



ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS
PROMOTION AVANA (2007~2012)

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES**

Option : Eaux et Forêts

POTENTIALITE GRAINIERE DE LA ZONE DE
CONSERVATION D'AMBATOVY EN VUE DE LA
RESTAURATION DE L'EMPREINTE MINIERE

Présenté par : ANDRIANASOLO Menjanirina Juliana

Soutenu le 07 Décembre 2012

Devant le jury composé de :

Président : Professeur RAMAMONJISOA Bruno
Rapporteur : Professeur RAMAMONJISOA Lolona
Examinateurs : Docteur ROGER Edmond
Professeur RAJOELISON Lalanirina Gabrielle





ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES EAUX ET FORETS
PROMOTION AVANA (2007~2012)

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Option : Eaux et Forêts



POTENTIALITE GRAINIÈRE DE LA ZONE DE
CONSERVATION D'AMBATOVY EN VUE DE LA
RESTAURATION DE L'EMPREINTE MINIERE

Présenté par : ANDRIANASOLO Menjanirina Juliana

Soutenu le 07 Décembre 2012

Devant le jury composé de :

Président : Professeur RAMAMONJISOA Bruno
Rapporteur : Professeur RAMAMONJISOA Lolona
Examinateurs : Docteur ROGER Edmond
Professeur RAJOELISON Lalanirina Gabrielle





« Celui qui demeure en Moi et en qui Je demeure porte beaucoup de fruit, car sans Moi vous ne pouvez rien faire. »

JÉAN 15 : 5

✉ *A ma famille.*

REMERCIEMENTS

Il est certain que ce livre n'aurait jamais pu voir le jour sans l'aide de ceux qui se sont regroupés autour dès le premier jour. Nous tenons donc à exprimer notre reconnaissance à tout ceux qui ont apporté, d'une manière ou d'une autre, leur pierre à l'édifice qu'est cet ouvrage :

- *A DIEU tout puissant, sans qui rien n'a pu être accompli ;*
- *A Monsieur RAMAMONJISOA Bruno Salomon, Chef de département des Eaux et Forêts-ESSA, pour l'honneur qu'il a fait de présider le mémoire ;*
- *A Madame RAMAMONJISOA Lolona, Directeur du Silo National des Graines Forestières (SNGF) pour l'intérêt qu'elle nous a accordé et d'avoir accepté de nous encadrer durant toutes les recherches ;*
- *Aux examinateurs :*
 - *Madame RAJOELISON Lalainirina Gabrielle, Professeur, Enseignant chercheur à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo,*
 - *Monsieur ROGER Edmond, Maître de Conférences au Département de Biologie et Ecologie Végétale à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo,*
- Nous leur remercions d'avoir sacrifié leurs temps, et d'avoir bien voulu siéger parmi les membres de jury malgré leurs multiples responsabilités;*
- *A Monsieur ANDRIANAIVOMAHÉFA Paul, Surintendant du département Environnement mine d'Ambatovy qui a placé sa parution parmi les priorités du projet Ambatovy ;*
- *A Madame RAMAHAVALISOA Baholy, Responsable de la gestion forestière et ses équipes qui nous ont chaleureusement accueilli et ont procuré tous les moyens nécessaires au bon déroulement des travaux sur terrain, et qui ont de manière volontaire apporté leurs contributions en mettant à notre disposition leurs archives personnelles de documents ;*
- *A Monsieur RAZAFIMAMONJY Angelo, Responsable de la restauration écologique et ses équipes qui n'ont pas hésité à nous accueillir et qui ont consacré de leurs temps pour être interviewés et pour partager leurs visions ;*
- *A l'entreprise MIRAY, qui a mis à notre disposition tous les moyens nécessaires (matériels et financiers) tout au long de l'étude ;*
- *A Monsieur RANDRIANA VOSO A Hasinjato, Responsable de la section de recherche sur la Physiologie des semences forestières au sein du SNGF, pour son aide inestimable ;*
- *Aux divers professeurs qui nous ont forgé au cours de notre étude. Ces pages sont les fruits de tous ce qu'ils nous ont transmis et enseignés ;*
- *Aux ami(e)s qui ont éclairé la route et aussi ceux et celles qui nous ont épaulé et encouragé durant toutes les recherches ;*
- *Enfin, nous tenons à dire combien le soutien quotidien de la famille a été important tout au long de cette période.*

Que Dieu vous bénisse !!!

 Menja

FAMINTINANA

Ny tetik'asa Ambatovy, ao anatin'ny fanatanterahana ny drafitra momba ny fitantanana ny tontolo iainana, dia manao asa fanarenana hamerenana indray ny ala mba irobورو boan'ny zava-boahary misy amin'ny faritra tantanany. Ny fitaovana ampiasaina amin'izany dia voalaza fa alaina ao anatin'ny ala arovana manodidina ny fari-pitrandrahana. Inty fikarohana inty dia natao mba amantàrana ny vokatra ambioka mety ho azo amin'io ala io. Izany no natao mba andrindràna ny fiotazana sy ahafahana miaro io faritra arovana io. Noho izany, dia nisy ny fanisàna ireo karazan-javamaniry hita ao anatin'ny ala mba ahalalàna ny toe-toetrin'ny ala, ny isan'ny tsanganan-kazo iotazana voa mba ahafantarana ny mety ho fatran'ny vokatra azo ao. Karazan-kazo 15 no nanaovana fikarohana tamin'izany. Nisy ihany koa ny fanadihadiana natao tamin'ireo mponina manodidina ny ala ahafahana mamantatra ireo mety ho olana sedrain'ireo karazan-kazo ireo. Ny vokatry ny fikarohana natao no nahalalàna fa ny ala arovana dia afaka manome ny fatran'ambioka izay ilaina amin'ny tetik'asa famerenana indray ny ala potika. Teo ihany koa no nahalalana fa ny fotoana fiotazan'ny mponina manodidina ao anatin'io faritra io dia mahalana ary ny fatra alainy amin'izany dia kely ka tsy atahorana hanimba ny ala. Raha bangoina ary izay dia hita fa ny toe-toetra ar-ekolojika izay ananan'io ala io no ahafahany mamenno ny fatran'ny ambioka izay ilaina amin'ny famerenana indray ny ala ary ny faharetan'izany famokarana izany dia miankina indrindra amin'ny fiarovana azy amin'ny herisetra izay ataon'ny mponina manodidina. Ny fiotazana ny 20% ny voa vokatra sy ny fanelanelana ny fotoam-piotazana eo amin'ny renin-kazo iray no ahafahana ihany koa miaro azy mba aharetan'izany famokarana izany.

Teny fototra: Ala arovana, fanisàna hazo, fanadihadiana, ambiokan'ala, famerenana ny ala.

RESUME

Le projet Ambatovy, dans le cadre de son programme environnemental mène des activités de revégétalisations qui visent généralement à réinstaller une forêt de remplacement favorable à l'épanouissement de la biodiversité. Les matériels utilisés pour cela seront prélevés dans la zone de conservation. La présente étude consiste ainsi à évaluer la potentialité en matériels forestiers de reproduction de cette zone. Elle servira de base pour les orientations des futures récoltes afin de gérer durablement la zone de conservation. Pour cela, des inventaires forestiers ont été effectués afin de déterminer l'état actuel de la zone, de déterminer le nombre de pieds semenciers existant et par la suite le potentiel fruitier. 15 espèces ont fait l'objet d'étude pour déterminer ce potentiel. Ensuite, des enquêtes ethnobotaniques centrées sur ces mêmes espèces ont été menées afin de déterminer les différentes pressions qu'elles subissent dans la zone de conservation. Les résultats d'analyse statistique ont permis de voir que la forêt d'étude pourrait constituer une source potentielle de graine pour la restauration. Il est apparu également que la population locale ne prélève dans cette zone qu'occasionnellement et que la quantité des ressources prélevées est très infime par rapport à la productivité totale de la zone, donc elle ne menace pas les espèces. Somme toutes, les conditions écologiques permettent à la zone de conservation de satisfaire les besoins actuels en graines, et cette potentialité pourrait bien être durable à condition qu'une adéquate protection contre les pressions soit adoptée et que les modalités de récoltes fruitières soient effectuées de manière à ne pas menacer les espèces. Le prélèvement de seulement 20% des fruits produits et l'alternance des années de récoltes pour sauvegarder les pieds semenciers sont les principales précautions afin de maintenir cette potentialité.

Mots clés: Zone de conservation, inventaire forestier, enquête ethnobotanique, graines, restauration écologique.

ABSTRACT

In the context of his environmental program, Ambatovy project conducts revégétalisations activities which aim generally to make quick mine restoration for the development of the biodiversity. Materials used for this will be taken in the conservation area. The present study is to evaluate the potential of forest reproductive material of this conservation area. It will form the basis for guidelines for future harvest to manage sustainably that forest. For this purpose, forest inventories have been conducted to determine the current state of the conservation area and to determine the number of mother tree seeds and the potential of fruits of each individual tree. 15 species have been studied to determine this potential. Then, ethnobotanical surveys focused on these species have been conducted to determine the various pressures they face in the area of conservation. Results of statistical analysis helped to see that the conservation area could be a potential source of seed for restoration. It appeared that the local population charge in this area occasionally and that the amount charge is very small compared to the total productivity of the area, so it does not threat these species. Ecological conditions allow the conservation area to meet current needed seeds. This potential could be sustainable with adequate protection against the pressures and suitable harvest techniques to avoid destruction. The harvest of only 20% of the production and the alternation of the tree to collect seed are the main recommendations to maintain this potential and to conserve mother tree seed.

Keywords: Conservation area, forest inventory, ethnobotanical survey, seeds, ecological restoration.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
MATERIELS ET METHODES	3
I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	3
I.1. Cadre géographique et administratif	3
I.2. Milieu physique	4
I.2.1. Climat.....	4
I.2.2. Hydrographie	4
I.2.3. Géologie et sol	4
I.3. Milieu biologique	5
I.3.1. Flore et végétation	5
I.3.2. Faune.....	6
I.4. Milieu social.....	6
I.4.1. Milieu humain	6
I.4.2. Milieu socio-économique	6
I.4.3. Principales menaces et pressions sur la forêt de l'aire de la mine.....	7
II. DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....	8
II.1. Contexte et problématique	8
II.2. Définition des objectifs et hypothèses	8
II.3. Etudes préliminaires	11
II.3.1. Revues de l'état des connaissances sur le sujet.....	11
II.3.1.1. Investigation bibliographique.....	11
II.3.1.2. Consultation des personnes ressources.....	11
II.3.1.3. Etude cartographique et reconnaissance sur terrain	11
II.3.2. Choix des espèces pour l'étude	12
II.3.2.1. Choix des familles	12
II.3.2.2. Choix des espèces.....	12
II.4. Phase de collecte des données.....	13
II.4.1. Inventaire floristique	13
II.4.1.1. Unités d'échantillonnage	13
II.4.1.2. Taux de sondage.....	14
II.4.1.3. Paramètres relevés pour l'inventaire	15
II.4.2. Enquête ethnobotanique	17
II.4.2.1. Approche et démarche.....	18

II.4.2.2. Niveaux de collecte de données et échantillonnage	18
II.4.2.3. Paramètres relevés pour les enquêtes.....	19
II.5. Phase de traitement des données.....	19
II.5.1. Traitement des données d'inventaire	19
II.5.1.1. Analyse de la végétation.....	19
II.5.1.2. Quantification des fruits et graines	20
II.5.1.3. Analyse des régénérations naturelles	22
II.5.2. Traitement des données d'enquête ethnobotanique	22
II.5.2.1. Traitement statistique multivarié	22
II.5.2.2. Valeurs d'usages des espèces étudiées.....	23
RESULTATS ET DISCUSSIONS	25
I. ETAT ACTUEL DE LA FORET D'ETUDE.....	25
I.1. Flore de la zone de conservation.....	25
I.2. Structure spatiale de la forêt de la zone de conservation	25
I.3. Régénérations naturelles de la zone de conservation	28
I.4. Conclusion partielle sur l'état actuel de la zone de conservation	29
II. PRODUCTIVITE GRAINIÈRE DE LA ZONE DE CONSERVATION	30
II.1. Indices de Valeurs d'Importance des espèces	30
II.2. Densité des pieds semenciers	31
II.3. Potentialité en matériels forestiers de reproduction	32
II.3.1. Potentialité fruitière	32
II.3.1.1. Potentialité fruitière et grainière de la forêt zonale.....	32
II.3.1.2. Potentialité fruitière et grainière de la forêt azonale	33
II.3.1.3. Potentialité fruitière et grainière de la forêt de transition	35
II.3.2. Potentialité en régénérations naturelles.....	36
II.3.2.1. Taux de régénérations naturelles	36
II.3.2.2. Abondance des régénérations naturelles.....	37
II.4. Possibilité de récolte de matériels forestiers de reproduction	38
II.4.1. Récapitulatif de la potentialité de la zone de conservation	38
II.4.2. Besoins de la restauration écologique	39
II.5. Conclusion partielle sur la potentialité grainière de la zone de conservation	40
III. PRESSIONS ANTHROPIQUES.....	41
III.1. Dépendance de la population vis-à-vis de la forêt	41
III.2. Valeurs d'usage des espèces	42

III.3. Parties végétales prélevées et modes de prélèvement	43
III.3.1. Produits non ligneux	43
III.3.2. Produits ligneux	44
III.4. Conclusion partielle sur les pressions anthropiques.....	45
RECOMMANDATIONS.....	46
I. Modalités de récolte	46
I.1. Collecte de graines.....	46
I.1.1. Nombre de sous-population à échantillonner	46
I.1.2. Taux de fruits à prélever par pied.....	47
I.1.3. Techniques de collecte des matériels forestiers de reproduction	48
I.1.4. Suivi écologique.....	48
I.2. Collecte de sauvageons.....	49
II. Mesures d'accompagnement	50
CONCLUSIONS	51
BIBLIOGRAPHIE.....	53
ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Cadre logique de l'étude	10
Tableau 2: Liste des espèces étudiées.....	13
Tableau 3: Nombre de sites de relevés	15
Tableau 4: Echantillon de villages pour l'enquête ethnobotanique	18
Tableau 5: Codage pour l'étude des pressions sur la zone de conservation	22
Tableau 6: Scores d'utilisations attribués aux espèces	23
Tableau 7: Familles les plus représentées dans les trois types de forêt de la zone de conservation	25
Tableau 8: Abondance et dominance absolues des individus de chaque type de forêt.....	26
Tableau 9: Abondance absolue des régénérations naturelles	28
Tableau 10: Indice de dispersion des régénérations naturelles de la zone de conservation	28
Tableau 11: Productivité fruitière et grainière de la forêt zonale.....	32
Tableau 12: Productivité fruitière et grainière de la forêt azonale	34
Tableau 13: Productivité fruitière et grainière de la forêt de transition	35
Tableau 14: Abondance des régénérations naturelles des espèces étudiées (N_i/ha).....	38
Tableau 15: Récapitulatif de la potentialité en graines et en sauvageons de la zone de conservation .	38
Tableau 16: Quantité de PFNL prélevés annuellement dans la zone de conservation	43
Tableau 17: Sites potentiels pour la collecte des graines et des sauvageons.....	47
Tableau 18: Quantité maximale de fruits pouvant être récoltés (kg/ha)	48
Tableau 19: Nombre de sauvageons pouvant être récolté dans chaque type de forêt (N_i/ha).....	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone d'étude	3
Figure 2: Dispositif d'inventaire utilisé (transect de DUVIGNEAUD)	13
Figure 3: Dispositif d'inventaire pour les régénérations naturelles	14
Figure 4: Méthode de comptage des fruits ou graines au sol	17
Figure 5: Méthode de comptage des fruits sur pieds	17
Figure 6: Démarche méthodologique adoptée	24
Figure 7: Richesse floristique de la zone de conservation	25
Figure 8: Structure totale de la zone de conservation	26
Figure 9: Distribution verticale des forêts de la zone de conservation	27
Figure 10: Indice de Valeur d'Importance de chaque espèce étudiée	30
Figure 11: Densité des semenciers dans la zone de conservation	31
Figure 12: Répartition de la production fruitière dans la forêt zonale	33
Figure 13: Répartition de la production fruitière dans la forêt azonale	35
Figure 14: Répartition de la production fruitière dans la forêt de transition	36
Figure 15: Taux de régénération des espèces étudiées	37
Figure 16: Pourcentage de la population prélevant des ressources forestières et lieux de prélèvement	41
Figure 17: ACM montrant les relations entre la situation des ménages et les lieux de prélèvement ...	42
Figure 18: Valeur d'usage totale des espèces étudiées.....	42

LISTE DES EQUATIONS

Equation 1: Dominance G du peuplement	20
Equation 2: Indices de Valeur d'Importance	20
Equation 3: Poids moyen de fruits à l'hectare.....	20
Equation 4: Poids moyen des fruits avec intervalle de confiance	21
Equation 5: Nombre de fruits à l'hectare.....	21
Equation 6: Nombre de graines à l'hectare.....	21
Equation 7: Poids des graines à l'hectare.....	21
Equation 8: Taux de régénération	22
Equation 9: Indices de dispersion	22
Equation 10: Valeur d'usage d'une espèce pour une catégorie d'usage	23
Equation 11: Valeur d'usage total d'une espèce	23

LISTE DES ANNEXES

Annexe I: Présentation succincte du partenaire	I
Annexe II : Climat dans le site d'exploitation de la mine d'Ambatovy	II
Annexe III : Couverture végétale d'Ambatovy.....	III
Annexe IV : Liste des espèces vouées pour la restauration.....	V
Annexe V : Caractéristiques des espèces étudiées	X
Annexe VI : Carte d'occupation du sol.....	XVII
Annexe VII : Coordonnées des sites de relevés et noms des sites	XVIII
Annexe VIII : Carte de localisation de la zone d'étude	XIX
Annexe IX : Fiche de relevés d'inventaire	XX
Annexe X : Questionnaires pour l'enquête ethnobotanique	XXII
Annexe XI : Guide d'enquête ethnobotanique	XXIII
Annexe XII : Liste floristique dans les sites de relevés (Nombre d'espèces par famille)	XXIV
Annexe XIII: Liste des familles de la strate herbacée	XXVI
Annexe XIV : Nombre de pieds semenciers à l'hectare	XXVII
Annexe XV : Taux de régénération	XXVIII
Annexe XVI: Valeur d'usage total de chaque espèce étudiée	XXIX
Annexe XVII : Modes d'exploitation effectuées par la population locale	XXX

ACRONYMES

ACM :	Analyse des Correspondances Multiples
BBOP :	Business and Biodiversity Offset Program
CDB :	Convention sur la Diversité Biologique
CITES :	Convention on International Trade of Endangered Species (Commerce International des espèces de faune et de flore menacées d'extinction)
COBA :	Communautés de Base
DHP :	Diamètre à Hauteur de Poitrine
EIE :	Etude d'Impact Environnemental
ESSA :	Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
FAO :	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)
INSTAT :	Institut National de la Statistique
IOV :	Indicateurs Objectivement Vérifiables
IVI :	Indice de Valeur d'Importance
MARP :	Méthode Active en Recherche Participative
MAVOA :	Madagascar Voakajy
MBG :	Missouri Botanical Garden
MFR :	Matériels Forestiers de Reproduction
OCDE :	Organisation de Coopération et de Développement Economique
PFNL :	Produits Forestiers Non Ligneux
PGEDS :	Plan de Gestion Environnementale et de Développement Social
PGF :	Plan de Gestion Forestière
PHF :	Position du houppier par rapport à la lumière/forme du Houppier/forme du Fût
RN :	Route Nationale
RNI :	Réserve Naturelle Intégrale
SNGF :	Silo National des Graines Forestières
SOC :	Species of Concerns
TR :	Taux de Régénération
IUCN :	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UTM :	Transverse Universelle de Mercator
VOI :	Vondron'Olona Ifotony
VU :	Valeur d'Usage

GLOSSAIRE

Compétition :	Affrontement entre les organismes et les espèces vivant d'un certain milieu, dans le but d'acquérir un certain avantage (fr.wikipedia.org).
Diaspore :	Tout élément permettant d'accomplir la dissémination d'une espèce végétale : boutures, graines, spores (fr.wikipedia.org).
Ecotone :	Zone de transition écologique entre deux écosystèmes. Par exemple, le passage de la savane à la forêt (fr.wikipedia.org).
Ethnobotanie :	Etude de l'interaction entre la population et son environnement, et donc les plantes qu'elle utilise (SIME, 2006).
Infrutescence :	Ensemble des fruits qui viennent à la place d'une inflorescence (Encyclopaedia UNIVERSALIS 2011).
Phénologie :	Science qui étudie l'influence des phénomènes saisonniers sur le monde organique (Encyclopaedia UNIVERSALIS 2011).
Potentialité granière :	Ensemble de ressource en graines possible d'une station en quantité et en qualité, en relation avec une gestion appropriée (WEIGEL et al., 2006).
Restauration Ecologique :	Processus d'aide au rétablissement d'un écosystème qui a été endommagé, dégradé ou détruit (LAROCHE, 2012).
Site dégradé :	Site ayant subi une détérioration de ces propriétés physiques, chimiques et/ou biologiques (LAROCHE, 2012).
Succession végétale :	Séquence chronologique ordonnée de l'évolution d'une communauté végétale à partir d'un état peu évolué vers un état plus évolué dont le stade final serait le climax (RAMANANTSARA, 2008).
Topsoil :	Partie superficielle du sol dans laquelle, la vie biologique est la plus active (LAROCHE, 2012).



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Dans les pays en développement, les ressources forestières jouent un rôle fondamental dans la vie sociale et dans les activités économiques des communautés rurales et urbaines. Les forêts qui abritent 50 à 70 % des espèces terrestres, fournissent du bois et des produits non ligneux et contribuent à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté des populations (FAO, 2003). Elles jouent également un rôle dans la conservation de la diversité biologique et participent à l'atténuation des changements climatiques. Aussi, la baisse de leur productivité et la perte de leur diversité biologique constituent une menace sérieuse pour les moyens d'existence et la qualité de vie des populations de ces pays. La dégradation de ces ressources ne cesse de s'accroître de nos jours entraînant ainsi des conséquences graves dans le monde entier. La lutte contre ce phénomène dévastateur est alors une priorité mondiale (RAVELOMANANTSOA, 2010). La Convention sur la Diversité Biologique énonce l'importance du maintien de l'équilibre écologique planétaire à travers la conservation de la biodiversité.

Madagascar est universellement considéré comme l'une des plus hautes priorités mondiales pour ce qui est de la conservation de la biodiversité de par le caractère unique de sa faune et flore et de la gravité des pressions pesant sur tous ses écosystèmes. Les ressources naturelles et l'environnement spectaculaire, qui aujourd'hui forment la base de l'écotourisme et des activités tournées vers la nature, ont presque été détruits par de sérieuses fautes commises par le passé : plus de 80% des forêts ont été détruites, dont la moitié était depuis la fin des années 50, avec de nombreuses espèces uniques (BIODEV, 2009). Plusieurs phénomènes sont à l'origine de cette dégradation : exploitation illicite des bois, prélèvement abusif d'animaux sauvages, fabrication de charbon de bois, exploitation minière, etc. De plus, le système d'exploitation agricole basé en grande partie sur la culture sur brûlis a un impact direct considérable sur les écosystèmes notamment forestiers. C'est le cas de la forêt humide de l'Est de Madagascar, qui est pourtant connue pour sa richesse importante en termes de biodiversité.

L'exploitation minière du projet Ambatovy pourrait également perturber cet écosystème forestier de l'Est (BIODEV, 2009) à cause du défrichement progressif des forêts. Etant donné ces sensibilités, le projet a élaboré un programme de gestion environnementale comprenant l'évitement des impacts, les mesures d'atténuation et de restauration de l'empreinte minière, le concept de développement durable des forêts et la compensation (BBOP, 2009). L'évitement d'impact est acquis par la création d'une zone de conservation forestière. En ce qui concerne la restauration de l'empreinte minière, elle est de l'ordre de 1 420 ha en 27 ans (PGF Ambatovy, 2010). La zone de conservation servira de lieu de collecte des graines pour disposer des plants nécessaires.

Ainsi, le présent travail porte sur l'étude de «*La potentialité grainière de la zone de conservation d'Ambatovy en vue de la restauration de l'empreinte minière* ». Il a été mené afin de servir de base pour toutes activités ultérieures de restauration et de gestion forestière pour la durabilité de cette forêt et la pérennité de son potentiel d'offre. Il est structuré globalement en cinq parties: la première partie parle de l'Introduction, la deuxième décrit les Matériels et méthodes, la troisième partie expose les Résultats et Discussions, la quatrième partie donne des Recommandations suivies enfin de Conclusions.



MATERIELS ET METHODES

MATERIELS ET METHODES

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. Cadre géographique et administratif

Le projet minier Nickel Cobalt d'Ambatovy est proche de l'écotone situé entre les terres basses de l'Est et la forêt de montagne (STEVEN M. et al., 2010). Il se situe à environ 85 km (à vol d'oiseau) de l'Océan Indien et à 15 km au Nord-Nord Est de la ville de Moramanga en suivant la Route Nationale n°44 menant vers Ambatondrazaka, à 130 km d'Antananarivo et à 275 km de Toamasina. Le secteur de la mine Ambatovy-Analamay se trouve entre les longitudes Est 580 000 et 610 000 UTM et les latitudes Sud 795 000 et 815 000 UTM (DYNATEC EIE, 2006).

Il se localise dans la région Alaotra Mangoro, district de Moramanga, dans l'intersection des communes Morarano Gare, Ambohibary et Andasibe (PGF Ambatovy, 2010).

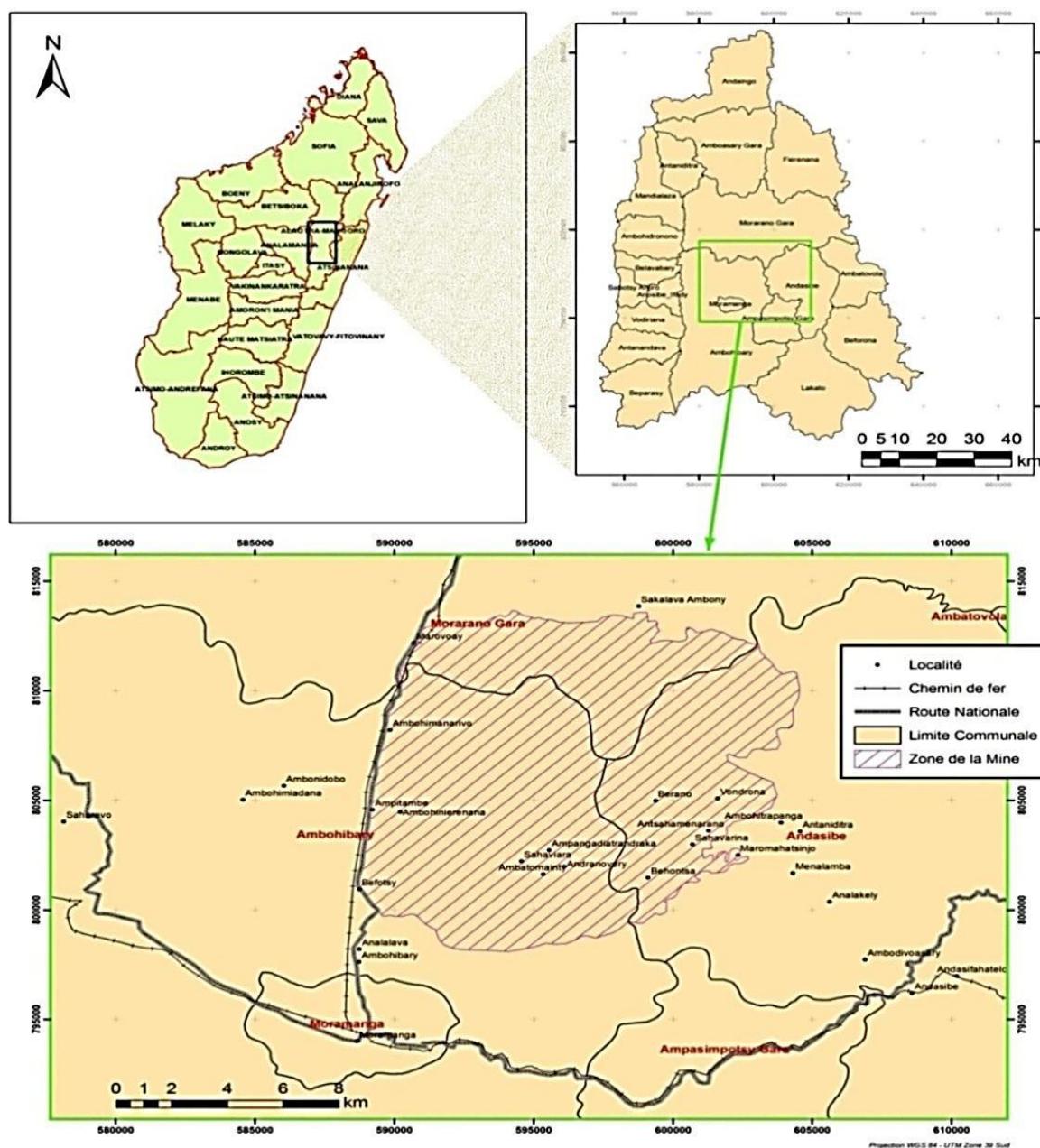


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

I.2. Milieu physique

I.2.1. Climat

Ambatovy connaît un climat assez particulier, de par sa position et son environnement particulier. Le climat y est de type tropical humide d'altitude. Selon les données de 1997 à 2004, les températures relevées sur une base horaire au camp d'exploration ont varié de 7,6 à 3,1°C avec une température moyenne annuelle de 17°C. La précipitation moyenne annuelle au site de la mine est d'environ 1 700 mm dont près de 70% surviennent entre décembre et mars. La vitesse moyenne annuelle du vent est de 6 km/h avec des vitesses horaires maximum de 48 km/h (DYNATEC EIE, 2006).

