

## TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS .....	i
TABLE DES MATIERES .....	ii
LISTE DES CARTES .....	v
LISTE DES FIGURES .....	v
LISTE DES PHOTOS .....	vii
LISTE DES PLANCHES .....	viii
LISTE DES TABLEAUX .....	viii
LISTE DES ANNEXES .....	ix
ACRONYMES .....	x
GLOSSAIRE .....	xi
INTRODUCTION .....	1

### **PARTIE I: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

<b>1- Géographie</b> .....	4
<b>2- Milieu physique</b> .....	5
2.1 Relief .....	5
2.2 Réseau hydrographique .....	6
2.3 Géologie et pédologie .....	6
2.4 Climat .....	6
<b>3- Milieu biotique</b> .....	8
3.1 Flore et végétation .....	8
3.2 Faune .....	11
3.3 Activités de la population .....	12
3.4 Menaces sur la biodiversité .....	13

### **PARTIE II: METHODOLOGIE**

<b>1-Etudes préliminaires</b> .....	14
1.1 Investigations bibliographiques .....	14
1.2 Enquêtes ethnobotaniques .....	14
1.3 Choix des espèces étudiées .....	14
1.4 Choix des sites d'étude .....	14
<b>2-Autoécologie des espèces cibles</b> .....	15
2.1 Etudes de l'habitat .....	15
2.1.1 Etude du sol .....	15

2.1.2 Etude structurale de la formation végétale .....	15
2.1.3 Etude de la flore associée par la méthode de Brower et Von Ende ou QCP (Quadrat Centré en un Point).....	18
2.1.4 Régénération naturelle de chaque espèce cible.....	19
2.2 Biologie de la reproduction des espèces cibles.....	20
<b>3- Etude de la régénération artificielle des espèces étudiées .....</b>	<b>23</b>
3.1 Essai de germination des graines .....	23
3.1.1 Prétraitement des graines .....	24
3.1.2 Préparation de la pépinière .....	24
3.1.3 Semis des graines et repiquage des plants.....	25
3.1.4 Evaluation de la réussite de la germination des graines .....	25
3.2 Transplantation des sauvageons en pépinière.....	26
3.2.1 Collecte des sauvageons .....	26
3.2.2 Repiquage .....	26
3.2.3 Evaluation du taux de la reprise végétative .....	26
3.3 Essai de bouturage .....	26
3.3.1 Collecte des boutures .....	26
3.3.2 Préparation des boutures .....	27
3.3.3 Repiquage .....	27
<b>4- Restauration écologique .....</b>	<b>28</b>
4.1 Sites de restauration.....	28
4.2 Préparation de la plantation .....	28
4.3 Plantation .....	28

### **PARTIE III: RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

<b>1- Espèces étudiées .....</b>	<b>29</b>
<b>2- Autoécologie des espèces étudiées .....</b>	<b>30</b>
2.1 Caractéristiques des habitats des espèces étudiées .....	30
2.1.1 Localisation des sites d'étude .....	30
2.1.2 Caractéristiques pédologiques des sites d'étude .....	30
2.1.3 Structure de la végétation, flore associée et régénération naturelle.....	32
2.2 Ecologie de la reproduction des espèces.....	48
2.2.1 Phénologie .....	48
2.2.2 Biologie de la reproduction.....	49

<b>3- Régénération artificielle des espèces cibles</b> .....	54
3.1 Germination des graines .....	54
3.1.1 Mode de germination .....	55
3.1.2 Taux et vitesse de germination .....	55
3.1.3 Taux de survie des plantules après repiquage .....	57
3.2 Résultats sur la transplantation des sauvageons .....	57
3.3 Bouturage.....	60
3.3.1 Taux de réussite du bouturage des espèces étudiées .....	60
3.3.2 Débourrement des bourgeons.....	60
3.3.3 Enracinement des boutures .....	60
3.3.4 Croissance des boutures .....	61
<b>4- Restauration écologique</b> .....	61
4.1 Suivi des plants .....	64
4.2 Taux de réussite de plantation .....	64

## **PARTIE IV: DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS**

<b>1- Discussions</b> .....	67
1.1 Germination des graines.....	67
1.2 Bouturage .....	67
1.3 Plantation.....	68
<b>2- Recommandations</b> .....	68
CONCLUSION .....	70
Références bibliographiques	
Annexes	

## LISTE DES CARTES

<b>Carte 1:</b> Carte de localisation de Vohimana.....	4
<b>Carte 2:</b> Carte topographique et hydrographique de Vohimana.....	5
<b>Carte 3:</b> Carte de végétation de Vohimana.....	10

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Régime thermique d'Analamazaotra.....	7
<b>Figure 2:</b> Diagramme pluviométrique et variations du nombre de jours de pluie de la région d'Analamazaotra .....	7
<b>Figure 3:</b> Diagramme ombrothermique d'Analamazaotra.....	8
<b>Figure 4:</b> Dispositif de la méthode de GAUTIER (1994).....	16
<b>Figure 5:</b> Dispositif de la méthode de GODRON (1968) .....	17
<b>Figure 6:</b> Dispositif de la méthode de BOWER et VON ENDE (1990) ou QCP (Quadrat Centré en un Point) .....	18
<b>Figure 7:</b> Etapes dans les essais de germination des graines dans la pépinière .....	23
<b>Figure 8:</b> Rameau de la plante mère .....	27
<b>Figure 9:</b> Bouture avant repiquage.....	31
<b>Figure 10:</b> Profil pédologique de la forêt primaire à <i>Asteropeia micraster</i> .....	31
<b>Figure 11:</b> Profil pédologique de la forêt exploitée à <i>Asteropeia micraster</i> .....	31
<b>Figure 12:</b> Profils pédologiques de la forêt primaire à <i>Cinnamosma madagascariensis</i> .....	31
<b>Figure 13:</b> Profils pédologiques de la forêt exploitée à <i>Cinnamosma madagascariensis</i> .....	31
<b>Figure 14:</b> Profils pédologiques de la forêt secondaire à <i>Colubrina faralaotra</i> .....	31
<b>Figure 15:</b> Profils pédologiques de la forêt à <i>Eucalyptus</i> à <i>Colubrina faralaotra</i> .....	31
<b>Figure 16:</b> Profils pédologiques de la forêt secondaire à <i>Cryptocaria thouvenotii</i> .....	31
<b>Figure 17:</b> Profils pédologiques de la jachère à <i>Gaertnera humblotii</i> .....	31
<b>Figure 18:</b> Structure verticale de la formation à <i>Asteropeia micraster</i> dans la forêt primaire.....	32
<b>Figure 19:</b> Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à <i>Asteropeia micraster</i> dans la forêt primaire.....	32

<b>Figure 20:</b> Espèces les plus associées à <i>Asteropeia micraster</i> dans la forêt primaire.....	33
<b>Figure 21:</b> Distribution des individus d' <i>Asteropeia micraster</i> selon la classe de diamètre dans la forêt primaire.....	33
<b>Figure 22:</b> Structure verticale de la formation à <i>Asteropeia micraster</i> dans la forêt exploitée.....	34
<b>Figure 23:</b> Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à <i>Asteropeia micraster</i> dans la forêt exploitée.....	34
<b>Figure 24:</b> Espèces les plus associées à <i>Asteropeia micraster</i> dans la forêt exploitée.....	35
<b>Figure 25:</b> Distribution des individus d' <i>Asteropeia micraster</i> selon la classe de diamètre dans la forêt exploitée.....	36
<b>Figure 26:</b> Structure verticale de la formation à <i>Cinnamosma madagascariensis</i> dans la forêt primaire.....	36
<b>Figure 27:</b> Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à <i>Cinnamosma madagascariensis</i> dans la forêt primaire.....	37
<b>Figure 28:</b> Espèces les plus associées à <i>Cinnamosma madagascariensis</i> dans la forêt primaire ..	37
<b>Figure 29:</b> Distribution des individus de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> selon la classe de diamètre dans la forêt primaire .....	38
<b>Figure 30:</b> Structure verticale de la formation à <i>Cinnamosma madagascariensis</i> dans la forêt exploitée.....	38
<b>Figure 31:</b> Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à <i>Cinnamosma madagascariensis</i> dans la forêt exploitée .....	38
<b>Figure 32:</b> Espèces les plus associées à <i>Cinnamosma madagascariensis</i> dans la forêt exploitée ..	39
<b>Figure 33:</b> Distribution des individus de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> selon la classe de diamètre dans la forêt exploitée .....	40
<b>Figure 34:</b> Structure verticale de la formation à <i>Colubrina faralaotra</i> dans la forêt à <i>Eucalyptus</i> .....	40
<b>Figure 35:</b> Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à <i>Colubrina faralaotra</i> dans la forêt à <i>Eucalyptus</i> .....	41
<b>Figure 36:</b> Espèce la plus associée à <i>Colubrina faralaotra</i> dans la forêt à <i>Eucalyptus</i> .....	41
<b>Figure 37:</b> Distribution des individus de <i>Colubrina faralaotra</i> selon la classe de diamètre dans la forêt à <i>Eucalyptus</i> .....	42
<b>Figure 38:</b> Structure verticale de la formation à <i>Colubrina faralaotra</i> dans la forêt secondaire ..	42
<b>Figure 39:</b> Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à <i>Colubrina faralaotra</i> dans la forêt secondaire .....	43

<b>Figure 40:</b> Espèces les plus associées à <i>Colubrina faralaoetra</i> dans la forêt secondaire ...	43
<b>Figure 41:</b> Distribution des individus de <i>Colubrina faralaoetra</i> selon la classe de diamètre dans la forêt secondaire .....	44
<b>Figure 42:</b> Structure verticale de la formation à <i>Cryptocaria thouvenotii</i> dans la forêt secondaire... ..	45
<b>Figure 43:</b> Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à <i>Cryptocaria thouvenotii</i> dans la forêt secondaire.....	45
<b>Figure 44:</b> Espèces les plus associées à <i>Cryptocaria thouvenotii</i> dans la forêt secondaire .....	45
<b>Figure 45:</b> Distribution des individus de <i>Cryptocaria thouvenotii</i> selon la classe de diamètre dans la forêt secondaire.....	46
<b>Figure 46:</b> Structure verticale de la formation à <i>Gaertnera humblotii</i> dans la jachère.....	47
<b>Figure 47:</b> Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à <i>Gaertnera humblotii</i> dans la jachère .....	47
<b>Figure 48:</b> Espèces les plus associées à <i>Gaertnera humblotii</i> dans la jachère .....	47
<b>Figure 49:</b> Distribution des individus de <i>Gaertnera humblotii</i> selon la classe de diamètre dans la jachère .....	48
<b>Figure 50:</b> Mode de germination des graines de <i>Colubrina faralaoetra</i> ... ..	55
<b>Figure 51:</b> Stratégie de mise en place des plants au site 1.....	63
<b>Figure 52:</b> Stratégie de mise en place des plants au site 2.....	63

## LISTE DES PHOTOS

<b>Photo 1:</b> Rivière de Sandrasoa .....	6
<b>Photo 2:</b> Rivière de Sahatandra.....	6
<b>Photo 3:</b> <i>Varecia variegata</i> .....	12
<b>Photo 4:</b> Fabrication de panier par une femme .....	13
<b>Photo 5:</b> Distillerie de MATE à Vohimana.....	13
<b>Photo 6:</b> Fragmentation de la forêt à Vohimana .....	13
<b>Photo 7:</b> Pépinière d'Ambodikijy .....	24
<b>Photo 8:</b> Repiquage en oblique de 35° des boutures sur sol humide .....	27
<b>Photo 9:</b> Site de restauration de FOREAIM.....	28

<b>Photo 10:</b> Savoka à <i>Psiadia altissima</i> de 8ans à proximité de la forêt primaire (en arrière plan)	28
<b>Photo 11:</b> Fleurs de <i>Colubrina faralaotra</i> pollinisées par les insectes	51
<b>Photo 12:</b> Fleurs de <i>Gaertnera humblotii</i> pollinisée par <i>Xylocopa calens</i>	53
<b>Photo 13:</b> Sauvageons d' <i>Asteropeia micraster</i> à transplanter	57
<b>Photo 14:</b> Sauvageon de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> à transplanter	57
<b>Photo 15:</b> Sauvageon de <i>Gaertnera humblotii</i> à transplanter	57
<b>Photo 16:</b> Bouture de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> , 3 mois après le repiquage sur sol humide	61
<b>Photo 17:</b> Bouture de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> , 6 mois après la plantation	66
<b>Photo 18:</b> Bouture de <i>Cinnamosma madagascariensis</i> , 9 mois après la plantation	66
<b>Photo 19:</b> Bouture d' <i>Asteropeia micraster</i> , 9 mois après la plantation	66
<b>Photo 20:</b> Bouture de <i>Colubrina faralaotra</i> , 3 mois après la plantation	66
<b>Photo 21:</b> Bouture de <i>Gaertnera humblotii</i> , 9 mois après la plantation	66
<b>Photo 22:</b> Plantule de <i>Gaertnera humblotii</i> , 9 mois après la plantation	66

## LISTE DES PLANCHES

<b>Planche 1:</b> Sites de plantation	28
<b>Planche 2:</b> Plantules	57
<b>Planche 3:</b> Aspects des différents plants après la plantation	66

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1:</b> Espèces sélectionnées et leurs caractéristiques	29
<b>Tableau 2:</b> Localisation et caractéristiques des sites d'étude des espèces choisies	30
<b>Tableau 3:</b> Caractéristiques pédologiques où poussent les espèces étudiées	31
<b>Tableau 4:</b> Calendrier phénologique des espèces étudiées	49
<b>Tableau 5:</b> Suivi de l'ouverture florale d' <i>Asteropeia micraster</i>	50
<b>Tableau 6:</b> Suivi de l'ouverture florale de <i>Colubrina faralaotra</i>	51

<b>Tableau 7:</b> Suivi de l' ouverture florale de <i>Gaertnera humblotii</i> .....	52
<b>Tableau 8:</b> Taux et délais de germination des quatre espèces selon les différents prétraitements	55
<b>Tableau 9:</b> Evaluation de la réussite de la transplantation des sauvageons .....	58
<b>Tableau 10:</b> Taux de survie des sauvageons dans leurs habitats naturels et dans leurs sites de plantation, 9 mois après la plantation .....	59
<b>Tableau 11:</b> Habitat naturel des espèces cibles .....	62
<b>Tableau 12:</b> Taux de réussite du reboisement à partir des trois modes de propagation artificielle dans le site 1, neuf mois après la plantation .....	65

## LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1:** Données climatiques de la réserve d'Analamazaotra (1961-1990)
- Annexe 2:** Questionnaire d'enquêtes socio-économique et écologique
- Annexe 3:** Fiches techniques des espèces étudiées
- Annexe 4:** Liste floristique de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt primaire
- Annexe 5:** Liste des familles et des espèces associées aux espèces étudiées
- Annexe 6:** Liste floristique de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt exploitée
- Annexe 7:** Liste floristique de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt primaire
- Annexe 8:** Liste floristique de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt exploitée
- Annexe 9:** Liste floristique de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt à *Eucalyptus*
- Annexe 10:** Liste floristique de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt secondaire
- Annexe 11:** Liste floristique de la formation à *Cryptocaria thouvenotii* dans la forêt secondaire
- Annexe 12:** Liste floristique de la formation à *Gaertnera humblotii* dans la jachère
- Annexe 13:** Insectes visiteurs et pollinisateurs d'*Asteropeia micraster*
- Annexe 14:** Insectes visiteurs et pollinisateurs de *Colubrina faralaotra*
- Annexe 15:** Insectes visiteurs et pollinisateurs de *Gaertnera humblotii*
- Annexe 16:** Durée de développement des plantules des espèces étudiées
- Annexe 17:** Résultats détaillés sur le bouturage des espèces étudiées

## ACRONYMES

**CFFM:** Centre de Formation Forestière de Morondava.

**CIRAD:** Centre International en Recherche Agronomique pour le Développement.

**DBEV:** Département de Biologie et Ecologie Végétales.

**FAO:** Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture).

**FOFIFA:** Foibe Fikarohana momba ny Fampanandrosoana eny Ambanivohitra.

**FOREAIM:** Forest Restoration in Eastern Africa, Indian Ocean Islands and Madagascar.

**UICN:** Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

**MAEP:** Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche.

**MATE:** Man And The Environment.

**ONE:** Office National de l'Environnement.

**ONG:** Organisation Non Gouvernementale.

**PBZT:** Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza.

**TAN:** Code International de l'herbier du PBZT Tsimbazaza.

**TEF:** Code International de l'herbier du FOFIFA Ambatobe.

## GLOSSAIRE

**Afforestation:** plantation d'arbres forestiers sur de grandes surfaces, créées sur sol non forestier.

**Reforestation:** plantation d'arbres forestiers sur de grandes et moyennes surfaces créées sur sol forestier.

**Reboisement:** plantation d'arbres forestiers sur un petit périmètre, créée sur sol non forestier.

**Autoécologie:** - écologie de la plante (GAUSSEN, 1963).

- partie de l'écologie qui concerne les rapports d'une espèce déterminée avec son ambiance et implique l'étude de l'action du milieu sur la physiologie, voire la morphologie et le comportement des individus composants (HUSSON, 1970).

- écologie d'un individu ou d'une espèce, considéré indépendamment des espèces associées (TERNISIEN, 1971).

**Cunéiforme:** qui a la forme d'un coin.

**Jachère, kapoka:** terre non cultivée temporairement, mise au repos de la terre pour permettre la reconstitution de la fertilité du sol.

**Savoka:** formation végétale installée après un ou plusieurs défrichements. La hauteur moyenne de la végétation ne dépasse généralement pas 8m.

**Réallocation:** fonctionnement et usage nouveau d'une biodiversité, une forêt dégradée sans rapport écologique avec l'écosystème avant dégradation. Ces usages nouveaux comprennent la transformation agricole, la foresterie industrielle.

**Réhabilitation:** création d'un écosystème forestier alternatif écologiquement viable, éventuellement différent en terme de structure, composition, fonctionnement de l'écosystème avant dégradation, et présentant une certaine valeur d'usage pour la biodiversité.

**Revégétation:** reboisement à grande échelle. Elle vise au repeuplement de la végétation et à la construction d'un corridor forestier reliant deux formations végétales.

## INTRODUCTION

Le développement durable représente un défi planétaire qui requiert des efforts coordonnés de toutes les parties prenantes. Il répond aux besoins écologiques, socio-économiques du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins. De ce fait, il suppose l'utilisation des ressources naturelles, des infrastructures naturelles et nationales.

L'environnement, un des piliers du développement durable, ne reçoit pas toujours l'attention qu'il mérite. Il faut revoir les modes de vie, de production et de consommation des populations qui ont largement contribué à la dégradation de l'environnement par la surexploitation des ressources naturelles, le tavy et la déforestation.

Les forêts qui représentent un des éléments importants de l'environnement jouent un rôle essentiel dans l'écologie terrestre. Cependant, la déforestation représente une menace pour l'écosystème. Elle entraîne des conséquences irréversibles comme les maladies, le changement climatique (à savoir l'accentuation de la sécheresse, les inondations, le réchauffement climatique, le retard des pluies), la destruction de la flore et la destruction de la faune. Selon la F.A.O, le monde perd environ 200km<sup>2</sup> de forêt par jour et la forêt d'Afrique disparaît deux fois plus vite que la moyenne dans le monde (Revue Spore, 2008). En effet, 200.000ha de forêt naturelle malgache dont plus de 111.000ha pour la partie Est de Madagascar partent en fumée chaque année (Office National de l'Environnement, 2004). La surface forestière du site de Vohimana a diminué de moitié de 1960 à ce jour, passant de 1600ha à 800ha (GENAY, 2005). Malgré l'importance particulière de Vohimana en matière de biodiversité et de ses différentes potentialités, il n'a pas été épargné de la dégradation accrue des ressources naturelles. Ce site illustre précisément la problématique environnementale nationale. La survie des populations rurales dépend quasi exclusivement de l'agriculture sur brûlis et de l'exploitation abusive des ressources naturelles, principales causes de la déforestation. En fait, la perte continue du couvert forestier est en relation avec la faiblesse des rendements agricoles, sans oublier la croissance démographique.

La restauration écologique est un processus d'assistance à la récupération d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit (TRIOLO, 2005). Sylviculture, réhabilitation, réintroduction, réallocation, afforestation, reforestation, reboisement, telles sont les interventions possibles relatives à la restauration d'un site. La restauration comprend toutes les interventions à long terme qui permettent de répondre aux objectifs écologiques et socio-économiques pour une conservation durable de la biodiversité. Pourtant, le manque de suivi et d'accompagnement à long terme des écosystèmes réhabilités est sans nul doute l'une des princi

pales causes d'échecs des programmes de restauration.

L'ONG « l'HOMME et l'ENVIRONNEMENT » ou MATE a obtenu la gestion de Vohimana pour 25ans par l'intermédiaire d'un accord conclu avec le Ministère des Eaux et Forêts et la province de Toamasina. Le projet de Vohimana a débuté en 2001. Il a pour objectif d'enrayer la déforestation et d'assurer la conservation et la restauration de la forêt tropicale humide de moyenne altitude, de 1600 ha, située entre Andasibe et Beforona et d'augmenter le niveau de vie de la population.

Un autre projet « FOREAIM » ou « Forest Restoration in Eastern Africa, Indian Ocean Islands and Madagascar » vise à rétablir l'intégrité biotique préexistant à Vohimana. Le département de Biologie et Ecologie Végétales (DBEV), le CIRAD et le FOFIFA collaborent dans le projet FOREAIM. Le DBEV travaille sur quatre volets. Les résultats obtenus par le premier volet (WP1) donnent les informations sur l'ethnobotanique, les plantes utiles et rares de la région afin de choisir les espèces pour restaurer le site. Le second volet (WP2) étudie les différents types de formations végétales existantes. Le troisième volet (WP3) travaille sur la caractérisation de l'habitat et la sylviculture des espèces retenues comme prioritaires. Le quatrième volet (WP4) assure l'étude du sol. Notre étude s'inscrit dans le volet n°3. Cette recherche est la suite des travaux déjà entrepris par RAMAHEFARIVELO (2007) sur l'autoécologie et la régénération de quelques espèces autochtones de Vohimana à savoir *Croton mongue*, *Trema orientalis*, *Beccariophoenix madagascariensis* et *Symphonia tanalensis* et par MANJARIBE (2008) sur la restauration écologique et la réhabilitation de la forêt de Vohimana par plantation d'arbres. Cette étude porte une attention particulière à « l'Autoécologie et à l'essai de multiplication de cinq autres espèces utiles de Vohimana en vue de la restauration écologique de la forêt ».

Dans la présente étude, nous avons fixé les objectifs suivants:

**Objectif global:**

- Promouvoir la plantation des espèces étudiées de Vohimana pour restaurer les fonctions écologique et économique de la forêt.

**Objectifs spécifiques:**

- Faire l'étude autoécologique des espèces cibles;
- Identifier les méthodes efficaces pour la propagation des espèces par la transplantation des sauvageons, la germination des graines et le bouturage.

Ce mémoire est subdivisé en quatre parties:

- La présentation du milieu d'étude;
- Les méthodes adoptées;
- Les résultats et leurs interprétations;
- La discussion et les recommandations avant la conclusion.

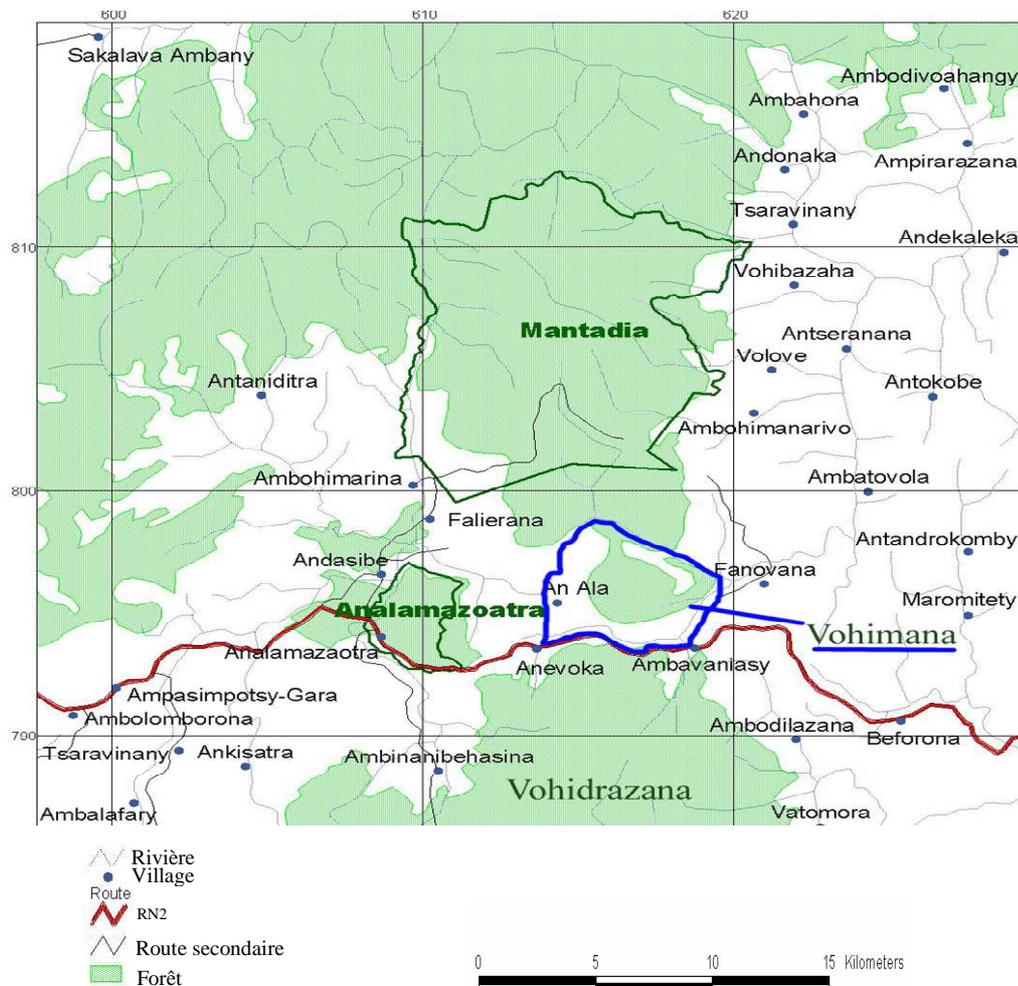
**PARTIE I:**  
*Présentation de la zone  
d'étude*

## 1- Géographie

Caractérisé par une surface de 1600 ha, Vohimana est localisé sur le versant oriental de Madagascar, à 148 km d'Antananarivo et à 35 km de Moramanga (Carte 1).

Le site est délimité par la route nationale n°2 au Sud ainsi que par la voie ferrée reliant Antananarivo à Toamasina au Nord. Il est entouré par la réserve forestière d'Analamazaotra (le site touristique forestier le plus fréquenté de la côte Est) à l'Ouest, la forêt dense de Vohidrazana au Sud et par le parc national de Mantadia au Nord. Il fait partie intégrante d'un large corridor forestier.

Vohimana appartient à la région Alaotra Mangoro, District de Moramanga, dans la province de Toamasina. Il est constitué de deux fokontany appartenant eux-mêmes à deux communes différentes: le fokontany d'Anevoka (commune d'Andasibe) pour la partie Ouest et celui de Fanovana (commune d'Ambatovola) pour la partie Est.

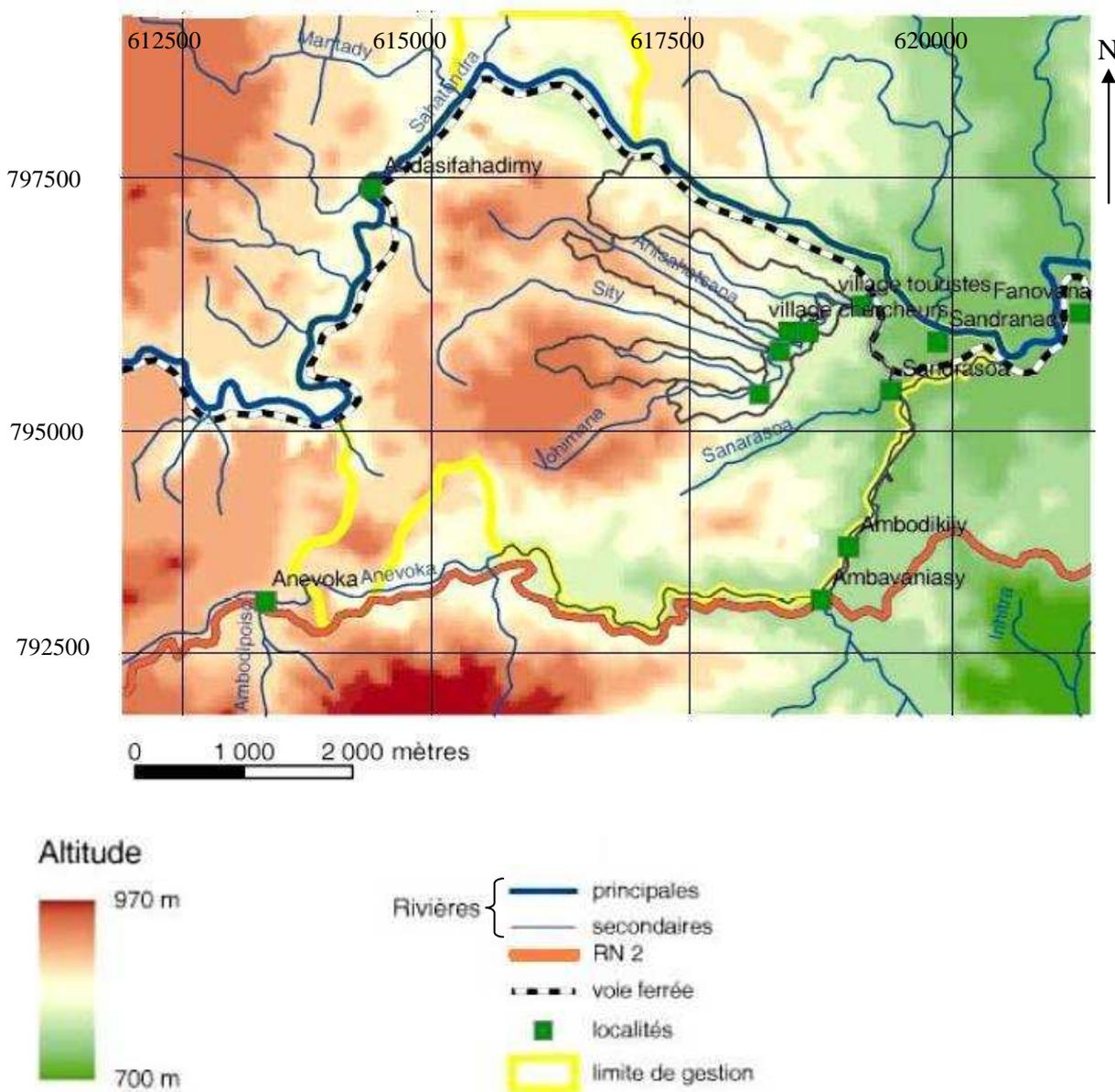


Carte 1: Carte de localisation de Vohimana  
(Source: MATE, 2005)

## 2- Milieu physique

### 2.1 Relief

Le site présente un relief collinaire fortement vallonné voire accidenté par endroits avec présence de fortes pentes (ALLAGNAT, 2006). L'étroitesse et le profil en V des fonds de vallées est à noter parmi les caractéristiques générales du lieu malgré quelques exceptions (quelques bas-fonds disséminés le long des cours d'eau secondaires présentent des zones en replat immédiatement entourées de pentes relativement faibles d'une inclinaison inférieure à 20%). A titre indicatif, les altitudes de l'ensemble forestier varient en moyenne de 600m au fond des vallées et à 1000m aux sommets (Carte 2).



