

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE	2
I.1. GENERALITE SUR LE MILIEU	2
I.1.1. MILIEU ABIOTIQUE	2
I.1.1.1. Localisation géographique	2
I.1.1.2. Climat	2
I.1.1.3. Sol	5
I.1.1.4. Géomorphologie.....	6
I.1.1.5. Hydrologie.....	6
I.1.2. MILIEU BIOTIQUE.....	7
I.1.2.1. Végétation	7
I.1.2.2. Faune	8
I.1.2.3. Milieu humain	9
I.2. GENERALITES SUR LA SAUVEGARDE DES PLANTES SOC'S	13
I.2.1. DEFINITION	13
I.2.2. ENJEUX ET IMPLICATION DES SOC'S DANS LE SYSTEME DE REHABILITATION.....	14
I.2.3. STRATEGIE MISE EN PLACE	15
I.2.3.1. Transplantation des espèces SOC'S dans un arboretum	15
I.2.3.2. Pépinière.....	17
I.2.3.3. Micropropagation	20
I.2.3.4. Cryoconservation	21
II. MATERIELS ET METHODES.....	22
II.1. MATERIEL D'ETUDE : descriptions des plantes SOC's d'Ambatovy	22
II.2. METHODE D'ETUDE.....	36
II.2.1. COLLECTES DES DONNÉES : relevé écologique	36
II.2.1.1. Principe du QCP (Quadrat Centré en un Point)	36
II.2.1.2. Matérialisation du relevé.....	36
II.2.1.3. Paramètres à relever	37
II.2.2. ANALYSE DES DONNEES.....	39
II.2.2.1 Détermination des échantillons.....	39
II.2.2.2. Flores associées.....	39

II.2.2.3. Détermination des facteurs prépondérants à la distribution des espèces SOC's	39
III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	42
III.1. Caractéristiques pédologiques	42
III.2. Flore associée aux espèces cibles (SOC's).....	42
III.3. Détermination des facteurs prépondérant à la distribution des espèces SOC's.....	48
III.3.1. Profil écologique.....	48
III.3.2. Relation entre espèces et paramètres écologiques	57
III.3.3. Herbiers	64
IV. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	65
V. CONCLUSION	68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	69

LISTE DES CARTES

Carte 1: Localisation d'Ambatovy	3
Carte 2: Localisation des SOC's dans le site Power Line	16
Carte 3: Point de prélèvement des SOC's dans le ZD6.....	17

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Site de transplantation (lisière)	16
Photo 2: Pépinière.....	18
Photo 3: Essai de sauvageon SOC's en pépinière	19
Photo 4: Mise en pot des boutures.....	20
Photo 5: <i>Clerodendrum</i> sp indet	22
Photo 6: <i>Coptosperma</i> sp nov.....	23
Photo 7: <i>Distephanus aff garnieriana</i>	23
Photo 8: <i>Eugenia</i> sp nov 1	24
Photo 9: <i>Eugenia</i> sp nov 2	24
Photo 10: <i>Microsteira axillaris</i>	25
Photo 11: <i>Melicope</i> sp indet	25
Photo 12: <i>Molinae</i> sp nov	26
Photo 13: <i>Ochrocarpos</i> sp nov	26
Photo 14: <i>Morinda</i> sp nov	27
Photo 15: <i>Adenia acuta</i>	27
Photo 16: <i>Cassinopsis</i> sp nov	28
Photo 17: <i>Croton drogurtoides</i>	28
Photo 18: <i>Cryptocarya pervillei</i>	29
Photo 19: <i>Diporidium louvellei</i>	29
Photo 20: <i>Erythroxylum</i> sp 9	30
Photo 21: <i>Eugenia goaviala</i>	30
Photo 22: <i>Ludia madagascariensis</i>	31
Photo 23: <i>Ludia</i> sp nov 2.....	31
Photo 24: <i>Medinella micrantha</i>	32
Photo 25: <i>Oncostemum filicinum</i>	32
Photo 26: <i>Pentopetia cotoneaster</i>	33
Photo 27: <i>Secamone</i> sp nov 1	33
Photo 28: <i>Psychotria taxifolia</i>	34
Photo 29: <i>Syzygium parkeri</i>	34

Photo 30: *Tricalysia* sp indet *analamazaotrensis* 35

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Courbe ombrothermique d'après la méthode de GAUSSEN.....	5
Figure 2: Dispositif du relevé	37
Figure 3: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur strate	48
Figure 4: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur topographie	49
Figure 5: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur exposition	49
Figure 6: Information des espèces vis à vis du descripteur pente	50
Figure 7: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur proximité en eau	50
Figure 8: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur type du sol.....	51
Figure 9: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur lumière en canopée ..	51
Figure 10: Diagramme d'agrégat des 26 espèces SOC's en fonction de leur similarité.....	59
Figure 11: Représentation des descripteurs écologiques sur les plans factoriels	61
Figure 12: Representation des individus sur les plans factoriels.....	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Normales mensuelles de température T en °C et de précipitation P en mm (1961-1990)	4
Tableau II: Nombre de population dans les 6 communes	9
Tableau III: Source de revenu	10
Tableau IV: Production agricole	10
Tableau V: Profil écologique de chaque espèce SOC's	53
Tableau VI: Contribution des descripteurs à la formation des axes	60
Tableau VII: Caractéristiques de groupe d'espèce	63

LISTE DES ANNEXES

Annexe I: Division bioclimatique de Madagascar (CORNET, 1974).....	II
Annexe II: Données climatique de Moramanga	II
Annexe III: Liste des espèces de faune dans le site minier d'Ambatovy.....	III
Annexe IV: Fiche de relevé	VI
Annexe V: Tableau de contingence	VII
Annexe VI: Code des descripteurs et des individus	VIII
Annexe VII : Méthode complexe de l'AFC	IX
Annexe VIII : Fréquence des taxons des flores associées	XI
Annexe IX: Résultat profil écologique sur ADE4.....	XIX
Annexe X: Fiche d'herbier	XXI

LISTE DES ABREVIATIONS

- ADE₄ : Analyses des Données Ecologiques
AFC : Analyse Factorielle des Correspondances
AMSA : Ambatovy Minerals Société Anonyme
CAH : Classification Ascendante Hiérarchique
CITES : Convention on International Trade for Endangered Species
CNRE. Centre National de la Recherche scientifique
DBEV : Département de Biologie et Ecologie Végétales
Dhp : Diamètre à hauteur de la poitrine
EIE: Etude d'Impact Environnemental
FAO: Food and Agricultural Organization
GPS: Global Positioning System
Hm : Hauteur maximale
Ht : Hauteur totale
INSTAT : Institut National de la Statistique
MBG : Missouri Botanical Garden
ONE : Office National pour l'Environnement
PBZT : Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza
PWL : Power Line
QCP : Quadrat Centré en un Point
RPF : Restauration du Paysage Forestier
SOC : Species Of Concern
IUCN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UTM : Universal Transvers Mercator
ZD6 : Zone de Défrichement 6 ème tranche

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'écologie d'une espèce est une étude de sa relation biologique avec son environnement. La connaissance de l'écologie d'une espèce ainsi que leur exigence écologique permet de réaliser une restauration écologique. Ce dernier terme désigne un ensemble de processus d'aide au rétablissement d'un écosystème qui a été endommagé, dégradé ou détruit.

Le projet Ambatovy va exploiter des ressources minérales, il a démarré l'aménagement de son site d'exploitation minière en mai 2007. Deux secteurs de ressources ont été exploités: Ambatovy et Analamay. Ces ressources se trouvent au dessous de la forêt; ce qui entraîne une destruction totale des écosystèmes naturels concernés. Le taux annuel d'extraction de minerai sera d'environ six millions de tonnes, en vue de produire environ 60 000 tonnes de nickel et 5 000 tonnes de cobalt par année. Face à la destruction causée par l'exploitation, le projet s'engage à effectuer une restauration progressive au fur et à mesure que la mine avance. En outre la gestion de la biodiversité et des impacts résiduels sur la flore figure parmi les autres engagements du projet Ambatovy.

Les espèces sensibles SOC's (Species Of Concern) font parties des espèces à restaurer. Ce sont des espèces des plantes reconnues endémiques locales et/ ou soumises à des règlements internationaux stricts (IUCN, CITES...).

Ainsi, l'étude vise à faire une étude écologique et détecter des facteurs déterminants la distribution des espèces SOC's en vue de la future restauration.

L'objectif principal de cette étude consiste à effectuer une évaluation des états des SOC's dans un milieu naturel afin d'émettre des recommandations pour la restauration.

Les objectifs spécifiques sont donc de :

- Connaître l'état actuel de l'habitat des espèces SOC's
- Analyser les caractéristiques écologiques de chaque espèce SOC
- Déterminer les facteurs prépondérants à la distribution des espèces SOC's.

Pour faciliter la compréhension de la présente étude, quatre grandes parties seront traitées respectivement. La première partie est consacrée à la présentation du milieu d'étude. La seconde partie traitera la méthode de travail. Les résultats avec les interprétations y afférentes seront dans la troisième partie. Enfin la quatrième partie concerne les discussions avec les recommandations.

Première partie:

PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE

I. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

I.1. GENERALITE SUR LE MILIEU

I.1.1. MILIEU ABIOTIQUE

I.1.1.1. Localisation géographique

Ambatovy appartient à la Région Alaotra Mangoro au district de Moramanga et à la commune Rurale d'Ambohibary.

Le site de la mine est situé à environ 14 km au Nord Nord Est de la ville de Moramanga. Il embrasse trois communes à savoir : Morarano Gare, Ambohibary et Andasibe. Il est limité par 590 000 et 610 000 UTM Longitude Est et 800 000 et 810 000 Latitude Sud (Carte1).

Le secteur de la mine comprend les reliques d'un plateau situé à une élévation d'environ 1 100 m au dessus du niveau de la mer. La première zone à défricher du projet Zone ZD6 a une superficie de 113 ha.

I.1.1.2. Climat

D'après CORNET (1974), le climat d'Ambatovy présente un climat tropical humide (voir Annexe I).

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. Ce qui explique la présence de la forêt dense humide à Ambatovy.

Le Tableau I montre les caractéristiques climatiques de la ville de Moramanga. Les données climatiques de Moramanga ont été considérées car c'est la station météorologique la plus proche de notre site. Les détails sont figurés dans l'Annexe II. Ces chiffres indiquent les moyennes des données entre 1961 et 1990.

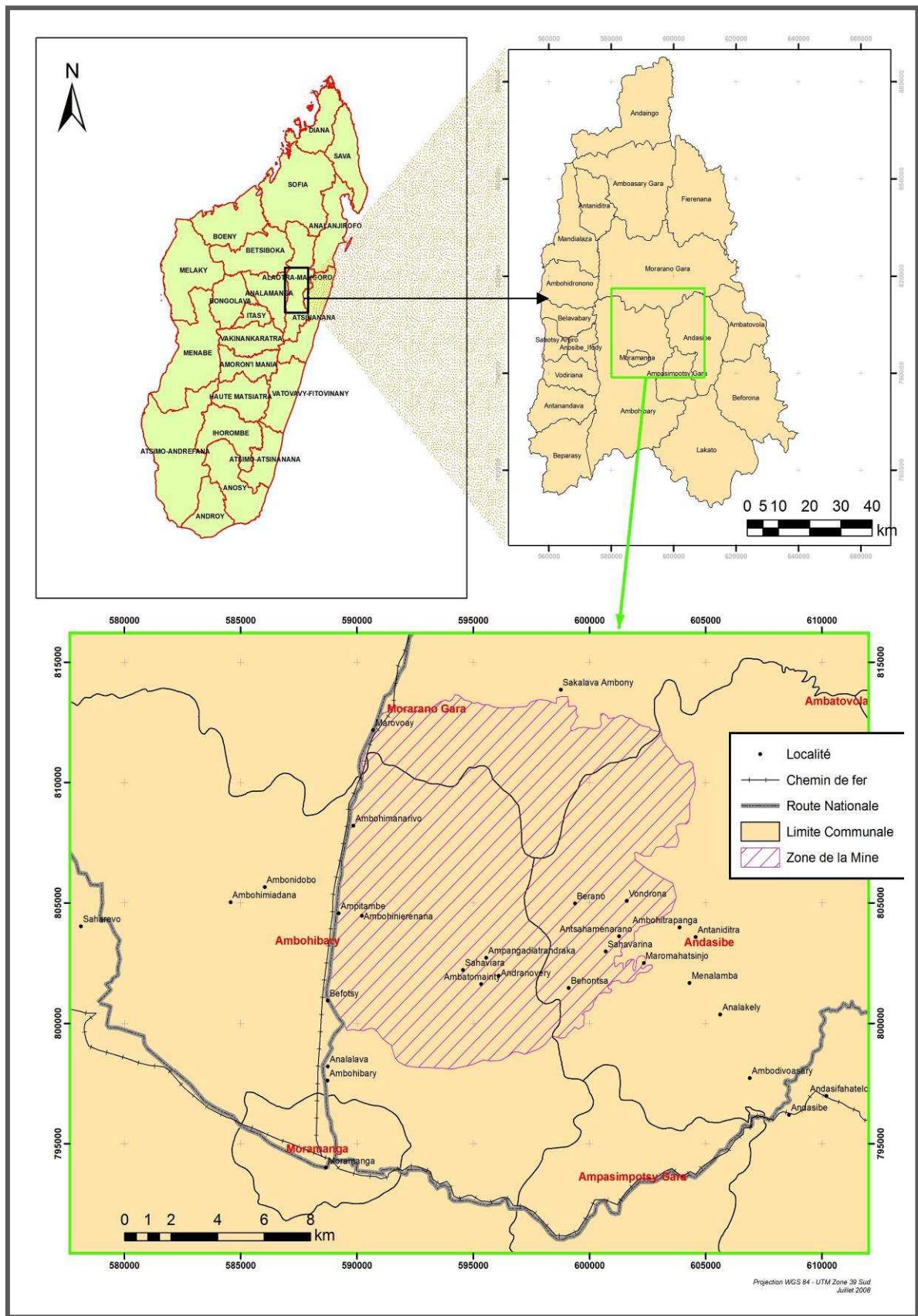


Tableau I: Normales mensuelles de température T en °C et de précipitation P en mm (1961-1990)

Source : Direction générale de la Météorologie-Ampandrianomby, 2008

Mois	janv	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	M.A
P	253	227,2	173,4	68,2	44,4	68,4	58	50,2	28	60,9	144	255	1430,6
N. jrs	19,7	17,9	21,2	15,1	16,2	16,9	18,8	19	12,8	12,8	15,2	19 ,0	185,6
T	22,5	22,8	22	21	19	16,8	15,9	16,1	17,5	19,7	21,3	22,2	19,73

P : Précipitation / **T** : Température / **N. jrs** : Nombre de jours de pluie / **M.A** : Moyenne annuelle

Le climat est caractérisé par une température moyenne annuelle 17,73°C, le mois le plus frais est en juillet avec 15,9°C et le mois le plus chaud présente une moyenne de température de 22,8°C en février. La pluviométrie moyenne est de 1430,6mm.

D'après les données météorologiques, la Figure 1 représente la courbe ombrothermique de Moramanga. Elle est construite pour faire apparaître les périodes sèches d'un climat. On porte en abscisse les mois de l'année et en ordonnée les précipitations et les températures, l'échelle étant doublée pour les températures ($P=2T$).

D'après GAUSSEN (1955), un mois est sec quand la pluviométrie (P) exprimé en millimètre est inférieure ou égale au double de la température (T) exprimé en degré Celsius.

D'après cette Figure 1, trois périodes coexistent dans la région d'Ambatovy :

- période perhumide de Novembre à Mars,
- période humide à partir du mois d'Avril en Août ainsi que le mois d'Octobre
- un mois écologiquement sec dont le mois de Septembre.

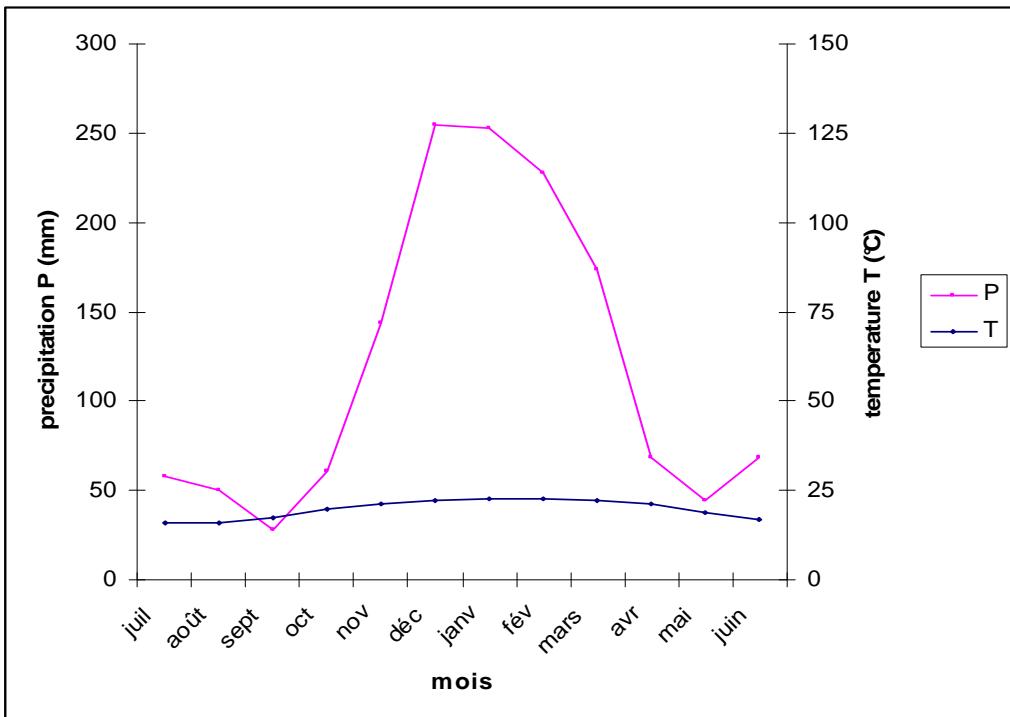


Figure 1: Courbe ombrothermique d'après la méthode de GAUSSEN

I.1.1.3. Sol

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

1. Les **sols à carapace ferralitique** sont observés sur les plateaux topographiques possédant une couche de surface indurée caractéristique riche en fer et contenant diverses concentrations de silice, d'aluminium et de titane. Ces sols ont un pH faible (entre 3.6 et 5.2) et une faible CEC (4 à 22 meq/100g). Ces sols sont classifiés comme oxisols (généralement *Typic Acrohumox*) dans le système de classification United States Department of Agriculture (USDA).

2. Les **sols pisolitiques** ont été généralement relevés à des positions topographiques plus basses que les sols à carapace ferralitique. Les sols pisolitiques peuvent contenir un éventail de concrétions et de cuirasses cassées, selon la position de pente et d'autres facteurs de formation du sol. Ces sols ont un pH bas entre 3.6 et 4.6 et une faible CEC (4 à 14 meq/100g). Une couche d'argile enrichie peut souvent être observée sous l'horizon durci et ces sols ont généralement été classifiés comme oxisols (*Haplorthox* et *Acrorthox*) dans le système de classification USDA.