La zone est soumise à l'effet de Foehn : les falaises successives (de Betsimisaraka et de l'Angavo) situées à l'Est, font écran à l'Alizé qui y déverse sa masse d'eau et se dessèche au fur et à mesure de sa progression à l'intérieur de la région et vers l'Ouest. C'est ce qui explique la présence de la forêt dense humide (DYNATEC EIE, 2006).

I.2.2. Hydrographie

Ambatovy se trouve dans une région sillonnée de cours d'eau et parsemée de lacs et d'étangs peu ou très profonds dont la présence et la fréquence traduisent celles des dépressions y afférant. En effet, le gisement est situé le long du sommet de la crête d'Ambavalabe. Cette crête constitue une ligne de partage des eaux dans la région. La partie Ouest de la région de la mine se déverse dans le bassin versant de la rivière Mangoro. La partie Est, fait partie des bassins versants des rivières Vohitra et Rianila. Près de la région du projet, la rivière Mangoro coule vers le Sud avant de tourner vers l'Est et se déverse enfin dans l'Océan Indien. Les eaux de surface de la région de la mine qui s'écoulent vers l'Est atteignent des affluents de la rivière Sahatandra puis la rivière Vohitra. Cette dernière coule vers l'Est et se joint à la rivière Rianila près de la côte Est de Madagascar avant de se jeter dans l'Océan Indien (DYNATEC EIE, 2006).

Le Marais de Torotorofotsy, un site RAMSAR, et le marais de Mokaranana se trouvent aussi dans le district de Moramanga et non loin du site Ambatovy-Analamay. D'autres lacs de superficies moins importantes sont localisés dans la commune d'Antaniditra : Ankrahoto, Amparīhimarotanana, Amparīhanety et Amparīhikakinjafy (DYNATEC EIE, 2006).

I.2.3. Géologie et sol

Le relief d'Ambatovy est tantôt bouclé arrondi tantôt accidenté. La forme, l'aspect et l'importance de ce relief sont fonction de la formation géologique sous-jacente. Le secteur de la mine comprend les reliques d'un plateau situé à une élévation d'environ 1 100 m par rapport au niveau de la mer, soit approximativement 600m plus bas qu'Antananarivo (RASOARANTOMANANA, 2009).

Quatre types de sol sont rencontrés dans le secteur de la mine (DYNATEC EIE, 2006) :

- *Les sols à carapaces ferralitiques* : observés sur les plateaux topographiques possédant une couche de surface indurée. L'enracinement sur ces sols est difficile à cause de la toxicité suspecte de l'Aluminium et de la phytotoxicité du Nickel et du Cobalt.
- *Les sols pisolitiques* : relevés à des positions topographiques plus basses que les sols à carapaces ferralitiques. Ce type peut contenir un éventail de concrétions et de cuirasses cassées, selon la position de pente. Une couche d'argile enrichie peut souvent être observée sous l'horizon durci.
- *Les sols ferralitiques rouges/jaunes* : trouvés aux bas des pentes. Ces sols ont moins de concrétions et ont été classifiés comme ultisols ou oxisols.
- *Les sols organiques* : repérés dans les dépressions. Ils se forment à partir d'une matière d'origine organique, ils sont acides et ont une faible saturation en base. Ces sols sont classifiés comme des histosols.

I.3. Milieu biologique

Ambatovy retient des ressources naturelles considérables. Ces dernières ne sont pas seulement constituées de ressources sous-sols notamment minières mais il est aussi recouvert de forêts naturelles d'une biodiversité élevée tant floristique que faunistique (Cf. Annexe III). Il s'agit d'une mosaïque de massifs forestiers quasi-primaire à perturbés.

I.3.1. Flore et végétation

Le secteur environnant du site de la mine comprend des forêts et des terrains broussailleux intacts et dégradés, des zones très herbacées, des plantations d'*Eucalyptus* et des rizières dont la présence est associée aux conditions géographiques du secteur concerné. Certains types de végétation présentent un intérêt particulier du point de vue floristique et biologique. La forêt couvre une superficie totale de 18 444 ha (PGF Ambatovy, 2010). Elle contient trois types de formations dont :

- Formation de type zonal qui se repose sur des zones pédologiques argileuses où les espèces sont très variées dans différentes strates. La formation est typique des forêts denses humides de l'Est de moyenne altitude. Les familles de CLUSIACEAE, CUNNONIACEAE, CYATHEACEAE, EUPHORBIACEAE, FLACOURTIACEAE, LAURACEAE, MORACEAE, MYRTACEAE, PANDANACEAE, RUBIACEAE, SARCOLAENACEAE, STERCULIACEAE sont les plus nombreuses.
- Formation de type azonal qui se repose sur sol ferralitique, et est dominée par les végétations buissonnantes sclérophylles dont les familles les plus représentées sont: ASTERACEAE, ERICACEAE, LAURACEAE et SARCOLAENACEAE.

- Formation transitionnelle qui se repose sur des carapaces peu ferralitiques argileuses et dont les familles telles ASTERACEAE, EUPHORBIACEAE, RUBIACEAE et SARCOLAENACEAE sont les plus nombreuses.

I.3.2. Faune

Le secteur minier abrite un niveau élevé de biodiversité avec une grande variété de taxons. Un grand nombre d'espèces présentes font l'objet de préoccupations quant à leur conservation selon UICN (54 espèces) et la CITES (104 espèces). Dans le secteur de la mine, les mesures de biodiversité les plus élevées se retrouvent dans l'habitat de la forêt azonale, en particulier pour le nombre d'espèces, la rareté des habitats et le nombre d'espèces localement endémiques (DYNATEC EIE, 2006). La forêt recèle 12 espèces de lémuriens, 08 espèces d'amphibiens, 21 espèces de reptiles, 115 espèces d'oiseaux incluant les migrants, 12 espèces de poissons et 25 espèces de micromammifères (Entreprise HANITRINIALA, 2010).

I.4. Milieu social

I.4.1. Milieu humain

Le projet Ambatovy intervient dans trois communes se trouvant dans l'aire de la mine: Ambohibary, Morarano Gare et Andasibe. Il intervient plus particulièrement au niveau de 07 fokontany qui comptent 93 villages au total (MAVOA, 2009). En effet, ces terroirs villageois se situent autour du massif forestier et forment alors une sorte de couronnes avec des milieux physiques et sociaux différents.

La population est jeune dans la mesure où la tranche d'âge entre 0 et 35 ans représente 75% de l'effectif total. Par ailleurs, 43% de la population ont moins de 16 ans. Cette valeur est légèrement en dessous de la moyenne nationale (49%) selon l'INSTAT (2010). L'âge moyen du chef de ménage est de 45 ans, dirigeant en moyenne une maisonnée de 5 personnes (SAVAIVO, 2012).

I.4.2. Milieu socio-économique

Les activités économiques des populations sont diversifiées mais leur importance en termes de revenu varie suivant la zone. L'activité principale des ménages ruraux est l'agriculture (84,3%) et à un moindre degré, l'administration et service – sécurité (10,6%), l'élevage (1,3%) et l'artisanat (1,1%) (SAVAIVO, 2012). En général, l'économie de la zone est caractérisée par une économie de subsistance. Les produits agricoles, d'artisanat sont destinés à l'autoconsommation, c'est-à-dire pour honorer leurs besoins alimentaires quotidiens (RAMAHAVALISOA et al., 2009).

I.4.3. Principales menaces et pressions sur la forêt de l'aire de la mine

En dehors des pressions naturelles (cyclones) qui pèsent sur la forêt, des pressions anthropiques sont aussi aperçues (RAMAHAVALISOA et al., 2009). Entre autre, il y a :

- **Les coupes illicites** : les gens coupent les espèces autochtones et les vendent à des opérateurs locaux pour combler leur déficit budgétaire, et pour faire face à la période de soudure.
- **Les cultures sur brûlis** : qui constituent une pratique très courante dans la zone, même pour les gens qui habitent les villages longeant la RN 44, situés à 5 - 10 km des forêts. La mise en valeur des savoka ou le « ramarasana » est la plus fréquente.
- **La fabrication de charbon** : une activité qui s'exerce toute l'année par les gens pour des produits destinés à la vente.
- **La chasse** : la plupart des habitants pratiquent la chasse et le piégeage des animaux de la forêt, mais la période varie suivant les espèces cibles.
- **Les feux** : chaque année, les feux de brousse ravagent des ressources naturelles d'une importance socio-économique et scientifique : terrain, faune et flore. Les feux de tavy non contrôlés, sans pare-feu, les feux intentionnels pour l'amélioration des pâturages constituent les causes principales des feux de brousse dans la zone.

II. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

II.1. Contexte et problématique

L'exploitation minière nécessite un décapage de la forêt qui se trouve en dessus. Le projet Ambatovy s'est engagé alors à assumer ses responsabilités environnementales à travers la gestion des impacts et la restauration progressive des zones exploitées. La reconquête des empreintes minières sur le patrimoine naturel est un enjeu important notamment en termes de préservation de la nature. La vision consiste ainsi à réinstaller une forêt de remplacement favorable à l'épanouissement de la biodiversité (RAZAFIMAMONJY et al., 2011). Cette restauration de l'empreinte minière nécessite une quantité importante et une production continue de graines.

En outre, dans le cadre de la réalisation du Plan de Gestion Environnementale et de Développement Social (PGEDS), le Projet a mis en place une zone de conservation d'une superficie de 49 km² (PGF Ambatovy, 2010), comprenant des forêts azonales, zonales et transitionnelles autour de l'empreinte minière. Les forêts de conservation sont des sites assurant la connectivité des habitats de faune avec les autres sites de conservation, des sites de relocalisation de la faune et de la flore issus des défrichements, des sites éloignés des pressions anthropiques. Ainsi, elles sont sensibles et nécessitent une forte protection et doivent être gérées durablement. Il a été prévu que cette zone fera l'objet de collecte des matériels forestiers de reproduction pour la restauration de l'empreinte minière.

Toutefois, les forêts se trouvant dans l'aire de la mine ont fait l'objet d'une exploitation forestière avant l'intervention du projet (DYNATEC EIE, 2006). De ce fait, il est probable que les arbres de gros diamètre c'est-à-dire les pieds semenciers soient réduits. En outre, les villageois de l'aire de la mine dépendent beaucoup des ressources naturelles qui les entourent (SAVAIVO, 2009). Les ressources forestières font partie de ces éléments et constituent une part non négligeable des besoins communautaires. Le zonage de la forêt fait que la disponibilité des ressources pour la population riveraine croissante soit réduite. Ceci les incite à pénétrer dans la zone de conservation ; ce qui pourrait compromettre à la satisfaction des besoins en graines pour la restauration écologique et à la durabilité de son potentiel d'offre. Ainsi, face à une demande croissante en graines pour restaurer les milieux dégradés, la question qui se pose est : «*Quelle est la potentialité en matière de productivité granière de la zone de conservation pour approvisionner en matériels de reproduction les travaux de restauration de l'empreinte minière?*»

II.2. Définition des objectifs et hypothèses

L'objectif général de l'étude est de connaître la potentialité en graines des forêts de conservation et de recommander sa gestion durable. Les hypothèses suivantes sont émises pour répondre à la problématique énoncée précédemment. Elles prennent en compte les objectifs susmentionnés.

- **H₁** : La zone de conservation constitue une source potentielle de graines pour la restauration.
- **H₂** : Les pressions anthropiques dans la zone de conservation menacent les espèces.

Afin de vérifier ces hypothèses, trois objectifs spécifiques (OS) sont donc assignés à l'étude à savoir:

- **OS₁** : Déterminer la quantité de graines produites par espèce dans la zone de conservation,
- **OS₂** : Etudier les pressions humaines sur ces espèces dans la zone de conservation,
- **OS₃** : Ressortir les modalités de récoltes de graines.

Tableau 1: Cadre logique de l'étude

Objectif global	Objectifs spécifiques	Hypothèses	Indicateurs	Méthodologie	Outils méthodologique
Connaître la potentialité en graines des forêts de conservation et recommander sa gestion durable	Déterminer la quantité de graines produites par espèce dans la zone de conservation.	La zone de conservation constitue une source potentielle de graines pour la restauration.	<ul style="list-style-type: none"> - Indices de valeur d'importance des espèces - Taux de régénération des espèces - Productivité en graines des espèces - Pourcentage des besoins en graines comblés par les espèces étudiées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination de l'état de la forêt. - Etude des pieds semenciers des espèces cibles. - Evaluation de la potentialité grainière et des régénérations naturelles. - Détermination de la possibilité de récolte. 	<p>a. Inventaire floristique <u>Paramètres relevés</u> : Diamètre à 1,30m du sol, hauteur, index PHF, nombre de régénérations naturelles, nombre de fruits.</p> <p>b. Entretien avec des personnes ressources (équipes de la restauration écologique du projet Ambatovy).</p> <p>c. Etude bibliographique</p>
	Etudier les pressions humaines sur ces espèces dans la zone de conservation.	Les pressions anthropiques dans la zone de conservation menacent les espèces.	<ul style="list-style-type: none"> - Valeur d'usage des espèces. - Quantité prélevée (PFNL et PFL) et fréquence de prélèvement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination des espèces les plus utilisées par la population locale. - Détermination de la quantité prélevée, des techniques et fréquence de prélèvement. 	<p>a. Enquête ethnobotanique <u>Paramètres relevés</u> : usage des espèces, parties et quantité prélevée, techniques de prélèvement, fréquence et lieu de prélèvement.</p> <p>b. Etude bibliographique</p>
	Ressortir les modalités de récoltes de graines.	Néant	Néant	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination de la quantité de graines à récolter. - Définition des techniques de récolte. 	<p>a. Etude bibliographique</p> <p>b. Entretien avec des personnes ressources (équipes de SNGF et équipes de la restauration écologique du projet Ambatovy)</p>

Afin d'atteindre l'objectif global de l'étude, il a été nécessaire d'abord de connaître l'état des forêts de la zone de conservation. Puis, il s'agissait de voir la productivité grainière des espèces étudiées. Il a été nécessaire également de connaître les pressions anthropiques pesant sur ces dernières. Une fois la productivité et les pressions connues, la potentialité grainière pour la restauration est estimée. Mais pour pouvoir assurer la durabilité de ce potentiel d'offre, des règles de gestion qui sont centrées sur les modalités de récolte ont été proposées afin de gérer durablement les ressources et la zone de conservation dans son ensemble.

II.3. Etudes préliminaires

II.3.1. Revues de l'état des connaissances sur le sujet

II.3.1.1. Investigation bibliographique

Les collectes d'informations ont été effectuées à partir des études bibliographiques et visites de sites web avec les mots clés suivants : graines forestières, régénération naturelle, inventaire floristique, enquête ethnobotanique, récolte des graines, gestion forestière, restauration écologique et zone de conservation d'Ambatovy.

Des rapports d'activités parvenus au sein du projet ont été consultés. Ces rapports concernaient les résultats d'inventaire floristique antérieur, les espèces vouées à la restauration sur lesquelles s'est basé le choix des espèces à étudier et enfin, la phénologie des espèces cibles.

II.3.1.2. Consultation des personnes ressources

Le contact avec des personnes ressources a permis de compléter les informations récoltées lors des revues bibliographiques. Les personnes interviewées étaient plus particulièrement des responsables au sein du Silo National des Graines Forestières (SNGF) et des personnels du département Environnement du projet Ambatovy dans la section Restauration Ecologique et Gestion Forestière.

II.3.1.3. Etude cartographique et reconnaissance sur terrain

Une carte d'occupation des sols avec la différenciation des grands types de formations végétales existants a été préalablement élaborée par le responsable du Système de l'Information Géographique au sein du projet Ambatovy et a permis de voir les différentes stratifications au niveau de la forêt de l'aire de la mine (Cf. Annexe VI), et de déterminer le plan d'échantillonnage qui a constitué le document de base pour l'inventaire forestier et l'enquête ethnobotanique. Pour ce qui est de l'inventaire forestier, cette étude a été complétée par une phase de reconnaissance sur terrain afin de voir un aperçu global de la dite zone de conservation (pressions existantes, type de végétation constituant la forêt, et état actuel de la forêt).

II.3.2. Choix des espèces pour l'étude

Le choix des espèces végétales dans un objectif de restauration écologique revêt une importance capitale qui conditionnera pour une grande part la réussite de tout projet. Avant d'entamer le choix des espèces à étudier, le choix des familles s'avérera être prioritaire.

II.3.2.1. Choix des familles

En 2008, une étude sur la trajectoire de la succession végétale naturelle d'Ambatovy a été effectuée par RAMANANTSARA, en vue de mettre en place un plan de restauration forestière. Les familles les plus importantes en termes de restauration suivant leur existence dans tous les stades de développement ainsi que leur faculté à la régénération naturelle ont été ainsi définies à savoir : ASTERACEAE, EUPHORBIACEAE, ERYTHROXYLACEAE, FABACEAE, HYPERICACEAE, LAURACEAE, RUBIACEAE et les espèces restantes groupées dans «diverses familles» parmi lesquelles ont été sélectionnées MYRTACEAE et SAPOTACEAE. Cette étude a servi de base pour la section « Restauration écologique » du département Environnement au site d'exploitation pour les différentes activités à venir. C'est la raison pour laquelle, elle a été prise en compte pour le choix des familles. Ainsi, 09 familles ont été sélectionnées.

II.3.2.2. Choix des espèces

Le choix des espèces s'est reposé surtout sur la liste des espèces que la section « Restauration écologique » a reconnu comme étant les plus importantes en termes de restauration de l'empreinte minière (Cf. Annexe IV). La durée de l'étude étant limitée, seules quelques espèces de ces 09 familles ont pu être étudiées. Elles ont été choisies en considérant les critères suivants :

- Espèces indigènes,
- Espèces particulièrement adaptées et résistantes aux contraintes du milieu,
- Espèces utiles à la population locale,
- Espèces avec des données disponibles sur la phénologie et les caractéristiques des graines.

Au total, 15 espèces réparties sur les 09 familles ont été étudiées. Des codes ont été établis afin de faciliter le traitement des données et la lecture des figures.

Tableau 2: Liste des espèces étudiées

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Codes
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona	Ram
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina	Haz
	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	Voap
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	Men
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	Sev
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona	Vbn
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	Har
	<i>Psorospermum androsaemifolium.</i>	Tambitsy	Tamb
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	Var
	<i>Cryptocarya pervillei</i>	Tavolo	Tav
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	Rotr
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	Pits
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	Tsir
	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka	Mol
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	Fam

II.4. Phase de collecte des données

II.4.1. Inventaire floristique

Dans le but de déterminer la potentialité grainière actuelle de la zone de conservation, des inventaires floristiques ont été menés.

II.4.1.1. Unités d'échantillonnage

Les sites à inventorier appartenaient à la zone de conservation couvrant une superficie assez vaste de 4 900 ha (PGF Ambatovy, 2010). Cependant, l'inventaire ne s'est pas porté sur la totalité de cette superficie mais sur un échantillonnage. En effet, l'inventaire par échantillonnage fournit des informations relativement fiables sur l'ensemble de la forêt même si une petite partie de l'aire forestière soit prise en considération (RAJOELISON, 1997).

a. Méthode de transect

Ambatovy est caractérisé par des reliefs accidentés (DYNATEC EIE, 2006). Ainsi, compte tenu de la situation de ces reliefs et des positions topographiques qui s'imposaient, l'unité d'échantillonnage utilisé a été le transect. Cette méthode a permis de réduire le temps consacré à la délimitation. Ainsi, la méthode de transect adoptée a été celle de DUVIGNEAUD. Elle est souvent utilisée pour des formations hétérogènes comme la forêt tropicale (BIODEV, 2009).

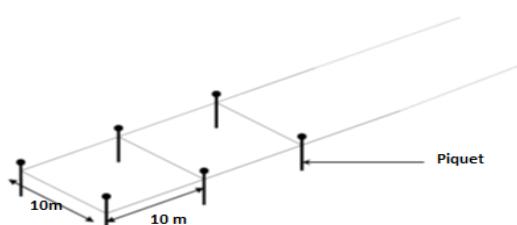


Figure 2: Dispositif d'inventaire utilisé (transect de DUVIGNEAUD)

La direction du transect était du bas fond vers le sommet. La longueur était variable et dépendait donc de la topographie et de la distance entre bas fond et sommet. La largeur était fixée à 10m. Afin de faciliter les opérations, des carrés élémentaires de 10m x 10m ont été mis en place. Tous les individus ayant leurs racines dans ces carrés et ayant un Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) supérieur à 5 cm sont recensés et mesurés.

Les régénération naturelles dans la zone de conservation constituent des indices sur la productivité grainière de la zone. Ainsi, leur recensement s'avère être très important. Ainsi, pour le recensement des individus dont la hauteur maximale ne dépassait pas 1,30 m et dont le DHP était moins de 5 cm, des sous placettes de 1m x 1m ont été établis dans chaque carré élémentaire. Ces derniers sont installés le long d'un côté du transect.

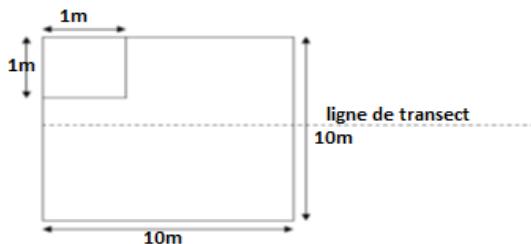


Figure 3: Dispositif d'inventaire pour les régénérations naturelles

b. Type d'échantillonnage et choix de l'emplacement des unités d'inventaire

Le premier point dans le choix d'échantillonnage a été d'assurer à ce que les échantillons soient représentatifs de la forêt. Par conséquent, le type d'échantillonnage adopté a été l'échantillonnage stratifié. Celui-ci consistait à diviser la zone d'étude suivant les trois types de formations existantes (forêt zonale, forêt azonale, forêt transitionnelle). Ensuite pour chaque type de formation, un choix raisonné a été effectué pour l'emplacement des unités d'inventaire pour assurer une meilleure représentativité. Par l'étude cartographique, ceci était conçu de façon à ce que les unités d'inventaires soient bien réparties dans la totalité de chaque type de formation de la zone de conservation. Le nombre de transect a été donc choisi suivant l'étendue de chaque type de formation. En outre, les critères suivants sont considérés pour leur emplacement :

- Une présence régulière de certaines espèces donc des forêts plus ou moins intactes ;
- Des pressions humaines moindres ou inexistantes.

II.4.1.2. Taux de sondage

En tenant compte de tous ces critères, l'inventaire s'est porté sur 17 emplacements distincts dans le secteur de la zone de conservation dont 10 sites ont été étudiés pour la forêt zonale, 03 sites pour la forêt azonale et 04 sites pour la forêt de transition.

Tableau 3: Nombre de sites de relevés

Types de forêts	Superficie échantillonnée (ha)	Nombre de carrés élémentaires	Nombre de sous placettes
Zonale	2,025	203	203
Azonale	0,2	20	20
Transition	0,45	45	45
TOTAL	2,67	268	268

Le taux de sondage est le rapport entre la taille de l'échantillon avec la taille de la population étudiée (RAJOELISON, 1997). Selon le niveau et la précision de l'information recensée, le taux de sondage a été donc de 0,05% pour l'ensemble des forêts de la zone de conservation. Les coordonnées des différents sites de relevés ont été notées afin de pouvoir établir la carte de localisation des sites d'étude (Cf. Annexe VII, VIII).

II.4.1.3. Paramètres relevés pour l'inventaire

a. Caractères dendrométriques

Tous les individus des transects ayant un diamètre supérieur à 5cm ont été recensés dans les carrés élémentaires lors de l'inventaire floristique. Les paramètres relevés étaient :

- **Hauteur** : qui a servi à la détermination de la position sociale des arbres (RAJOELISON, 1997).
- **Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP)** : qui a donné une idée sur la potentialité grainière d'un individu et la dominance des pieds semenciers de l'espèce en question.
- **Index PHF** : qui a été utilisé pour déterminer l'état et les caractéristiques d'un arbre y compris sa vitalité.

Etant donné que la potentialité fruitière est fonction du nombre de pieds semenciers existant dans la zone de conservation, il a été alors nécessaire de les recenser pour chaque espèce. Ceci s'est effectué en même temps que l'inventaire avançait. A chaque pied semencier rencontré pour une espèce donnée, une estimation de la potentialité grainière est effectuée. La sélection des pieds semenciers était purement visuelle, et certaines idées maîtresses les plus utilisées par le SNGF ont dû être respectées à savoir :

- Individus adultes : puisque l'âge d'entrée en production est très variable d'une espèce à une autre et que les données en concernant sont insuffisantes, la sélection s'est effectuée au niveau des individus qui portaient des fruits sur pieds ou des individus qui présentaient des fruits ou graines à leurs alentours.
- Individus bien équilibrés, à branches longues, fortes et nombreuses vigoureux et sains (en considérant l'index PHF), dépourvus de plantes épiphytes;
- Individus qui ne servent pas de dortoirs aux espèces aviaires et animales.

Les notes de terrain détaillées ont été prises sur une fiche de relevés (Cf. Annexe IX) comprenant des informations détaillées sur les sites (type de végétation, conditions édaphiques, topographie, exposition par rapport au soleil, perturbations ou singularités).

b. Nombre de régénérations naturelles

Cette étude a été effectuée afin de connaître la capacité des espèces étudiées à se régénérer naturellement. Il a servi également à déterminer le potentiel d'avenir du futur peuplement adulte (RAJOELISON, 1997). Pour cela, les paramètres suivants ont été pris en compte :

- Espèces et nombre de régénérations se trouvant dans les sous-placettes des transects étudiés (individus ayant un DHP inférieur à 5 cm) ;
- Facteurs pouvant influencer le processus de régénération : épaisseur de la litière, exposition à la lumière, type de sol ainsi que les pressions et menaces pesant sur elles.

c. Productivité fruitière

Parallèlement à l'inventaire floristique, des observations visuelles sur la productivité fruitière sont effectuées sur les pieds semenciers des espèces étudiées. Ainsi, pour les espèces dont la période de fructification était déjà passée ou que la fructification n'a pas eu lieu pendant la période de l'étude, les graines se trouvant au sol ou bien les débris indiquant la présence de graines (coques, gousses, bourgeons) ont été comptés. Ces espèces étaient : *Canthium bosseri* (Menahihy), *Cryptocarya pervillei* (Tavolo), *Dalbergia monticola* (Voambona), *Erythroxylum ampullaceum* (Pitsikahitra), *Ocotea cymosa* (Varongy), *Tarenna humblotii* (Molotrangaka), et *Uapaca thouarsii* (Voapaka).

Pour les espèces dont la période de fructification correspondait à la période d'étude c'est-à-dire, les mois de mai et juin, l'estimation du nombre de fruits sur pied a été effectuée. L'estimation s'est effectuée à chaque pied semencier trouvé le long du transect. Ces espèces étaient : *Chrysophyllum boivinianum* (Famelona), *Entada louvelii* (Sevalahy), *Harungana madagascariensis* (Harongana), *Orfilea coriacea* (Hazondomoina), *Psorospermum androsaemifolium* (Tambitsy), *Psychotria taxifolia* (Tsirikofika), *Syzygium emirnense* (Rotramena), *Vernonia garnieriana* (Ramanjavona).