**Carte 2:** Carte topographique et hydrographique de Vohimana  
(Source: SARDA, 2005)

## **2.2 Réseau hydrographique**

L'hydrographie est dense. Antsahatsana, Sity, Vohimana, Sandrasoa (Photo 1) et Sahatandra (Photo 2) constituent les quatre principales rivières (Carte 2).

L'existence de quelques chutes dans la réserve offre à la région des potentialités écotouristiques non négligeables.



**Photo 1:** Rivière de Sandrasoa



**Photo 2:** Rivière de Sahatandra

## **2.3 Géologie et pédologie**

La région de Mangoro fait partie du socle précambrien malgache. D'une manière générale, elle est constituée par des roches gneissiques plus ou moins métamorphisées (MAEP, 2003).

Selon SARDA (2005), Vohimana est essentiellement dominé par des sols ferrallitiques jaunes et rouges, moyennement désaturés; avec une bonne porosité, mais pauvres en nutriments. Le manque de phosphore, la toxicité aluminique et la faible capacité d'échanges cationiques représentent probablement les facteurs pédologiques entravant la production agricole. Le substrat est fortement oxydé, entraînant ainsi un lessivage important (BURON, 2004).

## **2.4 Climat**

### **- Vent**

La région est soumise à l'alizé austral qui apporte constamment une humidité importante.

### **- Température**

Dans la région de Vohimana, bien que les données climatiques des stations météorologiques de Vohimana ne soient pas encore disponibles; celles de la station de météorologique d'Analamazaotra, située à 11km à l'Ouest de Vohimana, tout près du site, ont été utilisées pour caractériser le climat de la région d'étude (Annexe 1).

Il s'agit d'un climat tropical de type perhumide tempéré. Le climat dans cette région est essentiellement déterminé par les alizés qui dirigent des masses d'air instables et chargées d'humidité vers cette zone, en provenance de l'Océan Indien.

Les températures restent relativement stables tout au long de l'année, avec une moyenne de 17°C en matinée et 22°C l'après midi.

Les mois les plus chauds (janvier et février) sont caractérisés par une température de 26°C et les mois les plus frais (juillet et août) sont marqués par une température respectivement égale à 10°C et 10°C (Figure 1). Cette région ne connaît pas de saison sèche.

**- Pluviosité**

La pluie tombe 207 jours par an. La précipitation moyenne annuelle oscille autour de 1800mm. Le mois le plus arrosé est janvier avec 342,6mm. Le plus sec correspond au mois de septembre avec 45,5mm de précipitation (Figure 2).

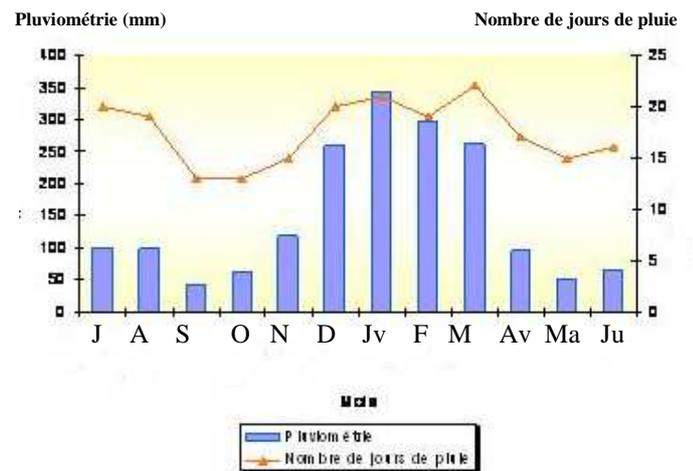
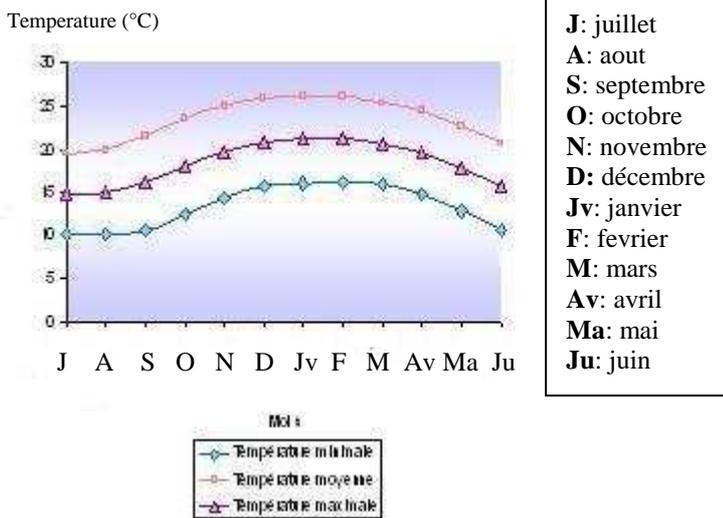


Figure 1: Régime thermique d'Analamazaotra

Figure 2: Diagramme pluviométrique et variations du nombre de jours de pluie de la région d'Analamazaotra

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN (1995) illustré par la figure 3 permet de distinguer deux saisons:

- une saison fraîche d'avril à novembre, caractérisée par des pluies fines de longue durée, des brouillards épais et des nuits froides;
- une saison chaude de décembre à mars, marquée par de fortes pluies sous forme d'orage violent, souvent en fin d'après midi, ou sous forme de pluie cyclonique de longue durée.

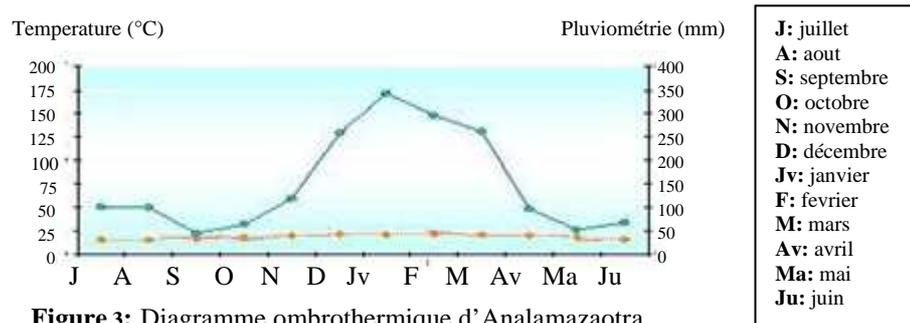


Figure 3: Diagramme ombrothermique d'Analamazaotra

### - Humidité atmosphérique

Elle est très élevée avec une moyenne journalière de 86%. L'humidité optimale de 89% se situe au mois d'avril, le minimum de 84% correspond au mois de décembre.

## 3- Milieu biotique

### 3.1 Flore et végétation

La végétation climacique de Vohimana est une forêt dense humide sempervirente appartenant au domaine de l'Est.

Selon la division phytogéographique de PERRIER DE LA BATHIE (1921), la région de Vohimana est classée dans la flore du vent. Elle constitue la zone de transition entre la forêt dense humide de basse altitude de la série à *Anthostema* et MYRISTICACEAE et la forêt dense humide de moyenne altitude de la série à *Weinmannia* et *Tambourissa*.

Le site abrite 284 espèces floristiques (MATE, 2003) réparties en 158 genres et 86 Familles. Parmi eux, 145 sont des espèces strictement forestières à savoir:

- 31 espèces sont utilisées pour la construction, la fabrication des cases et des maisons dont *Symphonia tanalensis*, *Eugenia* sp (bois très dur), *Pandanus* sp, *Dalbergia baroni* et les palmiers. Treize espèces forestières dont *Leptolaena multiflora*, *Weinmannia bojeriana*, *Xylopia lemurica*...sont exploitées à des fins commerciales.

- 134 espèces sont utilisées comme plantes médicinales (RAHAJANIRINA & RAIVOARISOA, 2002) dont *Symphonia tanalensis*, *Omphalea biglandulosa*, *Trema orientalis*.....

D'une manière générale, la structure de la végétation de Vohimana a fortement évolué depuis l'occupation humaine. Auparavant, le site était essentiellement constitué de forêts naturelles. La mise en place successive de parcelles agricoles par culture sur brûlis a entraîné

une évolution du paysage. Cette évolution fait aujourd'hui apparaître quatre principales unités de végétation (BURON, 2004) (Carte 3):

➤ **La forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude:** on y note la présence de nombreuses lianes, de plantes épiphytes et de lichens caractéristiques des forêts mésophiles. Les compositions floristiques sont très variées.

Il y existe cependant de nombreuses perturbations telles que des exploitations légères d'essences forestières et des activités de chasse.

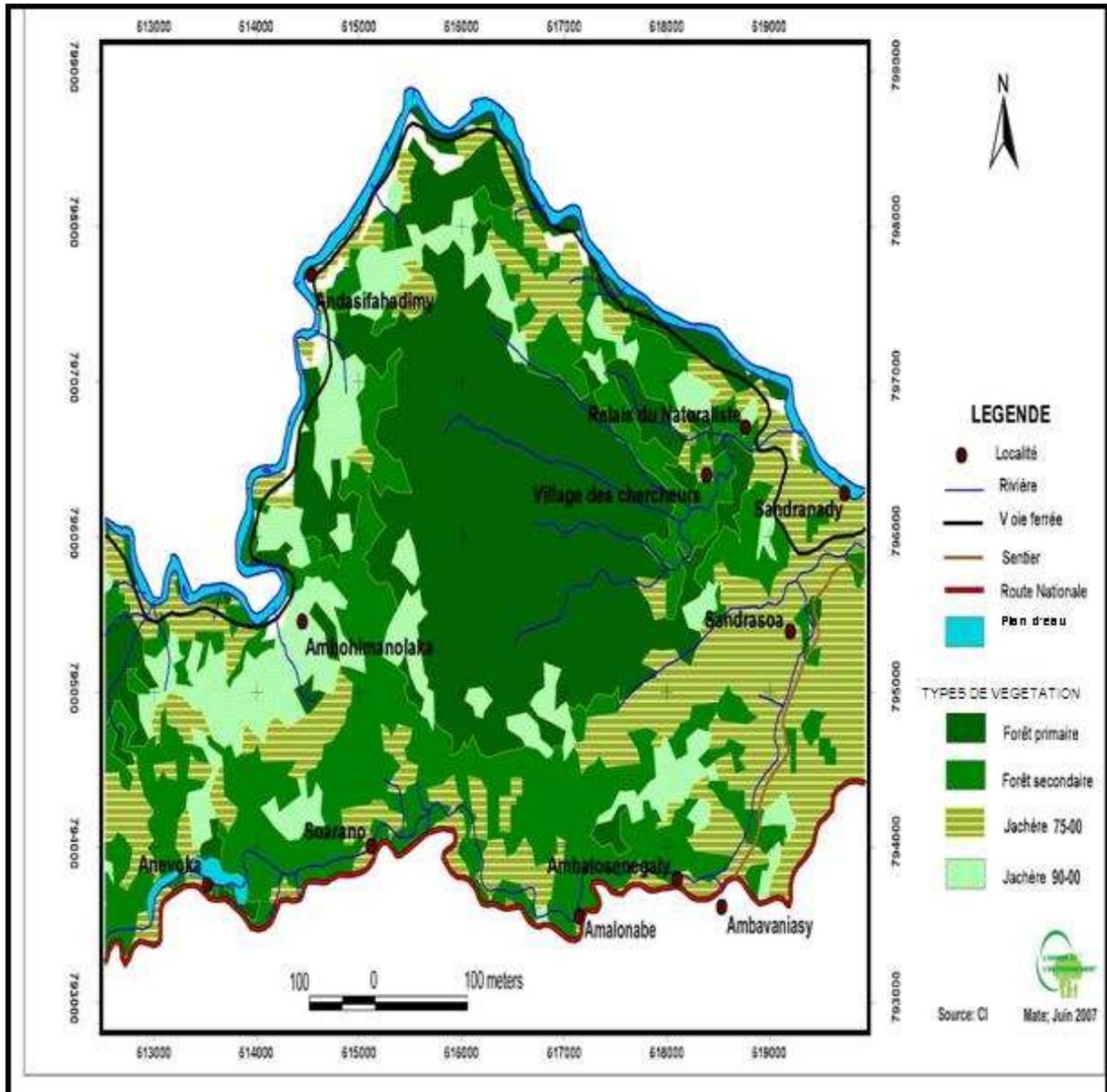
➤ **La forêt partiellement dégradée:** ce sont les forêts qui remplacent les forêts primaires. Cette appellation désigne ainsi les formations végétales à la fois composées d'essences caractéristiques de forêts naturelles (*Capurodendron perrieri*, *Dyopsis nodifera*) et d'espèces héliophiles, caractéristiques des milieux dégradés (*Psidium* sp, *Lantana camara*).

➤ **Les boisements d'*Eucalyptus*:** Il s'agit d'une formation homogène bi-strate dont la strate supérieure est composée d'*Eucalyptus* sp et la strate inférieure est composée principalement de deux espèces *Dianella ensifolia* et *Clidemia hirta*.

➤ **Les jachères:** ce sont des formations herbacées, voire arbustives. Elles ne dépassent pas 5m de hauteur quand elles sont présentes. Ce milieu est floristiquement pauvre, seules 28 espèces y ont été recensées. Les jachères sont réparties en deux catégories suivant leurs âges:

- la jachère 75-00

- la jachère 90-00



Carte 3: Carte de végétation de Vohimana  
(Source: MATE, 2007)

### 3.2 Faune

Vohimana abrite des espèces faunistiques très variées:

- Il existe plus de 48 espèces d'Amphibiens. Les genres *Mantidactylus* et *Boophis* sont les plus représentés avec respectivement 36 espèces et 20 espèces.

-Vingt cinq espèces de reptile: *Boa*, *Brookesia supercilus* et *Zonosaurus madagascariensis*...

- Onze espèces de Lémuriens, diurnes et nocturnes, parmi lesquels quatre sont en danger et une menacée d'extinction imminente dont *Varecia variegata* (Photo 3), qui est une espèce diurne.

- Des oiseaux rares comme *Xenopirostris polleni*, *Aselornis crossleyi*, *Eutrorchis astur*, *Brachypteracias leptosomus*, *Mesitornis unicolor*, *Lophotibis cristata*, *Hartertula flavoviridis* et *Tyto souimagnei*.

- Le site abrite également des insectes endémiques comme *Trachelophorus giraffa*, *Phromnia rosea*, *Argema mitrei*, *Urania ripheus* et *Aulacotoma tenuelimbata* (MENENTEAU, 2005).

- La zone héberge des mammifères comme *Cryptoprocta ferox* et *Potamochoerus larvatus*.



**Photo 3:** *Varecia variegata*

### **3.3 Activités de la population**

#### **- Population**

La zone d'étude est peuplée de 1500 habitants. Elle inclue divers groupes ethniques. Les Betsimisaraka forment la majorité et représentent 80% de la population. Les 20% restants sont des immigrants composés d'Antesaka, d'Antandroy, de Merina, de Sihanaka et de Bezanozano.

On remarque une forte prédominance de la culture betsimisaraka dans les modes de vie. L'homogénéité des différentes ethnies est marquée par la pratique de la culture itinérante sur brûlis et par l'observation d'un certain respect pour les autorités traditionnelles qui sont les « Tangalamena ».

#### **- Activités**

Les activités recensées sont:

- **Activités agricoles:** 80% de la population sont des agriculteurs. Les activités agricoles recensées à Vohimana sont la culture du riz, de haricot, du manioc, de pomme de terre, de concombre, du gingembre, d'arachide, d'ananas, de bananiers et de canne à sucre.

- **Pêche:** La pêche est accès sur la crevette d'eau douce, d'anguilles, de tilapia et de carpes.

- **Élevage:** L'apiculture assure quelques revenus complémentaires des habitants. L'élevage est limité aux volailles et seules quelques familles possèdent des zébus.

- **Autres activités:** 60% de la population pratiquent le bûcheronnage. Cette activité est pourtant illégale. Le charbonnage, également très pratiqué, constitue la troisième activité principale.

La majorité des femmes savent faire de la vannerie en fabricant des paniers (Photo 4), des nattes et des chapeaux.

Les produits d'exploitation de la forêt à des fins commerciales spécifiques sont le charbon, le bois de construction, les plantes à fleurs et les pots fangeons.

L'ONG MATE fournit des emplois aux communautés de base afin d'améliorer leur source de revenu. Les gens sont employés comme guides, responsables de l'accueil, cuisinières, porteurs de bagages, distillateurs (Photo 5), pépiniéristes, charpentiers, collecteurs des plantes servant à l'extraction d'huiles

essentiels et des plantules.



Photo 4: Fabrication de panier par une femme



Photo 5: Distillerie de MATE à Vohimana

### 3.5 Menaces sur la biodiversité

Différentes menaces pèsent sur la forêt de Vohimana à savoir:

- **le tavy**, qui, d'une part, entraîne la disparition de la forêt primaire permettant l'installation de la forêt secondaire et le savoka; et d'autre part la fragmentation des forêts (Photo 6).
- **la coupe sélective**: pour la fabrication de charbon de bois.
- **l'exploitation abusive**: Les troncs de *Cyathea boivinii* et *Cyathea sili* sont exploités abusivement pour la fabrication de pots fangeons. Un tronc adulte de *Cyathea* peut fournir un ou deux pots fangeons.
- **la construction des pièges à Lémuriens**: un piège à Lémurien nécessite l'abattage d'au moins une trentaine d'arbres afin d'obtenir une surface éclaircie de 5m x 15m au minimum.



Photo 6: Fragmentation de la forêt à Vohimana

**PARTIE II:**

*Méthodologie*

## **1- Etudes préliminaires**

### **1.1 Investigation bibliographique**

L'étude bibliographique est une étape pour la recherche. Elle permet d'obtenir des informations relatives au thème à traiter. Les cartes (pédologique, topographique, hydrographique et de végétation de Vohimana) ont servi de référence pour la caractérisation de l'habitat. Les informations ont été confrontées aux réalités rencontrées sur le terrain. Certaines plantes ont été déterminées sur place. La consultation de spécimens d'herbiers a été faite dans l'herbarium du PBZT, du Département de Biologie et Ecologie Végétales et de TEF à Ambatobe.

### **1.2 Enquêtes ethnobotaniques**

Elles ont été effectuées par l'intermédiaire de simples discussions avec les guides, la population locale à savoir les enfants, les jeunes, les adultes et les grands parents. Le questionnaire d'enquêtes socio-économiques est donné en Annexe 2. Ces enquêtes visent à recueillir des informations sur:

- la localisation des espèces cibles ainsi que leur utilisation;
- la perception paysanne des éventuelles pressions sur les ressources naturelles du corridor;
- la perception paysanne sur la conservation du patrimoine naturel.

Les informations recueillies sont d'une importance capitale pour la conception de la stratégie de conservation à adopter, car les populations locales sont d'office les partenaires de la gestion de corridor.

### **1.3 Choix des espèces étudiées**

Les espèces étudiées ont été sélectionnées à partir des données ethnobotaniques. Les espèces sélectionnées répondent aux critères suivants:

- 1) Plante endémique;
- et
- 2) Plante rare ou menacée;
- et
- 3) Plante utile.

### **1.4 Choix des sites d'étude**

Les trois critères suivants ont guidé le choix des stations d'étude:

- Une surface floristiquement homogène c'est-à-dire homogénéité des conditions écologiques apparentes, homogénéité physionomique et homogénéité de la composition floristique;
- L'abondance des individus de l'espèce cible;
- La facilité d'accès à la zone.

## **2- Autoécologie des espèces cibles**

### **2.1 Etudes de l'habitat**

L'habitat peut se définir comme l'endroit où un organisme vit et on le décrit par ses caractères biotiques et physiques. Les caractéristiques de l'habitat sont des facteurs écologiques régissant la reproduction d'une espèce. Il est donc indispensable de décrire l'habitat pour l'étude de l'écologie de la reproduction.

#### **2.1.1 Etude du sol**

Pour une bonne connaissance des meilleures conditions de régénération, de croissance et de distribution spatiale des espèces, une étude du sol a été nécessaire. Une fosse pédologique de 50cm x 50cm a été creusée dans chacun des huit sites d'étude.

Les descriptions des profils ont été faites sur une coupe verticale préalablement rafraîchie et orientée de manière à recevoir le maximum d'éclairement afin que les différences de coloration soient plus visibles. Ainsi, au niveau de chaque horizon, la couleur, l'épaisseur ont été notées.

L'analyse des échantillons de 500g de sol a été faite au laboratoire pédologique du FO.FI.FA., à Tsimbazaza, afin de connaître les différentes proportions de sable, d'argile et de limon. Les échantillons de sol ont été classés selon le triangle de la texture (SOIL SURVEY STAFF & SOIL SURVEY MANUAL, 1951). Ensuite, ils ont été identifiés selon le code Munsell (Munsell soil color chart). Cette étude donne une indication sur la teneur en matières organique et minérale du sol.

#### **2.1.2 Etude structurale de la formation végétale**

La structure de la végétation est l'expression du résultat des interactions entre les individus constituant la communauté (FARINAS, 1982). Cette étude permet de décrire la structure de la végétation afin de connaître et de caractériser le type de formation végétale où se trouvent les espèces. L'étude de la structure se fait dans l'espace soit horizontalement, soit verticalement.

##### **- Structure verticale**

La structure verticale exprime l'agencement des végétaux suivant le plan vertical. Elle met en évidence les différentes strates qui composent la végétation et la continuité de chaque strate. Selon GOUNOT (1969), une strate se définit comme un niveau de concentration de la masse foliaire.

La structure verticale est donnée par le profil structural et le recouvrement.

- Le profil structural est obtenu à partir de la méthode de GAUTIER (1994) (Figure 4). Une chevillière de 30m est tendue horizontalement. A chaque mètre, un échenilloir gradué est dressé verticalement et la hauteur de contact entre le piquet et la partie vivante des végétaux est notée de manière précise jusqu'à 7m. Au-delà de cette valeur, les hauteurs de contact sont estimées. Cet échenilloir est déplacé tous les mètres le long de la chevillière. Chaque fois qu'une partie végétale vivante touche l'échenilloir, la case correspondante sur le tableau de relevé est cochée.

Les données sont ensuite traitées avec le logiciel Excel pour obtenir le profil structural de la végétation. Le profil structural donne les renseignements sur la continuité ou la discontinuité de la voûte forestière et la stratification de la végétation. Ainsi, la formation est dite dégradée si la voûte forestière est discontinue.

- Le recouvrement par classe de hauteur est tiré du tableau de relevé obtenu dans le profil structural. Le nombre de carrés colorés dans chaque intervalle de 2m est calculé en pourcentage par rapport au nombre total de carrés. Ce recouvrement est exprimé sous forme d'un histogramme.

Une différence de recouvrement supérieure à 10% indique deux strates bien distinctes.

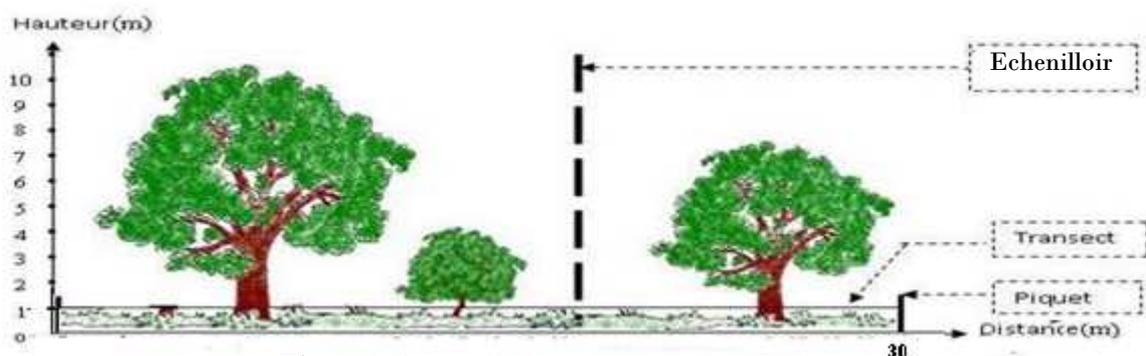


Figure 4: Dispositif de la méthode de GAUTIER (1994)

### - Structure horizontale

La structure horizontale exprime l'agencement et la répartition des individus les uns par rapport aux autres dans le sens horizontal (GOUNOT, 1969). Cette répartition se traduit par la densité des espèces dans le site d'étude, et par extension, la valeur de la surface terrière et du biovolume des individus présents.

La méthode de GODRON (1968) (Figure 5) a été utilisée pour dresser le profil schématique d'une partie de la végétation sur un transect long de 30m. Toutes les espèces touchant la ligne de ce transect sont dessinées sur le profil de la végétation, et les plantes comprises dans les deux bandes parallèles (1m de chaque côté du transect) sont projetées sur le profil.

Ce dernier permet une visualisation de l'architecture des formations étudiées en tenant compte de la hauteur maximale, de la hauteur du fût et des diamètres.

La structure horizontale a été approchée par les mesures dendrométriques.

**- Surface terrière et biovolume**

La surface terrière de tous les arbres ayant un Diamètre à Hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égal à 10cm observés sur la parcelle a été calculée à partir de la mesure du DHP. Elle est obtenue par la méthode de DAWKINS (1958):

$$G = \sum G_i \quad \text{où } G_i = \pi/4 d_i^2$$

**G<sub>i</sub>**: surface terrière occupée par chaque individu (m<sup>2</sup>)

**D<sub>i</sub>**: DHP de chaque fût (m)

**G**: surface terrière occupée par tous les individus sur la parcelle (m<sup>2</sup>)

La valeur de la surface terrière est exprimée à l'hectare.

Le potentiel en bois de la forêt est estimé en calculant son biovolume à l'hectare. Il est obtenu par la formule de DAWKINS (1958):

$$V = \sum V_i \quad \text{où } V_i = \sum 0,53 G_i H_i$$

**V<sub>i</sub>**: biovolume occupé par chaque individu (m<sup>3</sup>)

**H<sub>i</sub>**: hauteur de chaque fût (m)

**V**: biovolume occupé par tous les individus sur la parcelle (m<sup>3</sup>)

**0,53**: coefficient de forme

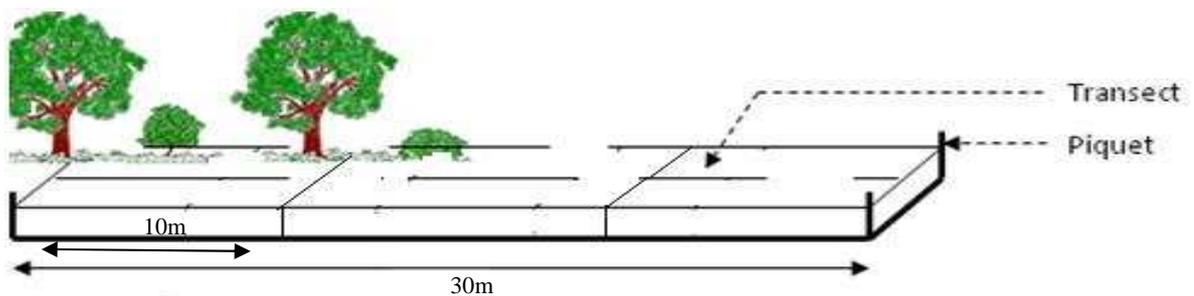


Figure 5: Dispositif de la méthode de GODRON (1968)

**2.1.3 Etude de la flore associée par la méthode de Brower et Von Ende (1990) ou QCP (Quadrat Centré en un Point)**

Cette étude permet d'établir une liste floristique et le pourcentage d'influence écologique marquant le degré de dominance de chaque espèce. Elle permet aussi de connaître les espèces ayant une affinité avec les espèces cibles et la sociabilité des espèces. Les espèces végétales associées à l'espèce étudiée sont une bonne indicatrice de l'habitat de l'espèce. Pour connaître ces espèces, la méthode de Quadrat Centré en un Point selon BROWER & VON ENDE (1990) a été utilisée (Figure 6).

Les quadrats ont pour centre un pied adulte à DHp supérieur ou égal à 10cm de l'espèce cible. Deux lignes perpendiculaires passant par l'espèce cible divisent la zone d'étude en quatre quadrats. Les lignes sont tracées à l'aide d'une boussole de direction NNE et SSW. Les troncs d'arbre associés à l'espèce cible ayant un DHp supérieur ou égal à 10cm dans chaque quadrat ont été mesurés et la distance ont été notés.

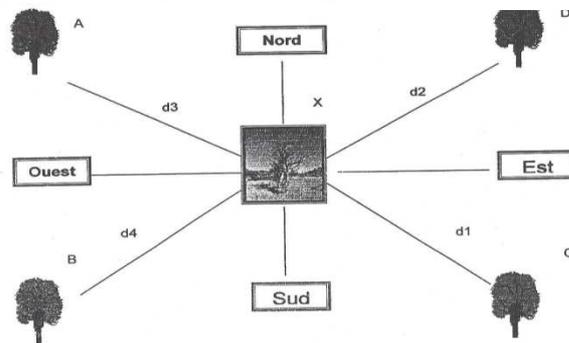
Dans cette étude, les arbres associés aux espèces cible sont identifiés. Ils sont classés par famille, par genre et par fréquence. La fréquence F(%) d'une espèce associée a été calculée à partir de la formule (GREIG-SMITH, 1964):

$$F(\%) = (Q_i / Q_t) \times 100$$

**Q<sub>i</sub>**: nombre d'individus d'une espèce;

**Q<sub>t</sub>**: nombre total d'individus recensés dans le quadrat.

Pour les espèces, une fréquence supérieure à 5% indique une relation étroite avec l'espèce cible et pour les familles, celle supérieure à 10% (RANDRIATAFIKA, 2000).



**X**: individu cible

**A,B,C,D**: Individus associés dans chaque quadrat

**d1, d2, d3, d4**: Distance entre l'individu cible et les espèces associées

**Figure 6:** Dispositif de la méthode de BROWER et VON ENDE (1990) ou QCP (Quadrat Centré en un Point)

### 2.1.4 Régénération naturelle de chaque espèce cible

La régénération naturelle est l'ensemble des processus par lesquels les espèces se reproduisent naturellement dans une formation végétale (ROLLET, 1983).

Les paramètres utilisés dans l'étude de la régénération d'une espèce sont:

- la répartition des individus par classe de diamètre
- le calcul du taux de régénération de chaque espèce cible.

Cette étude a été entreprise à l'intérieur d'un plot de 50m x 20m dans laquelle les individus de régénération et les semenciers ont été comptés et leurs diamètres ont été enregistrés. Les individus régénérés ont un DHp inférieur à 10cm. Les plantes atteignant un diamètre supérieur ou égal à 10cm sont considérées comme adultes ou semenciers et capables de fleurir.

#### - Répartition des individus par classe de diamètre

Les classes de diamètre prises en compte sont:

- ] 0-2,5cm] et [2,5-5cm [pour les plantules;
- [5-10cm [pour les individus jeunes en régénération;
- [10-35cm [et supérieur à 35cm pour les individus semenciers.

La répartition est visualisée sur un histogramme à l'aide d'un logiciel Excel.

#### - Taux de régénération

Le taux de régénération (TR) se définit en termes de pourcentage du nombre des individus régénérés (Nr) par rapport au nombre des individus semenciers ou individus capables de donner des fructifications (Ns) (ROTHE, 1964).