3. Les **sols ferralitiques rouges/jaunes** se trouvent généralement aux bas des pentes. Ces sols ont un faible pH (entre 3.6 et 4.5) et une CEC de faible à modérée (7 à 18

meq/100g). Ces sols ont moins de concrétions et ont été classifiés comme ultisols (*Typic Paleudults*) ou comme oxisols (*Oxic Dystropepts*) dans le système de classification USDA.

4. Les **sols organiques** ont été repérés dans les dépressions. Ils se forment à partir d'une matière d'origine organique, ils sont acides et ont une faible saturation en bases. Ces sols sont classifiés comme histosols (*Organic Hydromorphs*) dans le système de classification USDA.

I.1.1.4. Géomorphologie

La géomorphologie du gisement d'Ambatovy est caractérisée par un plateau de crête flanqué des collines et des vallées. Le plateau couvre la portion Nord-Est du gisement d'Ambatovy en raison d'une cuirasse ferralitique résistante à l'érosion. La surface du plateau est relativement inégale avec des nombreuses dépressions qui forment des mares temporaires. La cuirasse ferralitique s'amincit sur les flancs du plateau et des collines devenant ainsi plus susceptibles à l'érosion. (DYNATEC CORPORATION, 2006).

I.1.1.5. Hydrologie

La partie Ouest de la région de la mine se déverse dans le bassin versant du fleuve Mangoro de longueur 135 km. Le rivière Mangoro prend ses sources au delà de la Commune d'Andaingo et est grossi en cours de route par les principaux affluents suivants : le Sahamadio (26 km), le Sahamarirana (44 km) et le Manambolo (28 km). La superficie totale du bassin versant de la rivière Mangoro est de 17 ha (DYNATEC CORPORATION, 2006).

La rivière Sahamarirana et la rivière Antsahalava drainent le gisement d'Ambatovy respectivement au Sud et à l'Ouest alors que les rivières Ankaja et Sakalava drainent le gisement d'Analamay au Nord. La partie Est du secteur de la mine fait partie des bassins versants des rivières Vohitra (45 km) et Rianila. Les eaux de surface de la région de la mine qui s'écoulent vers l'Est atteignent le Sahatandra, l'affluent de la rivière Vohitra, et traversent la partie Orientale du district de Moramanga sur une longueur de 70 km avant de rejoindre la rivière Vohitra. Cette dernière coule vers l'Est et se joint à la rivière Rianila près de la côte Est de Madagascar. La rivière Rianila se jette dans l'Océan Indien près de la ville d'Andevoranto ; son bassin versant a une superficie totale de 7 820 km².

Les autres principaux cours d'eau sont le Sahatany (52 km), l'Ihofika (43 km), le Lakato (22 km). La rivière Firikana à la sortie du marais de Torotorofotsy et le

Manampotsy (24 km) sont les autres affluents de la rivière de Lakato (DYNATEC CORPORATION, 2006).

I.1.2. MILIEU BIOTIQUE

I.1.2.1. Flore et Végétation

Quinze types de végétation ont été identifiés dans le secteur d'étude de la mine dont sept sont forestières. Elles couvrent une superficie de 22 893 ha. De plus certains des types de végétation constituent une sous classe définie de manière plus spécifique. Dix de ces types présentent un intérêt particulier du point de vue floristique et biologique.

- Fourré azonal d'arbres sclérophylles caractérisé par une végétation dense, prédisposée aux feux, faite de fourrés d'arbres de petite taille (canopée d'environ 9m de hauteur) sur un substratum peu profond.
- Forêt azonale d'arbres sclérophylles caractérisé par une végétation arborescente dense à canopée relativement basse (environ 13m), reposant sur un substrat de profondeur irrégulière et formant un continuum avec la fourré azonal et la forêt de transition.
- Végétation azonale non forestière
- Forêt de transition de type azonal : cet habitat consiste en forêt de transition d'altitude moyenne croissant sur un substratum d'argile ou d'argile pisolitique. La canopée est de hauteur variable (hauteur moyenne : environ 10m).
- Forêt de transition caractérisée par une végétation d'arbres à canopée de hauteur variable (environ 15 m), que l'on retrouve sur les pentes des plateaux à cuirasse ferrallitique.
- Forêt zonale : cet habitat consiste en une forêt dense humide d'altitude moyenne croissant sur un substrat d'argiles rouges et jaunes. Cet habitat est une formation typique des forêts denses humides d'altitudes moyenne à canopée relativement élevée.
- Eucalyptus et autres terres boisées
- Forêt de bordure de marais
- Couverture herbacée de marais
- Mares temporaires

Les types de végétation ci-dessus ont été établis en se basant sur la structure physique et la phisonomie (aspect) de la végétation, ainsi que sur la composition en espèce.

Le site de la mine est recouvert de forêts naturelles. En février 2009, 127 espèces de plante ont été inventoriées sur le site de la mine. De ce total, 53 espèces figurent actuellement dans un des annexes de la Convention sur le commerce International des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES). Cinq espèces se trouvent sur la liste des espèces menacées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et 68 autres espèces dont la présence n'a été attestée pour l'instant que dans les secteurs d'Ambatovy et d'Analalamay (DYNATEC CORPORATION, 2006).

I.1.2.2. Faune

Les espèces de faune préoccupantes dans le secteur de la mine comprennent des espèces localement et régionalement endémiques, des espèces rares et des espèces interdites de commerce sous la convention CITES.

Cinq espèces d'Amphibiens et de Reptiles sont régionalement endémiques et font objet de préoccupation. Trois de ces espèces ne sont pas officiellement classées. Deux espèces sont nouvelles pour la science et ont été inventoriées seulement dans le secteur d'Ambatovy (DYNATEC CORPORATION, 2006).

Chez les Mammifères, huit espèces de Lémuriens ont été inventoriées dans le secteur de la mine dont deux espèces diurnes : *Indri indri* (INDRIDEAE), *Propithecus diadema diadema* (INDRIDEAE) et deux crépusculaires : *Eulemur fulvus fulvus* (LEMURIDEAE) et *Hapalemur griseus griseus* (LEMURIDEAE) et quatre nocturnes : *Avahi laniger* (INDRIDEAE), *Lepilemur mustelinus* (LEPILEMURIDEA), *Cheirogaleus major* (CHEROGALEIDEAE) et *Microcebus rufus* (CHEROGALEIDEAE). Tous les Lémuriens sont endémiques de Madagascar et sept des espèces observées sont sur la liste de l' UICN. Un petit mammifère, un tenrec appartenant au genre *Microgale*, pourrait s'avérer être une nouvelle espèce. Deux espèces de mammifères recensées sont sur la liste de l' UICN, mais aucune n'est sur la liste CITES. Six espèces et un genre de chauves-souris ont été observés au cours de l'inventaire des chauves-souris, dont une espèce de la liste de l'UICN, mais aucune de la liste CITES non commercialisée (DYNATEC CORPORATION, 2006).

Chez les oiseaux, 113 espèces ont été identifiées. 63 d'entre elles sont endémiques et 27, des sous-espèces endémiques. 15 des ces espèces observées sont inscrites sur la Liste rouge UICN, 16 espèces figurent sur les listes CITES (DYNATEC CORPORATION, 2006). Le différent statut de chaque espèce est inséré dans l'Annexe III.

I.1.2.3. Milieu humain

La population du secteur de l'étude sociale est près de 80 000 personnes en 2003 (DYNATEC CORPORATION, 2006), dont moins de la moitié dans la ville de Moramanga.

Les communes suburbaines de Moramanga les plus proches du site de la mine sont les communes de Morarano Gare, d'Ambohibary, d'Ampasimpotsy et d'Andasibe. À l'intérieur de ces quatre communes, les Fokontany d'Analava, de Befotsy, d'Ampitambe, d'Ambohibary, de Maravoay, de Sakalava, de Morarano, de Tsiaziopody, d'Ampasipotsy, de Menalamba et d'Andasibe sont les plus contigus de la mine. Les terroirs de Berano (à Menalamba), Behontsa (à Ampitambe), Andranovery et Ampangadiantandraka (à Tsiaziopody) sont les sub-villages environnants du site.

La population rurale est très jeune : plus de la moitié est âgée de moins de 16 ans. Il est à noter que le pourcentage de la population de plus de 60 ans qui a dépassé l'âge normal de travailler est élevé. Il est de l'ordre de 15 % dans le secteur rural d'étude. Selon les données officielles d'accroissement démographique sur le Tableau II, la population augmente chaque année. Comme Morarano, elle augmente de plus de 5 % chaque année et celle d'Andasibe elle croît de moins de 3,7 % annuellement (INSTAT, 2008).

Tableau II: Nombre de population dans les 6 communes

		1993	1998	2000	2003	2008	2013	2018
CR	Moramanga	167723	197749	211112	232556	271825	316645	367229
CS	Moramanga	18852	22227	23729	26139	30553	35591	41276
CS	Ambohibary	14335	16901	18043	19876	23232	27063	31386
CS	Ampasipotsy	4766	5619	5999	6608	7724	8998	10435
CS	Andasibe	7052	8314	8876	9778	11429	13313	15440
CS	Morarano- Gare	8909	10504	11214	12353	14439	16819	19506

CR : commune rurale, **CS** : commune sub urbaine

La proportion hommes/femmes est légèrement déséquilibrée, avec 95 hommes pour 100 femmes. La taille moyenne des ménages est de 7,5 ce qui est très élevée par rapport aux standards urbains du reste de Madagascar (INSTAT, 2008). Les Bezanozano forment le principal groupe ethnique.

a) Activités économiques

L'économie dans le secteur de la mine a un caractère à la fois rural et urbain. Dans l'ensemble, l'économie rurale se caractérise par des multiples sources de revenus dont

l'agriculture, l'élevage, la production artisanale, l'exploitation forestière, la production de charbon de bois , la coupe des bois, les emplois salariés, le commerce, les échanges et la collecte des produits de la forêt.

Le Tableau III indique la place qu'occupe chaque activité dans les sources de revenu.

Tableau III: Source de revenu

Source de revenu	Contribution au revenu total (%)
Riz	26
Elevage	4
Vannerie	10
Fabrication de charbon de bois	15
Exploitation forestière et coupe de bois	10
Emplois salariés	18
Commerce	8
Echange	4
Collecte des produits de la forêt	1
Autres	4
Total	100

Source : DYNATEC CORPORATION, 2006

b) Agriculture

L'agriculture est une culture de subsistance reposant largement sur la culture du riz : *Oriza sativa* (POACEAE) et du manioc *Manihot utilissima* (EUPHORBIACEAE). Le tableau IV suivant montre les superficies qu'attribue chaque commune à l'agriculture avec son équivalent de revenu.

Tableau IV: Production agricole

	Morarano	Ambohibary	Moramanga	Ampasimpotsy	Andasibe
Riz					
Cultivable (ha)	2300	1500	260	600	500
Cultivé (ha)	1760	1130	260	560	35
Cultivé (%)	76,5	75,3	100,0	93,3	7,0
Nombre de fermiers	1895	2272	1015	165	1419
Rendement moyen (t/ha)	1,7	1,9	1,6	1,2	1,1
Production pendant la saison sèche	99,0	98,0	100,0	88,0	100,0
Baibaho					

Cultivable (ha)	150	840	50	250	50
Cultivé (ha)	140	610	10	170	30
Cultivé (%)	93,3	72,6	20,0	68,0	60,0
Nombre de fermiers (manioc)	50	1149	—	95	—
Rendement moyen (manioc, t/ha)	16,0	15,0	—	18,0	—
Nombre de fermiers (haricot)	51	883	—	30	—
Rendement moyen (haricot, t/ha)	0,6	0,8	—	0,8	—
Tanety					
Cultivable (ha)	450	150	1250	1900	100
Cultivé (ha)	220	630	420	350	45
Cultivé (%)	48,9	420,0	33,6	18,4	45,0

Source: CRD, 2003 in DYNATEC CORPORATION, 2006

A l'exclusion d'Andasibe où peu de ménages ont accès aux terres, quasiment toutes les communes pratiquent la riziculture. Les rendements moyens rapportés sont toutefois comparables. Généralement, ces chiffres diminuent de moitié lorsque les pluies ne sont pas suffisantes. Concernant, les autres cultures pluviales sur tanety et baiboho, elles sont considérées comme réserve de subsistance permettant de combler les manques.

c) Elevage

L'élevage du zébu détient une valeur économique car il est considéré comme un investissement. Il a aussi une valeur culturelle car il est un élément important dans le rituel de la mort et de l'inhumation. En plus d'élevage du zébu, presque tous les ménages pratiquent l'aviculture tant pour l'autoconsommation que la vente. Il en est de même pour la pisciculture. 10% des ménages d'Andasibe et 70 % de ceux de Menalamba pratiquent l'apiculture (DYNATEC CORPORATION, 2006).

d) Production artisanale

L'activité artisanale primaire tourne autour de la vannerie. C'est une activité exclusivement féminine mais arrivant à couvrir les besoins des ménages. Les résultats du

sondage lors de l'étude d'impact environnemental en 2006 montrent que 75 % des ménages ont recours à cette activité (DYNATEC CORPORATION, 2006).

e) Exploitation forestière

L'exploitation forestière constitue un moyen de subsistance additionnel. Elle comprend la coupe de bois d'œuvre dans les forêts naturelles et celle de bois de service (fabrication de charbon) dans les plantations d'*Eucalyptus*. La fabrication de charbon de bois est significative dans ce secteur. Ce sont les travailleurs indépendants et des journaliers qui fabriquent le charbon de bois.

d) Pressions sur le site

Les perturbations du site comprennent : l'exploitation forestière sélective, l'exploitation forestière intensive, les feux et les défrichements agricoles. La portion de ces perturbations se trouvant associées au projet a été estimée à 33,3 ha et représente environ 1% de la végétation azonale et de transition du secteur de la mine. Un site minier subit d'important stress physique, chimique et biologique provoquant un dérèglement complet de l'écosystème.

En plus des perturbations de référence d'origine naturelle (feu, cyclone) ou causées localement par l'exploitation forestière et l'agriculture itinérante sur brûlis, la végétation dans le secteur de la mine a également subi des perturbations ces 40 dernières années comme conséquence directe ou indirecte des activités liées à la réalisation de forages exploratoires. La végétation a été ainsi perturbée par l'aménagement des pistes d'accès et des plates-formes de forage dans les zones des gisements d'Ambatovy et d'Analamay. Tous ces programmes de forage ont contribué à la perte, à l'altération et à la fragmentation des ressources végétales à Ambatovy et Analamay.

Les données démographiques indiquent qu'un accroissement démographique rapide se poursuivra dans le secteur de la mine ce qui fera pression sur la disponibilité des ressources. Faisant partie de ces ressources, la forêt subit également les pressions de cette population grandissante, ayant besoin de terres pour vivre. De plus, la pauvreté en milieu rural et l'environnement sont étroitement liés. En effet, la forte prévalence de la pauvreté dans les zones rurales exerce des pressions sur l'environnement. La dégradation de l'environnement, ainsi que l'érosion des sols qui lui sont associés, entraînent une réduction de la productivité agricole et une hausse de la pauvreté. Étant donné l'accroissement de la

population et les pressions qui s'exercent sur les ressources en eau et en terre, un grand nombre d'habitants des milieux ruraux doivent trouver de nouveaux moyens de subsistance, ou compléter ceux qu'ils pratiquent déjà, par des activités mineures du secteur tertiaire comme l'exploitation forestière illicite.

I.2. GENERALITES SUR LA SAUVEGARDE DES PLANTES SOC'S

I.2.1. DEFINITION

Le Missouri Botanical Garden (MBG) a identifié des espèces SOC's dans le secteur d'étude. Les espèces ont été inscrites sur la liste des SOC's si les informations afférentes correspondent à l'un ou plusieurs des critères suivants :

- Espèces inscrites à l'une des annexes de CITES
- Espèces inscrites sur la liste rouge d'IUCN
- Espèces connues uniquement dans le secteur Ambatovy Analamay.

Puisque toutes les espèces CITES doivent, par définition, être considérées comme des espèces SOC's aucune d'elle n'a été retiré de la liste définitive SOC quelque soit sa répartition géographique à Madagascar.

Les espèces IUCN ont été toutes conservées sur la liste SOC parce qu'elles pourraient être menacées ou parce que leur statut n'est pas définitif.

Les autres espèces connues pour l'instant exclusivement sur le site de la mine ont été comparé soigneusement à un site exhaustif des collections selon la base de données TROPICOS.

Les espèces SOC conservées sur la liste finale ont été ensuite classées selon respectivement leur distribution dans l'empreinte au sol de la mine dans le secteur local d'étude de la mine dans la région, et dans le pays.

Les niveaux de priorité s'établissent comme suit :

1. priorité 1 : espèces identifiées seulement dans les placettes du secteur local d'étude de la mine sur lesquels le projet risque d'avoir des impacts directs.

Elles n'ont été recensées nulle part ailleurs à Madagascar au cours des 10 dernières années.

2. priorité 2 : espèces rencontrées uniquement dans le secteur d'étude de la mine et n'ayant pas été recensées nulle part ailleurs au cours des 10 dernières années.
Pourtant elle existe à l'extérieur des limites de la zone de perturbation.

3. priorité 3 : espèces répertoriées uniquement dans la région d'Andasibe/Mantadia au cours des 10 derniers années.

4. priorité 4 : espèces rencontrées ailleurs à Madagascar, à l'Est de la région du projet (DYNATEC CORPORATION, 2006).

I.2.2. ENJEUX ET IMPLICATION DES SOC'S DANS LE SYSTEME DE REHABILITATION

L'étude d'impact environnemental des sites est ainsi devenue une préoccupation importante de tous les acteurs de l'industrie minière. Nombreuses compagnies d'envergure internationale adoptent de hauts standards environnementaux, financent des études d'impact, des recherches sur la réhabilitation et la restauration. Tel est le cas du projet Ambatovy. La nécessité de protéger la biodiversité remarquable de Madagascar, et plus particulièrement ses nombreuses espèces menacées, a été soigneusement prise en compte durant ses dix années de préparation (DYNATEC CORPORATION, 2006). Dans le cadre de son programme environnemental, le projet développe une stratégie et un plan de réhabilitation du site pendant et après l'exploitation.

Le projet Ambatovy se fixe comme objectif de maintenir l'intégrité biologique en matière d'écosystèmes et de populations végétales (DYNATEC CORPORATION, 2006). Il s'agit d'un programme de restauration proprement dite telle qu'il a été défini lors de la deuxième Conférence d'experts sur l'harmonisation des définitions relatives à la forêt. Conformément à cette conférence, la restauration désigne « le processus de restauration d'une forêt telle qu'elle était avant la dégradation (mêmes fonctions, même structure, même composition) » (INFORESOURCES, 2005). En outre, la section restauration du projet tente également de viser la notion de restauration adoptée par le Partenariat international pour la Restauration du Paysage Forestier (RPF) : « La Restauration du Paysage Forestier vise à restaurer l'intégrité écologique et améliorer la productivité et la valeur économique des terres dégradées, plutôt qu'à rétablir les forêts originales » (FAO, 2007).

