jeunes plantules de *Quivisianthe papinae*.

Dans les extensions de la forêt galerie, la teneur en sable augmente au fur et à mesure de l'éloignement par rapport au lit de la rivière Sakamena. Pour les zones éloignées du lit de la rivière, la prédominance du sable offre au sol une texture sableuse. Cette forte quantité est due à l'origine alluviale des dépôts alluvionnaires et à la roche mère. Le sable située à la surface du sol constitue un récepteur de la forte intensité de la chaleur et favorise également la perméabilité du sol (RANDRIANASOLO, 1996). Effectivement, la texture sableuse des horizons inférieurs présente une capacité de rétention d'eau assez faible. Ce qui n'est pas favorable pour les régénérations naturelles de *Quivisianthe papinae*. De plus, l'horizon humifère faible induit à une faible teneur en matières organiques, dont ces dernières constituent un élément essentiel de croissance et de développement surtout pour les jeunes tiges.

Quant aux extensions proches de la Forêt galerie, les deux couches du sol montrent une texture différenciée. L'horizon supérieur présente une texture limono-sableuse tandis que le deuxième horizon appartient à la classe texturale limono-argileuse. Le peuplement de « Valiandro » de cette zone pousse très bien à cause de cette structure équilibrée. Comme pour le cas de la Forêt galerie, la présence de l'argile retient l'eau dans le sol. Ainsi, l'abondance de sable en surface facilite la perméabilité du sol en surface tandis que la présence de l'argile sur l'horizon en profondeur facilite la rétention d'eau.

b. Topographie

La forêt Galerie, d'une altitude moins élevée, est souvent sujette à des phénomènes d'inondation due au débordement de la rivière Sakamena lors des périodes de forte crue. Etant donné que *Quivisianthe papinae* ne s'installe qu'aux rebords de la rivière Sakamena, l'influence de la topographie s'observe à travers le taux de saturation en eau du sol. A cet effet, le « Valiandro » s'adapte bien à une importante réserve d'eau en profondeur du sol de par son caractère ripicole.

c. Végétation

i. Abondance spécifique

Concernant l'espèce *Quivisianthe papinae*, une grande différence entre la densité spécifique des deux zones d'occurrence est observée. En Forêt galerie, l'espèce présente une abondance largement supérieure par rapport à celles de ses extensions.

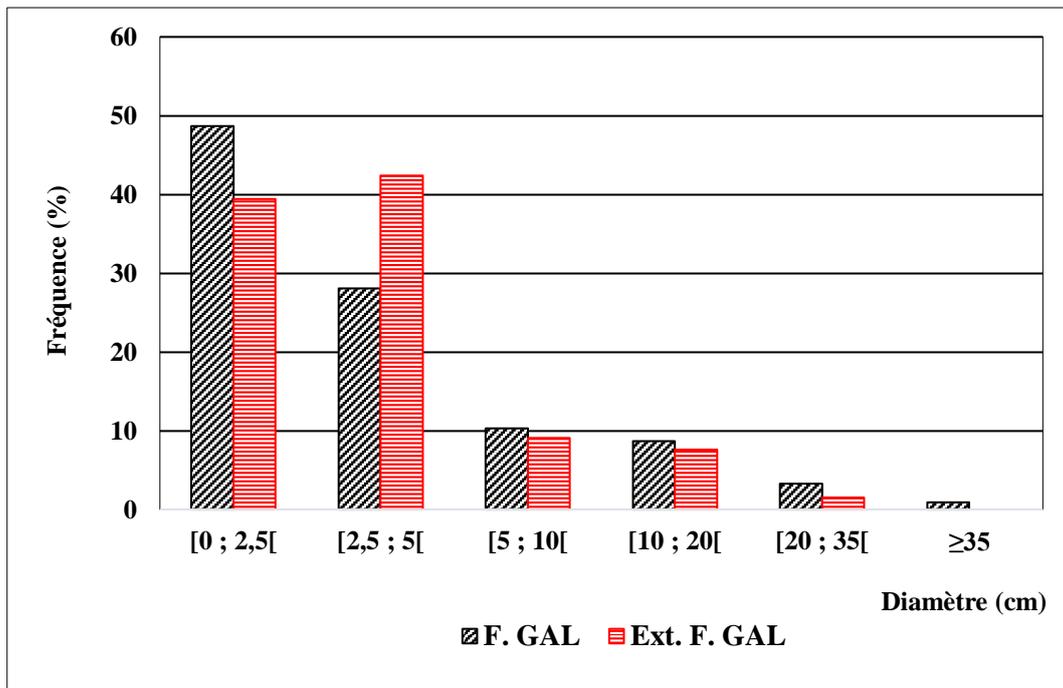
Tableau 11 : Abondance numérique de l'espèce *Quivisianthe papinae*

Espèce	Zone de relevée	Abondance spécifique (N/ha)		
		Régénérations	Jeunes bois	Semenciers
<i>Quivisianthe papinae</i>	Forêt Galerie	683	92	115
	Extensions de la Forêt Galerie	225	25	25

Pour les zones d'extension de la forêt galerie, plus on s'éloigne de la rivière Sakamena, les ressources en eau se font de plus en plus rare, le sol y est moins fertile et moins riche en argile (RAMANANJATOVO, 1987), ce qui n'est pas propice à l'installation de la régénération de *Quivisianthe papinae*. Dans ces zones, la réduction en nombre des arbres de grande taille diminuant ainsi le taux de recouvrement du sol fait apparaître des clairières très favorables au développement de la végétation herbacée notamment des graminées. Or ces dernières constituent une végétation concurrente en réserve d'eau du sol vis-à-vis des régénérations de *Quivisianthe papinae*. Leur présence pourrait ainsi induire à l'étouffement des graines ainsi que des jeunes pousses de l'espèce cible. Par contre, les prélèvements de bois de « Valiandro » sont mieux contrôlés en Forêt galerie grâce à la présence de fils barbelés entourant la Parcelle 1.

ii. Structure de la population

La détermination de la structure totale de la population permet de déterminer l'état de santé de la population ainsi que la faculté de régénération de l'espèce *Quivisianthe papinae*.



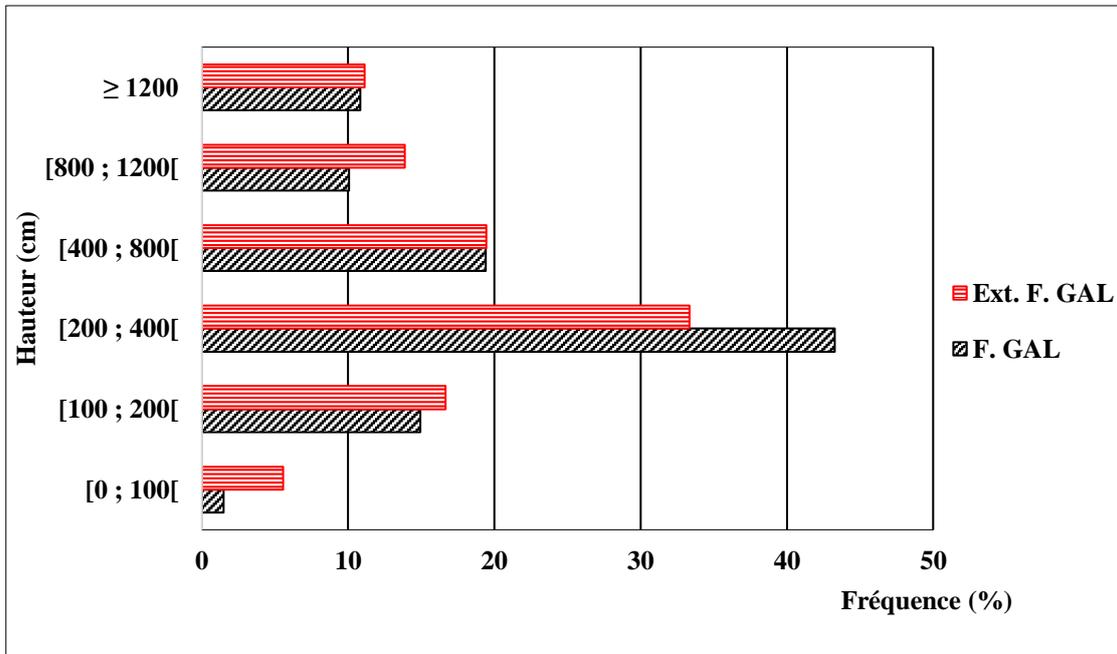
F. XERO : Forêt xérophytique ; **Ext. F. XERO** : Extensions de la Forêt xérophytique

Figure 9 : Structure de population de *Quivisianthe papinae*

Selon ROLLET (1979), l'allure en J inversé de la distribution des individus de *Quivisianthe papinae* par classe de diamètre montre que le peuplement est en bonne santé et la formation possède une bonne capacité de régénération.

D'une manière globale, les individus de petit diamètre sont en abondance ($0 \leq d \leq 5$ cm) et la diminution du nombre d'individus par classe de diamètre se fait de manière progressive. Cependant, les extensions de la Forêt galerie présentent une irrégularité du fait que le nombre d'individus de classe diamétrique [0 ; 2,5[cm est inférieur à celui du nombre d'individus ayant un diamètre compris entre 2,5 et 5 cm. De ce fait, au stade de développement recrû, les individus présentent une certaine vulnérabilité aux conditions écologiques de l'habitat (Extensions de la Forêt galerie).

Pour l'analyse verticale, la structure de l'étagement du peuplement de *Quivisianthe papinae* permet d'indiquer que selon l'état de développement de l'arbre, les besoins en lumière déterminent la position de l'arbre.



F. XERO : Forêt xérophytique ; *Ext. F. XERO* : Extensions de la Forêt xérophytique

Figure 10 : Structure des hauteurs de *Quivisianthe papinae*

Trois étages de peuplement de *Quivisianthe papinae* peuvent être dégagés de la structure ci-dessus :

- L'étage inférieur, d'une hauteur comprise entre 0 et 2 m, correspond à l'état de développement recrû. A ce stade, les besoins en ombrage des individus par les feuillages des arbres de grande taille est indispensable. La cime de l'arbre des petits individus est en sous-bois.
- L'étage intermédiaire, d'une hauteur de 2 à 8 m, correspond à l'état de développement perchis. Les individus priorisent la croissance en hauteur pour la recherche de la lumière. La cime de l'arbre est encore sous ombrage. Pour la Forêt galerie, étant donné l'importance de l'ombrage offert par les grands arbres de *Tamarindus indica*, beaucoup d'individus de jeunes bois de « Valiandro » cherchent à atteindre la strate supérieure.
- L'étage supérieur, de plus de 8 m de hauteur, correspond à l'état de développement futaie. La cime de l'arbre est en pleine lumière. A partir de ce stade, les arbres favorisent la croissance en diamètre.

2. Analyse biologique et physiologique de l'espèce

a. Tempérament

En se référant au schéma d'interprétation des tempéraments des essences par des tableaux d'inventaire (« Stand Table ») (ROLLET, 1979), la courbe de distribution des individus par classe diamétrique (Cf. Figure 9) en forme d'exponentielle négative montre que le « Valiandro » est une essence sciaphile, édificateur de la forêt. Elle présente beaucoup de rajeunissement. Les jeunes bois et les individus de gros diamètre sont relativement en abondance.

Tableau 12 : Intensité d'insolation reçue par *Quivisianthe papinae* dans la Forêt galerie

Index P	Régénérations et jeunes bois				Semenciers			
	F. GAL		Ext. F. GAL		F. GAL		Ext. F. GAL	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
100	0	0,00	0	0,00	38	32,73	13	50,00
200	58	7,53	25	10,00	50	43,64	8	33,33
300	258	33,33	133	53,33	19	16,36	2	8,33
400	317	40,86	75	30,00	8	7,27	2	8,33
500	142	18,28	17	6,67	0	0,00	0	0,00

F. GAL : Forêt galerie ; *Ext. F. GAL* : Extensions de la Forêt galerie

Selon le tableau ci-dessus, dans la forêt galerie, l'abondance en nombre des régénérations et des jeunes bois recevant une intensité lumineuse de très faible à moyenne est observée. Ce qui pourrait être expliqué par l'ombrage qu'offre les grands pieds de *Tamarindus indica* et *Acacia royumae* offrant une ambiance humide permettant le bon développement des petites tiges de *Quivisianthe papinae*. Au niveau des deux zones étudiées (forêt galerie, extensions de la forêt galerie), l'essence supporte mal une intensité lumineuse de forte à très forte au stade de développement recru. Par contre, au stade de développement perchis et futaie, une forte proportion d'individus cherche à atteindre la voute dans la strate supérieure. Par conséquent, l'espèce peut ainsi germer et se développer sous l'ombre au stade de développement recrû ; elle a besoin d'une certaine quantité de lumière et de chaleur pour croître en grande dimension.

b. Régénération naturelle

La détermination du taux de régénération par l'échelle de ROTHE (1964) et de l'indice de dispersion a permis de juger la capacité de régénération de l'espèce étudiée ainsi que son mode de propagation.

Tableau 13 : Taux de régénération naturelle et indice de dispersion de l'espèce *Quivisianthe papinae*

Espèce	Zone de relevée	Taux de régénération (%)	Indice de dispersion
<i>Quivisianthe papinae</i>	Forêt Galerie	450	0,98
	Extensions de la Forêt Galerie	330	1,06

Pour l'espèce *Quivisianthe papinae*, le taux de régénération est moyen au niveau des deux zones (Forêt galerie et ses extensions). Il y a donc une possibilité de renouvellement du peuplement même en milieu perturbé. La différence entre le taux de germination de « Valiandro » dans les deux zones résulte des variations des conditions écologiques du milieu (pédologie), ainsi que la fréquence des prélèvements des produits végétaux issus de l'espèce « Valiandro » par les communautés villageoises dans chaque zone.