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

L'échelle de ROTHE montre que:

- une espèce a une difficulté de régénération si le taux de régénération est inférieur à 100%;
- elle présente une régénération moyenne si le taux est compris entre 100 à 1000%;
- elle a une bonne régénération si le taux est supérieur à 1000%.

La structure diamétrique totale, ou répartition des tiges par classe de diamètre, est établie en prenant en compte tous les individus et toutes espèces confondues (ROLLET, 1979). Cette structure est représentée par des histogrammes. L'allure des histogrammes est porteuse d'information sur l'équilibre du peuplement. Deux cas peuvent se présenter:

- l'allure en « J » inversée reflète une stabilité du peuplement.
- l'allure en « J » normale ou en « zig zag » révèle un dysfonctionnement ou une instabilité du peuplement.

## **2.2 Biologie de la reproduction des espèces cibles**

L'objectif de cette étude est de décrire les mécanismes de reproduction des espèces cibles, notamment la phénologie, le mode de pollinisation et la dispersion des fruits.

### **- Phénologie**

Elle décrit le cycle de vie d'une plante allant de l'état végétatif à la fructification. La méthode utilisée pour cette étude est celle préconisée par DAFNI (1992). Le rapport entre le nombre des branches en fleurs et le nombre total des branches a été calculé. Cette méthode a permis d'évaluer l'intensité de la floraison et de fructification de chaque espèce selon l'échelle suivante:

- **phase végétative:** aucune branche de l'individu n'est en fleur;
- **début de floraison:** moins de 25% des branches sont en fleur;
- **avant pic de floraison:** 25% à 50% des branches sont en fleur;
- **pic de floraison:** 50% à 75% des branches sont en fleur;
- **fin de floraison:** 25% des branches sont en fleur, les autres en fruit;
- **fructification:** toutes les branches sont en fruit.

Sur le terrain, nous avons appliqué cette méthode afin d'établir un calendrier phénologique.

### **- Mode de pollinisation**

La pollinisation est le transport d'un grain de pollen depuis l'étamine (organe mâle) jusqu'au stigmate des organes femelles, rendant possible la fécondation. Elle constitue la première étape de l'étude de la régénération. Il y a différentes sortes de pollinisation:

- **la pollinisation par la pesanteur:** c'est une pollinisation directe. Les étamines sont localisées au dessus des stigmates.

- **la pollinisation anémophile:** elle se fait par le vent. C'est généralement le cas des plantes apétales ou à pétales caduques. Les pollens sont facilement transportables par le vent. La quantité de pollen libérée est énorme permettant aux stigmates de capter facilement les grains de pollen.

- **la pollinisation zoophile:** les pollinisateurs sont des animaux. Il y a:

- la pollinisation entomophile, faite par les insectes. Ils sont attirés par la couleur des fleurs, le parfum et surtout par le nectar sucré. Les insectes collectent le pollen et le transportent de fleur en fleur.
- la pollinisation ornithophile, par les oiseaux.
- la pollinisation zoidophile, par les petits animaux comme les chauves-souris et les lémuriens.

- **la pollinisation hydrophile** qui se fait par l'eau. C'est surtout pour les plantes aquatiques.
- **la pollinisation par l'homme** qui est une pollinisation artificielle.

Trois points ont été considérés dans l'étude de la pollinisation:

- le suivi de l'anthèse;
- l'étude du comportement des visiteurs;
- l'estimation des fruits formés.

#### ❖ **Suivi de l'anthèse**

BOULLARD (1998) définit l'anthèse comme le développement des pièces florales depuis l'épanouissement jusqu'à leur flétrissement.

##### ▪ **Ouverture des fleurs**

L'évolution de l'ouverture des fleurs a été suivie en mesurant à l'aide d'un double décimètre, la distance entre les pointes de sépales de cinq boutons floraux prêts à s'ouvrir. Les mesures ont été faites sur cinq boutons floraux par individu (et sur cinq individus différents) et effectuées toutes les deux heures jusqu'à l'ouverture maximale.

##### ▪ **Durée de vie des fleurs**

Les observations ont été réalisées sur cinq fleurs par individu (et sur cinq individus différents) depuis l'état de bouton floral. Elles consistent à déterminer la durée de l'anthèse des fleurs depuis leur ouverture jusqu'à la fanaison.

##### ▪ **Test d'autogamie spontanée**

Cinq fleurs par individu sur cinq individus différents choisis au hasard, ont été enveloppées dans un tissu à maille fine, depuis le stade de bouton floral jusqu'à la fructification, afin de vérifier si l'autopollinisation sans l'intervention de facteur extérieur est possible.

##### ▪ **Dégagement d'odeur**

L'odeur attire les insectes à chercher leur nourriture. Nous avons senti l'odeur florale des espèces étudiées et qualifié son intensité suivant l'échelle: odeur faible, moyenne, forte et très forte toutes les heures.

### ❖ Etude du comportement des visiteurs

L'observation a été réalisée chaque jour pendant trois jours successifs. Elle a été effectuée sur cinq individus de chaque espèce cible en fleurs, et tout au long de la journée, de 6h du matin à 19h. Les différents types de visiteurs des fleurs, leurs comportements ainsi que la durée et l'heure de visite sont notés. Les insectes sont ensuite capturés et déterminés au California Academy of Science à Tsimbazaza.

### ❖ Estimation des fruits formés

Au moment du parcours phénologique de chaque espèce, nous avons marqué avec une ficelle et compté les fleurs ouvertes d'une petite branche d'arbre. Le nombre des petites branches sur un individu a permis d'évaluer le nombre total de fleurs ouvertes d'un individu. Le ratio des fruits formés a été obtenu en faisant le rapport entre le nombre total des fleurs ouvertes et le nombre total des fruits formés.

### - Dispersion des fruits

C'est le mode de dissémination d'une plante à partir de la plante mère. La dissémination des fruits varie d'une espèce à l'autre selon les agents de transport. On peut distinguer:

- **La zoochorie**: les agents de dissémination sont les animaux. Elle se divise en:
  - « endozoochorie » pour les fruits ou les graines qui transitent par le tube digestif et qui pourraient être rejetés plus loin avec les excréments des animaux.
  - « épizoochorie » pour les fruits ou les graines ayant des dispositifs qui leur permettent de s'accrocher ou de coller au pelage ou à la peau des animaux. Les diaspores sont transportées extérieurement.
  
- **L'anémochorie**: la dissémination se fait par le vent. Les fruits ou les graines ayant un dispositif spécial (ailes, poils) ou les fruits légers sont dits anémochores.
  
- **L'hydrochorie**: la dissémination se fait par l'eau. Les fruits ou les graines sont légers et flottent sur l'eau. C'est surtout pour les espèces aquatiques ou celles qui poussent au bord de l'eau
  
- **La barochorie**: la dissémination est assurée par la gravité. Les fruits sont généralement lourds et tombent au pied de l'arbre. Les fruits volumineux ou lourds qui peuvent être projetés mécaniquement pas loin de la plante mère sont dits barochores.

### 3-Etude de la régénération artificielle des espèces étudiées

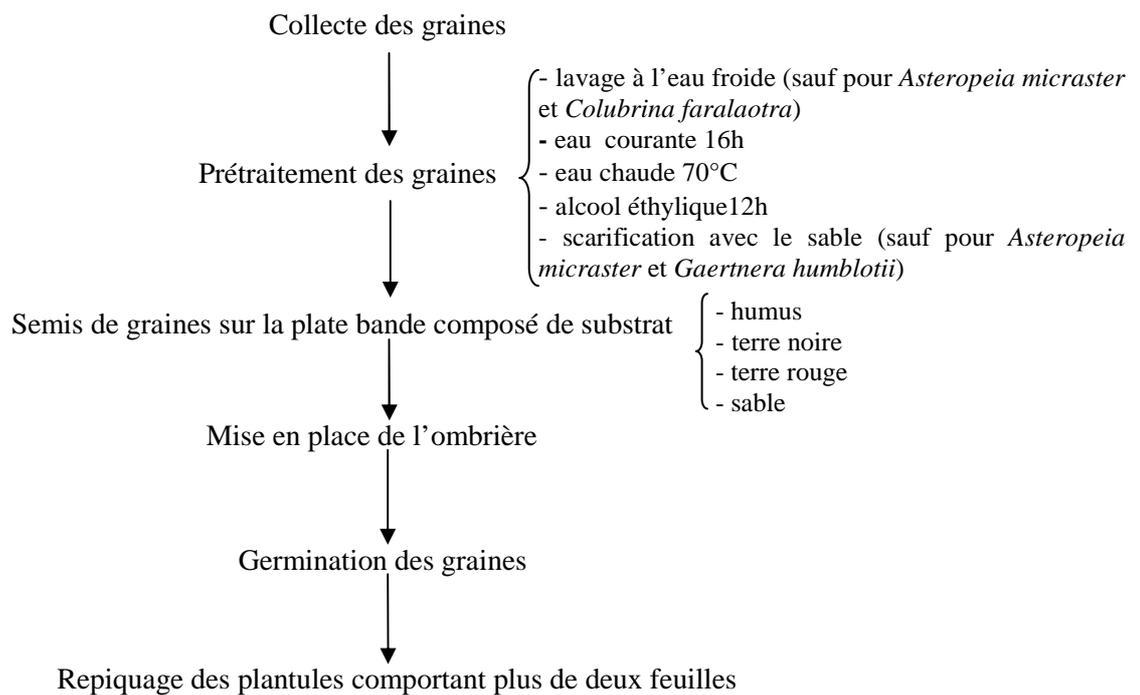
La pépinière de Vohimana a été utilisée pour la production des plantules à utiliser dans la restauration. Trois modes de multiplication ont été envisagés par:

- germination des graines;
- transplantation des sauvageons;
- bouturage.

#### 3. 1 Essai de germination des graines

La germination ou la levée de dormance est l'ensemble des phénomènes par lesquels la plantule, en vie ralentie dans la graine mûre, reprend une vie active et se développe. C'est la première étape du développement de chaque plante à fleur.

La figure 7 présente les différentes étapes à suivre dans les essais de germination des graines.



**Figure 7:** Etapes dans les essais de germination des graines dans la pépinière

Les graines ont été récoltées:

- soit directement sur les arbres portant des fruits mûrs;
- soit par terre ou autour des pieds mères

### **3.1.1 Prétraitement des graines**

Le tégument de la graine selon sa nature peut causer divers types d'inhibition, tels que l'imperméabilité à l'eau et à l'oxygène retardant la levée de dormance de l'embryon. Ces obstacles empêchent la sortie de la radicule et la germination des graines.

Ainsi, des prétraitements ont été entrepris pour accélérer la germination. Leur préparation consiste à:

- faire un choix des graines à utiliser: les graines ont été triées et immergées dans l'eau, celles qui flottent ont été éliminées et les graines de bonne qualité ont été ensuite traitées avant le semis.
- le nombre des graines avant le semis est noté pour permettre le calcul du pourcentage de germination.

A part les témoins, les prétraitements varient suivant la nature des graines:

- Pour tous les types de graines, le prétraitement à l'eau froide a été appliqué.
- Pour les graines à tégument dur et/ou épais, les prétraitements suivants ont été utilisés:

- ✓ trempage des graines dans l'eau chaude de 70°C pendant 24h;
- ✓ trempage des graines dans l'alcool éthylique pendant 12h;
- ✓ immersion des graines dans l'eau courante pendant 16h;
- ✓ scarification avec du sable.

### **3.1.2 Préparation de la pépinière**

Les jeunes plants sont entretenus dans la pépinière (Photo 7) depuis le semis de façon qu'ils deviennent capables de supporter les conditions difficiles qu'ils rencontreront plus tard sur le terrain (FAO, 1992).



**Photo 7:** Pépinière d'Ambodikijy

Des plates bandes de 1m de large et 6m de long ont été installées dans la pépinière d'Ambodikijy. Leur surface doit être plane pour éviter l'accumulation d'eau.

### 3.1.3 Semis des graines et repiquage des plants

Les graines sont semées en ligne dans les plates bandes à 5cm de distance. Elles sont recouvertes de terreau.

La composition du terreau est variable selon les types de graines et leur habitat naturel. D'une manière générale, le terreau est composé de:

- 50% d'humus (empoka) pour augmenter la capacité de rétention d'eau et de chaleur;
- 30% de terre noire (tanimasaka) apportant les éléments nutritifs;
- 10% de sable assurant l'aération et le drainage du sol, donc une bonne perméabilité
- 10% de terre rouge qui rend compact le sol.

Le taux de sable a été modifié à 25% pour *Gaertnera humblotii* car cette espèce pousse naturellement sur sol sableux. L'humus est réduit à 40%, la terre noire à 30% et la terre rouge à 5%.

Il n'y avait pas de graines de *Cinnamosma madagascariensis* pour l'essai de germination.

Les graines sont protégées sous une ombrière construite avec du paillis de *Vetiveria zizanoides*. Au début de la germination, elle a été déposée directement au dessus des plates bandes. La hauteur de l'ombrière doit être augmentée au fur et à mesure du développement de plantules.

Pour faciliter la plantation plus tard, les plants ont été repiqués dans des sachets plastiques quand ils ont plus de deux feuilles. Les sachets plastiques contiennent du terreau de même composition que le terreau de la plate bande. Ils sont désherbés et arrosés.

### 3.1.4 Evaluation de la réussite de la germination des graines

En pépinière, les paramètres suivants ont été pris en considération:

✓ **Taux de germination des graines:** Le but est de fournir le pourcentage de graines qui sont susceptibles de produire des plants. Il s'agit de calculer:

$$\text{TG}(\%) = \text{Nombre de graines germées} / \text{Nombre de graines semées} \times 100$$

**TG:** taux de germination

✓ **Taux de survie des plants repiqués:** Il permet de connaître le pourcentage des plants survivants après le repiquage.

$$\text{TS}(\%) = \text{Nombre de plants vivants} / \text{Nombre de plants repiqués} \times 100$$

**TS:** Taux de survie

✓ **Vitesse de germination :** Elle correspond à l'intervalle de temps entre le début du semis et la date où la moitié de la capacité de germination est atteinte.

✓ **Suivi des plants repiqués:** Il consiste à suivre le développement de l'embryon jusqu'à l'autonomie de l'individu (c'est-à-dire quand le plant est repiquable), en notant tous les stades du développement et différents paramètres comme:

- le délai de germination: temps nécessaire à la manifestation de la germination;
- le mode de germination;
- la hauteur évaluée tous les mois en mesurant l'élongation des axes caulinaires;
- l'apparition des feuilles et des racines.

### **3.2 Transplantation des sauvageons en pépinière**

#### **3.2.1 Collecte des sauvageons**

Les sauvageons sont des plantules collectées en forêt. Ils sont ensuite transplantés en pépinière. La transplantation exige plusieurs précautions (telles que la lutte contre les parasites et la dessiccation des jeunes plants avant la plantation) et une surveillance constante (arrosage deux fois par jour).

#### **3.2.2 Repiquage**

Les sauvageons récoltés ont été repiqués dans des sachets rebouchés de terreau de même composition que le terreau des sachets de germination.

#### **3.2.3 Evaluation du taux de la reprise végétative**

Le taux de la reprise végétative est obtenu en faisant le rapport entre le nombre de sauvageons survivants et le nombre de sauvageons repiqués. Il est exprimé en pourcent.

En vue de comparer le taux de survie des sauvageons en milieu naturel et dans le site de plantation, un plot de suivi de 20m x 50m a été installé dans le milieu naturel de quatre espèces cibles. Le nombre de sauvageons survivants après neuf mois a été compté et a été comparé avec le nombre de sauvageons survivants dans le site de plantation (savoka de 8 ans), neuf mois après la plantation.

### **3.3 Essai de bouturage**

#### **3.3.1 Collecte des boutures**

Le bouturage consiste à provoquer l'enracinement et le bourgeonnement des fragments détachés de végétaux (tige, racine ou feuille). La bouture est un fragment de tige portant des nœuds destiné pour produire une nouvelle plante identique à la plante mère. Les boutures ont

été prélevées à différents niveaux (basal, médiane et apical) sur un rameau (Figure 8). Pour chaque niveau de prélèvement, 35 boutures ont été préparées.

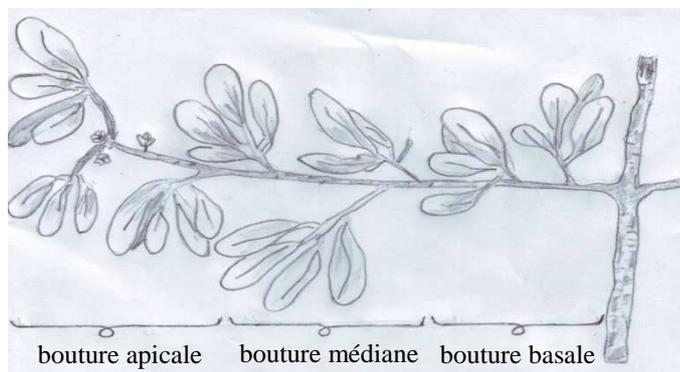


Figure 8: Rameau de la plante mère

### 3.3.2 Préparation des boutures

Pour toutes les espèces, des rameaux sains, lignifiés, de 20cm de long et 2cm de diamètre et portant au moins deux nœuds sont coupés à partir de la plante mère pour fournir les boutures. Selon la méthode de HUSEN et MOHINDER (2006), la partie supérieure de la bouture est coupée en oblique et la partie inférieure en V (Figure 9).

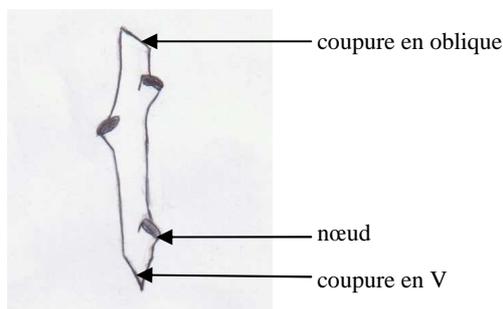


Figure 9: Bouture avant repiquage

### 3.3.3 Repiquage

Les boutures sont plantées sur sol humide pendant 18 jours en position oblique de 35° (Photo 8). Ces boutures ont été ensuite repiquées dans des sachets plastiques contenant 60% de terre noire, 20% d'humus, 10% de sable et 10% de terre rouge. La partie en forme de V comportant un nœud doit être enfouie dans le substrat. Le nœud est le point le mieux disposé à l'enracinement (CLAUDE, 1996).



Photo 8: Repiquage en oblique de 35° des boutures sur sol humide

## 4-Restauration écologique

La restauration écologique vise à la récupération d'un écosystème dégradé, endommagé ou détruit (TRIOLO, 2005). Elle a pour objectif de répondre aux besoins écologiques et économiques de la population pour une conservation durable de la biodiversité. Plus spécifiquement, cette étude essaye de promouvoir la plantation des espèces étudiées en vue de restaurer les fonctions écologiques et économiques de la forêt de Vohimana.

### 4.1 Sites de restauration

Le reboisement a été effectué dans deux sites:

- **Site 1:** C'est le site de restauration de FOREAIM (Photo 9), localisé à Vohimana, près du terrain reboisé les deux années auparavant pour la continuité des travaux. Il s'agit d'un savoka à *Psiadia altissima* âgé de 8ans, à proximité de la forêt primaire (Photo 10).
- **Site 2:** Le site privé appartenant à un paysan à Ambodikijy qui a volontairement collaboré avec le projet. Il s'agit d'un savoka à *Psiadia altissima* et à *Clidemia hirta* âgé de 17ans.

Planche 1: Sites de plantation



**Photo 9:** Site de restauration de FOREAIM



**Photo 10:** Savoka à *Psiadia altissima* de 8 ans à proximité de la forêt primaire (en arrière plan)

### 4.2 Préparation de la plantation

Différentes étapes ont été suivies pour préparer le terrain de plantation à savoir le défrichage sur une ligne large de 2m suivant la ligne de pente dans les deux sites et la trouaison de 40cm x 40cm x 40cm marquée par un piquet. Les trous sont espacés de 2m.

### 4.3 Plantation

Le reboisement a été effectué au mois de février 2009 pour le site 1 et au mois de décembre 2010 pour le site 2.

D'abord, des débris végétaux ont été déposés dans le trou. La terre rouge et l'humus viennent ensuite. Les plants sont posés bien droits dans les trous, qui sont ensuite recouverts de terre noire ou d'humus. Les plants de différentes espèces sont plantés en alternance et selon leurs exigences écologiques.

**PARTIE III:**  
*Résultats*  
*et*  
*Interprétations*

### 1- Espèces étudiées

D'après les enquêtes ethnobotaniques et les critères de sélection des espèces, notre choix s'est porté sur cinq espèces (Tableau 1):

- *Asteropeia micraster* H. Hallier (ASTEROPEIACEAE);
- *Cinnamosma madagascariensis* P. Danguy (CANELLACEAE);
- *Colubrina faralaotra* (H.Perrier) Capuron (RHAMNACEAE);
- *Cryptocaria thouvenotii* (Danguy) Kosterm (LAURACEAE);
- *Gaertnera humblotii* Drake (RUBIACEAE).

**Tableau 1:** Espèces sélectionnées et leurs caractéristiques

Critères des espèces Espèces	endémique	rare/menacée	Utilisations
<i>Asteropeia micraster</i>	+	+	- bois de construction - bois d'œuvre
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	+	+	- <b>bois</b> de construction, bois d'œuvre - <b>tige</b> : contre les mauvais esprits - <b>écorce</b> : vermifuge, antitussive, stimulante et tonique, traitement du paludisme et de la colique - <b>fruit</b> : nourriture des lémuriers
<i>Colubrina faralaotra</i>	+	+	- <b>bois</b> : très apprécié en construction, en menuiserie ou comme traverses de chemin de fer
<i>Cryptocaria thouvenotii</i>	+	+	- bois de construction et bois d'œuvre
<i>Gaertnera humblotii</i>	+	+	- <b>bois</b> d'œuvre - <b>écorce</b> : traitement des maux de tête - <b>feuille</b> : huile essentielle, traitement des plaies

Des fiches techniques comportant les détails des caractéristiques biologiques des espèces étudiées sont présentées en annexe 3.

## 2- Autoécologie des espèces étudiées

### 2.1 Caractéristiques des habitats des espèces étudiées

#### 2.1.1 Localisation des sites d'étude

L'étude a été menée dans les lieux où poussent les espèces cibles (Tableau 2).

**Tableau 2:** Localisation et caractéristiques des sites d'étude des espèces choisies

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7	Site 8
<b>Commune</b>	AMBATOVOLA	AMBATOVOLA	AMBATOVOLA	AMBATOVOLA	AMBATOVOLA	AMBATOVOLA	AMBATOVOLA	AMBATOVOLA
<b>Localité</b>	Vohimana	Vohimana	Vohimana	Vohimana	Vohimana	Vohimana	Vohimana	Anjiromanga
<b>Type de formation</b>	Forêt primaire	Forêt exploitée	Forêt primaire	Forêt exploitée	Forêt à <i>Eucalyptus</i>	Forêt secondaire	Forêt secondaire	Jachère
<b>Latitude</b>	18°55'21.9''	18°55'14.2''	18°57'21.9''	18°56'18.9''	18°56'18.9''	18°56'07.1''	18°32'11.4''	18°55'02.9''
<b>Longitude</b>	48°30'44.3''	48°30'55.1''	48°32'44.4''	48°30'38.7''	48°30'38.7''	48°31'17.4''	48°32'11.4''	48°31'07.1''
<b>Altitude</b>	815	800	800	815	747	540	350	717
<b>Pente (°)</b>	45	55	45	55	60	60	70	75
<b>Espèces étudiées</b>	<i>Asteropeia micraster</i>	<i>Asteropeia micraster</i>	<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	<i>Colubrina faralaotra</i>	<i>Colubrina faralaotra</i>	<i>Cryptocaria thouvenotii</i>	<i>Gaertnera humblotii</i>

#### 2.1.2 Caractéristiques pédologiques des sites d'étude

Sous les différents types de formations végétales (forêt primaire, forêt secondaire, forêt à *Eucalyptus* et jachère), le nombre et l'épaisseur de chaque horizon varient avec la nature du sol. Les horizons A (A00, A0 et A1) sont représentés sur toutes les formations. La forêt primaire à *Asteropeia micraster* et à *Cinnamosma madagascariensis* présente l'horizon B1. L'horizon B2 est observé uniquement sous les formations à *Colubrina faralaotra* et sous la jachère, où poussent *Gaertnera humblotii*.

Le sol est profond dans les formations à *Asteropeia micraster*, *Cinnamosma madagascariensis*, *Colubrina faralaotra* et *Gaertnera humblotii* (de 47 à 75cm) sauf pour la forêt secondaire, formation à *Cryptocaria thouvenotii* où la profondeur ne dépasse pas 31cm.

L'horizon A des formations à *Asteropeia micraster* et à *Cinnamosma madagascariensis* est profond de 35 à 61cm traduisant un sol riche en matières organiques. Il est de 16cm à 30cm dans les formations à *Colubrina faralaotra*, dans la forêt secondaire (habitat de *Cryptocaria thouvenotii*) et dans la jachère (où poussent *Gaertnera humblotii*) indiquant un sol moyennement riche en matières organiques. L'agencement de ces horizons montre qu'il s'agit de sol ferrallitique (Tableau 3).

**Tableau 3:** Caractéristiques pédologiques des lieux où poussent les espèces étudiées

Espèces	Type de formation	Horizon	Profondeur (cm)	Activité biologique	Texture	Structure	Couleur	Particula-rité
<i>Asteropeia micraster</i>	forêt primaire	A <sub>00</sub>	5	forte	limoneuse	particulaire	brun foncé	litière
		A <sub>0</sub>	10	forte	limon très sableux	grume leuse	brun foncé	humus
		A <sub>1</sub>	31	moyenne	limon très sableux	particulaire	brun foncé	
		B <sub>1</sub>	12	faible	limon très sableux	particulaire	jaune rougeâtre	présence de fer
<i>Asteropeia micraster</i> et <i>Cinnamosma madagascariensis</i>	forêt exploitée	A <sub>00</sub>	6	forte		particulaire	noire	litière
		A <sub>0</sub>	30	forte	limon sableux	grume leuse	brun rougeâtre	humus
		A <sub>1</sub>	25	moyenne	limon sableux	particulaire	brun foncé	
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	forêt primaire	A <sub>00</sub>	8					litière
		A <sub>0</sub>	17	forte	limoneuse	grume leuse	brun rougeâtre	humus
		A <sub>1</sub>	10	moyenne	limon très sableux	particulaire	brun foncé	accumulation de l'humus
		B <sub>1</sub>	40	faible	limon très sableux	particulaire	brun foncé	accumulation de l'humus
<i>Colubrina faralaotra</i>	forêt secondaire	A <sub>00</sub>	2					litière
		A <sub>0</sub>	8	forte	limon très sableux	grume leuse	brun	humus
		A <sub>1</sub>	11	moyenne	limon très sableux	particulaire	jaune rougeâtre	zone de transition
		B <sub>1</sub>	14	faible	limon très sableux	particulaire	jaune rougeâtre	
		B <sub>2</sub>	12	faible	limon très sableux	particulaire	jaune rougeâtre	
<i>Colubrina faralaotra</i>	forêt à <i>Eucalyptus</i>	A <sub>00</sub>	13			particulaire	jaune rougeâtre	litière
		A <sub>0</sub>	3	forte	limon argilo sableux	grume leuse	brun noirâtre	humus
		A <sub>1</sub>	14	moyenne	limon argilo sableux	particulaire	jaune rougeâtre	zone de transition
		B <sub>1</sub>	20	faible	limon argilo sableux	particulaire	jaune rougeâtre	
		B <sub>2</sub>	15	faible	limon argilo sableux	particulaire	jaune rougeâtre	
<i>Cryptocaria thouvenotii</i>	forêt secondaire	A <sub>00</sub>	5	forte			noire	litière
		A <sub>0</sub>	5		limon argileux	grume leuse	brun	humus
		A <sub>1</sub>	21	moyenne	limon sableux	particulaire	jaune brunâtre	
<i>Gaertnera humblotii</i>	jachère	A <sub>00</sub>	2			particulaire	noire	litière
		A <sub>0</sub>	4	forte	limoneuse	grume leuse	jaune	humus
		A <sub>1</sub>	10	moyenne	sable limoneux	particulaire	jaune brunâtre	zone de transition entre horizon A et B
		B <sub>1</sub>	10	faible	sable limoneux	particulaire	jaune	
		B <sub>2</sub>	25	faible	sable limoneux	particulaire	jaune	accumulation de l'humus

2.1.3 Structure de la végétation, flore associée et régénération naturelle

❖ Formations à *Asteropeia micraster*

*Asteropeia micraster* pousse dans la forêt primaire et dans la forêt exploitée.

➤ Site 1 : Forêt primaire à *Asteropeia micraster*

◆ Caractère édaphique

Dans la forêt primaire, *Asteropeia micraster* préfère le sol profond à structure particulière, texture limono très sableuse avec une litière épaisse (5cm). Le sol est riche en matières organiques. L'horizon A est assez épais (45cm). Il n'y a pas d'horizon B2.

◆ Structure de la végétation

- Structure verticale du site 1

Trois strates ont été identifiées dans la forêt (Figure 18):

- **Strate inférieure (0-2m):** Les espèces les plus représentatives sont *Megastachya micronata*, *Vernonia dissoluta* et *Carex pyramidalis*. Le taux de recouvrement de cette strate est de 75%;

- **Strate moyenne (2-6m):** Nous avons recensé treize espèces dont *Oncostemum elephantipes* et *Psychotria apoda* sont les plus dominantes. Cette strate est un peu ouverte avec un taux de recouvrement de 65%;

- **Strate supérieure (6-10m):** formée par quatorze espèces dont *Weinmannia rutembergii* et *Beilschmiedia sary* sont les mieux représentées. Le taux de recouvrement est de 40% favorisant le développement de la strate moyenne et de la strate inférieure (Figure 19).

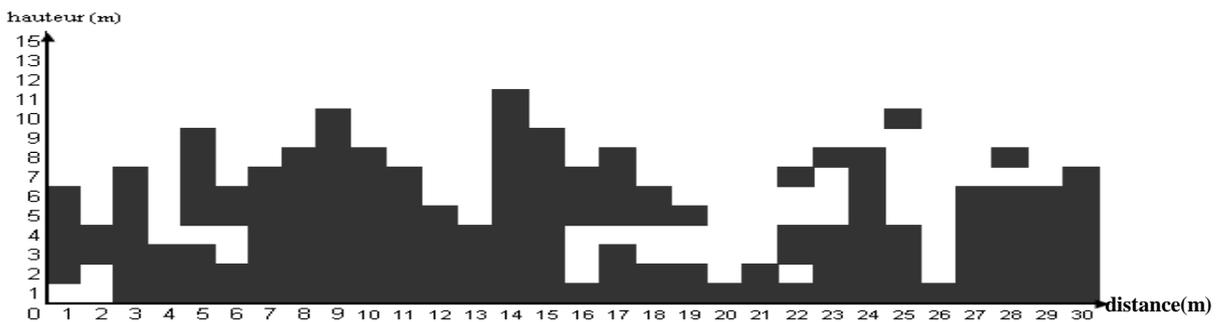


Figure 18: Structure verticale de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt primaire

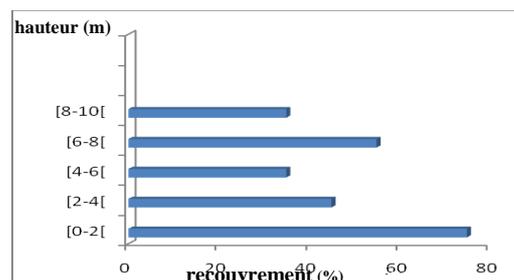


Figure 19: Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt primaire

**- Structure horizontale du site 1**

Nous avons recensé 572 individus dans 1000m<sup>2</sup>, 82 d’entre eux ont un DHp supérieur ou égal à 10cm. La surface terrière est de 32m<sup>2</sup>/ ha équivalente à un biovolume de 98m<sup>3</sup>/ha. Le potentiel en bois est relativement élevé. La liste floristique de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt primaire est donnée en Annexe 4.