En considérant ces deux concepts, la restauration du site d'Ambatovy exige la plantation d'espèces locales du site même.

Toutes les espèces SOC's sont destinées à la restauration de la zone décapée par l'exploitation minière. Ce sont les espèces qui jouent un rôle majeur dans la revalorisation de la terre endommagée. L'opération de la restauration consiste à planter une espèce végétale (non seulement les espèces SOC's mais aussi les espèces autochtones et les espèces associées et les familles associées aux espèces SOC's) qui se développe dans une zone ou région où elle était indigène avant son extermination par l'exploitation minière.

I.2.3. STRATEGIE MISE EN PLACE

Afin de minimiser les impacts, le projet propose une combinaison de mesure de conservation et de restauration.

I.2.3.1. Transplantation des espèces SOC's dans un arboretum

La transplantation est une opération effectuée sous une surveillance constante. La technique consiste à déplacer les plants vers un nouveau milieu différent de leur niche originelle.

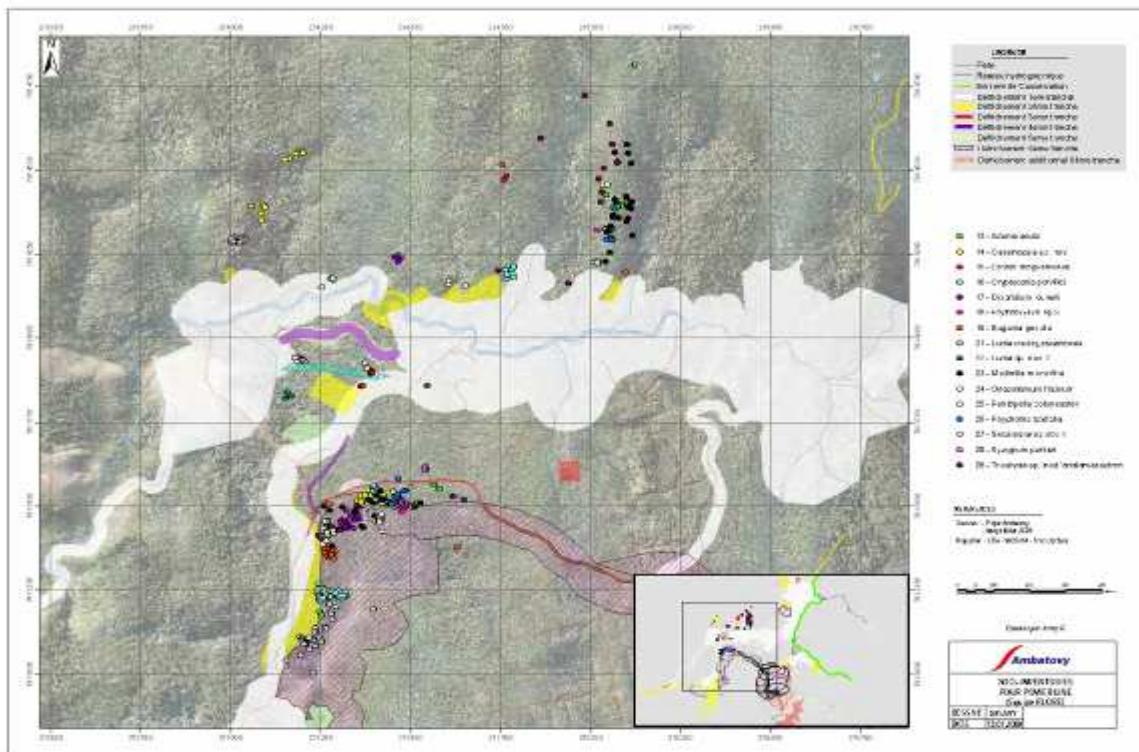
Actuellement, l'habitat des SOC's fait l'objet d'une exploitation minière. Pour éviter la disparition des espèces, des plantations immédiates sont proposées sur une superficie de 3 ha à l'extérieur de l'empreinte.

L'arboretum est un refuge pour SOC. Ainsi dans sa conception, il doit intégrer une dimension écologique et paysagère forte, démontrant la capacité d'Ambatovy à comprendre et « recréer » les habitats naturels. Pour ce faire, l'idéal est de s'appuyer au maximum, sur l'existant, en tenant compte des besoins écologiques des essences déplacées, de façon à garantir la réussite des transplantations. Les expertises de terrain permettront de valider ou de proposer des ajustements sur les choix effectués en termes d'implantation de l'arboretum. L'arboretum est ainsi un support provisoire pour stocker les spécimens des espèces SOC's. Il est localisé à Ampangadiantrandraka avec une superficie de 3 ha environ (Photo 1). C'est dans cet arboretum que les sauvageons des SOC's au nombre de 30 individus par espèce sont transplantés. C'est au mois d'Octobre 2008 que la première transplantation s'est déroulée. Les équipes de réhabilitation ont pu transplanté un effectif de 379 individus SOC's repartis en dix espèces. Les secteurs où seront réalisés les plantations feront l'objet d'un suivi tous les 15 jours, leur but c'est d'évaluer le rendement et la qualité des ressources végétales. Différents paramètres seront mesurés et analysés à titre d'exemple le taux de réussite des espèces, le pourcentage des espèces vigoureuse ou adapter à la transplantation, le taux de survie des plantations....

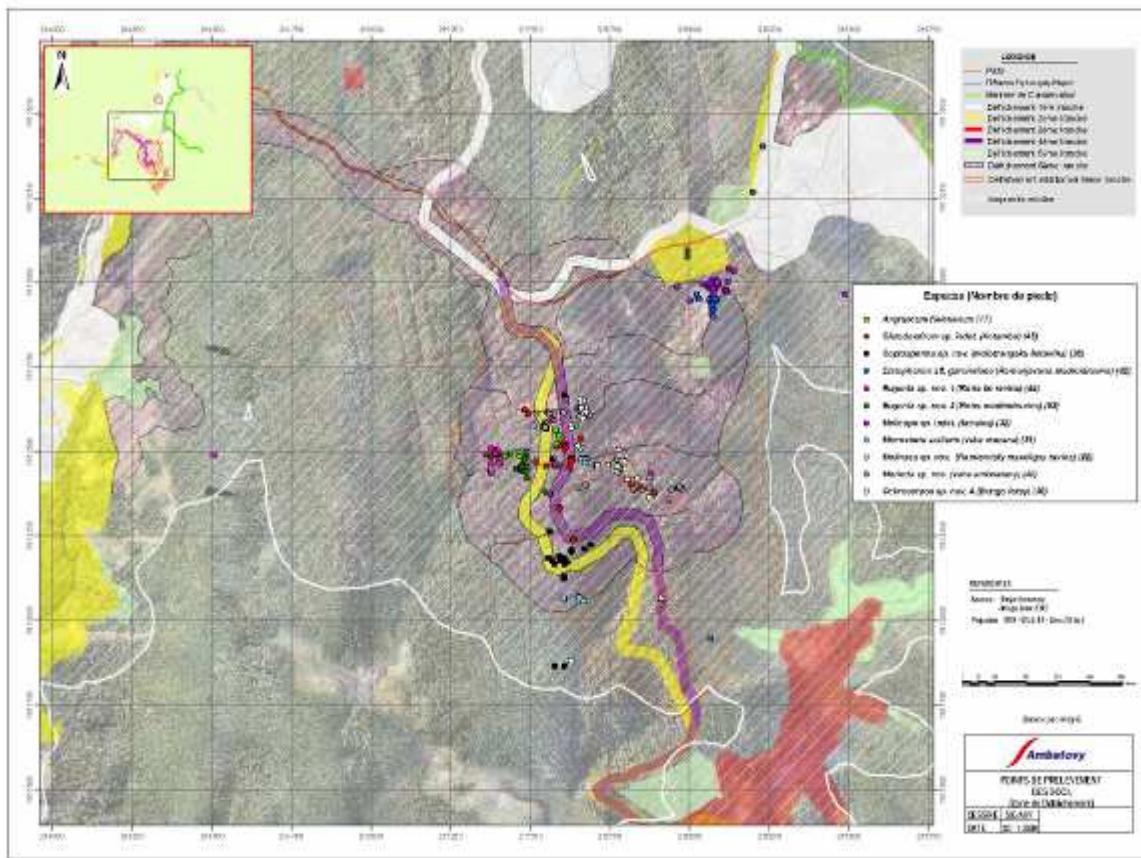


Photo 1: Site de transplantation (lisière)

Les sauvageons SOC's sont collectés dans les zones à défricher (Power Line et ZD6) après une localisation à l'aide d'un GPS (Carte 2 et 3).



Carte 2: Localisation des SOC's dans le site Power Line



Carte 3: Point de prélèvement des SOC's dans le ZD6

Après la récolte, les individus d'une espèce ont été transplantés immédiatement dans l'arboretum. A chaque individu a été attachée une étiquette affichant son nom et son numéro suivant l'ordre d'apparition. Le trou où l'individu a été transplanté a une dimension de 40×40 cm ou 40×80 cm avec une profondeur de 40 cm.

I.2.3.2. Pépinière

La pépinière du Projet Ambatovy se trouve à Ampangadiantrandraka (Photo 2). Elle est localisée à 5 km du campement. Son emplacement est en bas d'une pente dont les alentours sont des forêts et des rizières. Elle est exposée d'Est en Ouest. L'objectif de cette pépinière est de permettre la reproduction des SOC's, mais aussi de satisfaire en partie aux besoins futurs de reforestation. Son rôle est de produire de jeunes plants. Elle sert aussi de site d'élevage de plants, pour les préparer à la transplantation. La pépinière constitue aussi une plate-forme de recherche scientifique potentielle, compte tenu de la particularité de la flore du site.

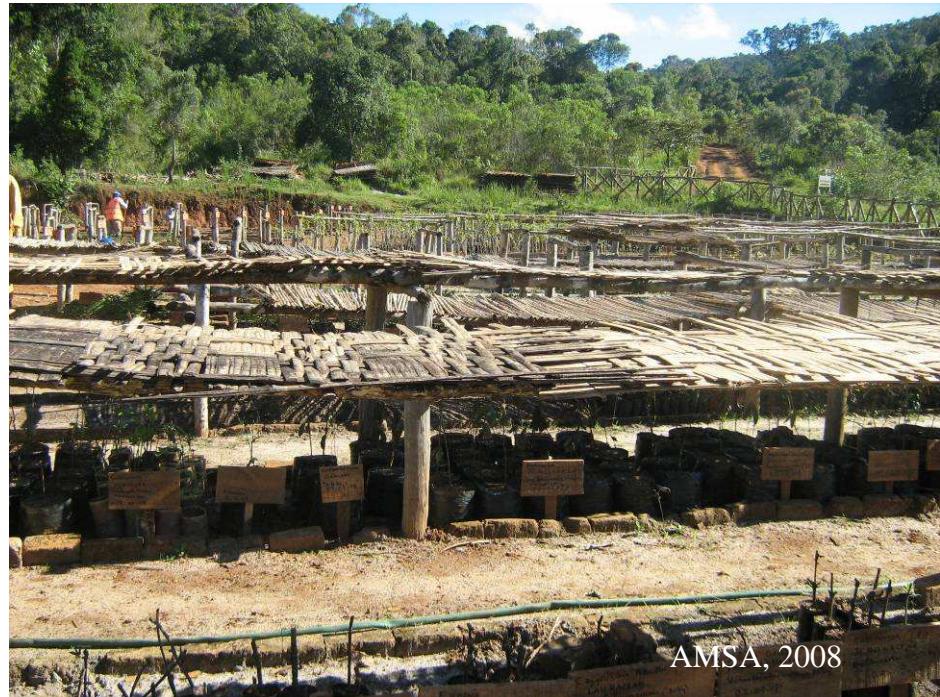


Photo 2: Pépinière

Pour pouvoir disposer de plantules des espèces à tout moment, le projet procède surtout à la collecte des sauvageons. Il s'agit d'aller en forêt pour récolter des plantules sauvageons SOC's pour une d'éventuelle transplantation hors foret. Les sauvageons possédant au moins quatre feuilles entièrement formées ont été choisies ils sont mis en pot après avoir subi un trempage des racines pendant 3 secondes dans de l'eau pralinée, une solution liquide de fumier, de terre et d'eau, agitée régulièrement pour avoir en permanence une suspension (Photo 3). Pour la mise en pot, des pots en plastiques perforés de hauteur 15 cm ont été utilisés. Les racines sont maintenues droites lors de leurs enfouissements dans le substrat. Un compactage manuel termine cette étape et pour le calcul du taux d'accroissement, des mesures sur la hauteur sont faites tous les 15 jours. L'arrosage journalier s'effectue le matin avant 8h 30mn.



Photo 3: Essai de sauvageon SOC's en pépinière

Des essais de bouturage ont été réalisés afin de connaître le mode de multiplication le plus rapide des espèces SOC's (Photo 4). Une bouture est une partie d'un végétal, qui détachée et placée dans un milieu approprié, se reconstituera en un végétal identique (BAILLON ; 1876).

De jeunes branches bien vivantes, lignifiées, de 15 à 25 cm de longs de 1, 5 à 2 cm de diamètre et portant 5 nœuds ont été coupés à partir de la plante mère. Les deux bouts ont été taillés en biseau, un peu au dessus d'un bourgeon au sommet et un peu en dessous d'un autre bourgeon à la base. Les feuilles et l'extrémité mal lignifiée ont été éliminées. Les boutures de chaque espèce ont été directement plantées dans des pots plastiques contenant des terreaux. Les pots étaient arrosés la veille de la plantation. Un trou a été creusé au milieu et deux nœuds de la bouture ont été enfouis dans le substrat. Le tout a été arrosé de nouveau.



Photo 4: Mise en pot des boutures

I.2.3.3. Micropagation

La culture in vitro ou la micropagation désigne la technique de multiplication végétale effectuée au laboratoire à partir de très petits fragments d'organes ou des cellules appelés « explant ». Cette technique est liée étroitement sur un milieu synthétique, dans des conditions stériles, dans un environnement contrôlé et dans un espace réduit.

En général, la culture comporte trois étapes :

1. établissement de la culture aseptique initiale (explant) ;
2. la multiplication proprement dite et l'elongation des organes (bourgeons et/ou racine) ;
3. l'acclimatation : c'est une adaptation graduelle des vitroplants à l'environnement de la serre et /ou du milieu naturel.

C'est un recours à la multiplication intensive par micropagation, par sauvageons, ou par bouturage des individus SOC's en vue d'une réintroduction ultérieure, après acclimatation en serre et en pépinière. Cette composante est assurée par le Département de Biologie et d'Ecologie Végétales de l'Université d'Antananarivo.

Pour cette technique, le prélèvement des organes est effectué sur au moins 30 individus de différents peuplements, de différentes situations.

I.2.3.4. Cryoconservation

Pour chaque espèce SOC identifiée, un nombre minimum de 30 explants à prélever sur un nombre représentatif des pieds répertoriés a été retenu. Les explants, constitués par des bourgeons apicaux et/ou axillaires, ont été prélevés sans traitements préalables puis conditionnés dans des sachets stériles et stockés sous une température de +4°C et conservés dans l'azote liquide – 90 °C jusqu'à l'arrivée au laboratoire du CNRE.

Remarque

Avant le défrichement ZD6, le CNRE a prélevé des explants à conserver dans l'azote liquide tandis que le DBEV/ Université en prélève pour faire une vitroculture en vue de produire 600 explants par espèce. De son coté l'équipe de restauration de AMSA en transplante aussi. Pour ces trois intervenants, il faudrait cibler 30 individus pour assurer une diversité génétique raisonnable.

Le quatre mesures qui ont été appliquées ne tiennent pas compte des facteurs déterminants des SOC's mais ce sont uniquement un moyen de sauvegarde.

Deuxième partie:

MATERIEL ET MÉTHODE

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. MATERIEL D'ETUDE : descriptions des plantes SOC's d'Ambatovy

La description des 26 espèces SOC's est basée sur les données bibliographiques : flore de Madagascar et des Comores, flore générique des arbres de Madagascar de SCHATZ (2001) complétée par des études sur terrain et des observations d'échantillon d'herbier du PBZT Tsimbazaza.

Cette description vise à fournir des informations pratiques et utiles sur chaque espèce afin d'orienter le choix d'espèces cible de la restauration forestière. Elle consiste à donner une description morphologique et floristique de l'espèce, son utilisation, son habitat et sa distribution.

1. *Clerodendrum* sp indet

Famille : LAMIACEAE

Arbuste colonisant le versant Ouest d'Ambatovy sur les pentes de 10 à 25°. Elle conquiert la strate arbustive d'une forêt à canopée semi ouverte. Généralement haute de 1 m avec un DHPmoy=1cm, dotée d'une racine pivotante, elle est indifférente de la proximité d'une source d'humidité. Elle a des feuilles simples, entières, sub opposées. L'inflorescence est axillaire en cyme. La fleur est de couleur rose (Photo 5).

Elle est endémique locale aux zones ZD6/4, 5, 6,9.



AMSA, 2008

Photo 5: *Clerodendrum* sp indet

2. *Coptosperma* sp nov

Famille : RUBIACEAE

Arbuste monocaule se rencontrant sur les deux versants Est et Ouest de la forêt d'Ambatovy sur un substrat à cuirasse ferralitique d'une pente moyenne de 10°. Sa taille varie de 1 à 3 m avec un Dhp moyen de 2 à 10 cm. Elle colonise la strate arbustive d'une forêt à canopée ouverte. Elle a des feuilles stipulées, opposées, simples, entières. Inflorescence terminale (Photo 6).

Elle est endémique provenant de la zone ZD6.



Photo 6: *Coptosperma* sp nov

3. *Distephanus* aff *garnieriana*

Nom vernaculaire : Fotsiavadika

Famille : ASTERACEAE

Arbuste héliophyte colonisant les substrats à cuirasse ferralitique du haut versant Est (pente moyenne=10). Généralement haute de 1 à 6 m et dotée d'un DHP moyen de 1cm, elle conquiert la strate arbustive du fourré azonal d'Ambatovy. Indifférente à la proximité de l'eau de source, elle fleurit en septembre. Elle est dotée de feuilles simples, entières, alternes dont la face inférieure est poilue et la face supérieure noircie en herbier (Photo 7).

Elle est utilisée localement comme infusion.

Elle est endémique aux zones ZD6/3.



Photo 7: *Distephanus* aff *garnieriana*

4. *Eugenia* sp nov 1

Nom vernaculaire : Rotrafotsy

Famille : MYRTACEAE

Arbuste colonisant la cuirasse ferralitique du mi versant Ouest d'une pente moyenne de 30°. Généralement haute de 1 à 4 m. Elle a un Dhp moyen de 2 cm. Bien que dotée d'un système racinaire en serpentaire, elle ne se rencontre que sur un seul habitat à proximité de cours d'eau dans ZD6. Elle est dotée des feuilles simples entières avec un acumen bien distinct (Photo 8).

Elle est endémique provenant aux zones ZD6 / 8-10.