L'indice de dispersion de *Quivisianthe papinae* est proche de 1. La dispersion de l'espèce se fait ainsi de manière aléatoire. Il est supposé que le mode de dispersion des diaspores se fait par anémochorie, donc par le vent, et les graines peuvent être transportées sur de longue distance.

Les graines ailés sont facilement transportées par le courant d'air et peuvent être également apportées par l'eau de pluie. Cette espèce pourrait également être zoochore du fait que les lémuriens en consomment les fruits. En effet, dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, *Quivisianthe papinae* joue un rôle important dans la biodiversité et son maintien du fait qu'elle constitue une des nourritures des lémuriens, Maki (*Lemur catta*) et Sifaka (*Propithecus verreauxi*) dans la Forêt galerie (RANDRIANASOLO, 1996). Ils apprécient beaucoup les jeunes feuilles et les fruits. Les lémuriens participent ainsi à la dissémination des graines de l'espèce du fait qu'ils en consomment les fruits. De ce fait, il se peut que le passage des graines dans l'estomac de ces animaux facilite leur germination. Toutefois, si les fruits consommés par les lémuriens n'arrivent pas encore en maturation, cela peut diminuer significativement le taux de germination des graines réduisant ainsi le nombre de régénération naturelle obtenue.

c. Phénologie

La floraison de *Quivisianthe papinae* s'accomplit de façon très régulière. Chaque année, les boutons floraux apparaissent entre le mois de Juillet et d'Août, durant la saison sèche. La floraison s'étale sur une période de un mois et demi jusqu'à deux mois et demi. En effet, les tests de corrélation de Spearman ont permis d'analyser l'influence de la variation de la pluviométrie annuelle ainsi que de la température moyenne annuelle sur la durée moyenne annuelle de la période de floraison du « Valiandro ».

Tableau 14 : Test de corrélation de Spearman - Influence de la variation de la pluviométrie annuelle totale et de la variation de la température moyenne annuelle sur la durée moyenne annuelle de la période de floraison de *Quivisianthe papinae*

	Coefficient de détermination r_s	n	p-value	alpha
<i>Influence de la variation de la pluviométrie annuelle</i>	0,095	5	0,517	0,05
<i>Influence de la variation de la température moyenne annuelle</i>	0,042	5	0,683	0,05

Selon les résultats des tests de corrélation (Cf. Tableau 9), la durée moyenne annuelle de la période de floraison chez le *Quivisianthe papinae* n'est pas linéairement corrélée avec les variations climatiques (pluviométrie et précipitation) de la zone d'études.

Concernant le phénomène de fructification chez l'espèce *Quivisianthe papinae*, il s'effectue également de manière régulière tout comme la floraison. Elle est constatée à la fin de la saison sèche et dure environ deux mois. De par cette régularité, l'apparition des fleurs et des fruits chez l'espèce exige des conditions spécifiques de pluviométrie et de température. L'apparition des fleurs s'effectue avec une précipitation relativement faible et à basse température. Cependant, l'espèce a ainsi besoin d'une certaine humidité pour pouvoir débiter sa fructification. Ainsi, l'abondance des régénérations de « Valiandro » dans la Forêt galerie est également expliquée par l'ambiance forestière humide qu'offre cette parcelle favorisant la fructification de l'espèce.

Le renouvellement de la population de « Valiandro » à travers la régénération naturelle est ainsi assuré par cette régularité des comportements phénologiques de l'espèce. La capacité de l'espèce à produire des fruits annuellement favorise sa régénération naturelle.

3. Analyse socio-économique

Le bois de *Quivisianthe papinae* est très dur. Pour la construction des habitations, ils sont souvent utilisés pour les pièces en contact direct avec le sol comme les pieux de case, mais peuvent être également utilisés pour la charpente. C'est en effet une espèce qui a une grande résistance aux attaques des insectes xylophages et des champignons ainsi qu'à l'humidité (RANDRIANASOLO, 1996). Les bois ronds bien droits sont utilisés pour la fabrication de timon pour la charrette.

Le « Valiandro » pourra servir à la fabrication de charbon de bois et de bois de chauffage mais les habitants riverains de la Réserve n'ont pas traditionnellement l'habitude (RANDRIANASOLO, 1996). Elle présente également une certaine utilisation dans la pharmacopée traditionnelle. La tige pourrait soigner et traiter le paludisme (RALANTONIRINA, 1993).

L'utilisation de la forêt comme zone de pâturage dans les extensions de la Forêt galerie rend les régénérations de l'espèce vulnérables aux piétinements et abrutissements des animaux. Dans la première parcelle (Forêt galerie), les régénérations naturelles sont relativement épargnées par le phénomène de divagation des bétails du fait de sa proximité du campement ainsi que la présence de clôture en fil barbelé. Egalement seule la première parcelle est relativement à l'abri de la surexploitation des individus de grande taille de *Quivisianthe papinae*.

DISCUSSIONS

et

RECOMMENDATIONS

PARTIE IV : DISCUSSIONS et RECOMMANDATIONS

I. DISCUSSIONS

1. Discussions sur la méthodologie

Les méthodes choisies ont pour finalité de vérifier les hypothèses émises tout au début de cette étude. La méthodologie adoptée est surtout basée sur : l'exploitation des données antérieures sur le même thème et la synthèse bibliographique, les entretiens et les enquêtes ; l'analyse écologique de l'habitat des espèces cibles, l'analyse biologique et physiologique de ces espèces ; et l'analyse de leur importance socio-économique dans la région d'étude.

Le non disponibilité de certaines données jugées indispensables a constitué un facteur limitant dans l'étude approfondie de l'analyse des différents paramètres conditionnant l'installation des régénérations naturelles. A l'exemple de l'étude pédologique de l'habitat des espèces, seule la mise en place des fosses d'observations pédologiques permettrait d'affirmer de manière précise les propriétés du sol au niveau des points de sondage. Or, elle n'a pas été effectuée durant les travaux de terrain. Les descriptions des profils-types obtenues par investigation bibliographique n'est qu'une généralisation des caractéristiques pédologiques par zone. Quant à l'estimation de l'influence de l'intensité lumineuse sur l'installation et le développement des régénérations naturelles, elle s'est effectuée visuellement à travers la détermination du paramètre P de l'index PHF, d'où la subjectivité des résultats obtenus. Concernant l'influence des modes de prélèvement des produits de la forêt sur l'installation et le développement de la régénération naturelle, le choix des zones d'intervention a été basé sur les observations sur terrain pendant la phase de reconnaissance et sur les enquêtes menées auprès des villageois ainsi que des personnes ressources (Chef de Réserve, agents et guides). Les critères de classification retenus ont aidés à déterminer que le niveau de dégradation est beaucoup plus important au niveau des extensions de la forêt de Bezà Mahafaly (extensions de la Forêt Galerie et de la Forêt xérophytique). L'absence de données chiffrées sur la fréquence de prélèvements des produits ligneux issus de l'espèce *Quivisianthe papinae* n'a pas permis de déterminer l'importance socio-économique de l'exploitation de cette espèce par les communautés riveraines.

En se référant aux autres études et recherches effectuées sur les régénérations naturelles de la flore dans la zone d'études ou dans d'autres régions, il a été remarqué que d'autres facteurs influençant l'installation de la régénération naturelle n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Parmi les analyses non effectuées dans cette recherche se trouvent la physiologie des semences (graines) des espèces alors qu'elle s'avère très intéressante pour l'étude de la potentialité de régénération des espèces cibles. La caractérisation des graines des espèces étudiées permet d'évaluer en effet le taux, la vitesse et l'homogénéité de leur germination. Aussi, l'analyse de la flore associée n'a pas été prise en compte.

La connaissance de la flore associée aux espèces cibles donne des idées de la sociabilité des espèces et des éventuelles concurrences (en eau, en lumière, en éléments nutritifs) ou de symbiotisme entre les espèces recherchées et la végétation accompagnatrice.

2. Discussions sur les résultats

Hypothèse 1 : « *Les conditions écologiques de l'habitat déterminent l'installation et le développement des régénérations naturelles des espèces cibles* »

Afin de pouvoir répondre à l'hypothèse émise, les discussions sur les résultats obtenus se porteront sur les conditions écologiques d'installation et de développement des régénérations naturelles.

Selon ANDERSON et HOFFMAN (2007), les effets des facteurs abiotiques (climat et sol) sur la composition floristique des communautés végétales en zone aride et semi-aride, sont généralement plus importants que ceux des facteurs biotiques. A cet effet, ces deux paramètres (climat, sol) jouent un rôle très important sur la potentialité des espèces cibles à se régénérer. Le sol est même considéré par HOSNAH (2013) comme étant le principal facteur qui affecte la composition floristique des forêts xérophiles.

D'une manière générale, la Réserve Spéciale de Bezà-Mahafaly offre des conditions climatiques propices au développement des trois espèces choisies du fait qu'elle étant inclut dans l'aire naturelle de ces essences. En effet, la température moyenne annuelle et la précipitation annuelle correspondent bien à celles exigées par les espèces étudiées. Les paramètres climatiques sont étroitement liés aux comportements biologiques et phénologiques des espèces.

Quant à la pédologie, chaque espèce étudiée présente une exigence particulière vis-à-vis du type de sol pour pouvoir assurer le bon développement de la régénération naturelle. Pour les espèces cibles, la qualité du sol est particulièrement appréciée par sa perméabilité, sa capacité de rétention d'eau, sa richesse en matière organique et son aptitude à stocker la chaleur du rayonnement solaire.

Une concurrence est observée entre les régénérations et la végétation avoisinante au stade de développement recrû. Elle se manifeste, d'une part par la concurrence en lumière et d'autre part par la concurrence en eau et en éléments nutritifs dans le sol. À ce stade de développement, les espèces *Quivisianthe papinae* et *Cedrelopsis grevei* ont un besoin déterminant en ombrage pour ne pas se dessécher. Seule *Alluaudia procera* présente une forte adaptation à la sécheresse. Mais parmi ces deux espèces, une certaine tolérance des plantules de « Katrafay » vis-à-vis de la lumière est ressentie. Ce qui n'étant pas le cas pour le « Valiandro ». Quant à *Alluaudia procera*, l'exposition en pleine lumière est indispensable afin que le sol puisse capter une certaine quantité de chaleur dont les jeunes pousses en sont exigeantes pour permettre son développement.

Il a été vérifié que, par rapport à la Forêt xérophytique, l'espèce *Cedrelopsis grevei* présente un problème de régénération dans les extensions de la Parcelle 2. En effet, selon RIVOARIVÉLO (2008), la Parcelle 2 détient un nombre de petites tiges importantes, plus de 3 000 tiges à l'hectare. Ce qui est plutôt expliqué par la nature du sol que par la fréquence des prélèvements au niveau des extensions de la Parcelle 2.

Les effets de l'apparition de cette strate herbacée sur le développement de la régénération naturelle se présentent d'une manière différente chez les espèces étudiées. Selon RANDRIANASOLO (1996), pour le « Valiandro », la concurrence avec les herbacées induit plutôt à l'étouffement des jeunes plantules. La concurrence en eau ne se fait pas sentir du fait que la zone d'occurrence de l'espèce se trouve le long des berges de la rivière où le taux d'humidité est remarquable. Cependant, plus la zone considérée s'éloigne de la rivière, plus la concurrence en eau se fait ressentir. Quant à l'espèce « Katrafay », RAOELIARISOA (1995) affirme que les régénérations naturelles sont plus vulnérables quand la végétation herbacée devient trop dense ne permettant pas de capter la chaleur issue du rayonnement solaire. Or la quantité de chaleur captée par le sol affecte significativement la germination des semis. Enfin, pour *Alluaudia procera*, les paramètres les plus importants pour le développement des régénérations naturelles sont l'intensité lumineuse et la quantité de chaleur reçues par ces dernières. Mais, il a été remarqué que les propriétés du sol où se prospère le « Fantsiolotra » ne sont pas très favorables à la végétation graminéenne.

Concernant l'influence des paramètres biotiques notamment les espèces faunistiques, étant donné que la région de Beza Mahafaly abrite une diversité remarquable d'insectes, il s'avère intéressant de mettre en exergue les rôles que jouent ces insectes dans le processus de régénération naturelle des communautés végétales. En effet, la Réserve contient 105 espèces de Lépidoptères appartenant à 16 familles, 46 espèces de Coléoptères appartenant à 17 familles, et 28 espèces d'Hyménoptères appartenant à 9 familles (ANDRIANANTENAINA, 2005).

Les plantes et les insectes coexistent depuis des millions d'années et ont développé une importante variété d'interactions bénéfiques et délétères (STOTZ et al., 1999). Des interactions à bénéfices réciproques s'expriment par exemple dans le cadre de la pollinisation entomophile où la fécondation croisée des plantes est favorisée par la recherche de nectar par l'insecte (POTTS et al., 2010). A contrario, il existe aussi clairement, des interactions de type « prédateur-proie » entre plantes et insectes herbivores puisque ces derniers tuent directement ou indirectement un individu de la population-hôte en consommant les parties végétatives (feuilles, tiges ou racines) ou les organes reproducteurs (fleurs, fruits ou graines) (GOMBAULD, 1996).

Selon DURAND-GILLMANN (2014), la pression d'herbivorie par les insectes pourrait se manifester par l'attaque des insectes rhizophages qui s'alimentent des racines des plantes, souvent au stade larvaire.