⊕ Nombre de fruits au sol

Le ramassage des fruits aux alentours des pieds semenciers a permis d'estimer la fructification. De plus, les fruits possèdent un temps de résidence au sol suffisant pour pouvoir réaliser le comptage. Les fruits ou graines se situant dans l'horizon organique fragmenté, étaient considérés comme étant des graines de plus de 1 an. Si au contraire, ils se situaient dans les horizons supérieurs (litière nouvelle), ils étaient classés parmi les fruits de la dernière fructification. L'étude s'est focalisée sur cette dernière. Cependant, la limite de cette méthode est que la production serait sous-estimée car les fruits ne tombent pas forcément par gravité aux alentours des pieds semenciers. Ils peuvent être soit emportés par le vent s'ils sont légers soit par les oiseaux ou d'autres animaux s'ils les mangent. En plus, il s'agit ici d'un terrain en pente, ils peuvent être facilement entraînés vers l'aval. Cependant, la litière peut servir d'obstacle pour cet entraînement. Ainsi, pour chaque pied semencier trouvé, les fruits ont été récoltés et comptés dans une surface obtenue à partir de la projection des houppiers au sol avec une marge de 1m.

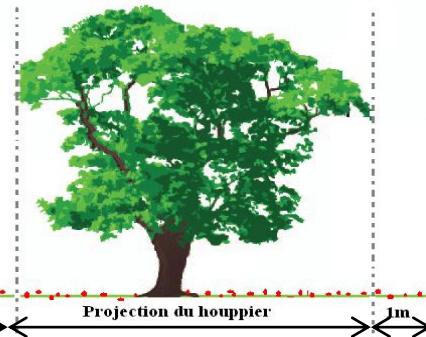


Figure 4: Méthode de comptage des fruits ou graines au sol

Nombre de fruits des arbres sur pieds

Les fruits ont été comptés sur pieds pour les espèces dont la période de fructification correspondait à la période de descente sur terrain. L'objectif a été de mettre en évidence le nombre de fruits produits à partir de la forme de l'appareil aérien (Houppier) et du nombre de tiges fructifères.

Il s'agissait de circuler dans les environs de l'arbre semencier pour choisir la meilleure position qui a donné le maximum de vision pour l'estimation de la production par tige fructifère et la production de l'arbre entier. Le comptage s'est effectué à partir du sol et a été fait de bas en haut. Les fruits ont été comptés d'un seul côté de la cime et le nombre obtenu était ensuite converti en une estimation de la production totale de l'arbre sélectionné. Une jumelle a été nécessaire pour le repérage et l'estimation du nombre de fruits.

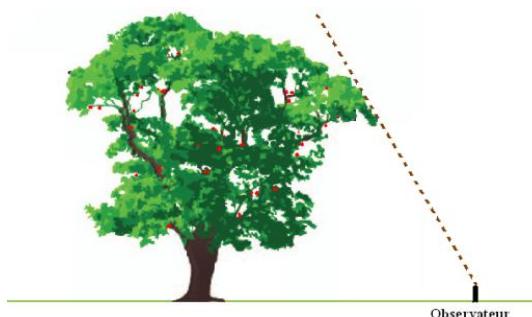


Figure 5: Méthode de comptage des fruits sur pieds

Cette méthode présentait également des limites car la fructification peut varier selon l'orientation des tiges (effet de la lumière). De plus, l'identification du potentiel de production préconisé est fonction de l'acuité visuelle des observateurs. En outre, lors du comptage des fruits, la visibilité diminuait au niveau des cimes à mesure que le soleil montait. Le développement des rameaux plagiotropes cachait les fruits se trouvant à leur bout. De ce fait, le risque de comptage par deux fois était assez fréquent. Des données auprès de la section restauration écologique d'Ambatovy lors des dernières collectes sont recueillies pour servir de référence. Ceci a été complété par des revues bibliographiques.

II.4.2. Enquête ethnobotanique

Une enquête ethnobotanique a été effectuée afin d'étudier les relations de la population locale avec les plantes et par conséquent d'identifier les différentes éventuelles pressions pesant sur les

espèces et sur la zone de conservation en général. L'enquête a été menée plus particulièrement à partir des espèces choisies pour l'étude.

II.4.2.1. Approche et démarche

La Méthode Active en Recherche Participative (MARP) a été utilisée pendant la collecte des données. En effet, elle vise à renforcer l'autonomie des personnes enquêtées, en les encourageant à partager leurs connaissances et conditions de vie afin de mieux comprendre les réalités (GEORGE W, 1987). Celle-ci a été associée à une approche genre qui a visé à donner de l'importance aux rôles et aux responsabilités respectifs des femmes, des enfants et des hommes dans la fourniture des informations riches et plus fiables. Elle a permis d'encourager la pleine participation des femmes dans la discussion sur un pied d'égalité avec les hommes. Avant l'enquête proprement dit, des réunions villageoises ont été organisées dans chaque fokontany pour la présentation des enquêteurs, afin de gagner la confiance de la population. Un guide d'enquête et des questionnaires ont été élaborés préalablement (Cf. Annexe X, XI). Le type d'enquête utilisée était semi-ouvert.

II.4.2.2. Niveaux de collecte de données et échantillonnage

Les procédures et méthodes utilisées permettant d'obtenir les informations comprenaient la stratification de la région puis la sélection des échantillons au niveau de chaque strate. La stratification a été faite suivant les situations administratives (communes, fokontany, village). Les 03 communes et les 07 fokontany avoisinant l'aire de la mine ont été considérés, puis un échantillon de 30% de villages par fokontany a été tiré aléatoirement pour qu'ils soient représentatifs. La taille de l'échantillon a été donc de 28 villages.

Tableau 4: Echantillon de villages pour l'enquête ethnobotanique

Communes	Fokontany	Villages/hameaux
<i>Ambohibary</i>	<i>Ampitambe</i>	<i>Anjaonjibe, Ambohimanaivo, Antanimboanjo, Ambatomainty, Antsakarivo, Ankazotokana, Ambohinierenana, Antsahatsara, Marofangady</i>
	<i>Analalava</i>	<i>Ambodiakatra</i>
	<i>Befotsy</i>	<i>Antezakely, Antaralava, Ampasataolana, Antavibe, Ankarahara, Bemandrevo, Befotsy</i>
<i>Andasibe</i>	<i>Menalamba</i>	<i>Antsamenarano, Avondrona, Behontsa, Maromahatsinjo, Berano, Monkaranana</i>
<i>Morarano</i>	<i>Marovoay</i>	<i>Ankarahara, Afanombaza, Marovoay, Morarano</i>
<i>Gare</i>	<i>Ambohibolakely</i>	<i>Ambohibolakely</i>
03 communes	06 Fokontany	28 villages

Les collectes de données et d'informations sont effectuées au niveau des ménages. Ainsi, une sélection aléatoire d'un échantillon de 30% des ménages par village ou hameau choisi a été réalisée. Le nombre total d'échantillons a été donc de 197 ménages. Le septième fokontany, « Sakalava » n'a pas été considéré vu son éloignement par rapport à la forêt de l'aire de la mine.

II.4.2.3. Paramètres relevés pour les enquêtes

Les différents paramètres relevés étaient :

- Les usages des différentes parties des arbres des espèces choisies (bois, feuilles, racines, écorces, fruits et graines). Ils étaient catégorisés suivant les critères suivants : aliments, médicaments, construction, menuiserie, confection des manches d'outils, bois de feu, magico-religieux.
- La fréquence annuelle d'utilisation, les techniques et les lieux de prélèvement.
- La quantité prélevée annuellement.

En outre, pour pouvoir étudier les différentes causes du prélèvement dans la zone de conservation, d'autres éléments ont été aussi considérés à savoir :

- L'appartenance des ménages ou non au membre des communautés de base (COBA),
- La distance de leurs villages par rapport à la zone de conservation,
- Leur dépendance vis-à-vis d'une ressource forestière.

II.5. Phase de traitement des données

Les données d'inventaire forestier et d'enquête ethnobotanique obtenues ont fait l'objet d'un traitement statistique simple et multivarié avec le logiciel XLSTAT 2008.

II.5.1. Traitement des données d'inventaire

II.5.1.1. Analyse des individus adultes

Ce type d'analyse a permis d'obtenir les informations sur les caractéristiques, l'état et la potentialité fruitière de la forêt. Elle a étudié la composition floristique et les structures horizontales et verticales qui ont pu donner des indications sur le potentiel fruitier et sur son évolution dans le futur (RAJOELISON, 1997).

a. Structure floristique

Elle a abouti à élaborer :

- La composition floristique permettant d'établir une liste des espèces floristiques se trouvant dans la zone de conservation,
- La richesse floristique permettant d'exprimer le nombre total d'espèces présentes dans la zone de conservation.

b. Structure spatiale

Cette étude a abouti à la représentation des individus dans le plan horizontal et le plan vertical. Elle est obtenue à partir d'une représentation en histogramme des différentes classes de diamètre et du nombre respectif de tiges par hectare.

Dominance

La dominance reflète le degré de remplissage ou le degré de couverture de la forêt de la zone de conservation. Elle est exprimée par la surface terrière G d'un peuplement.

Equation 1: Dominance G du peuplement

$$G \text{ (en m}^2/\text{ha)} = \sum g_i = \sum \pi \cdot d_i^2 / 4$$

Source : RAJOELISON, 1997

d_i = diamètre à 1,30 m du sol de chaque tige d'une espèce i (m)

g_i = surface terrière d'un individu d'une espèce i (m^2/ha)

Abondance

L'abondance donne une estimation de la densité du peuplement. Il s'agit ici du nombre d'individus à l'hectare (N_i/ha) pour l'ensemble de la zone de conservation. Elle donnera aussi une idée sur la potentialité en pieds semenciers à l'hectare en général.

II.5.1.2. Quantification des fruits et graines

a. Indices de Valeur d'Importance

Pour l'étude des potentialités en pieds semenciers, des Indices de Valeur d'Importance (IVI) de chaque espèce cible ont été calculées. Plus IVI est grand, plus l'espèce est importante dans les sites de relevés. Pour mieux les préciser, ils sont donnés par la formule :

Equation 2: Indices de Valeur d'Importance

$$\text{IVI (\%)} = A (\%) + F (\%) + (D\%)$$

Source : COTTAM & CURTIS, 1996

- $A (\%)$ = Abondance ou densité relative de l'espèce i

$A (\%) = N_i/N \times 100$ où N_i : nombre de tiges pour l'espèce i et N : nombre total de tiges présents.

- $D (\%)$ = Dominance relative de l'espèce i

$D (\%) = g_i/G \times 100$ où g_i : dominance d'une espèce i et G : la surface terrière totale de l'espèce i.

- $F (\%)$ = Fréquence relative de l'espèce i

$F (\%) = \text{Nombre d'occurrences de l'espèce i} / \text{Somme des occurrences de toutes les espèces} \times 100$

b. Méthode de calcul de la quantité des fruits

Les données ont fait l'objet d'une étude statistique simple. Le calcul de la quantité de fruits a été effectué en fonction du nombre de pieds semenciers pour chaque espèce dans un site donné. Les formules ci-dessous ont été utilisées pour le calcul de la productivité fruitière et grainière. Elles ont été adoptées pour les fruits comptés sur pieds et ceux comptés au sol.

$$PT = P_u \times D$$

$$P_u = \sum P_i \times 1/N_i$$

$$P_i = \sum \text{Nombre de fruits comptés} \times D_f$$

$$D = N_i \times 1 / S \times 10 000 \text{m}^2$$

Equation 3: Poids moyen des fruits à l'hectare

$$PT \text{ (kg/ha)} = \sum P_i \times 1 / S \times 10 000 \text{m}^2$$

Source : Auteur, 2012

PT : Poids moyen des fruits à l'hectare de l'espèce i (kg/ha)
 P_u : Poids moyen de fruits par arbre de l'espèce i (kg)
 D : Densité de pieds semenciers de l'espèce i (N_i/ha)
 P_i : Poids des fruits comptés pour l'espèce i
 D_f : Densité de fruits de l'espèce i (Nombre de fruits/kg)
 N_i : Effectif des pieds semenciers rencontrés de l'espèce i (N_i)
 S : Somme des surfaces des transects d'inventaire sur lesquels l'espèce a été rencontrée (m^2)
 Puisque l'étude s'est effectuée à partir d'un échantillon, un intervalle de confiance a été alors considéré en ce qui concerne l'estimation de la production moyenne en fruits et en graines.

Equation 4: Poids moyen des fruits avec intervalle de confiance

$$\text{PT (kg/ha)} = [\text{Moyenne} \pm (1,96 \times \sigma/\sqrt{n})]$$

Source : LEGENDRE P, 2007

n: Nombre de pieds semenciers à l'hectare

σ : Ecart type de la production fruitière ou granière d'une espèce i.

Equation 5: Nombre de fruits à l'hectare

$$\text{Nb de fruits/ha} = \text{PT} \times D_f$$

Source : Auteur, 2012

PT : Poids moyen des fruits à l'hectare de l'espèce i (kg/ha)

D_f : Densité des fruits de l'espèce i (Nombre de fruits/kg) (Cf. Annexe V)

Ensuite, la potentialité fruitière a été convertie en potentialité granière suivant le nombre de graines par fruit de chaque espèce (Cf. Annexe V).

Equation 6: Nombre de graines à l'hectare

$$\text{Nb graines/ha} = \text{Nb graines/fruit} \times \text{Nb de fruits/ha}$$

Source : Auteur, 2012

Nb graines/ha : Nombre de graines à l'hectare

Nb graines/fruit : Nombre de graines par fruit

Equation 7: Poids des graines à l'hectare

$$\text{PG (kg/ha)} = \text{Nb de graines/ha} \times D_g$$

Source : Auteur, 2012

PG : Poids des graines à l'hectare

Nb graines/ha : Nombre de graines à l'hectare

D_g : Densité des graines (nombre de graines/kg)

(Cf. Annexe V)

II.5.1.3. Analyse des régénérations naturelles

a. Taux de régénération

L'estimation du potentiel de régénération a été entamée en utilisant la formule de ROTHE in RAJOELISON, 1997.

Equation 8: Taux de régénération

$$TR \% = \frac{\text{Nombre d'individus régénérés (r)}}{\text{Nombre d'individus adultes (a)}} \times 100$$

Source : RAJOELISON, 1997

Selon l'échelle de ROTHE, une espèce est en difficulté de régénération quand le taux de régénération (TR) est inférieur à 100%. Si TR est compris entre 100 et 1000%, l'espèce présente une bonne régénération. Si TR est supérieur à 1000%, l'espèce a une très bonne régénération.

b. Indice de dispersion

L'indice de dispersion (Id) détermine la répartition ou la distribution spatiale des individus. Elle est donnée par formule suivante:

Equation 9: Indice de dispersion

$$Id = \frac{\delta}{m}$$

Source : RAJOELISON, 1997

δ : Variance de comptage et m: Moyenne de comptage

Selon RAJOELISON (1997), si Id << 1 alors la distribution est régulière, si Id≈1 la distribution est aléatoire. Enfin, si Id >1 alors la distribution est agrégative.

II.5.2. Traitement des données d'enquête ethnobotanique

II.5.2.1. Traitement statistique multivarié

Une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été effectuée afin de déterminer les différentes causes qui incitent les villageois à prélever dans la zone de conservation. Un tableau de codage sur les variables a été dressé afin de faciliter le traitement et la lecture des figures.

Tableau 5: Codage pour l'étude des pressions sur la zone de conservation

Variables	Critères	Codes
Situation du ménage par rapport aux Communautés locale de base	Non membre VOI	VOI-Non
	Membre VOI	VOI-Oui
Dépendance du ménage vis-à-vis des ressources forestières	Oui (dépendant des ressources forestières)	Dpdce forêt-1
	Non (pas dépendant des ressources forestières)	Dpdce forêt-0
Distance de son village par rapport à la zone de conservation	0 à 500 m par rapport à la zone de conservation	Prox ZC-1
	Plus de 500 m par rapport à la zone de conservation	Prox ZC-0
Lieu de prélèvement	Zone de conservation	Lieu-ZC
	Zones périphériques	Lieu-ZP
	Ne fait aucun prélèvement	Lieu-Nul

II.5.2.2. Valeurs d'usage des espèces étudiées

Les espèces étaient regroupées par catégories d'usage au moyen d'un score d'utilisation attribué par les répondants selon chaque catégorie d'usage.

Tableau 6: Scores d'utilisations attribués aux espèces

3	espèce fortement utilisée
2	espèce moyennement utilisée
1	espèce faiblement utilisée
0	espèce sans usage

Source : LYKKE et al., 2004

Ensuite, les valeurs d'usage ethnobotanique ont été calculées suivant la méthode de calcul utilisée par LYKKE et al. (2004). La valeur d'usage ethnobotanique d'une espèce au sein d'une catégorie d'usage (VU_i) a été représentée par son score moyen d'utilisation au sein de la catégorie d'usage.

Equation 10: Valeur d'usage d'une espèce pour une catégorie d'usage

$$VU_i = \frac{\sum_i^n S_i}{n}$$

Source : LYKKE et al., 2004

VU_i : Valeur d'usage de l'espèce i pour une catégorie donnée ;

S_i : Score d'utilisation attribué par les répondants ;

n : nombre de réponses positives (oui) pour une espèce dans une catégorie d'usage donnée.

La valeur d'usage ethnobotanique totale (VU_t), quant à elle, a été calculée par la somme des valeurs d'usage d'une espèce au sein des différentes catégories d'usage.

Equation 11: Valeur d'usage total d'une espèce

$$VU_t = \frac{\sum_{c=1}^n VU_i}{n}$$

Source : LYKKE et al., 2004

VU_t : Valeur d'usage ethnobotanique totale de l'espèce i ;

VU_i : Valeur d'usage ethnobotanique de l'espèce i pour une catégorie d'usage C .

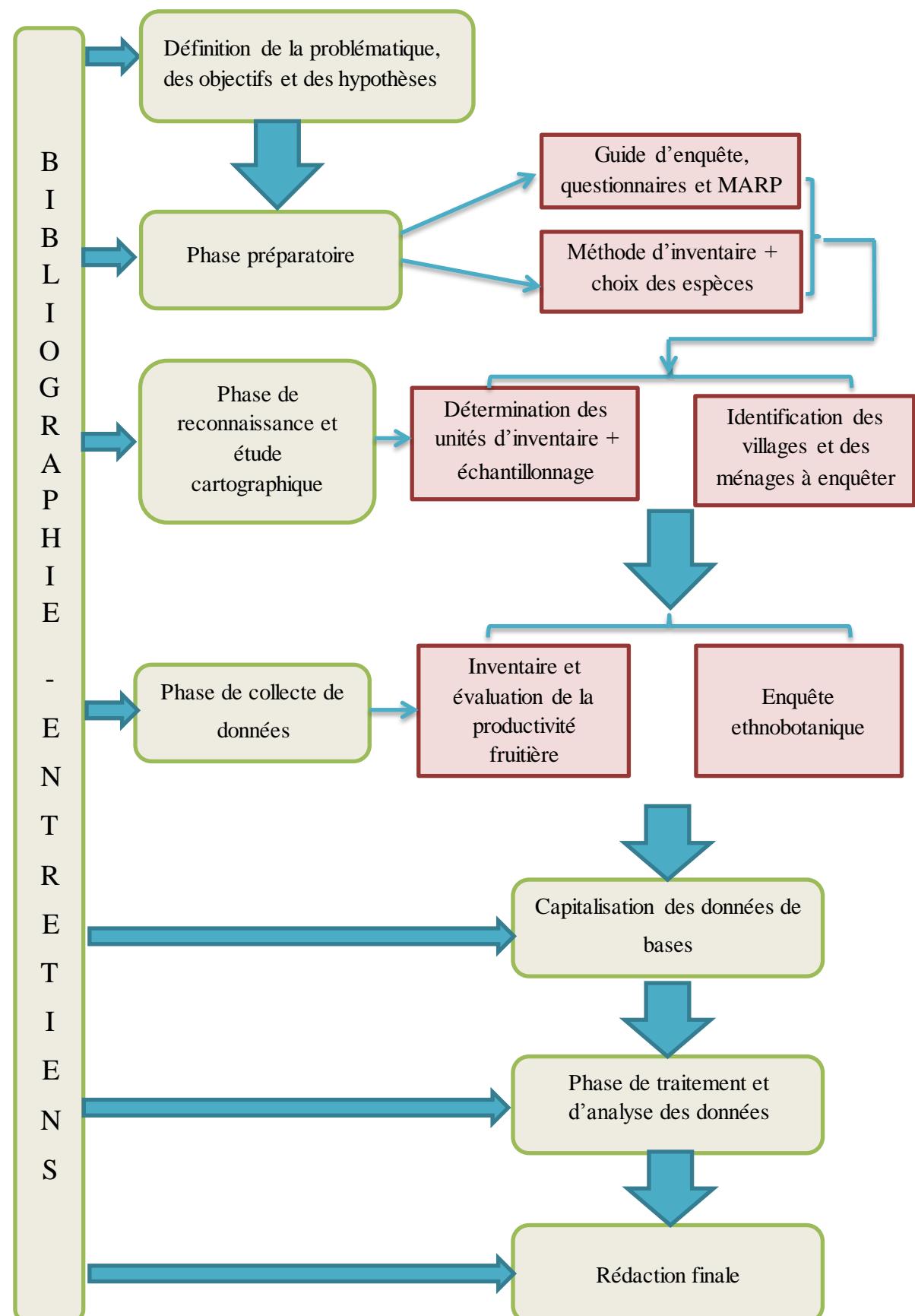


Figure 6: Démarche méthodologique adoptée



RESULTATS ET DISCUSSIONS

RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. ETAT ACTUEL DE LA FORET D'ETUDE

I.1. Flore de la zone de conservation

Lors de l'inventaire floristique mené dans la zone de conservation, 2 915 individus ont été répertoriés. Après leur identification, 221 espèces appartenant à 172 genres et 130 familles ont été obtenues (Cf. Annexes XII). Ces chiffres montrent la grande richesse floristique de la forêt d'étude.

Tableau 7: Familles les plus représentées dans les trois types de forêts de la zone de conservation

Zonale	Pourcentage (%)	Azonale	Pourcentage (%)	Transition	Pourcentage (%)
LAURACEAE	17,37	ANACARDIACEAE	19,93	ASTEROPEIACEAE	20,94
CUNONIACEAE	10,83	EUPHORBIACEAE	17,23	ASPARAGACEAE	13,14
FABACEAE	9,21	MYRTACEAE	15,20	EUPHORBIACEAE	11,06
EUPHORBIACEAE	7,80	ASTEROPEIACEAE	8,10	MYRTACEAE	9,43
MYRTACEAE	6,96	LAURACEAE	7,09	ARALIACEAE	5,98
SAPINDACEAE	5,35	CLUSIACEAE	6,41	SARCOLAENACEAE	5,62

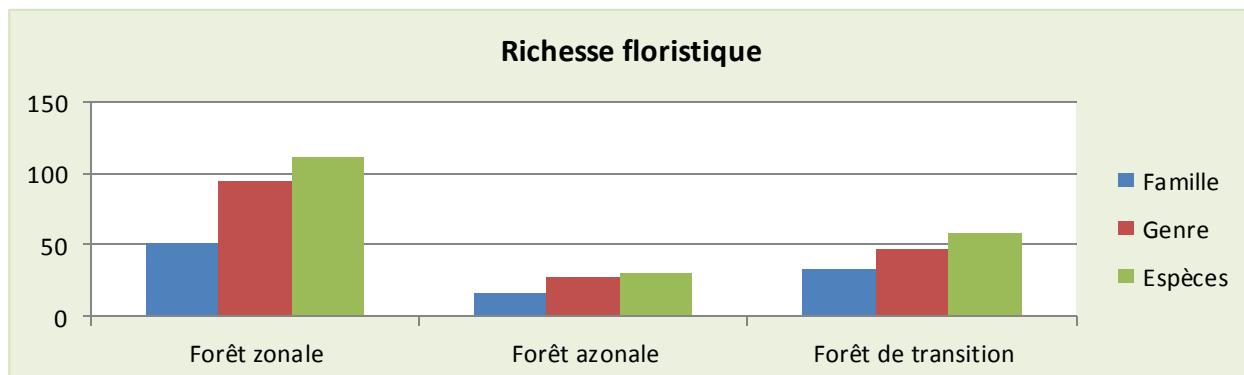


Figure 7: Richesse floristique de la zone de conservation

Il est remarqué que le nombre d'espèces de la forêt de moyenne altitude (forêt zonale) est supérieur à celui des plus hautes altitudes (forêt azonale et transitionnelle). Ceci s'explique d'une partie par les conditions édaphiques (sol plus structuré) plus favorables de la forêt zonale (DYNATEC EIE, 2006).

I.2. Structure spatiale de la forêt de la zone de conservation

I.2.1. Structure totale

La forêt de la zone de conservation a été stratifiée suivant les différentes formations (zonale, azonale, transitionnelle) pour pouvoir étudier sa structure totale. Elle permet d'apprécier le passé et l'actuel de la forêt étudiée et de préfigurer sa potentialité et son évolution.

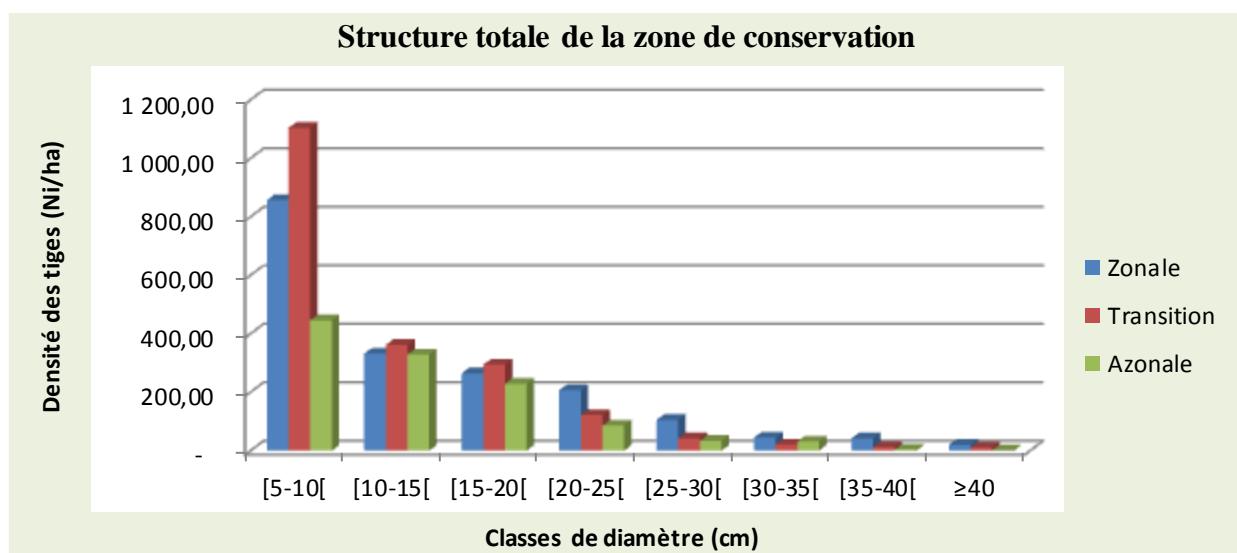


Figure 8: Structure totale de la zone de conservation

L'allure de la distribution présente une courbe exponentielle négative pour les trois types de forêts. Elle se caractérise par une diminution du nombre de tiges à mesure que le diamètre s'accroît. Cette diminution s'explique d'une part par la sélection naturelle vis-à-vis de l'espace vital, de la lumière et des éléments nutritifs. D'autre part, les effets de cyclones qui ont abattu les grands individus et les prélèvements antérieurs des arbres qui atteignent une certaine taille exploitable, peuvent être à l'origine de cette situation. Le dynamisme des régénérations appartenant à la classe de diamètre entre 5 et 10cm laisse prévoir un bon équilibre de la forêt et que celui-ci pourrait être maintenu si aucune pression ne se présente (RAMINOARISOA, 1995). De plus, toutes les classes de diamètres qui représentent les différents stades de développement de la plante sont présentes. Donc, il n'y a pas de risque d'interruption du cycle de vie du peuplement ce qui pourrait assurer une certaine pérennité du peuplement surtout pour la formation transitionnelle. Selon ROLLET en 1969, la reconstitution et la succession d'un tel type de forêt sont assurées.

La structure totale montre également que les individus ayant un diamètre supérieur à 10 cm sont assez nombreux dans chaque type de formation. Or c'est le diamètre requis pour être en âge de reproduction dans les forêts naturelles. Ainsi, le nombre de pieds semenciers existants dans la zone de conservation est assez abondant et la productivité grainière est assurée.