Photo 8: *Eugenia* sp nov 1

5. *Eugenia* sp nov 2

Nom vernaculaire : Rotrafotsy

madinidravina

Famille : MYRTACEAE

Arbuste colonisant la cuirasse ferralitique du mi versant Ouest d'une pente moyenne de 30° du ZD6. Généralement haute de 1 à 4m, elle a une Dhp moyenne de 2 cm. Dotée d'un système racinaire en serpentaire, elle se rencontre indifféremment de la proximité de cours d'eau dans ZD6. Les feuilles sont simples entières, opposées et les jeunes feuilles sont de couleur rouge (Photo 9).

Elle est endémique aux zones ZD6 / 8-10.



Photo 9: *Eugenia* sp nov 2

6. *Microsteira axillaris*

Nom vernaculaire : Vahy

Famille : MALPIGHIACEAE

Liane de la strate moyenne d'une forêt azonale à canopée semi-ouverte d'Ambatovy, indifférente à l'exposition. Dotée d'une racine en serpentaire, elle est indifférente à proximité d'une source d'eau. Certaines fleurissent en septembre. La répartition est très localisée/ restreinte. Les feuilles sont simples, entières, à phyllotaxie opposée (Photo 10).

Cette espèce est endémique aux zones ZD6 / 6, 8,9.



7. *Melicope sp indet*

Famille : RUTACEAE

Arbuste de la strate moyenne d'une canopée semi ouverte sur le sol à cuirasse du mi-versant, dotée d'une pente de 10° à 20°. Elle est indifférente à l'exposition. Haute de 1 à 5 m avec un Dhp moy=2 cm, dotée de racines en serpentaires, elle est indifférente à la proximité de la source. Feuilles composées unifoliollées à phyllotaxie opposée (Photo 11).

Utilisée comme ferment (Betsa, Toaka gasy)

Cette espèce est endémique provenant aux zones ZD6/ 1,3



Photo 11: *Melicope sp indet*

8. *Molinae* sp nov

Famille : SAPINDACEAE

Arbuste colonisant la forêt à canopée ouverte ou semi ouverte du mi-versant de 10° à 20° sur sol à cuirasse ; indifféremment de l'exposition. Généralement haute de 5 m et dotée d'un Dhp moy = 2 – 7 cm, elle fleurit et fructifie en septembre quelque soit la proximité de l'eau. Les feuilles sont composées, paripennées, alternes. (Photo 12).

Elle est endémique aux zones ZD6/1, 3, 5



9. *Ochrocarpos* sp nov

Nom vernaculaire : Bongo fotsy

Famille : CLUSIACEAE

Arbuste monocaule de la strate moyenne d'une forêt à canopée ouverte, colonisant le sol à cuirasse du mi-versant Est sur une pente de 25 à 50°. Haute de 2 à 7 m avec un Dhp moy = 2 – 6 cm ; dotée d'une racine en serpentaire elle est indifférente à la proximité de l'eau. Les feuilles sont simples entières, opposées et sans stipule. L'inflorescence est axillaire et le fruit en baie (Photo 13).

C'est une espèce endémique aux zones ZD6/1-2.



Photo 13: *Ochrocarpos* sp nov

10. *Morinda* sp nov

Nom vernaculaire : Vahy mazana

Famille : RUBIACEAE

Liane de la strate moyenne d'une forêt à canopée ouverte, sur un sol à cuirasse d'un mi-versant d'une pente de 10° à 30°.

Elle est indifférente à l'exposition. Pouvant monter jusqu'à 10 m de haut avec un DHPmoy de 1 - 3 cm, elle est dotée d'une racine en serpentaire. Elle fleurit en septembre. Les feuilles sont simples, opposées, à nervation entière (Photo 14).

C'est une espèce endémique provenant aux ZD6/4, 5, 6, 9.



AMSA, 2008

Photo 14: *Morinda* sp nov

11. *Adenia acuta*

Nom vernaculaire : Vahinantsatsatra

Famille : PASSIFLORACEAE

Herbe grimpante pouvant atteindre jusqu'à 7 m de haut avec un diamètre moins de 1,5 cm. Elle occupe le sol de la cuirasse du mi-versant d'une pente de 10 à 20°. Elle se trouve dans l'exposition Nord et Sud. Le mode d'enracinement est du type serpentaire (Photo15).

Elle est utilisée localement comme corde du zébu.

Elle est endémique provenant aux zones ZD6, PW.



AMSA, 2008

Photo 15: *Adenia acuta*

12. *Cassinopsis* sp nov

Nom vernaculaire : Malemiravina

Famille : ICACINACEAE

Arbuste de la strate inférieure dont la hauteur peut atteindre jusqu'à 5 m. Elle se rencontre dans le versant Est de la forêt d'Antsangimaso sur une pente moyenne de 10°. Son diamètre varie de 1 à 6 cm suivant l'altitude. Elle occupe les substrats pisolithiques. Les feuilles sont simples, opposées à nervation entière (Photo 16).

Cette espèce endémique provient aux zones ZD6, PWL.



Photo 16: *Cassinopsis* sp nov

13. *Croton droguetoides*

Nom vernaculaire : Fotsivadika madinidravina

Famille : EUPHORBIACEAE

Arbuste de taille faible (1à 3m) colonisant les pentes variant de 5 à 20°. Son diamètre ne dépasse pas de 1cm. Elle s'expose de mi-versant. La totalité de cette espèce se trouve sur un sol pisolithique (Photo 17).

C'est une espèce endémique provenant aux ZD6, PWL.

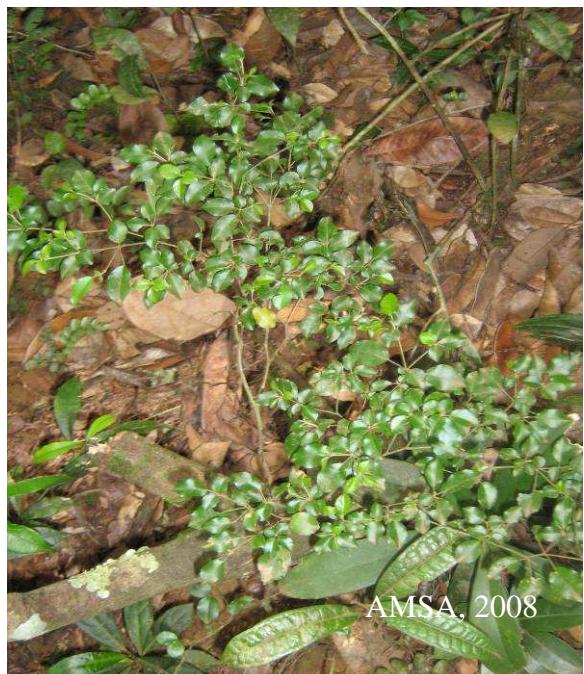


Photo 17: *Croton drogurtoides*

14. *Cryptocarya pervillei*

Nom vernaculaire : Tavolo lavaravina

Famille : LAURACEAE

Arbuste pouvant atteindre jusqu'à 6 m de haut avec un Dhp moyen de 2 cm. Elle colonise la strate moyenne d'une forêt avec une canopée semi-ouverte. Elle a une affinité sur le sol en cuirasse du mi-versant avec une pente de 5 à 15°, indifféremment de l'exposition. Les feuilles sont pédicellées alternes et sans stipule (Photo 18).

Cette espèce est Endémique provenant du PWL, ZD6.



Photo 18: *Cryptocarya pervillei*

15. *Diporidium louvelli*

Nom vernaculaire : Maroando

Famille : OCHNACEAE

Arbuste de la strate inférieure d'une forêt à canopée semi ouverte, colonisant le sol pisolithique du mi-versant Sud sur les pentes de 10° à 20°. La hauteur ne dépasse pas de 2 m tandis que le diamètre est inférieur à 2 cm.

Elle est dotée des feuilles simples dentées et alternes (Photo 19).

Cette espèce endémique provient du ZD6, PWL.



Photo 19: *Diporidium louvelli*

16. *Erythroxylum* sp 9

Nom vernaculaire : Menahihy

Famille : ERYTHROXYLACEAE

Arbuste de taille moyenne (jusqu'à 6 m) occupant le mi-versant Sud de la forêt d'Antsangimaso dont la canopée est semi ouverte. Son diamètre peut atteindre 6 cm. Elle colonise les substrats à cuirasse ferrallitique des pentes faibles (Photo 20).

Cette espèce endémique provient du PWL, ZD6.

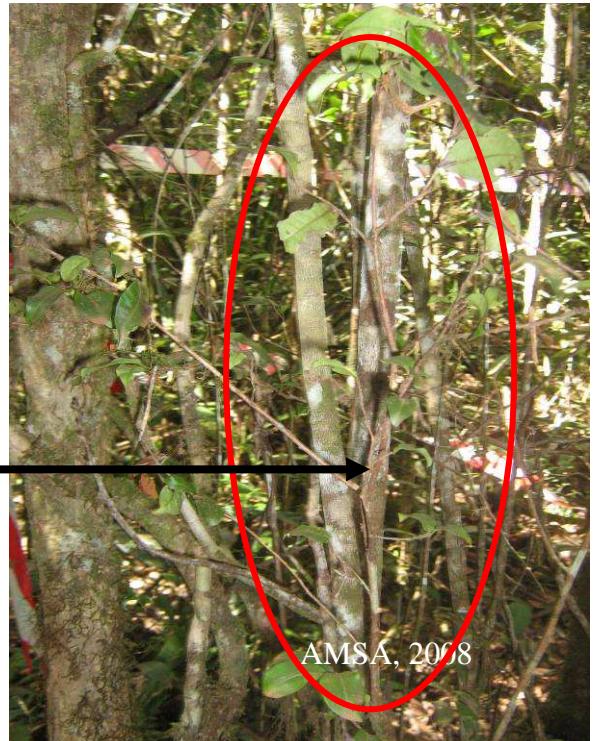


Photo 20: *Erythroxylum* sp 9

17. *Eugenia goaviala*

Nom vernaculaire : Hazompasina

Famille : MYRTACEAE

Arbre toujours vert à parties jeunes couvertes d'un épais tomenteux ferrugineux. Les limbes jeunes sont parsemés densément de petits points rouges. Les fleurs sont solitaires et se trouvent au dessous des pousses de l'année. Elle se rencontre sur une situation topographique mi-versant dont l'exposition est différente. Elle s'installe sur le sol pisolithique avec une pente de 5 à 15° (Photo 21).

Elle est utilisée comme bois de chauffe.

Cette espèce est endémique aux zones ZD6, PWL.



Photo 21: *Eugenia goaviala*

18. *Ludia madagascariensis*

Nom vernaculaire : Lalangiala

Famille : FLACOURTIACEAE

Arbuste de la strate moyenne des forêts à canopée semi-ouverte d'Antsangimaso. Elle est caractérisée par la présence des épines sur la tige et le rameau rougeâtre. Elle atteint 7m de haut avec un diamètre de 1 à 5 cm. Elle occupe des sols pisolithiques des pentes de 5° à 15° quelque soit l'exposition. Les feuilles sont persistantes glabres et coriaces à pétioles très courts et à limbes elliptiques lancéolés. Les fleurs sont axillaires et les fruits des baies rouges sombres (Photo 22).

C'est une espèce endémique provenant du PWL et ZD6.



Photo 22: *Ludia madagascariensis*

19. *Ludia* sp nov 2

Nom vernaculaire : Menavahatra fotsy

Famille : SALICACEAE

Arbuste de la strate moyenne du bas versant à proximité d'une source d'eau. Sa taille peut atteindre 8 m et son Dhp de 3,5 à 9 cm. Elle s'installe sur des sols pisolithiques à pente de 20° quelque soit l'exposition. Les feuilles sont simples, entières, alternes à stipules transformées en épine (Photo 23).

Cette espèce endémique provient de ZD6, PWL.

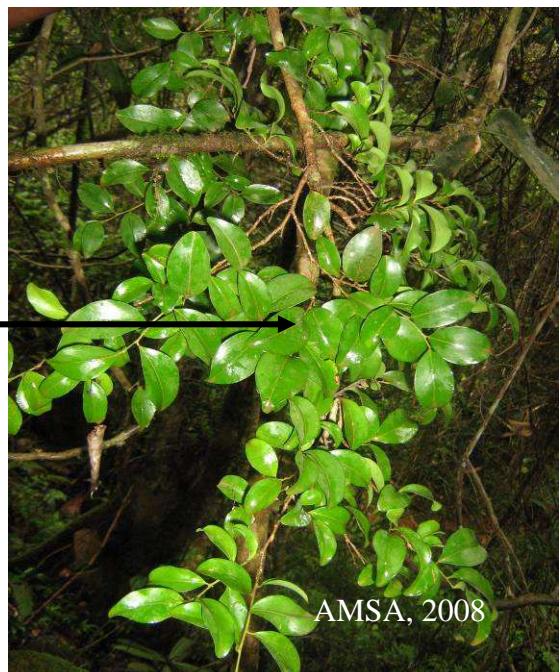


Photo 23: *Ludia* sp nov 2

20. *Medinilla micrantha*

Nom vernaculaire : Takasina

Famille : MELASTOMATACEAE

Plante épiphyte, non tubéreux des troncs ou des grosses branches du sou bois. La taille maximale atteint 1 m de haut et le diamètre de 1cm. Les feuilles sont opposées. Les fleurs s'organisent en cyme axillaire plus ou moins lâches. La floraison se produit entre Septembre - Novembre. Les fruits sont en baie très charnue de couleur rouge. La plante se rencontre sur le mi versant Sud des pentes de 10° à 25° du sol pisolithique (Photo 24).

Cette espèce endémique provient du centre est et ZD6, PWL.



Photo 24: *Medinilla micrantha*

21. *Oncostemum filicinum*

Nom vernaculaire : Hazonto madinika

Famille : MYRSINCEAE

Arbuste toujours vert de la strate inférieure de forêt à canopée semi ouverte. Les feuilles sont pétiolées et entières. L'inflorescence est axillaire. Les fleurs sont pédicellées. Les fruits sont dotés d'endocarpe crustacé. La taille peut atteindre 1,5 m et le diamètre arrive à 2cm. Elle a une affinité sur le sol pisolithique des pentes variant de 5 à 25°. La floraison s'effectue entre Septembre- Novembre.

Elle est en fructification au mois de Décembre. Elle se trouve sur le versant Sud de la forêt d'Antsangimaso (Photo 25)

Son habitat est constitué de forêts à mousses, sur des latérites ou rocallie gneissiques entre 1 000 et 1 800 m d'altitude.

Cette espèce endémique provient de la ZD6, PWL.



Photo 25: *Oncostemum filicinum*

22. *Pentopetia cotoneaster*

Nom vernaculaire : Vahindronono

mamolovolo

Famille : ASCLEPIADACEAE

Herbacée lianescente, fréquente dans versant Est et Ouest sur la situation topographique du mi-versant et proche de la source. Elle grimpe sur des arbres de 4m de haut et son diamètre arrive à 1cm. Elle se rencontre sur des sols ferralitiques rouges de la forêt d'Antsangimaso. Les Feuilles sont simples, entières et présentent un acumen, à phyllotaxie opposée (Photo 26).

Cette espèce endémique provient de PWL, ZD6.



Photo 26: *Pentopetia cotoneaster*

23. *Secamone sp nov 1*

Nom vernaculaire : Vahimatio

Famille : APOCYNACEAE

Plante lianescente. La hauteur pouvant atteindre jusqu'à la couronne végétative de l'arbre hôte. La plante est localisée dans la forêt d'Antsangimaso sur le versant Sud. La plante pousse sur des sols pisolithiques à pente moyenne de 10°. Les feuilles sont simples, entières, opposées. L'inflorescence est axillaire (Photo 27).

La période de floraison est au mois de Novembre- Décembre.

Cette espèce Endémique provient du ZD6, PWL.



Photo 27: *Secamone sp nov 1*

24. *Psychotria taxifolia*

Nom vernaculaire : Amalomanta

Famille : RUBIACEAE

Arbuste de la strate inférieure de forêt à canopée ouverte du mi versant. La hauteur peut atteindre 1m tandis que le diamètre est de 1 cm. Elle pousse sur des sols pisolithiques à pente variant de 5° à 25°. Les feuilles sont simples et opposées. L'inflorescence est axillaire. (Photo 28).

Cette espèce endémique provient du PWL, ZD6.



Photo 28: *Psychotria taxifolia*

25. *Syzygium parkeri*

Nom vernaculaire : Rotra fotsy

Famille : MYRTACEAE

Grand arbre de la strate moyenne de la forêt d'Antsangimaso. Sa taille peut atteindre 9 m de haut tandis que le diamètre est d'environ à 10 cm. La plante est adaptée à différents types des sols sur les pentes de 5° à 20°. Les feuilles sont simples, entières et subopposées. L'inflorescence est terminale, régulièrement ramifié en cyme de corymbe. Les fruits sont des baies charnues, indéhiscentes (Photo 29). Cette espèce endémique provient du ZD6, PWL.



Photo 29: *Syzygium parkeri*

26. *Tricalysia* sp. indet

'*analamazaotrensis*'

Nom vernaculaire : Tsikafekafe

Famille : RUBIACEAE

Arbuste de la strate inférieure colonisant les substrats pisolithiques du mi-versant Est des pentes de 5° à 25° de la forêt d'Antsangimaso. La hauteur atteint 2 m et le diamètre de 2 cm. Les feuilles sont simples, entières stipulées opposées. L'inflorescence est axillaire (Photo 30).

La floraison se produit entre Novembre - Décembre.

Cette espèce endémique provient de ZD6, PWL.



Photo 30: *Tricalysia* sp indet *analamazaotrensis*

II.2. METHODE D'ETUDE

II.2.1. COLLECTES DES DONNÉES : relevé écologique

Vu l'hétérogénéité de la formation végétale d'Ambatovy et dans le but de détecter les paramètres qui contribuent à la distribution des espèces sensibles dans cette formation, la méthode de Quadrat Centré en un Point a été utilisée. Le relevé a donc été fait dans un terroir. Le choix des individus est sélectionné au hasard mais dans différentes formes topographiques. La collecte des données pour l'individu de la même espèce formant un peuplement a été évitée.

II.2.1.1. Principe du QCP (Quadrat Centré en un Point)

Cette méthode consiste à identifier les flores associées à l'espèce cible. La flore associée est constituée par les espèces végétales qui vivent en association avec les espèces cibles. Elle est représentée par les arbres les plus proches de l'espèce cible. Cette méthode est adoptée par BROWER et *al.* en 1994. Elle s'applique sur la zone où l'espèce cible se trouve en abondance.

II.2.1.2. Matérialisation du relevé

Les quadrats ont pour centre un pied adulte de l'espèce cible. Deux lignes perpendiculaires de direction Nord - Sud (N-S) et Est - Ouest (E-W) passant par le centre divisent la zone d'étude en quatre quadrats. Dans chaque quadrat, les espèces ayant un diamètre à hauteur de la poitrine $D_{hp} \geq 10$ cm ou un hauteur totale $H_t \geq 400$ cm se trouvant aux environs de 3 m de l'espèce cible ont été prises comme espèces associées (Figure 2).