Ce type de prédateurs regroupe surtout des larves de Diptères, Lépidoptères et Coléoptères, certains charançons et chrysomèles. La conséquence pour la plante est une perturbation et un déficit d'alimentation hydrique et minérale qui induisent des retards dans le développement, un avortement des fleurs ou des fruits et la mort dans le cas de jeune plantule (régénération naturelle) ou de dégradation forte du collet.

Quant aux insectes phyllophages qui détruisent les feuilles, la conséquence directe pour la plante est une réduction de sa capacité photosynthétique entraînant des retards de croissance et de développement ou la mort chez les jeunes plantules, par effet cumulatif des facteurs limitants de l'environnement (GOMBAULD, 1996). Ces insectes sont aussi bien des larves que des adultes : chenilles de Lépidoptères, Hyménoptères et Orthoptère (criquets) (DURAND-GILLMANN, 2014). Pour le cas des criquets en particulier, selon RANDRIAMANANTSOA (1997), la partie Sud-Ouest de Madagascar comprenant la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly est caractérisée par la présence d'aires grégarigènes ainsi que d'aires d'invasion de l'espèce *Locusta migratoria* (criquet migrateur) s'étendant sur une grande partie du territoire. Cette partie Sud-Ouest de l'île est également reconnue comme une zone à haute fréquence de pullulations et de reproduction de l'espèce *Nomadacris septemfasciata* (criquet nomade) notamment dans la région de Betioky-Sud (RABESISOA et al., 2004).

Effectivement, la faible capacité de régénération de certaines espèces floristiques pourrait être attribuée en partie aux attaques des insectes herbivores qui pourraient provoquer non seulement la destruction ou l'avortement d'un ou plusieurs types d'organes (racine, tige, feuille, fleur, fruit) (DURAND-GILLMANN, 2014) mais également l'altération de certains mécanismes physiologiques et biologiques de la plante (MATTSON et ADDY, 1975) et donc compromettre sa régénération naturelle.

Hypothèse 2 : « La capacité des trois espèces cibles à se régénérer naturellement dépend de leurs comportements biologiques et physiologiques »

Les trois espèces étudiées présentent une possibilité de se régénérer à la fois par voie sexuée à partir des graines et par voie asexuée à travers le bouturage, les rejets de souche et le drageonnement. Pour la reproduction sexuée, la disponibilité en diaspores et son mode de dispersion constitue un facteur important dans la multiplication des espèces cibles.

Selon RADOSY (2011), les forêts xérophiles se régénèrent mal, même dans les zones peu perturbées le taux de régénération en général dépasse rarement les 100% (soit un individu de régénération pour un individu mûre). Pouvant être avancée pour expliquer cette mauvaise régénération des forêts xérophiles la variation climatique qui tend vers une aridité croissante du climat affecte négativement la régénération naturelle (LLORET et al., 2004). En effet la température et la disponibilité en eau sont des facteurs clés lors de la germination des graines. Elle ne peut fonctionner que pour des valeurs bien déterminées de la teneur en eau (de la graine) et de la température ambiante (LLORET et al., 2004).

La baisse du nombre de graines ayant germé peut à son tour influencer l'installation et l'abondance des régénérations naturelles. D'un autre point de vue, cette situation explique la difficulté de l'espèce *Alluaudia procera* à se régénérer. De plus, l'apparition des fleurs chez cette espèce ne se présente que très rarement sur plusieurs années et la durée de la période de floraison est très brève.

Par contre, pour le cas de l'espèce *Cedrelopsis grevei*, elle possède une bonne capacité à se régénérer du fait de l'abondance des diaspores étant donné que l'espèce peut produire des fleurs et des fruits sur une période relativement longue et qui peut se présenter deux fois dans la même année. L'ambiance forestière humide rencontrée en bas de pente de la deuxième parcelle tend à favoriser la germination des graines. Egalement, l'espèce « Katrafay » présente une forte potentialité de multiplication végétative notamment par drageonnement. Pour *Quivisianthe papinae*, RANDRIANASOLO (1996) a énoncé que la multiplication de l'espèce par voie végétative pourrait assurer la régénération du peuplement du fait que les rejets de souche croissent beaucoup plus rapidement que les plantules issues des graines. Quant à la reproduction par voie de semis, elle est favorisée par la disponibilité en graines en quantité (RANDRIANASOLO, 1996). Cette disponibilité en graines de « Valiandro » est assurée par ses comportements phénologiques relativement réguliers notamment la production de fleurs et de fruits.

D'après RAZANATSIMBA (2005), le potentiel de jeunes bois est remarquable pour la plupart des principales essences aussi bien pour les essences du sous-bois (comme *Cedrelopsis grevei*) que pour les essences édificatrices (comme *Quivisianthe papinae*). Ce qui est favorable pour l'architecture, la productivité, la cicatrization et la stabilité de la forêt. Ainsi, les tempéraments des essences jouent un rôle clé sur leur capacité à se reconstituer.

Hypothèse 3 : « Les modes d'exploitation des produits ligneux et non ligneux issus des trois espèces étudiées par la population locale constituent une menace sur la pérennité de ces espèces »

Il a été énoncé plus haut que la divagation des bétails dans la forêt et la surexploitation des espèces de valeurs compromettent leur capacité à se régénérer. Selon RANDRIAMAHALEO (1999), la Forêt xérophytique fait partie du pâturage ancestral de plusieurs villages environnant et cette considération continue jusqu'à maintenant. Au niveau de cette parcelle, l'implantation des parcs à bœuf dans la forêt est très fréquente. De ce fait, les animaux divagent dans la forêt, se nourrissent de jeunes pousses, les piétinent, et compromettent la régénération de ces dernières (ANDRIANANTENAINA, 2005). Les régénérations naturelles de *Cedrelopsis grevei* et *Alluaudia procera* n'y échappent pas à ces phénomènes. Et il est supposé que la faible abondance de régénération de l'espèce « Fantsiolotra » est en partie attribuée à la destruction des jeunes individus par les bétails.

POTE et al. (2006) ont enregistré en zone semi-aride une diminution de la densité arbustive avec la proximité des villages et ce, à cause de l'augmentation des prélèvements de bois (utilisés pour le chauffage, la construction et les rites traditionnels) effectués par la population locale.

Similairement, WEZEL et BENDER (2004) ont également constaté que la densité arbustive des zones situées près de deux villages en zone semi-aride était très faible notamment en raison du surpâturage et de la coupe de bois. Cette densité a augmenté avec l'éloignement aux villages. Il a été ainsi confirmé que la proximité du village Efitranga et Ampitanabo des extensions Sud-Est de la Parcelle 2 et du village d'Antaolabiby des extensions Nord-Ouest favorisent l'exploitation des arbres de grosses tiges surtout pour l'espèce « Fantsiolotra ». Pour les individus de petit diamètre, la préférence de la population locale en bois d'énergie s'incline à l'espèce *Cedrelopsis grevei* et ce sont les jeunes bois qui en font les frais. Ce phénomène explique en partie la diminution de façon brusque de la densité des jeunes bois par rapport aux régénérations.

Pour *Quivisianthe papinae*, la structure de la population a révélé que l'espèce présente une bonne régénération et la population est en bonne santé. En effet, vis-à-vis des pressions susmentionnées, les régénérations naturelles de l'espèce ne sont pas vulnérables que dans les extensions de la Forêt galerie. Cependant, cette vulnérabilité est due à la fois par les conditions écologiques de l'habitat dans les extensions mais également la fréquence des perturbations humaines au niveau de ces zones.

II. RECOMMANDATIONS

Le plan de gestion et de conservation proposé a pour objectif global de gérer durablement les espèces *Alluaudia procera*, *Cedrelopsis grevei* et *Quivisianthe papinae* en conciliant la santé écologique de leurs habitats et le développement des habitants riverains. Afin de parvenir à cet objectif, les axes stratégiques ci-après méritent d'être considérés.

Axe stratégique 1 : Assurer la pérennité des trois espèces étudiées

– Objectif 1 : Augmenter la potentialité des espèces cibles à se régénérer dans leurs zones d'occurrence

Les entretiens des régénérations naturelles sont indispensables pour assurer la capacité des espèces cibles à se régénérer. Il s'agit notamment des nettoyements nécessaires visant à éliminer les individus indésirables qui risquent d'entraver la croissance des jeunes plants. Parfois, les régénérations naturelles se concentrent autour du pied-mère induisant une forte concurrence entre les jeunes individus. Dans cette situation, des opérations de dépressage des sauvageons s'avèrent nécessaire. En effet, le dépressage consiste à réduire la densité de la régénération naturelle des essences ciblées. Cette intervention permet de réduire la concurrence au niveau des racines, du sol et de la lumière. Il s'agit d'une opération seulement effectuée dans les régénérations naturelles jugées trop denses. Les sauvageons qui ont été prélevés seront élevés en pépinière puis replantés dans d'autres endroits où les conditions du milieu leur sont favorables. Par contre, quand il s'agit des plantes adventices ou des graminées qui entrent en concurrence avec les régénérations des espèces cibles, le dégagement ou l'élimination de ces végétations adventices par arrachage ou coupe sont conseillés.

Après l'éclaircie des jeunes tiges, la mise en place des placettes de suivi permanente des espèces permettra de suivre leur croissance et leur développement dans le temps. Elle consiste à mettre en défens une superficie clôturée permettant d'effectuer périodiquement des mensurations des petits individus des espèces cibles.

– **Objectif 2 : Améliorer la capacité des arbres semenciers à produire plus de régénérations que ce soit par voie de semis ou par voie végétative**

La connaissance de la biologie de reproduction et la physiologie des espèces cibles est essentiel pour apprécier leur aptitude à se multiplier. De ce fait, la mise en place des layons d'observation et de suivi phénologique s'avère nécessaire dans les zones où les arbres semenciers abondent.

En effet, l'étude de la biologie de reproduction comprend notamment l'analyse des facteurs biotiques de pollinisation et l'analyse des modes de dispersion. Pour la première, l'analyse consiste à observer les facteurs biotiques de pollinisation qui se déroule lors du suivi phénologique en inventoriant les espèces faunistiques qui les fréquentent durant la floraison. Quant à la seconde, elle concerne l'observation des modes de dissémination des semences durant la période de maturation et des facteurs qui peuvent intervenir et influencer le mode de dissémination des graines des espèces concernées.

Concernant l'analyse physiologique, elle concerne le suivi phénologique des espèces cibles ainsi que l'étude physiologique des semences. Le suivi phénologique des espèces étudiées consiste à observer les phases de production et de feuillaison des plantes (FISCHER *et al.*, 1978). Une observation mensuelle sera entreprise permettant d'établir le parcours phénologique (calendrier de floraison et de fructification) pour chaque espèce. La physiologie des semences, quant à elle, renseigne sur leurs caractéristiques morphologiques et anatomiques, leur capacité germinative et leurs statuts. L'analyse physiologique des semences comprend les étapes suivantes : la collecte de matériels de reproduction (tiges, fruits, graines), la caractérisation morphologique et anatomique des graines, les essais de germination et de multiplication végétative in situ.

Les caractérisations biologiques et physiologiques des espèces étudiées constituent un des outils permettant la sélection des individus candidats d'arbres plus. Ces pieds sélectionnés comme arbres plus vont servir de semenciers utiles pour le prélèvement de matériels de reproduction (graines, boutures) qui seront ultérieurement utilisées pour l'enrichissement et la restauration des zones dégradées. Des mesures particulières (vis à vis des maladies ou autres fléaux) devraient être apportées à ces individus sélectionnés. Il est recommandé de les marquer et mentionner des panneaux sur l'interdiction de leur coupe et pour la répression de certaines infractions.

Comme le cas des régénérations naturelles, des soins sylvicoles devraient être également effectués pour entretenir les jeunes bois et les individus adultes. Il s'agit particulièrement des travaux d'élagage et d'éclaircie pour donner plus d'espace et de lumière. Les pieds abattus ainsi que les branches d'élagage pourraient faire l'objet de valorisation (bois d'outillage, bois de chauffe).

Axe stratégique 2 : Restaurer la potentialité de l'habitat dans les zones perturbées

– Objectif 1 : Limiter la recrudescence des perturbations dans la Réserve

L'exploitation des produits ligneux et la divagation des bétails constituent les pressions anthropiques les plus importantes affectant les ressources forestières de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. Effectivement, la forêt est considérée comme un lieu de refuge des bétails pour certains éleveurs. Les animaux qui divagent dans la forêt se nourrissent des jeunes pousses, les piétinent et compromettent ainsi leur régénération. Parfois lorsque le nombre de bétails devient important pour un éleveur, il s'emménage dans la forêt pour garder ses animaux et il défriche une surface plus importante pour s'y installer (RIVOARIVÉLO, 2008).

Les produits ligneux sont généralement exploités pour les bois de construction et les bois d'énergie dont les espèces *Cedrelopsis grevei* et *Alluaudia procera* figurent parmi les plus recherchées. Les habitants de la région pratique aussi le « *tetek'ala* », qui n'est autre que la technique ancestrale de défrichement pour augmenter la surface cultivable (RAMALANJAONA, 2013). Le manioc, le maïs, l'oignon, l'arachide et la patate douce sont les principales cultures utilisées sur ces parcelles défrichées (BONAVENTURE, 2010).