I.2.2. Abondance et dominance

L'abondance et la dominance ont été étudiées afin de déterminer le potentiel en arbre adulte de la zone de conservation.

Tableau 8: Abondance et dominance absolues des individus de chaque type de forêt

Types de forêts	Zonale	Azonale	Transition
Abondance A (Nt/ha)	1 871	1 170	1 412
Dominance G (m ² /ha)	31,18	20,54	25,44

Le nombre de tiges à l'hectare varie en fonction du type de végétation: 1 871 tiges/ha pour la forêt zonale, 1 170 tiges/ha pour la forêt azonale et 1 412 tiges/ha pour la forêt de transition. Elle possède plutôt la même abondance que celle de Mantadia¹ qui retient une valeur de 1 400 tiges/ha (SCHMID, 2005). Mais par rapport à la forêt intacte de Betampona² qui retient une abondance de 2 818 tiges/ha (AMANDA H. et al., 2005), elle est plutôt faible.

En ce qui concerne la dominance, le tableau fait également ressortir une grande variabilité. Les tiges de diamètre inférieur à 10 cm jouent un rôle majeur sur le remplissage de l'espace (Cf. figure 6). Ainsi, la taille réduite des arbres de la classe inférieure est compensée par leur effectif élevé. Le remplissage dû aux gros arbres est par contre faible (fréquence faible) à comparer avec la forêt de Mantadia ayant une dominance de 44 m²/ha (SCHMID, 2005) et aussi par rapport à la RNI Betampona 65,34 m²/ha (AMANDA H. et al., 2005). Ce qui montre que la zone de conservation est moins remplie par rapport à elles. Tout ceci pourrait trouver son origine dans le fait qu'il y a eu des exploitations sélectives au sein de la forêt d'étude. La faible valeur est plutôt remarquée au niveau de la forêt azonale, celle-ci est due d'une part aux pressions antérieures et d'autre part, aux conditions écologiques très particulières de ce type de forêt, ainsi les arbres qui s'y trouvent ont tous des diamètres plus petits (DYNATEC EIE, 2006).

I.2.3. Structure verticale

Afin de connaître les différentes stratifications qui existent au niveau de la forêt, une étude sur la structure verticale a été effectuée. La hauteur moyenne de la canopée était estimée à 12m pour les trois types de forêts.

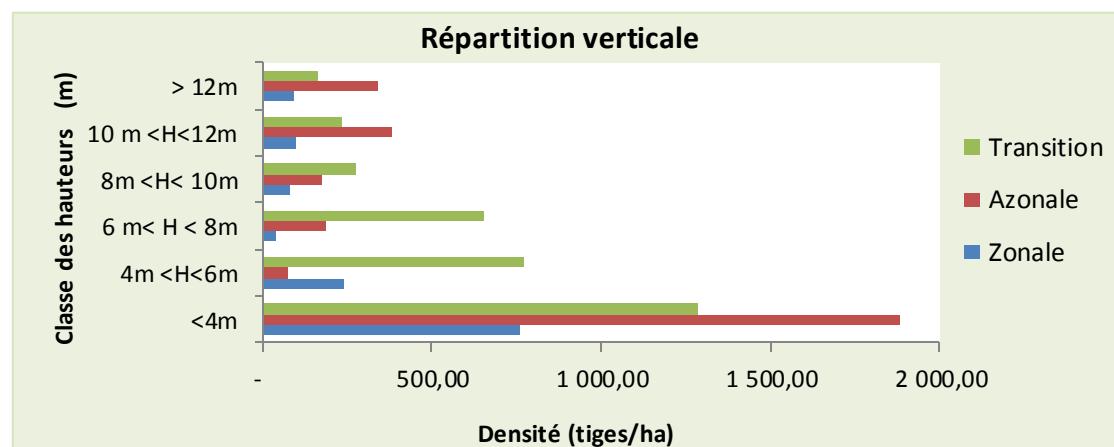


Figure 9: Distribution verticale des forêts de la zone de conservation

Plusieurs strates de végétation ont été aperçues, ce qui indique que la forêt présente une structure bien étagée. Les classes d'arbres supérieures sont plus faibles par rapport aux sous-bois. La

¹ Forêt dense humide de moyenne altitude qui se trouve connectée à la forêt de la zone de conservation d'Ambatovy.

² Forêt dense humide de basse altitude de l'Est, Réserve naturelle intégrale (RNI).

canopée des trois types de forêts est caractérisée par l'irrégularité en hauteur et dans le plan horizontal. Les cimes, en effet, n'étant pas jointives, donc la lumière pénètre à travers les feuillages directement ou latéralement par les vides entre les couronnes, favorisant ainsi l'installation et le développement des juvéniles (FORGET, 1988).

En outre, des trouées ont été remarquées dans la plupart des relevés entre 8 et 10 m surtout dans la forêt azonale et zonale. Ceci est dû au prélevement des gros arbres dans ces zones. Le changement le plus évident, dans l'environnement local après perturbation est l'augmentation de l'énergie lumineuse disponible. En effet, les trouées constituent le moteur de la dynamique forestière du fait des espaces vides qu'elles créent dans le couvert (SHUGART, 1984). De plus, par effet de bordure, la quantité de lumière disponible augmente aussi dans les zones non perturbées proches (DIGNAN & BREN, 2003). Ce sont des zones permettant le développement de nombreuses espèces en raison de l'ensoleillement qui favorise ainsi une grande diversité de floraisons et de fructifications.

I.3. Régénération naturelles de la zone de conservation

L'analyse des régénération naturelles était axée sur les jeunes bois de diamètre compris entre 1 et 5cm. Elles constituent un indice de reconstitution de la forêt et assurent sa pérennisation.

Tableau 9: Abondance absolue des régénération naturelles

Types de forêts	Zonale	Azonale	Transition
Densité des régénération naturelles (N _i /ha)	9 400	4 166	7 570
Densité moyenne pour les trois types de forêts (N _i /ha)		7 048	

A première vue, l'abondance des régénération naturelles de la forêt azonale est la plus faible. Ceci s'explique par le fait que les conditions écologiques de ce site ne permettent pas aux graines de se régénérer facilement. En effet, les conditions de température, d'humidité, d'alimentation minérale y sont rarement optimales et limitent ainsi la régénération naturelle (DYNATEC EIE, 2006). Par contre, la forêt zonale retient une densité plus élevée par le fait qu'il s'agit ici d'une zone plus ou moins dégradée et aussi que les conditions écologiques qu'elle retient est très favorable pour la régénération. Par rapport à la forêt de Mantadia, la zone de conservation est plus riche en régénération naturelle avec une abondance moyenne de 7 048 tiges/ha contre 4 802 tiges/ha (SCHMID, 2005). La forêt d'étude est donc plus dégradée.

Tableau 10: Indice de dispersion des régénération naturelles de la zone de conservation

Types de forêts	Zonale	Azonale	Transition
Indice de dispersion (Id)	2,80	3,71	1,15

Les indices de dispersion des régénération de chaque type de forêt montrent des valeurs supérieures à 1. Ceci indique, selon RAJOELISON en 1997, une répartition spatiale agrégative des régénération naturelles pour ces types de forêts. Leur distribution en agrégat informe d'une part que le substrat est hétérogène. D'autre part, la structuration d'une telle population dans l'espace peut être expliquée simplement par la dispersion limitée à partir des adultes (HARMS et al., 2001). Cette

caractéristique augmente une forte probabilité de rencontrer un pied de même espèce à son voisinage, mais aussi sa vulnérabilité dans le cas d'une exploitation durable.

I.4. Conclusion partielle sur l'état actuel de la zone de conservation

De par les conditions environnementales, les trois types de forêts de la zone de conservation retiennent chacun un potentiel élevé en termes floristique. En termes de structure, la forêt ne contient plus d'arbre de gros diamètres vu l'exploitation massive qu'il y a eu avant l'intervention du projet Ambatovy et par l'effet des cyclones qui se sont poursuivis. Ce qui pourrait limiter la potentialité en pieds semenciers. Cependant, les houppiers non jointifs, de part cette dégradation permettraient aux pieds semenciers existant, même étant moins jeunes, de donner plus de fruits par le fait qu'ils puissent jouir d'une lumière suffisante.

L'abondance élevée des régénération, montre un signe précurseur de la reconstitution de ces formations. Il n'y a pas d'interruption de classe de diamètre, ce qui veut dire d'une part que la succession au niveau de la forêt est assurée, et d'autre part que la forêt se trouve en état d'équilibre stable. Son évolution aura tendance à l'amener à avoir la même structure que la forêt primaire, donc il est possible que le nombre de pieds semenciers potentiels va augmenter au fil du temps mais il est difficile d'estimer le temps nécessaire pour cela par manque de connaissance du dynamisme de la zone de conservation.

II. PRODUCTIVITE GRAINIÈRE DE LA ZONE DE CONSERVATION

Les matériels forestiers de reproduction considérés étaient les fruits et les régénéérations naturelles de chaque espèce. Pour cela, les facteurs de rendement étudiés afin d'avoir une vision globale sur la productivité étaient : l'indice de valeur d'importance de chaque espèce, l'abondance des pieds semenciers, la quantité produite en fruits et la potentialité en régénéérations naturelles.

II.1. Indices de Valeur d'Importance des espèces

La quantification des ressources fruitières a été effectuée avec une énumération rigoureuse de l'abondance, de la dominance et de la fréquence des pieds semenciers dans les sites de relevés. Chaque espèce étudiée a fait l'objet d'étude des Indices de Valeur d'Importance (IVI) afin de connaître leur importance dans la zone de conservation.

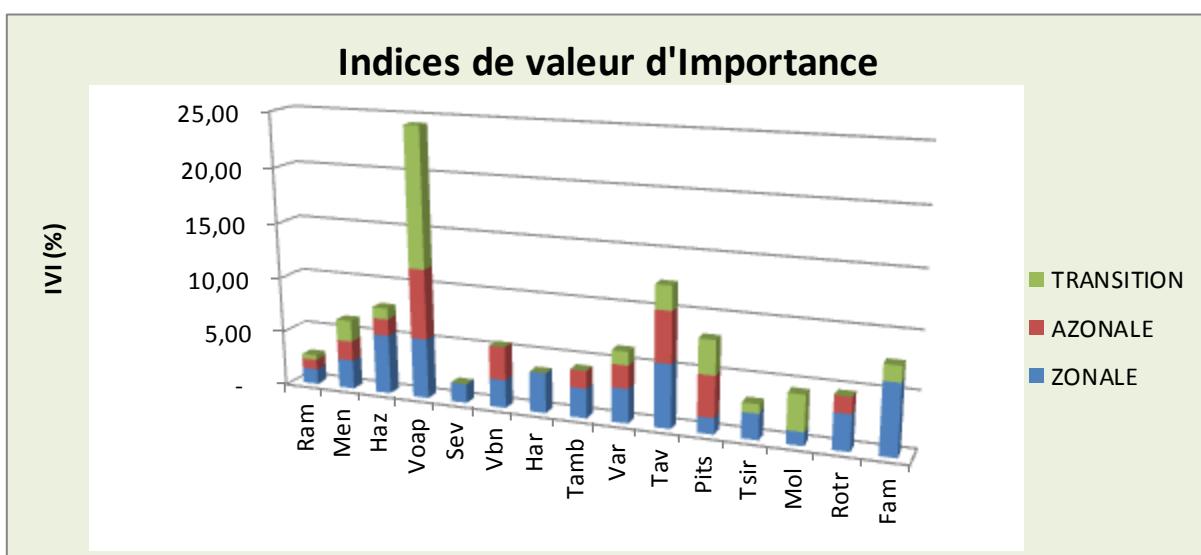


Figure 10: Indices de Valeur d'Importance de chaque espèce étudiée

Il est ressorti que sept espèces ont un ordre d'apparition similaire dans les trois types de formations à savoir : *Erythroxylum ampullaceum* (Menahihy), *Orfilea coriacea* (Hazondomoina), *Uapaca thouarsii* (Voapaka), *Ocotea cymosa* (Varongy), *Cryptocarya pervillei* (Tavolo), *Canthium bosseri* (Pitsikahitra) et *Syzigium emirnense* (Rotramena). Elles ont une répartition qui coïncide avec les sites de relevés, elles sont donc plus représentées dans la zone de conservation parmi les espèces étudiées. En effet, les espèces d'arbres ayant des fréquences nettement plus élevées sont celles dont les IVI sont supérieurs, vu le grand nombre d'individus présents sur l'hectare (NUSBAUMER, 2003). Les familles EUPHORBIACEAE et LAURACEAE sont plus nombreuses. En effet, la dissémination de leurs graines est facilitée par les lémuriens qui les apprécient. De plus, ces familles n'exigent pas de sol spécifique et ont une grande capacité d'adaptation à des troubles écologiques et climatiques. (RAMANANTSOA, 2008).

Par contre, pour d'autres espèces telles *Vernonia garnieriana* (Ramanjavona), *Harungana madagascariensis* (Harongana), *Psorospermum androsaemifolium* (Tambitsy), et *Psychotria taxifolia*

(Tsirikofika), des individus ont atteint généralement le diamètre requis pour être pris en compte sur le relevé. Néanmoins, ce sont des espèces de lumière, et se développent rarement en pleine forêt. Elles sont peu représentées dans les sites de relevés, d'où leur moindre importance vis-à-vis des autres espèces ciblées.

Pour la famille des FABACEAE avec des espèces de valeurs telles *Entada louvelii* (Sevalahy) et *Dalbergia monticola* (Voambona), qui sont typiques de la formation zonale, les IVI sont plus faibles par le fait qu'elles ne sont représentées que par peu d'individus ; leur répartition dans la zone de conservation est assez restreinte par rapport aux autres espèces à cause de leur exploitation massive avant l'intervention du Projet dans la gestion de la forêt. Les individus encore présents de ces espèces ont certes des diamètres moyens, avec une canopée étalée qui leur permettra encore de donner des fruits pour assurer leur pérennité.

II.2. Densité des pieds semenciers

La densité des pieds semenciers a été déjà prise en compte lors du calcul de l'IVI, mais celle-ci a été étudiée plus particulièrement pour connaître la potentialité de la zone de conservation en pieds semenciers. En effet, ces derniers sont ceux qui ont pu surpasser à l'effet des compétitions. Ce sont les individus qui ont atteint la strate supérieure et qui ont gagné, de ce fait, une quantité de lumière suffisante lui permettant de fructifier.

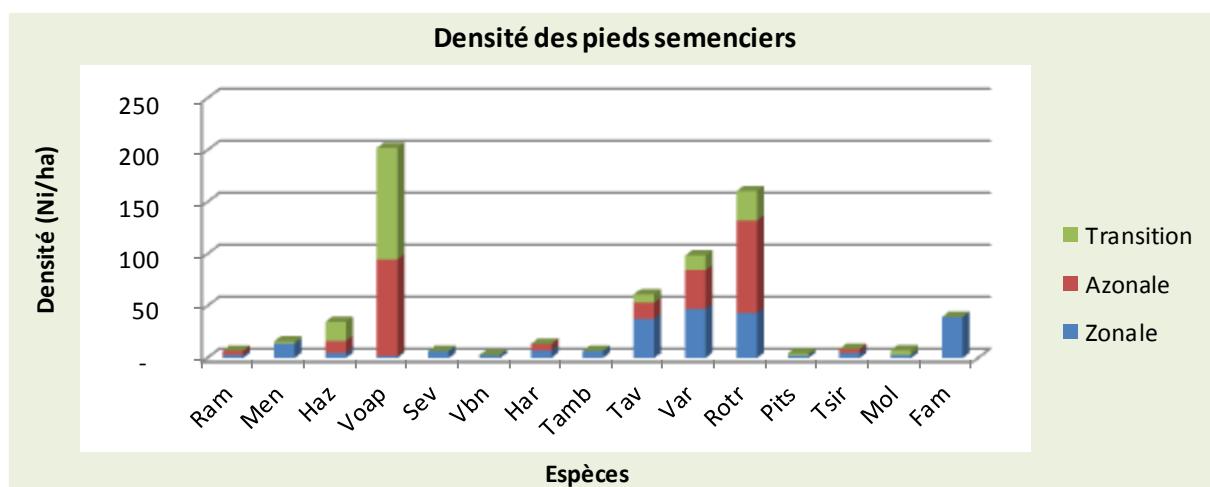


Figure 11: Densité des semenciers dans la zone de conservation

La densité des semenciers dépend du type de forêt. Il est à constater que les différences d'abondance spécifique sont reliées à la fois aux conditions édaphiques et aux effets des perturbations. Elle est plutôt faible dans la forêt zonale du fait de sa dégradation si bien que toutes les espèces étudiées y soient rencontrées. La forêt azonale semble être moins riche en pieds semenciers vu son altitude et le type de sol qui ne permettent pas aux individus de bien se développer en diamètre et en hauteur. En effet, seules les espèces qui s'adaptent dans ces conditions sont les plus nombreuses à savoir *Uapaca thouarsii* (Voapaka), *Ocotea cymosa* (Varongy) et *Syzigium emirnense* (Rotramena). Ainsi à l'échelle des sites d'étude, les conditions édaphiques sélectionnent différentes espèces selon

leur sensibilité. En effet, ces espèces sont rencontrées dans toutes les formations et cela veut dire donc qu'elles ont une faculté d'adaptation élevée par rapport aux autres.

II.3. Potentialité en matériels forestiers de reproduction

II.3.1. Potentialité fruitière

Une étude statistique des productions fruitières de chaque espèce dans chaque type de forêt a été effectuée. Pour ne pas avoir une fausse impression sur la potentialité, cette étude a été suivie d'une étude de la potentialité grainière car le nombre de graines dans un fruit varie d'une espèce à une autre.

II.3.1.1. Potentialité fruitière et grainière de la forêt zonale

La forêt zonale retient un nombre plus élevé d'espèce par rapport aux autres, elle peut de ce fait, offrir un potentiel élevé en graines en termes de diversité.

Tableau 11: Productivité fruitière et grainière de la forêt zonale

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Nombre de fruits/ha	Nombre de graines/ha
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona	274 920 ± 136 516	274 920 ± 136 516
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina	23 258 ± 917	69 776 ± 2 755
	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	1 040 ± 1066	3 120 ± 3 198
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	387 600 ± 2 565	387 600 ± 2 565
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	14 160 ± 431	56 640 ± 1726
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona	41 163 ± 3 326	123 488 ± 9 980
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	4 000 ± 351	32 000 ± 2 804
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy	68 040 ± 2 687	544 320 ± 21 507
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	3 008 ± 590	3 008 ± 590
	<i>Cryptocarya pervillei</i>	Tavolo	42 180 ± 191	126 540 ± 578
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	64 924 ± 390	64 924 ± 390
RUBIACEAE	<i>Canthium bossieri</i>	Pitsikahitra	2 112 ± 576	2 112 ± 576
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	6 400 ± 627	12 800 ± 1 215
	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka	98 700 ± 8 712	98 700 ± 8 712
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	41 730 ± 432	166 920 ± 3 386

La variation de la production s'explique par le fait que la capacité de reproduction est différente pour chaque pied semencier selon la quantité de lumière reçue par l'individu, le substrat sur lequel il se trouve et son emplacement (crête, versant, bas fond) et sa forme. La production fruitière moyenne à l'hectare de la forêt zonale est de [1 073 235 ± 80 850] fruits/ha pour l'ensemble des espèces étudiées, soit avec un poids moyen de [259,02 ± 2,31] kg/ha. La potentialité grainière est d'environ [1 960 469 ± 99 046] graines/ha soit [153,95 ± 2,24] kg/ha.

Pour les espèces à fruits plus gros c'est à dire ayant un diamètre supérieur à 1 cm telles : *Syzygium emirnense* (Rotramena), *Cryptocarya pervillei* (Tavolo), *Chrysophyllum boivinianum* (Famelona), *Erythroxylum ampullaceum* (Menahihy) ; la reproduction semble être plus réduite par

rapport aux espèces à fruits plus petits telles: *Vernonia garnieriana* (Ramanjavona), *Harungana madagascariensis* (Harongana), *Psorospermum androsaemifolium* (Tambitsy). Cependant, vu la densité élevée des pieds semenciers de ces espèces à gros fruits dans la forêt zonale, et étant dominants dans la forêt d'étude, elles ont la possibilité de s'épanouir et ont plus de réserve pour développer une floraison importante. Ce qui pourrait compenser leur productivité. De plus, leurs fruits contiennent de nombreuses graines, c'est la raison pour laquelle, elles semblent présenter une quantité assez élevée en graines par rapport aux autres.

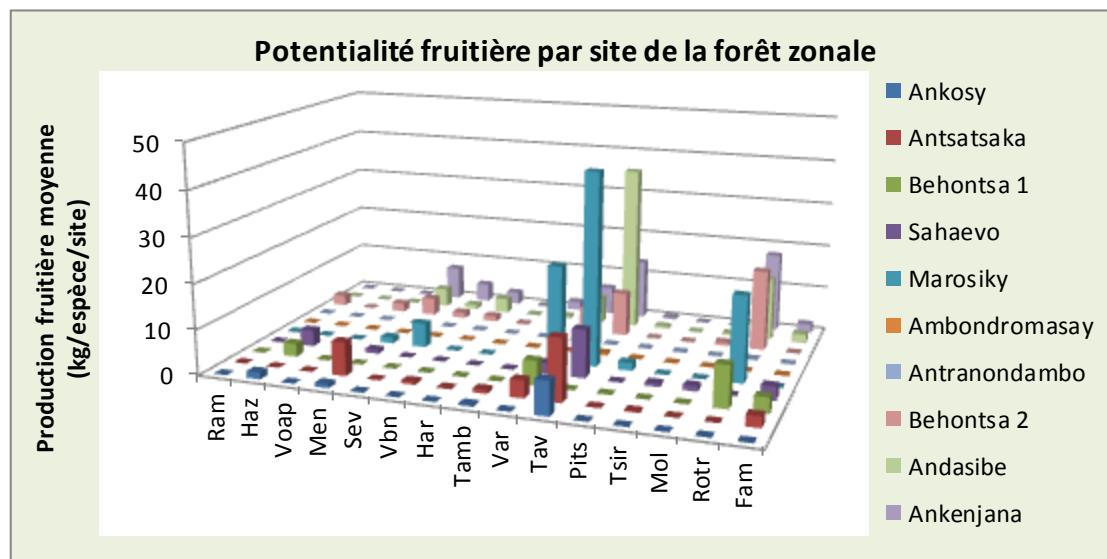


Figure 12: Répartition de la production fruitière dans la forêt zonale

Les zones de relevés comme Ankenjana, Andasibe, Behontsa 2 constituent des lieux potentiels en termes de productivité fruitière. En effet, ce sont des sites moins dégradés et présentant encore de pieds semenciers plus nombreux par rapport aux autres sites étudiés. La projection des houppiers est assez élevée et favorise leur alimentation en lumière. Les autres sites n'offrent que peu de fruits. Deux paramètres peuvent justifier ceci : soit ils se trouvent au cœur de la forêt, donc l'accès à la lumière est assez difficile comme pour le cas Antranondambo, Sahaovo, Marosiky ; soit le nombre de pieds semenciers existant dans ces sites est très faible comme pour le cas d'Ankosy, Antsatsaka, Ambondromasay, Behontsa 1 en étant des zones fortement dégradées. En effet, même au niveau d'un même type de forêt, les conditions s'avèrent être différentes suivant les sites. Il ne s'agit pas seulement du facteur « ensoleillement » mais aussi du « type de sol » et de « la pluviométrie ».

II.3.1.2. Potentialité fruitière et granière de la forêt azonale

La forêt azonale a ses propres caractéristiques spécifiques du point de vue écologie. De ce fait, les espèces présentes sont seulement celles pouvant s'adapter à de telles conditions.

Tableau 12: Productivité fruitière et grainière de la forêt azonale

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Nombre de fruits/ha	Nombre de graines/ha
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona	177 480 ± 2 416	177 480 ± 2 416
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina	155 496 ± 105	466 488 ± 321
	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	10 626 ± 460	31 878 ± 1 385
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	0	0
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	0	0
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona	0	0
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	76 800 ± 2251	614 400 ± 18 008
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy	0	0
LAURACEAE	<i>Cryptocarya perillei</i>	Tavolo	4 921 ± 215	4 921 ± 215
	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	10 710 ± 256	32 130 ± 774
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	29 370 ± 217	29 370 ± 217
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	0	
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	3 600 ± 325	21 600 ± 650
	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka	0	0
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	0	0

La productivité fruitière de la forêt azonale serait de [469 003 ± 3 484] fruits/ha, soit de [545,28 ± 0,47] kg/ha pour l'ensemble des espèces étudiées. La potentialité grainière est de [1 363 867 ± 21 805] graines/ha soit de [46,96 ± 0,74] kg/ha pour la totalité de ces espèces. Cette valeur est marquée par l'abondance des pieds semenciers des espèces telles *Ocotea cymosa* (Varongy), *Uapaca thouarsii* (Voapaka), *Syzygium emirnense* (Rotramena). Ce sont celles qui produisent le plus de fruits par rapport aux autres espèces étudiées dans la forêt azonale. En effet, elles s'adaptent bien dans ce type de forêt (DYNATEC EIE, 2006) d'où leur productivité élevée.

Vu la situation écologique de la forêt azonale de la zone de conservation, aucun pied semencier n'a été rencontré pour les espèces telles : *Chrysophyllum boivinianum* (Famelona), *Psorospermum androsaemifolium* (Tambitsy), *Entada louvelii* (Sevalahy), *Canthium bosseri* (Pitsikahitra), *Erythroxylum ampullaceum* (Menahihy) et *Dalbergia monticola* (Voambona). Elles présentent une faible tolérance à ces conditions. Par conséquent, la récolte de graines de ces espèces n'est pas envisageable dans ce type de forêt.

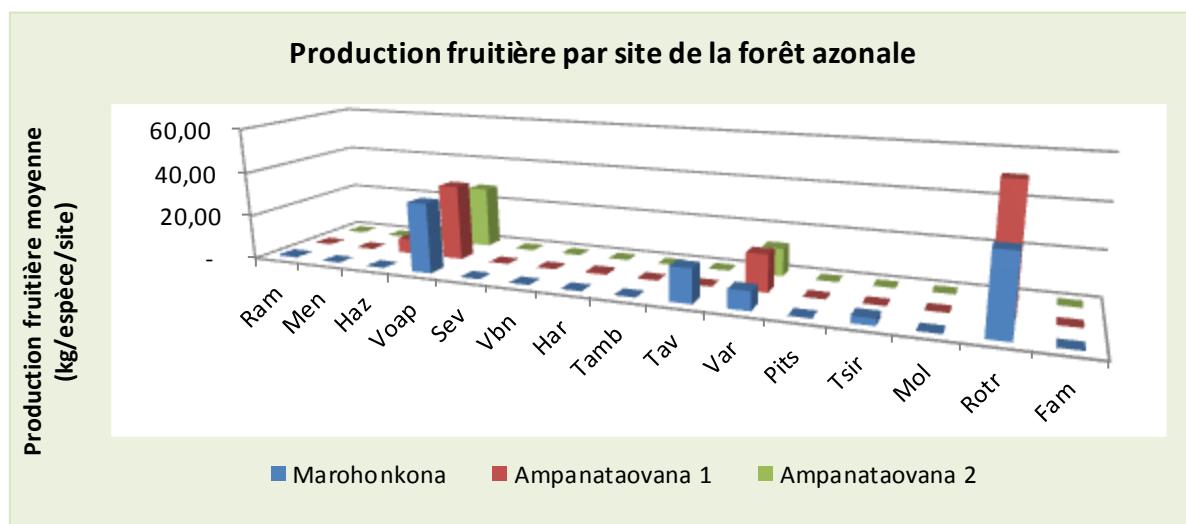


Figure 13: Répartition de la production fruitière dans la forêt azonale

Les trois sites d'étude de ce type de formation: *Ampanataovana 1*, *Ampanataovana 2*, *Marohonkona*, peuvent bien faire l'objet de récolte pour les espèces telles : *Uapaca thouarsii* (Voapaka), *Ocotea cymosa* (Varongy) et *Syzygium emirnense* (Rotramena).

II.3.1.3. Potentialité fruitière et grainière de la forêt de transition

La forêt de transition est la forêt intermédiaire qui se trouve entre les deux types de forêt (forêt zonale et azonale). Par conséquent, elle peut renfermer les espèces de ces deux types de formations.