**◆ Flore associée à *Asteropeia micraster***

Les espèces les plus associées à *Asteropeia micraster* dans la forêt primaire sont *Eugenia rotrala* (15%), *Weinmannia madagascariensis* (15%), *Anthocleista longifolia* (10%), *Euphorbia tetraptera* (10%), *Faucherea laciniata* (10%), *Uapaca thouarsii* (10%) et *Symphonia kijy* (10%) (Figure 20). Les familles ayant une affinité avec cette espèce sont les Myrtaceae (15%) et Cunoniaceae (15%). La liste des familles et des espèces associées à l’espèce cible est présentée en Annexe 5.

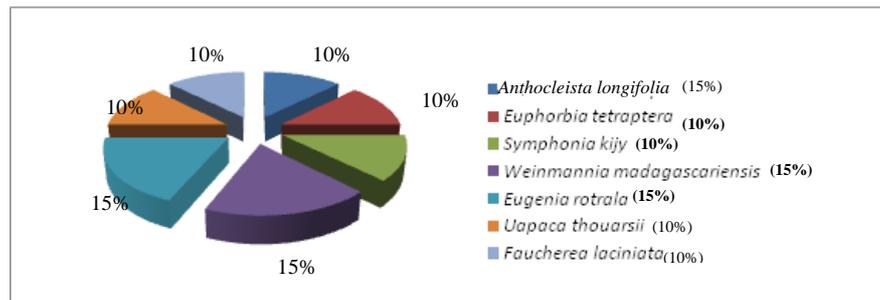


Figure 20: Espèces les plus associées à *Asteropeia micraster* dans la forêt primaire

**◆ Régénération naturelle d’*Asteropeia micraster***

Le stock disponible dans 1000m<sup>2</sup> est de 47 individus d’*Asteropeia micraster*. Les individus de régénération ayant un diamètre inférieur à 10cm sont plus nombreux que les individus semenciers. Parmi les 49 individus recensés, dix ont un diamètre supérieur à 10cm expliqué par la courbe irrégulière de la figure 21. Le taux de régénération d’*Asteropeia micraster* est égal à 390%. Cette espèce possède une régénération moyenne dans le site 1. Aucune exploitation forestière et aucun tavy n’a été recensé dans cette formation.

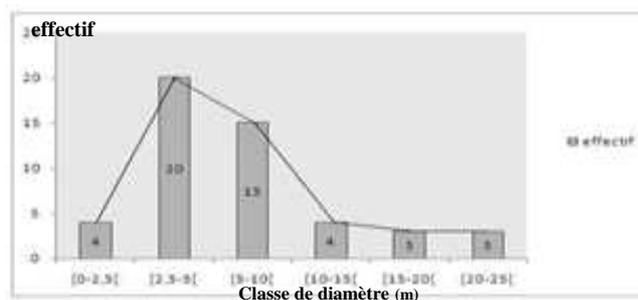


Figure 21: Distribution des individus d’*Asteropeia micraster* selon la classe de diamètre dans la forêt primaire

➤ **Site 2: Forêt exploitée à *Asteropeia micraster***

◆ **Caractère édaphique**

*Asteropeia micraster* a tendance à se développer sur sol profond à structure particulière, texture limono sableuse dans la forêt exploitée. Il n'y a pas d'horizon B. La litière est épaisse (6cm). L'horizon A est développée (61cm). Le sol est donc riche en matière organique.

◆ **Structure de la végétation**

**- Structure verticale du site 2**

La formation présente trois strates (Figure 22):

- **0 à 2m**: strate inférieure dominée par *Canthium medium*, *Sticherus petiolare*, *Megastachya micronata* et *Vernonia dissoluta*, avec un taux de recouvrement de 60%;
- **2 à 6m**: strate moyenne formée par *Canthium medium*, *Eugenia* sp2, *Oncostemum elephantipes*, *Garcinia pauciflora* et *Gaertnera obovata* avec un taux de recouvrement de 50%;
- **6 à 10m**: strate supérieure formée surtout par *Garcinia pauciflora*, *Weinmannia stenostachya* et *Asteropeia micraster* avec un taux de recouvrement de 35% (Figure 23).

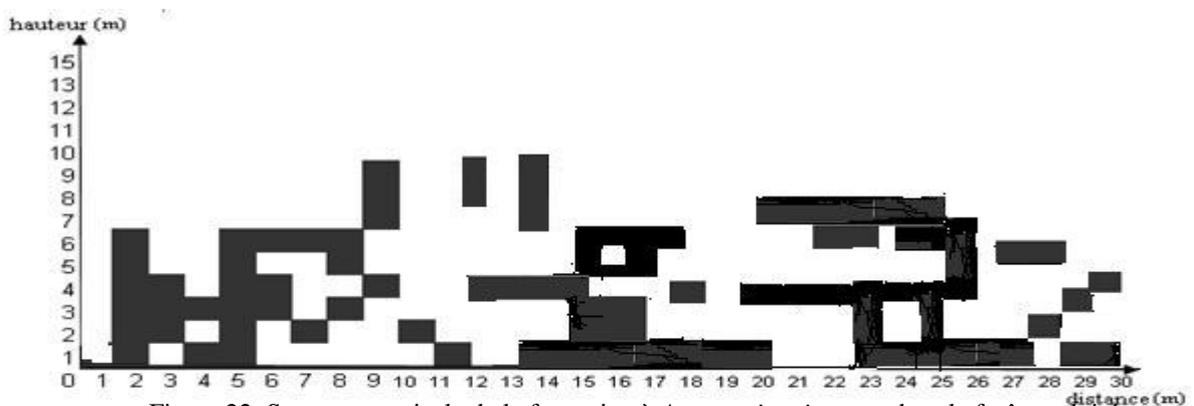


Figure 22: Structure verticale de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt exploitée

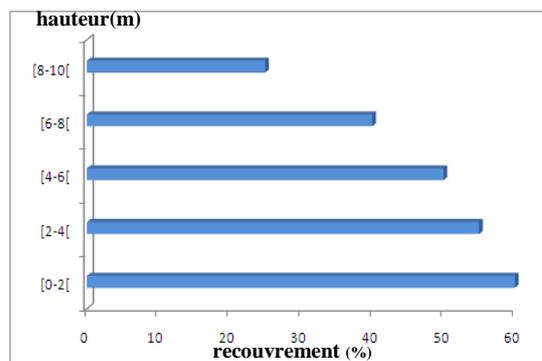


Figure 23: Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt exploitée

**- Structure horizontale du site 2**

Nous avons inventorié 255 individus avec 175 individus semenciers de DHp supérieur à 10cm dans 1000m<sup>2</sup>. La surface terrière est de 25m<sup>2</sup>/ha et le biovolume est de 47m<sup>3</sup>/ha. Comparé à la formation primaire, le biovolume est faible. Aucun individu de DHp supérieur à 50cm n'a été recensé. Ceci indique l'existence d'anciennes exploitations dans ce site. En effet, le terme « forêt écrémée ou forêt exploitée » semble plus approprié pour cette formation.

La liste floristique de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt exploitée est donnée dans l'Annexe 6.

**◆ Flore associée à *Asteropeia micraster***

Les espèces associées à *Asteropeia micraster* dans la forêt exploitée sont *Nuxia capitata* (20,83%), *Uapaca thouarsii* (16,66%), *Weinmannia madagascariensis* (16,66%), *Rheedia madagascariensis* (12,5%) et *Uapaca densifolia* (12,33%) (Figure 24). Les familles les plus associées à *Asteropeia micraster* sont les Euphorbiaceae (29,16%), Loganiaceae (20,83%), Cunoniaceae (16,66%) et Clusiaceae (12,5%). L'Annexe 5 montre la liste des espèces et des familles associées à *Asteropeia micraster*.

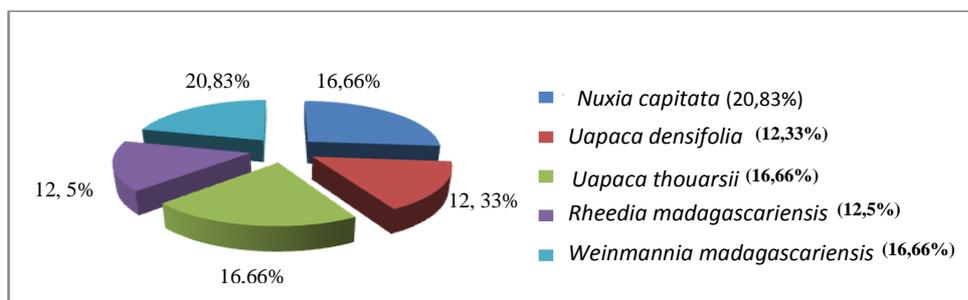


Figure 24: Espèces les plus associées à *Asteropeia micraster* dans la forêt exploitée

**◆ Régénération naturelle d'*Asteropeia micraster***

Quatorze individus d'*Asteropeia micraster* ont été recensés dans 1000m<sup>2</sup> dont six individus régénérés et huit individus semenciers. Ainsi, le taux de régénération est faible de l'ordre de 75% montré par la courbe irrégulière de la figure 25. En effet, *Asteropeia micraster* est un grand arbre atteignant 20m de hauteur, situé au sommet d'une colline à pente forte. Les graines ont été probablement disséminées par le vent loin du pied mère. Ainsi, nous n'avons observé aucune plantule de germination inférieure à 2,5cm ou des régénérants. La rareté de l'espèce pourrait être due à une exploitation abusive des bois et a entraîné la disparition des grands arbres de plus de 25cm de diamètre.

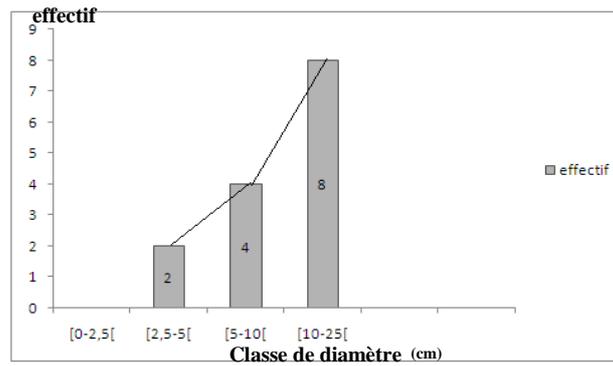


Figure 25: Distribution des individus d'*Asteropeia micraster* selon la classe de diamètre dans la forêt exploitée

### ❖ Formations à *Cinnamosma madagascariensis*

*Cinnamosma madagascariensis* se rencontre dans la forêt primaire et la forêt exploitée.

#### ➤ Site 3: Forêt primaire à *Cinnamosma madagascariensis*

##### ◆ Caractère édaphique

*Cinnamosma madagascariensis* a de préférence écologique un sol profond à structure particulière, texture limono sableuse. La litière est épaisse (8cm). Le sol est riche en matière organique. L'horizon B2 manque.

##### ◆ Structure de la végétation

##### - Structure verticale du site 3

Trois strates ont été observées (Figure 26):

- **0 à 4m:** strate inférieure dominée par *Canthium medium*, *Vernonia dissoluta* et *Megastachya micronata*; avec un taux de recouvrement de 80% (Figure 27);

- **4 à 7m:** strate moyenne, continue. Les espèces dominantes sont *Eugenia beneri* et *Gaertnera obovata* avec un taux de recouvrement de 70%;

- **7 à 11 m:** strate supérieure formée surtout par *Beilschmiedia sary*, *Gaertnera obovata* et *Diospyros gracilipes* avec un taux de recouvrement de 60%.

*Schefflera voantsilana* et *Ocotea leavis* représentent les émergents.

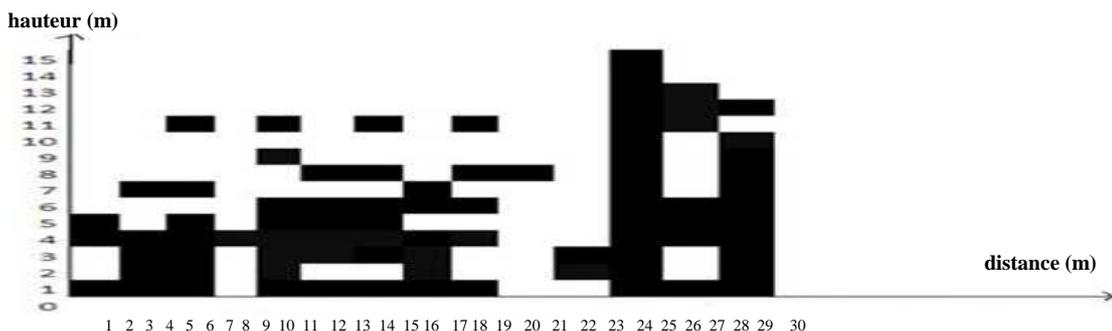
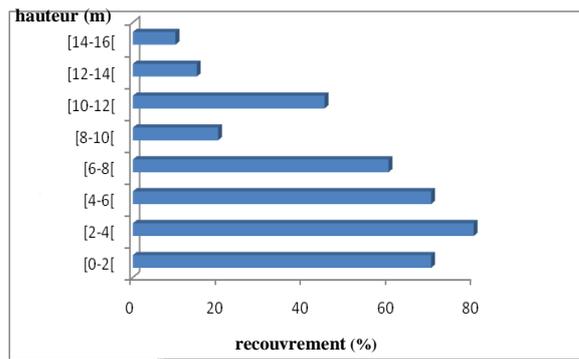


Figure 26: Structure verticale de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt primaire



**Figure 27:** Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt primaire

### - Structure horizontale du site 3

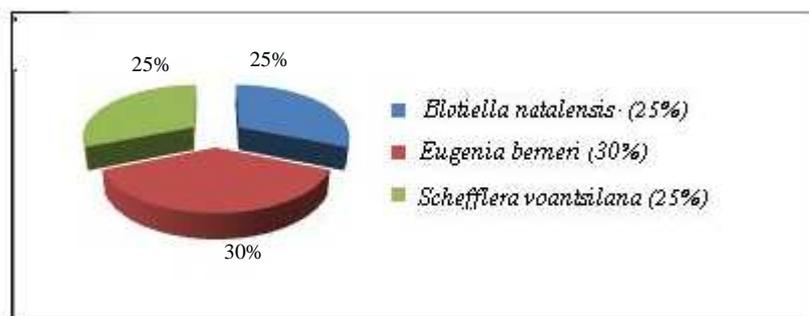
Nous avons recensé 421 individus dans 1000m<sup>2</sup>. La surface terrière est de 62m<sup>2</sup>/ha avec un biovolume équivalent à 305m<sup>3</sup>/ha. Ces valeurs montrent que la formation a une très bonne potentialité en bois.

L'Annexe 7 donne la liste floristique de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt primaire.

#### ◆ Flore associée à *Cinnamosma madagascariensis*

Trois espèces sont associées à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt primaire: *Eugenia beneri* (30%), *Blotiella natalensis* (25%) et *Schefflera voantsilana* (25%) (Figure 28).

Les familles des Myrtaceae (30%), Dennstaedtiaceae (25%) et Araliaceae (25%) sont étroitement liées à cette espèce (Annexe 5).



**Figure 28:** Espèces les plus associées à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt primaire

#### ◆ Régénération naturelle de *Cinnamosma madagascariensis*

Nous avons observé vingt individus régénérés et quinze individus semenciers de *Cinnamosma madagascariensis* dans 20m x 50m présenté par la courbe irrégulière de la figure 29. Le taux de régénération de 133% montre que l'espèce présente une régénération moyenne.

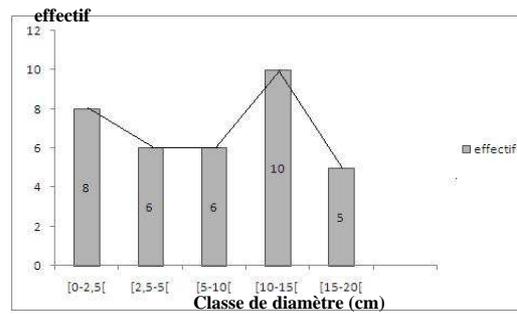


Figure 29: Distribution des individus de *Cinnamosma madagascariensis* selon la classe de diamètre dans la forêt primaire

➤ **Site 4: Forêt exploitée à *Cinnamosma madagascariensis***

◆ **Caractère édaphique**

Dans la forêt exploitée, *Cinnamosma madagascariensis* est capable de vivre sur sol profond à structure particulière, texture limono sableuse. Il n'y a pas d'horizon B. La litière est épaisse (6cm). L'horizon A est développée (61cm). Le sol est donc riche en matière organique.

◆ **Structure de la végétation**

- **Structure verticale du site 4**

Trois strates constituent cette formation (Figure 30):

- **strate inférieure de 0 à 4m:** formée par *Carex pyramidalis*, *Megastachya micronata* et *Vernonia dissoluta* avec un taux de recouvrement de 75%;
- **strate moyenne de 4 à 7m:** avec les espèces représentatives suivantes: *Oncostemum elephantipes* et *Psychotria apoda*. Le taux de recouvrement est de 60%;
- **strate supérieure de 7 à 11m:** formée surtout par *Beilschmiedia sary* et *Eugenia rotrala* avec un taux de recouvrement de 50% (Figure 31).

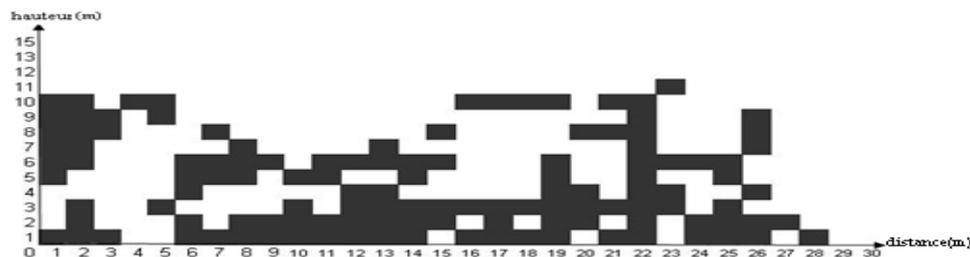


Figure 30: Structure verticale de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt exploitée

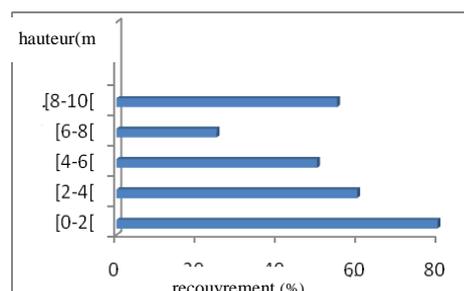


Figure 31: Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt exploitée

- **Structure horizontale du site 4**

Nous avons recensé 302 individus de *Cinnamosma madagascariensis* dans 1000m<sup>2</sup>. La surface terrière est égale à 21m<sup>2</sup>/ha et le biovolume à 42m<sup>3</sup>/ha. Le biovolume est expliqué par l'exploitation dans les années 60 dans la zone d'après la communication personnelle des guides.

L'Annexe 8 présente la liste floristique de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt exploitée.

◆ **Flore associée à *Cinnamosma madagascariensis***

Les espèces associées à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt exploitée sont *Uapaca thouarsii* (20,83%), *Eugenia beneri* (25%), et *Uapaca densifolia* (25%) (Figure 32).

*Cinnamosma madagascariensis* est étroitement liée aux familles des Euphorbiaceae (45,83%) et Myrtaceae (25%) (Annexe 5).

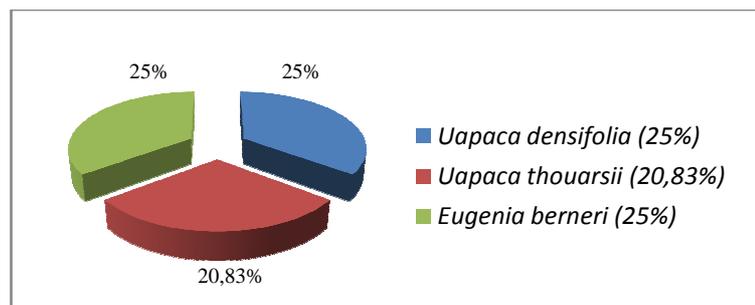


Figure 32: Espèces les plus associées à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt exploitée

◆ **Régénération naturelle de *Cinnamosma madagascariensis***

Nous avons recensé 17 individus de *Cinnamosma madagascariensis* dans 1000m<sup>2</sup> dont sept régénérés et dix semenciers expliqué par la courbe très irrégulière de la figure 33. Le taux de régénération de *Cinnamosma madagascariensis* de 70% indique qu'il y a une difficulté de régénération. Le faible taux de régénération peut être du:

- à l'absence de multiplication végétative;
- à la production très faible de graines;
- consommation des fruits sucrés par les lémuriers (d'après les guides).
- l'exploitation abusive des bois dans cette zone et dans les environs par les bûcherons.

Tout ceci rend difficile ou même impossible la régénération de l'espèce. Mais si des mesures sont prises dans la gestion de la forêt, la régénération sera possible.

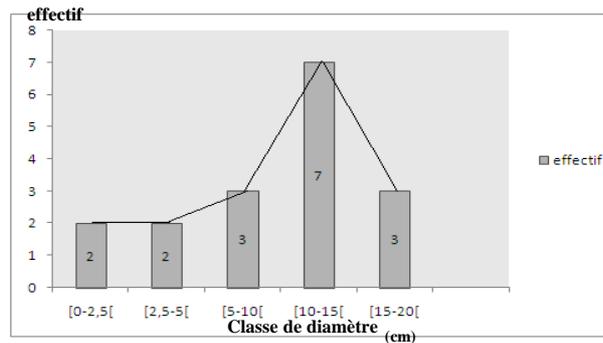


Figure 33: Distribution des individus de *Cinnamosma madagascariensis* selon la classe de diamètre dans la forêt exploitée

### ❖ Formations à *Colubrina faralaotra*

*Colubrina faralaotra* se rencontre dans la forêt à *Eucalyptus* et dans la forêt secondaire.

#### ➤ Site 5: Forêt à *Eucalyptus* à *Colubrina faralaotra*

##### ◆ Caractère édaphique

Le sol est profond et est caractérisé par une structure particulière, texture limono argilo sableuse. La litière est épaisse (13cm). L'horizon A est peu profond indiquant un sol moyennement riche en matières organiques.

##### ◆ Structure de la végétation

##### - Structure verticale du site 5

Deux strates ont été observées (Figure 34):

- **Strate inférieure (0-1m):** formée par *Macaranga cuspidata*, *Hedichyum peregrinum*, *Oncostemum platicladium*, *Flagellaria indica*, *Clidemia hirta*, *Psiadia altissima* et *Harongana madagascariensis* avec un taux de recouvrement de 70%;

- **Strate supérieure (1-4m):** constituée par *Eucalyptus* sp, *Oncostemum platicladium*, *Colubrina faralaotra* et *Hedichyum peregrinum*. Le taux de recouvrement est de 30% (Figure 35).

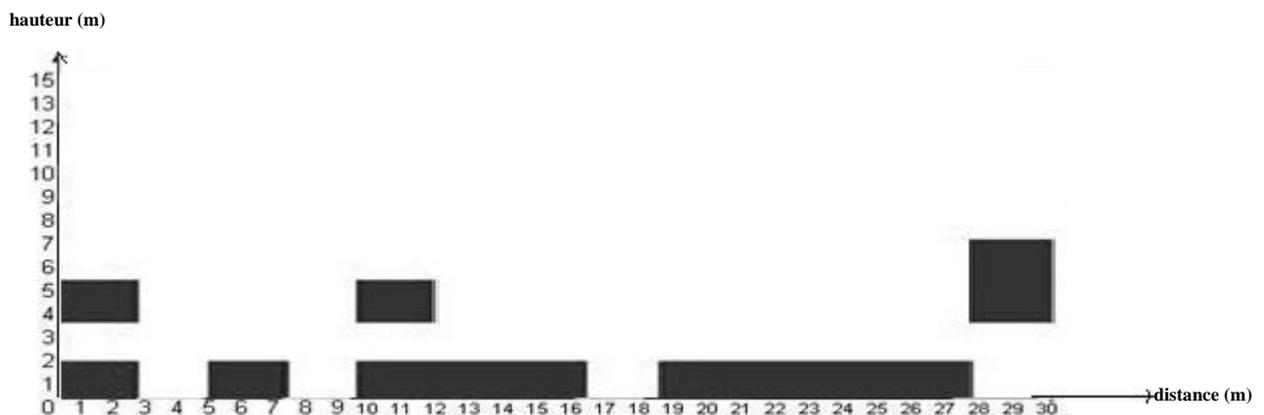
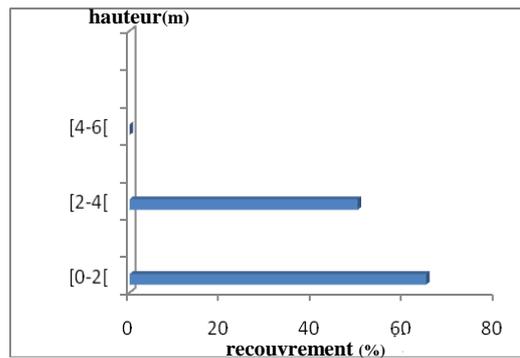


Figure 34: Structure verticale de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt à *Eucalyptus*



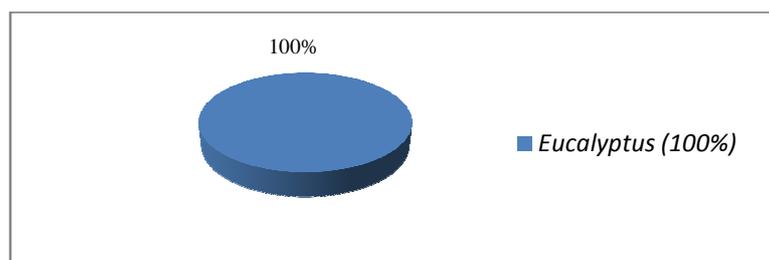
**Figure 35:** Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt à *Eucalyptus*

### - Structure horizontale du site 5

Nous avons recensé 399 individus dans 1000m<sup>2</sup>. La surface terrière est de 19m<sup>2</sup>/ha équivalente à un biovolume de 37m<sup>3</sup>/ha indiquant un faible potentiel en bois. La rareté des arbres à gros diamètre et à hauteur élevée est due à l'abattage de ces individus favorisé par la facilité d'accès dans cette zone et la proximité des villages. L'Annexe 9 exprime la liste floristique de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt à *Eucalyptus*.

#### ◆ Flore associée à *Colubrina faralaotra*

*Eucalyptus* est la seule espèce associée à *Colubrina faralaotra* dans la forêt à *Eucalyptus* (Figure 36). Myrtaceae (100%) est la famille la plus associée à *Colubrina faralaotra* (Annexe 5).



**Figure 36:** Espèce la plus associée à *Colubrina faralaotra* dans la forêt à *Eucalyptus*

#### ◆ Régénération naturelle de *Colubrina faralaotra*

Ce site n°5 a été une jachère de 6-8ans qui plus tard a été reboisé avec des *Eucalyptus*. Avant la jachère, *Colubrina faralaotra* avait occupé une large superficie dans cette zone mais à cause des feux de tavy et l'abattage pour la fabrique du charbon, les arbres se sont raréfiés et ne dépassent pas 15m de hauteur. De plus, le site est facilement accessible. Nous n'avons recensé que treize individus de *Colubrina faralaotra* dans 1000m<sup>2</sup> dont cinq régénérés et huit semenciers expliqué par la courbe très irrégulière dans la figure 37. Le taux de régénération de

*Colubrina faralaotra* sur ce site est de l'ordre de 62,5%. L'espèce est aussi pyrophyte car elle possède une écorce épaisse. Nous avons aussi remarqué que l'espèce est attaquée par des chenilles qui dévorent les feuilles.

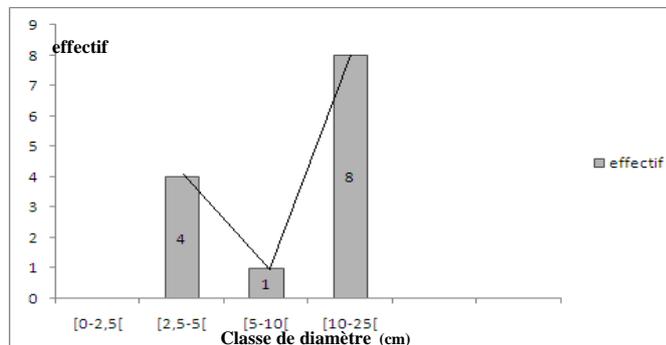


Figure 37: Distribution des individus de *Colubrina faralaotra* selon la classe de diamètre dans la forêt à *Eucalyptus*

➤ Site 6: Forêt secondaire à *Colubrina faralaotra*

◆ Caractère édaphique

Dans les forêts secondaires, *Colubrina faralaotra* se développe sur sol profond à structure particulière, texture limono très sableuse. La litière est peu épaisse (2cm). L'horizon A est peu profond traduisant un sol moyennement riche en matières organiques.

◆ Structure de la végétation

- Structure verticale du site 6

Cette formation présente trois strates (Figure 38):

- **0-2m:** strate inférieure constituée surtout par *Dracaena reflexa* avec un taux de recouvrement de 75% (Figure 39);
- **2-7m:** strate moyenne formée par onze espèces dont les plus représentatives sont *Macaranga cuspidata* et *Coffea mangoroensis*;
- **7-12m:** strate supérieure dont les espèces les plus représentatives sont *Dracaena reflexa* et *Scolopia madagascariensis*. Une espèce émergente a été observée: *Coffea mangoroensis*.

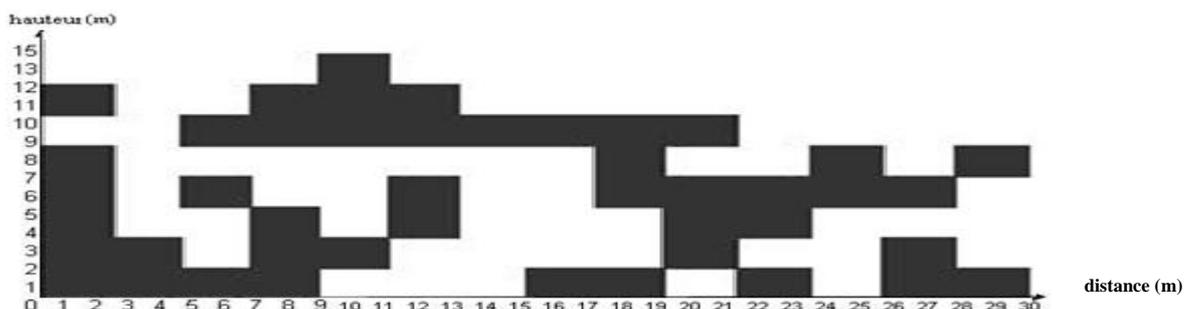


Figure 38: Structure verticale de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt secondaire

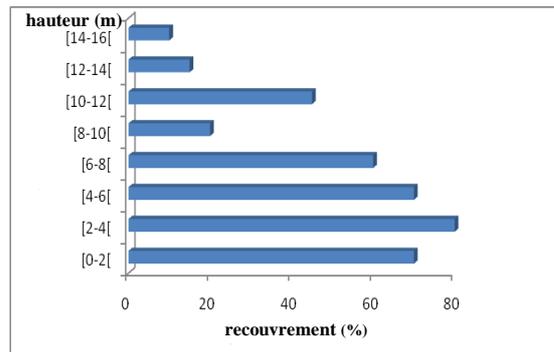


Figure 39: Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt secondaire

### - Structure horizontale du site 6

Nous avons recensé 299 individus dans 1000m<sup>2</sup>. Les individus présentent une surface terrière égale à 12m<sup>2</sup>/ha et un biovolume de 35m<sup>3</sup>/ha. Les individus ayant un diamètre supérieur à 10cm sont rares. Le faible potentiel en bois est lié à la pente forte rendant difficile l'installation des grands arbres.