La réduction de ces perturbations permet de contribuer largement à la conservation des espèces cibles ainsi que d'améliorer leur potentialité à se régénérer. Pour y remédier, il est recommandé d'amplifier la fréquence de contrôle et de surveillance surtout dans les zones d'extension. Ainsi les patrouilles et les surveillances par les agents de la Réserve et les agents « KASTI » (Komitin'ny Ala Sy ny Tontolo Iainana) doivent être plus fréquentes. Toute entrée et toute circulation doivent être strictement réglementées.

La Zone d'Utilisation Contrôlée (ZUC) est une zone dans laquelle l'utilisation des ressources est réglementée et contrôlée (SARRASIN, 2013). Elle regroupe les parties de la forêt où la conversion à l'agriculture, le pâturage, de bétail, et le prélèvement des produits forestiers ont déjà eu lieu et correspond à la zone où la forêt est moyennement ou fortement exploitée. Ses limites devraient être élargies en fonction des besoins de la population locale. En fait, la superficie actuelle des ZUC ne permet pas de satisfaire les besoins de la population subséquemment les noyaux durs biens qu'ils soient larges ne sont pas sujets à une exclusive préservation (LANTOVOLOLONA, 2009). Une nouvelle délimitation des ZUC en élargissant leur superficie est ainsi importante pour une meilleure gestion des ressources forestières de façon à ce que les zones de conservation stricte deviendront moins vulnérables aux différentes pressions anthropiques. Toutefois, ces nouvelles limites devraient être connues et respectées

à tous les niveaux. Ce qui nécessite fortement l'implication des communautés locales pour assurer leur réussite.

Afin d'assurer une meilleure protection des zones de conservations strictes, il est intéressant de matérialiser leurs limites par des clôtures barbelées ou bien avec des haies vives sans oublier les panneaux de signalisation. A titre d'information, l'utilisation de l'espèce *Alluaudia procera* comme haie vive est très pratique étant donné que cette espèce se multiplie facilement par bouturage.

– **Objectif 2 : Responsabiliser les populations riveraines dans la restauration des zones dégradées**

L'implication des populations locales dans la gestion et la conservation de ces espèces est primordiale. Cependant, toutes les propositions de conservation et de valorisation des espèces de ces ressources devraient être émanant de la communauté pour avoir son efficacité. Ce qui favorise la responsabilisation de tous les acteurs, surtout les communautés locales du fait qu'elles sont à la fois gestionnaires et consommatrices des ressources naturelles, et sans leur collaboration et leur participation, l'utilisation durable de ces ressources est menacée.

L'enrichissement des parcelles exploitées est une technique sylvicole qui consiste à augmenter dans un peuplement forestier le pourcentage des espèces qui sont très prisées par la population (RAJOELISON, 1997). Pour ce faire, des études préliminaires doivent être faites sur les conduites de la plantation. Il peut être réalisé soit par récolte de sauvageons par technique de dépressage, soit par récolte de graines ou de matériels végétatifs. Par ailleurs, il est évident que les semenciers seront les espèces de la zone d'étude elle-même. C'est dans cette situation qu'intervient le rôle des arbres plus sur la fourniture des matériels de reproduction utilisés.

Comme exemple de réussite des actions de restauration par enrichissement, un système d'aménagement spécifique a été développé par la concession du CFPF de Morondava entre 1982 et 1990 (RAZANATSIMBA, 2005). Cette méthode a donné des résultats excellents avec les espèces de valeur comme l'*Arofy* (*Commiphora* spp.) et *Handy* (*Neobeguea mahafaliensis*). Ce système consiste à des plantations d'enrichissement sur les layons de débardage et dans les trouées d'abattage par des plantules possédant un diamètre au collet de 1,5 à 2 cm et de hauteur comprise entre 60 et 120 cm, mais éventuellement par semis direct des graines. Egalement, dans la Forêts de Kirindy, de 1979 à 2003, la restauration de 6,5 ha de forêts à travers 07 espèces autochtones a donné des résultats intéressants. Pour ce Projet, les techniques de restauration comprennent la production de plants qui consiste à collecter les graines dans la forêt puis les élever en pépinière en période pluvieuse. La plantation proprement dite s'est effectuée par enrichissement en ligne dans les layons et les trouées. Les taux de réussite est de plus de 80 % pour les trouées et de 35 à 70 % dans les layons (CONSERVATION INTERNATIONALE, 2011).

L'enrichissement pourrait se faire alors en placeau dense dans les trouées laissées par les exploitations extérieures et les chablis ou en layon et qui se répartit dans la forêt d'une façon systématique ou aléatoire. Cette répartition varie suivant la garantie apportée à la bonne adaptation des jeunes plants aux conditions écologiques du milieu et à la survie de plantation. Elle dépend également des zones prioritaires en matière de conservation, c'est-à-dire suivant les trouées à compléter. De ce fait, il faut prioriser les zones où les signes de dégradation sont alarmants. Après l'exploitation, l'enrichissement pourrait être utilisé pour compléter des sauvageons à faible densité. Il peut se pratiquer par semis direct dans les trouées d'abattage. Mais l'amélioration de l'état des ressources devrait passer tout d'abord par l'installation d'une pépinière pour produire des jeunes plants nécessaires à la restauration des zones dégradées (LANTOVOLOLONA, 2009). Par conséquent, l'implication des habitants riverains est indispensable pour la mise en place des pépinières villageoises. De plus, les populations locales sont bien conscientes de l'importance et de l'utilité des trois espèces étudiées dans leur vie quotidienne. Donc, si elles sont choisies comme essence de restauration, leur vulgarisation sera facile.

Par ailleurs, des formations pratiques sur les techniques de production de plants en pépinière, depuis le prélèvement des matériels de production (graines, fruits, boutures) en passant par l'élevage des plants jusqu'à leur mise en terre, devraient être octroyées aux populations locales. Ces dernières devraient être accompagnées et encadrées par des techniciens forestiers.

– **Objectif 3 : Responsabiliser les populations riveraines dans la protection des ressources forestières**

Comme il a été énoncé plus haut que toutes perspectives de protection et de conservation des ressources forestières devraient être corroborées avec les communautés locales afin d'assurer leur réussite. Pour cela, les mesures de répression contre les délits forestiers comme le prélèvement illicite des bois ainsi que l'intrusion des ruminants dans la Réserve devraient émaner de la concertation entre les communautés locales, les responsables de la Réserve ainsi que l'administration forestière. A cet effet, l'adoption d'une convention locale sur les exploitations des ressources est vivement souhaitée.

Par conséquent, l'instauration et l'application des « dina » pour les coupes illicites et la divagation des bétails dans les zones de conservation pourraient contribuer de manière durable à la protection et à la conservation des ressources forestières. Pourtant, ces mesures d'interdiction ne vont pas seules mais devraient être accompagnées par d'autres mesures et d'autres alternatives. Par exemple, pour limiter les effets de la divagation des bétails dans les zones de conservation, l'enrichissement en espèces fourragères des Zone d'Utilisation Contrôlée (ZUC) par des arbustes et des arbres fourragers est souhaité. Comme espèces d'enrichissement, *Tamarindus indica* et *Salvadora angustifolia* sont préconisées. Des herbes à haute qualité de valeur fourragère et qui s'adaptent facilement au climat semi-aride comme le *Pennisetum purpureum* (*Fohiombazaha*) et *Stylosanthes humili* pourraient être également utilisées.

L'amélioration des revenus de la population par l'exploitation des potentialités économiques des espèces de valeurs comme les trois espèces cibles tend également à limiter leur demande trop importante en ressources forestières.

Axe stratégique 3 : Satisfaire les besoins à moyen et long terme des communautés locales en produits ligneux et non ligneux

– **Objectif 1 : Promouvoir la plantation des espèces en dehors de la Réserve**

La promotion des plantations en dehors de la Réserve permet à la fois de satisfaire les besoins à moyen et à long terme des communautés locales mais également de limiter la surexploitation des populations naturelles des espèces dans l'aire protégée. Il s'agit alors de mettre en place des peuplements artificiels dans les zones hors Réserve à travers les différentes techniques de plantation. Pour cela, la responsabilisation des populations locales depuis la production de plants en pépinière jusqu'à leur mise en terre est indispensable.

– **Objectif 2 : Vulgariser des techniques d'exploitation durable des espèces**

Pour une meilleure gestion des produits forestiers qui considère à la fois l'aspect conservation et l'aspect valorisation, la sensibilisation de la population riveraine sur l'utilité des espèces dans la vie quotidienne ainsi que leur importance sur le fonctionnement des écosystèmes est primordiale. Il faut donc savoir valoriser toute la potentialité des produits issus des ressources forestières tout en respectant ses limites d'exploitabilité.

Effectivement, la motivation des populations pour l'exploitation et la gestion de ressources forestières est étroitement liée à la valeur économique et culturelle de ces produits à leurs yeux par comparaison à d'autres activités. Si la gestion se limite à la protection de la ressource, sans la valorisation des produits, l'intérêt à conserver est moindre pour les villageois, d'où leur démotivation. C'est ainsi que la vulgarisation des techniques d'exploitation durable des espèces dans leur aire naturelle et dans les plantations artificielles s'avère intéressant de manière à ce que les produits obtenus contribuent à satisfaire les besoins de la population locale et/ou à leur générer des revenus. Pour cela, les communautés riveraines devraient être conscientisées des quotas d'exploitation, des modes d'exploitation durable et des critères de choix des pieds à exploiter.

Tableau 15 : Plan d'action

Echéance : CT (Court Terme) < 1 ans ; MT (Moyen Terme) : 1 à 5 ans ; LT (Long Terme) > 5 ans

Objectif global : Gérer durablement les espèces *Alluaudia procera*, *Cedrelopsis grevei* et *Quivisianthe papinae* en conciliant la santé écologique de leurs habitats et le développement des habitants riverains

Axe stratégique 1 : Assurer la pérennité des trois espèces					
Objectif 1 : Augmenter la potentialité des espèces cibles à se régénérer dans leurs zones d'occurrence					
Résultat attendu : Le taux de survie des régénérations naturelles des espèces est augmenté de 50 % à partir de la cinquième année de la mise en œuvre du plan d'action					
Activités	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
Entretien des soins sylvicoles aux régénérations des espèces cibles	Effectuer des opérations de délianage, de désherbage et de dégagement des régénérations naturelles des espèces cibles	CT à MT	MNP et ESSA/Forêts Responsables et personnel du site Population locale	Surface de terrain dégagé	Rapport d'activités
	Prélever des sauvageons par technique de dépressage au niveau des régénérations jugées trop denses	CT à MT	ESSA/Forêts Responsables et personnel du site Population locale	Nombre de sauvageons prélevés	Rapport d'activités
Suivre en permanence l'état de développement et de croissance des jeunes plants (régénérations)	Mettre en place des placettes de suivi permanentes de la régénération des espèces au niveau des leurs zones d'occurrence	LT	ESSA/Forêts Responsables et personnel du site	Nombre de placettes mises en place	Fiches de suivi des espèces, Rapport d'activités
Objectif 2 : Améliorer la capacité des arbres semenciers à produire plus de régénérations que ce soit par voie de semis ou par voie végétative					
Résultat attendu : La capacité des arbres-mères à produire des régénérations est doublée entre 05 et 10 années de mise en œuvre du plan d'action					
Activités	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
Conduire des études approfondies sur la biologie de reproduction et la physiologie des espèces cibles	Mettre en place des layons d'observation pour le suivi phénologique des individus semenciers	LT	ESSA/Forêts Responsables et personnel du site	Nombre de pieds suivis	Cahiers et/ou fiches de suivi phénologique, Rapport d'activités

	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
	Effectuer des essais de germination de semences et des essais de multiplication végétative des espèces	CT	ESSA/Forêts Responsables et personnel du site	Taux de germination des graines Taux de réussite des boutures	Fiches de prélèvement des résultats des essais
	Sélectionner les pieds semenciers utilisés comme arbres plus	LT	ESSA/Forêts Responsables et personnel du site	Nombre d'arbre plus sélectionné	Fiche individuelle des arbres sélectionnés
Apporter des soins sylvicoles aux jeunes bois et des semenciers	Effectuer des opérations d'éclaircie et d'élagage du peuplement	CT à MT	MNP et ESSA/Forêts Responsables et personnel du site Population locale	Nombre de pieds élagués Nombre de pieds abattus	Rapport d'activités
Axe stratégique 2 : Restaurer la potentialité de l'habitat dans les zones perturbées					
Objectif 1 : Limiter la recrudescence des perturbations dans la Réserve					
Résultat attendu : Le taux de dégradation de l'habitat est réduit à moitié entre 03 et 05 années de mise en œuvre du plan d'action					
Activités	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
Délimiter les zones de conservations strictes et la ZUC (Zone d'Utilisation Contrôlée)	Matérialiser les limites des zones de conservation de la forêt galerie et de la forêt xérophytique (clôture d'haies vives, fils barbelés, panneaux de signalisation)	MT à LT	MNP et ESSA/Forêts Responsables et personnel du site	Clôtures et panneaux de signalisation mis en place	Carte d'occupation du sol
Renforcer les patrouilles et les surveillances dans les zones d'extension de la forêt galerie et de la forêt xérophytique	Amplifier la fréquence des surveillances dans les zones de conservation stricte	LT	Autorités locales MNP et ESSA/Forêts Responsables et personnel du site	Fréquence des patrouilles effectuées	Cahier de charges des agents de patrouille