Tableau 13: Productivité fruitière et grainière de la forêt de transition

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Nombre de fruits/ha	Nombre de graines/ha
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona	0	0
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina	25 668 ± 425	77 004 ± 1 593
	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	393 760 ± 272	1 181 280 ± 817
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	88 000 ± 11 313	88 000 ± 11 313
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	0	0
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona	0	0
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	0	0
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy	0	0
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	3 318 ± 330	3 318 ± 330
	<i>Cryptocarya pervillei</i>	Tavolo	8 160 ± 323	24 480±496
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	2 624 ± 840	2 624 ± 840
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	0	0
	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka	481600 ± 16450	481 600±16 450
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	60 368±145	60 364±145
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	0	0

La potentialité fruitière de la forêt de transition est de [1 063 498 ± 28 932] fruits/ha soit [332,63 ± 2] kg/ha. C'est celle qui retient la quantité la plus élevée en termes de nombre de fruits à

l'hectare. La potentialité granière est donc de $[1\,918\,674 \pm 30\,083]$ graines/ha soit $[192,50 \pm 2,02]$ kg/ha. Les espèces indicatrices de dégradation telles *Vernonia garnieriana* (Ramanjavona), *Harungana madagascariensis* (Harongana) sont pratiquement absentes. Ceci amène à dire que la forêt de transition est moins exploitée par rapport aux deux autres types de forêts. Les espèces telles : *Ocotea cymosa* (Varongy) et *Uapaca thouarsii* (Voapaka) s'avèrent être très productives par rapport aux autres dans la forêt de transition vu l'abondance de leurs pieds semenciers dans cette zone. En effet, la production totale de semences est directement reliée à sa densité (CLARK & WATT, 1971).

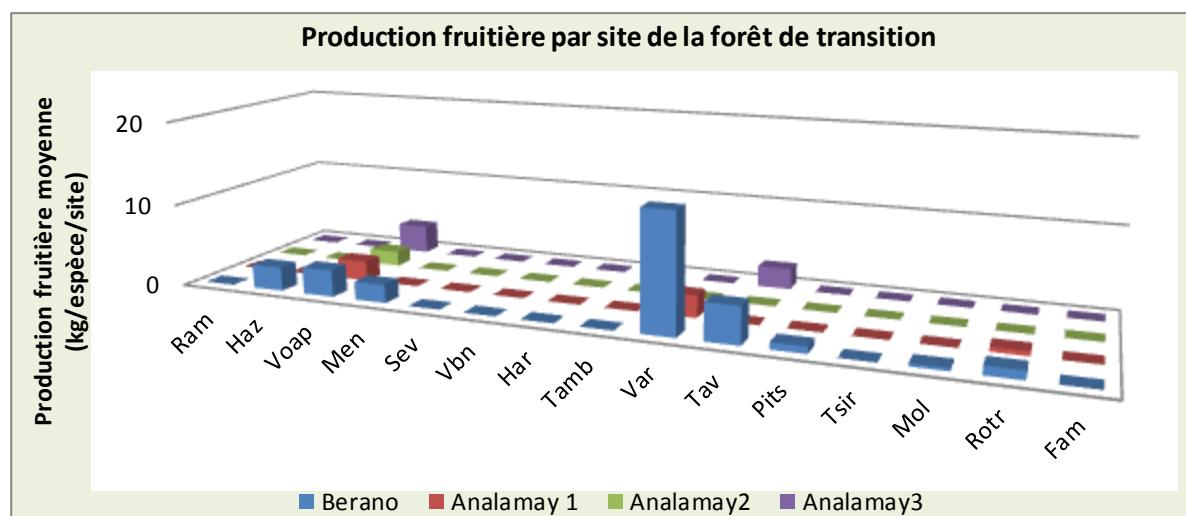


Figure 14: Répartition de la production fruitière dans la forêt de transition

Comme pour les deux autres types de formations, la productivité est différente selon les sites. Les sites les plus productifs pour l'ensemble de ces espèces sont *Berano* et *Analamay 1* car ce sont des milieux moins dégradés. Cela s'explique par l'accès difficile et l'éloignement des villages par rapport à ce type de forêt.

II.3.2. Potentialité en régénération naturelle

Il est évident que le nombre de régénérations naturelles donne une idée sur la productivité en graines. Cependant, aucune équation n'a pu être mise en évidence entre ces deux composantes. Nombreuses en sont les raisons : toutes les graines ne germent pas en même temps, une quantité importante peut être mangé par les animaux (oiseaux, mammifères, insectes, etc.), d'autres peuvent être entraînées par le vent. Ainsi, la potentialité en régénération a été étudiée isolément.

II.3.2.1. Taux de régénération

Il a été vu que la forêt de la zone de conservation connaît une abondance élevée en régénération naturelle. Le taux de régénération permet d'apprécier la vitesse de propagation et indique la pérennité de la forêt (ROLLET, 1969).

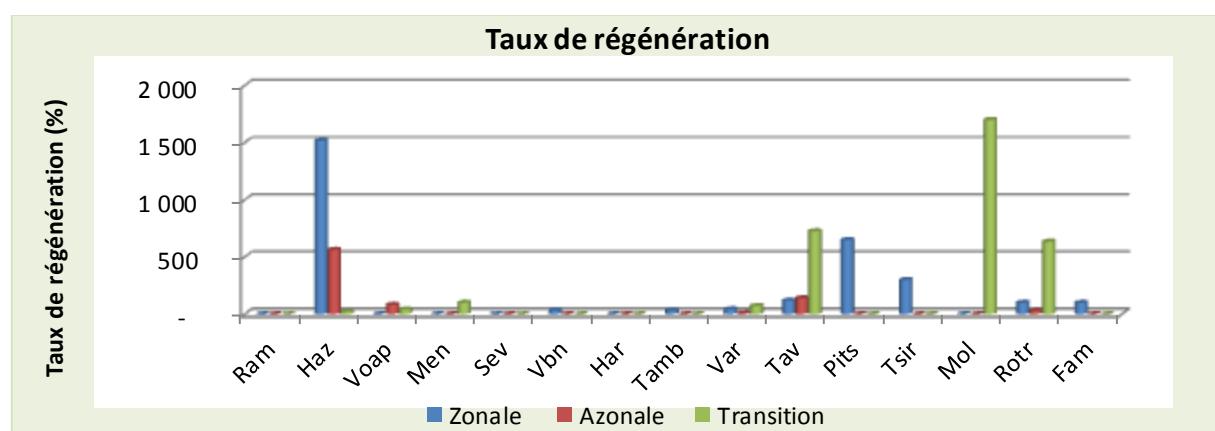


Figure 15: Taux de régénération

Le taux de régénération varie d'une espèce à une autre de par sa faculté d'adaptation aux conditions du milieu notamment l'altitude (Cf. Annexe XVI). Les espèces telles : *Vernonia garnieriana* (Ramanjavona), *Uapaca thouarsii* (Voapaka), *Erythroxylum ampullaceum* (Menahihy), *Harungana madagascariensis* (Harongana), *Psorospermum androsaemifolium* (Tambitsy), et *Ocotea cymosa* (Varongy) présentent des taux de régénération inférieurs à 100%. En se référant à l'échelle de ROTHE en 1964, elles ont une difficulté de régénération. Ceci est dû par le fait que ce sont des espèces héliophiles qui exigent plus de lumière pour leur croissance. L'installation des juvéniles de ces espèces est donc très contraignante en pleine forêt comme celle de la zone de conservation. Ainsi, la capacité de renouvellement de ces espèces est faible par rapport aux autres espèces ciblées. Elles affectionnent en particulier les lisières de forêt où les tiges sont abondantes et relativement de grandes tailles.

Les espèces telles : *Cryptocarya pervillei* (Tavolo), *Tarenna humblotii* (Molotrangaka), *Syzygium emirnense* (Rotramena) présentent une bonne régénération et s'adaptent bien dans les trois types de forêts. Ce sont des espèces semi-sciaphiles³ et peuvent ainsi s'évoluer dans le couvert moins dégagé. C'est ce qui expliquerait leur abondance dans les forêts secondaires et en pleine forêt. De plus, elles possèdent un taux de régénération compris entre 100 et 1000% qui, selon Rothe, indique une bonne régénération. Parmi les espèces étudiées, les espèces présentant une très bonne régénération sont : *Orfilea coriacea* (Hazandomoina) pour la forêt zonale et azonale, et *Tarenna humblotii* (Molotrangaka) pour la forêt de transition. Ces espèces ont alors une très bonne capacité de renouvellement. La connaissance du taux de régénération de chacune des espèces permet déjà d'orienter la décision sur le choix des espèces pour la collecte des graines et des sauvageons.

II.3.2.2. Abondance des régénéérations naturelles

L'abondance des régénéérations naturelles des espèces a été étudiée afin de déterminer le potentiel que pourrait offrir la zone de conservation. Celle-ci a été menée suivant le type de formation.

³ Espèces du sous étage pouvant survivre dans l'ombre

Tableau 14: Abondance des régénérations naturelles des espèces étudiées (N_i/ha)

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Zonale	Azonale	Transition
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona	0	0	0
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondonoina	75	2	4
	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	0	7	44
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	0	0	2
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	0	0	0
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona	1	0	0
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	0	0	0
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy	2	0	0
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	20	3	10
	<i>Cryptocarya pervillei</i>	Tavolo	44	21	58
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	27	26	178
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	13	0	0
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	12	0	0
	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka	0	0	68
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	39	0	0
TOTAL			233	59	364

La dissémination des graines est assez élevée pour certaines espèces comme *Dalbergia monticola* (Voambona) et *Entada louvelii* (Sevalahy) de la famille des FABACEAE car leurs graines sont légères et facilement emportées par le vent loin des plante-mères d'où leur éparpillement et leur faible abondance par rapport aux autres. De ce fait, ces espèces sont très fragiles et menacées et devront faire l'objet d'une préoccupation importante. La faible abondance des régénérations dans la forêt azonale est liée aux conditions de ces sites qui rendent difficile la germination des graines. Ainsi, le prélèvement de saugeons de ces espèces dans la forêt azonale n'est envisageable que pour les espèces telles : *Cryptocarya pervillei* (Tavolo) et *Syzygium emirnense* (Rotramena).

II.4. Possibilité de récolte de matériels forestiers de reproduction

II.4.1. Récapitulatif de la potentialité de la zone de conservation

Afin de mieux interpréter la potentialité en graines et en saugeons, vis-à-vis des besoins pour la restauration, un récapitulatif sur leur productivité a été effectué.

Tableau 15: Récapitulatif de la potentialité en graines et en saugeons de la zone de conservation

Types de forêts	Graines (kg/ha/an)	Saugeons (Ind/ha)
Zonale	153,95 ± 2,24	233
Azonale	46,96 ± 0,74	59
Transition	192,50 ± 2,02	367
Production totale	393,41 ± 5	656
Quantité exploitable⁴ (20%)	78,68 ± 1	131

⁴ Quantité exploitabile préconisée par la norme OCDE

Les régénérations étant nombreuses dans la zone de conservation, avec une abondance totale de 656 individus/ha pour les espèces ciblées. Cela veut dire qu'elles ont la possibilité de se renouveler. Ainsi la récolte de graine peut s'effectuer mais seulement dans la forêt zonale et transitionnelle pour ces espèces. En effet, la potentialité grainière annuelle de la zone de conservation pour l'ensemble des 15 espèces étudiées est de $[393,41 \pm 5]$ kg.

En outre, cette quantité pourrait varier au fil du temps. En effet, la productivité fruitière forestière se caractérise par une année de production abondante suivie généralement d'une ou plusieurs années de moyenne à faible production (BOUFFARD, 2002). Aucune étude n'a permis de connaître s'il s'agit ici d'une bonne année semencière ou non. En outre, la prévision se heurte à de nombreux obstacles qui en découlent en partie, du cycle de reproduction lui-même. Elle dépend également de plusieurs facteurs externes. Selon KHANFOUCI en 2005, la fructification est en relation directe avec le climat. C'est ce qui confirme sa variabilité. Cette périodicité est un facteur important qu'il faut déterminer et prendre en considération lors de la planification de la récolte des graines pour pouvoir garder la pérennité de la production et par conséquent de garder la qualité de la dite zone de conservation.

La prédation des fruits par les petits mammifères comme *Eulemur fulvus*, *Microcebus rufus*, *Rattus rattus* et les oiseaux tels *Pteropus rufus* a un effet non négligeable sur le processus de reproduction de certaines essences. En effet, il se pourrait que ces animaux rejettent les graines dans leur fèces mais ceci ne se produit pas obligatoirement dans l'aire de la mine. L'impact de ces petits prédateurs ne pose généralement pas de problème aux espèces à forte production de semences, comme *Cryptocarya pervillei* (Tavolo), *Syzygium emirnense* (Rotramena). Toutefois, il peut y avoir exception, particulièrement lors des mauvaises années semencières donc il faudrait toujours en tenir compte. De plus, après dispersion, les graines puis les plantules sont soumises à des filtres de mortalité dus aux prédateurs, aux pathogènes et aux effets de compétition (ALCANTARA et al., 2000). Ces filtres brouillent partiellement le signal de la dispersion dans les stades ultérieurs (CLARK et al., 1999). Ainsi, afin de préserver chaque arbre semencier, le fait de récolter un pourcentage modéré de 20% selon la norme de l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), 2007, lui permettrait de maintenir son rythme physiologique normal et permettrait également le développement des régénérations pour la pérennité de la forêt.

II.4.2. Besoins de la restauration écologique

L'objectif de la section Restauration écologique du projet Ambatovy est de revégétaliser une superficie de 24 ha/an pour les 5 ans à venir, c'est-à-dire du 2012 jusqu'en 2017 (RAZAFIMAMONJY et al., 2011). Ils ont donc estimé un besoin annuel en matériels forestiers de reproduction de 10 kg/ha soit de 240 kg, réparties sur les 8 familles. 5,3 kg/ha/an de ces besoins sont des graines soit 127,2 kg/an et les sauvageons constituent le reste. En tout, ils auront besoin de 265 000 plants par an, soit 265 000 graines au moins.

Malgré la faible potentialité en pieds semenciers de la zone de conservation, il ressort que cette dernière promet une potentialité grainière élevée [$78,68 \pm 1$] kg/ha par rapport aux besoins. En effet, la totalité des besoins de la réhabilitation est comblée à 61,42% par les 15 espèces étudiées. Or presque toutes les espèces de la forêt de cette zone seront destinées à la restauration. Ce qui fait qu'avec la potentialité des autres espèces et l'étendue de la zone de conservation, ces besoins peuvent être satisfaits à 100% sans contrainte pour les régénération naturelles.

En outre, les sauvageons sont aussi nombreux dans la zone de conservation. Vis-à-vis de la quantité disponible de sauvageons qui est de 130 individus/ha, et par rapport à la productivité moyenne de la zone de conservation qui est de 7 048 individus/ha. Cette quantité ne représente que 1,84 % de la potentialité globale en régénération naturelles de la zone de conservation. Par conséquent, la collecte de sauvageons peut aussi avoir lieu.

II.5. Conclusion partielle sur la potentialité grainière de la zone de conservation

Les observations sur terrain poussent à dire que la plupart des pieds rencontrés dans la zone de conservation sont encore en stade post juvénile, d'où la faible densité des pieds semenciers. Par contre, avec le milieu plus ou moins ouvert, une productivité assez élevée en graines est reconnue pour les pieds semenciers existant, et montre ainsi qu'elle peut satisfaire les besoins en graines de la restauration à 61,42 %. La première hypothèse qui stipule que « *la zone de conservation constitue une source potentielle de graines pour la restauration* » est donc vérifiée. Ainsi, la collecte peut s'effectuer mais à des rythmes et techniques maîtrisés afin de toujours garder la qualité de la zone de conservation et de maintenir une productivité élevée et continue de graines.

III. PRESSIONS ANTHROPIQUES

L'étude des pressions et menaces est appréhendée par l'analyse de la dépendance des populations locales vis-à-vis de la forêt de la zone de conservation et des espèces étudiées. Celui-ci a pour objet d'étudier les impacts des pressions humaines sur les espèces cibles et par conséquent, sur la productivité fruitière et la pérennité du potentiel d'offre.

III.1. Dépendance de la population vis-à-vis de la forêt

Plusieurs hameaux se trouvent aux alentours de la forêt d'Ambatovy, la population y est dépendante des ressources naturelles (PGEDS Ambatovy, 2007). Suivant le zonage établi en 2009, la population locale ne peut plus prélever dans la zone de conservation, mais seulement dans les zones périphériques. Cependant, ce zonage n'est pas totalement respecté.

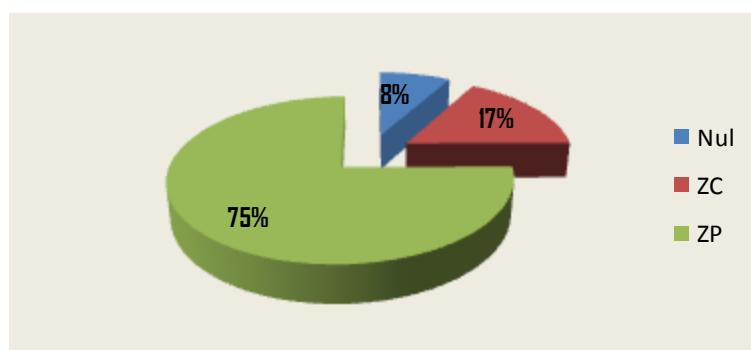


Figure 16: Pourcentage de la population prélevant des ressources forestières et lieux de prélèvement

Nul : ne font aucun prélèvement

ZC : prélèvement dans la zone de conservation

ZP : prélèvement dans les zones périphériques

Après analyses statistiques des données d'enquêtes, 8% de la population locale ne font aucun prélèvement dans la forêt de l'aire de la mine tandis que 92% des ménages en sont dépendants⁵. Parmi ceux-ci, 75% prélevent les ressources dans les zones périphériques⁶. Malgré l'intervention du projet Ambatovy dans la sensibilisation, une part importante des ménages enquêtés (17%) prélève encore dans la zone de conservation.

La situation de ménages enquêtés suivant qu'ils soient membres ou non membres de VOI, leur dépendance vis-à-vis de ces espèces, et la distance de leur village par rapport à la zone de conservation, ont été traitées par l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM). Ceci a été effectué dans le but de déterminer les facteurs qui influencent le plus sur le prélèvement dans la zone de conservation.

⁵ « Ménage dépendant de la forêt » : un ménage qui a besoin ne serait-ce qu'un élément de la forêt et qu'il n'en trouve nulle part en dehors de la forêt.

⁶ « Zone périphérique » : zone se trouvant aux alentours de la zone de conservation dont la gestion a été transférée à la population locale (Transfert de gestion)

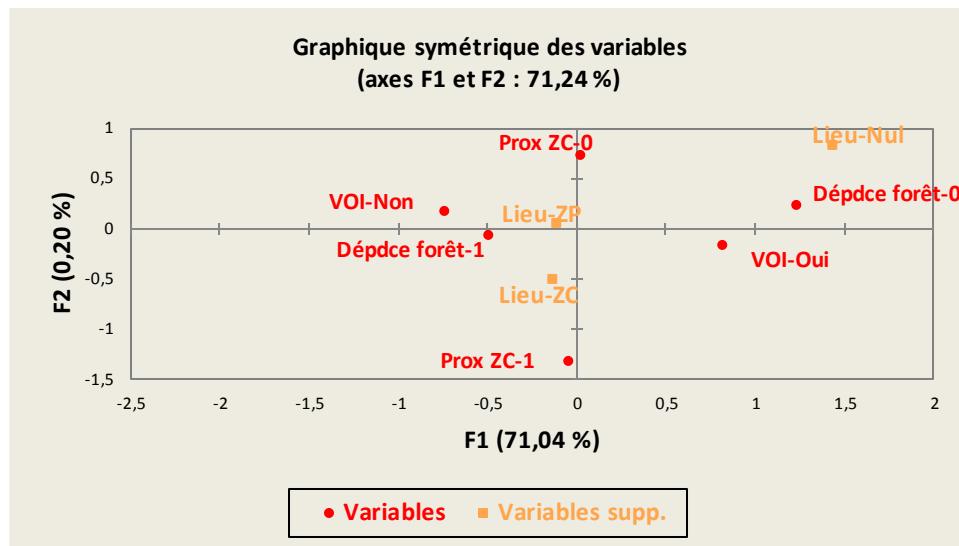


Figure 17: ACM montrant les relations entre les situations des ménages et les lieux de prélèvement.

Il apparaît qu'à 71,24% des cas, les ménages qui ne font aucun prélèvement (Lieu-Nul) sont ceux qui sont indépendants des ressources forestières (Dépdce forêt-0) et dont la plupart sont des membres du COBA (VOI-Oui), une troisième raison en est que leurs villages se trouvent loin de la forêt (Prox ZC-0). En outre, une forte dépendance (Dépdce forêt-1) vis-à-vis d'une espèce pourrait conduire la population vers la zone de conservation si les zones d'utilisation n'arrivent plus à combler leurs besoins. Il est remarqué aussi que les personnes non membres des COBA (VOI-Non) sont celles qui prélèvent le plus dans la zone de conservation (Lieu-ZC). La proximité de leur village par rapport à la zone de conservation (Prox ZC-1) pousse aussi certains ménages à prélever dans cette zone de conservation.

III.2. Valeurs d'usage des espèces

L'importance accordée à une espèce ne dépend pas ici de sa disponibilité mais de sa capacité à satisfaire les besoins des populations dans les différentes catégories d'usages. Les populations riveraines les utilisent dans sept différentes catégories, à savoir : la médecine, l'alimentation, l'énergie, la construction, la menuiserie, la confection des manches d'outils et enfin, l'usage magico-religieux.

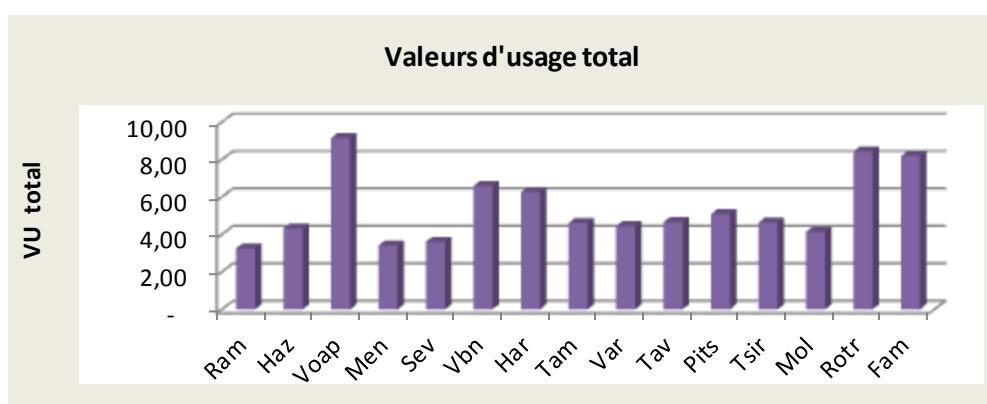


Figure 18: Valeurs d'usage total des espèces étudiées

Il ressort que les espèces végétales choisies ont des usages multiples, ce qui inciterait surtout la population locale à leur prélèvement. L'étude révèle également que *Uapaca thouarsii* (Voapaka), *Dalbergia monticola* (Voambona), *Syzygium emirnense* (Rotramena) et *Chrysophyllum boivinianum* (Famelona) présentent les valeurs d'usage ethnobotanique les plus élevées. Ces espèces supportent tous les types de pressions de fréquence permanente car elles intéressent beaucoup la population. En effet, les valeurs d'usage de ces espèces traduisent le degré de satisfaction et de dépendance des populations riveraines par rapport à celles-ci et expliquent ainsi la forte pression exercée sur elles (DOSSOU, 2010). Elles font donc l'objet d'une exploitation élevée par rapport aux autres espèces étudiées. Cela constitue ainsi une menace sur leurs survies surtout pour celles dont la répartition se trouve déjà réduite. Par conséquent, elles devront faire l'objet d'une préoccupation particulière par rapport aux autres.

III.3. Parties végétales prélevées et modes de prélèvement

Les 15 espèces sont recherchées soit pour leurs feuilles, leurs racines, leurs écorces, leurs fruits, leurs fleurs, ou soit pour leurs troncs et/ou leurs branches ou même pour la plante entière, suivant leurs catégories d'usage.

III.3.1. Produits non ligneux

L'impact de l'exploitation de PFNL sur la durabilité de la ressource est étroitement lié à plusieurs paramètres notamment le mode de collecte et la fréquence du prélèvement. Les organes utilisés par les riverains varient d'une espèce à une autre.

Tableau 16: Quantité de PFNL prélevés annuellement dans la zone de conservation

	Ram	Haz	Voap	Men	Sev	Vbn	Har	Tam	Var	Tav	Pits	Tsir	Mol	Rotr	Fam
Feuille (bottes)	730	0	149	0	282	85	2 920	670	0	125	5	165	123	720	2 420
Fruit (pièces)	0	0	715	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6 675
Ecorce (kg)	0	0	0	1	0	1	20	4	0	1	0	0	10	596	0

En ce qui concerne le prélèvement des feuilles, presque toutes les espèces étudiées sont exploitées pour usage médicinal sauf pour le cas d'*Ocotea cymosa* (Varongy). La quantité prélevée varie d'une espèce à une autre. Les feuilles sont collectées sur pieds pour les arbustes tels *Vernonia garnieriana* (Ramanjavona), et pour les arbres à hauteur moyenne à savoir les *Psychotria taxifolia* (Tsirikofika) et *Harungana madagascariensis* (Harongana). Elle s'effectue au sol ou en grimpant l'arbre pour les autres espèces comme *Chrysophyllum boivinianum* (Famelona), *Canthium bosseri* (Menahihy), *Syzygium emirnense* (Rotramena), *Entada louvelii* (Sevalahy) et *Cryptocarya pervillei* (Tavolo). La collecte est donc encore raisonnée pour ces espèces. La quantité prélevée est plutôt faible et les techniques de prélèvement pour la cueillette des feuilles n'ont pas un impact sur ces espèces. Ainsi, elles ne causent pas nécessairement la mortalité de la plante (FAO, 2007).

Pour le prélèvement de fruits, ceux de *Chrysophyllum boivinianum* (Famelona), et *Uapaca thouarsii* (Voapaka) sont les plus prélevés soit à des fins alimentaires soit à des usages magico-religieux (Sikidy). La quantité prélevée annuelle est infime car elle ne constitue que 0,03 % de la productivité moyenne annuelle en fruits de la zone de conservation pour *Chrysophyllum boivinianum* (Famelona) et 0,01 % pour *Uapaca thouarsii* (Voapaka). Ces fruits sont collectés au sol. Selon la FAO en 2007, l'exploitation fruitière des arbustes ou des jeunes arbres productifs, surtout si elle est destinée à l'autoconsommation, cause peu de dégâts sur la structure forestière.

Les écorces de *Syzygium emirnense* (Rotramena) sont utilisées comme catalyseurs de fermentation du rhum artisanal (toaka gasy). Le grattage est la technique utilisée pour le prélèvement des écorces, mais la population ne considère pas le diamètre des arbres à gratter. Ce qui pourrait constituer une menace importante surtout pour les pieds semenciers de cette espèce.

Le prélèvement de PFNL dans la zone de conservation, par la population locale s'effectue seulement en passant dans cette zone. Le prélèvement est donc occasionnel; Cependant, celui-ci s'accentue, des dégâts importants peuvent se présenter pour les espèces telles : *Chrysophyllum boivinianum* (Famelona) et *Uapaca thouarsii* (Voapaka) dont les feuilles et les fruits sont les plus prisés par la population locale, et pour *Syzygium emirnense* (Rotramena), dont l'écorce est très utilisée. Des répercussions écologiques peuvent avoir lieu, comme une réduction progressive de la vigueur des plantes récoltées. Ceci pourrait se traduire par un déficit de fructification et par conséquent un déficit de régénération. En effet, sachant qu'il existe une relation manifeste entre la partie utilisée de la plante exploitée et les effets de cette exploitation sur son existence, la durabilité de ces espèces pourrait être compromise (CUNNINGHAM, 1996).

III.3.2. Produits ligneux

Comme source d'énergie, les bois morts de toutes les espèces étudiées sont utilisés par les ménages ruraux. Ils sont ramassés en faible quantité mais avec des fréquences élevées (4 à 5 jours par semaine). Les bois sont utilisés pour la construction de maisons, de clôtures et de manches d'outils. Les besoins en bois de la population locale dépendent du type d'usage. Ces besoins sont plus élevés dans la construction des maisons mais la fréquence de construction de celles-ci varie de 3 à 5 ans suivant les ménages (PGEDS Ambatovy, 2007).