L'annexe 10 donne la liste floristique de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt secondaire.

#### ◆ Flore associée à *Colubrina faralaotra*

Les espèces associées à *Colubrina faralaotra* dans la forêt secondaire sont *Rheedia madagascariensis* (25%), *Croton mongue* (16,66%), *Crysophyllum boivinianum* (16,66%), *Eugenia goviala* (16,66%), *Entada louvelii* (12,5%) et *Pandanus palme* (12,5%) (Figure 40).

Au niveau de la famille, les Clusiaceae (25%), Sapotaceae (16,66%), Myrtaceae (16,66%), Euphorbiaceae (16,66%), Pandanaceae (12,5%) et Fabaceae (12,5%) ont une affinité avec *Colubrina faralaotra* (Annexe 5).

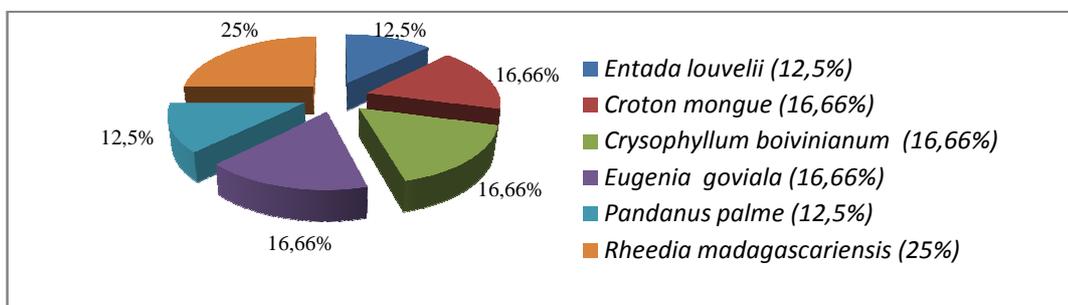


Figure 40: Espèces les plus associées à *Colubrina faralaotra* dans la forêt secondaire

◆ **Régénération naturelle de *Colubrina faralaotra***

Vingt six individus ont été recensés dans la surface de relevé de 1000m<sup>2</sup> avec vingt individus régénérés et six individus semenciers montrés par la courbe irrégulière des individus de *Colubrina faralaotra* dans la figure 41. Le taux de régénération est de 333%.

La population n'a pas pratiqué l'agriculture sur brûlis dans cette zone. *Colubrina faralaotra* a un potentiel de régénération moyen.

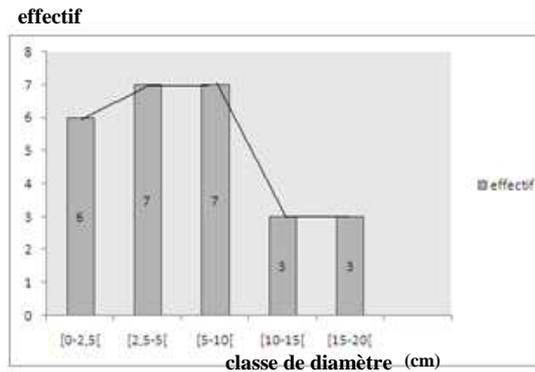


Figure 41: Distribution des individus de *Colubrina faralaotra* selon la classe de diamètre dans la forêt secondaire

❖ **Formation à *Cryptocaria thouvenotii***

*Cryptocaria thouvenotii* se rencontre uniquement dans la forêt secondaire.

➤ **Site 7: Forêt secondaire à *Cryptocaria thouvenotii***

◆ **Caractère édaphique**

*Cryptocaria thouvenotii* présente un sol peu profond à structure particulière, texture limono sableuse, moyennement riche en matières organiques. La litière est épaisse. L'horizon B2 manque.

◆ **Structure de la végétation**

- **Structure verticale du site 7**

La formation est formée par trois strates (Figure 42):

- **strate inférieure de 0-2m** dominée par *Vernonia dissoluta*, *Dracaena reflexa* et *Flagellaria indica*. Cette strate présente un taux de recouvrement de 70% (Figure 43).

- **strate moyenne de 2-4m** formée surtout par *Eugenia rotrala* et *Garcinia pauciflora*. Le taux de recouvrement de cette strate est de 50%;

- **strate supérieure de 4 à 10m** avec les espèces dominantes: *Weinmannia madagascariensis* et *Antidesma petiolare* avec un taux de recouvrement de 65%

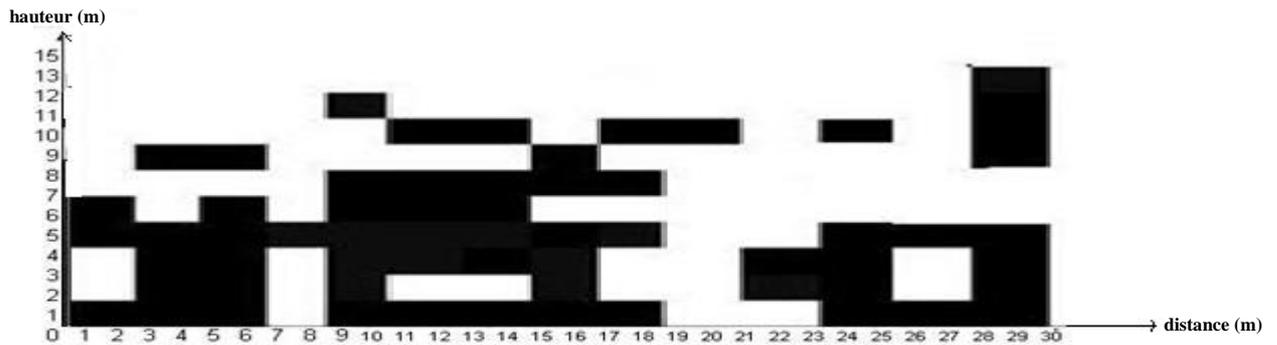


Figure 42: Structure verticale de la formation à *Cryptocaria thouvenotii* dans la forêt secondaire

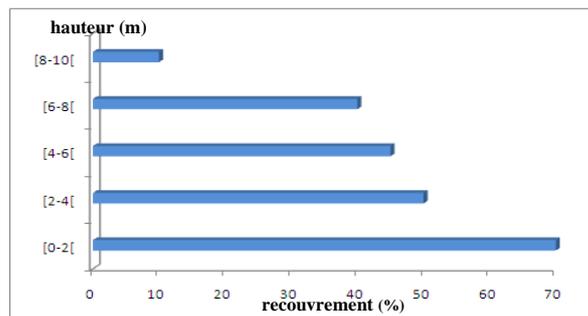


Figure 43: Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à *Cryptocaria thouvenotii* dans la forêt secondaire

### - Structure horizontale du site 7

Nous avons recensé 412 individus dans 1000m<sup>2</sup>. La surface terrière est de 40m<sup>2</sup>/ha équivalente à un biovolume de 112m<sup>3</sup>/ha. La surface terrière est élevée à cause de la présence d'individus à gros diamètre. Le biovolume est relativement élevé à cause de l'abondance d'arbres de grande taille atteignant 15m.

La liste floristique de la formation à *Cryptocaria thouvenotii* dans la forêt secondaire est montrée dans l'Annexe 11.

#### ◆ Flore associée à *Cryptocaria thouvenotii*

*Eugenia robary* (25%), *Schefflera voantsilana* (25%) et *Uapaca thouarsii* (20,83%) représentent les espèces associées à *Cryptocaria thouvenotii* (Figure 44). Les familles des Myrtaceae (25%), Araliaceae (25%) et Euphorbiaceae (20,83%) sont les plus associées à *Cryptocaria thouvenotii* (Annexe 5).

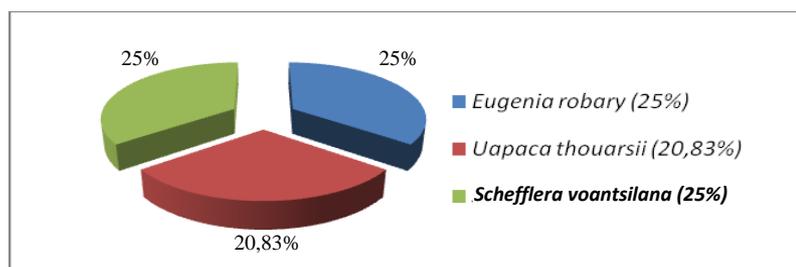


Figure 44: Espèces les plus associées à *Cryptocaria thouvenotii* dans la forêt secondaire

◆ **Régénération naturelle de *Cryptocaria thouvenotii***

Dans 1000m<sup>2</sup>, huit individus de *Cryptocaria thouvenotii* ont été recensés avec cinq individus semenciers et trois individus régénérés (Figure 45) présenté par la courbe très irrégulière dans la figure 37.

L'exploitation abusive du bois de cette espèce pour la construction et la menuiserie ne laisse que quelques pieds adultes. L'espèce présente un faible taux de régénération de 60%.

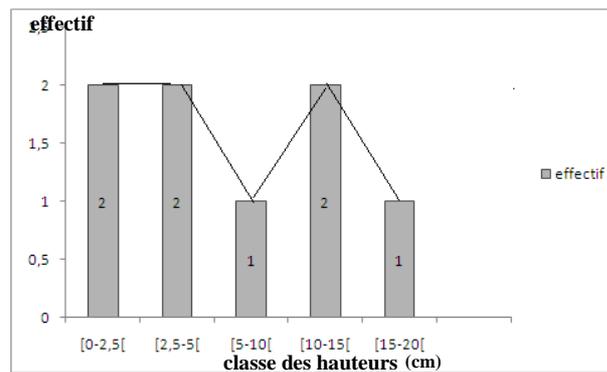


Figure 45: Distribution des individus de *Cryptocaria thouvenotii* selon la classe de diamètre dans la forêt secondaire

❖ **Formations à *Gaertnera humblotii***

*Gaertnera humblotii* pousse dans la forêt primaire et la jachère mais la difficulté d'accès dans la forêt primaire n'a pas permis de faire l'étude autoécologique de cette espèce dans cette formation.

➤ **Site 8: Jachère à *Gaertnera humblotii***

◆ **Caractère édaphique**

*Gaertnera humblotii* repose sur sol profond à structure particulière, texture sablo limoneuse. La litière est peu épaisse. Le sol est moyennement riche en matières organiques.

◆ **Structure de la végétation**

**- Structure verticale du site 8**

Deux strates ont été observées (Figure 46):

- **0 à 2m:** strate inférieure, dense. Les espèces prédominantes sont *Clidemia hirta* et *Aframomum angustifolium*;

- **2 à 4m:** strate supérieure, formée par neuf espèces dont les plus représentatives sont *Aframomum angustifolium* et *Campilospermum anceps*.

Les émergents sont *Eugenia jambos* et *Noronhia cruciata*. Ils peuvent atteindre jusqu'à 9m de hauteur. Le taux de recouvrement est de 75% dans la strate inférieure et 15%.

dans la strate supérieure (Figure 47). Ceci s'explique par la rareté des grands arbres. L'ouverture de la canopée favorise la pénétration de la lumière solaire jusqu'au sol privilégiant la germination et la dissémination des espèces graminéennes et des fougères.

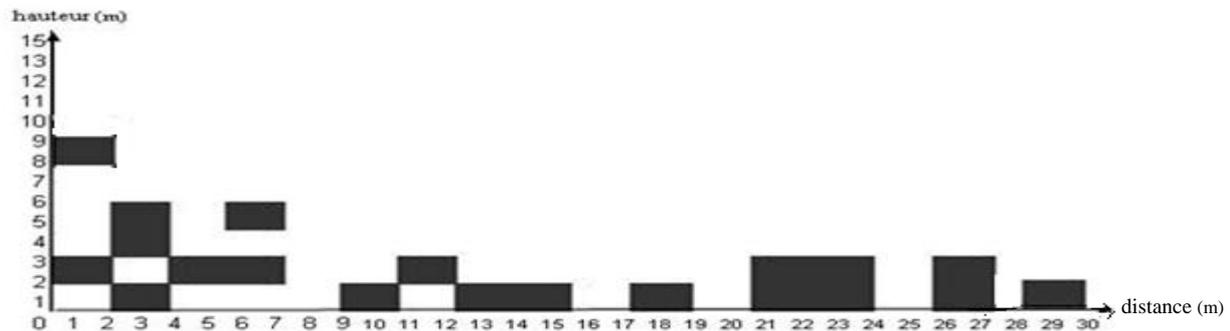


Figure 46: Structure verticale de la formation à *Gaertnera humblotii* dans la jachère

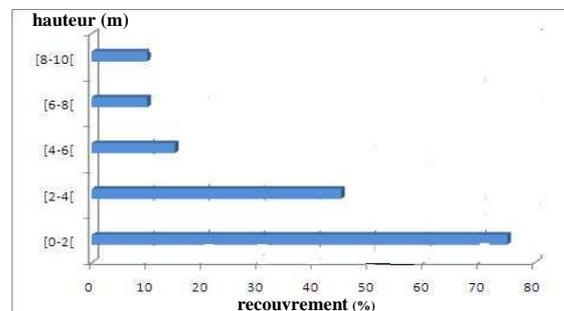


Figure 47: Diagramme de recouvrement par classe de hauteur de la formation à *Gaertnera humblotii* dans la jachère

### -Structure horizontale du site 8

Nous avons recensé 251 individus dans 1000 m<sup>2</sup>. La surface terrière est de 9m<sup>2</sup>/ha et le biovolume est de 13m<sup>3</sup>/ha. Ces valeurs montrent un faible potentiel en bois.

L'annexe 12 présente la liste floristique de la formation à *Gaertnera humblotii* dans la jachère.

#### ◆ Flore associée de *Gaertnera humblotii*

*Eugenia jambos* (64,38%), *Weinmannia madagascariensis* (20%) et *Agauria salicifolia* (14,38%) présentent une affinité avec l'espèce cible. Les Myrtaceae (64,38%), Cunoniaceae (20%) et Ericaceae (14,38%) sont les familles les plus fréquemment associées à cette espèce (Figure 48). Les familles et les espèces les plus associées à *Gaertnera humblotii* sont données en Annexe 5.

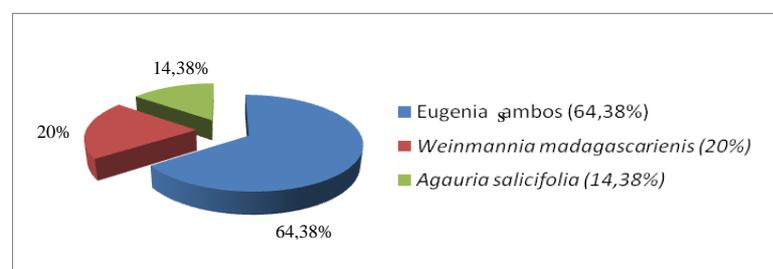


Figure 48: Espèces les plus associées à *Gaertnera humblotii* dans la jachère

◆ Régénération naturelle de *Gaertnera humblotii*

Nous avons recensé 195 individus de *Gaertnera humblotii* dans une surface de 1000m<sup>2</sup> avec 160 régénérés et 35 semenciers présentés par la courbe irrégulière de la figure 49. *Gaertnera humblotii* présente un taux de régénération de 457% indiquant une régénération moyenne. La production des fruits en quantité abondante, leur dissémination de type barochorie et le sol sableux permettent une assez bonne régénération de la plante.

*Gaertnera humblotii* se trouve dans les jachères à formations ouvertes. Elle se rencontre dans les forêts primaires (l'autoécologie n'a pas pu être faite dans cette formation car le milieu est inaccessible). Dans les autres formations fermées, les individus ne comportent ni fleurs ni fruits même à l'âge adulte. La luminosité dans ces formations n'est pas suffisante pour que les individus puissent se développer.

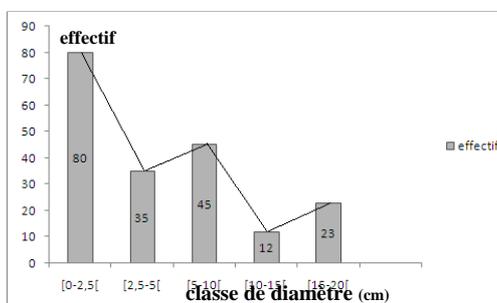


Figure 49: Distribution des individus de *Gaertnera humblotii* selon la classe de diamètre dans la jachère

## 2.2 Ecologie de la reproduction des espèces

### 2.2.1 Phénologie

L'étude de l'écologie de la reproduction comprend celle de la phénologie et celle de la biologie de la reproduction des espèces ciblées. Le tableau 4 montre la succession des phases végétative, floraison et fructification:

- Pour *Asteropeia micraster*, la période végétative est très étalée (7 mois) en comparaison avec le stade de floraison et le stade de fructification. La floraison débute en mai et elle est maximale au début du mois de Juin. La fructification s'étend sur 3 mois avec un pic à la mi-août.

- Concernant *Colubrina faralaotra*, la période de floraison ne dure que 2 mois, de novembre à décembre; la période annuelle de pleine floraison (pic) pendant laquelle on trouve le plus de fleurs est la fin du mois de décembre. La phase végétative est de juin à octobre. On assiste à la phase de fructification entre les mois de janvier et mai avec un maximum au mois d'avril.

- *Cinnamosma madagascariensis* fleurit de mai jusqu'à Juillet; elle fructifie d'août à décembre et elle est en stade végétatif de janvier à avril (PERRIER DE LA BATHIE, 1954).

- La floraison de *Gaertnera humblotii* s'étend de mi-octobre au mi-décembre.

Un pic a été observé à la fin du mois de novembre. Décembre à Avril correspondent à la période de fructification. La pleine fructification s'étend pendant le mois de février. Les mois pendant lesquels on n'observe ni fleur, ni fruit correspondent au mois de mai jusqu'au mi-octobre.

- *Cryptocaria thouvenotii* se trouve à l'état végétatif du mois de février à octobre. La floraison débute au mois de novembre et s'achève au mois de décembre. Un pic a été observé au mi-décembre. La fructification est au mois de janvier (PERRIER DE LA BATHIE, 1962).

**Tableau 4:** Calendrier phénologique des espèces étudiées

Mois Espèces	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Asteropeia micraster</i>	Fructification	Fructification	Fructification	Fructification	Floraison	Pic	Fructification	Fructification	Fructification	Végétatif	Végétatif	Végétatif	
<i>Colubrina faralaotra</i>	Fructification	Fructification	Fructification	Fructification	Fructification	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Floraison	Pic	
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Floraison	Floraison	Pic	Fructification	Fructification	Fructification	Fructification	Fructification	
<i>Gaertnera humblotii</i>	Fructification	Fructification	Fructification	Fructification	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Floraison	Pic	Fructification
<i>Cryptocaria Thouvenotii</i>	Fructification	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Végétatif	Floraison	Pic	

Végétatif
  Floraison
 Pic: 50% à 75% des branches sont en fleur.
 Fructification

### 2.2.2 Biologie de la reproduction

Au cours de notre descente sur terrain, *Cinnamosma madagascariensis* et *Cryptocaria thouvenotii* n'étaient pas en fleur. En effet, l'étude de la biologie de la reproduction de ces espèces n'a pas été effectuée. Les données concernant ces espèces ont été obtenues d'après les enquêtes auprès des guides. Par contre, Les résultats sur la biologie de la reproduction d'*Asteropeia micraster*, *Colubrina faralaotra*, *Cryptocaria thouvenotii* et *Gaertnera humblotii* sont issus des observations directes.

#### ✓ *Asteropeia micraster*

##### Anthèse

L'anthèse ou la pleine floraison se situe au début du mois de Juin pour *Asteropeia micraster*. Les mécanismes floraux, c'est-à-dire l'ouverture de la fleur et la pollinisation, ont pu être observés durant cette phase.

Le premier jour, l'ouverture du bouton floral est très faible, soit 2mm (40%). Les fleurs sont complètement ouvertes le deuxième jour, soit 5mm (Tableau 5).

**Tableau 5:** Suivi de l'ouverture florale d'*Asteropeia micraster*

Jours d'observation	1 <sup>er</sup> jour	2 <sup>ème</sup> jour
Ouverture du bouton floral	2mm	5mm
Pourcentage d'ouverture	40%	100%

#### Durée de vie de la fleur

Les pétales tombent deux jours après le développement complet de la fleur. Trois jours après, les étamines se fanent en noircissant. Le quatrième jour, le calice persiste et le gynécée augmente de volume. Après le cinquième jour, la chute de 70% des pièces florales (corolle, calice et androcée) a été observée. Les ovaires se transforment en fruit en une semaine.

#### Dégagement d'odeur

Cette espèce émet une odeur fruitée, d'intensité moyenne qui attire en particulier certains insectes dont trois insectes pollinisateurs: *Liostraca bella*, *Echyra umbrina* et *Musca sp* et trois insectes visiteurs (Annexe 13).

#### Activités des insectes visiteurs

La fréquence des visites est élevée autour de midi. Les insectes viennent pour sucer le nectar et collecter le pollen dans la fleur. Ils sont considérés comme pollinisateurs potentiels. 54% des fleurs se transforment en fruits. Ce taux est largement suffisant pour la régénération de cette espèce.

#### Test d'autogamie

Le test d'autogamie n'a donné aucun résultat. L'autopollinisation n'est pas possible chez *Asteropeia micraster*.

#### Production de fruits

Dix jours après la pollinisation, les fleurs se transforment progressivement en fruits. L'ovaire commence à se développer et se transforme en fruit. Les graines mesurent en moyenne 2mm de long à 2mm de large.

#### Dissémination des graines ou des fruits

Etant donné le poids faible des graines et la hauteur des arbres, les graines sont emportées facilement par le vent et disséminées loin du pied mère. *Asteropeia micraster* est anémochore.

✓ *Colubrina faralaotra*

Anthèse

La fin du mois de décembre présente le pic de floraison pour *Colubrina faralaotra*. L'observation de la fleur a permis de voir:

- au premier jour, l'ouverture du bouton floral est faible (2mm), soit environ 40%.
- au deuxième jour, la fleur s'ouvre jusqu'à 5mm qui correspond à l'ouverture maximale de la fleur (Tableau 6).

**Tableau 6:** Suivi de l'ouverture florale de *Colubrina faralaotra*

Jours d'observation	1 <sup>er</sup> jour	2 <sup>ème</sup> jour
Ouverture du bouton floral	2mm	5mm
Pourcentage d'ouverture	40%	100%

Durée de vie de la fleur

Après trois jours d'observation, la corolle et l'androcée se fanent et tombent alors que le calice persiste encore. Le quatrième jour, le calice se fane et tombe tandis que l'ovaire se développe. Les fleurs pollinisées vont donner des fruits après quinze jours.

Dégagement d'odeur

Les fleurs émettent une odeur épicée d'intensité forte attirant beaucoup de visiteurs en plus du caractère physique comme la densité de l'inflorescence. Quinze insectes et un oiseau ont été observés sur *Colubrina faralaotra* (Photo 11). Parmi eux, *Silidus* sp, *Mastodontera lateralis*, *Pseudadorium amplum*, *Abiphis nobilis*, *Adelocera procebrosa*, *Musca* sp, *Hemipepsis hova*, *Apis mellifera* et l'oiseau *Nectarinia notata* sont des pollinisateurs et trois insectes sont des visiteurs fréquents (Annexe 14).



**Photo 11:** Fleurs de *Colubrina faralaotra* pollinisées par les insectes

### **Activités des insectes visiteurs**

La fréquence des visites est élevée toute la journée, surtout le matin jusqu'à 9h sauf en cas de pluie. Les insectes pollinisateurs cherchent le nectar à la base des pétales et sur le stigmate. Pour *Colubrina faralaotra*, 74% des fleurs se transforment en fruits. Ce taux élevé montre l'efficacité des insectes pollinisateurs attirés surtout par l'odeur piquante des fleurs.

### **Test d'autogamie**

L'autopollinisation n'est pas possible car aucun fruit n'a été formé au mois de décembre.

### **Production de fruits**

L'ovaire se transforme en fruit quinze jours après la pollinisation. Les fruits mesurent en moyenne 1,5 cm de long et 1cm de large. Un fruit comporte deux à cinq graines.

### **Dissémination des graines**

Le vent assure la dispersion des fruits légers. La dissémination est donc de type anémochore pour *Colubrina faralaotra*.

### **✓ *Cryptocaria thouvenotii***

**Pollinisateur potentiel:** *Apis mellifera* est parmi les pollinisateurs potentiels de *Cryptocaria thouvenotii*.

### **Dissémination des graines ou des fruits**

D'après nos guides, la dissémination de cette espèce est assurée par les lémuriens arboricoles comme *Eulemur rubriventer*, *Indri indri*, *Prophitecus diadema*, *Varecia variegata* et *Haplemur griseus*. La dissémination serait donc de type zoochorie.

### **✓ *Gaertnera humblotii***

### **Anthèse**

La floraison de *Gaertnera humblotii* s'étend de mi- octobre au mi- décembre. Un pic a été observé à la fin du mois de novembre. Le résultat du suivi de l'ouverture florale est donné dans le tableau 7.

**Tableau 7:** Suivi de l'ouverture florale de *Gaertnera humblotii*

<b>Jours d'observation</b>	<b>1<sup>er</sup> jour</b>	<b>2<sup>ème</sup> jour</b>
<b>Ouverture du bouton floral</b>	2mm	2mm
<b>Pourcentage d'ouverture</b>	20%	100%

Du premier jour d'observation, le bouton floral des fleurs blanches s'écarte un peu de 2mm (20%). L'ouverture maximale (100%) de 10mm est observée au deuxième jour.

Le bouton floral de la fleur beige s'ouvre de 1mm (7%) le premier jour. Au jour, la fleur s'ouvre complètement de 70mm (100%).

### Durée de vie de la fleur

Deux jours après l'ouverture maximale de la fleur, la corolle et l'androcée tombent mais le calice persiste. Le lendemain, le calice se fane et tombe par terre tandis que le gynécée augmente de volume.

L'ovaire se transforme en fruit. Le fruit mesure en moyenne 2cm de long et 18cm de large et comporte deux à quatre graines par fruit. La graine mesure 1cm de long et 8mm de large.

### Dégagement d'odeur

Cette fleur a une odeur fruitée d'intensité moyenne qui excite certains insectes pollinisateurs comme *Hovoplia stigmatica*, *Hovoplia angulopicta*, *Xylocapa calens* (Photo 12), *Apis mellifera*, *Musca sp* et un oiseau *Chrysiridia ripheus* et trois insectes visiteurs (Annexe 15).



**Photo 12:** Fleurs de *Gaertnera humblotii* pollinisées par *Xylocapa calens*

### Activités des insectes visiteur

L'arbre le plus haut et le plus éclairé présente un état avancé de floraison. L'effet de la lumière sur les fleurs les rend plus visibles, plus attirantes pour les visiteurs et accélère l'ouverture de la fleur. Il semble que l'éclairage est surtout un facteur remarquable influençant l'ouverture des fleurs. Dans les endroits moins éclairés, la floraison est retardée.

C'est l'odeur qui incite les insectes à rechercher de la nourriture dans les fleurs. L'odeur florale est un excitateur qui induit les insectes à polliniser la fleur.

60% des fleurs ont été transformées en fruits. La pollinisation entomophile est assez efficace pour cette espèce.

### **Test d'autogamie**

Ce test vérifie que l'autopollinisation est possible pour *Gaertnera humblotii*. Les fleurs ont été transformées en fruits.

### **Production de fruits**

Sept jours après la pollinisation, l'ovaire se transforme en fruit. Les fruits mesurent en moyenne 2cm de long et 8mm de large. Un fruit comporte deux à quatre graines. Une graine mesure en moyenne 1cm de long et 8mm de large. Après 120 jours (à la mi-avril), les fruits atteignent leur dimension maximale.

### **Dissémination des graines ou des fruits**

Sous l'action de leur poids, les fruits charnus de *Gaertnera humblotii* tombent par terre. Le type de dissémination est barochore. C'est aussi une espèce zoochore. Les agents disséminateurs des graines sont les lémuriers *Microcebus lelahitsara* et *Microcebus rufus* ainsi que l'oiseau *Hipsipites madagascariensis* d'après nos guides.

Les fruits de *Gaertnera humblotii* constituent des nourritures pour ces animaux et les graines pourraient être rejetées plus loin avec leurs excréments. La dissémination est donc de type endozoochorie.

## **3- Régénération artificielle des espèces cibles**

### **3.1 Germination des graines**

Ayant subi différents prétraitements, toutes les graines récoltées sont tout de suite semées après la récolte, sauf pour *Gaertnera humblotii*, avec qui on a pu refaire le test de germination une deuxième fois, deux mois après la récolte.

Le semis des graines a été fait à des périodes différentes pour les espèces étudiées:

*Asteropeia micraster*: 19 août;

*Colubrina faralaotra*: 23 juillet;

*Cryptocaria thouvenotii*: 01 novembre

*Gaertnera humblotii*: 9 août.

### 3.1.1 Mode de germination

Toutes les espèces étudiées ont montré une germination de type épigée (Figure 50). Les plantules sont prêtes au repiquage 30 à 40 jours après le semis pour *Colubrina faralaotra* et *Cryptocaria thouvenotii* alors que pour *Gaertnera humblotii*, les plants sont prêts au repiquage environ 94 jours après le semis. L'annexe 16 présente la durée de développement des plantules des espèces étudiées.

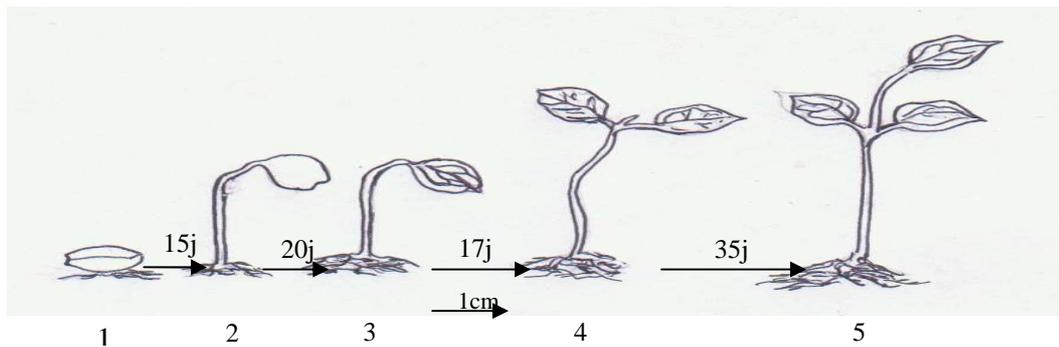


Figure 50: Mode de germination des graines de *Gaertnera humblotii*

### 3.1.2 Taux et vitesse de germination

Le nombre de graines semées pour chaque espèce varie selon leur disponibilité. Seuls, quatre espèces ont été testées car on n'a pas obtenu de graines pour *Cinnamosma madagascariensis*. Toutes les graines traitées ont été semées tout de suite après la récolte. Pour *Gaertnera humblotii*, un essai avec des graines stockées deux mois après la récolte a pu être effectué. Le tableau 8 montre les taux et les délais de germination obtenus pour chaque espèce selon les différents prétraitements.