Objectif 2 : Responsabiliser les populations riveraines dans la restauration des zones dégradées					
Résultat attendu : Les populations locales sont impliquées dans la restauration des sites perturbés depuis le début de la mise en œuvre du plan d'action					
Activités	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
Encadrer les communautés dans la mise en place des pépinières villageoises	Former la population locale en techniques de récolte des graines et de prélèvement de matériels végétatifs	CT à MT	ESSA/Forêts, Population locale	Quantité de graines récoltées Nombre de matériels végétatifs prélevés	Cahiers et/ou fiches de suivi phénologique, Rapport d'activités
	Octroyer à la communauté locale des formations techniques en production de plants en pépinière	CT à MT	ESSA/Forêts, Population locale	Nombre de plants produits	Fiches techniques des espèces produites, Fiche de présence, Rapport de formation
Encadrer les communautés locales dans les travaux d'enrichissement et de reboisement des sites dégradés	Octroyer à la communauté locale des formations techniques en plantation forestière	CT à MT	ESSA/Forêts, Population locale	Surface restaurée	Support de formation, Fiche de présence, Rapport de formation
Objectif 3 : Responsabiliser les populations riveraines dans la protection des ressources forestières					
Résultat attendu : Les ressources forestières sont gérées durablement par la population locale à partir de la deuxième année de la mise en œuvre du plan d'action					
Activités	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
Former et entraîner les éleveurs à planter des arbres et des plantes fourragères	Distribuer des semences d'espèces fourragères aux éleveurs	CT à MT	Organismes étatiques, ONG	Quantité de semences distribuées	Rapport d'activités
	Enrichir les ZUC des zones d'extension en espèces fourragères	MT à LT	MNP et ESSA/Forêts Responsables et personnel du site Population locale	Surface cultivée	Carte d'occupation du sol, Rapport d'activités
	Sensibiliser les éleveurs à pratiquer la technique de transhumance	CT	Autorités locales MNP et ESSA/Forêts	Fréquence de sensibilisation	Rapport d'activités

Activités	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
Elaborer et appliquer des conventions locales sur l'exploitation des ressources	Appuyer et motiver les structures locales existantes	MT à LT	Organismes étatiques, ONG Autorités locales	Nombre de participants aux activités communautaires sur la gestion d'exploitation	Rapport d'activités
	Etablir différentes règles concernant l'exploitation des produits forestiers	CT	Autorités locales MNP et ESSA/Forêts Responsables et personnel du site Population locale	Cahier de charges élaboré	Cahier de charges, Procès-verbaux de réunion
	Appliquer les « dina » pour la divagation des bétails et le prélèvement des produits forestiers dans les zones de conservation	LT	Population locale Autorités locales	Nombre de « dina » appliqué	Procès-verbaux
Axe stratégique 3 : Satisfaire les besoins à moyen et long terme des communautés locales en produits ligneux et non ligneux					
Objectif 1 : Promouvoir la plantation des espèces en dehors de la Réserve					
Résultat attendu : Les zones hors Réserve sont reboisées en espèces cibles à partir de la deuxième année de la mise en œuvre du plan d'action					
Activités	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
Encadrer les communautés dans la mise en place des pépinières villageoises	Octroyer à la communauté locale des formations techniques en production de plants en pépinière	CT à MT	ESSA/Forêts, Population locale	Nombre de plants produits	Fiches techniques des espèces produites, Fiche de présence, Rapport de formation
Encadrer les communautés locales dans les travaux de reboisement des zones en dehors de la Réserve	Octroyer à la communauté locale des formations techniques en reboisement	CT à MT	ESSA/Forêts, Population locale	Surface reboisée	Support de formation, Fiche de présence, Rapport de formation

Activités	Sous-activités	Echéance	Responsables	Indicateurs	Sources de vérification
Objectif 2 : Vulgariser des techniques d'exploitation durable des espèces					
Résultat attendu : Les techniques d'exploitation durable des espèces sont vulgarisées depuis le début de la mise en œuvre du plan d'action					
Former les communautés locales en techniques d'exploitation durable des espèces	Organiser des réunions de formations et de sensibilisation	CT	Autorités locales ESSA/Forêts,	Nombre de participants aux formations Fréquence de sensibilisation	Support de formation, Fiche de présence, Rapport de formation

CONCLUSION

PARTIE V : CONCLUSION

Les forêts tropicales sèches présentent une faible capacité de résilience du fait de sa difficulté à se régénérer. C'est dans cette optique que cette recherche a été axée sur l'étude des conditions optimales de la reprise de croissance de trois espèces endémiques, menacées et de valeurs économiques en l'occurrence *Alluaudia procera* Drake (DIDIEREACEAE), *Cedrelopsis grevei* Baillon (RUTACEAE) et *Quivisianthe papinae* Baillon (MELIACEAE) à travers l'étude de la régénération dans la forêt de Bezà Mahafaly qui est un site de recherche scientifique potentiel pour une forêt dense sèche à Madagascar.

Les résultats obtenus ont permis de déceler tous les facteurs entrant en jeu dans l'installation et le bon développement des régénérations naturelles des espèces étudiées. Indubitablement, les comportements biologiques et physiologiques de chaque espèce sont fonction des conditions écologiques spécifiques de leur habitat. Nombreux sont ainsi les facteurs qui conditionnent l'installation de la régénération naturelle des espèces cibles dont les plus importants sont le climat, le type de sol, l'eau et la lumière. En fait, séparément, ces facteurs ne peuvent influencer le processus de régénération. En effet, il faut une combinaison de plusieurs facteurs pour amorcer et favoriser ce processus. Cette combinaison de facteurs varie suivant les espèces (WARD *et al.*, 2000).

Le développement des jeunes individus de « Fantsiolotra » est conditionné par un type de sol sableux, chaud et aéré. Quant à *Cedrelopsis grevei*, elle se développe mieux sous un sol sablo-argileux dont la prédominance du sable en surface constitue un élément récepteur de chaleur très favorable à la régénération de l'espèce. Les sols limono-argileux présentant une bonne faculté de rétention d'eau et une forte teneur en matières organiques sont propices au développement des régénérations naturelles de l'espèce *Quivisianthe papinae*.

Chez *Alluaudia procera*, le phénomène de floraison est rarement observée limitant ainsi la fructification de l'espèce, d'où leur difficulté à se régénérer. De plus, quand le phénomène de floraison se présente, la durée est très brève. Tandis que pour *Cedrelopsis grevei*, la durée de la période de floraison et de fructification est très variable. Elles pourraient se réaliser avec une large fourchette de température et de pluviométrie induisant à l'abondance des diaspores. Concernant l'espèce *Quivisianthe papinae*, la floraison s'accomplit de façon très régulière. La fructification annuelle de cette espèce favorise sa régénération.

Selon l'échelle de ROTHE (1964), le taux de régénération de l'espèce *Alluaudia procera* est faible. Par contre, pour *Cedrelopsis grevei*, la régénération de l'espèce est très bonne. Quant à *Quivisianthe papinae*, la capacité de l'espèce à se régénérer est moyenne avec une possibilité de renouvellement du peuplement.

En ce qui concerne l'analyse de la structure verticale des populations des espèces cibles, combinée avec l'étude des intensité lumineuse reçue par ces espèces via le paramètre P de l'index PHF, elle a permis de faire ressortir les tempéraments de chaque espèce cible : *Alluaudia procera* adopte un tempérament héliophile, *Cedrelopsis grevei* présente un tempérament sciaphile de sous-bois tandis que *Quivisianthe papinae* a un tempérament sciaphile édificatrice.

A travers toutes les études effectuées sur terrain et l'analyse des résultats obtenus, une conclusion concernant les menaces qui pèsent sur les espèces étudiées a été dégagée. Elles sont fortement exploitées par la population locale pour leurs besoins en bois de construction et en bois d'énergie induisant la raréfaction des jeunes bois et des individus adultes. Par contre, l'utilisation des sites d'occurrence des espèces comme zone de pâturage compromettent leur régénération naturelle. Il a été ainsi mis en évidence que, par rapport à *Quivisianthe papinae* et *Cedrelopsis grevei*, l'espèce *Alluaudia procera* est fortement menacée. En fait, cette espèce présente une grande difficulté à se régénérer alors que les individus adultes considérés comme semenciers font l'objet de forte exploitation par les habitants riverains. Pour *Quivisianthe papinae*, les régénérations naturelles bénéficient de la protection qu'offre la Parcelle 1. La population présente ainsi une potentialité de se renouveler. Par contre, l'espèce est menacée au niveau des extensions de la Forêt galerie. Quant à l'espèce *Cedrelopsis grevei*, elle présente une grande capacité de régénération même en milieu perturbé.

La méthodologie adoptée a permis de vérifier les hypothèses émises ainsi que d'atteindre les objectifs requis pour la recherche. Toutefois, elle présente également des points faibles. Parmi les paramètres les plus importants pour l'évaluation de la potentialité de régénération naturelle se trouve la physiologie des semences des espèces cibles alors qu'elle n'a pas été entamée dans la présente étude faute de disponibilité de données.

Dans la suite de cette recherche, il est ainsi souhaitable de mener des études sur l'influence des comportements physiologiques des semences des espèces étudiées sur leur capacité de régénération ainsi que leur potentialité de multiplication végétative. Les futures recherches devront également se tourner sur la faisabilité technique (mesures artificielles) et socio-économique de la restauration des zones perturbées en forêts denses sèches.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ALEXANDRE, D. Y., 1982. Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte-d'Ivoire. CARIDOLLEA 37 : pp 579-588.
2. ALEXANDRE, D. Y., 1983. Régénération naturelle d'un arbre caractéristique de la forêt équatoriale de Côte-d'Ivoire : *Turraeanthus africana Pellegr.* ORSTOM, tome 12, no 3 – 1917, 22 p.
3. ALEXANDRE, D.Y., 1992. Régénération de la forêt du Nazinom (Burkina Faso), Notes au projet BKP 89/011, Centre ORSTOM de Ougadougou, 34 p.
4. ANDERSON, P., M., et HOFFMAN, M., T., 2007. The impacts of sustained heavy grazing on plant diversity and composition in lowland and upland habitats across the Kamiesberg mountain range in the Succulent Karoo, South Africa. *Journal of Arid Environments*. 70 : pp 686 – 700.
5. ANDRIAMIARINOSY, M., 2004. Contribution à la conservation des espèces les plus vulnérables : *Givotia madagascariensis*, *Gyrocarpus americanus*, *Enterospermum madagascariensis* dans la région de Menabe central Nord. Mémoire de fin d'étude. 73 p.
6. ANDRIANANTENAINA, H., 2005. Contribution à l'étude de la potentialité d'envahissement d'*Opuntia monacantha* dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 66p.
7. ANDRIANOROVELO, P., 2002. Analyse sylvicole d'une forêt d'altitude des Hauts Plateaux de Madagascar : Cas de la forêt d'Ankaratra, Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 69p.
8. BEWLEY, J., & BLACK, M., 1982. Physiology and Biochemistry of seed in relation to germination. Volume 2. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 339 p.
9. BONAVENTURE, R., 2010. Ecologie et comportement de *Propithecus verreauxi* dans les zones d'extension de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 78 p.
10. CONSERVATION INTERNATIONAL, 2011. Restauration Forestière à Madagascar : Document de capitalisation des expériences en vue de l'élaboration d'un Plan d'Action de Restauration, 68p.
11. DIFFERT, J., 2001. La phénologie des espèces arborées. Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt-Bois, ENGREF - Ecosystèmes Forestiers et Dynamique du Paysa
12. DURAND-GILLMANN, M., 2014. Interactions plantes-insectes dans deux écosystèmes forestiers méditerranéens contrastés : le cas des scolytes (*Coleoptera : Curculionidae : Scolytinae*) en région méditerranéenne. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille, 136 p.
13. FAO, 1989. Community Forestry- Rapid Rural Appraisal. Note n°3: 90 p.

14. FARATIANA, T. E., 2008. Etude de la forêt dense sèche : Bilan des essais sur la régénération naturelle dans la forêt de Kirindy à Morondava, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies en Foresterie – Développement – Environnement, ESSA-Forêts, 75p.
15. FAVENNEC, J., 1999. Aménagement des forêts littorales : cas des forêts dunaires du littoral atlantique français. Rev. For. Fr. LI – numéro spécial 1999. 13 p.
16. FISCHER & TURNER, 1978. Plant productivity in the Arid and Semiarid zones. Annual Review of plant physiology. Vol (29) : pp. 277-317
17. GOMBAULD, P., 1996. Variabilité de la phyllophagie par les insectes chez deux arbres de la forêt Guyanaise, *Eperua falcata* et *E. grandiflora* (CAESALPINIACEAE) : Impact des diminutions de surface foliaire et du microclimat sur la croissance et la survie des plantules. Thèse de doctorat, Université de Paris 06, France, 155 p.
18. GOUNOT, M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. In : Revue de géographie alpine eds. Charre Joël, tome 60, n°3, 1972 : pp. 533-534
19. HAINGOMANANTSOA, H., 2009. Etude de la reprise de croissance de trois espèces en régénération naturelle et en plantation d'enrichissement en vue de la reconstitution d'une forêt dense sèche. Cas de la forêt de Kirindy – Morondava, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies en Foresterie, ESSA-Forêts, 66p.
20. JÖRG, U., GOODMAN, S., 2007. Biodiversity, Ecology and Conservation of Littoral Ecosystems in Southeastern Madagascar, Tolagnaro (Fort Dauphin). 385 p.
21. KALACSKA, M.E.R., SANCHEZ-AZOFEIFA, G.A., CALVO-ALVARADO, J.C., RIVARD, B., QUESADA, M., 2004. Species composition, similarity and diversity in three successional stages of a seasonally dry tropical forest. Forest Ecology and Management 200 (2004) : pp. 227-247
22. KERAUDREN, M., 1961. Quelques aspects des formations xérophiles du sud de la République Malgache. Bull. Soc. bot. Fr., (108) : pp. 73-79
23. KOECHLIN, J., GUILLAUME, J.L., MORAL, P., 1974. Flore et Végétation de Madagascar. 687p.
24. LANTOVOLOLONA, F., 2010. Inventaire floristique et caractérisation des usages des ressources végétales dans la zone d'extension de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 94p.
25. LISAN, B., 2014. Fiche présentation arbre : Le Fantsiolotra - *Alluaudia procera* Didieracées, 9 p.
26. LISAN, B., 2015. Projet de création de forêt littorale tropicale jardinée : Région de Brickaville et de Toamasina, côte Est de Madagascar. Document technique pour jardin-forêt littoral, en climat tropical humide. 177 p.