D'après les enquêtes, les produits ligneux sont prélevés dans les zones périphériques. Les espèces les plus recherchées parmi celles étudiées sont : *Ocotea cymosa* (Varongy), *Entada louvelii* (Sevalahy), *Dalbergia monticola* (Voambona), *Canthium bosseri* (Pitsikahitra) et *Harungana madagascariensis* (Harongana) vu leur qualité technologique. Les gros arbres ayant atteint un diamètre supérieur à 10 cm sont les plus recherchés. Cette exigence pourrait constituer une menace pour la zone de conservation si les zones périphériques n'arrivent plus à offrir les ressources recherchées. Les populations locales sont prêtes à aller plus loin dans la forêt pour pouvoir les trouver. En plus, le régime d'exploitation sévère auquel elles sont exposées peut conduire à leur raréfaction

et/ou à leur disparition car il s'agit de l'abattage de l'arbre. En effet, cette méthode d'exploitation par l'abattage est extrêmement nocive et typiquement non durable (TCHATAT, 1999). Ce sont donc les espèces prioritaires devant faire objet d'un suivi efficace vu l'important rôle que jouent ces ressources dans la vie quotidienne des populations. De plus, l'exploitation pourrait entraîner la disparition des espèces les moins tolérantes aux perturbations, comme les espèces sciaphiles ou certaines espèces rares (BAWA & SEIDLER, 1998).

III.4. Conclusion partielle sur les pressions anthropiques

Cette partie a permis de mieux connaître les pressions que subissent les 15 espèces dans la zone de conservation. Il a été montré que ce sont toutes des espèces utiles pour la population locale. Il a été vu aussi que les PFNL (fruits, feuilles et écorces) sont les plus prélevées dans la zone de conservation, mais ceci s'effectue à moindre quantité et les techniques utilisées pour leur collecte ne présentent pas de menace pour elles. L'arbre est maintenu en vie; il s'agit donc d'une exploitation saine. Quant aux produits ligneux, la technique utilisée pour l'exploitation de ceux-ci est de toute évidence destructive et dangereuse pour l'environnement. Néanmoins, ces bois sont seulement prélevés dans les zones périphériques. Tout cela mène à dire qu'actuellement, la pression exercée au niveau de ces espèces dans la zone de conservation n'entraîne pas la destruction des arbres et n'a pas d'influence sur leur survie. La deuxième hypothèse qui stipule que « *Les pressions anthropiques dans la zone de conservation menacent les espèces*» est alors partiellement vérifiée car avec les exigences et les besoins croissants de la population locale, les zones périphériques n'arriveront plus à les satisfaire, ce qui pourrait menacer cette zone de conservation. Il est indispensable d'accorder une attention particulière sur l'exploitation dans cette zone afin de réduire l'impact sur elle. Des mesures en termes de gestion doivent être renforcées afin de mieux la gérer et d'assurer sa pérennité.



RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATIONS

D'après les différentes analyses effectuées, les pieds semenciers des espèces étudiées sont rares dans la zone de conservation mais elles peuvent quand même combler les besoins de la restauration écologique à un certain niveau. Ainsi, des mesures en termes de récoltes fruitières et des mesures d'accompagnement en termes de gestion forestière seront présentées afin d'avoir une productivité soutenue de graines et en même temps de maintenir la qualité de la zone de conservation.

I. Modalités de récolte

I.1. Collecte de graines

Il s'agit de proposer des techniques de collecte de graines qui soient écologiquement viables afin d'éviter l'élimination des individus exploités, de garder la pérennité de la production et par conséquent le maintien de l'équilibre de la zone de conservation. Elles reposent sur une planification et des techniques bien établies. Lors de la collecte, des échantillons doivent être considérés que ce soit au niveau des pieds à collecter que ce soit au niveau des fruits.

I.1.1. Nombre de sous-populations à échantillonner

Dans un contexte idéal sans problèmes de ressources, il est conseillé de ne pas concentrer la collecte sur quelques individus mais de collecter chaque sous-population du taxon pour assurer un échantillonnage complet de la variabilité génétique. La décision sur le nombre de sous-populations à échantillonner dépendra des ressources disponibles des espèces concernées et des besoins du programme de collecte. Ainsi, il faudrait sélectionner au moins 50% des arbres semenciers de chaque espèce (BROWN & MARSHALL, 1995). Pour cela, il faudrait déjà repérer préalablement les pieds semenciers et les lieux potentiels pour la récolte.

Tableau 17: Sites potentiels pour la collecte des graines et des sauvageons

Familles	Espèces	Zonale	Azonale	Transition
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i> (Ramanjavona)	Ankosy, Behontsa	-	-
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i> (Hazondomoina)	Sahaev, Ankosy, Behontsa, Antsatsaka, Ankenjana	Marohonkona, Ampanataovana	Berano, Analamay
	<i>Uapaca thouarsii</i> (Voapaka)	Marohonkona, Ampanataovana	-	Berano, Analamay
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i> (Menahihy)	Ankenjana	-	Analamay, Berano
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i> (Sevalahy)	Behontsa, Ankenjana	-	-
	<i>Dalbergia monticola</i> (Voambona)	Ankenjana	-	-
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i> (Harongana)	Ankenjana, Coté d'Andasibe	-	-
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i> (Tambitsy)	Behontsa 1, Behontsa, Ankenjana Antsatsaka, Ankosy	-	-
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i> (Varongy)	Sahaev, Ankenjana Behontsa	Marohonkona, Ampanataovana	Berano, Analamay 1
	<i>Cryptocarya pervillei</i> (Tavolo)	Tous les sites étudiés	Tous les sites étudiés	-
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i> (Rotramena)	Ankenjana Behontsa	Ampanataovana	Berano
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i> (Pitsikahitra)	Tous les sites étudiés	-	-
	<i>Psychotria taxifolia</i> (Tsirikofika)	Sahaev, Ankenjana	Marohonkona	-
	<i>Tarenna humblotii</i> (Molotrangaka)	Behontsa, Sahaev	Berano	-
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i> (Famelona)	Antsatsaka, Ankosy, Sahaev, Ankenjana	-	-

I.1.2. Taux de fruits à prélever par pied

Afin de minimiser les risques pour la survie future des populations des espèces et en particulier pour les espèces en danger ayant de petites populations, la collecte devra tenir compte d'une limite annuelle de 20% du total des fruits matures disponibles sur pied (ENSCONET, 2009). Il faudrait éviter également de répéter les collectes de la même espèce sur le même site deux années consécutives à moins de réduire la quantité de fruits prélevés à un niveau bien en dessous de la limite annuelle.

Tableau 18: Quantité maximale de fruits pouvant être récoltés (kg/ha)

Familles	Spèces	Zonale	Azonale	Transition
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i> (Ramanjavona)	0,47	0,30	0,30
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i> (Hazondomoina)	1,01	0,46	0,46
	<i>Uapaca thouarsii</i> (Voapaka)	0,13	2,43	25,58
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i> (Menahihy)	2,87	0	0,88
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i> (Sevalahy)	1,41	0	0
	<i>Dalbergia monticola</i> (Voambona)	0,58	0	0
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i> (Harongana)	0,04	0,76	0
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i> (Tambitsy)	0,97	0	0
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i> (Varongy)	4,01	1,84	3,63
	<i>Cryptocarya pervillei</i> (Tavolo)	5,06	1,57	2,72
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i> (Rotramena)	4,90	1,67	4,48
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i> (Pitsikahitra)	0,26	0	0,32
	<i>Psychotria taxifolia</i> (Tsirikofika)	0,08	0,72	0
	<i>Tarenna humblotii</i> (Molotrangaka)	0,28	0	0,13
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i> (Famelona)	9,69	0	0
TOTAL		30,79	9,75	38.5

La quantité pouvant être récoltée dépend de la productivité de l'espèce en question. Seules les espèces ayant une potentialité élevée en termes de fruits et en régénération naturelles peuvent faire l'objet d'une collecte importante. Les espèces indicatrices de dégradation telles ne peuvent pas être récoltées dans cette zone vu qu'elles produisent peu de fruits.

I.1.3. Techniques de collecte de matériels forestiers de reproduction

Afin de réduire les impacts de la collecte de matériels forestiers de reproduction sur la population de l'espèce en question, les techniques adoptées doivent être menées de façon à maintenir l'état des pieds semenciers.

La collecte peut se faire sur pieds en coupant les infrutescences rameuses pour les espèces à hauteur plus faible comme le *Vernonia garnieriana* (Ramanjavona). Tandis que pour les autres espèces étudiées, c'est-à-dire celles avec des hauteurs plus ou moins élevées, il faudrait faire l'escalade de l'arbre à l'aide d'une échelle appropriée et collecter les fruits un à un ou bien secouer l'arbre pour récolter leurs fruits sur une toile ou un morceau de tissu disposé sur le sol.

I.1.4. Suivi écologique

Afin de garder la qualité de la zone de conservation, des évaluations visuelles du comportement et de l'état des arbres adultes doivent être réalisées en même temps que les activités de récolte. Pendant les récoltes habituelles, la santé, la phénologie et l'abondance de graines sont enregistrés pour les pieds semenciers marqués. L'information doit être collectée et suivie pour ces individus. Si des problèmes spécifiques sont identifiés, comme par exemple une perte de vigueur, une

prédatation accrue de graines, une chute de la productivité, etc., dans ce cas, des ajustements de récolte doivent être entrepris.

Ces études exigeraient des observations pendant plusieurs années et pourraient être complétées par des données climatiques, en particulier la pluviométrie. Cela fournirait une base pour développer des modèles de prédition de rendement. Des niveaux de récolte appropriés pourraient alors être décidés. De plus, comme la ressource forestière est un système qui évolue, il faudrait réviser cette capacité de façon périodique, tous les 5 ans par exemple.

I.2. Collecte de sauvageons

Pour la collecte des sauvageons, comme pour le cas des graines, le prélèvement de seulement 20 % du potentiel existant pour chaque espèce et le fait de veiller à ce que le prélèvement soit bien réparti, sont les principales bases pour garder l'état de la zone. La collecte n'est conseillée que si elle ne menace pas la future survie de la population. Au fait, il est recommandé de prélever des sauvageons uniquement quand ils sont très denses et qu'ils nécessitent une opération de dépressage⁷ qui favoriserait également les restants suite à la réduction de la concurrence.

Tableau 19: Nombre de sauvageons pouvant être récolté dans chaque type de forêt (N_i/ha)

Familles	Espèces	Zonale	Azonale	Transition
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i> (Ramanjavona)	0	0	0
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i> (Hazondomoina)	15	0	0
	<i>Uapaca thouarsii</i> (Voapaka)	0	1	9
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i> (Menahihy)	0	0	0
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i> (Sevalahy)	0	0	0
	<i>Dalbergia monticola</i> (Voambona)	0	0	0
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i> (Harongana)	0	0	0
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i> (Tambitsy)	0	0	0
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i> (Varongy)	4	1	2
	<i>Cryptocarya pervillei</i> (Tavolo)	9	4	12
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i> (Rotramena)	5	5	35
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i> (Pitsikahitra)	3	0	0
	<i>Psychotria taxifolia</i> (Tsirikofika)	2	0	0
	<i>Tarenna humblotii</i> (Molotrangaka)	0	0	14
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i> (Famelona)	8	0	0
TOTAL		46	11	72

La collecte de sauvageons ne peut être effectuée que pour les espèces à taux de régénération élevés et qui présentent une faculté de régénération telles *Orfilea coriacea* (Hazondomoina), *Uapaca thouarsii* (Voapaka), *Ocotea cymosa* (Varongy), *Cryptocarya pervillei* (Tavolo), *Canthium bosseri* (Pitsikahitra), *Syzygium emirnense* (Rotramena).

L'évolution de la forêt dépend surtout des régénérations naturelles ; ce qui veut dire que si la collecte est plutôt excessive, la survie des espèces concernées pourrait être menacée et par conséquent,

⁷ Dépressage : une action qui consiste en la diminution de la densité des arbres ou des régénérations naturelles.

l'équilibre de la zone de conservation serait compromis. Ainsi, des évaluations périodiques doivent être également menées afin d'ajuster le projet de collecte de sauvageons dans cette zone.

Remarque :

La forêt de la zone de conservation a subi une exploitation pendant plusieurs années. Des espèces de valeurs y ont été exploitées entraînant ainsi l'écrémage de la forêt. Il est possible de recourir à des méthodes d'extension de cette forêt. L'opération correspondante est l'enrichissement. Elle consiste à compléter, par le biais de la plantation, le capital existant par des espèces de valeur. Celui-ci devrait s'effectuer pour les espèces plus rares telles *Dabergia monticola* (Voambona), *Ocotea cymosa* (Varongy), *Entada louvelii* (Sevalahy), *Canthium bosseri* (Pitsikahitra) pour la pérennité de ces espèces. L'objectif est d'utiliser et de favoriser les espèces de valeur restantes et de former avec eux un peuplement hétérogène plus productif et plus facile à régénérer à moyen terme.

II. Mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement se focalisent surtout sur la gestion forestière. Des mesures doivent être entreprises afin de garantir la protection de la zone de conservation vis-à-vis des pressions anthropiques.

- Un renforcement des patrouilles serait nécessaire car bien que des brigades de contrôles et de surveillance soient déjà mises en place, ils sont en nombre insuffisant pour pouvoir effectuer les patrouilles de toute la forêt de la zone de conservation. Les délinquants en profitent pour y faire des prélèvements illicites. Il y en a même d'autres qui font leur feu de campement dans la zone de conservation.
- Une sensibilisation et un renforcement du rôle des associations villageoises et des communautés locale de base devront aussi être entrepris afin qu'elles puissent bien gérer les ressources qui leur ont été conférées.
- Des actions qui consistent à la rationalisation des quotas d'exploitation de bois selon la disponibilité exploitable en forêt d'usage doivent être entreprises afin qu'il y ait partage équitable des produits et que la pérennité des espèces les plus recherchées soit assurée.
- Une amélioration du bien-être social non seulement de la communauté locale de base mais aussi de toute la population locale serait un atout pour que la dépendance vis-à-vis de la forêt soit limitée. Une incitation aux reboisements communautaires devra être aussi menée afin d'éviter l'épuisement des ressources dans les zones d'usages.



CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

La zone de conservation d'Ambatovy a été mise en place pour la sauvegarde de la biodiversité faunistique et floristique se trouvant aux alentours de l'empreinte minière. Il s'agit donc d'un milieu fragilisé et menacé, or cette zone fera l'objet de collecte de matériels de reproduction pour la restauration écologique. Dans une optique de conservation, une étude sur la potentialité grainière de cette zone de conservation a été menée. Le but est de contribuer à la proposition des stratégies pour l'exploitation rationnelle des graines afin de gérer durablement la zone de conservation. En effet, ces deux activités (gestion forestière et restauration écologique) priorisent l'équilibre de la zone notamment la fonction de production grainière, fonction qui devrait être garantie à long terme et de façon continue. Toutefois, la pérennité des ressources biologiques doit être visée et l'objectif majeur serait de maintenir la ressource forêt dans son ensemble.

A travers cette étude, un bilan écologique, permettant de préciser les potentialités grainières de cet écosystème et un autre bilan qui a permis de déterminer le rôle du facteur anthropique dans les processus de dégradation de la végétation, ont été dressés. En une appréciation rétrospective et prospective de l'aspect phisyonomique actuel du peuplement considéré, son évolution est visée grâce à l'abondance des régénérations naturelles. En outre, la zone de conservation est un milieu plus ou moins ouvert et est probablement plus favorable aux flux de grains de pollen d'où une productivité élevée même si le nombre de pieds semenciers est assez réduit.

Les analyses et les résultats de l'étude ont fait ressortir que la première hypothèse qui stipule que «*La zone de conservation constitue une source potentielle de graines pour la restauration*» est vérifiée par le fait que les régénérations naturelles et la potentialité grainière des espèces étudiées soient d'une abondance importante et prometteuse, et qu'elles puissent combler les besoins de la restauration à 61,42% ne serait-ce que pour les graines et sans pour autant nuire à la qualité de la zone de conservation. En deuxième lieu, pour les pressions anthropiques, les ménages utilisent les ressources naturelles de la zone de conservation d'une manière occasionnelle et secondaire. Les prélèvements ne sont pas trop fréquents dans la zone de conservation et les méthodes de prélèvements ne sont pas destructives. Cependant, au fil du temps, ces pressions pourront s'accentuer et entraîner ainsi la disparition de ces espèces. De ce fait, la deuxième hypothèse qui dit que «*Les pressions anthropiques dans la zone de conservation menacent les espèces*» est partiellement vérifiée.

Face à ces résultats, la zone de conservation semble indiquer qu'elle est capable de fournir les besoins actuels en graines pour l'approvisionnement de la réhabilitation. Elle peut également assurer les besoins futurs mais à condition que les prélèvements s'effectuent de façon homogène sur tout le peuplement, afin que la productivité individuelle des arbres dépasse la quantité de graines qui leur est prélevée annuellement. Ainsi, la planification des récoltes, en ne prélevant que 20% de la production totale de l'individu et l'intercalation des pieds semenciers à collecter sont très importantes pour assurer

les régénérations naturelles et le pool de productivité. Ces éléments sont axés sur la valorisation des fruits pour la réhabilitation et la conservation de la forêt en même temps.

Néanmoins, l'élaboration d'un plan de récolte consolidé ne permet pas de résoudre tous les problèmes liés à la forêt, dont la gestion ne peut être effective que si le contexte social et économique soit favorable. A ce propos, des études plus approfondies sur le contexte socio-économique et organisationnel sont nécessaires pour renforcer les résultats de cette recherche. En plus de cela, plusieurs pistes de recherche méritent d'être abordées, en l'occurrence, une étude approfondie du sol, de l'ensoleillement et de la pluviométrie qui, constituent des facteurs importants influençant la production fruitière de la forêt.



BIBLIOGRAPHIE

1. Liste des ouvrages

- ALCANTARA J., REY P., SANTCHEZ L., (2000). *Early effects of rovent post-dispersal seed predation on the outcome of the plant seed disperser interaction*. Oikos, 88 pages.
- AMANDA H. ARMSTRONG, HERMAN H. SHUGART, TEMIOLA E. FATOYINBO, (2005). *Characterization of community composition and forest structure in a Madagascar lowland rainforest*. Tropical Conservation Science, 17 pages.
- BAWA K. et SEIDLER R., (1998). *Natural Forest Management and Conservation of Biodiversity in Tropical Forests*. Conservation Biology, 12 pages.
- BIODEV, (2009). *Collecte de données biologiques et socio-économiques du corridor forestier Analamay-Mantadia et des zones environnantes*. Ambatovy, 218 pages.
- BOUFFARD B.Sc., (2002). *Revue de littérature sur la caractérisation des semenciers de pin blanc, chêne rouge, bouleau jaune et bouleau à papier*. IQAFF, 72 pages.
- BROWN A.H.D., MARSHALL D.R., (1995). *A basic sampling strategy: theory and practice*. CAB International, 91 pages.
- BUSINESS AND BIODIVERSITY OFFSETS PROGRAM (BBOP), (2009). *Pilote Project Case study*. Ambatovy, 115 pages.
- CLARK B.F. et R.F. WATT., (1971). *Silvicultural methods for regenerating oaks*. Dans Proceedings of Oak Symposium at Morgantown, WV. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeast Forest Experiment Station, Upper Darby, p. 37 – 43.
- CLARK D., (1999). *Life history diversity of canopy and emergent trees in a Neotropical rainforest*. Journal of Ecology, 112 pages.
- COTTAM G. et CURTIS J.T., (1996). *The use of distance measures in phytosociological sampling*. Ecology 37, p. 451 – 460.
- DIGNAN P., BREN L., (2003). *A study of the effect of logging in the understorey light environment in riparian buffer strips in a Southeast Australian forest*, Forest ecology and management, p. 161 – 172.
- DOSSOU M. E., (2010). *Etude floristique, ethnobotanique et proposition d'aménagement de la forêt marécageuse d'Agonvè et zones connexes*. Flash-UAC, 66 pages.
- DUVIGNEAUD P., (1974). *La synthèse écologique*. Doin, 296 pages.
- DYNATEC CORPORATION, (2006). *Etude d'Impact Environnemental du projet Ambatovy*. Vol I-J. 1363 et 1375 pages.
- ENSCONET, (2009). *Manuel de Collecte de Graines pour les espèces sauvages*. Dunod Paris, 32 pages.
- Entreprise HANIRINIALA, (2010). PGF - *Plan de gestion forestière de l'aire de la mine*, Projet Ambatovy, 78 pages.

- FORGET P.M., (1988). *Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt Guyanaise*. Université de Paris, 254 pages.
- GEORGE W., LOVELACE, SUKAESINEE S., SUCHINT S., (1987). *Rapid Rural Appraisal in Northeast Thailand*. Khon Kaen University, 164 pages.
- HARMS K., CONDIT R., HUBBEL S. et FOSTER R., (2001). *Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha Neotropical forest plot*, Journal of Ecology, 89 pages.
- KHANFOUCI, (2005). *Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas*. Université hadj lakhdar-batna, 169 pages.
- LAROCHE O., (2012). *Revégétalisations de sites miniers et valorisation de boues de stations d'épuration : cas de la Nouvelle-Calédonie*. Québec, 72 pages.
- LEGENDRE P., (2007). *Intervalles de confiance*. Université de Montréal – Scherrer, 18 pages.
- LYKKE A. M., KRISTENSEN M. K., GANABA S., (2004). *Valuation of the local dynamics of 56 woody species in the Sahel*. Biodiversity and Conservation, 121 pages.
- MADAGASCAR VOAKAJY (MAVOA), (2009). *Etude sur la consommation des viandes de brousses*. Ambatovy, 86 pages.
- NUSBAUMER L., (2003). *Structure et composition floristique de la forêt clasée de Scio (Côte d'Ivoire)*. Université de Genève, 71 pages.
- ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE (OCDE), (2007). *Système de l'OCDE pour la certification des matériels forestiers de reproduction destinés au commerce international*. Paris, 26 pages.
- PROJET AMBATOVY, (2007). *Plan de gestion environnemental et de développement social (PGEDS)-plan de gestion de réhabilitation*. Ambatovy, 42 pages.
- PROJET AMBATOVY, (2010). *Plan de gestion forestière (PGF)*. Ambatovy. 68 pages.
- RAJOELISON G., (1997). *Etude d'un peuplement et analyse sylvicole*, Manuel forestier n°5. ESSA-Université d'Antananarivo, 26 pages.
- RAKOTONDRALAMBO H.L., (2011). *Essai de restauration écologique en vue d'une réhabilitation de la forêt zonale du site minier d'Ambatovy*. Mémoire de fin d'études. ESSA-Université d'Antananarivo, 75 pages.
- RAMAHAVALISOA B., RANDRIANIRINARISOA J.J, RAJAONARIVONY M., (2009). *Etude des pressions issues des utilisations des ressources naturelles dans l'aire de la mine*. Projet Ambatovy, 27 pages.
- RAMANANTSARA N., (2008). *Etude de la trajectoire de succession végétale d'Ambatovy en vue de mettre en place un plan de restauration forestière*. Mémoire de fin d'études. ESSA-Université d'Antananarivo, 65 pages.
- RAMANANTSOA S., (2008). *Amélioration des connaissances sur la flore, le sol et la production de plants pour le programme de restauration du site minier d'Ambatovy*. Mémoire de fin d'études. ESSA-Université d'Antananarivo, 83 pages.

- RAMINOARISOA E. L., (1995). *Etude sylvicole d'une forêt de basse altitude de l'Est (Betampona) en vue de sa comparaison avec une forêt littorale (Tampolo)*. Mémoire de fin d'études. ESSA–Université d'Antananarivo, 86 pages.
- RASOARANTOMANANA., (2009). *Ecologie et facteurs prépondérants à la distribution des espèces floristiques sensibles d'Ambatovy en vue d'une éventuelle restauration*. Mémoire de fin d'études. Faculté des sciences-Université d'Antananarivo, 78 pages.
- RAVELOMANANTSOA, (2010). *Etude des effets des actions anthropiques sur le peuplement D'Adansonia grandiflora dans la région de Menabe*. Mémoire de fin d'études. ESSA - Université d'Antananarivo, 86 pages.
- RAZAFIMAMONJY A., HAINGOTIANA L., RAKOTONDRALAMBO L., RAIVOARISOA F., EDMOND R., (2011). *Surmonter le manque de stock lié à la recalcitrance des graines d'Ambatovy en vue d'une réhabilitation minière progressive*. Projet Ambatovy, 7 pages.
- ROLLET B., (1969). *Application des diverses méthodes d'analyse des données à des inventaires forestiers détaillés en forêt tropicale*. Gautier Villars, 33 pages.
- SAVAIVO, (2012). *Référentiel pour la zone mine et ses environs*. Projet Ambatovy, 237 pages.
- SCHMID, ALONSO, (2005). *RAP 32 of Bulletin RAP d'évaluation rapide Mantadia-Zahamena*, Washington DC, 151 pages.
- SHUGART H., (1984). *A theory of forest dynamics*. The ecological implications of forest succession models, Springer Verlag, New York, 56 pages.
- SILO NATIONAL DES GRAINES FORESTIERES (SNGF), (2011). *Collecte, conservation des graines, observation phénologique et multiplication des espèces sensibles du site minier d'Ambatovy (Rapport final)*. Projet Ambatovy, 50 pages.
- SIME S.C.H., (2006). *Etude ethnobotanique et écologique des plantes médicinales utilisées dans le traitement de cancer dans le département de Boyo (Province du Nord-Ouest Cameroun)*. Université de Dschang, 72 pages.
- STEVEN M.G., VANESSA M., (2010). *Biodiversity, exploration and conservation of the natural habitats associated with the Ambatovy projet*. Malagasy Nature, 199 pages.
- TCHATAT M., (1999). *Produits Forestiers Autres que le Bois d'oeuvre (PFAB): place dans l'aménagement durable des forêts denses humides d'Afrique Centrale*. Projet régional de capitalisation et transfert des recherches sur les écosystèmes forestiers de l'Afrique humide. Série FORAFRI. Document 18. Yaoundé, 23 pages.

2. Webiographie

- Encyclopedie UNIVERSALIS, 2011
- <http://www.wikipedia.org>, Mai 2012
- <http://www.fao.org>, Août 2012
- <http://www.prota.org>, Août 2012



ANNEXES

ANNEXES

Annexe I: Présentation succincte du partenaire

AMBATOVY MINERALS SOCIETE ANONYME (AMSA)



Même si la plupart de la population du monde entier connaît le nickel et le cobalt, elle ne connaît pas toujours leur emploi et leur provenance alors que ces minéraux sont très importants dans la vie habituelle. Malgré leurs nombreuses utilisations dans le monde moderne, ces minéraux trouvent leur origine dans la riche terre rouge des régions montagneuses de Madagascar. Le projet Ambatovy est l'un des plus importants engagements industriels les plus ambitieux de l'Afrique et de l'Océan Indien qui exploite ces minéraux. Après des dizaines d'années d'exploration et de recherche de préparation et de milliards de dollars investis, le projet produira bientôt 60 000 tonnes de nickel et 5600 tonnes de cobalt raffiné chaque année.

Conçu pour fonctionner pendant au moins 27 ans, Ambatovy joue un rôle majeur dans la satisfaction des demandes grandissantes en nickel et cobalt sur le marché mondial. Chaque jour, des tonnes de minerais sont extraits au site minier d'Ambatovy à Moramanga et sont envoyés par un pipeline de 220km jusqu'à Tamatave auquel se trouve sa transformation et son raffinage.

Sachant que l'environnement de Madagascar est unique au monde, et non moins menacé, le programme pionnier de gestion environnementale d'Ambatovy a pris l'initiative de préserver et de consolider les richesses naturelles de la grande île. La mine qui elle-même couvre 1 300ha est entourée d'une zone forestière protégée d'environ quatre fois sa taille. Plus de 120 collaborateurs forment l'équipe environnementale d'Ambatovy. En collaboration avec 60 autres scientifiques, ces agents techniques contrôlent l'impact de ce projet sur l'environnement. Les espèces préoccupantes sont soigneusement préservées et seront transplantées et utilisées pour la restauration future du site minier.

Bref, cette compagnie se veut être à la pointe de l'efficacité, de la santé et de la sécurité industrielle, de la protection de l'environnement et de l'engagement social tout en contribuant à la création d'une prospérité durable à Madagascar ; ce qui demande la conciliation de la nécessité de production minière, génératrice de revenus et d'emplois pour l'économie nationale et le désir légitime de maintenir un environnement sain dans le pays.

Annexe II : Climat dans le site d'exploitation de la mine d'Ambatovy

Pour résumer la météorologie sur le site de la mine, une compilation de toutes les données provenant des deux tours météorologiques installées en novembre 1996 sur le site de la mine ou près de ce dernier a été réalisée. Les données obtenues de la station du village (le long de la Route Nationale 44 [RN 44]) couvrent une période allant de novembre 1996 à novembre 2001, date à laquelle la station a été mise hors service. Les données obtenues au camp d'exploration couvrent une période allant de novembre 1996 à mars 2005.