Lors des travaux sur terrain, les matériels suivants ont été utilisés pour la réalisation de chaque relevé :

- GPS : pour repérer les coordonnées géographiques des points à visiter,
- un compas forestier pour mesurer les diamètres des arbres
- une chevillère de 50 m,
- une boussole,
- un clisimètre pour la pente,
- un flag pour marquer les arbres mesurés,
- bloc note pour enregistrer les données,

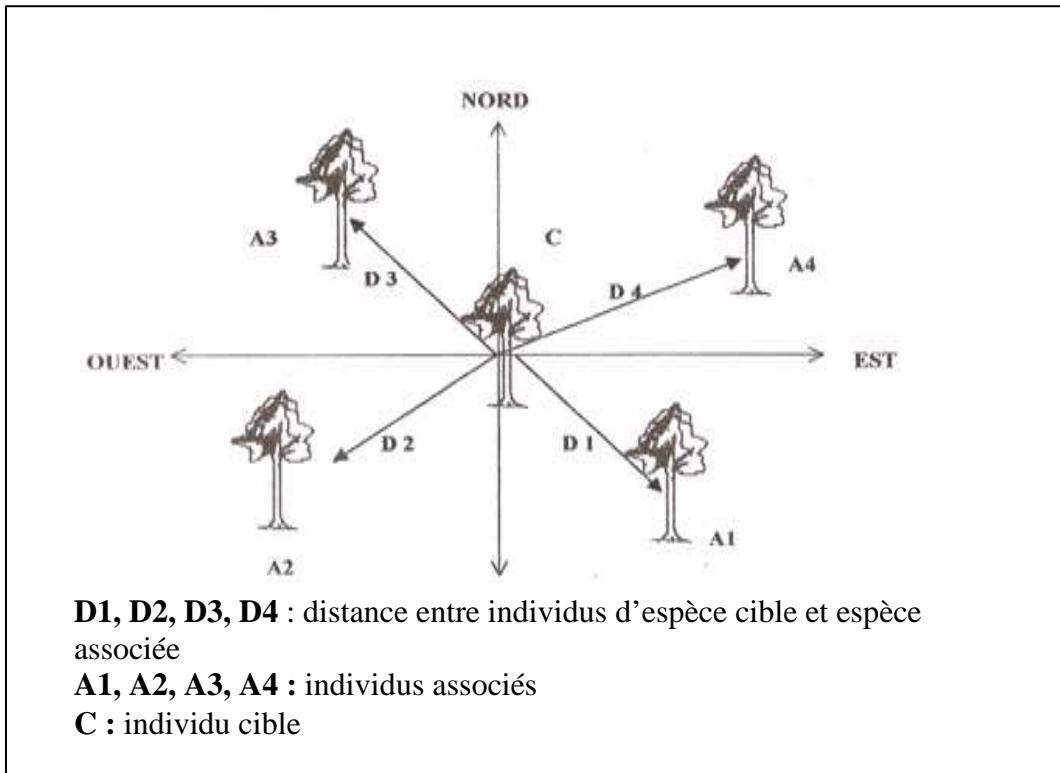


Figure 2: Dispositif du relevé

II.2.1.3. Paramètres à relever

Deux types de paramètres ont été relevés lors de cette étude : paramètres qualitatifs et paramètres quantitatifs.

Les paramètres qualitatifs sont les suivants :

- la nature du milieu édaphique : l'observation se limite à la surface pour voir effectivement comment s'effectue l'enracinement de cette espèce et à quel type de sol on l'y rencontre. L'étude est établie en synchronisant les données bibliographiques et la vérification sur terrain. L'établissement d'une corrélation entre les observations et les données obtenues durant la bibliographie donne le type de sol sur le terrain.
- la phénologie de l'individu. Elle se subdivise en trois états principaux notamment l'état végétatif, la floraison et la fructification.
- Les formes biologiques : il s'agit des catégories morphologiques des plantes définies selon la position des organes de survie à la mauvaise saison (DA LÂGE ET METAILIE, 2000). Les types biologiques que nous avons retenus sont donc :
 - arbre : plante vivace ligneuse et dressée, qui dépasse cinq mètres à l'âge adulte et dont la tige, appelée tronc, est dépourvue de ramification à la base jusqu'à

- une certaine hauteur (DA LÂGE et METAILIE, 2000). La hauteur, à l'âge adulte, de l'arbre considéré dans ce travail est supérieur à 10 m ($H_m > 10$ m) ;
- arbuste : plante vivace, ligneuse et dressée qui ne dépasse pas sept mètres à l'âge adulte et dont la tige est dépourvue de ramification à la base et jusqu'à une certaine hauteur (DA LÂGE et METAILIE, 2000). Pour notre part, on a ramené la hauteur maximale de l'arbuste jusqu'à dix mètres (H_m arbuste ≤ 10 m) pour ne pas laisser une tranche de hauteur vide (de 7 à 10 m) entre ce type biologique et l'arbre ;
 - liane ligneuse, plante vivace ou annuelle à longue tige flexible, ligneuse, qui ne peut s'élever qu'en s'enroulant autour d'un support ou en s'y accrochant (DA LÂGE et METAILIE) ;
 - liane herbeuse, plante vivace ou annuelles à longue tige flexible, herbacée, qui ne peut s'élever qu'en s'enroulant autour d'un support ou en s'y accrochant (DA LÂGE et METAILIE) ;
 - épiphyte, plante non parasite qui se développe sur un support végétal vivant, le plus souvent un ligneux (GODRON et al ; 1983 ; DA LÂGE et METAILIE ; 2000).
- strate d'appartenance : selon METRO 1975, la stratification est la disposition des éléments d'une communauté végétale en étage, une strate correspond aussi au sous-ensemble d'une formation définie par la hauteur sensiblement identique des végétaux qui le constituent (GODRON et al, 1983 ; DA LÂGE et METAILIE, 2000). Concrètement il s'agit d'une série de tranches de hauteurs.
 - situation topographique : haut versant, mi-versant, bas versant
 - exposition : orientation de superficie par rapport aux points cardinaux. Ce paramètre a été repéré à l'aide d'une boussole.
 - ouverture de la formation
 - espèces associées : toutes plantes végétales qui occupent les mêmes espaces que les espèces SOC's ont été recensées.

Les paramètres quantitatifs sont :

- hauteur maximale (H_m) : elle fait ressortir la distance verticale en partant du sol jusqu'à l'extrémité de la cime ;
- les coordonnées géographiques de chaque individu à savoir l'altitude, la longitude et la latitude. Elles ont été obtenues à l'aide d'un Global Positioning System (GPS) ;

- nombre d'individus du peuplement ;
- diamètre maximal ;
- pente : la valeur a été mesurée avec un clisimètre.

Les variables écologiques ont été a priori stockées manuellement dans des fiches de relevé (Annexe IV). Les paramètres sont observés dans chaque individu des espèces.

II.2.2. ANALYSE DES DONNEES

II.2.2.1 Détermination des échantillons

L'identification des plantes a été réalisée sur terrain avec l'aide de notre guide sur terrain. Nous avons pu attribuer à chaque espèce son nom vernaculaire et celles qui ne sont pas connues sur le terrain sont mises en herbier.

La détermination de ces espèces au niveau scientifique a été effectuée ou vérifiée dans l'herbier du jardin botanique de Tsimbazaza (PBZT), en les comparants aux spécimens des herbiers de référence.

II.2.2.2. Flores associées

Une plante peut être considérée comme associée en fonction de sa fréquence. La détermination de ces flores associées est obtenue en se basant sur la formule de GREIG et SMITH (1964). Les espèces relevées sont classées par fréquence selon la formule de GREIG et SMITH.

$$\boxed{\text{FR} (\%) = (\text{Ni}/\text{Nt}) \times 100}$$

Avec FR (%) : Fréquence des taxons

Ni : Nombre d'individu d'un taxon

Nt : Nombre total d'individu

Une fréquence supérieure à 5% pour les espèces et 10% pour les familles signifient qu'elles sont en relation étroite avec l'espèce cible.

II.2.2.3. Détermination des facteurs prépondérants à la distribution des espèces SOC's

Cette méthode a pour but de déterminer les facteurs prépondérants à la distribution des espèces SOC's et de réaliser une représentation graphique simultanée à partir d'un tableau de contingence (Annexe V). Le tableau de contingence est le moyen utilisé pour faire une analyse des relations entre descripteurs non ordonnées, ou entre descripteurs non ordonnés et d'autres variables ordonnées divisées en classe. Ce tableau est aussi la seule façon

permettant de dégager des relations non monotones entre descripteurs ordonnées (LEGENDRE et LEGENDRE, 1979).

a) Information mutuelle

C'est la quantité d'information apportée par l'espèce relativement à un descripteur écologique estimé à partir des profils écologiques (DAGET, 1982). L'application de la notion de l'information mutuelle à l'étude des profils écologiques est indispensable pour la détermination des descripteurs les plus efficaces sur la répartition d'une espèce (DAGET, 1982).

Les informations mutuelles des espèces sont présentées sous forme d'histogramme où les espèces sont portées en abscisse et la valeur d'information mutuelle pour chaque descripteur en ordonné. L'histogramme ainsi obtenu permet de connaître le comportement de l'espèce vis-à-vis des classes de chaque descripteur.

Elle est donnée par la formule suivante :

$$I(L,E) = \sum U(K)/NR \log_2 U(K)/R(K) \times NR/U(E) + \sum V(K)/NR \log_2 V(K)/R(K) \times NR/V(E)$$

Avec $U(K)$: nombre de relevés pour la classe K où l'espèce E est présente

$U(E)$: nombre total de relevés où l'espèce est absente

$V(E)$: nombre total de relevés où l'espèce E est absente

$I(L, E)$: information mutuelle entre l'espèce et le descripteur L

Les données sont traitées automatiquement sur le logiciel ADE₄.

Plus la valeur de l'information mutuelle entre espèce- descripteur $I(L, E)$ est élevée, plus l'espèce est fortement liée à un descripteur considéré (DAGET, 1982).

L'information mutuelle espèce descripteur permet de déterminer quels sont parmi les facteurs analysés, ceux qui jouent un rôle important sur la distribution des espèces, car l'affinité de l'espèce à un facteur est d'autant plus forte que l'information mutuelle est grande.

b) Classification Ascendante Hiérarchique

La Classification Ascendante Hiérarchique a été utilisée pour montrer les interrelations entre les différents relevés effectués. C'est une méthode de classification permettant de constituer des groupes homogènes d'objets sur la base de leur description par un ensemble de variables. La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de dissimilarité.

L'algorithme commence par rassembler les couples d'individus les plus ressemblants, puis à agréger progressivement les autres individus ou groupes d'individus en fonction de leur ressemblance, jusqu'à ce que la totalité des individus ne forme plus qu'un seul groupe. La CAH produit un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus. Ce dendrogramme représente une hiérarchie de partitions, une partition étant obtenue par troncature du dendrogramme à un certain niveau de ressemblance. La partition comporte alors d'autant moins de classes que la troncature s'effectue en haut du dendrogramme (c'est-à-dire vers la racine). A la limite, une troncature effectuée en dessous du premier nœud de l'arbre conduit à ce que chaque classe ne contienne qu'un individu (cette partition est l'assise du dendrogramme), et une troncature effectuée au-delà du niveau de la racine du dendrogramme conduit à une seule classe contenant tous les individus.

c) Analyse Factorielle de Correspondance

L'Analyse Factorielle de Correspondance s'avère plus simple pour montrer la correspondance entre tous les facteurs et la présence des espèces dans un milieu. C'est un type d'analyse canonique bien adapté pour décrire les associations entre deux variables qualitatives (analyse d'un tableau de contingence croisant les modalités des deux variables). De plus, il permet d'étudier la proximité entre les deux nuages de points (colonnes et lignes) et de traiter des variables quantitatives et qualitatives (BENZENCRI, 1973). Il faudrait par la suite chercher la quantification optimale de deux ou plusieurs caractères qualitatifs qui sont les plus corrélés (strate d'appartenance, lumière en canopée, type du sol, proximité en eau, pente, niveau topographique, l'exposition). Chaque descripteur utilisé a été transformé en code alphanumérique pour faciliter le travail. Le code alphanumérique est composé de trois éléments : les premières lettres ou éléments correspondent aux initiales des différents facteurs, les chiffres qui s'ensuivent correspondent aux caractéristiques de ces différents facteurs (Annexe VI).

Dans cette codification résulte un tableau de contingence (espèces/ descripteurs). C'est à partir de ce tableau que le logiciel analyse automatiquement.

La méthode complexe de l'AFC est présentée en Annexe VII.

Troisième partie :



RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III.1. Caractéristiques pédologiques

Quatre types de sol ont été observés et vérifiés sur terrain :

- sol ferralitique rouge/jaune présentant un caractère acide, pauvre en élément nutritifs et à capacité d'échange cationique faible. mais ils disposent d'une caractéristique favorable à la végétation. La texture est équilibrée ce qui explique la porosité élevée, de bon engrangement et la cohésion faible (RAMANANTSARA, 2008). Ce type de sol est caractérisé par un horizon A₁ de couleur rouge.
- sol pisolitique caractérisé par la couleur brun foncé
- sol à carapace ferralitique de couleur brun jaunâtre foncé
- sol organique

Tous ces types de sol sont marqués par une litière (horizon A₀₀) composée de feuilles mortes et de fruits tombés des arbres.

III.2. Flores associées aux espèces cibles (SOC's)

La méthode de Quadrat Centré en un Point (QCP) de BROWER et al (1990) a été adoptée pour étudier la flore associée à chaque espèce. Les arbres à Dhp \geq 10 cm ont été pris en compte. Les arbres associés ont en général un Dhp \geq 10 cm mais dans certains cas, des Dhp \leq 10 cm ont été pris pour représenter la flore associée à cause de la rareté des grands arbres. On a rappelé que les espèces proches de l'espèce cible considérée, à Dhp \leq 10 cm dans le quadrat dont la fréquence d'association est \geq 5% pour l'espèce et \geq 10% pour la famille sont considérées comme flore associée aux espèces cibles.

Les taxons les plus étroitement liés aux espèces SOC's ont été déterminés par la formule de Smith (1964) basée sur l'interprétation de RATOVOSON (2000). Les fréquences des taxons sont figurées dans l'Annexe VIII

- *Adenia acuta*

Pour *Adenia acuta*, 15 espèces sont associées. *Amyreya humberti* et *Blotia oblongifolia* présentent les grandes affinités, soit 11% du nombre total des individus associés. Les autres ne représentent que de 5% chacune du nombre total des individus associés.

Les familles associées à cette espèce sont EUPHORBIACEAE (26%) et LAURACEAE (10,50%).

- ***Cassinopsis* sp nov**

Les espèces *Erythroxylum ampullaceum* (11,11%), *Beilschmiedia madagascariensis* (11,11%) sont les plus associées à *Cassinopsis* sp nov.

Les familles les mieux représentées sont celles ERYTHROXYLACEAE (11%), RUBIACEAE (11%), et LAURACEAE (11%).

- ***Clerodendrum* sp indet**

Il y a 13 espèces qui sont associées à *Clerodendrum* sp indet notamment *Asteropeia micraster*, *Dracaena reflex*, *Uapaca bojeri*, *Weinmania rutembergii* sont des espèces les plus associées avec une fréquence de 11,76% chacune.

Les familles ASTEROPEIACEAE (11,7%), AGAVACEAE (11,7%), LAURACEAE (19%), EUPHORBIACEAE (11,7%), CUNONIACEAE (11,7%) sont en association avec *Clerodendrum* sp indet.

- ***Coptosperma* sp nov**

Les 5 espèces associées à *Coptosperma* sp nov ont la même valeur soit 7,69% chacune. Ce sont les espèces *Beilschmiedia oppositifolia*, *Canthium bosseri*, *Gaertnera macrostipula*, *Rhodolaena bakeriana*, *Uapaca bojeri*.

Les familles associées à cette espèce sont : RUBIACEAE (15%), EUPHORBIACEAE (27%).

- ***Croton droguetoides***

15 espèces sont associées à *Croton droguetoides* et la plus associée est *Erythroxylum ampullaceum* avec une fréquence de 12,50% du nombre total des individus associées.

Les familles les mieux représentées sont celles EUPHORBIACEAE (15%), ERYTHROXYLACEAE (12,5%), LAURACEAE (12,5%), LAURACEAE (10%).

- ***Cryptocarya pervillei***

L'espèce *Erythroxylum ampullaceum* présente une grande affinité (15%) du nombre total des individus associés ; ensuite *Polyalthia emarginata* et *Xylopia danguyella* (10%), et les restes représentant chacune 5%. Les familles qui vivent en association avec *Cryptocarya pervillei* sont : ERYTHROXYLACEAE (15%), RUBIACEAE (15%), EUPHORBIACEAE (15%), RHIZOPHORACEAE (10%), LAURACEAE (15,7%).

- ***Diporidium louvelii***

Les espèces *Blotia oblongifolia*, *Canthium bosseri*, *Erythroxylum ampullaceum*, *Cryptocarya fulva* sont les plus associées à *Diporidium louvelii*.

Les familles associées à cette espèce sont : EUPHORBIACEAE (21,05%), ERYTHROXYLACEAE (10,5%) et MALPIGHIACEAE (15,38%).

- ***Distephanus aff. garnieriana***

8 espèces sont associées à *Distephanus aff. garnieriana*. L'espèce *Phillipia* sp présente une grande affinité 23,08% à cette espèce, puis *Acridocarpus vivi*, *Tina striata* et *Weinmania rutembergii* avec 15,38% de fréquence. Les familles les mieux représentées sont : CUNONIACEAE (15,38%), ARALIACEAE (23,07%) et SAPINDACEAE (15,38%).

- ***Erythroxylum* sp. nov. 9**

L'espèce *Blotia oblongifolia* est la plus associée à *Erythroxylum* sp. nov. 9 sa fréquence est de 9,52%, tandis que les autres ne représentent que de 5%. La seule famille en association avec cette espèce est la famille des EUPHORBIACEAE (25%).

- ***Eugenia goaviala***

L'espèce *Amyrea humberti* (18,75%) est la plus associée à *Eugenia goaviala*, puis *Grewia repanda* (12,5%) et *Ocotea laevis* (12,5%).

Les familles qui vivent en association avec l'espèce *Eugenia goaviala* sont les familles des EUPHORBIACEAE (25%), MALVACEAE (12,5%) et LAURACEAE (25%).

- ***Eugenia* sp. nov. 1**

Blotia oblongifolia et *Pachytrophe dimepate* sont des espèces les plus associées à *Eugenia* sp. nov. 1.

Pour les familles associées ce sont LOGANIACEAE (10%) et LAURACEAE (20%).

- ***Eugenia* sp. nov. 2**

Les espèces *Anthocleista madagascariensis*, *Apodocephala pauciflora*, et *Syzygium* sp-4 sont les espèces le plus associées à *Eugenia* sp. nov. 2.

Les familles associées à cette espèce sont ASTERACEAE (10%), MYRTACEAE (20%).

- ***Ludia madagascariensis***

Les espèces associées à cette espèce sont au nombre de 16 et que c'est *Beilschmiedia madagascariensis* (11,76%) qui présente une forte association avec *Ludia madagascariensis*.