27. LLORET, F., PEÑUELAS, J., et ESTIARTE, M., 2004. Experimental evidence of reduced diversity of seedlings due to climate modification in a Mediterranean-type community. *Global Change Biology*. 10 : pp. 248 – 258
28. MATTSON, W.J. & ADDY, N.D., 1975. Phytophagous insects as regulators of forest primary production. In *Science* 190 : pp : 515 – 522
29. MITTERMEIER, R.A., MYERS, N., THOMSEN, J., B., & OLIEVIERI, S., 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12 : pp. 516-520
30. MITTERMEIER, R., A., 1997. *Megadiversity : Earth's Biologically Wealthiest Nations*. CEMEX, 501p.
31. MURPHY, P.G., LUGO, A., E., 1986. Ecology of tropical dry forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17: pp. 67–88
32. MYERS, N., MITTERMEIER, R., A, C. G., FONSECA, G., A., & KENT, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 40 : pp. 853-858
33. POTE, J., SHACKLETON, C., COCKS, M., et LUBKE, R., 2006. Fuelwood harvesting and selection in Valley Thicket, South Africa. *Journal of Arid Environments*. 67 : pp. 270-287
34. POTTS, S.G., BIESMEIJER, J.C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O., AND KUNIN, W.E., 2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. In *Trends in ecology & evolution* 25 : pp. 345 – 353
35. QUESADA, M., AGUILAR, R., ROSAS, F., ASHWORTH, L., ROSAS-GUERRERO, V., SAYAZO, R., LOBO, J.A. HERRERIAS-DIEGO, Y., 2009. Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. *Forest Ecology and Management* 258 : pp. 1014–1024
36. RABARISON, H., RAKOTONDRAFARA, A., RAZAFIMANDIMBISON, S.G., 2013. Evaluation du risque d'extinction des *Cedrelopsis* (RUTACEAE) de Madagascar. *Scripta Botanica Belgica* 50 : pp. 41–49
37. RABESISOA, L.F., LECOQ, M., LUONG-SKOVMAND, M.H., FRANC, A., 2004. Le Criquet nomade à Madagascar. Éléments de bibliographie. Centre national antiacridien. Projet français de contribution à la lutte antiacridienne. CIRAD, 101 p.
38. RABEZANAHARY, M., 2011. Etude de la dynamique de régénération après exploitation au niveau de deux sites de transfert de gestion de ressources naturelles renouvelables dans la Commune Rurale de Didy, Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 58 p.
39. RADOSY, H., O., 2011. Résilience des fourrés xérophiles face au pâturage des petits ruminants et à la fabrication de charbon de bois dans la Commune Rurale de Soalara-Sud (District de Toliara II, Région Atsimo-Andrefana). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Études Approfondies en Foresterie-Développement-Environnement, ESSA-Forêts. 37 p.

40. RAJOELISON, L. G., 1992. Comportement sylvicole de quelques espèces d'intérêt économique dans la forêt dense humide de la montagne d'Ambohitantely (Tampoketsa et Ankazobe). Akon'ny ala N°9. 27p.
41. RAJOELISON, L. G., 1992. Méthodologie d'analyse sylvicole dans une forêt naturelle. Bulletin de département des Eaux et Forêts de l'ESSA. Akon'ny ala N°8. 28 p.
42. RAJOELISON, L. G., 1997. Etude d'un peuplement : analyse sylvicole, Manuel à l'usage des techniciens du développement rural, Antananarivo, Madagascar, Département des Eaux et Forêts, E.S.S.A, Université d'Antananarivo. 26 p.
43. RAJOELISON, L., G., 2005. Les forêts littorales de la région orientale de Madagascar : vestiges à conserver et à valoriser. Thèse pour l'Obtention du grade de Docteur d'état ès Sciences physiques. Université d'antananarivo.190 p.
44. RAKOTOMALALA, J., 2008. Etudes des séries évolutives des systèmes agraires en relation avec les changements climatiques, cas des deux villages périphériques de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études, ESSA, Département Elevage, Université d'Antananarivo, 84 p.
45. RAMANANJATOVO, A., 1987. Contribution à l'étude de la végétation de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 79 p.
46. RAMANANJATOVO, R., 2013. Etude structurale et écologique de la régénération naturelle de la flore dans deux zones à différents degrés de perturbation dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 75 p.
47. RAMBELOSON, F.R., 1988. Contribution à l'étude de l'utilisation des ressources forestières aux environs de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly (Cas du village Analafaly). Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts. Université d'Antananarivo.
48. RAMBOANILAINA, A., 1996. Contribution à l'étude du système d'élevage bovin aux alentours de la RSBM, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 60 p.
49. RANAIVOARISOA, 2008. Etude de la gouvernance locale de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly en vue du renforcement de sa gestion. Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 60 p.
50. RANDRIAMAHALEO, T., 1999. Etude des impacts négatifs de l'élevage sur la forêt de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 35 p.
51. RANDRIAMANANTSOA, M., 1998. Manuel sur la lutte antiacridienne. Projet DPV – GTZ « Promotion de la protection intégrée des cultures et des denrées stockées ». Antananarivo, 284p.
52. RANDRIANARIMALALASOA, V., 2008. Etude de la morphométrie, du comportement et de l'habitat de *Microcebus griseorufus* de la forêt galerie et de la forêt sèche de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. Mémoire de DEA en Paleontologie et Evolution Biologique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, 61 p.

53. RANDRIANASOLO, L., A., 1996. Etude sylvicole de *Quivisianthe papinae* dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly et ses environs immédiats, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 78 p.
54. RANDRIANAVOSOA, H., 2009. Etude de l'écologie, de la biologie de reproduction et de la physiologie des semences de *Foetidia asymerica* et de *Foetidia retusa* dans la forêt sèche de la région ouest de Madagascar, cas de Kirindy, Mémoire de DEA en Foresterie – Développement – Environnement, 51 p.
55. RANJATSON, J. P., 1996, Etude de la régénération naturelle et du jeune bois après exploitation sélective dans la forêt de Manangotry et perspectives d'aménagement sylvicole en vue de l'utilisation durable de la forêt classée de Tsitongambarika - Région de Fort-Dauphin, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 70 p.
56. RAOELIARISOA, M., 1995. Comportement sylvicole du *Cedrelopsis grevei* (Katrafay) à travers la régénération naturelle : cas de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 78 p.
57. RASAMIMANANA, N., 2011. Influence de la variabilité climatique sur la phénologie de la forêt de la réserve spéciale de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 59 p.
58. RASAMIMANANA, N., 2014. Variabilité de la phénologie de la végétation de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly dans le contexte de la variabilité climatique. Mémoire de DEA, ESSA-Forêts. Université d'Antananarivo.
59. RATSINJOMANANA, K., 2000. Etude de la dynamique d'une forêt naturelle des Hauts Plateaux à travers la régénération naturelle – Cas de de la forêt d'Ambohitantely, Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 100 p.
60. RATSIRARSON, J., 1987. Contribution à l'étude comparative de l'éco-éthologie de *Lemur catta* dans deux habitats différents de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 124 p.
61. RATSIRARSON, J., 2003. Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. In The natural History of Madagascar eds. S. M. Goodman & J. P. Benstead, pp. 1520-1525. The University of Chicago Press, Chicago.
62. RATSIRARSON, J. & RAVAOSOLO, H.J., 1998. Exploitation de sel gemme aux alentours de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. *Akon'ny Ala*. 2 : pp. 11-18.
63. RATSIRARSON, J., RANDRIANARISOA, J., EDIDY, E., EMADY, J., EFITROARANY, RANAIVONASY J., ELYSE, H., RAZANAJAONARIVALONA, E., et ALISON, F., R., 2001. Bezà Mahafaly : Ecologie et réalités socio-économiques. Recherches pour le développement, Séries sciences biologiques n°18. CIDST-Université d'Antananarivo. 104 p.
64. RAVAOSOLO, H. J., 1996. Impact de l'exploitation de sel gemme sur les forêts aux alentours de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. Mémoire CAPEN, Ecole Normale Supérieure. Université d'Antananarivo.

65. RAZAFINDRAIBE, M., 2008. Contribution à l'étude de la divagation des animaux domestiques dans la réserve spéciale de Beza Mahafaly, en vue du renforcement de sa gestion durable, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 67 p.
66. RAZAFINDRAKOTO, M., 1997. Etude sur la dynamique d'une forêt galerie de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 78 p.
67. RAZAKANIRINA, H., RAHOLIVELO, L., et ROGER, E., 2010. Inventaire forestier, atouts et limites pour une évaluation de la biodiversité végétale : application dans la forêt littorale de Tampolo, 14 p.
68. RAZANATSIMBA, M., 2005. Contribution à l'étude de la dynamique de reconstitution de la Forêt de Kirindy – Morondava après exploitation. Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, 64p.
69. REMAMY, M. G., 2011. Etude de la distribution et de l'abondance des espèces végétales cibles de conservation dans le Parc National Tsimanampesotse. Sud-ouest de Madagascar. Mémoire de DEA en Biodiversité et Environnement, Faculté des Sciences, Université de Toliara, 54 p.
70. RIVOARIVELO, N., 2008. Contribution à l'étude de prélèvement des produits végétaux ligneux et non ligneux les plus recherchés par la population locale dans la deuxième parcelle de la Réserve Spéciale de Beza Mahafaly, Mémoire de fin d'études ESSA-Forêts, 91 p.
71. ROLLET, B., 1979. Application de Diverses Méthodes d'Analyses de Données à des Inventaires Forestiers Détaillés : Levés en Forêt Tropicale. Tome 14. Ed. Gauthier-Villars, pp. 319 -344
72. ROLLET, B., 1983. La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. Bois et forêts des tropiques, 298 p.
73. ROTHE, P., L., 1964. Régénération en forêt tropicale. Le *Dipterocarpus drey* (Dau) sur le versant Cambridgien du Golf de Siam, Bois et forêt des tropiques Madagascar.
74. SANCHEZ-AZOFEIFA, G.A., QUESADA, M., RODRIGUEZ, J.P., NASSAR, J.M., STONER, K.E., CASTILLO, A., GARVIN, T., ZENT, E.L., CALVO-ALVARADO, J.C., KALACSKA, 2005. Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica* 37: pp. 477 – 485
75. SCHATZ, G., E., 2001. Flore et Générique des Arbres de Madagascar. Royal botanic gardens, Kews and Missouri Botanical Garden, Grande Bretagne. 503 p.
76. SMITH, A.P., 1997. Deforestation, fragmentation and reserve design in western Madagascar. In: *Tropical Forest Remnants, Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities* (Laurance WF, Bierregaard Jr RW, editors). Chicago: University of Chicago Press : pp. 415-441
77. STOTZ, H.U., KROYMANN, J., AND MITCHELL-OLDS, T., 1999. Plant-insect interactions. In *Current opinion in plant biology* 2 : pp. 268 – 272

78. SUSSMAN, R.W., GREEN G.M. & SUSSMAN L.K., 1994. Satellite imagery, human ecology, anthropology and deforestation in Madagascar. *Human Ecology*, 22 (3) : pp. 333-354
79. TOUNKARA, 1991. Ecosystème pâturées tropicaux. 675 p.
80. VALLAURI, D. & CHAUVIN, C., 1997. L'écologie de la restauration appliquée à la forêt. *Biologie et forêt. Rev. For. Fr.* XLIX, 9 p.
81. WEZEL, A. & BENDER, S., 2004. Degradation of agro-pastoral village land in semi-arid southeastern Cuba. *Journal of Arid Environments*. 59 : pp. 299 – 311
82. WRIGHT, S., J., 2005. Tropical forests in a changing environment. *Trends Ecol. Evol.* 20 : pp. 553 – 560
83. WYANT, J., MEGANCK, R. & HAM, S., 1995. The need for an environmental restoration decision framework. *Ecological engineering*, n° 5, pp. 417-420
84. YOUSOUF, J., 2004. Bioécologie des *Rattus rattus* dans la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly et ses alentours, Diplôme d'Etude Approfondie en biodiversité et environnement, Option Biologie Animale, Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences- Université de Tuléar, 126 p.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 : FICHE D'ENQUETE

Date :		Village :		Nombre d'individus dans le ménage :	
1 – Activités :					
2 – Perception de la forêt :					
Utilisations des produits forestiers					
Bois d'énergie					
Espèces utilisées		Quantité prélevée	Fréquence de prélèvement	Lieu de prélèvement	
Espèces utilisées		Quantité prélevée	Fréquence de prélèvement	Lieu de prélèvement	
Bois de construction					
Espèces utilisées	Utilisations	Quantité prélevée	Fréquence de prélèvement	Lieu de prélèvement	
Bois d'outillage					
Espèces utilisées	Utilisations	Quantité prélevée	Fréquence de prélèvement	Lieu de prélèvement	
Plantes fourragères					
Espèces utilisées	Utilisations	Quantité prélevée	Fréquence de prélèvement	Lieu de prélèvement	
Tubercules, fruits, plantes médicinales					
Espèces utilisées	Utilisations	Quantité prélevée	Fréquence de prélèvement	Lieu de prélèvement	