1. Pluviométrie

Précipitations mensuelles estimées pour le site de la mine (mm)

Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
139	275	338	273	226	84	53	57	86	80
Sept	Oct	Annuelle							
36	56	1 700							

Source : DYNATEC EIE, 2006

2. Température

Températures mensuelles moyennes au site de la mine (°C)

Année	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Annuelle
1996-1997			19,5	20,4	19,8	18,5	16,8	14,8	13,5	14,4	15,3	15	
1997-1998	19,5	19,6	20,0	21,3	19,8	18			13,1	13,7	15,2	16,5	
1998-1999	17,9	19,6	19,2	20,2									
1999-2000			20,4	18,7	18,3		16,9	14,1	13,4	13,5	14,3	16,3	
2000-2001	17,8	19,3	20,1			18,3	17,4	13,9	13,7	14,4			
2001-2002	18		20,4	19,8	19,4	17,9	16,2	13,8	14,3	13,3	14,9	16,2	
2002-2003	19,5	19,2	19,8	19,9	19,3	18,9	18,2	14,6	12,9	13,1	14,8	17,5	17,3
2003-2004	18,8	19,8	19,9		19,3	18,4	15,7	13,9	14,3		15,9		
2004-2005	17,8			20,6									
Moyenne	18,5	19,5	19,9	20,1	19,3	18,4	16,9	14,2	13,6	13,7	15,1	16,3	17,1

Source : DYNATEC EIE, 2006

Notes : A partir de registres journaliers ayant jusqu'à six jours de données manquantes par mois ; les cases vides indiquent des données journalières insuffisantes pour calculer un total mensuel (c'est-à-dire six jours de données manquantes).

Annexe III : Couverture végétale d'Ambatovy

La couverture végétale de l'aire de la mine du Projet Ambatovy est constituée par deux grandes formations végétales altérée par une forêt de transition (PGF, 2010).

1. Forêt zonale (forêt dense humide de l'Est)

Cet habitat consiste en une forêt dense humide d'altitude moyenne croissant sur un substrat d'argiles rouges et jaunes. C'est une formation typique des forêts denses humides d'altitude moyenne à canopée relativement élevée (de 12 à 23m, 16m en moyenne quand elle n'est pas exploitée). L'habitat forestier appartient au domaine oriental de Madagascar, mais possède quelques caractéristiques biogéographiques du domaine central.

Les forêts zonales dans l'aire de la mine comptent environ de 8 684,26 ha. Comme ailleurs dans l'Est de Madagascar, ce type d'habitat subit une pression anthropique considérable qui la transforme en forêt secondaire et en prairies, conséquence de la culture itinérante sur brûlis. On distingue ainsi les forêts zonales peu exploitées, modérément et fortement exploitées.

2. Forêt azonale

Le fourré azonal se compose de fourrés d'arbres sclérophylles azonaux d'altitude moyenne croissant sur une cuirasse ferrallitique consolidée. Il est caractérisé par une végétation dense, prédisposée aux feux, faite de fourrés d'arbres de petite taille (canopée d'environ 9 m de hauteur) sur un substratum peu profond.

Quant aux forêts zonales, ce sont des forêts sclérophylles d'altitude moyenne, croissant sur une cuirasse ferrallitique fragmentée et des concrétions pisolithiques qui se caractérise par une végétation arborescente dense à canopée relativement basse (environ 13m), reposant sur un substrat de profondeur irrégulière et formant un continuum avec le fourré azonal et la forêt de transition. La forêt azonale est riche en orchidées épiphytes et renferme des éléments floristiques présents dans le domaine central de Madagascar. La forêt azonale peut aussi se catégoriser selon leur état d'exploitation en forêt azonale non perturbée, forêt azonale brûlée et forêt ou fourrée azonale perturbée. La totalité de la formation azonale est de 1 384,53 ha.

3. Forêt de transition

De par sa nature, la forêt de transition évolue vers la forêt azonale et la forêt zonale. Elles consistent en des forêts de transition zonales/azonales d'altitude moyenne croissant sur des affleurements ferrallitiques qui se caractérisent par une végétation d'arbres à canopée de hauteur variable (environ 15m), que l'on retrouve sur les pentes des plateaux à cuirasse ferrallitique.

Les forêts de transition dans l'aire de la mine sont au total de 1 406,05ha dont les 488,53ha sont anciennement exploités et les 12,57ha ont subi des dégradations dues aux feux. Elles se subdivisent suivant leurs états d'anthropisation en forêts de transition, forêts de transition brûlées et forêts de transition exploitées. Elles se répartissent autour de la zone de *footprint* d'Analamay. La

partie sud d'Ambatovy à partir d'Antsangambatondrafatihiana, Ankazotokana passant par Amboasarikely jusqu'à Ankenjana, et Marohonkona, est dominée par les forêts de transition exploitées.

4. Autres formations végétales

D'autres types de végétations non forestières sont également rencontrés dans l'aire de la mine tels les eucalyptus et les brulis non forestiers. Les *Eucalyptus*, de 44,9 ha de superficie, se trouvent dans la partie Amberomanga, près de Berano tandis que les cultures sur brûlis se rencontrent aux abords des forêts autour des hameaux. Les brulis non forestiers dans la partie occidentale de l'aire de la mine sont caractérisés par des savanes parsemées de plantations sporadiques d'eucalyptus séparées par des vallées où se concentrent les rizicultures.

Annexe IV : Liste des espèces vouées pour la restauration

FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire	FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire
ACANTHACEAE	<i>Hypoestes pulchra</i>	Menahelika	ASTERACEAE	<i>Crassocephalum rubeus</i>	Anandrambo
ACANTHACEAE	<i>Mimulopsis lyallii</i>	Vahindingadin gana	ASTERACEAE	<i>Emilia citrina</i>	Tsiontsiona
ACANTHACEAE	<i>Strobilanthes madagascariensis</i>	Belohalika	ASTERACEAE	<i>Helichrysum aphelescoideum</i>	Tsiontsiona beravina
ADIANTACEAE	<i>Pallaea viridis</i>	Tsiapangapang anamalona	ASTERACEAE	<i>Helichrysum dubardii</i>	Tsijajia
ADIANTACEAE	<i>Pallaea boiviniana</i>	Afina	ASTERACEAE	<i>Helichrysum gymnocephalum</i>	Rambiazina
ADIANTACEAE	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	n/a	ASTERACEAE	<i>Helichrysum retrosum</i>	Tanatanatranda ka-1
AGAVACEAE	<i>Dracaena angustifolia</i>	Hasinaberavina	ASTERACEAE	<i>Lactuca indica</i>	Beroberoka
AGAVACEAE	<i>Dracaena reflexa</i>	Hasina-1	ASTERACEAE	<i>Mikania scandens</i>	Vahia
ALOCEAE	<i>Aloe leandri</i>	Vakona	ASTERACEAE	<i>Psiadia altissima</i>	Dingadingana
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus gracilis</i>	Savaotra	ASTERACEAE	<i>Psiadia angustifolia</i>	Dingadingandahy
ANACARDIACEAE	<i>Protorhus Thonarsii</i>	Hazombarorana	ASTERACEAE	<i>Senecio f. anjasiodoides</i>	Marososoa
ANACARDIACEAE	<i>Protorhus louvelii</i>	Ditimena	ASTERACEAE	<i>Senecio hypargyreus</i>	n/a
ANACARDIACEAE	<i>Rhus taratana</i>	Voretra	ASTERACEAE	<i>Senecio myricaefolius</i>	Valanirana
ANONACEAE	<i>Polyalthia emarginata</i>	Ambavy	ASTERACEAE	<i>Spilanthes acmella</i>	Anandronono
ANONACEAE	<i>Polyalthia ghesqueriana</i>	Ambavy 2	ASTERACEAE	<i>Vernonia appendiculata</i>	Ambiaty
ANONACEAE	<i>Xylopia danguyella</i>	Hazoambo	ASTERACEAE	<i>Vernonia chapelieri</i>	Fanombotaintainy
APOCYNACEAE	<i>Carissa edulis</i>	Hazolahy	ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona
APOCYNACEAE	<i>Mascarenkasia arborescens</i>	Babona	ASTEROPEACEAE	<i>Asteropea micraster</i>	Manoka
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana sessilifolia</i>	Bararaka-1	ASTEROPEACEAE	<i>Asteropea multiflora</i>	Moara
APOCYNACEAE	<i>Voacanga thouarsii</i>	n/a	AZOLLACEAE	<i>Azolla pinnata</i>	Ramilamina
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex mitis</i>	Hazondrano	BALSAMINACEAE	<i>Impatiens m/sis</i>	Benja
ARACEAE	<i>Pothos scandens</i>	Ramitapina	BIGNONIACEAE	<i>Colea lutescens</i>	Fitoravina-2
ARALIACEAE	<i>Polyscias boivini</i>	Voantsilana LR	BIGNONIACEAE	<i>Colea tetragonia</i>	Fantsikala
ARALIACEAE	<i>Schefflera repanda</i>	Voantsilana	BIGNONIACEAE	<i>Rhodocolea racemosa</i>	n/a
ARECACEAE	<i>Dypsis hildebrandtii</i>	Bedoda	BURSERACEAE	<i>Canarium madagascariense</i>	Ramy
ARECACEAE	<i>Neodypsis sp.</i>	n/a	CAMPANULACEAE	<i>Lobelia filiformis</i>	Anandaingo
ASTERACEAE	<i>Apodocleia pauciflora</i>	Tsiramiramy-1	CANELLACEAE	<i>Cynamosma fragrans</i>	Sakarivohazo
CAPPARIDACEAE	<i>Crataeva humblotii</i>	Amborasaha	EUPHORBIACEAE	<i>Amyreya humberti</i>	Hazondomoina

FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire	FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire
CELASTRACEAE	<i>Brexilla acutifolia</i>	Tsibasibasy	EUPHORBIACEAE	<i>Antidesma petiolare</i>	Hoditrovry
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum chapelieri</i>	Vitanona	EUPHORBIACEAE	<i>Blotia oblongifolia</i>	Fanjavala
CLUSIACEAE	<i>Gareinia pauciflora</i>	Kijimboalavo 2	EUPHORBIACEAE	<i>Bridelia pervileana</i>	Arina
CLUSIACEAE	<i>Ochrocarpus orthocladus</i>	Lakamisy	EUPHORBIACEAE	<i>Croton bernieri</i>	Fotsiavadikabera vina
CLUSIACEAE	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy	EUPHORBIACEAE	<i>Croton goudotii</i>	Molanga
CLUSIACEAE	<i>psorospermum mad/sis</i>	Harongana-2	EUPHORBIACEAE	<i>Croton trichotomus</i>	Fotsiavadika
CLUSIACEAE	<i>Psorospermum malifolium</i>	Harongampani hy	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia hirta</i>	Samata
CLUSIACEAE	<i>Symphonia urophylla</i>	Kijimboalavo	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia tetraptera</i>	Taipapango
CLUSIACEAE	<i>Symphonia Verucosa</i>	Kijy Bonaka	EUPHORBIACEAE	<i>Lantembergia coriacea</i>	Hazombary 2
COMBRETACEAE	<i>Terminalia rufovestila</i>	Afotra 2	EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga decaryana</i>	Makarananavavy
CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe prolifera</i>	Sodifafana	EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga hildebrandtii</i>	Makaranana 4
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia hildebrandtii</i>	Rihitsika	EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga obovata</i>	Makaranana-1
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia rutembergii</i>	Lalona	EUPHORBIACEAE	<i>Savia bojeriana</i>	Fanjavala-2
CYATEACEAE	<i>Cyathaea mellieri</i>	Fanjana-2	EUPHORBIACEAE	<i>Savia danguyana</i>	Fanjavala-1
CYPERACEAE	<i>Cyperus aequalis</i>	Beloha	EUPHORBIACEAE	<i>Suregada boiviniana</i>	Hazomboangy
CYPERACEAE	<i>Cyperus latifolius</i>	Herana	EUPHORBIACEAE	<i>Uapaca louvelii</i>	Voapakafotsy
CYPERACEAE	<i>Hypolytrum m/sis</i>	n/a	EUPHORBIACEAE	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka-beravina
CYPERACEAE	<i>Kyllinga sp</i>	n/a	FABACEAE	<i>Albizia gummiifera</i>	Volomborona
CYPERACEAE	<i>Panicum sp</i>	Tsikasakasaka	FABACEAE	<i>Caesalpinia sepiaria</i>	Tsilavidalana
CYPERACEAE	<i>Scleria mad/sis</i>	Vendrana	FABACEAE	<i>Dalbergia monticola</i>	Voamboana
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea ovinala</i>	Oviala	FABACEAE	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>	Famoilambo
EBENACEAE	<i>Diospyros gracilipes</i>	Maintipotatra	FABACEAE	<i>Entanda louvellii</i>	Sevalahy
EBENACEAE	<i>Diospyros sphaerosepala</i>	Maintimpototra BR	FLACOURTIACEAE	<i>Aphloia theaeformis</i>	Fandramanana
EBENACEAE	<i>Diospyros thouarsii</i>	Maintipotatra beravina	FLACOURTIACEAE	<i>Homalium albiflorum</i>	Sakarivohazo 2
ELAEOCARPACEAE	<i>Elaeocarpus alnifolius</i>	Sanavavy	FLACOURTIACEAE	<i>Homalium humblotii</i>	Marankoditra
ERICACEAE	<i>Vaccinium secundiflorum</i>	Voaramotsana	FLACOURTIACEAE	<i>Homalium parkeri</i>	Marankoditra
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampulaceum</i>	Menahihy	FLACOURTIACEAE	<i>Scopolia m/sis</i>	Menavahatrasco-mad
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum corymbosum</i>	Maroampototra	GLEICHENIACEAE	<i>Sticherus flagellaris</i>	Apanga
HYPERICACEAE	<i>Harungana m/sis</i>	Harongana	MELASTOMATACEAE	<i>Medinilla baronii</i>	Takasina
ICACINACEAE	<i>Apodytes</i>	Votradambo	MELASTOMATACEAE	<i>Tristemma</i>	Sompatra

FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire	FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire
				<i>virusanum</i>	
ICACINACEAE	<i>Leptaulus citrioides</i>	Maitсоринина sp-1	MELIACEAE	<i>Melia azedarack</i>	Voandelaka
IRIDACEAE	<i>Gladiolus garnierii</i>	n/a	MENISPERMACEAE	<i>Burasaia m/sis</i>	Lakamisy 2
LAMIACEAE	<i>Clerodendrum oscitans</i>	Karambito- cle-osc	MIMOSACEAE	<i>Mimosa myriocephala</i>	Roinodifady
LAMIACEAE	<i>Clerodendrum putre</i>	Vanginamboa	MONIMIACEAE	<i>Tambourissa lastelliana</i>	Ambora 3
LAMIACEAE	<i>Premna serratifolia</i>	Andarezina 2	MONIMIACEAE	<i>Tambourissa parvifolia</i>	Ambora 1
LAURACEAE	<i>Aspidostemon sciantillans</i>	Longatra mavokely	MONIMIACEAE	<i>Tambourissa trichophylla</i>	Amboralahy
LAURACEAE	<i>Beilschmedia</i>	Tavolo (Tavolo 3)	MORACEAE	<i>Ficus baroni</i>	Nonoka-2
LAURACEAE	<i>Beilschmedia mad/sis</i>	Hazombarry 1	MORACEAE	<i>Ficus cocculifolia</i>	Voara
LAURACEAE	<i>Beilschmedia oppositifolia</i>	Tavoloberavin a	MORACEAE	<i>Ficus megapoda</i>	Mandresy
LAURACEAE	<i>Cryptocaria rotundifolia</i>	Tavolonendrin a	MORACEAE	<i>Ficus pachyclada</i>	Ampana
LAURACEAE	<i>Cryptocarya fulva</i>	Tavolo lavaravina	MORACEAE	<i>Ficus pyrifolia</i>	Nonoka
LAURACEAE	<i>Cryptocarya helicina</i>	Tavolopina	MORACEAE	<i>Pachytrophe dimepate</i>	Dipaty LR
LAURACEAE	<i>Ocotea faucherei</i>	Varongy ravimanga	MORACEAE	<i>Treculia m/sis</i>	Avoha
LAURACEAE	<i>Ocotea racemosa</i>	Varongifotsy	MYRSINACEAE	<i>Oncostemum botryoïdes</i>	Maimboloha
LAURACEAE	<i>Ocotea thouvenotii</i>	Varongiberavia	MYRTACEAE	<i>Eugenia danguyana</i>	Rotrampandolotr a
LAURACEAE	<i>Potameia crassifolia</i>	Tavolomakara nana	MYRTACEAE	<i>Eugenia emirnensis</i>	Rotra
LAURACEAE	<i>Potameia thouarsii</i>	Hazontoho	MYRTACEAE	<i>Eugenia goviala</i>	Gavoala
LAURACEAE	<i>Ravensara acuminata</i>	Tavolo kilaodaoka	MYRTACEAE	<i>Eugenia parkeri</i>	Rotrampandolotr a
LAURACEAE	<i>Ravensara laevis</i>	Tavolomenalai ngo	OLACACEAE	<i>Olax glabrifolia</i>	Maitсоринина-2
LILIACEAE	<i>Asparagus similens</i>	Tsiota	OLEACEAE	<i>Norhonia boiviniana</i>	Tsilaitra
LILIACEAE	<i>Dianella ensifolia</i>	Voamasonaom by	ONAGRACEAE	<i>Ludwigia suffruticosa</i>	Antaladiana
LOGANIACEAE	<i>Anthocleista m/sis</i>	Lendemy	PAPILIONACEAE	<i>Phylloxyton perrieri</i>	Harahara
LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium clavatum</i>	Tanatanatrandr aka-2	PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum verticillatum</i>	Maimbovitsika
MALVACEAE	<i>Humbertianthus cardiotegius</i>	Tanatanampot sy	POACEAE	<i>Andropogon hirtus</i>	Vero
MALVACEAE	<i>Sida arcuata</i>	Tsindahory	POACEAE	<i>Aristida rufescens</i>	Mombafoana
MALVACEAE	<i>Urena lobata</i>	Tsipanopano	POACEAE	<i>Bambusa barbata</i>	Volo
MELASTOMATACEAE	<i>Dichaetantera cordifolia</i>	Sahanala	POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Fandrotrarana
POACEAE	<i>Eleusine indica</i>	Ahitromby	RUBIACEAE	<i>Psychotria alaotrensis</i>	Tsorokofoka
POACEAE	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Vero	RUBIACEAE	<i>Pyrostria analamazaot rensis</i>	Taolanana

FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire	FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire
POACEAE	<i>Melinis maittaudi</i>	Tsingolovolo-1	RUBIACEAE	<i>Pyrostria</i>	Vandrika
POACEAE	<i>Nastus borbonicum</i>	Tsingolovolo-2	RUBIACEAE	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka 1
POACEAE	<i>Oplismenus sp</i>	n/a	RUTACEAE	<i>Vepris ampody</i>	Ampody
POACEAE	<i>Panicum brevifolium</i>	Ahimpody	RUTACEAE	<i>Zanthoxylon m/sis</i>	Tsihianihamposa
POACEAE	<i>Panicum glanduliforum</i>	Ahimpody madinidravina	SAPINDACEAE	<i>Allophylus arborescens</i>	Karambito
POACEAE	<i>Panicum maximum</i>	Fantakantsora	SAPINDACEAE	<i>Allophylus macrocarpus</i>	Taolambito
POACEAE	<i>Panicum miliaceum</i>	n/a	SAPINDACEAE	<i>Filicium decipiens</i>	Elatrangidina
POACEAE	<i>Panicum subalbidum</i>	Ahimpisaka	SAPINDACEAE	<i>Molinea retusa</i>	Hazombaratra
POACEAE	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	Horompotsy	SAPINDACEAE	<i>Neotina coursii</i>	Ramaindafa sp-1
POACEAE	<i>Pennisetum pseudotriticoïdes</i>	Lomanorano	SAPINDACEAE	<i>Plagioscyphus louvelii</i>	Tsiramiramy-2
POACEAE	<i>Sporobolus indicus</i>	Horona	SAPINDACEAE	<i>Tina striata</i>	Ramaindafy
POACEAE	<i>Stenotaphrum dimidiatum</i>	Ahimpisaka	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon capuronii</i>	Tavia
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus humbertii</i>	Hetatra vangaty	SARCOLAENACEAE	<i>Leptolaena pauciflora</i>	Anjananjana
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus m/sis</i>	Hetatra 1	SARCOLAENACEAE	<i>Rhodolaena bakeriana</i>	Fotona
POLYPODIACEAE	<i>Polypodium phymatodes</i>	Rangotohatra	SARCOLAENACEAE	<i>Sarcolaena grandiflora</i>	Vondrozana
PROTEACEAE	<i>Dilobeia thouarsii</i>	Vivaony-1	SAXIFRAGACEAE	<i>Brexia m/sis</i>	Tsorakazo
RHAMNACEAE	<i>Bathiorhamnus louvelii</i>	Ravinavetro	SCHIZEACEAE	<i>Lygodium lanceolatum</i>	Karakarantoloho
RHAMNACEAE	<i>Gouania mauritiana</i>	Ranovavanomby	SCROPHULARIACEAE	<i>Scorpia dulcis</i>	Famafatsambo
RHIZOPHORACEAE	<i>Carallia m/sis</i>	Farimamy	SELAGINELACEAE	<i>Selaginella lyalii</i>	Tatibendanitra
RHIZOPHORACEAE	<i>Cassipouria sessiflora</i>	Hazomamy 1	SOLANACEAE	<i>Physalis peruviana</i>	Tsikapoaka
ROSACEAE	<i>Rubus apelatus</i>	Voarohintsaka	SOLANACEAE	<i>Solanum auriculatum</i>	Seva
ROSACEAE	<i>Rubus rosaeifolius</i>	Voaroinapango	STERCULIACEAE	<i>Dombeya greveana</i>	Hafobalo
RUBIACEAE	<i>Anthospernum emirnensis</i>	n/a	STERCULIACEAE	<i>Dombeya hafodahyformis</i>	Hafomena
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	STERCULIACEAE	<i>Dombeya lauriana</i>	Hafomena-mdlaa
RUBIACEAE	<i>Canthium buxifolium</i>	Volohazo	STERCULIACEAE	<i>Dombeya laurifolia</i>	Hafomenaberavina
RUBIACEAE	<i>Gaertnera obovata</i>	Bararaka-2	STERCULIACEAE	<i>Dombeya lucida</i>	Hafomenaberavina-2
RUBIACEAE	<i>Otiophora pauciflora</i>	n/a	STERCULIACEAE	<i>Nesogordonia cf abrahamii</i>	Nanto afotra
TILIACEAE	<i>Grewia aprina</i>	Afompotsy MD	ULMACEAE	<i>Trema orientalis</i>	Andrarezona
TILIACEAE	<i>Grewia</i>	Afompotsy-	UMBEALIFERA	<i>Centella</i>	Talapetraka

FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire	FAMILLES	Noms scientifique	Noms vernaculaire
	<i>faucherei</i>	beravina-1		<i>asiatica</i>	
TILIACEAE	<i>Grewia repanda</i>	Afotra	VERBENACEAE	<i>Clerodendrum arenarium</i>	Atambalahy
VERBENACEAE	<i>Clerodendrum rubellum</i>	Atamba			
VERBENACEAE	<i>Vitex humbertii</i>	Sefontsohy			
VITACEAE	<i>Cissus bosseri</i>	Vahinantsatsatra			

Source : RAMANANTSOA S., 2008

Annexe V : Caractéristiques des espèces étudiées

1. Caractéristiques botaniques

(Source : www.prota.org)

ASTERACEAE

Noms scientifiques	<i>Vernonia garnieriana</i>
Noms vernaculaires	Ramanjavona
Type biologique	Arbuste ou petit arbre
Ecologie	Basse et moyenne altitude (500-1800m), Environnements ouverts et secs
Tempérament	Héliophile
Type de fruits	Akène muni d'un Pappus (ensemble de soies plus ou moins dures)
Caractéristiques des fruits mûrs	Capitule homogame, couleur violacée et à pulpe tendre
Densité fruits (Nb fruits/kg)	116 000
Morphologie des graines :	
- Forme	Akène
- Couleur	Données non disponibles
- Dimension	Données non disponibles
- Statut	Akène
- Mode de dissémination	Anémochorie
- Nombre de graine/fruit	1
- Densité de graine (Graine/kg)	116 000
Photos d'illustration	

EUPHORBIACEAE

Noms scientifiques	<i>Uapaca thouarsii</i>	<i>Orflea coriacea</i>
Noms vernaculaires	Voapaka	Hazondomoina
Type biologique	Arbre (à contre fort)	Arbre/arbuste
Ecologie	Basse altitude, forêts humides, subhumide et de montagne jusqu'à 2000m d'altitude Croissance assez rapide	Basse et moyenne altitude
Tempérament	Sciaophile	Semi-héliophile
Type de fruits	Drupe charnus (2-3cm de diamètre)	Drupe charnus
Caractéristiques des fruits mûrs	Couleur brun rougeâtre	Couleur verte
Densité fruits (Nb fruits/kg)	1 600	4 600
Morphologie des graines :		
- Forme	plutôt aplatis, trigonées grossièrement	trigonées
- Couleur	verte	Brun rouge
- Dimension	10-13mm × 6-8mm.	2-5mm
- Statut	Récalcitrante	Inconnue
- Mode de dissémination	Barochorbie et zoochorie	Barochorbie et Zoochorie

- Nombre de graine/fruit	2 - 3	2 - 3
- Densité de graine (Graine/kg)	4 900	13 000
Photos d'illustration		

ERYTHROXYLACEAE

Noms scientifiques	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	
Noms vernaculaires	Menahihy	
Type biologique	Arbre/arbuste	
Ecologie	Basse montagne de 50-900m d'altitude sur argile latéritique.	
Tempérament	Sciaphile	
Type de fruits	Drupe	
Caractéristiques des fruits mûrs	Rouge, à maturité ovale oblongue (9-10×1,5-5mm)	
Densité fruits (Nb fruits/kg)	4 000	
Morphologie des graines :		
- Forme	Oblongues ovale aplatie	
- Couleur	Couleur brune rougeâtre	
- Dimension	1-2mm	
- Statut	Recalcitrante	
- Mode de dissémination	Zoochorie	
- Nombre de graine/fruit	1	
- Densité de graine (Graine/kg)	20 000	
Photos d'illustration		

FABACEAE

Noms scientifiques	<i>Dalbergia monticola</i>	
Noms vernaculaires	Voambona (Palissandre)	
Type biologique	Arbre	
Ecologie	Zone de basse et moyenne altitude (0-1000m), espèce ripicole, forêt ombrophile	
Tempérament	Héliophile	
Type de fruits	Grande gousse coriace, aplatie et souvent ailée, elliptique à	Longue gousse aplatie, ligneuse, droite ou légèrement recourbée,

	oblongue, indéhiscentes (3,5-4,0mm x 9-14mm)	déhiscente
Caractéristiques des fruits mûrs	Couleur brune rougeâtre	Fruit de couleur violacée et à pulpe tendre
Morphologie des graines :	Forme elliptique à oblongue et sont aigus ou atténués au sommet et cunéiformes à la base.	Graine comprimé et lisse
- Forme	Brun rougeâtre	Brune
- Couleur	3,5-4,5 x 1,3-1,5 cm	0,5-1 cm
- Dimension	Inconnue	Inconnue
- Statut	Barochorie et zoothorie (par les lémuriens).	Anémochorie
- Mode de dissémination	3 - 4 graines/gousse	1-3 graines/gousse
- Nombre de graine/fruit	6 000	8 000
- Densité de graine (Graine/kg)		
Photos d'illustration		

HYPERICACEAE

Noms scientifiques	<i>Harungana madagascariensis</i>	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>
Noms vernaculaires	Harongana	Tambitsy
Type biologique	Arbre/arbuste	Arbre/arbuste
Ecologie	Forêts de savoka (0-1600m), forêt orientale de basse altitude	Forêts de savoka (0-1600m), forêt orientale de basse altitude
Tempérament	héliophile de type pionnier	héliophile de type pionnier
Type de fruits	Drupe sèche globuleuses piquetées en point noir de 2 à 4 mm de diamètre	Baies globuleuses
Caractéristiques des fruits mûrs	fruit de couleur jaune à pulpe molle (3,5mm de diamètre)	fruit de couleur jaune à pulpe molle
Densité fruits (Nb fruits/kg)	120 000	14 000
Morphologie des graines :		
- Forme	cylindrique, exalbuminées	Marron, fibreuses, (0,5x 1) mm, graines moyennement dures sphérique
- Couleur	marron	marron
- Dimension	2x0,7mm	3- 4mm de diamètre
- Statut	intermédiaire	intermédiaire
- Nombre de graine/fruit	6 à 8 par fruit	4 à 6 par fruit
- Densité de graine (Graine/kg)	3 000 000 à 3 500 000	666 500