Parmi les familles ce n'est que la famille des FABACEAE (15,78%) ainsi que les LAURACEAE (35,29%) qui sont associées à cette espèce.

- ***Ludia* sp. nov. 2**

Ocotea laevis (15,79 %) est la plus associée à *Ludia* sp. nov. 2 puis *Albizia gummifera*, *Macaranga alnifolia* et *Scolopia madagascariensis* qui ont une fréquence d'association de 10,52 % chacune.

Trois familles sont associées à *Ludia* sp. nov. 2 : LAURACEAE (21,05%) EUPHORBIACEAE (15,78%), FLACOURTIACEAE (10,52%).

- ***Medinella micrantha***

Blotia oblongifolia (10, 5%), *Protorhus louvelii* (10,5%), *Erythroxylum ampullaceum* (10, 5%) sont des espèces les plus associées à *Medinella micrantha* et les familles sont ERYTHROXYLACEAE (10,52%), LAURACEAE (15,78%), EUPHORBIACEAE (10,52%) et RUBIACEAE (10,52%).

- ***Melicope* sp. Indet**

Asteropeia micraster, *Weinmania rutembergii* sont les plus associées à *Melicope* sp. Indet puis *Faucherea thouvenotii* et *Tina striata*.

Les familles associées à cette espèce sont ARALIACEAE (23,52%), CUNONIACEAE (17,64%) SAPINDACEAE (11,76%).

- ***Microsteira axillaris***

Elle est en général diversifiée. L'espèce *Syzygium bernieri* (11,76%) présente une grande affinité à cette espèce. Les familles des EUPHORBIACEAE (11,76%) LAURACEAE (17,64%) MYRTACEAE (11,76%) constituent les familles associées au *Microsteira axillaris*.

- ***Molinae* sp. nov.**

Les espèces *Asteropea multiflora*, *Xylopia danguyella* sont des espèces les plus associées à *Molinae* sp. nov. La seule famille qui est en association avec cette espèce est la famille d'ASTERACEAE présentant une fréquence de 12,5%.

- ***Morinda* sp. nov**

Les espèces en association avec *Morinda* sp. nov sont : *Apodocephala pauciflora*, *Dracaena longipedicelata*, *Grewia repanda* dont la fréquence est de 12,5%.

D'autre part les familles les mieux représentées sont LAURACEAE (18,75%), AGAVACEAE (18,75%), MALVACEAE (12,5%).

- ***Ochrocarpos* sp. nov. A**

Les espèces sont en général diversifiées. Les espèces dominantes sont *Weinmania rutembergii* (21,05 %), *Rhus taratana* (10,52%) et *Schefflera repanda* (15,79%).

Les familles associées sont CUNONIACEAE (21,05%), ASTERACEAE (10,52%), ARALIACEAE (15,78%), ANACARDIACEAE (10,52%).

- ***Oncostemum filicinum***

Blotia oblongifolia et *Chrysophyllum boivinianum* sont des espèces les plus associées à l'espèce *Oncostemum filicinum*.

Les familles associées sont celle des SAPOTACEAE (12,5%) et EUPHORBIACEAE (12,5%).

- ***Pentopetia cotoneaster***

Cryptocarya fulva est la plus associée à *Pentopetia cotoneaster* puis *Blotia oblongifolia*, *Craterispermum laurianum*, *Dypsis hildebrandtii*, *Protorhus louvelii*, et *Syzygium bernieri*.

MYRTACEAE (10%), EUPHORBIACEAE (15%), ANACARDIACEAE (10%), ARECACEAE (10%), LAURACEAE (20%), RUBIACEAE (20%) constituent les familles associées à *Pentopetia cotoneaster*.

- ***Psychotria taxifolia***

Elle est très diversifiée en général. Les 16 espèces associées ont la même fréquence 6,25%. Les espèces *Allophylus arborescence*, *Bathiorhamnus louvelii*, *Beilschmiedia madagascariensis*, *Blotia oblongifoli*, *Breonia madagascariensis*, *Cryptocarya helicina* ont une relation étroite à *Psychotria taxifolia*

Les familles des LAURACEAE (25%) et RUBIACEAE (12,5%) présentent une grande affinité à cette espèce.

- ***Secamone sp. nov. 1***

Pauridiantha lyallii a une fréquence élevée (23,08%) ce qui signifie qu'elle est la plus associée à *Secamone sp. nov. 1* ainsi que *Diospyros gracilipes* (15,38%).

Les familles associées à cette espèce sont EUPHORBIACEAE (15,38%), RUBIACEAE (23,07%), EBENACEAE (15,38%).

- ***Syzygium parkeri***

Asteropeia micraster, *Blotia oblongifolia*, *Ocotea laevis* sont des espèces le plus associées à *Syzygium parkeri*.

Tandis que les familles associées sont ASTEROPEACEAE (15,78%), LAURACEAE (10, 5%), EUPHORBIACEAE (10, 52%), ERYTHROXYLACEAE (10, 52%) et SARCOLAENACEAE (10, 52%).

- ***Tricalysia sp. indet. 'analamazaotrensis'***

Cryptocarya fulva 18,75% est l'espèce présentant une grande affinité pour *Tricalysia sp. indet. 'Analamazaotrensis'*. Les familles associées sont EUPHORBIACEAE (12,5%), LAURACEAE (37,5%).

III.3. Détermination des facteurs prépondérant à la distribution des espèces SOC's

III.3.1. Profil écologique

Pour évaluer l'efficacité des descripteurs sur la distribution des espèces SOC's l'information mutuelle est utilisée (voir Annexe IX).

- ✓ **Influence du facteur strate d'appartenance sur la répartition des espèces**

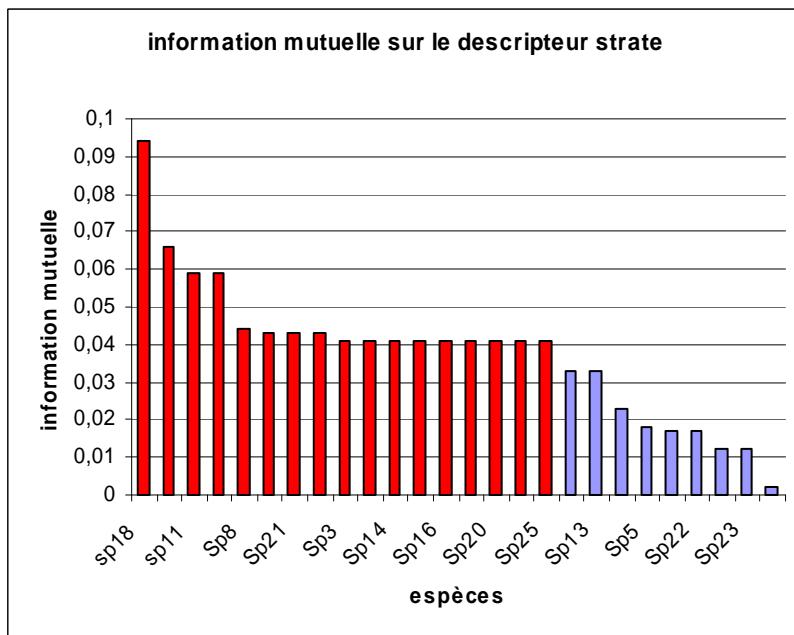


Figure 3: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur strate

Selon l'histogramme obtenu dans la Figure 3, le facteur strate d'appartenance peut influencer la distribution des espèces *Molinae* sp. nov. (sp18), *Eugenia* sp. nov. 1 (sp11), *Cryptocarya pervillei* (sp 6), *Microsteira axillaris* (sp17), *Distephanus aff. garnieriana* (sp 8). Elles ont une information mutuelle supérieure à 0.05.

✓ Influence de facteur topographie sur la répartition des espèces

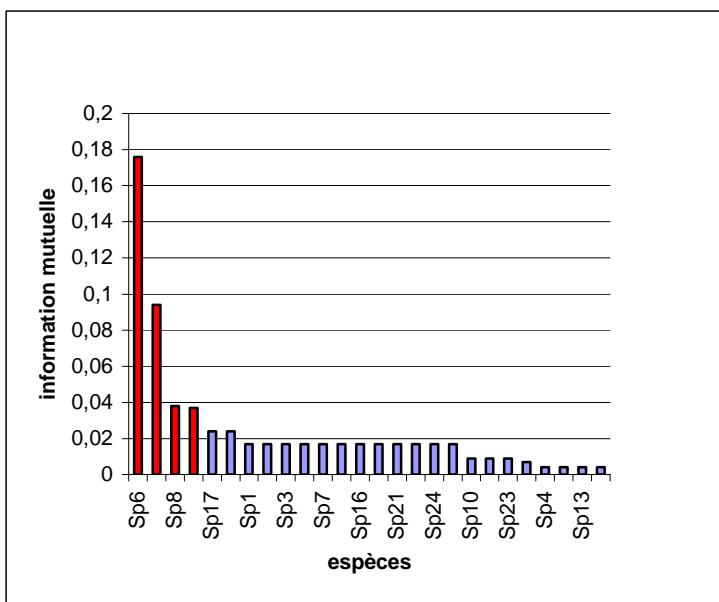


Figure 4: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur topographie

Sur la Figure 4, *Cryptocarya perville* (sp6) et *Syzygium parkeri* (sp25) sont des espèces caractéristiques sur la position topographique. La valeur d'information mutuelle est très élevée par rapport à la moyenne 0,024 de ces 26 espèces.

✓ Influence de facteur exposition sur la répartition des espèces

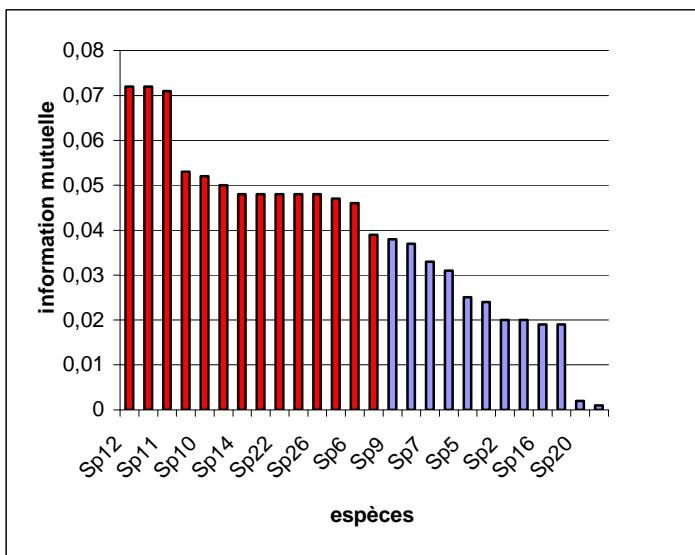


Figure 5: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur exposition

Eugenia sp. nov. 2 (sp12), *Morinda* sp. nov .(sp19) et *Eugenia* sp. nov. 1 (sp 11) sont des espèces caractéristiques de l'exposition.

Influence du facteur pente sur la répartition des espèces

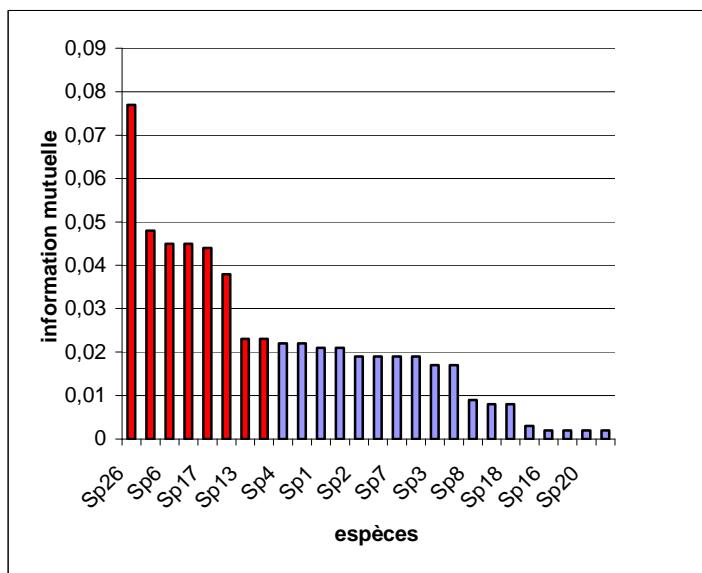


Figure 6: Information des espèces vis à vis du descripteur pente

D'après l'histogramme de la figure 6, *Tricalysia* sp. indet. '*Analamazaotrensis*' (sp 26), *Eugenia* sp. nov. 1 (sp11), *Cryptocarya pervillei* (sp 6), *Erythroxylum* sp. nov. 9 (sp 9) et *Microsteira axillaries* (sp 17) ont plus d'affinité avec le descripteur pente. La valeur de l'information mutuelle est supérieure à la moyenne de 26 espèces. Ces espèces exigent le facteur pente pour la distribution.

Influence du facteur proximité en eau sur la répartition des espèces

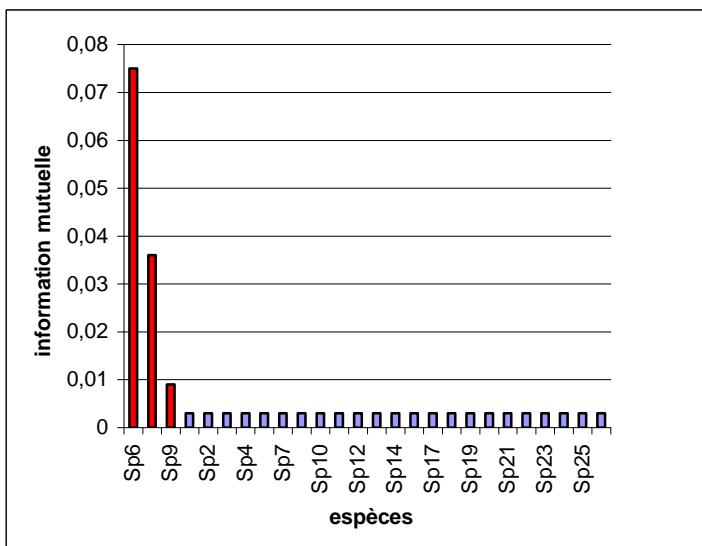


Figure 7: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur proximité en eau

Selon la proximité en source d'eau, six espèces exigent sa présence notamment *Cryptocarya pervillei* (sp6) *Medinella micrantha* (sp15). L'information mutuelle est très élevée si la moyenne n'est que de 0,007.

✓ **Influence du facteur type de sol sur la répartition des espèces**

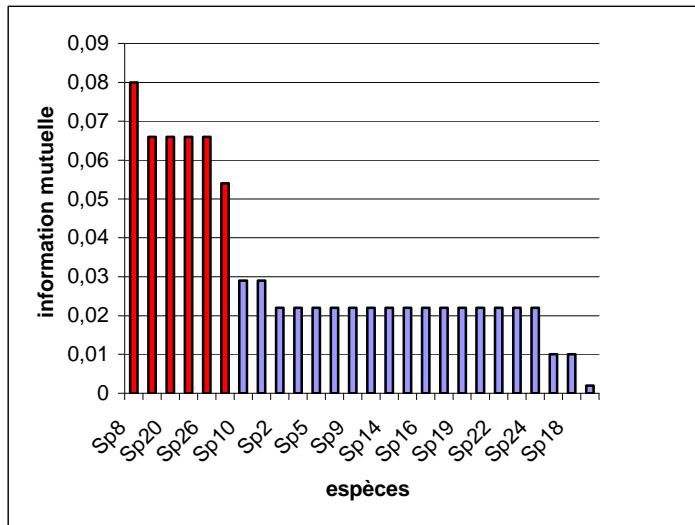


Figure 8: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur type du sol

Le facteur sol a une grande importance sur la distribution des espèces SOC's. Sur la Figure 8, *Distephanus aff. Garnieriana* (sp8), *Eugenia* sp. nov. 1(sp11), *Ochrocarpos* sp. nov. A (sp20), *Syzygium parkeri* (sp25), *Tricalysia* sp.indet. ‘*Analamazaotrensis*’ (sp26) sont caractéristiques d'un sol cuirasse tandis que *Diporidium louvelii* (sp7) se trouve dans d'autres types de sol.

✓ **Influence du facteur lumière en canopée sur la répartition des espèces**

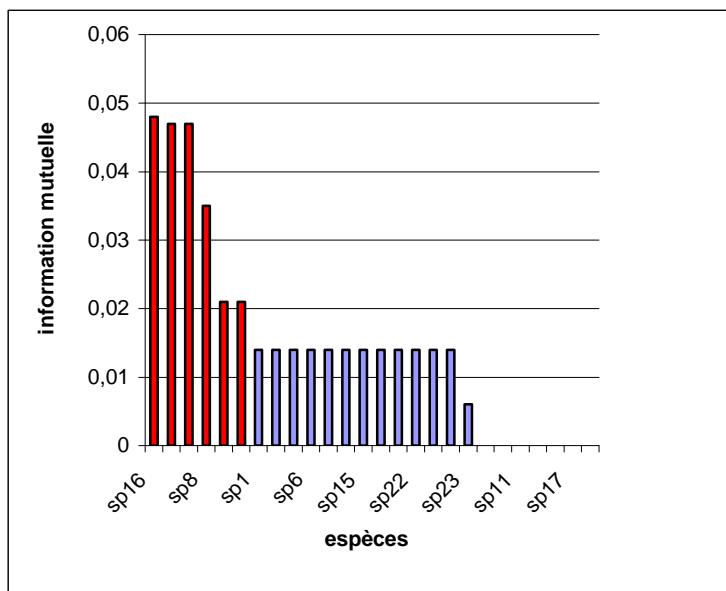


Figure 9: Information mutuelle des espèces vis à vis du descripteur lumière en canopée

Dans cette Figure 9, les espèces de *Melicope* sp indet, *Ochrocarpos* sp nov A, et *Syzygium parkeri* sont caractéristiques du facteur lumière en canopée. C'est l'espèce

Melicope sp indet qui a une affinité sur la végétation semi ouverte tandis qu'*Ochrocarpos* sp nov A, *Syzygium parkeri* se trouvent dans une végétation ouverte.

Le profil écologique de chaque espèce est indiqué dans le Tableau VI suivant, il montre les exigences écologiques de chaque espèce en fonction des différents facteurs.

D'après ce tableau :

- sur le descripteur « strate », les espèces SOC's se repartissent dans le trois strates différents ce qui vérifie la diversité des espèces en forme biologique.
- sur le descripteur « topographie » les espèces SOC's se rencontrent sur les deux versants (mi-versant et haut versant) à l'exception de l'espèce *Cryptocarya pervillei* et *Medinella micrantha*.
- Suivant l'exposition au soleil, les espèces SOC's occupent les quatre points cardinaux (Est, Ouest, Nord, Sud).
- Sur le descripteur « pente », les espèces SOC's tolèrent les différentes formes de pentes.
- A propos du type du sol c'est le sol organique que l'espèce préfère le plus pourtant les espèces *Distephanus aff garnieriana*, *Eugenia* sp nov1, *Ochrocarpos* sp nov, *Syzygium parkeri*, *Tricalysia* sp indet *analamazaotrensis* se développent sur les sols à cuirasse. Toutes les espèces SOC's à part les espèces de *Cryptocarya pervillei*, *Erythroxylum* sp 9, *Medinella micrantha* n'exigent pas la présence de l'eau pour se développer.