**Annexe 3 : LISTE DES ESPECES INVENTORIEES ET NOMBRE DE PIEDS POUR
CHAQUE ESPECE**

— **ZONE 1 : FORET GALERIE**

REG : Nombre de pieds de régénération

JB/SEM : Nombre de pieds de jeunes bois et d'arbres semenciers

*** : Lianes**

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Akaly	<i>Crateva excelsa</i>	CAPPARIDACEAE	89	67	22
Alimboro	<i>Albizzia polyphylla</i>	FABACEAE	2	2	0
Andriambolafotsy	<i>Tabernaemontana coffeoides</i>	APOCYNACEAE	5	0	5
Angalora*	<i>Secamone</i> sp.	ASCLEPIADACEAE	10		
Avoha	<i>Albizzia</i> sp.	FABACEAE	9	8	1
Bakoa	<i>Strychnos madagascariensis</i>	LOGANIACEAE	9	7	2
Bokabey*	<i>Mardemia</i> sp.	APOCYNACEAE	14		
Dango	<i>Talinella grevea</i>	PORTULACACEAE	41	29	12
Daro	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	9	5	4
Daromangily	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE	27	25	2
Darosiky	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	8	5	3
Fale	<i>Inconnu</i>	Inconnue	2	2	0
Famata	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	31	10	21
Fandriandambo	<i>Physena sessiliflora</i>	FLACOURTIACEAE	18	17	1
Fatra	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE	16	12	4
Filofilo	<i>Azima tetracantha</i>	CELASTRACEAE	63	41	22
Forimbitike	<i>Clerodendrum</i> sp.	VERBENACEAE	6	6	0
Hary	<i>Bridelia pervileana</i>	EUPHORBIACEAE	4	4	0
Hazombalala	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE	30	24	6
Hazontaha	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	13	7	6
Hento	<i>Inconnu</i>	Inconnue	18	16	2
Kapaipoty	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	4	0	4
Karembolamitsy	<i>Dialium madagascariensis</i>	CESALPINIACEAE	14	13	1
Karimbolavahy*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1		
Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	46	38	8
Kelehagnitse	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	38	38	0
Kibaintsihotse	<i>Diospyros sakalavarum</i>	EBENACEAE	39	39	0
Kililo*	<i>Metaporana parvifolia</i>	CONVOLVULACEAE	7		
Kily	<i>Tamarindus indica</i>	CESALPINIACEAE	119	28	91
Kompitse*	<i>Gonocrypta grevei</i>	ASCLEPIADACEAE	5		
Kotipoke	<i>Grewia grevei</i>	TILIACEAE	17	14	3
Lamotimboay	<i>Xerophis</i> sp.	RUBIACEAE	10	10	0
Magnary	<i>Dalbergia</i> sp.	PAPILIONACEAE	2	2	0
Mahalao	<i>Albizzia arenicola</i>	MIMOSACEAE	1	1	0
Malimatse	<i>Grewia</i> sp.	TILIACEAE	5	4	1
Mantsake	<i>Enterospermum pruinatum</i>	RUBIACEAE	133	131	2
Mantsandrano	<i>Noronhia</i> sp.	OLEACEAE	60	58	2
Maroanaka	<i>Ocotea tricanta</i>	LANTACEAE	11	11	0

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Masokara*	<i>Gouania</i> sp.	RHAMNACEAE	1		
Mia	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	0	1
Ndiamainty	<i>Cadaba virgata</i>	BURSERACEAE	8	8	0
Robontsy	<i>Acacia polyphylla</i>	FABACEAE	11	3	8
Roihavitse*	<i>Capparis chrysomea</i>	CAPPARIDACEAE	1		
Roiombilahy	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	1	0
Roy*	<i>Acacia pennata</i>	FABACEAE	4		
Sabonto	<i>Roupellina boivini</i>	APOCYNACEAE	3	3	0
Sagnatry*	<i>Tragia tiverneana</i>	LEGUMINOSEAE	14		
Sakoanakoho	<i>Inconnu</i>	Inconnue	12	12	0
Sanira*	<i>Phyllanthus angavansis</i>	EUPHORBIACEAE	2		
Sarihasy	<i>Byttneria</i> sp.	STERCULIACEAE	41	41	0
Sarisomangy	<i>Maerua</i> sp.	CAPPARIDACEAE	6	6	0
Sarivoamanga	<i>Allaphyllus decaryi</i>	SAPINDACEAE	3	3	0
Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	CELASTRACEAE	45	30	15
Satrana	<i>Hyphaena achantana</i>	PALMACEAE	4	4	0
Satro	<i>Dombeya analavelonae</i>	STERCULIACEAE	1	0	1
Selinala	<i>Grewia</i> sp.	TILIACEAE	1	1	0
Sely	<i>Grewia triflora</i>	TILIACEAE	16	15	1
Sengatse	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE	6	2	4
Somangy	<i>Maerua filiformis</i>	CAPPARIDACEAE	2	2	0
Somontsoy	<i>Kigelianthe madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	7	6	1
Taha	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	1	0
Tainajajamena	<i>Acalypha decaryana</i>	EUPHORBIACEAE	13	13	0
Tainkafotse	<i>Grewia franciscana</i>	TILIACEAE	136	109	27
Taly	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	12	8	4
Tamenaka*	<i>Combretum</i> sp.	COMBRETACEAE	1		
Tanatanana	<i>Alchorbia</i> sp.	EUPHORBIACEAE	1	1	0
Taraby	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	3	1	2
Tratramborondreo	<i>Grewia leucophylla</i>	TILIACEAE	73	54	19
Tratriotse	<i>Acacia bellula</i>	FABACEAE	20	1	19
Try*	<i>Cynanchum Mahafalense</i>	ASCLEPIADACEAE	6		
Tsikembakemba	<i>Fluggea obovata</i>	EUPHORBIACEAE	1	1	0
Tsikidrakitse	<i>Bridelia</i> sp.	EUPHORBIACEAE	14	14	0
Tsilaitse	<i>Norhonia myrtoides</i>	OLAECEAE	16	15	1
Tsinaikibo	<i>Inconnu</i>	Inconnue	2	2	0
Tsiongake	<i>Rhopalocarpus lucidus</i>	RHOPALORAPACEAE	4	1	3
Tsompia*	<i>Pentopetio</i> sp.	APOCYNACEAE	34		
Vahimasy*	<i>Cynanchum compactum</i>	ASCLEPIADACEAE	3		
Vahipinde*	<i>Hippocratea angustifolia</i>	HIPPOCRATEACEAE	1		
Valiandro	<i>Quivisianthe papinae</i>	MELIACEAE	148	82	66
Velae*	<i>Ipomae majungansis</i>	CONVOLVULACEAE	5		
Voafogne	<i>Antidesma petiolare</i>	EUPHORBIACEAE	2	2	0
Vololo	<i>Grewia</i> sp2.	TILIACEAE	4	1	3
TOTAL			1626	1117	400

— ZONE 2 : EXTENSIONS de la FORET GALERIE

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Akaly	<i>Crateva excelsa</i>	CAPPARIDACEAE	85	74	11
Alimboro	<i>Albizia polyphylla</i>	FABACEAE	4	2	2
Andriambolafotsy	<i>Tabernaemontana coffeoides</i>	APOCYNACEAE	11	11	0
Angalora*	<i>Secamone</i> sp.	ASCLEPIADACEAE	5		
Avoha	<i>Albizia</i> sp.	FABACEAE	28	25	3
Bakoa	<i>Strychnos madagascariensis</i>	LOGANIACEAE	9	6	3
Beholitse	<i>Hymenodictyon decaryi</i>	RUBIACEAE	1	1	0
Bokabey*	<i>Mardemia</i> sp.	APOCYNACEAE	13		
Dango	<i>Talinella grevea</i>	PORTULACACEAE	45	39	6
Daro	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	9	6	3
Daromangily	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE	24	20	4
Darosiky	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	8	6	2
Falé	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	1	0
Famata	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	63	25	38
Fandriandambo	<i>Physena sessiliflora</i>	FLACOURTIACEAE	10	10	0
Farehitra	<i>Uncarina grandidieri</i>	PEDALIACEAE	2	2	0
Fatra	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE	19	19	0
Filofilo	<i>Azima tetracantha</i>	CELASTRACEAE	55	35	20
Forimbitike	<i>Clerodendrum</i> sp.	VERBENACEAE	9	8	1
Hazombalala	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE	10	7	3
Hazontaha	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	4	1	3
Karembolamitsy	<i>Dialium madagascariensis</i>	CESALPINIACEAE	4	4	0
Karimbolavahy*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	9		
Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	12	12	0
Kelehagnitse	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	21	21	0
Kibaintsihotse	<i>Diospyros sakalavarum</i>	EBENACEAE	7	7	0
Kililo*	<i>Metaporana parvifolia</i>	CONVOLVULACEAE	7		
Kily	<i>Tamarindus indica</i>	CESALPINIACEAE	135	7	128
Kirava	<i>Mimosa delicantuta</i>	FABACEAE	1	1	0
Kompitse*	<i>Gonocripta grevei</i>	ASCLEPIADACEAE	4		
Kotake	<i>Grewia calvata</i>	TILIACEAE	2	2	0
Kotipoke	<i>Grewia grevei</i>	TILIACEAE	47	40	7
Lahiriky	<i>Flacourtia ramontchi</i>	FLACOURTIACEAE	1	1	0
Lamotimboay	<i>Xerophis</i> sp.	RUBIACEAE	20	19	1
Maintifototse	<i>Grewia tuleariensis</i>	TILIACEAE	3	2	1
Malainarety	<i>Coridia ainensis</i>	BORAGINACEAE	3	3	0
Mamiaho*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	3		
Mantsake	<i>Enterospermum pruinsum</i>	RUBIACEAE	165	160	5
Mantsandrano	<i>Noronhia</i> sp.	OLEACEAE	3	3	0

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Mendorave	<i>Albizia tulearensis</i>	FABACEAE	1	0	1
Ndriamainty	<i>Cadaba virgata</i>	BURSERACEAE	4	4	0
Robontsy	<i>Acacia polyphylla</i>	FABACEAE	11	3	8
Roihavitse*	<i>Capparis chrysomea</i>	CAPPARIDACEAE	3		
Roiombilahy	<i>Inconnu</i>	Inconnue	7	7	0
Roy*	<i>Acacia pennata</i>	FABACEAE	12		
Sabonto	<i>Roupellina boivini</i>	APOCYNACEAE	1	1	0
Sakoanakoho	<i>Inconnu</i>	Inconnue	10	10	0
Sanira*	<i>Phyllanthus angavansis</i>	EUPHORBIACEAE	6		
Sarihasy	<i>Byttneria</i> sp.	STERCULIACEAE	14	14	0
Sarisomangy	<i>Maerua</i> sp.	CAPPARIDACEAE	9	9	0
Sarivoamanga	<i>Allaphyllus decaryi</i>	SAPINDACEAE	1	1	0
Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	CELASTRACEAE	35	20	15
Selinala	<i>Grewia</i> sp.	TILIACEAE	2	2	0
Sely	<i>Grewia triflora</i>	TILIACEAE	30	28	2
Sengatse	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE	7	2	5
Somangy	<i>Maerua filiformis</i>	CAPPARIDACEAE	5	5	0
Somontsoy	<i>Kigelianthe madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	6	6	0
Tainajajamena	<i>Acalypha decaryana</i>	EUPHORBIACEAE	11	10	1
Tainkafotse	<i>Grewia franciscana</i>	TILIACEAE	207	177	30
Taly	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	33	14	19
Tamenaka*	<i>Combretum</i> sp.	COMBRETACEAE	2		
Tanjaka	<i>Olex</i> sp.	OLACACEAE	8	7	1
Taraby	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	1	0	1
Tratramborondreo	<i>Grewia leucophylla</i>	TILIACEAE	66	58	8
Tratriotse	<i>Acacia bellula</i>	FABACEAE	28	6	22
Tsikembakemba	<i>Fluggea obovata</i>	EUPHORBIACEAE	1	1	0
Tsikidrakitse	<i>Bridelia</i> sp.	EUPHORBIACEAE	14	13	1
Tsilaitse	<i>Norhonia myrtoides</i>	OLAECEAE	15	15	0
Tsiongake	<i>Rhopalocarpus lucidus</i>	RHOPALORAPACEAE	7	5	2
Tsiridambo*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1		
Tsompia*	<i>Pentopetio</i> sp.	APOCYNACEAE	67		
Vahipinde*	<i>Hippocratea angustifolia</i>	HIPPOCRATEACEAE	2		
Valiandro	<i>Quivisianthe papinae</i>	MELIACEAE	42	27	15
Velae*	<i>Ipomae majungansis</i>	CONVOLVULACEAE	6		
Voafogne	<i>Antidesma petiolare</i>	EUPHORBIACEAE	18	17	1
Volivaza	<i>Gardenia</i> sp2	RUBIACEAE	7	7	0
TOTAL			1562	1049	373