Tableau 8: Taux et délais de germination des quatre espèces selon les différents prétraitements

Espèces	Types de prétraitement des graines	Taux de germination (%)	Délai de germination (jour)
<i>Asteropeia micraster</i>	Eau chaude (70°C) en 24h	0	0
	Eau courante 16h	0	0
	Alcool éthylique 12h	0	0
	Aucun	0	0
<i>Colubrina faralaotra</i>	Eau chaude (70°C) en 24h	77	85
	Eau courante 16h	0	0
	Alcool éthylique 12h	60	92
	Scarification avec le sable	27	130
	Aucun	30	105

Tableau 8 (suite)

<i>Cryptocaria thouvenotii</i>	Eau chaude (70°C) en 24h	<b>78</b>	<b>60</b>
	Eau courante 16h	32	95
	Lavage à l'eau froide	62	105
	Alcool éthylique 12h	20	83
	Scarification avec le sable	52	85
	Aucun	40	90
<i>Gaertnera humblotii</i>	Eau chaude (70°C) 24h	15	115
	Eau courante 16h	7	125
	Alcool éthylique 12h	20	117
	Lavage à l'eau froide	<b>85</b>	100
	Aucun	73	110
<i>Gaertnera humblotii</i> stocké 2 mois après récolte	Eau chaude (70°C) 24h	0	0
	Eau courante 16h	0	0
	Alcool éthylique 12h	0	0
	Lavage à l'eau froide	0	0
	Aucun	0	0

La scarification manuelle d'*Asteropeia micraster* et de *Gaertnera humblotii* n'a pas été réalisée en raison de la petite taille des graines et de la minceur des téguments.

Sur les quatre espèces, *Asteropeia micraster* a donné des résultats négatifs avec ou sans prétraitements. Ceci peut est dû à la saison du semis des graines non favorable à la germination (saison fraîche avec une insuffisance de précipitation).

Pour *Colubrina faralaotra* et *Cryptocaria thouvenotii*, les taux de germination maximaux (respectivement 77% et 78%) ont été obtenus sur les graines traitées à l'eau chaude de 70°C pendant 24h. Pourtant, cette température a tué le pouvoir germinatif des graines de *Gaertnera humblotii*.

Le lavage à l'eau froide exprime un taux de germination maximal de 85% pour cette espèce.

Sans prétraitement, les graines de *Gaertnera humblotii* germent parfaitement (73%). Le substrat et le milieu environnant remplissent toutes les conditions exigées par les graines telles que l'humidité, l'oxygène, la température et la lumière.

Chez *Colubrina faralaotra* et *Gaertnera humblotii*, les taux de germination minimaux, respectivement 0% et 7% ont été observés sur les graines immergées dans l'eau courante pendant 16h.

Pour *Cryptocaria thouvenotii*, un taux de germination minimal de 20% a été obtenu sur les graines

traitées à l'alcool éthylique pendant 12h. Les résultats sur les graines de *Gaertnera humblotii* stockées deux mois s'avèrent négatifs (0%) avec ou sans prétraitement. Les graines ont perdu leur pouvoir germinatif après deux mois de stockage. Ce qui confirme que la plupart des graines dans la zone humide sont des graines récalcitrantes. Aussi, il se peut que la saison fraîche du mois d'août ne soit pas favorable à la germination des graines stockées. La pluie est insuffisante pendant cette période. Les graines déshydratées demandent une quantité importante de chaleur et d'eau pour la levée de leur dormance.

La vitesse de la levée de dormance ou le délai de germination varie selon les espèces. Elle est rapide pour les graines de *Cryptocaria thouvenotii* traitées à l'eau chaude (60 jours après le semis), moyenne pour les graines de *Colubrina faralaoatra* traitées à l'eau chaude (85 jours après le semis) et lente pour les graines de *Gaertnera humblotii* immergées dans l'eau courante pendant 16h (125 jours après le semis).

### 3.1.3 Taux de survie des plantules après repiquage

Le taux de survie des trois espèces étudiées, six mois après le repiquage est élevé allant de 85% chez *Gaertnera humblotii* jusqu'à 90 à 95% respectivement pour *Cryptocaria thouvenotii* et *Colubrina faralaoatra*.

## 3.2 Résultats sur la transplantation des sauvagions

Les résultats concernent quatre sur les cinq espèces cibles (tableau 9). En effet, on n'a pas pu trouver de sauvagions de *Cryptocaria thouvenotii*. Le nombre des sauvagions transplantés est relativement faible pour toutes les espèces étudiées sauf pour *Gaertnera humblotii*. Il est de: 42 pour *Asteropeia micraster* (Photo 13), 20 pour *Cinnamosma madagascariensis* (Photo 14), 7 pour *Colubrina faralaoatra* et 150 pour *Gaertnera humblotii* (Photo 15). Le tableau n°8 indique le taux de survie des sauvagions en pépinière et élevés six mois après la transplantation. La transplantation de *Colubrina faralaoatra* a été faite à la fin du mois de juillet. Celle d'*Asteropeia micraster* a été effectuée au mi-juillet. *Cinnamosma madagascariensis* et *Gaertnera humblotii* ont été transplantées en pépinière au mois de novembre.

### Planche 2: Plantules à transplanter



Photo 13: *Asteropeia micraster* Photo 14: *Cinnamosma madagascariensis* Photo 15: *Gaertnera humblotii*

**Tableau 9:** Evaluation de la réussite de la transplantation des sauvageons

Espèces	Période de transplantation des sauvageons	Longueur des sauvageons (cm)	Nombre de sauvageons transplantés	Taux de survie des sauvageons après 6 mois (%)
<i>Asteropeia micraster</i>	mi- juillet	6-8	42	76
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	Novembre	12-15	20	90
<i>Colubrina faralaoatra</i>	fin du mois de juillet	9-13	11	73
<i>Gaertnera humblotii</i>	Novembre	5-13	150	46

**Interprétation:**

***Cinnamosma madagascariensis:*** Les plantules ne subissent que le stress causé par le changement du milieu, de la forêt à la pépinière.

***Gaertnera humblotii:*** La transplantation des sauvageons a été faite au mois de novembre. Les plantules de très petite taille ne s'adaptent pas et ne résistent pas encore au nouvel habitat. Les plantules de très grande taille ont survécu.

***Asteropeia micraster:*** Ces plantules ont été transplantées à la mi-juillet se rapportant à la saison fraîche avec des pluies fines de longues durées. Cette saison convient au repiquage de ses plantules.

***Colubrina faralaoatra:*** Les plantules ont été prélevées de leur habitat naturel et replantées dans la pépinière à la fin du mois de juillet, correspondant à la saison fraîche.

73% des plantules ont survécu. Il se peut que cette période soit favorable à la plantation des sauvageons dans la pépinière.

### Conclusion partielle

- En général, la taille favorable des sauvageons à transplanter est de 5 à 10cm.
- La saison de transplantation doit être favorable à l'espèce.

Le taux de survie des sauvageons dans leurs habitats naturels et dans leurs sites de plantation ont été comparé (Tableau 10).

**Tableau 10:** Taux de survie des sauvageons dans leurs habitats naturels et dans leurs sites de plantation, 9 mois après la plantation

Espèces	Taux de survie des sauvageons dans leur habitat naturel (%)	Taux de survie des sauvageons dans le savoka de 8ans, neuf mois après la plantation (%)
<i>Asteropeia micraster</i>	20	78
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	50	72
<i>Colubrina faralaoatra</i>	50	75
<i>Gaertnera humblotii</i>	15	72

Dans le milieu naturel, *Cinnamosma madagascariensis* et *Colubrina faralaoatra* ont présenté 50% de taux de survie. Les résultats sont tous inférieurs à 50% pour *Gaertnera humblotii* (15%) et *Asteropeia micraster* (20%).

Les taux de survie supérieurs à 50% allant de 72 à 78% ont été obtenus sur les sauvageons plantés dans le savoka de 8ans (site de restauration de FOREAIM).

Dans les forêts primaires, secondaire et dans les jachères, le taux de survie des sauvageons est moins efficace que dans le site de transplantation comme le savoka de 8ans. En effet, les plantules sont très groupées et n'arrivent pas tous au stade adulte à cause de la

compétition pour les ressources. Une fois transplanté dans le savoka, les sauvageons sont plantés avec plus d'espaces afin de réduire la compétition intra spécifique et peuvent se développer.

Ainsi, il serait meilleur de transplanter les sauvageons vers un milieu contrôlé et bien conditionné (la pépinière) avant de les repiquer dans leurs sites appropriés comme le savoka de 8ans.

### 3.3 Bouturage

#### 3.3.1 Taux de réussite du bouturage des espèces étudiées

Les boutures ont réussi quand elles présentent un débourrement (c'est-à-dire formation des axes feuillés), un enracinement et une croissance après le repiquage.

Le type de bouture prélevé sur la plante mère influence le taux de réussite des bouturages chez les espèces étudiées (Annexe 17). Nous n'avons pas pu faire le bouturage sur *Cryptocaria thouvenotii* faute de matériel végétal. Un seul pied de cette espèce a été accessible.

Chez *Asteropeia micraster*, toutes les parties du rameau ont donné un taux de réussite supérieurs à 70% respectivement apicale (80%), médiane (86%) et basale (75%). Alors que chez *Cinnamosma madagascariensis*, seuls les parties basales et apicales (71%) ont donné ce résultat (basale: 80% et apicale: 71%). Chez *Colubrina faralaotra*, toutes les parties du rameau ont donné les taux de réussite inférieurs à 30% (apicale: 0%, médiane: 34% et basale: 11%). Chez *Gaertnera humblotii*, la partie apicale a présenté un taux de réussite maximal de 83%. Le taux minimal de 43% a été observé sur la partie basale du rameau.

#### 3.3.2 Débourrement des bourgeons

Le débourrement des bourgeons des trois types de bouture a été observé entre 30 à 45 jours pour *Cinnamosma madagascariensis* et *Asteropeia micraster*. Il est entre 30 à 51 jours pour *Colubrina faralaotra* et *Gaertnera humblotii*.

Le nombre des feuilles formées tous les trois mois diffère selon les espèces et les types de boutures. Le nombre minimum est observé chez *Colubrina faralaotra* avec 2 feuilles et le nombre maximum chez *Asteropeia micraster* de 6 à 15 feuilles. *Gaertnera humblotii* et *Cinnamosma madagascariensis* (Photo 16) produisent 3 à 9 feuilles (Annexe 17).

#### 3.3.3 Enracinement des boutures

Notre méthode de coupe en forme de V a permis d'obtenir un nombre élevé d'enracinement, de 9 à 15 en trois mois favorisant aussi le taux de survie élevé des boutures.

Les boutures âgées de 45 à 83 jours sont toutes munies de racines. La longueur des racines varie de 0,8 à 10cm sauf pour *Colubrina faralaotra* pouvant atteindre jusqu'à 4,5cm (Annexe 17).

### 3.3.4 Croissance des boutures

En général, la croissance des boutures est lente. La hauteur moyenne (3 à 4cm) est observée sur les boutures apicales, médianes et basales d'*Asteropeia micraster* et sur les boutures médianes et basales de *Gaertnera humblotii*. La hauteur maximale (5cm) est obtenue sur les boutures apicales, médianes et basales de *Cinnamosma madagascariensis* (Photo 16) et sur les boutures apicales de *Gaertnera humblotii*. La hauteur minimale (de 2cm) est observée sur les boutures basales et médianes de *Colubrina faralaotra* (Annexe 15).



**Photo 16:** Bouture de *Cinnamosma madagascariensis*, 3 mois après repiquage sur sol humide

### Conclusion partielle sur les différents types de multiplication artificielle

Le bouturage d'*Asteropeia micraster*, de *Cinnamosma madagascariensis* et de *Gaertnera humblotii* effectué au mois de Décembre (une saison chaude et humide) a réussi.

Parmi les techniques de propagation effectuées (germination des graines, bouturage et transplantation des sauvageons), le bouturage est le plus efficace. Les parties de bouture les plus performantes sont les parties médianes pour *Asteropeia micraster*, basales pour *Cinnamosma madagascariensis* et apicales pour *Gaertnera humblotii*. Cela montre que les niveaux indiqués pour le bouturage sont spécifiques à l'espèce.

## 4- Restauration écologique

Rappelons que deux sites ont été restaurés et que la disposition des plants a été faite suivant leurs exigences écologiques (Tableau 11). Les espèces ont été alternées lors de la plantation (Figure 51 et Figure 52).

A part les espèces étudiées, d'autres espèces ont été utilisées dans la restauration pour assurer la bonne croissance des plantules transplantées à savoir *Albizia gummifera*, *Albizia chinensis* et

*Canthium medium*, *Albizia gummifera* et *Albizia chinensis*, espèces fixatrices d'azote atmosphérique permettent l'amélioration du sol tandis que *Canthium medium* offre l'ombrage aux espèces voisines.

La disposition des plants dans les deux sites s'est faite de la manière suivante:

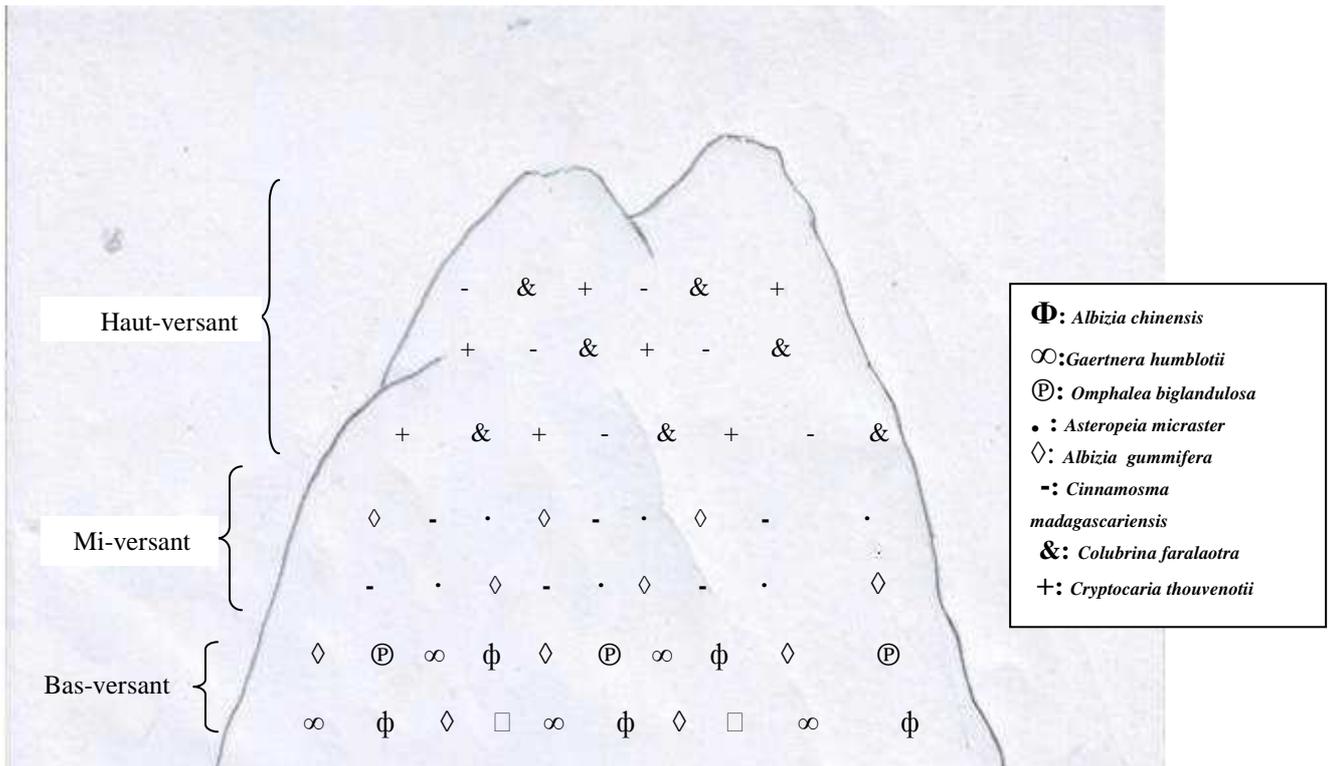
- *Abrahamia ditimena*, *Albizia gummifera*, *Euphorbia tetraptera*, *Omphalea biglandulosa*, *Gaertnera humblotii* et *Albizia chinensis* ont été plantées dans les bas fonds.

- *Albizia gummifera*, *Cinnamosma madagascariensis*, *Asteropeia micraster*, *Cryptocaria acuminata*, *Cryptocaria helicina*, *Trema orientalis* et *Canthium medium* ont été placées sur les mi-versants.

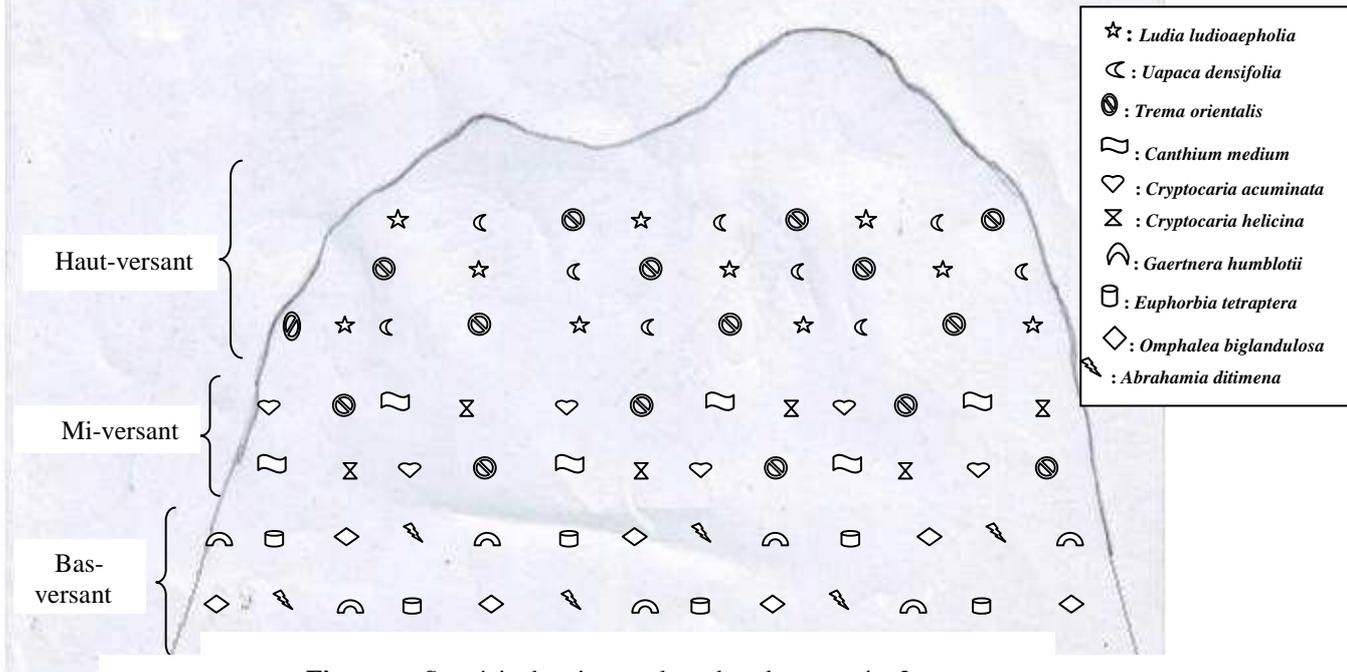
- *Cinnamosma madagascariensis*, *Colubrina faralaotra*, *Cryptocaria thouvenotii*, *Ludia ludioaepolia*, *Uapaca densifolia* et *Trema orientalis* ont été déposées sur les hauts versants.

**Tableau 11:** Habitat naturel des espèces cibles

Espèces	Types de formation	Habitat
<i>Asteropeia micraster</i>	forêt primaire	mi-versant
	forêt exploitée	mi-versant
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	forêt primaire	haut-versant
	forêt exploitée	mi-versant
<i>Colubrina faralaotra</i>	forêt à <i>Eucalyptus</i>	mi-versant
	forêt secondaire	mi-versant
<i>Gaertnera humblotii</i>	forêt secondaire	haut-versant
	jachère	bas-versant



**Figure 51:** Stratégie de mise en place des plants au site 1



**Figure 52:** Stratégie de mise en place des plants au site 2

#### 4.1 Suivi des plants

Il consiste à déterminer la croissance en hauteur des plants, le développement de leurs feuilles et de leur état de santé une fois mis en terre dans les différents types de formation (Planche 3).

Les résultats montrent que:

Les boutures de *Cinnamosma madagascariensis* croissent de 4-5cm, avec 3-9 feuilles en 3 mois (Photo 16). En 6 mois, ils augmentent de 9cm et portent 13 feuilles (Photo 17).

Les plantules issues des boutures croissent de 13cm en 9 mois avec 20 feuilles très développées (Photo 18).

Les boutures d'*Asteropeia micraster* donnent des plants de 3-4cm en 3 mois puis 15 feuilles. En 9 mois, elles mesurent en moyenne 20cm et portent 28 feuilles très verdâtres (Photo 19).

Quant à *Colubrina faralaotra*, les plants issus des boutures ne croissent que 2cm et donnent 2 feuilles en 3 mois (Photo 20).

Les plants issus de boutures de *Gaertnera humblotii* croissent de 3-5cm tous les 3 mois et font apparaître 3-6 feuilles. En 9 mois, ils augmentent de 14cm avec 8 feuilles élargies et en bonne santé (Photo 21).

Les sauvageons de *Gaertnera humblotii* se développent bien 9 mois après la plantation (Photo 22).

#### 4.2 Taux de réussite de plantation

Au total, 1256 plantules issues de multiplication artificielle ont été plantées au mois de Février 2009 et Décembre 2010.

Le suivi des plants mis en terre a été faite chaque trimestre.

Le tableau 12 montre le taux de réussite des plantules issus des sauvageons, des boutures et des graines, neuf mois après la plantation.

**Tableau 12:** Taux de réussite du reboisement à partir des trois modes de propagation artificielle dans le site 1, neuf mois après la plantation

Espèces	Taux de réussite des plants issus des graines (%)	Taux de réussite des sauvageons plantés (%)	Taux de réussite des boutures plantées (%)
<i>Asteropeia micraster</i>	Pas d'essai de germination des graines	78	93
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	Pas d'essai de germination des graines	72	90
<i>Colubrina faralaotra</i>	86	75	87
<i>Gaertnera humblotii</i>	92	72	92
<i>Cryptocaria thouvenotii</i>	85	Pas d'essai de transplantation des sauvageons	Pas d'essai de transplantation des sauvageons

Nous n'avons pas pu faire un suivi dans le site 2 parce que le projet a été terminé. Les résultats de la plantation ne concernent que le site 1.

Toutes les plantules produites artificiellement, du moins celles du site 1 que nous avons pu contrôler semblent s'adapter assez facilement dans le savoka à *Psiadia altissima* de 8 ans.

Le meilleur taux de réussite (allant de 90% à 93%) est obtenu chez les plants issus des boutures pour *Asteropeia micraster*, *Cinnamosma madagascariensis*, *Colubrina faralaotra* et *Gaertnera humblotii*.

#### Conclusion partielle

La réussite des essais dépend: - de la technique de plantation;  
 - du suivi et de l'entretien de plantation;  
 - de l'espèce en question car chaque espèce possède sa propre écologie. Les exigences en conditions écologiques des espèces à planter sont les paramètres les plus importants pour la réussite de la plantation.

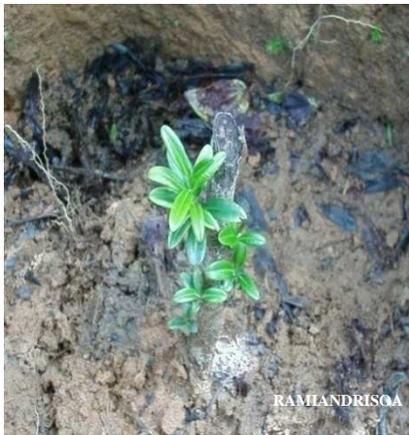
Planche 3: Aspects des différents plants après la plantation



**Photo 17:** Bouture de *Cinnamosma madagascariensis*, 6 mois après la plantation



**Photo 18:** Bouture de *Cinnamosma madagascariensis*, 9 mois après la plantation



**Photo 19:** Bouture d'*Asteropeia micraster*, 9 mois après la plantation



**Photo 20:** Bouture de *Colubrina faralaotra*, 3 mois après la plantation



**Photo 21:** Bouture de *Gaertnera humblotii*, 9 mois après la plantation



**Photo 22:** Plantule de *Gaertnera humblotii*, 9 mois après la plantation

**PARTIE IV:**  
*Discussions*  
*et*  
*Recommandations*

## **1- Discussions**

### **1.1 Germination des graines**

A notre connaissance, aucun test de germination de graines d'*Asteropeia micraster*, *Colubrina faralaotra*, *Gaertnera humblotii* et *Cryptocaria thouvenotii* n'a été effectué au paravant même dans les cinq pépinières qui existent dans la région de Vohimana. Dans cette étude, nous apportons de nouvelles méthodes pour obtenir la germination des graines.

Le taux de germination maximum est obtenu par immersion à l'eau chaude pendant 24 h pour *Colubrina faralaotra* et *Cryptocaria thouvenotii* (respectivement 77% et 78%). Par contre, *Gaertnera humblotii* donne un taux maximum de 85% après lavage à l'eau froide.

Nous pouvons conclure que les espèces répondent différemment aux prétraitements de leurs graines.

### **1.2 Bouturage**

Le bouturage des parties apicales, médianes et basales du rameau d'*Asteropeia micraster*, *Cinnamosma madagascariensis* et *Gaertnera humblotii* présente un taux de réussite variant de 43% jusqu'à 86%. Les boutures se développent rapidement (30 à 40 jours après le repiquage sur sol humide). Pourtant, les pépiniéristes de Vohimana qui ont déjà essayé le bouturage d'*Asteropeia micraster* au mois de mai ont eu un taux de réussite de 0%.

RAMAHEFARIVELO (2007) et MANJARIBE (2008) ont déjà essayé le bouturage de plusieurs espèces dont: *Symphonia tanalensis*, *Omphalea biglandulosa*, *Croton mongue*, *Trema orientalis*, *Albizia chinensis*, *Albizia lebbeck* et *Albizia falcataria*. Les taux de réussite de ces espèces sont soit nuls soit faibles (exemple: *Croton mongue*, 0% et *Albizia chinensis*, 13%). La différence de ma méthode par rapport à ses deux chercheurs et ses pépiniéristes de Vohimana étant le mode de coupe de la base de bouture en V (permettant d'avoir un nombre élevé de racines) et la plantation sur sol humide pendant 18 jours. Notre méthode de bouturage utilisant une nouvelle mode de coupe est très appréciée par les paysans. Pour eux, c'est une nouvelle technique simple, efficace, facile à manipuler, peu coûteuse, avantageuse et rapide.

En l'absence de graines, le bouturage d'*Asteropeia micraster* et *Cinnamosma madagascariensis* ont donné des résultats très satisfaisants. Pourtant, le bouturage n'est pas praticable toute l'année et le nombre de pied mère peut être assez réduit. La combinaison de la technique de germination des graines avec le bouturage constitue un moyen palliatif à cette lacune. Ainsi, nous pouvons en déduire que les facteurs de réussite du bouturage sont:

- la nature du pied mère: saine, vigoureux;
- la période d'essai favorable à la croissance des boutures

- la partie du pied mère où on prélève les boutures;
- la méthode appliquée appropriée à l'espèce.

Les espèces étudiées sont plus intéressantes en terme de reboisement car dans les forêts exploitées, ces espèces sont très rares.

### **1.3 Plantation**

Au total, MANJARIBE (2008) et RAMAHEFARIVELO (2007) ont planté 680 plants. L'objet de cette étude (1256 plants) complète celle des espèces précédentes. Au total, 1936 plants issus de la multiplication artificielle ont été reboisés dans le WP3. Ce sont des espèces autochtones, endémiques. D'après les enquêtes ethnobotaniques, elles sont menacées et très utiles dans la restauration des fonctions écologiques et économiques de la forêt de Vohimana. Les espèces étudiées sont très intéressantes en terme de reboisement car dans les forêts exploitées, ces espèces sont très rares.

## **2- Recommandations**

A la fin de cette étude, nous permettons d'émettre quelques recommandations suivantes pour tous les acteurs:

- Comme 80% de la population à Vohimana sont des agriculteurs, le système agricole doit être amélioré et sédentarisé pour le succès de la conservation et la restauration de l'environnement. Entre autre, nous pouvons citer:

- l'amendement du sol, l'enrichissement des terres abandonnées en utilisant différents engrais verts ou les autres engrais biologiques;
- l'utilisation de la méthode de culture en escalier pour la protection du sol dans le bassin versant et la lutte antiérosive;
- l'octroi des semences performantes aux paysans;
- le développement de la culture des espèces fruitières qui peut devenir une source de revenu durable;
- la formation des paysans et des techniciens en agriculture.

- Pour la recherche:

- Des recherches plus fines au niveau de la régénération naturelle et même pour la régénération artificielle doivent être effectuées.
- L'encadrement des guides est nécessaire.

- Pour la restauration forestière:

- Une activité de suivi périodique est nécessaire afin de s'assurer que les espèces restent inexploitées par la population locale;
- Il faut connaître les exigences écologiques des espèces de restauration à savoir la lumière, la température, le sol et les éléments nutritifs;
- Un suivi régulier du terrain de plantation doit être effectué tous les trois mois;

## CONCLUSION

Les objectifs du présent travail sont atteints. L'autoécologie d'*Asteropeia micraster*, *Cinnamosma madagascariensis*, *Colubrina faralaotra*, *Cryptocaria thouvenotii* et *Gaertnera humblotii* a permis d'avoir des informations nouvelles.

L'étude de la régénération naturelle des cinq espèces choisies permet de comprendre la facilité ou la difficulté de régénération de chaque espèce dans différents sites. Elle est à la base des problèmes pratiques de la réalisation d'une régénération artificielle.

Les espèces étudiées méritent une attention particulière à cause de la perturbation de leurs habitats naturels par les exploitations irrationnelles dans cette région.

L'essai de multiplication des graines, la transplantation des sauvageons et le bouturage sont reconnus comme une action efficace pour propager les espèces menacées d'extinction. Ces techniques mettent à la disposition des opérateurs locaux des matériels végétaux capables d'assurer une réduction des pressions sur les forêts.

La germination des graines est positive pour *Colubrina faralaotra*, *Gaertnera humblotii* et *Cryptocaria thouvenotii*. Le trempage dans l'eau chaude de 70°C en 24h est le meilleur prétraitement des graines de *Colubrina faralaotra* et de *Cryptocaria thouvenotii* avec les taux respectifs de 77% et de 78%. Pour *Gaertnera humblotii*, elle affiche 82% de réussite après lavage à l'eau froide.