Tableau V: Profil écologique de chaque espèce SOC's

Espèces	Strate d'appartenance	Topo	Exposition	Pente	Sol	Proximité en eau	Lumière en canopée	Espèces associées
<i>Adenia acuta</i>	Strate 1	mi-versant	Nord, Sud	moyenne à forte	cuirasse, organique	non	semi-ouverte	<i>Amyrea humberti, Blotia oblongifolia</i>
<i>Clerodendrum</i> sp indet	Strate 1	mi-versant	Ouest, Nord, Sud	moyenne à forte	organique	non	semi-ouverte	<i>Asteropeia micraster</i> <i>Dracaena reflexa, Uapaca bojeri</i> <i>Weinmania rutembergii</i>
<i>Coptosperma</i> sp	Strate 2	mi-versant à haut versant	Est, ouest	faible à moyenne	cuirasse, organique	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Beilschmiedia oppositifolia, Canthium bosseri, Gaertera macrostipula</i> <i>Rhodolaena bakeriana, Uapaca bojeri</i>
<i>Distephanus aff garnieriana</i>	Strate 2	mi-versant à haut versant	très reparti	très reparti	cuirasse	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Acridocarpus vivi, Tina striata, Phillipia</i> sp <i>Weinmania rutembergii</i>
<i>Eugenia</i> sp nov1	Strate 3	mi-versant à haut versant	Est, Ouest	faible, forte	cuirasse	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Blotia oblongifolia, Ocotea laevis</i>
<i>Eugenia</i> sp nov2	Strate 1	mi-versant	Est	faible à moyenne	organique	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Anthocleista madagascariensis, Syzygium</i> sp-4

Tableau V(suite)

Espèces	Strate d'appartenance	Topo	Exposition	Pente	Sol	Proximité en eau	Lumière en canopée	Espèces associées
<i>Microsteira axillaris</i>	Strate 3	mi-versant à haut versant	Sud	moyenne	organique	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Anthocleista madagascariensis, Syzygium sp-4 , Syzygium bernieri,, Beilschmiedia madagascariensis, Blotia oblongifolia Allophylus arborescence</i>
<i>Melicope</i> sp indet	Strate 1	mi-versant	Ouest, Nord, Sud	très reparti	organique	non	semi-ouverte à fermée	<i>Asteropea multiflora, Xylopia danguyella, Weinmania rutembergii, Tina striata, Schefflera repanda, Faucherea thouvenotii,</i>
<i>Molinae</i> sp nov	Strate 3	mi-versant	Est, Sud	très reparti	cuirasse, organique	non	semi-ouverte	<i>Asteropea multiflora, Xylopia danguyella</i>
<i>Ochrocarpos</i> sp nov	Strate 1	mi-versant à haut versant	très diversifié	très reparti	cuirasse	non	semi-ouverte à fermée	<i>Rhus taratana, Schefflera repanda, Weinmania rutembergii</i>
<i>Morinda</i> sp nov	Strate 1	mi-versant à haut versant	Est	très reparti	organique	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Grewia repanda, Apodocephala pauciflora, Dracaena longipedicelata</i>
<i>Cassinopsis</i> sp nov	Strate 2	mi-versant	Est, Ouest, Nord	faible à moyenne	organique	non	semi-ouverte	<i>Erythroxylum ampullaceum 11,11%</i>

Tableau V suite

Espèces	Strate d'appartenance	Topo	Exposition	Pente	Sol	Proximité en eau	Lumière en canopée	Espèces associées
<i>Croton droguetoides</i>	Strate 1 à strate 2	mi-versant	Est, Nord, Sud	faible à moyenne	organique	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Bathiorhamnus louvelii</i> , <i>Beilschmeidia oppositifolia</i> , <i>Beilschmiedia madagascariensis</i> , <i>Blotia oblongifolia Canarium madagascariensis</i>
<i>Cryptocarya pervillei</i>	Strate 2	bas-versant	Est, Ouest, Nord	faible, forte	organique	diversifié	semi-ouverte	<i>Xylopia danguyella</i> , <i>Polyalthia emarginata</i>
<i>Diporidium louvellei</i>	Strate 1	mi-versant	Nord, Sud	faible à moyenne	argileux, organique	non	semi-ouverte	<i>Blotia oblongifolia</i> , <i>Canthium bossieri</i> , <i>Cryptocarya fulva</i>
<i>Erythroxylum sp 9</i>	strate 2 à strate 3	dans trois topo	Ouest Nord, Sud	faible, forte	organique	diversifié	ouverte, semi-ouverte	<i>Blotia oblongifolia</i> , <i>Cryptocarya pervillei</i> , <i>Faucherea thouvenotii</i> , <i>Sympomia verucosa</i>
<i>Eugenia goaviala</i>	Strate 3	mi-versant à haut versant	Nord, Sud	moyenne à forte	cuirasse, organique	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Amyreya humberti</i> , <i>Grewia repanda</i> , <i>Ocotea laevis</i>
<i>Ludia madagascariensis</i>	Strate 1 à strate 2	mi-versant à haut versant	Ouest Sud	moyenne à forte	cuirasse, organique	non	semi-ouverte	<i>Beilschmiedia madagascariensis</i> , <i>Cryptocarya sp</i> , <i>Suregada boiviniana</i> , <i>Bathiorhamnus louvelii</i>

Tableau V suite

Espèces	Strate d'appartenance	Topo	Exposition	Pente	Sol	Proximité en eau	Lumière en canopée	Espèces associées
<i>Ludia</i> sp nov2	Strate 1	mi-versant à haut versant	Sud	très reparti	organique	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Albizia gummifera, Macaranga alnifolia, Ocotea laevis</i>
<i>Medinella micrantha</i>	Strate 1	bas-versant à mi-versant	Est, Ouest	moyenne à forte	organique	diversifié	semi-ouverte	<i>Blotia oblongifolia, Erythroxylum ampullaceum, Protorhus louvelii</i>
<i>Oncostemum filicinum</i>	Strate 2 à strate 3	mi-versant	Est, Sud	moyenne à forte	organique	non	semi-ouverte	<i>Blotia oblongifolia, Ocotea laevis, Scolopia madagascariensis, Chrysophyllum boivinianum</i>
<i>Pentopetia cotoneaster</i>	strate 1 à strate 2	mi-versant	Sud	très reparti	organique	non	semi-ouverte	<i>Blotia oblongifolia, Craterispermum laurianum, Cryptocarya fulva, Dypsis hildebrandtii, Protorhus louvelii, Syzygium bernieri</i>
<i>Secamone</i> sp nov1	Strate 1	mi-versant	Sud	moyenne à forte	organique	non	semi-ouverte	<i>Diospyros gracilipes, Pauridiantha lyallii</i>
<i>Psychotia taxifolia</i>	Strate 1 à strate 3	mi-versant à haut versant	Sud, Est	faible à moyenne	organique	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Syzygium sp-3, Allophylus arborescence, Breonia mad/sis, Erythroxylum ampullaceum, Homalium humblotii</i>
<i>Syzygium parkeri</i>	Strate 1	haut versant	Est, Ouest, Sud	très reparti	cuirasse	non	ouverte, semi-ouverte	<i>Asteropeia micraster, Blotia oblongifolia, Ocotea laevis</i>
<i>Tricalysia</i> sp indet <i>analamazaotrensis</i>	Strate 2	mi-versant	Sud	faible	cuirasse	non	semi-ouverte	<i>Beilschmedia sary, Beilschmiedia mad/sis, Cryptocarya fulva.</i>

III.3.2. Relation entre espèces et paramètres écologiques

Dans le but de caractériser les groupes des espèces SOC's issus de l'Analyse Hiérarchique Ascendante ou CAH en fonction des paramètres écologiques, plusieurs variables ont fait l'objet d'une Analyse Factorielle des Correspondances. Ces variables sont la strate d'appartenance, le niveau topographique, l'exposition, la pente, le type du sol, la proximité en eau et la lumière en canopée. Les facteurs prépondérants à la distribution des espèces sensibles sont déterminés par l' Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) en utilisant CAH. Les données brutes obtenues lors du travail ont été présentées dans le tableau de contingence. Ce tableau une fois traité avec le logiciel XLSTAT, permet de donner la relation entre les facteurs écologique considérés et les espèces SOC's qui y vivent dans un habitat et aussi de connaître les facteurs prépondérants à leur installation dans un type d'habitat donné. Après traitement, on obtient des graphes (Figure 11 et Figure12) qui montrent les affinités entre les espèces et les facteurs écologiques, et un dendrogramme (Figure 10) qui montre les groupes des espèces ayant les caractéristiques similaires.

Quatre groupes ont été mis en évidence

Groupe 1 : correspondant aux espèces *Cryptocarya pervillei* (sp6), *Medinella micrantha* (sp15). Sur les espèces les facteurs prépondérants à l'installation se présentent comme suit :

La position topographique est du bas au mi versant dans des pentes différentes selon les différentes expositions en lumière. La proximité en source et la formation de la canopée semi ouverte de la forêt entraîne le développement des matières organiques ce qui signifie la formation d'un sol organique.

Groupe 2 : formant les espèces *Adenia acuta* (sp1), *Cassinopsis* sp. nov.(sp 2), *Clerodendrum* sp. indet (sp3), *Coptosperma* sp. nov.(sp 4), *Croton droguetioides* (sp5), *Diporidium louvelii* (sp7), *Eugenia* sp. nov. 2 (sp12), *Ludia* sp. nov. 2 (sp14), *Pentopetia cotoneaster* (sp 22) *Psychotria taxifolia* (sp 23), *Secamone* sp. nov. 1(sp 24), *Melicope* sp. indet. (sp16), *Morinda* sp. nov. (sp19).

Ce sont les espèces qui se développent dans différents types de sols, elles ont une préférence sur les trois strates, elles se rencontrent dans tous les niveaux topographiques sauf au bas versant à proximité en source.

Groupe 3 : formé par les espèces *Distephanus aff. garnieriana* (sp8), *Ochrocarpos* sp. nov. A (sp 20), *Syzygium parkeri* (sp 25). Elles sont observées sur des sols à cuirasse du mi versant ou de haut versant quelque soit l'exposition au soleil. La caractéristique des sols en cuirasse empêche la régénération des autres espèces ce qui induit l'ouverture de la formation.

Groupe 4 : caractérisé par les espèces *Erythroxylum* sp. nov. 9 (sp 9), *Eugenia goaviala* (sp10), *Eugenia* sp. nov. 1 (sp 11), *Ludia madagascariensis* (sp13), *Microsteira axillaris* (sp17), *Molinae* sp. nov. (sp18) *Oncostemum filicinum* (sp 21), *Tricalysia* sp. indet. '*analamazaotrensis*' (sp 26).

Elles se développent dans différents types de sols soit cuirasse ou organique. Elles se trouvent dans l'exposition Est et Sud. La proximité en source n'est pas exigée pour ces espèces. Elles se rencontrent sur des sols des pentes différentes. Les espèces ont une préférence de la strate supérieure.

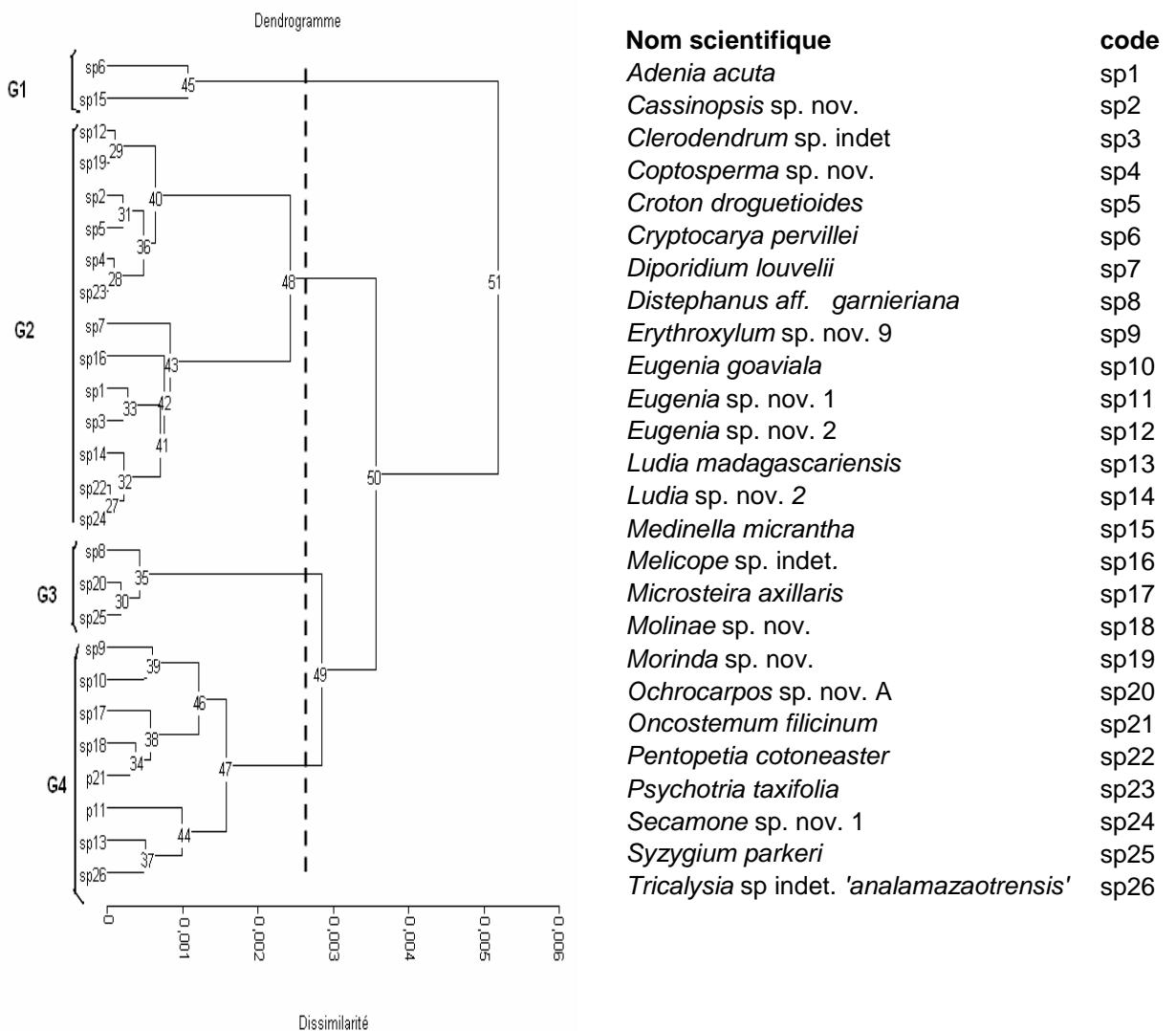


Figure 10: Diagramme d'agrégat des 26 espèces SOC's en fonction de leur similarité

La combinaison des descripteurs est représentée graphiquement sur la Figure 11. La contribution de chaque descripteur à la formation des axes principaux F1 et F3 du plan factoriel est figurée dans le Tableau VII.

Tableau VI: Contribution des descripteurs à la formation des axes

	F1	F3
ST1	0,218	15,8
ST2	1,397	1,162
ST3	0,566	23,84
total ST	2,18	40,8
TP1	35,34	0,496
TP2	0,275	2,645
TP3	5,217	7,565
Total TP	40,82	10,7
PE1	0,943	0,932
PE2	0,828	1,659
PE3	4,367	0,51
Total PE	6,13	3,1
EX1	0,078	16,78
EX2	5,437	0,012
EX3	0,171	0,313
EX4	2,042	9,541
Total EX	7,72	26,64
PS1	22,08	0,442
PS2	1,06	0,021
Total PS	23,13	0,46
SO1	9,428	1,587
SO2	0,017	0,032
SO3	4,401	0,764
Total SO	13,84	2,38
LC1	4,877	12,6
LC2	1,252	3,293
LC3	0,015	6E-04
Total LC	6,14	15,88

Legendes	
Strate	Strate1 :ST1 Strate2 :ST2 Strata3 :ST3
Topo	Bas versant : TP1 Mi versant : TP2 Haut versant : TP3
Pente	Faible inférieure 5°: PE1 Moyenne 5° à 15°: PE2 Forte supérieure à 15°: PE3
Exposition	Est : EX1 Ouest : EX2 Nord : EX3 Sud : EX4
Proximité en source	Oui : PS1 Non : PS2
Lumière en canopée	Ouverte : LC1 Semi ouverte : LC2 Fermé : LC3
Sol	Cuirasse : SO1 Ferralitique: SO2 Organique : SO3

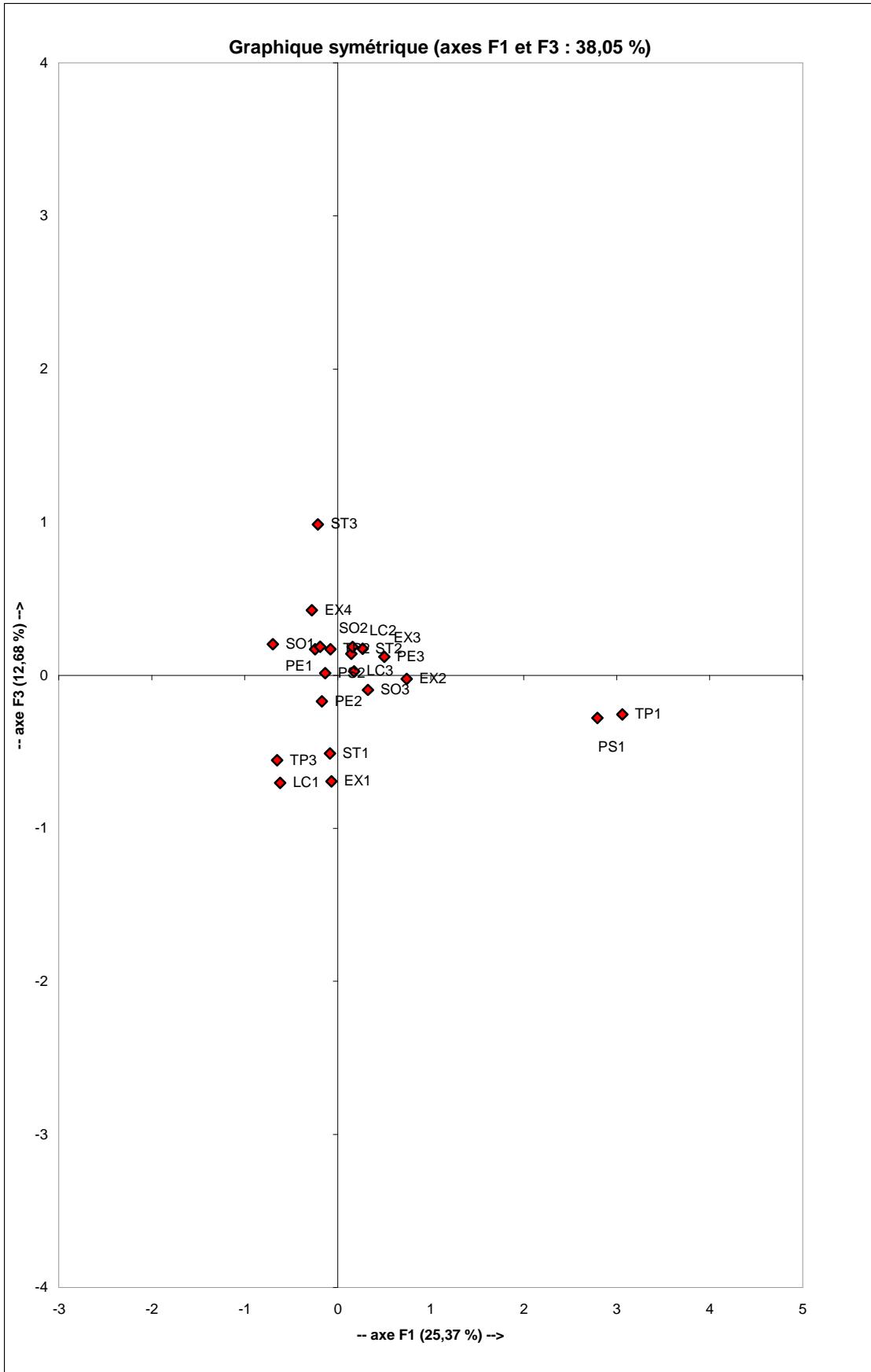


Figure 11: Représentation des descripteurs écologiques sur les plans factoriels

Dans ce plan, l'axe 1 F1 est défini par les variables position topographique, la proximité en source, le type du sol ainsi que la pente.