Photos d'illustration		
------------------------------	---	---

LAURACEAE

Noms scientifiques	<i>Ocotea cymosa</i>	<i>Cryptocarya pervillei</i>
Noms vernaculaires	Varongy	Tavolo
Type biologique	Arbre (à contreforts)	Arbre (à contreforts)
Ecologie	Bas-fonds des forêts primaires et forêt dégradées et d'altitude moyenne : 0-1000m)	Forêt sempervirente humide, subhumide et de montagne.
Tempérament	semi-héliophile (espèce à croissance lente)	Semi-héliophile
Type de fruits	Baies	Drupes
Caractéristiques des fruits mûrs	ovoïdes, apiculées, lisses (20-25mm * 10-15mm) entourées à la base par une cupule hémisphérique (7-12mm).	Globuleux obscurément costé en long (14mm×18mm)
Densité fruits (Nb fruits/kg)	300	600
Morphologie des graines :		
- Forme	lisses, ellipsoïdes	Oblongue avec une fissure
- Couleur	Brun rougeâtre	Brun rougeâtre
- Dimension	20*13mm	10-15mm
- Statut	récalcitrante	récalcitrante
- Mode de dissémination	Barochorie, Zoochorie	Barochorie, zoochorie
- Nombre de graine/fruit	1	2-3
- Densité de graine (Graine/kg)	2 000	625
Photos d'illustration		

RUBIACEAE

Noms scientifiques	<i>Canthium bosseri</i>	<i>Psychotria taxifolia</i>	<i>Tarenna humblotii</i>
Noms vernaculaires	Pitsikahitra	Tsirikofika	Molotrangaka
Type biologique	Arbuste	Arbuste	arbuste
Ecologie	Forêt humide de l'Est jusqu'à la forêt sèche du Sud	Forêt sempervirente humide, subhumide de montagne et forêt semi-décidue sèche	Forêt de basse altitude
Tempérament	Héliophiles	Sciaphile	Héliophile

Type de fruits	Drupe	Drupe	Drupe
Caractéristiques des fruits mûrs	fruits glabres (presque matures) à 2 loges séparées par un sillon, 18x18 mm	de petite taille, charnus Fruits pulpeux, oligodiasporés, à pulpe non cachée sous une enveloppe plus ou moins indurée, à coloration vive.	Globuleuses d'abord verte puis noir de 0,5cm de diamètre
Densité fruits (Nb fruits/kg)	1 300	1 000	4 200
Morphologie des graines :			
- Forme	Tortueuses munies d'un sillon longitudinal, dures	demi-rondes	Ombiliquées, lisse, faiblement comprimée latéralement
- Couleur	Brun rouge	Grise	Grise
- Dimension	2-5 mm	5x5, 5 mm	2,7 x 2,7mm
- Statut	récalcitrante	orthodoxe	Inconnue
- Mode de dissémination	Zoochorie, barochorie	Barochorie	Endochorie, barochorie
- Nombre de graine/fruit	1-2	2	1
- Densité de graine (Graine/kg)	1 800	16 000	7 000
Photos d'illustration			

DIVERSES FAMILLES

Familles	SAPOTACEAE	MYRTACEAE
Noms scientifiques	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	<i>Syzygium emirnense</i>
Noms vernaculaires	Famelona	Rotramena
Type biologique	Arbre	Arbuste/Arbre
Ecologie	Forêt humide sempervirente du niveau de la mer jusqu'à 1750 m d'altitude. Il est particulièrement caractéristique de la forêt d'altitude moyenne. Forêt ombrophile	Forêt ombrophile de 500-2000m d'altitude Lieu découvert/forêt toujours verte et glabre
Tempérament	Héliophile	Semi-héliophile
Type de fruits	Drupe	Drupe
Caractéristiques des fruits mûrs	Ronde et de couleur marron (2,5-3cm de diamètre)	Couleur violacée et à pulpe tendre (5-8mm)
Densité fruits (Nb fruits/kg)	500	1 600
Morphologie des graines :		
- Forme	Graine bipartite à la surface	Sphérique
- Couleur	Lisse vernisée brillante	marron
- Dimension	10-15mm	5-8mm
- Statut	Recalcitrante	Recalcitrante
- Mode de dissémination	Zoochorie, barochorie, endochorie	Zoochorie, barochorie
- Nombre de graine/fruit	3 - 4	1

- Densité de graine (Graine/kg)	1 600	5 000
Photos d'illustration		

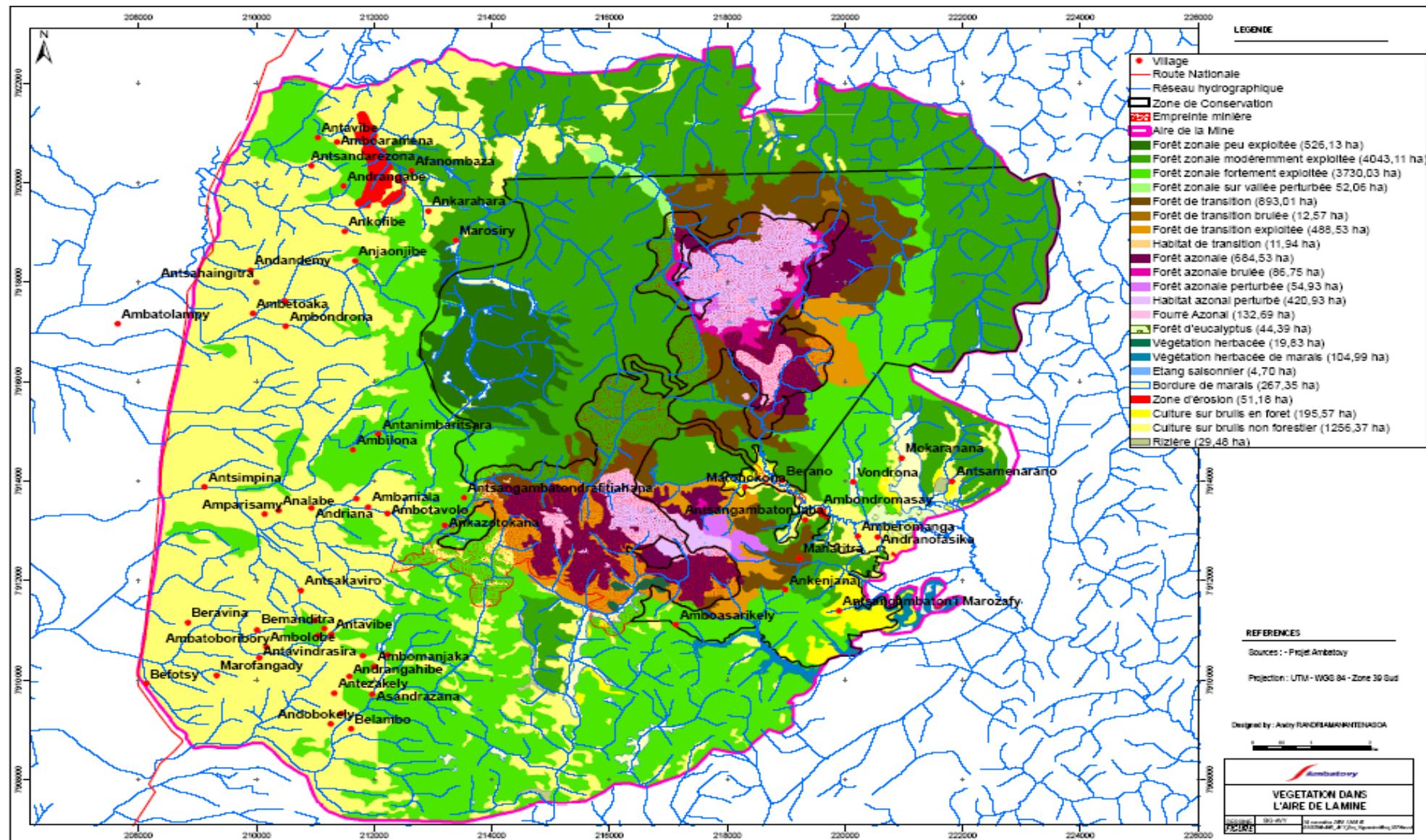
2. Etude phénologique des espèces principales

Famille	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona												
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy												
EUPHORBIACEAE	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka												
	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina												
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy												
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona												
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana												
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy												
LAURACEAE	<i>Cryptocarya pervillei</i>	Tavolo												
	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy fotsy												
RUBIACEAE	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka												
	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra												
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika												
MYRTACEAE	<i>Sy zugium emirnense</i>	Rotramena												
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona												

Source : RAKOTONDRALAMBO L. 2009

Feuillaison	
Floraison	
Fructification	

Annexe VI : Carte d'occupation du sol

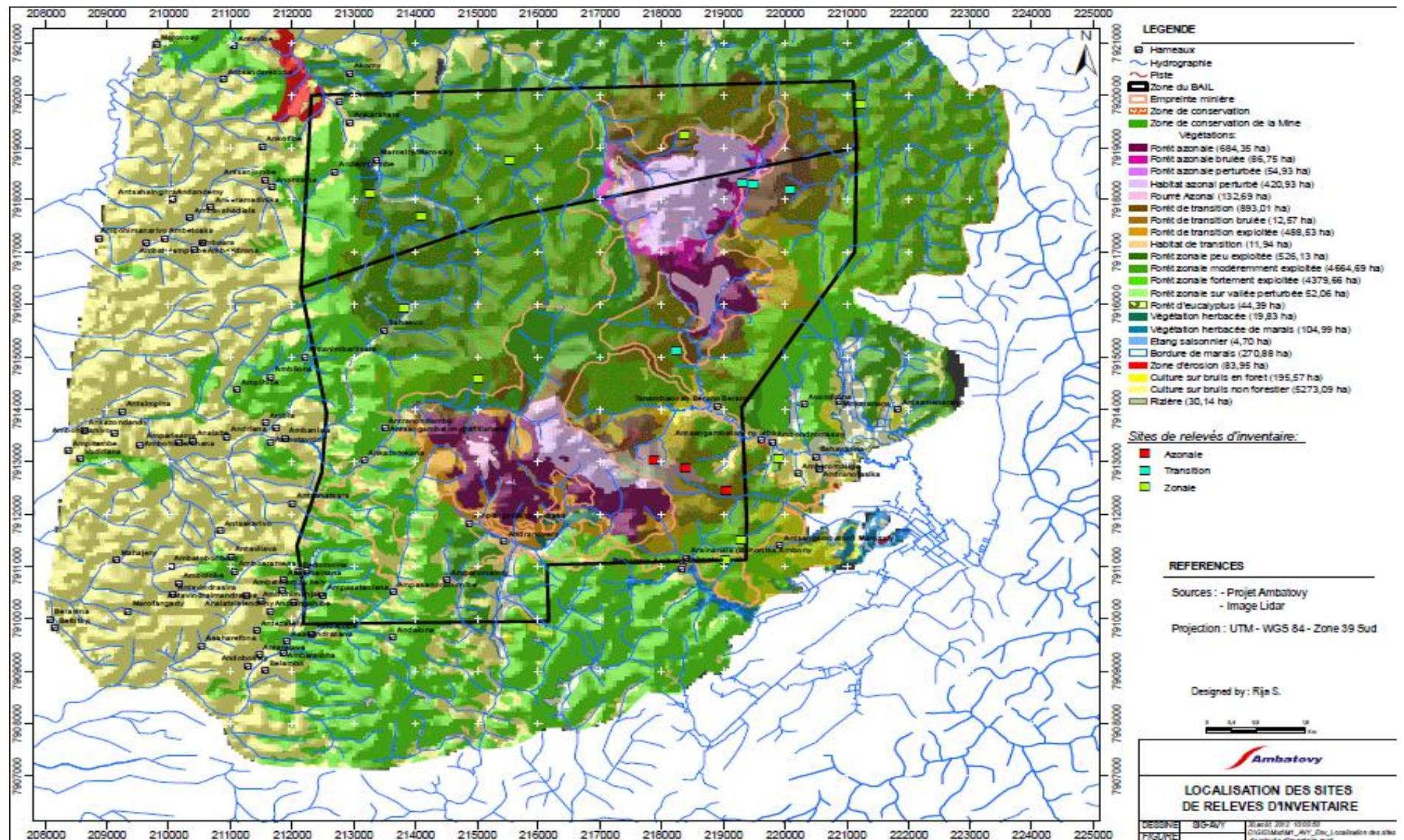


Annexe VII : Coordonnées des sites de relevés et noms des sites

Types de forêt	Coordonnées des sites		Noms des sites
	X	Y	
ZONALE	219025	7911104	Behontsa
	213808	7915923	Sahaovo
	214094	7917679	Antsatsaka
	213263	7918096	Ankosy
	219888	7913032	Ambondromasay
	215017	7914583	Antranondambo
	219270	7911503	Ankenjana
	218364	7919236	Behontsa 1
	215531	7918752	Marosiky
	221232	7919811	Andasibe
AZONALE	218304	7912893	Ampanataovana
	217869	7913011	Marohonkona
TRANSITION	218234	7915117	Berano
	220082	7918184	Analamay 1
	219301	7918317	Analamay 2
	219480	7918296	Analamay 3

Source : Auteur, 2012

Annexe VIII : Carte de localisation de la zone d'étude



Annexe IX : Fiche de relevés d'inventaire

1. Caractéristiques du site

Date de collecte de données :

N° du transect : Position géographique de départ : X= / Y= / Z=

Lieu : Position géographique d'arrivée : X= / Y= / Z=

Dimensions du transect : Longueur : Largeur :

Caractéristiques du milieu :

- Type de sol :
 - Epaisseur de la litière (cm):
 - Orientation : par rapport à
 - Exposition du site par rapport à la lumière : très exposé / moyennement exposé/ peu exposé
 - Topographie : plaine/colline Pente : forte/ moyenne/ douce Pente : ... °
 - Existence d'accès : oui / non à environ : mètres
 - Peuplement naturel : groupe/ouvert claire/dense Jeune/moyen/âgé
 - Hydrographie : cours d'eau / rivière
 - Distance moyenne entre les arbres :
 - Autres observations

N°	Noms vernaculaires	Obs phénologique ⁸	DHP (Cm)	Haut ttle (m)	P ⁹	H ¹⁰	F ¹¹	Nb branches fructifères ¹²	Nb fruit moyen/branche ¹³	Nb Fruits sur pied ¹⁴	Nb fruits au sol ¹⁵
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

⁸ Fructification/floraison/feuillaison

⁹ Position du houppier par rapport à la lumière

¹⁰ Forme du houppier

¹¹ Forme du fût

¹² Seulement pour les individus présentant des fruits

¹³ Seulement pour les individus présentant des fruits

¹⁴ Pour les espèces dont la période de fructification correspond à la période de descente sur terrain (Mai – Juin)

¹⁵ Pour les espèces dont la période de fructification est déjà passée

Annexe X: Questionnaires pour l'enquête ethnobotanique

1. Questionnaires pour la population locale

- *Ianareo ve maka hazo ao anatin'io ala io?*
- *Inona avy ny hazo mety ilainareo ao?*
- *Inona no mety ilanareo ny hazo X¹⁶?*
- *Inona amin'io hazo io no tena alainareo? (voany, raviny, fakany, hodiny)*
- *Inona avy no ampiasanareo izany?*
- *Faritra aiza no tena angalanareo an'izany? Nahoana?*
- *Manao ahoana ny fatra ilainareo amin'izany?*
- *Isaky ny inona no maka an'io?*
- *Fotoana ohatran'ny ahoana ianareo no tena maka azy?*
- *Ahoana ny fomba akanareo azy?*
- *Misy lalàna mifehy an'izay fitrandrahana na ny fakàna izany ve eto aminareo?*
- *Raha tsy misy intsony io karazan-kazo io dia ahoana no ataonareo? Moa mitady hafa solony sa mitady azy anaty aty ala mihitsy?¹⁷*

2. Questionnaires pour les pépiniéristes, collecteurs ou autres organismes

- *Ianareo ve maka hazo, ravina, voa anatin'io ala io?*
- *Karazan-kazo inona avy no tena tadiavinareo? Inona no antony?*
- *Aiza no akànareo izany? Inona no antony*
- *Anaovana inona ny hazo X?*
- *Ianareo ve miantoka sa miditra an'ala mihitsy?*
- *Moa misy firaharahana manokana miaraka amin'ny mponina an'ala ve amin'ny fakàna azy?*
- *Ohatran'ny ahoana ny ahabetsahany alainareo ao amin'io ala io?*
- *Ahoana ny fomba fakanareo azy?*

¹⁶ Espèces pour la restauration

¹⁷ Pour voir leur dépendance vis à vis de l'espèce

Annexe XI : Guide d'enquête ethnobotanique

Date de l'enquête: Commune : Fokontany : Distance par rapport à la Zone de conservation : 0 à 500m – plus de 500m

Nom de l'enquêté:

Membre VOI : Oui – Non

Espèces	Catégories d'usage ¹⁸	Utilité ¹⁹	Mode de prélèvement	Quantité prélevée						Lieu du prélèvement	Fréquence de prélèvement	Moment de prélèvement	
				Fruits (kg)	Fleur (botte)	Bois (volume)	branche (volume)	Feuilles (botte)	Ecorce (kg)				
1-													
2-													
3-													
4-													
5-													
6-													
7-													
8-													
9-													
10-													

¹⁸ A= aliment ; M= médicament ; T= technologie ; C= construction ; B= bois de feu ; P= produits à vendre ; OT= ornement et tradition ; S= usage spécial ; X= autres usages

¹⁹ 0 pas utile, 1 moins utile, 2 utile, 3 très utile

Annexe XII : Liste floristique dans les sites de relevés (Nombre d'espèce par famille)

Familles	Zonale	Azonale	Transition
ANACARDIACEAE	4	2	1
ANNONACEAE	3	0	4
APHLOIACEAE	0	0	1
APOCYNACEAE	0	0	1
AQUIFOLIACEAE	1	1	1
ARALIACEAE	1	1	1
ASPARAGACEAE	0	0	1
ASTERACEAE	3	3	2
ASTEROPEIACEAE	3	2	2
BUDDLEJACEAE	1	0	0
BURCERACEAE	1	0	0
CALOPHYLACEAE	1	0	1
CELASTRACEAE	0	0	1
CLUSIACEAE	2	1	1
COMBRETACEAE	1	0	0
CUNONIACEAE	3	0	1
ELAEOCARPACEAE	1	0	0
EMMOTACEAE	1	0	0
ERICACEAE	0	0	1
ERYTHROXYLACEAE	1	0	1
EUPHORBIACEAE	11	6	2
FABACEAE	7	2	2
FLACOURTICEAE	0	0	1
GENTIANACEAE	3	1	1
HAMMAMELIDACEAE	1	0	0
HYPERICACEAE	2	1	0
LAMIACEAE	1	0	0
LAURACEAE	7	4	3
MALPIGHIAEAE	1	0	0
MALVACEAE	0	0	1
MELANOPHYLLACEAE	0	1	1
MELASTOMATACEAE	1	0	1
MENISPERMACEAE	0	2	2
MORACEAE	4	0	1
MYRTACEAE	4	2	3
OLEACEAE	3	0	1
OXALIDACEAE	1	0	1
PHYLLANTACEAE	4	1	1
PITTOSPORACEAE	0	0	1
PODOCARPACEAE	0	1	0
PRIMULACEAE	0	0	1
PROTEACEAE	1	0	1

RHAMNACEAE	1	0	0
RHIZOPHORACEAE	1	0	0
ROSACEAE	1	0	0
RUBIACEAE	10	4	3
RUTACEAE	2	0	0
SAPINDACEAE	4	1	5
SAPOTACEAE	3	0	1
SARCOLAENACEAE	2	0	3
STERELITZACEAE	1	0	0
TILIACEAE	2	1	1
ULMACEAE	1	0	0
VERBENACEAE	1	1	0

Source : Auteur 2012

Annexe XIII: Liste des familles de la strate herbacée

ZONALE		AZONALE		TRANSITION	
Modalités	Fréquence par modalité (%)	Modalités	Fréquence par modalité (%)	Modalités	Fréquence par modalité (%)
ANACARDIACEAE	0,893	ANACARDIACEAE	19,932	ANACARDIACEAE	4,131
ANNONACEAE	1,786	AQUIFOLIACEAE	0,338	ANNONACEAE	4,403
APHLOIACEAE	0,893	ARALIACEAE	3,041	APHLOIACEAE	1,622
APOCYNACEAE	0,893	ASTERACEAE	4,054	AQUIFOLIACEAE	0,272
AQUIFOLIACEAE	0,893	ASTEROPEIACEAE	8,108	ARALIACEAE	4,405
ARALIACEAE	0,893	CLUSIACEAE	6,419	ASPARAGACEAE	11,374
ARECACEAE	1,786	EUPHORBIACEAE	17,230	ASTEROPEIACEAE	12,123
ASTERACEAE	3,571	FABACEAE	0,676	CALOPHYLACEAE	0,071
ASTEROPEIACEAE	0,893	GENTIANACEAE	2,027	CELASTRACEAE	1,620
BUDDLEJACEAE	0,893	HYPERICACEAE	0,338	CLUSIACEAE	0,958
BURCERACEAE	0,893	LAURACEAE	7,095	CUNONIACEAE	0,274
CALOPHYLACEAE	0,893	MELANOPHYLLACEAE	0,338	EUPHORBIACEAE	13,415
CANELLACEAE	0,893	MENISPERMACEAE	2,365	FABACEAE	0,411
CELASTRACEAE	2,679	MYRTACEAE	15,203	GENTIANACEAE	1,299
CLUSIACEAE	2,679	PHYLLANTHACEAE	4,054	LAURACEAE	2,173
CONARACEAE	0,893	PODOCARPACEAE	0,338	MALVACEAE	1,902
CUNONIACEAE	0,893	RUBIACEAE	5,405	MELANOPHYLLACEAE	1,492
CYATHEACEAE	0,893	SAPINDACEAE	0,676	MELASTOMATACEAE	1,693
EBENACEAE	2,679	TILLIACEAE	1,014	MENISPERMACEAE	0,074
ELAEOCARPACEAE	0,893	VERBENACEAE	1,351	MYRTACEAE	7,185
EMMOTACEAE	0,893			OXALIDACEAE	1,906
ERYTHROXYLACEAE	0,893			PRIMULACEAE	2,106
EUPHORBIACEAE	8,036			RUBIACEAE	6,038
FABACEAE	6,250			SAPINDACEAE	5,489
FLACOURTIACEAE	1,786			SAPOTACEAE	1,297
HYPERICACEAE	1,786			SARCOLANACEAE	4,067
LAURACEAE	6,250				
LILIACEAE	0,893				
LOGANIACEAE	0,893				
MENISPERMACEAE	1,786				
MORACEAE	3,571				
MYRTACEAE	2,679				
OCHNACEAE	0,893				
OLACACEAE	0,893				
OLEACEAE	2,679				
PHYLLANTACEAE	3,56				
PRIMULACEAE	0,893				
RHAMNACEAE	0,893				
RHIZOPHORACEAE	1,786				
ROSACEAE	0,893				
RUBIACEAE	10,714				
RUTACEAE	0,893				

SAPINDACEAE	3,571				
SAPOTACEAE	1,786				
SARCOLANACEAE	1,786				
TILLIACEAE	0,893				
ULMACEAE	0,893				
VERBENACEAE	1,786				

Source : Auteur, 2012

Annexe XIV : Nombre de pieds semenciers à l'hectare

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Zonale	Azonale	Transition
ASTERACEAE	<i>Vernonia garieriana</i>	Ramanjavona	3	4	-
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	13	-	2
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina	4	11	18
	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	2	93	107
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	6	-	-
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona	3	-	-
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	7	6	-
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy	6	-	-
LAURACEAE	<i>Cryptocarya pervillei</i>	Tavolo	37	15	8
	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	47	37	14
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	2	-	2
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	4	4	-
	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka	3	-	4
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	43	89	28
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	39	-	-

Source : Auteur, 2012

Annexe XV : Taux de régénération naturelles

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Zonale	Azonale	Transition
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona	-	-	-
EUPHORBIACEAE	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina	1 518	563	22
	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	-	82	41
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	-	-	100
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	-	-	-
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona	33	-	-
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana	-	-	-
	<i>Psorospermum ampulaceum</i>	Tambitsy	33	-	-
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	43	8	71
	<i>Cryptocarya pervillei</i>	Tavolo	119	140	725
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	650	-	-
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	300	-	-
	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka	-	-	1 700
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	100	30	635
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivianum</i>	Famelona	100	-	-

Source : Auteur, 2012

Annexe XVI: Valeurs d'usage total de chaque espèce étudiée

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Magic ²⁰	Almt ²¹	Cstrect ²²	Menuis ²³	Med ²⁴	Trnsfmt ²⁵	Outils ²⁶	BC ²⁷	VUt ²⁸
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona	-	-	1,00	-	1,24	-	-	1,02	3,26
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	-	-	1,18	1,33	-	-	-	0,90	3,41
EUPHORBIACEAE	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	2,00	1,33	1,05	1,05	1,33	-	1,00	1,40	9,16
	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina	-	1,00	1,12	-	-	-	1,00	1,20	4,32
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	-	-	1,23	1,25	-	-	-	1,13	3,61
	<i>Dalbergia baronii</i>	Voambona	-	-	1,31	1,32	1,29	-	1,67	1,00	6,59
HYPERICACEAE	<i>Harungana msis</i>	Harongana	-	-	1,27	1,21	1,32	-	1,46	1,00	6,26
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy	-	-	1,15	1,04	1,24	-	-	1,18	4,61
LAURACEAE	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	-	-	1,03	1,04	1,00	-	-	1,38	4,45
	<i>Cryptocarya pervillei</i>	Tavolo	-	-	1,48	1,00	1,00	-	-	1,18	4,66
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	-	-	1,25	1,00	-	-	1,64	1,20	5,09
	<i>Tarenna humblotii</i>	Molotrangaka	-	-	1,00	2,00	-	-	-	1,14	4,14
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	1,00	-	1,33	-	-	-	1,20	1,11	4,64
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	1,00	1,15	1,14	1,08	1,05	1,82	-	1,19	8,43
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	1,65	1,03	1,00	1,08	1,43	-	1,00	1,00	8,19

Source : Auteur, 2012

²⁰ Usage magico-religieux

²¹ Usage alimentaire

²² Construction

²³ Menuiserie

²⁴ Usage médicinale

²⁵ Transformation (fermentation)

²⁶ Manche d'outils

²⁷ Bois de chauffe

²⁸ Valeur d'usage total

Annexe XVII : Modes d'exploitation effectuées par la population locale

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Parties utiles	Modes d'exploitation
ASTERACEAE	<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona	Branches, Feuilles	Coupe, Collecte sur pied
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ampullaceum</i>	Menahihy	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
EUPHORBIACEAE	<i>Uapaca thouarsii</i>	Voapaka	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
	<i>Orfilea coriacea</i>	Hazondomoina	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
FABACEAE	<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy	Bois, Branches	Coupe rase, Collecte au sol (Branches mortes)
	<i>Dalbergia monticola</i>	Voambona	Bois, Branches	Coupe rase, Collecte au sol (Branches mortes)
HYPERICACEAE	<i>Harungana msis</i>	Harongana	Ecories, Feuilles, Racines, Bois	Grattage, Collecte sur pied, Arrachage de l'arbre, Coupe
	<i>Psorospermum androsaemifolium</i>	Tambitsy	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
LAURACEAE	<i>Cryptocarya perillei</i>	Tavolo	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
	<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
RUBIACEAE	<i>Canthium bosseri</i>	Pitsikahitra	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
	<i>Tarennia humblotii</i>	Molotrangaka	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
	<i>Psychotria taxifolia</i>	Tsirikofika	Bois, Branches	Coupe, Collecte au sol (Branches mortes)
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Rotramena	Feuilles, Ecories, Fruits, Bois	Collecte sur pied, Grattage, Collecte sur pied ou au sol, Coupe
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona	Feuilles, Fruits, Bois	Collecte sur pied, Collecte sur pied ou au sol, Coupe

Source : Auteur, 2012