*Asteropeia micraster*, *Cinnamosma madagascariensis* et *Gaertnera humblotii* répondent bien au bouturage des parties apicales, médianes et basales des rameaux. Les taux de réussite maximum sont respectivement selon les types de boutures: *Asteropeia micraster* (bouture apicale: 80%, bouture médiane: 86% et bouture basale: 57%), *Cinnamosma madagascariensis* (bouture apicale: 71%, bouture médiane: 46% et bouture basale: 80%) et *Gaertnera humblotii* (bouture apicale: 83%, bouture médiane: 54% et bouture basale: 43%). L'étude comparative des taux de réussite des plants issus des graines et des boutures montre la supériorité de la multiplication végétative par bouturage pour la plupart des espèces étudiées. Par rapport aux résultats issus de la germination des graines, le bouturage donne un grand nombre de nouvelles plantes présentant de biomasses foliaires importantes au bout de quelques semaines. C'est une technique classique à la portée des paysans. Elle ne demande aucun intrant coûteux. Elle est simple à manipuler et sans risque.

La transplantation des sauvageons est efficace pour les espèces étudiées. Un entretien plus soutenu est à conseiller.

Les efforts déjà déployés par divers organismes, notamment l'ONG « L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT » sont considérables. Cette ONG vise à offrir aux communautés locales, en favorisant l'augmentation de leur niveau de vie, des options alternatives de gestion des ressources naturelles qui sont économiquement et écologiquement durables.

**Quelques perspectives pour la continuité de la recherche:**

- Des études physiologiques sur les graines d'*Asteropeia micraster* doivent être approfondies comme la culture in vitro afin de déceler les sources de nos échecs.

- Il existe encore d'autres espèces utiles mais rares dans la région de Vohimana qui méritent d'être étudiées et conservées dans ce même type de recherche.

## *Références bibliographiques*

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- ABRAHAM, J.P., JEANNODA, V.H. & BENJA, R., 1996.** Guide pour la Réserve à Indri d'Analamazaotra. Document dactylographie, 75p.
- ALLAGNAT, C., 2006.** Les amphibiens de la forêt de Vohimana à Madagascar. Master Environnements méditerranéens et Développement durable, Option biodiversité et gestion des ressources vivantes, Université de Perpignan: 30p.
- BROWER, E.J., ZAR, H.J. & VON ENDE, C.N., 1990.** Fields and Laboratory Methods for General Ecology, Wm. C. Brown Publisher: 237p.
- BOULLARD, B., 1998.** Dictionnaire de Botanique, Ellipse Paris, France: 398p.
- BURON, G., 2004.** Document cadre évolutif de gestion du site de développement et de conservation de Vohimana. Mémoire de stage. Institut professionnalisé. MATE: 128 p.
- CLAUDE, L., 1996.** Guide Clause, Traitement des travaux du jardinage. 16<sup>ème</sup> Edition (28 Sept 1996). Paris, 456p, pp 66-67.
- DAFNI, A., 1992.** Pollination ecology and practical approach. Oxford. *press*: 21p.
- DAWKINS, H.C., 1958.** The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda Imperial Forestry Institute, Oxford Institute Paper, N° 34, 155p.
- FAO, 1992.** Foresterie-Guide à l'intention des techniciens de terrain. Cahiers FAO: Conservation. Articles en ligne sur [www.fao.org/docrep/T0122F/T0122F00](http://www.fao.org/docrep/T0122F/T0122F00).
- FARINAS, M., 1982.** Comparaison de plusieurs Méthodes d'Etude de Structures Horizontale et Verticale de Formation Végétale, Application aux Cas de Deux Anciennes Friches Languedociennes, Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle Montpellier, France: 430p.
- GAUSSEN, A., 1955.** Détermination des climats: les méthodes des courbes ombrothermiques. Académie scientifique: 642-643.
- GAUSSEN, H., 1963.** Ecologie et phytogéographie, in Abbayes (des), H., et al. Précis de la de la botanique, Masson, Paris: 927-972.
- GAUTIER, L., 1994.** Structure et flore de la forêt sur la pente d'Andranomay in Recherche pour le développement, MRS-CDIST, pp 14-28.
- GENAY, G., 2005.** Evaluation de déforestation sur la côte Est de Madagascar et à Vohimana, bilan des premières actions mises en œuvre par l'Organisation Non Gouvernementale « Homme et Environnement » en vue d'intégrer Développement villageois et conservation des ressources forestières tropicales. L'Homme et l'Environnement, 54p.

- GODRON, M., 1968.** Relevé méthodique de la végétation et du milieu. Centre National de Recherche Scientifique. France, 292p.
- GOODMAN, S. M. & RAZAFINDRATSITA, V. R., 2001.** Inventaire biologique du parc national de Ranomafana et du couloir forestier qui relie au parc national d'Andringitra. Recherches pour le développement, Série Sciences Biologiques, 234 p.
- GOUNOT, M., 1969.** Méthode d'étude quantitative de la végétation, Masson, Paris: 314p.
- GREIG, S.P., 1964.** Quantitative plant ecology 2<sup>nd</sup> ed. Butterworths. London. Great. Britain: 256p.
- HUSEN, A. & MOHINDER, P., 2006.** Variation in Shoot Anatomy and Rooting Behaviour of Stem cuttings in Relation to age of Dinor Plants in Teak (*tectona grandis linn.f.*). new Forest, Vol. 31, N 1, pp. 57-73.
- HUSSON, R., 1970.** Glossaire de biologie animale, Gautier-Villars, Paris: 300p.
- MAEP, 2003.** Monographie de la région d'Ambatondrazaka. Unité de politique pour le Développement Rural (UPRD), Antananarivo Madagascar: 107p.
- MANJARIBE, C., 2008.** Restauration écologique et réhabilitation de la forêt de Vohimana par plantation d'arbres. Mémoire de DEA en Ecologie Végétale, DBEV, Université d'Antananarivo: 95p.
- MATE, 2003.** Plan d'aménagement évolutif du site de conservation et de développement de Vohimana, 79 p.
- MENENTEAU, F., 2005.** Etude de la faune entomologique de Vohimana. ISTOM. 9p.
- Office National de l'Environnement, 2004.** Tableau de bord environnemental. Ed. ONE. Antananarivo. Support sur CD.
- PERRIER DE LA BATHIE, H., 1921.** La végétation malgache. Ann. Mus. Colon. Marseille, 3<sup>ème</sup> serie, 9. 268p.
- PERRIER DE LA BATHIE, H., 1954.** 138<sup>ème</sup> famille. CANNELLACEAE. Flore de Madagascar et des Comores, Tananarive, imprimerie officielle. np.
- PERRIER DE LA BATHIE, H., 1962.** LAURACEAE. Flore de Madagascar et de Comores , Tananarive, imprimerie officielle. np.
- RAHAJANIRINA, V.V. & RAIVOARISOA, F., 2002.** Inventaire floristique et enquêtes ethnobotaniques dans la forêt de Vohimana et ses alentours. L'homme et l'environnement, 29p.
- RAKOTONDRANONY, L.G., 2005.** Guide de production de plants et plantation. Antananarivo, MADAGASCAR, 116p.
- RAMAHEFAHARIVELO, A.M., 2007.** Autoécologie et régénération de quelques espèces autochtones de Vohimana en vue de la restauration de la forêt. Mémoire de D.E.A en Ecologie végétale, DBEV, Université d'Antananarivo: 103p.

- RAMANANJANAHARY, R.H., CYNTHIA, L. FRAISIER, PORTER, P. LOWRY II, FANO, A. RAJAONARY & G.E. SCHATZ, 2010.** Guide des espèces de Plantes appartenant aux Familles endémiques de Madagascar. Missouri Botanical Garden, Research and Conservation Progress 2010: 150p.
- RANDRIATAFIKA, D., 2000.** Description, études écologiques, distributions, utilisations et risques d'extinctions des espèces de deux familles malgaches: Asteropeiaceae et Mellanophylaceae. Mémoire de D.E.A en Sciences Biologiques Appliquées, Option Ecologie végétale, Université d'Antananarivo: 112p.
- ROLLET, B., 1983.** La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. Bois et forêts des tropiques, pp 19-34.
- ROLLET, G., 1979.** Application de diverses méthodes d'analyses de données à des inventaires forestiers détaillés levés en forêt tropicale. *Oecologia plantarum*. Tome 14. Edition Gautier-Villars: 319-344.
- ROTHER, P.L., 1964.** Régénération en forêt tropicale. Le *Dipterocarpus drey* (Dau) sur le versant Cambridgien du Golfe de Siam. Bois et forêt de Tropiques, Madagascar: 386-397.
- SARDA, X., 2005.** Vulgarisation en milieu paysan des techniques de Semis direct sous Couvert Végétal (S.C.V). DESS « Ressources naturelles et Environnement », 92 p.
- SOIL SURVEY STAFF & SOIL SURVEY MANUAL, 1951.** U.S Department of Agricultural Hand book 18 Washington DC, USA: 52p.
- TERNISIEN, J., 1971.** L'environnement, La banque des mots, 2: 203-212.
- TRIOLO, J., 2005.** Guide pour la restauration écologique de la végétation indigène. Office National des Forêts. Saint- Denis, 88 p.

#### REFERENCES ELECTRONIQUES

- [www. Spore.cta.inta](http://www.Spore.cta.inta) (Revue Spore Hors réseau, 2008).
- [www. afs - journal. org](http://www.afs-journal.org), Annals of Forest Science

# *Annexes*

**Annexe 1:** Données climatiques de la réserve d'Analamazaotra (1961-1990)

a-Température (°C)

Mois	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T <sub>min</sub>	16	16°2	15°9	14°7	12°8	10°6	10°2	10°1	10°6	12°4	14°2	15°7
T <sub>moy</sub>	21°1	21°2	20°6	19°7	17°7	15°7	14°9	15	16	18	19°6	20°8
T <sub>max</sub>	26°1	26°2	25°3	24°6	22°6	20°7	19°5	19°9	21°5	23°6	25	25°9

**T min:** température minimale

**T moy:** température moyenne

**T max:** température maximale

**b- Pluviométrie**

Mois	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Pluies (mm)	16	16,2	15,9	14,7	12,8	10,6	10,2	10,1	10,6	12,4	14,2	15,7
Nb de J de P	21,1	21,2	20,6	19,7	17,7	15,7	14,9	15	16	18	19,6	20,8

**J:** jour

**P:** pluie

**Source:** Service météorologique National d'Ampanomby

**Annexe 2:** Questionnaire d'enquêtes socio-économique et écologique

- Quelles sont les activités entreprises par les villageois ?
- Depuis quand avez-vous exercé ces activités ?
- Quels sont les produits forestiers utilisés dans la région ? A quoi servent-ils. Quelles parties de la plante sont utilisées ?
- Quels sont les produits forestiers exploités dans la région ?
- Quelles sont les espèces rares, menacées à Vohimana ? Quels modes de collecte appliquez-vous ? Quelle est la quantité ramassée et avec quelle fréquence ?
- Quels types de plantes cultivez-vous ? Parmi eux, quels sont les cultures vivrières, les cultures de rentes ? Est-ce qu'ils sont vendus localement ou évacués hors de la zone ?
- Comment ferriez-vous pour cultiver ces plantes (mode de culture, calendrier cultural, rotation de culture...).
- Le tavy est-il pratiqué dans la région ?
- Combien de fois cultivez-vous le terrain avant de l'abandonner ?
- Quelle place tient la forêt dans votre vie quotidienne ?
- Pouvez-vous nous citer les liens qui relient votre vie quotidienne avec la forêt ?
- Que pensez-vous de l'état actuel de la forêt qui vous entoure ?
- Pouvez-vous nous donner quelques causes ou origines et conséquences de cette dégradation ?
- Comment appréciez-vous l'activité de l'ONG l'Homme et l'Environnement, d'autres projets comme le DYNATEC, Biocarbone ... (le reboisement, l'offre d'emploi...).
- Quels sont vos problèmes d'ordre économique, social et écologique ?
- Quelles solutions proposeriez-vous pour améliorer votre niveau de vie pour enrayer la déforestation ou atténuer la dégradation de l'environnement ?

### Annexe 3: Fiches techniques des espèces étudiées

#### Fiche 1

**Nom vernaculaire:** Hazombaroa, Hanoala mena, Fanola, Fanola mena, Fanolafotsy, Manoka mena, Tombonanamena.

**Nom scientifique:** *Asteropeia micraster* H. Hallier

**Famille:** ASTEROPEIACEAE

**- Description:**

**Port:** arbre (hauteur jusqu'à 20m).

**Feuilles:** simples, alternes, obovales (2-6cm x 1,3cm), subcoriaces, trois fois plus longues que larges, persistantes (Figure 53).

**Inflorescence:** axe des inflorescences glabre.

**Fleurs:** sessiles; pétales jaunes verdâtre ou blancs très caducs, minces (Photo 24).

**Fruits:** , à cinq sépales obovales et persistants en forme de coupe, moins de 5 mm de long.

**Graines:** largement ovales, à six petites côtes peu saillantes (Figure 53).

**- Phénologie:** - Feuillaison: Octobre-Avril

- Floraison: Mai-Juin

- Fructification: Juillet-Septembre

**- Utilisation:** bois de cuisson, bois de construction (poteaux électriques, habitation, traverse de chemin de fer) et bois d'œuvre (sculpture, menuiserie).

**- Ecologie:**- forêt primaire sur sol à texture limono très sableux,

- forêt exploitée sur sol à texture limono sableux.

**- Biologie:** probablement pollinisée par les insectes, graines dispersées par le vent.

**- Technique de propagation:**

- Bouturage de la région apicale, médiane et basale du rameau.

- Transplantation des sauvageons

- Terreau:

1) pour le bouturage: humus (20%), terre noire (60%), sable (10%), terre rouge (10%).

2) pour le repiquage des sauvageons à transplanter: humus (50%), terre noire (30%), sable (10%), terre rouge (10%).

**Référence bibliographique:** RAMANANJANAHARY et al., 2010.

Annexe 3 (suite)



Photo 23: Fleurs d'*Asteropeia micraster*

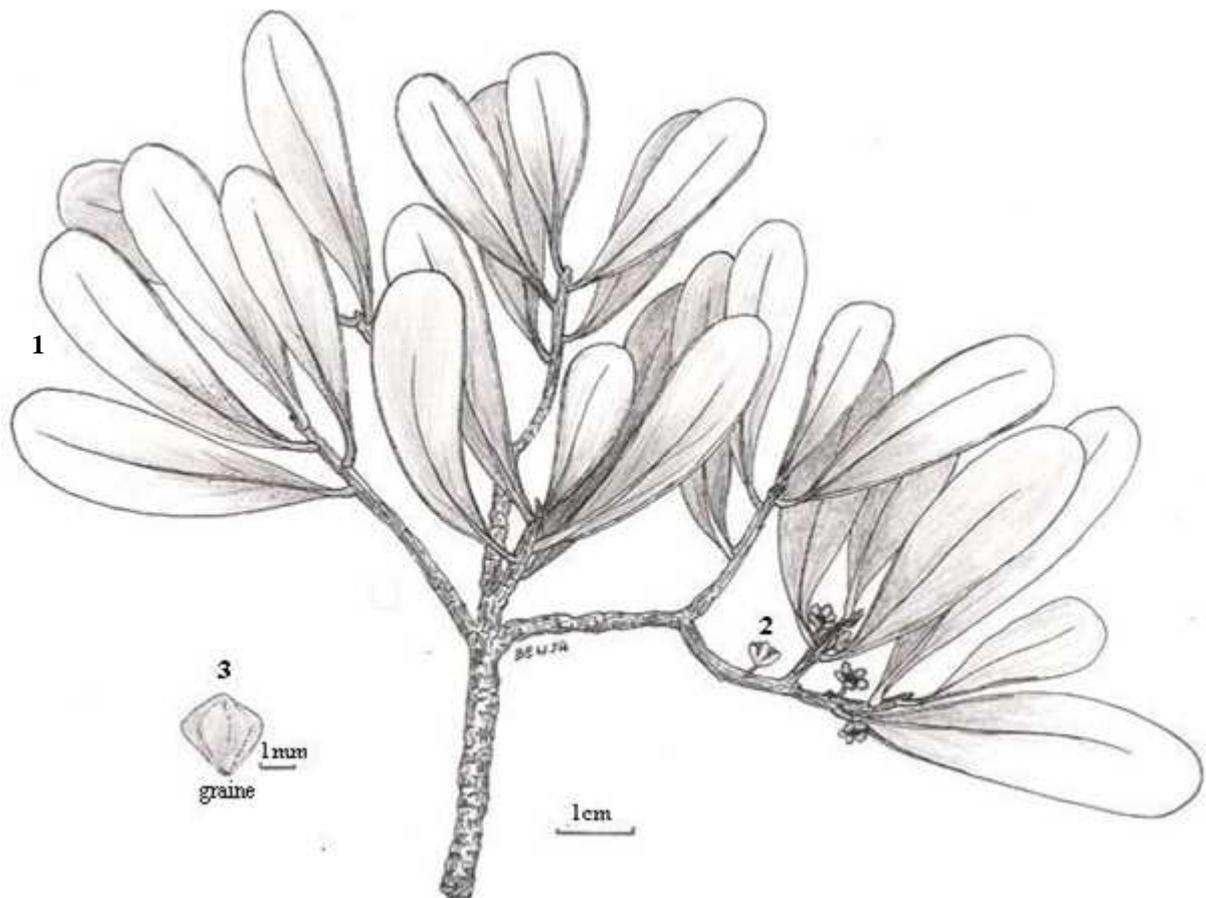


Figure 51: Rameau florifère et graine d'*Asteropeia micraster*

(1): Feuille; (2): Fleur; (3): Graine

## Fiche 2

Annexe 3 (suite)

**Nom vernaculaire:** Sakaihazo (arbre piment), Sakarivohazo (arbre gingembre)

**Nom scientifique:** *Cinnamosma madagascariensis* P. Danguy

**Famille:** CANNELACEAE

### **- Description:**

**Port:** grand arbre (h=10-20m), rarement arbuste.

**Feuilles:** adultes peu coriaces, courtement pétiolées (2-6mm); ovales ou ovales-lancéolées, rarement oblongues (4-8 x 2-4cm), nervures latérales souvent visibles et un peu saillantes sur la face inférieure (Photo 25).

**Fleurs:** solitaires ou plus souvent fasciculés, par 3-5 sur les parties défeuillées des rameaux ou, plus rarement, à l'aisselle des feuilles inférieures, sessiles ou subsessiles. Calice: à sépales larges et épais, le plus grand de 2,5mm de long. Corolle: à tube plus long (5mm environ) que large (3mm). Androcée de 4mm, à 7-10 anthères (Photo 26).

**Fruits:** baies petites, globuleuses (1,5-2cm), non contractées à la base, très finement verruqueuses et courtement apiculées (Photo 27).

**Graines:** peu nombreuses (5-8), un peu comprimées et subréniformes (10 x 7 x 3mm), d'un roux clair, entourées d'un mucilage plus ou moins abondant, clair d'abord, puis brun-rougeâtre à maturité.

**Phénologie:**-Feuillaison: Janv-avr;

-Floraison: Mai-Juil;

-Fructification: Aout-Déc.

### **- Utilisation:**

- **Bois:** bon bois de construction, menuiserie **Feuilles:** extraction d'huile essentielle

- **Fruits:** nourritures des lémuriens **Tiges:** employées contre les mauvais esprits

-**Ecorces:** vermifuges (ténia), antitussives, stimulantes et toniques; tisanes pour traiter le paludisme et la colique.

- **Ecologie:** forêt primaire et forêt exploitée sur sol à texture limono sableux.

### **-Techniques de propagation:**

-Bouturage de la partie apicale, médiane et basale du rameau.

-Transplantation des sauvageons

-Terreau: 1) pour le bouturage: humus (20%), terre noire (60%), sable (10%), terre rouge (10%). 2) pour le repiquage des sauvageons à transplanter: humus (40%), terre noire (30%), sable (20%) et terre rouge (10%).

**Référence bibliographique:** PERRIER DE LA BATHIE, 1954

Planche 5: *Cinnamosma madagascariensis*



Photo 24: Feuilles simples, alternes



Photo 25: Rameau florifère



1 cm

Photo 26: Fruit

### Fiche 3

**Nom vernaculaire:** Tavolomanitra, Tavolo lahy

**Nom scientifique:** *Cryptocaria thouvenotii* (Danguy) Kosterm.

**Famille:** LAURACEAE

**- Description:**

**Port:** arbre (h=20-25m), à rameaux un peu verruqueux, gris, garnis de poils très petits et serrés.

**Feuilles:** alternes, raides, coriaces, elliptiques, de 4,5 à 11cm sur 2 à 4 cm, à base contractée en pétiole, brièvement aigue, à sommet obtusément aigu, la face supérieure verte un peu brillante, lisse, à nervure médiane un peu saillante.

Pétioles canaliculés, longs de 8 à 12mm.

**Fleurs:** de 3 à 3,5mm de diamètre à l'anthèse à tépales atteignant 1,5mm de long sur ½ à 3/4mm de large. Etamine dépassant largement le périanthe, à filet densément poilus

**Fruits:** mûr, ellipsoïdal, lisse, d'un rouge noirâtre sur le sec, atteignant 25mm de long sur 15 à 20mm de diamètre, à sommet apiculé, à réceptacle épais de 1mm, environ, à péricarpe mince, adné au réceptacle, à pédicelle cylindrique de 2mm de diamètre.

- **Phénologie:** -Feuillaison: Fev-Oct;

-Floraison: Nov-Dec;

-Fructification: Janv.

**- Utilisations:**

- **Bois:** construction (bois de charpente, en menuiserie).

- **Feuilles:** huile essentielle.

- **Ecorces:** pour traiter le maux de tête.

- **Ecologie:** forêt secondaire sur sol à texture limono sableux.

**- Techniques de propagation**

- Germination des graines: témoins; traitées à l'eau chaude 70°C 24h et lavées à l'eau froide.

- Terreau: humus:50%  
terre noire:30%  
sable:10%  
terre rouge:10%

**-Référence bibliographique:** PERRIER DE LA BATHIE, 1962

## Fiche 4

**Nom vernaculaire:** Tsikafekafe

**Nom scientifique:** *Gaertnera humblotii* Drake

**Famille:** RUBIACEAE

### **- Description:**

**Port:** arbuste

**Feuilles:** grandes, opposées, à nervures principales très visibles et de couleur rouge jaunâtre (Photo 28). Stipules soudés en une gaine entourant la tige (Photo 29).

**Inflorescence:** terminale paniculée rameuse- ouverte multiflore à condensée.

**Fleurs:** blanche à beige, 5 ou 6 pétales, 5 ou 6 sépales soudés (Photo 30). Etamines: 5 ou 6 alternisépales, qui se déposent sur le 1/3 supérieur poilu des pétales. Ovaire supère.

**Fruits:** petite drupe distinctement supère, charnue, indéhiscente, légèrement bilobé et de couleur noire (Photo 31).

**Graines:** long: 1cm large: 8mm, de couleur jaune poussin (Figure 47).

**Phénologie:**-Feuillaison: Mai à mi-oct;

-Floraison: Fin-oct à mi-déc;

-Fructification: Fin-Déc à Avr.

### **- Utilisations:**

-**Bois:** en menuiserie (chaise, table, portails), construction des cases.

-**Feuilles:** traiter les plaies

- **Fruits:** nourritures des lémuriens *Microcebus rufus*, *Microcebus lelahitsara* et par l'oiseau *Hipsipites madagascariensis*.

- **Feuilles:** huile essentielle.

- **Ecorces:** pour traiter les maux de tête.

- **Ecologie:** - forêt primaire

- jachère sur sol à texture limono sableux

- **Biologie:** pollinisateurs: insectes, oiseau.

### **- Techniques de propagation**

- Germination des graines: témoins et lavées à l'eau froide.

- Bouturage de la partie apicale et médiane du rameau.

- Transplantation des sauvageons

- Terreau:

1) pour le repiquage des sauvageons à transplanter et des plants issus des graines: humus (20%), terre noire (60%), sable (25%) et terre noire (30%), sable (10%).

2) pour le bouturage: humus (20%), terre noire (60%), sable (25%), terre noire (30%), sable (10%), terre rouge (10%).



**Figure 47:** Rameau florifère et graine de *Gaertnera humblotii*

(1): Rameau; (2): Boutons floraux; (3): Graine

**Planche 6: *Gaertnera humblotii***



**Photo 27:** Feuilles simples, opposées



**Photo 28:** Gaine foliaire



**Photo 29:** Fleurs



**Photo 30:** Fruits

## Fiche 5

**Nom vernaculaire:** Faralaoatra

**Nom scientifique:** *Colubrina faralaoatra* (H.Perrier) Capuron

**Famille:** RHAMNACEAE

### **- Description:**

**Port:** arbre dépassant rarement 20m de hauteur.

Tronc de couleur gris blanc clair. Cime avec des branches toutes typiquement plagiotropes à phyllotaxie alterne distique (Photo 32).

**Feuilles:** vert clair, subsessile. Limbe (long: 5-10cm, large: 3-6cm), de forme générale ovée, légèrement asymétrique (Figure 48).

Limbe trinervé à la base, stipules réduits et caduques.

**Inflorescence:** en cyme axillaire beaucoup plus courte que les feuilles (Photo 33).

**Fleurs:** blanches à 5 pétales, 5 sépales et 5 étamines alternisépales.

### **Fruits:**

**Graines:** en forme d'ovale, mesurant en moyenne 3mm de long et 2mm de large (Figure 48).

**Phénologie:** -Feuillaison: Juin à octobre;

-Floraison: Nov à Déc;

-Fructification: Janv à Mai.

### **- Utilisations:**

Bois très apprécié en construction, en menuiserie ou comme traverses de chemin de fer.

- **Ecologie:** - forêt secondaire sur sol limono très sableux

- forêt à *Eucalyptus* sur sol limono argilo sableux.

- **Biologie:** pollinisée par les insectes et l'oiseau.

### **- Techniques de propagation**

- Germination des graines: traitées à l'eau chaude 70°C et à l'alcool éthylique pendant 12h.

- Transplantation des sauvageons

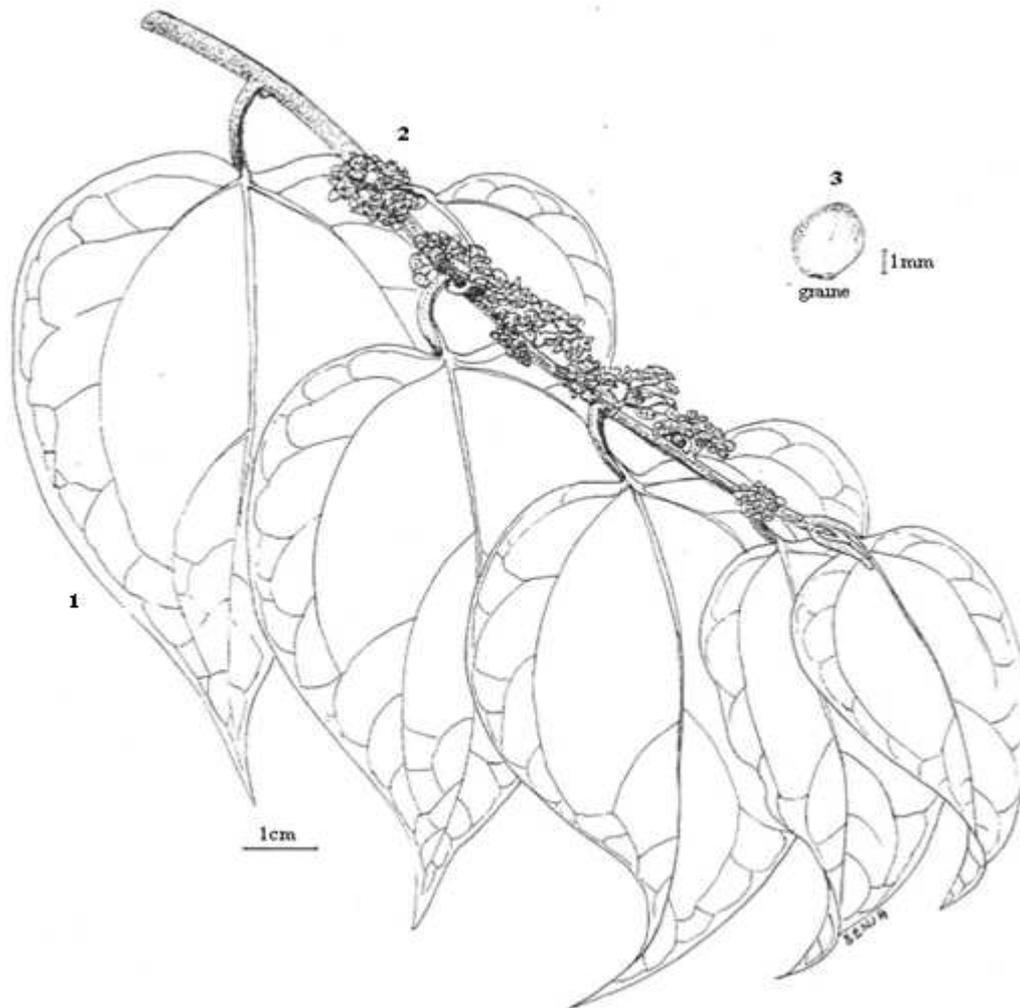
- Terreau: humus: 50%

terre noire: 30%

sable: 10%

terre rouge: 10%

**-Référence bibliographique:** ABRAHAM et al., 1996



**Figure 53:** Rameau florifère et graine de *Colubrina faralaotra*

(1): Feuille; (2): Fleurs; (3): Graine



**Photo 32:** Port de *Colubrina faralaotra*



**Photo 33:** Inflorescence en cyme axillaire de *Colubrina faralaotra*

**Annexe 4:** Liste floristique de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt primaire

<b>Noms scientifiques</b>	<b>Noms vernaculaires</b>	<b>Familles</b>
<i>Anthocleista longifolia</i>	Lendemy	POTALIACEAE
<i>Beilschmiedia sary</i>	Sary fotsy	LAURACEAE
<i>Canthium medium Capuron</i>	Pitsik' ahitra	RUBIACEAE
<i>Carex pyramidalis</i>	Vendramalona	CYPERACEAE
<i>Cyathea boivinii</i>	Fanjana	CYATHEACEAE
<i>Dianella ansifolia</i>	Voamason`omby	LILIACEAE
<i>Diospyros sphaerosepale</i>	Maintipototra	EBENACEAE
<i>Dracaena reflexa</i>	Hasina0	DRACAENACEAE
<i>Eugenia rotrola</i>	Rotra lava ravina	MYRTACEAE
<i>Euphorbia tetraptera</i>	Samata	EUPHORBIACEAE
<i>Faucherea laciniata</i>	Nanto njirika	SAPOTACEAE
<i>Gaertnera sp2</i>		RUBIACEAE
<i>Megastachya micronata</i>	Tsongolovolo	MYRSINACEAE
<i>Nastus elongatus</i>	Volo	POACEAE
<i>Norhonia sp</i>	Tsilaitra	OLEACEAE
<i>Ochrocarpus madagascariensis</i>	Kijy fotsy	CLUSIACEAE
<i>Oncostemum elephantipes</i>	Ramitsiaka	MYRSINACEAE
<i>Polycias marilia</i>		ARALIACEAE
<i>Protorhus ditimena</i>	Ditimena	ANACARDIACEAE
<i>Psorospermum androsaemifolium</i>		CLUSIACEAE
<i>Psychotria apoda</i>		FABACEAE
<i>Ravensara floribunda</i>	Tavolo	LAURACEAE
<i>Schefflera voantsilana</i>	Voantsilana	ARALIACEAE
<i>Symphonia kijy</i>	Kijy	CYPERACEAE
<i>Tambourissa madagascariensis</i>	Ambora	MONIMIACEAE
<i>Tribulis dipate</i>	Dipaty	MORACEAE
<i>Uapaca densifolia</i>	Voapaka kely ravina	EUPHORBIACEAE
<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka be ravina	EUPHORBIACEAE
<i>Vernonia dissoluta</i>	Hazomporetika	ASTERACEAE
<i>Weinmannia madagascariensis</i>	Hirihitsiky	CUNONIACEAE
<i>Weinmannia rutembergii</i>	Lalona	CUNONIACEAE
<i>Xylopia humbloutiana</i>	Hazoambo	ANNONACEAE