— ZONE 3 : FORET XEROPHYTIQUE

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Anakarake	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	0	1
Andriambolafotsy	<i>Tabernaemontana coffeoides</i>	APOCYNACEAE	10	9	1
Angalora*	<i>Secamone</i> sp.	ASCLEPIADACEAE	1		
Angoritse	<i>Cadaba grandidieri</i>	ASTERACEAE	2	2	0
Avoha	<i>Albizia</i> sp.	FABACEAE	50	44	6
Bakoa	<i>Strychnos madagascariensis</i>	LOGANIACEAE	7	7	0
Beholitse	<i>Hymenodictyon decaryi</i>	RUBIACEAE	7	4	3
Dango	<i>Tallinella grevea</i>	PORTULACACEAE	15	9	6
Daro	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	37	14	23
Daromangily	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE	4	3	1
Darosiky	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	9	8	1
Famata	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	81	54	27
Famatabetondro	<i>Euphorbia rutembergianum</i>	EUPHORBIACEAE	15	13	2
Fandriandambo	<i>Physena sessiliflora</i>	FLACOURTIACEAE	11	11	0
Fandrivotse	<i>Euphorbia</i> sp.	EUPHORBIACEAE	7	7	0
Fangitse*	<i>Dolichos fangitse</i>	PAPILIONACEAE	4		
Fantsiolotse	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIERACEAE	89	14	75
Farehitra	<i>Uncarina grandidieri</i>	PEDALIACEAE	30	22	8
Fatra	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE	100	76	24
Fiho*	<i>Asparagus schumanianu</i>	LILIACEAE	2		
Forimbitike	<i>Clerodendrum</i> sp.	VERBENACEAE	56	48	8
Hafotsampelambatotse	<i>Inconnu</i>	Inconnue	3	3	0
Hary	<i>Bridelia pervileana</i>	EUPHORBIACEAE	4	1	3
Hazombalala	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE	120	59	61
Hazomby	<i>Indigofera</i> sp.	FABACEAE	4	4	0
Hazomena	<i>Phyllanthus decoryanus</i>	EUPHORBIACEAE	60	27	33
Hazontaha	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	56	48	8
Hola*	<i>Adenia sphaerocarpa</i>	PASSIFLORACEAE	2		
Jabihy	<i>Opercuyarium decaryi</i>	ANACARDIACEAE	3	0	3
Kadidoke*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1		
Kapaipoty	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	135	24	111
Karembolamitsy	<i>Dialium madagascariensis</i>	CESALPINIACEAE	5	5	0
Karimbolavahy*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	3		
Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	517	471	46
Kelehagnitse	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	50	49	1

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Kibaintsihotse	<i>Diospyros sakalavarum</i>	EBENACEAE	1	1	0
Kililo*	<i>Metaporana parvifolia</i>	CONVOLVULACEAE	53		
Kily	<i>Tamarindus indica</i>	CESALPINIACEAE	4	0	4
Kirava	<i>Mimosa delicantuta</i>	FABACEAE	9	7	2
Kompitse*	<i>Gonocrypta grevei</i>	ASCLEPIADACEAE	9		
Kotake	<i>Grewia calvata</i>	TILIACEAE	3	3	0
Kotipoke	<i>Grewia grevei</i>	TILIACEAE	75	67	8
Laza*	<i>Cyphostemma laza parvifolia</i>	VITACEAE	1		
Mahafagnone	<i>Inconnu</i>	Inconnue	5	2	3
Maintifototse	<i>Grewia tuleariensis</i>	TILIACEAE	11	10	1
Manitrampasy	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	1	0
Mantsake	<i>Enterospermum pruinsum</i>	RUBIACEAE	43	43	0
Nako*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	2		
Ndriamainty	<i>Cadaba virgata</i>	BURSERACEAE	1	0	1
Pisopiso	<i>Kochneria madagascariensis</i>	LYTHRACEAE	8	8	0
Pisopisonala	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	0	1
Rombe	<i>Commiphora rombe</i>	BURSERACEAE	38	0	38
Roy*	<i>Acacia pennata</i>	FABACEAE	5		
Sagnatry*	<i>Tragia tiverneana</i>	LEGUMINOSEAE	4		
Sakoanakoho	<i>Inconnu</i>	Inconnue	8	8	0
Sarihasy	<i>Byttneria sp.</i>	STERCULIACEAE	5	5	0
Sarisomangy	<i>Maerua sp.</i>	CAPPARIDACEAE	10	10	0
Sarivoamanga	<i>Allaphyllus decaryi</i>	SAPINDACEAE	4	4	0
Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	CELASTRACEAE	19	1	18
Sengatse	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE	18	14	4
Somangy	<i>Maerua filiformis</i>	CAPPARIDACEAE	1	1	0
Tagnatagnanala	<i>Grewia rotendata</i>	TILIACEAE	35	35	0
Tainajajamena	<i>Acalypha decaryana</i>	EUPHORBIACEAE	1	1	0
Tainkafotse	<i>Grewia franciscana</i>	TILIACEAE	103	76	27
Talivorokoko	<i>Terminalia sp.</i>	COMBRETACEAE	12	0	12
Taly	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	75	48	27
Tamboro*	<i>Terminaliopsis linearis</i>	ASCLEPIADACEAE	68		
Tapisaka*	<i>Xerosicyos danguyi</i>	CUCURBITACEAE	24		
Taraby	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	21	2	19
Tratramborondreo	<i>Grewia leucophylla</i>	TILIACEAE	3	2	1
Tratriotse	<i>Acacia bellula</i>	FABACEAE	4	1	3
Tsiambara*	<i>Leucosalpha poissonii</i>	SCROPHULARIACEAE	6		
Tsikidrakitse	<i>Bridelia sp.</i>	EUPHORBIACEAE	23	23	0
Tsingarifary	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	0	1
Tsiridambo*	<i>Seyrigia gracilis</i>	Inconnue	10		
Tsompia*	<i>Pentopetio sp.</i>	APOCYNACEAE	1		

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Vahimasy*	<i>Cynanchum compactum</i>	ASCLEPIADACEAE	8		
Vahiranga*	Inconnu	Inconnue	11		
Velae*	<i>Ipomae majungansis</i>	CONVOLVULACEAE	10		
Voafotake	<i>Gardenia sp1</i>	RUBIACEAE	3	3	0
Volivaza	<i>Gardenia sp2</i>	RUBIACEAE	6	6	0
Vontake	<i>Pachypodium geayi</i>	APOCYNACEAE	9	2	7
Vontakindria	<i>Pachypodium rutembergianum</i>	APOCYNACEAE	12	5	7
TOTAL			2286	1512	549

— ZONE 4 : EXTENSIONS de la FORET XEROPHYTIQUE

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Fantsiolotse	<i>Alluaudia procera</i>	DIDIERACEAE	85	23	62
Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i>	RUTACEAE	462	406	56
Tainkafotse	<i>Grewia franciscana</i>	TILIACEAE	135	97	38
Kapaipoty	<i>Gyrocarpus americanus</i>	HERNANDIACEAE	40	9	31
Daro	<i>Commiphora aprevalii</i>	BURSERACEAE	38	8	30
Tratramborondreo	<i>Grewia leucophylla</i>	TILIACEAE	111	83	28
Dango	<i>Tallinella grevea</i>	PORTULACACEAE	41	14	27
Taraby	<i>Commiphora brevicalyx</i>	BURSERACEAE	36	11	25
Famata	<i>Euphorbia tirucalii</i>	EUPHORBIACEAE	48	27	21
Kotipoke	<i>Grewia grevei</i>	TILIACEAE	41	20	21
Rombe	<i>Commiphora rombe</i>	BURSERACEAE	22	1	21
Hazontaha	<i>Rhigozum madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	82	62	20
Sengatse	<i>Commiphora simplicifolia</i>	BURSERACEAE	55	38	17
Avoha	<i>Albizzia sp.</i>	FABACEAE	41	30	11
Jabihiy	<i>Opercuyarium decaryi</i>	ANACARDIACEAE	12	3	9
Talivorokoko	<i>Terminalia sp.</i>	COMBRETACEAE	21	13	8
Kily	<i>Tamarindus indica</i>	CESALPINIACEAE	8	0	8
Mantsake	<i>Enterospermum pruinatum</i>	RUBIACEAE	83	77	6
Darosiky	<i>Commiphora marchandii</i>	BURSERACEAE	19	13	6
Magnary	<i>Dalbergia sp.</i>	PAPILIONACEAE	11	6	5
Akaly	<i>Crateva excelsa</i>	CAPPARIDACEAE	10	5	5
Beholitse	<i>Hymenodictyon decaryi</i>	RUBIACEAE	7	2	5
Vontakindria	<i>Pachypodium rutembergianum</i>	APOCYNACEAE	5	0	5
Filofilo	<i>Azima tetracantha</i>	CELASTRACEAE	5	0	5
Fatra	<i>Terminalia fatrae</i>	COMBRETACEAE	73	69	4
Taly	<i>Terminalia seyrigii</i>	COMBRETACEAE	13	9	4
Kirava	<i>Mimosa delicantuta</i>	FABACEAE	5	1	4

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Somontsoy	<i>Kigelianthe madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE	4	0	4
Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	CELASTRACEAE	4	0	4
Hazombalala	<i>Syregada chauvetiae</i>	EUPHORBIACEAE	4	1	3
Maintifototse	<i>Grewia tuleariensis</i>	TILIACEAE	4	1	3
Tsingarifary	<i>Inconnu</i>	Inconnue	3	0	3
Vololo	<i>Grewia sp2.</i>	TILIACEAE	3	0	3
Forimbitike	<i>Clerodendrum sp.</i>	VERBENACEAE	32	30	2
Tsikdrakitse	<i>Bridelia sp.</i>	EUPHORBIACEAE	15	13	2
Daromangily	<i>Commiphora grandifolia</i>	BURSERACEAE	8	6	2
Sely	<i>Grewia triflora</i>	TILIACEAE	4	2	2
Somangy	<i>Maerua filiformis</i>	CAPPARIDACEAE	2	0	2
Tratriotse	<i>Acacia bellula</i>	FABACEAE	2	0	2
Bakoa	<i>Strychnos madagascariensis</i>	LOGANIACEAE	2	0	2
Vaovy	<i>Inconnu</i>	Inconnue	36	35	1
Hazomby	<i>Indigofera sp.</i>	FABACEAE	6	5	1
Farehitra	<i>Uncarina grandidieri</i>	PEDALIACEAE	6	5	1
Malainarety	<i>Coridia ainensis</i>	BORAGINACEAE	1	0	1
Sakoamanditse	<i>Calopiksis sp.</i>	COMBRETACEAE	1	0	1
Mendorave	<i>Albizzia tulearensis</i>	FABACEAE	1	0	1
Tanjaka	<i>Olax sp.</i>	OLACACEAE	1	0	1
Kelehagnitse	<i>Croton geayi</i>	EUPHORBIACEAE	36	36	0
Fandrivotse	<i>Euphorbia sp.</i>	EUPHORBIACEAE	22	22	0
Kotake	<i>Grewia calvata</i>	TILIACEAE	19	19	0
Tagnatagnanala	<i>Grewia rotendata</i>	TILIACEAE	18	18	0
Maroanaka	<i>Ocotea tricanta</i>	LANTACEAE	7	7	0
Sarivoamanga	<i>Allaphyllus decaryi</i>	SAPINDACEAE	7	7	0
Hafotsampelambatotse	<i>Inconnu</i>	Inconnue	6	6	0
Tainajajamena	<i>Acalypha decaryana</i>	EUPHORBIACEAE	5	5	0
Sarisomangy	<i>Maerua sp.</i>	CAPPARIDACEAE	4	4	0
Manitrampasy	<i>Inconnu</i>	Inconnue	3	3	0
Sarihasy	<i>Byttneria sp.</i>	STERCULIACEAE	3	3	0
Vaho	<i>Aloe milii</i>	LILIACEAE	2	2	0
Pisopiso	<i>Kochneria madagascariensis</i>	LYTHRACEAE	2	2	0
Volivaza	<i>Gardenia sp2</i>	RUBIACEAE	2	2	0
Angoritse	<i>Cadaba grandidieri</i>	ASTERACEAE	1	1	0
Fandriandambo	<i>Physena sessiliflora</i>	FLACOURTIACEAE	1	1	0
Hazomboantango	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	1	0
Sakoanakoho	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1	1	0
Angalora*	<i>Secamone sp.</i>	ASCLEPIADACEAE	11		
Kompitse*	<i>Gonocrypta grevei</i>	ASCLEPIADACEAE	8		
Tamboro*	<i>Terminaliopsis linearis</i>	ASCLEPIADACEAE	39		
Vahimasy*	<i>Cynanchum compactum</i>	ASCLEPIADACEAE	1		
Tamenaka*	<i>Combretum sp.</i>	COMBRETACEAE	1		
Kililo*	<i>Metaporana parvifolia</i>	CONVOLVULACEAE	67		

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	TOTAL	REG	JB/SEM
Velae*	<i>Ipomoea majungansis</i>	CONVOLVULACEAE	9		
Tapisaka*	<i>Xerosicyos danguyi</i>	CUCURBITACEAE	26		
Sanira*	<i>Phyllanthus angavansis</i>	EUPHORBIACEAE	6		
Roy*	<i>Acacia pennata</i>	FABACEAE	8		
Karimbolavahy*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	3		
Mamiaho*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	1		
Tsiridambo*	<i>Seyrigia gracilis</i>	Inconnue	9		
Vahiranga*	<i>Inconnu</i>	Inconnue	4		
Fiho*	<i>Asparagus schumanianu</i>	LILIACEAE	1		
Fangitse*	<i>Dolichos fangitse</i>	PAPILIONACEAE	3		
Hola*	<i>Adenia sphaerocarpa</i>	PASSIFLORACEAE	7		
Tsiambara*	<i>Leucosalpha poissonii</i>	SCROPHULARIACEAE	4		
TOTAL			1996	1265	523