**Annexe 5:** Liste des familles et des espèces associées aux espèces étudiées

Espèces cibles	Familles associées	Espèces associées
<i>Asteropeia micraster</i> dans la forêt primaire	MYRTACEAE (15%) CUNONIACEAE (15%)	<i>Anthocleista longifolia</i> (10%) <i>Eugenia rotrala</i> (15%) <i>Euphorbia tetraptera</i> (10%) <i>Faucherea laciniata</i> (10%) <i>Uapaca thouarsii</i> (10%) <i>Symphonia kijy</i> (10%) <i>Weinmannia madagascariensis</i> (15%)
<i>Asteropeia micraster</i> dans la forêt exploitée	LOGANIACEAE (20,83%) EUPHORBIACEAE (29,16%) } CLUSIACEAE (12,5%) CUNONIACEAE (16,66%)	<i>Nuxia capitata</i> (20,83) <i>Uapaca densifolia</i> (12, 33%) <i>Uapaca thouarsii</i> (16, 66%) <i>Rheedia madagascariensis</i> (12, 5%) <i>Weinmannia madagascariensis</i> (16, 66%)
<i>Cinnamosma madagascariensis</i> dans la forêt primaire	DENNSTAEDTIACEAE (25%) MYRTACEAE (30%) ARALIACEAE (25%)	<i>Blotiela natalensis</i> (25%) <i>Eugenia bernerii</i> (30%) <i>Schefflera voantsilana</i> (25%)
<i>Cinnamosma madagascariensis</i> dans la forêt exploitée	EUPHORBIACEAE (45,83%) MYRTACEAE (25%)	<i>Uapaca densifolia</i> (25%) <i>Uapaca thouarsii</i> (20, 83%) <i>Eugenia bernerii</i> (25%)
<i>Colubrina faralaotra</i> dans la forêt secondaire	FABACEAE (12,5%) EUPHORBIACEAE (16,66%) SAPOTACEAE (16,66%) MYRTACEAE (16,66%) PANDANACEAE (12,5%) CLUSIACEAE (25%)	<i>Entada louvelii</i> (12,5%) <i>Croton mongue</i> (16,66%) <i>Chrysophyllum boivinianum</i> (16, 66%) <i>Eugenia goviata</i> (16, 66%) <i>Pandanus palme</i> (12, 5%) <i>Rheedia madagascariensis</i> (25%)
<i>Colubrina faralaotra</i> dans la forêt à <i>Eucalyptus</i>	MYRTACEAE (100%)	<i>Eucalyptus</i> (100%)
<i>Cryptocaria thouvenotii</i> dans la forêt secondaire	MYRTACEAE (25%) EUPHORBIACEAE (20,83%) ARALIACEAE (25%)	<i>Eugenia robary</i> (25%) <i>Uapaca thouarsii</i> (20, 83%) <i>Schefflera voantsilana</i> (25%)
<i>Gaertnera humblotii</i> dans la jachère	MYRTACEAE (64,38%) CUNONIACEAE (20%) ERICACEAE (14,38%)	<i>Eugenia sambos</i> (64, 38%) <i>Weinmannia madagascariensis</i> (20%) <i>Agauria salicifolia</i> (14, 38%)

**Annexe 6:** Liste floristique de la formation à *Asteropeia micraster* dans la forêt exploitée

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Familles
<i>Antidesma petiolare</i>	Oditrovy	EUPHORBIACEAE
<i>Asteropeia micraster</i>	Manoka	ASTEROPEIACEAE
<i>Bosqueia obovata</i>	Havoho	MORACEAE
<i>Canthium medium Capuron</i>	Pitsik'ahitra	RUBIACEAE
<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	SAPOTACEAE
<i>Cnestis glabre</i>	Sefana vahy	CONNARACEAE
<i>Dianella ensifolia (lam) Redoute</i>	Voamason'omby	LILIACEAE
<i>Dracaena reflexa</i>	Hasina	LILIACEAE
<i>Dyopsis nodifera</i>	Bedoda	ARECACEAE
<i>Gaertnera obovata</i>	Tsikarafoka madini-dravina	RUBIACEAE
<i>Garcinia pauciflora</i>	Kijy fotsy, Kolobakala	CLUSIACEAE
<i>Eugenia sp2</i>	Rotra mena	MYRTACEAE
<i>Eugenia beneri</i>	Rotra fotsy	MYRTACEAE
<i>Harungana madagascariensis</i>	Harungana	CLUSIACEAE
<i>Megastachya micronata</i>	Volohoto, Tsongolovolo	POACEAE
<i>Nuxia capitata</i>	Valanirana	LOGANIACEAE
<i>Ochrocarpus madagascariensis</i>	Kijy fotsy	CLUSIACEAE
<i>Oncostemum elephantipes</i>	Ramitsiaka	MYRSINACEAE
<i>Pandanus sp</i>	Vakoana, Tsikarankarana	PANDANACEAE
<i>Psychotria apoda</i>		RUBIACEAE
<i>Pteridium aquilinum (L) Kuhn</i>	Rangotra	POLYPODIACEAE
<i>Uapaca densifolia</i>	Voapaka kely ravina	EUPHORBIACEAE
<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka be ravina	EUPHORBIACEAE
<i>Rheedia madagascariensis</i>	Kijy	CLUSIACEAE
<i>Schefflera voantsilana</i>	Voantsilana	ARALIACEAE
<i>Stricherus petiolare</i>		GLEICHENIACEAE
<i>Symphonia verrucosa</i>	Kijy bonaka	CLUSIACEAE
<i>Symphonia fasciculata</i>	Kijy	CLUSIACEAE
<i>Vernonia dissoluta</i>	Hazomporetika	ASTERACEAE
<i>Weinmannia madagascariensis</i>	Irihitsika	CUNONIACEAE
<i>Weinmannia stenostachya</i>		CUNONIACEAE
<i>Xylopi buxifolia Baill.</i>		ANNONACEAE

**Annexe 7:** Liste floristique de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt primaire

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Familles
<i>Abrahamia ditimena</i>	Ditimena madini-dravina	ANACARDIACEAE
<i>Anthocleista rhizophorides</i>	Lendemy	POTALIACEAE
<i>Beilschmiedia sary</i>	Sary	LAURACEAE
<i>Blotiela natalensis</i>	Angavodiana voloina	DENNSTAEDTIACEAE
<i>Calophyllum chapellieri</i>	Vintanona	CLUSIACEAE
<i>Canephora sp</i>	Bekarafoka madini-dravina	RUBIACEAE
<i>Canthium medium</i>	Pitsik'ahitra	RUBIACEAE
<i>Carex pyramidalis</i>	Vendramalona	CYPERACEAE
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	Sakarivohazo, Mandravasarotra	CANELLACEAE
<i>Coffea sp</i>	Kafeala be ravina	RUBIACEAE
<i>Cryptocaria elicina</i>	Tavolopika	LAURACEAE
<i>Dicranopteris lianensis</i>	Rangotohatra	GLEICHNECIACEAE
<i>Diospyros gracilipes</i>	Hazomafana	EBENACEAE
<i>Dyopsis nodifera</i>	Bedoda	ARECACEAE
<i>Eugenia goviola</i>	Gavoala madini-dravina	MYRTACEAE
<i>Eugenia sp3</i>	Rotra mena be ravina	MYRTACEAE
<i>Eugenia bernerii</i>	Rotra fotsy	MYRTACEAE
<i>Erythroxylum nitidulum</i>	Menahihy	ERYTHROXYLACEAE
<i>Faucherea laciniata</i>	Nanto be ravina	SAPOTACEAE
<i>Faucherea sp1</i>	Nanto Boaka	SAPOTACEAE
<i>Faucherea sp2</i>	Nanto njirika	SAPOTACEAE
<i>Gaertnera obovata</i>	Bekarafoka madini-dravina	RUBIACEAE
<i>Macaranga cuspidata</i>	Makarangahy	EUPHORBIACEAE
<i>Megastachya micronata</i>	Tsogolovolo, Volohoto	POACEAE
<i>Memycelon clavistaminum</i>	Tsimahamasa-tsokona	MELASTOMATAACEAE
<i>Noronhia emarginata</i>	Tsilaitra	OLEACEAE
<i>Ocotea leavis</i>	Varongy mainty	LAURACEAE
<i>Oncostemum elephantipes</i>	Ramitsiaka	MYRSINACEAE
<i>Polyscias maralia</i>		ARALIACEAE
<i>Psychotria sp</i>	Tsikafekafe	RUBIACEAE
<i>Uapaca densifolia</i>	Voapaka madini-dravina	EUPHORBIACEAE
<i>Schefflera voantsilana</i>	Voantsilana	ARALIACEAE
<i>Vernonia dissoluta</i>	Hazomporetika	ASTERACEAE
<i>Vernonia coursii</i>	Hazomporetika malama	ASTERACEAE

**Annexe 8:** Liste floristique de la formation à *Cinnamosma madagascariensis* dans la forêt exploitée

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Familles
<i>Beilschmiedia sary</i>	Sary	LAURACEAE
<i>Canthium medium</i>	Pitsik` ahitra	RUBIACEAE
<i>Carex pyramidalis</i>	Vendramalona	CYPERACEAE
<i>Cinnamosma madagascariensis</i>	Sakarivohazo, Mandravasarotra	CANELLACEAE
<i>Cyathea boivinii</i>	Fanjana	CYATHEACEAE
<i>Dianella ansifolia</i>	Voamason` omby	LILIACEAE
<i>Dyopsis confusa</i>		ARECACEAE
<i>Dracaena reflexa</i>	Hasina	DRACAENACEAE
<i>Eugenia bernerii</i>	Rotra fotsy	MYRTACEAE
<i>Eugenia goviola</i>	Gavoala madini-dravina	MYRTACEAE
<i>Eugenia rotrala</i>		MYRTACEAE
<i>Euphorbia tetraptera</i>	Samata	EUPHORBIACEAE
<i>Faucherea sp2</i>	Nanto njirika	SAPOTACEAE
<i>Gaertnera sp2</i>		RUBIACEAE
<i>Megastachya micronata</i>	Tsogolovolo, Volohoto	POACEAE
<i>Nastus elongatus</i>	Volo	POACEAE
<i>Noronhia emarginata</i>	Tsilaitra	OLEACEAE
<i>Ochrocarpus madagascariensis</i>	Kijy fotsy	CLUSIACEAE
<i>Oncostemum elephantipes</i>	Ramitsiaka	MYRSINACEAE
<i>Polyscias maralia</i>		ARALIACEAE
<i>Protorhus ditimena</i>	Ditimena	ANACARDIACEAE
<i>Psychotria apoda</i>		OLEACEAE
<i>Ravensara floribunda</i>	Tavolo	LAURACEAE
<i>Schefflera voantsilana</i>	Voantsilana	ARALIACEAE
<i>Symphonia kijy</i>	Kijy	CYPERACEAE
<i>Tribulis dipate</i>	Dipaty	MORACEAE
<i>Vernonia dissoluta</i>	Hazomporetika	ASTERACEAE
<i>Uapaca densifolia</i>	Voapaka kely ravina	EUPHORBIACEAE
<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka madini-dravina	EUPHORBIACEAE
<i>Weinmannia rutembergii</i>	Lalona	CUNONIACEAE
<i>Xylopi humbloutiana</i>	Hazoambo	ANNONACEAE

**Annexe 9:** Liste floristique de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt à *Eucalyptus*

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Familles
<i>Canthium medium</i>	Pitsik`ahitra	RUBIACEAE
<i>Clidemia hirta</i>	Mazambody	MELASTOMATACEAE
<i>Colubrina faralaotra</i>	Faralaotra	RHAMNACEAE
<i>Crotalaria sp</i>		FABACEAE
<i>Emilia rigosum</i>	Tsimotsimo	ASTERACEAE
<i>Eucalyptus</i>	Kininina	MYRTACEAE
<i>Flagellaria indica</i>	Vahimpika	FLAGELLARIACEAE
<i>Harongana madagascariensis</i>	Harongana	CLUSIACEAE
<i>Hedichyum peregrinum</i>		ZINGIBERACEAE
<i>Macaranga cuspidata</i>	Monkaranana	EUPHORBIACEAE
<i>Oncostemum platicladium</i>		MYRSINACEAE
<i>Psiadia altissima</i>	Dingadingana	ASTERACEAE
<i>Psidium cattleianum</i>	Goavy tsinahy	MYRTACEAE
<i>Tristema verrusanum</i>	Voantsotroka	MELASTOMATACEAE
<i>Vepris ampody</i>	Ampody	RUTACEAE

**Annexe 10:** Liste floristique de la formation à *Colubrina faralaotra* dans la forêt secondaire

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Familles
<i>Aphloia theaformis</i>	Fandramanana	APHLOIACEAE
<i>Brillantaisia madagascariensis</i>		ACANTHACEAE
<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	SAPOTACEAE
<i>Clidemia hirta</i>	Mazambody	MELASTOMATACEAE
<i>Coffea mangoroensis</i>		RUBIACEAE
<i>Croton mongue</i>	Molanga	EUPHORBIACEAE
<i>Cyathea boivinii</i>		CYATHEACEAE
<i>Dianella ansifolia</i>	Voamason`omby	LILIACEAE
<i>Dicranopteris lianensis</i>	Rangotohatra, Harongandahy	GLEICHENIACEAE
<i>Dracaena reflexa</i>	Hasina	DRACAENACEAE
<i>Dypsis nodifera</i>	Bedoda	ARECACEAE
<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	FABACEAE
<i>Eugenia bernieri</i>	Rotra be ravina	MYRTACEAE
<i>Eugenia goviata</i>	Gavoala madini-dravina	MYRTACEAE
<i>Erythroxylum sp</i>	Menahihy	ERYTHROXYLACEAE
<i>Gaertnera sp2</i>		RUBIACEAE
<i>Hedichyum peregrinum</i>		ZINZIBERACEAE
<i>Macaranga cuspidata</i>	Monkaranana	EUPHORBIACEAE
<i>Mammea bongo</i>		ANACARDIACEAE
<i>Megastachya micronata</i>	Tsongolovolo	MYRSINACEAE
<i>Omphalea opositifolia</i>	Sale	EUPHORBIACEAE
<i>Oncostemum platycladium</i>		MYRSINACEAE
<i>Pandanus madagascariensis</i>	Vakoana 1	PANDANACEAE
<i>Pandanus palme</i>	Vakoana 2	PANDANACEAE
<i>Pauridiantha paucinervis</i>		RUBIACEAE
<i>Rheedia madagascariensis</i>	Kijy	CLUSIACEAE
<i>Rubis molucanus</i>		ROSACEAE
<i>Schefflera voantsilana</i>	Voantsilana	ARALIACEAE
<i>Scolopia madagascariensis</i>		SALICACEAE
<i>Streblus dipate</i>		MORACEAE
<i>Symphonia fasciculata</i>		GUTTIFEREAE
<i>Vernonia dissoluta</i>	Hazomporetika	ASTERACEAE
<i>Xylopi humbloutiana</i>	Hazoambo	ANNONACEAE
<i>Vernonia dissoluta</i>	Hazomporetika	ASTERACEAE
<i>Xylopi humbloutiana</i>	Hazoambo	ANNONACEAE

**Annexe 11:** Liste floristique de la formation à *Cryptocaria thouvenotii* dans la forêt secondaire

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Familles
<i>Aphloia theaformis</i>	Fandramanana	APHLOIACEAE
<i>Brillantaisia madagascariensis</i>		ACANTHACEAE
<i>Clidemia hirta</i>	Mazambody	MELASTOMATACEAE
<i>Coffea mangoroensis</i>		RUBIACEAE
<i>Cryptocaria thouvenotii</i> (Danguy) Kosterm.	Tavolomanitra	LAURACEAE
<i>Cyathea boivinii</i>		CYATHEACEAE
<i>Dianella ansifolia</i>	Voamason`omby	LILIACEAE
<i>Dicranopteris lianensis</i>	Rangotohatra, Harongandahy	GLEICHENIACEAE
<i>Dracaena reflexa</i>	Hasina	DRACAENACEAE
<i>Dyopsis nodifera</i>	Bedoda	ARECACEAE
<i>Eugenia bernerii</i>	Rotra be ravina	MYRTACEAE
<i>Eugenia goviola</i>	Gavoala madini-dravina	MYRTACEAE
<i>Eugenia robary</i>	Robary	MYRTACEAE
<i>Erythroxylum sp</i>	Menahihy	ERYTHROXYLACEAE
<i>Flagellaria indica</i>	Vahimpika	FLAGELLARIACEAE
<i>Gaertnera sp2</i>		RUBIACEAE
<i>Hedichyum peregrinum</i>		ZINZIBERACEAE
<i>Macaranga cuspidata</i>	Monkaranana	EUPHORBIACEAE
<i>Mammea bongo</i>		ANACARDIACEAE
<i>Megastachya micronata</i>	Tsongolovolo	MYRSINACEAE
<i>Omphalea opositifolia</i>	Sale	EUPHORBIACEAE
<i>Oncostemum platycladium</i>		MYRSINACEAE
<i>Pandanus madagascariensis</i>	Vakoana	PANDANACEAE
<i>Pauridiantha paucinervis</i>		RUBIACEAE
<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka be ravina	EUPHORBIACEAE
<i>Rubis molucanus</i>		ROSACEAE
<i>Schefflera voantsilana</i>	Voantsilana	ARALIACEAE
<i>Scolopia madagascariensis</i>		SALICACEAE
<i>Symphonia fasciculata</i>		GUTTIFEREAE
<i>Streblus dipate</i>		MORACEAE
<i>Vernonia dissoluta</i>	Hazomporetika	ASTERACEAE
<i>Xylopi humbloutiana</i>	Hazoambo	ANNONACEAE

Annexe 12: Liste floristique de la formation à *Gaertnera humblotii* dans la jachère

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Familles
<i>Agauria salicifolia</i>	Angavidiana	ERICACEAE
<i>Acacia sp</i>	Ropitiky	MIMOSACEAE
<i>Aframomum angustifolium</i>	Longoza	ZINZIBERACEAE
<i>Albizia chinensis</i>	Volomborona	FABACEAE
<i>Antidesma petiolare</i>	Oditrovy	EUPHORBIACEAE
<i>Aphloia theaformis</i>	Fandramanana	APHLOIACEAE
<i>Campilospermum anceps</i>	Malambovony	OCHNACEAE
<i>Canthium medium</i>	Pitsik`ahitra	RUBIACEAE
<i>Clidemia hirta</i>	Mazambody	MELASTOMATACEAE
<i>Cnestis glabre</i>	Sefana	CONNARACEAE
<i>Dianella ansifolia</i>	Voamason`omby	LILIACEAE
<i>Dicranopteris lianensis</i>	Rangotohatra, Harongandahy	GLEICHENIACEAE
<i>Eugenia jambos</i>		MYRTACEAE
<i>Emilia hemiphisa</i>		ASTERACEAE
<i>Gaertnera humblotii</i>	Tsikafekafe	RUBIACEAE
<i>Hedichyum peregrinum</i>		ZINGIBERACEAE
<i>Lygodium lanceolatum</i>	Famatotrakanga	SCHIZEACEAE
<i>Megastachya micronata</i>	Tsongolovolo	MYRSINACEAE
<i>Mussaenda lanceolata</i>	Malemiravina	MYRSINACEAE
<i>Noronhia cruciata</i>		OLEACEAE
<i>Pandanus madagascariensis</i>	Vakoana	PANDANACEAE
<i>Paspalum conjugatum</i>	Ahipisaka	POACEAE
<i>Pteridium aquilium</i>		POLYPODIACEAE
<i>Sabicea diversifolia</i>	Sevamboalavo=Sevatoka	RUBIACEAE
<i>Scalaria obortiva</i>	Vendrana be	CYPERACEAE
<i>Stricherus flagellaris</i>	Rangotohatra	GLEICHENIACEAE
<i>Tambourissa religiosa</i>	Ambora kely	MONIMIACEAE
<i>Weinmannia madagascariensis</i>	Irihitsika	CUNONIACEAE

**Annexe 13:** Insectes visiteurs et pollinisateurs d'*Asteropeia micraster*

Heures d'observation	Insectes capturés	Familles	Nombre	Durée de la visite par fleur	Comportement des insectes	Catégorie des insectes
9h à 11h 14h à 16h	Coleoptères <i>Liostraca bella</i>	CELONINES	5	3 - 4mn	cherche le nectar à la base des pétales et sur le stigmate	pollinisateur
9h à 12h	Coleoptères <i>Echyra umbrina</i>	HOLPIINES	3	3mn	suce le nectar à la base du stigmate en faisant de mouvements va et vient	pollinisateur
10h à 11h	Diptères	SARCO PHAGIDES	4	1mn	se repose sur les pétales	visiteur
10h à 12h	Diptères <i>Musca sp</i>	MUSCIDES	2	1-2mn	cherche le nectar sur le stigmate	pollinisateur
7h à 16h	Diptères S.O: Nematocera		2	2mn	se repose sur les pétales	visiteur

**Annexe 14:** Insectes visiteurs et pollinisateurs de *Colubrina faralaotra*

Heures d'observation	Animaux capturés	Familles	Nombre	Durée de la visite par fleur	Comportement des animaux	Catégorie des animaux
9h -12h	Coleoptère <i>Silidus sp</i>	CANTHARIDES	3	6mn	suce le nectar à la base du stigmate en faisant des mouvements va et vient	Pollinisateur
9h -12h 15h-16h	Coleoptère <i>Mastodontera lateralis</i>	CERAMBYCIDES	6	3-5mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
9h-13h	Coleoptère <i>Pseudadorium amplus</i>	CHRY SOMILIDES	4	5-8mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
10h à 11h30	Coleoptère <i>Abiphis nobilis</i>	ELATERIDES	2	4mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
8h-15h	Coleoptère <i>Adelocera procebrosa</i>	ELATERIDES	4	2mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
9h-10h	Diptère S.O: Nematocera spl	BIBIONIDES	1	4mn	suce le nectar à la base du stigmate en faisant des mouvements va et vient	Pollinisateur
11h-12h	Diptère S.O: Brachycera Section:Acalyprates	BIBIONIDES	1	1mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur

## Annexe 14 (suite)

Heures d'observation	Animaux capturés	Familles	Nombre	Durée de la visite par fleur	Comportement des animaux	Catégorie des animaux
9h-14h	Diptère <i>Musca sp</i>	MUSCIDES	7	1mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
12h-14h	Diptère S.O: Brachycera Section: Calyptrates	HELEO MYZIDES	4	7mn	touche les pétales	Visiteur
12h-14h	Diptère  <i>Sciara sp</i>	SCIARIDES	2	4mn	touche les pétales	Visiteur
9h-11h	S.O: Nematocera	SIMULIIDES	3	2mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
8h-10h	Hyménoptère S.O: Aprocrita F : SHECIDES		2	3mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
11h-15h	Hyménoptère S.O: Aprocrita	F: ICHNEUMO NOIDES	2	2mn	touche les pétales	Visiteur
11h-15h	Hyménoptère <i>Hemipepsis hova</i>	POMPILIDES	2	4mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
10h-11h	Cl: OISEAUX <i>Nectarinia notata</i>		1	6mn	cherche le nectar sur le stigmate	Pollinisateur
14h30m à 15h30mn	<i>Apis mellifera</i>		2	3mn	cherche le nectar	Pollinisateur

Annexe 15: Insectes visiteurs et pollinisateurs de *Gaertnera humblotii*

Heures d'observation	Insectes capturés	Familles	Nombre	Durée de la visite par fleur	Comportement des insectes	Catégories des insectes
7h-17h	Coleoptère <i>Hovoplia stigmatica</i>	HOLPIINES	2	3mn	cherche le nectar	Pollinisateur
7h-17h	Coleoptère <i>Hovoplia angulopicta</i>	HOLPIINES	3	5mn	cherche le nectar	Pollinisateur
9h-14h	Hyménoptère <i>Xylocopa calens</i>	APIDES	3	2-4mn	cherche le nectar	Pollinisateur
9h-16h	Diptère <i>Musca sp</i>	MUSCIDES	6	2mn	touche le pétale	Visiteur
9h-12h	<i>Apis mellifera</i>		3	3mn	touche le pétale	Visiteur
11h-16h	Des fourmis		12	6mn	touche le pétale	Visiteur
15h	Cl: OISEAU <i>Chrysidia ripheus</i>		1	4mn	cherche le nectar	Pollinisateur

**Annexe 16:** Durée de développement des plantules des espèces étudiées

Espèces	<i>Colubrina faralaotra</i>	<i>Cryptocaria thouvenotii</i>	<i>Gaertnera humblotii</i>
Type de germination	épigée	Epigée	Epigée
Durée de vie des cotylédons (jour)	7	7	12
Apparition de la 1 <sup>ère</sup> feuille (jour)	15	15	42
Apparition de la 2 <sup>ème</sup> feuille (jour)	30	22	59
Durée de développement des plantules avant le repiquage (jour)	40 - 42	32	94

**Annexe 17: Résultats détaillés sur le bouturage des espèces étudiées**

Espèces	Types de bouture	Nombres de boutures repiquées	Nombres de boutures vivantes	TR (%)	Enracinement		Nombre de feuilles	Croissance en hauteur (cm)
					Longueur (cm)	Nombre		
<i>Asteropeia micraster</i> ASTEROPEIACEAE	apicale	35	28	80	3-8	15	6-15	3-4
	médiane	35	30	86	4-9	14	7-15	3-4
	basale	35	26	75	4,3-8	14	6-12	3-4
<i>Cinnamosma madagascariensis</i> CANELLACEAE	apicale	35	25	71	3-9	12	4-8	4-5
	médiane	35	16	46	1,5-7	10	3-8	4
	basale	35	28	80	0,8-9	11	4-9	4-5
<i>Colubrina faralaotra</i> RHAMNACEAE	apicale	35	0	0	0	0	0	0
	médiane	35	12	34	1-5	8-9	2	2 - 2,5
	basale	35	4	11	0,3 - 4,5	9	2	2
<i>Gaertnera humblotii</i> RUBIACEAE	apicale	35	29	83	4 - 9	10	4 - 6	4 - 5
	médiane	35	19	54	2,5 - 10	11	3 - 5	3 - 4
	basale	35	15	43	1,2 - 9	11	3 - 6	3 - 4

**TR:** taux de réussite

**Title:** Autoecology and test of multiplication of five useful species of Vohimana in view of the ecological restoration of the forest.

**Author:** Sarindra Sandra Loren RAMIANDRISOA

### **ABSTRACT**

This study was realized at Vohimana, site dense rain forest. In view of the ecological restoration of the forest, this work includes the autoecology, the ex-situ multiplication of some endemic and threatened species such as *Colubrina faralaotra*, *Gaertnera humblotii*, *Asteropeia micraster*, *Cryptocaria thouvenotii* and *Cinnamosma madagascariensis* by seed multiplication, by cutting and by transplantation of wild seedlings using new techniques.

The studies confirmed that these species are threatened: their rate of natural regeneration is low and their habitat is degraded.

The tests of seed multiplication for *Colubrina faralaotra*, *Gaertnera humblotii*, *Asteropeia micraster* and *Cryptocaria thouvenotii* are possible. Seed pretreatment of *Colubrina faralaotra* and *Asteropeia micraster* in 70°C water during 24 hours gave high rate of germination, with respectively 77% and 78%. Seed washing in cold water showed a good rate of germination (82%) for *Gaertnera humblotii*. Cuttings from apical, median and basal parts of stems or branches of *Cinnamosma madagascariensis*, *Asteropeia micraster* and *Gaertnera humblotii* proved to be efficient. Multiplication through cuttings provided an economy of time. *Colubrina faralaotra* only gave 34% with the median cuttings, 11% with the basal cuttings and 0% with the apical cuttings. Wild seedlings transplantation was efficient.

The development of the site of Vohimana is a programme that wants to be respectful of man and the environment. The improvement of the conditions of the population livelihood must be done in perfect interrelationship with the conservation of the natural heritage and the reconstruction of the forest corridor.

**Keywords:** Vohimana, corridor, ex-situ multiplication, germination, cutting, *Colubrina faralaotra*, *Gaertnera humblotii*, *Asteropeia micraster*, *Cryptocaria thouvenotii*, *Cinnamosma madagascariensis*.

**Supervisor:** Doctor Lucien FALINIAINA

Professor Bakolimalala RAKOUTH

**Titre:** Autoécologie et essai de multiplication de cinq espèces utiles de Vohimana en vue de la restauration écologique de la forêt.

**Auteur:** RAMIANDRISOA Sarindra Sandra Loren

## RESUME

L'étude a été réalisée dans le site de Vohimana, forêt dense humide sempervirente. En vue de la restauration écologique de la forêt, ce travail comporte l'étude autoécologique, la multiplication ex-situ de quelques espèces endémiques et menacées de la région de Vohimana à savoir *Colubrina faralaotra*, *Gaertnera humblotii*, *Asteropeia micraster*, *Cryptocaria thouvenotii* et *Cinnamosma madagascariensis* par multiplication des graines, par bouturage et par transplantation des sauvageons en utilisant des techniques nouvelles.

Les études faites ont révélé que ces espèces sont menacées: leurs régénérations naturelles sont faibles et leurs habitats sont dégradés.

Les essais de multiplication des graines de *Colubrina faralaotra*, *Gaertnera humblotii*, *Asteropeia micraster* et *Cryptocaria thouvenotii* sont possibles. *Colubrina faralaotra* et *Asteropeia micraster* répondent bien au prétraitement par trempage dans l'eau chaude de 70°C en 24h avec des taux respectifs de 77% et 78%. Le lavage des graines permet d'obtenir un taux de réussite élevé de 82,5% pour *Gaertnera humblotii*.

Le taux de réussite du bouturage varie selon les espèces et la partie de la tige utilisée et cette méthode présente une économie de temps et un potentiel élevé pour une production durable. *Colubrina faralaotra* ne donne que 34,28% pour les boutures médianes, 11% pour les boutures basales et 0% pour les boutures apicales.

La transplantation des sauvageons s'avère intéressante et efficace pour les espèces étudiées.

Le développement du site de Vohimana est un programme qui se veut à la fois respectueux de l'homme et de l'environnement. L'amélioration des conditions de vie de la population doit se faire en parfaite corrélation avec la conservation du patrimoine naturel et la reconstruction du corridor forestier.

**Mots clés:** Vohimana, corridor, multiplication ex-situ, germination, bouturage, *Colubrina faralaotra*, *Gaertnera humblotii*, *Asteropeia micraster*, *Cryptocaria thouvenotii*, *Cinnamosma madagascariensis*

**Encadreur:** Docteur FALINIAINA Lucien  
Professeur RAKOUTH Bakolimalala