Pour F3 : la stratification, l'exposition et la lumière en canopée.

Le premier axe est constitué par le groupe d'espèces G1.

Les groupes d'espèce G2, G3 et G4 sont formés dans les deux axes F1 et F3.

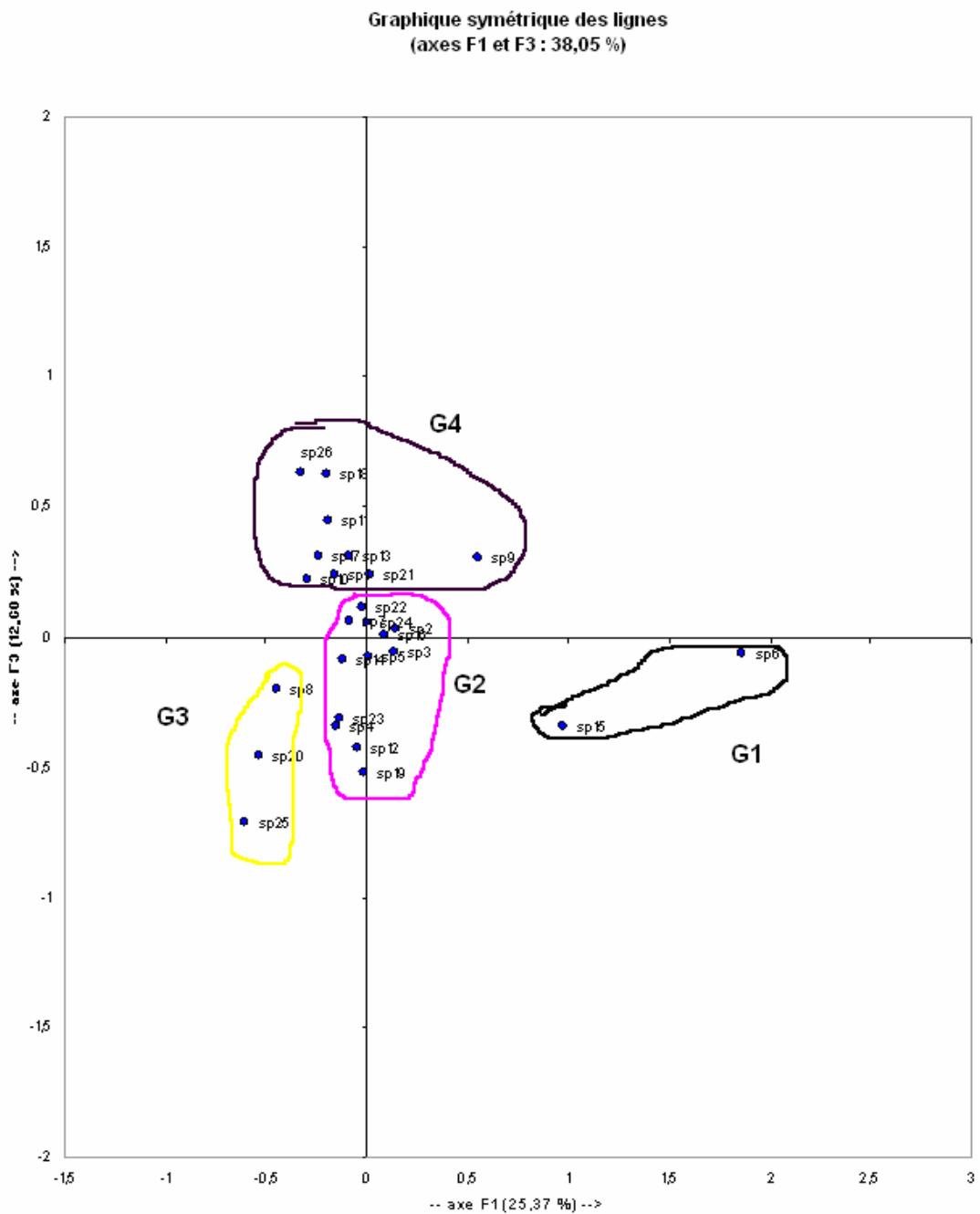


Figure 12: Représentation des individus sur les plans factoriels

Tableau VII: Caractéristiques de groupe d'espèce

Groupe	Espèces caractéristiques	Facteurs prépondérants
Groupe 1	<i>Cryptocarya pervillei, Medinella micrantha</i>	Elles sont observées dans une strate basse à moyenne. Elles se rencontrent dans le bas versant et mi versant. Elles se développent dans des sols organiques des pentes différentes. Elles se trouvent dans l'exposition Est, Ouest et Nord. Elles se développent dans une formation semi ouverte.
Groupe 2	<i>Adenia acuta, Cassinopsis sp. nov, Clerodendrum sp. indet, Coptosperma sp. nov. Croton droguetioides, Diporidium louvelii, Eugenia sp. nov. 2, Ludia sp. nov. 2, Pentopetia cotoneaster, Psychotria taxifolia, Secamone sp. nov. 1, Melicope sp. indet. Morinda sp. nov.</i>	Elles sont caractéristiques de la strate 1 et strates 3 de quatre versants à différentes pentes.
Groupe 3	<i>Distephanus aff garnieriana, Ochrocarpos sp. nov. A, Syzygium parkeri.</i>	Elles se développent dans des sols cuirasse éloignée de la source. Elles appartiennent aux strates 1 et strate 2. Elles se rencontrent dans différentes pentes à toute exposition dont la formation est ouverte à fermée.
Groupe 4	<i>Erythroxylum sp. nov. 9, Eugenia goaviala, Eugenia sp. nov. 1, Ludia madagascariensis, Microsteira axillaris, Molinae sp. nov. Oncostemum filicinum, Tricalysia sp. indet. ‘analamazaotrensis’.</i>	Elles sont adaptées à différents facteurs considérés.

III.3.3. Herbiers

Dans le but d'identifier facilement les espèces quand on est sur terrain, le spécimen de toutes les espèces SOC's a été récoltés et mis en herbier avec une étiquette mentionnant toutes les caractéristiques notées (étiquette botanique et étiquette ethnobotanique). Cinq spécimens d'herbier pour chaque espèce ont été faits pour ne pas confondre avec d'autres espèces. Dans la réalisation, le choix d'une branche qui porte de fruit et de graine sur un même pied est important. Les échantillons après une récolte ont été séchés à l'air libre et pressés dans une presse herbier. Ensuite le montage a été fait dans une chemise cartonnée comportant une étiquette sus- mentionnée avec les informations sur l'espèce (voir étiquette dans l'Annexe X).



Photo 31: Herbier *Coptosperma* sp nov



Photo 32: Herbier *Pentopetia cotoneaster*

Les deux photos ci-dessus montrent la forme d'un herbier, le spécimen est placé au centre de la fiche tandis que l'étiquette se met en bas dans la partie droite du papier.

Quatrième partie:

DISCUSSIONS et RECOMMANDATIONS

IV. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

La connaissance sur la biologie et l'écologie des espèces forestières d'Ambatovy est encore insuffisante. Seules les espèces qui ont une valeur scientifique remarquable sont en cours d'étude. Pour notre cas, l'objectif du travail est d'identifier l'écologie et les facteurs prépondérant de la distribution des espèces SOC's. L'approche adoptée consiste à étudier écologiquement les espèces SOC's.

Concernant les espèces associées, il est difficile de trouver une espèce qui a un diamètre supérieur à 10 cm. Pour le choix des individus cibles il y a encore des problèmes rencontrés parce qu'il y a des espèces qui ont de taille inférieure à 4 m par exemple l'espèce *Clerodendrum sp*, *Distephanus aff Garnieriana*.

Dans la description des espèces, quelques unes d'entre elles n'ont pas de informations complètes à cause de la non détermination de l'espèce ; outre la non floraison pendant la descente sur terrain.

La réussite d'un projet de conservation et de gestion d'une espèce SOC réside donc avant tout dans la compréhension de sa relation biologique avec son environnement et le statut de ses populations. Ce type d'information est généralement appelé écologie de l'espèce. Les informations relatives à l'écologie de l'espèce rare aident les gestionnaires à entreprendre des activités plus efficaces pour préserver l'espèce et pour identifier les facteurs qui la poussent à l'extinction. Pour la plupart des espèces, seules quelques unes de ces questions auront des réponses. Cependant, on doit souvent prendre des décisions de gestion avant que ces informations supplémentaires soient disponibles ou bien pendant la période de collecte des données. Les types d'informations exactes obtenues dépendront certainement des caractéristiques de l'espèce.

Questions pour la conservation de l'espèce et de la population

- Quels sont les types d'habitat dans lesquels l'espèce a été trouvée, et quelle superficie est occupée par chaque espèce ?
- Quelle est la variabilité environnementale dans le temps et dans l'espace ?
- Quelle est la fréquence des catastrophes naturelles affectant l'environnement ?
- Comment les activités humaines ont affecté l'environnement ?
- Où est ce qu'on a trouvé l'espèce dans son habitat ?
- Comment l'espèce procède-t-elle efficacement pour coloniser de nouveaux habitats ? comment les activités humaines ont affecté la distribution de l'espèce ?
- quelles sont les maladies, les parasites qui affectent la taille de sa population ?

- a quel point l'espèce est elle vulnérable à la chaleur, au froid, au vent et aux pluies ?
- Quelle est la taille actuelle de la population ?
- Le nombre d'individus est il stable, croissant ou en phase de diminution ?

Ces différentes questions doivent être répondre pour faire une restauration écologique efficace et favorisant la conservation de la biodiversité ainsi que l'habitat. Par contre le projet Ambatovy, dans la mise en valeur des ressources non renouvelables (les mines) n'a pas encore répondu aux différentes questions mais il s'engage à atténuer l'impact sur l'environnement. La mesure à prendre pour assurer la gestion des ressources c'est la restauration écologique.

Reconnaissant que le site de la mine du projet Ambatovy se trouve dans une zone forestière, de vastes travaux sont entrepris pour évaluer les impacts possibles du projet et des mesures d'atténuation convenables. Pour ce qui est des mesures d'atténuation, il s'agit d'établir une zone forestière tampon autour de la zone minière et d'envisager une participation aux travaux de reconstitution de la forêt.

Quelques mesures d'atténuations ont été prises à savoir :

- la collecte des graines forestières avant l'exploitation ;
- la création d'une zone de conservation ;
- la restauration des zones d'exploitation ;
- la conservation des semences des espèces importantes ;
- reboisement in situ et ex situ de certaines espèces endémiques, rares et menacées ;

La restauration écologique ne peut être effectuée d'un seul coup. C'est le résultat d'un long processus de suivi et d'intervention. C'est à partir des analyses de la dynamique écologique au cours des diagnostics répétitifs qu'on pourrait décider si la restauration pourrait s'effectuer d'une manière naturelle ou nécessite une intervention humaine.

Pour assurer une restauration écologique de la forêt d'Ambatovy quelques recommandations peuvent être avancé notamment

➤ le choix du site à restaurer

La restauration des écosystèmes dégradés et la reconstitution des espèces menacées devraient être effectuée à priori. Pour la restauration de sols et la limitation de l'érosion, l'initiative de créer des parcelles améliorées anti-érosives ou les systèmes rationnels à jachère améliorée paraîtraient satisfaisantes. L'établissement d'un plan de reboisement dans les bassins qui occupent les espaces favoriserait la restauration.

➤ Le choix des espèces

L'identification et l'étude écologique des espèces forestières cibles devraient être effectuées avant le défrichement. Ces espèces devraient être natives de la région, même si leur croissance est relativement lente. Il est fortement conseillé de les cultiver avec des espèces qui leur sont associées pour qu'il y ait une « stabilité écologique ».

L'identification des espèces pionnières est très importante. Elles ne devraient pas concurrencer les espèces utilisées pour la restauration. Ces espèces montrant une bonne colonisation et une bonne compétition comme le cas de *Harungana madagascariensis* (HYPERICACEAE) *Psiadia altissima* (ASTERACEAE), *Trema orientalis* (ULMACEAE), *Solanum auriculatum* (SOLANACEAE) *Psychotria alaotrensis* (RUBIACEAE).

La restauration doit se faire pendant et après l'exploitation.

Il est à noter que les plants utilisés peuvent être soit des sauvageons soit des plants élevés en pépinière depuis leur semis. Mais quelque soit le type de plants, ceux-ci doivent être élevés en pépinière avant leur repiquage. Par conséquent, il serait judicieux de multiplier les pépinières.

Comme l'objectif vise à rétablir la forêt naturelle, des suivis des plantations devront être établies afin d'assurer le bon développement des plants.

CONCLUSION GENERALE

V. CONCLUSION

En conclusion, la distribution des espèces SOC's est régie par certains facteurs principaux dont : les facteurs édaphiques (la nature du sol, la pente). Les espèces *Distephanus aff.garnieriana*, *Eugenia* sp. nov. 1, *Ochrocarpos* sp. nov. A, *Syzygium parkeri*, *Tricalysia* sp. indet. '*analalamazaotrensis*' ont une grande affinité sur le sol à cuirasse tandis que les espèces de. *Tricalysia* sp. indet. '*analalamazaotrensis*' et *Eugenia* sp. nov. 2 se développent sur des sols à pente moyenne. Les facteurs écologiques (strate d'appartenance, niveau topographique, exposition au soleil, proximité en eau, lumière en canopée) déterminent aussi à la distribution des espèces SOC's. Chez *Medinella micrantha*, *Erythroxylum* sp 9, *Cryptocarya pervillei*. Elles ont une préférence pour le sol à proximité de la source du bas versant dans une formation semi ouverte.

Ces deux facteurs agissent simultanément sur la distribution des espèces SOC's. En dehors de ces deux facteurs que nous avons cités, l'écologie de l'espèce peut aussi subvenir dans la distribution des espèces SOC's tels que la forme biologique de chaque espèce ainsi que les espèces associées. Il faut noter que les arbustes se sont installés sur les sols à cuirasse tandis que les arbres, avec les épiphytes et les lianes sont observés sur les sols organiques.

L'espèce associée aux espèces SOC's détermine aussi la distribution des espèces SOC's.

D'après une analyse des résultats, une restauration écologique doit se faire pour remédier à la situation plus précisément la forêt endommagée par l'exploitation. La restauration consiste à faire planter les espèces qui sont jugées endémiques ou menacées localement. Ce sont les espèces SOC's qui ont une priorité pour la conservation. C'est le projet Ambatovy assuré par l'équipe de réhabilitation qui s'engage à faire cette restauration écologique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENZENCR, J.P., COLL, 1973 - L'analyse des données et analyse des correspondances. Tome II ; Dunod, paris.
- BENZENCR, J.P., COLL, 1984 - Pratique de l'analyse des données : analyse des correspondances et classification, exposé élémentaire. 2^{eme} édition. Dunod, paris.
- BROWER, J. E., ZAR J. H., et VOE ENDE, C. N., 1990 - Field and laboratory methods for general ecology 3rd edition. Edition WCB, USA. 237p.
- CORNET, A. 1974 - Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. Notice explicative. Edition ORSTOM, 28p
- DA LÂGE, A ., METAILIE, 2000 - Dictionnaire de biogéographie. CNRS, Paris, 579 p.
- DAJOZ, R. 1975 - Précis d'écologie, Gauthier Villars, France 549p
- DUCHAUFOUR, P. 1970 - Précis de pédologie. Masson et C^{ie}, Boulevard Saint Germain. Paris VI. 468p
- DYNATEC CORPORATION, 2006 - Etude d'Impact Environnemental d'Ambatovy.
- GAUSSEN, A. 1955 – détermination des climats par les méthodes des courbes ombrothermiques. Academie scientifique. Pp : 240 ; 642-643.
- GODRON M., DÂGET P., LONG G., SAUVÂGE C., EMBERGER L., LE FLOCHE., POISSONNET J. et WACQUANT J. P., 1983.- Relevé méthodologique de la végétation et du milieu : code et transcription sur cartes perforées. CNRS, Paris, 281 p.
- GOUNOT, M. 1969 - Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, paris, 341 p.
- METRO, A. 1975 - Dictionnaire forestier multilingue. Conseil national de la langue française, 432 p.
- RAJAONARIVELO, N. 2004 - Caractérisation écologique des habitats de *Hypogeomys antimena* et détermination des facteurs prépondérants à, sa distribution dans le complexe forestier de Menabe. Mem de DEA. Université d'Antananarivo. 72p
- RAJOELISON, G. 2000 - Support de cours de sylviculture. ESSA, Antananarivo, 20 p.
- RAMADE, R. 1984 - Eléments d'écologie Mc Graw-Hill, Paris. 363pâges

- RAMANANTSARA, F. 2008 - Etude de la trajectoire de la succession végétale naturelle d'Ambatovy en vue de mettre en place un plan de restauration forestière. Mémoire en eaux et forêts, ESSA, Antananarivo, 79 p.
- RAMANTSOA, 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 en eaux et forêts, ESSA, Antananarivo, 83 p.
- RATOVOSON, F. 2000 - Description, étude écologique, distribution, utilisation et risque d'extinction des SPHAEROSEPALACEAE, (famille endémique malgache). Mémoire DEA en SBA. Ecologie végétale. Université d'Antananarivo. 89p.
- RICHARDS, P. W. 1972 - The tropical rain forest: an ecological study. Cambridge Univ. Press, 2nd edition, 450 p.
- SCHATZ, G. 2001 - Flore : générique des arbres de Madagascar. Kew et Missouri Botanical Garden. 503p.

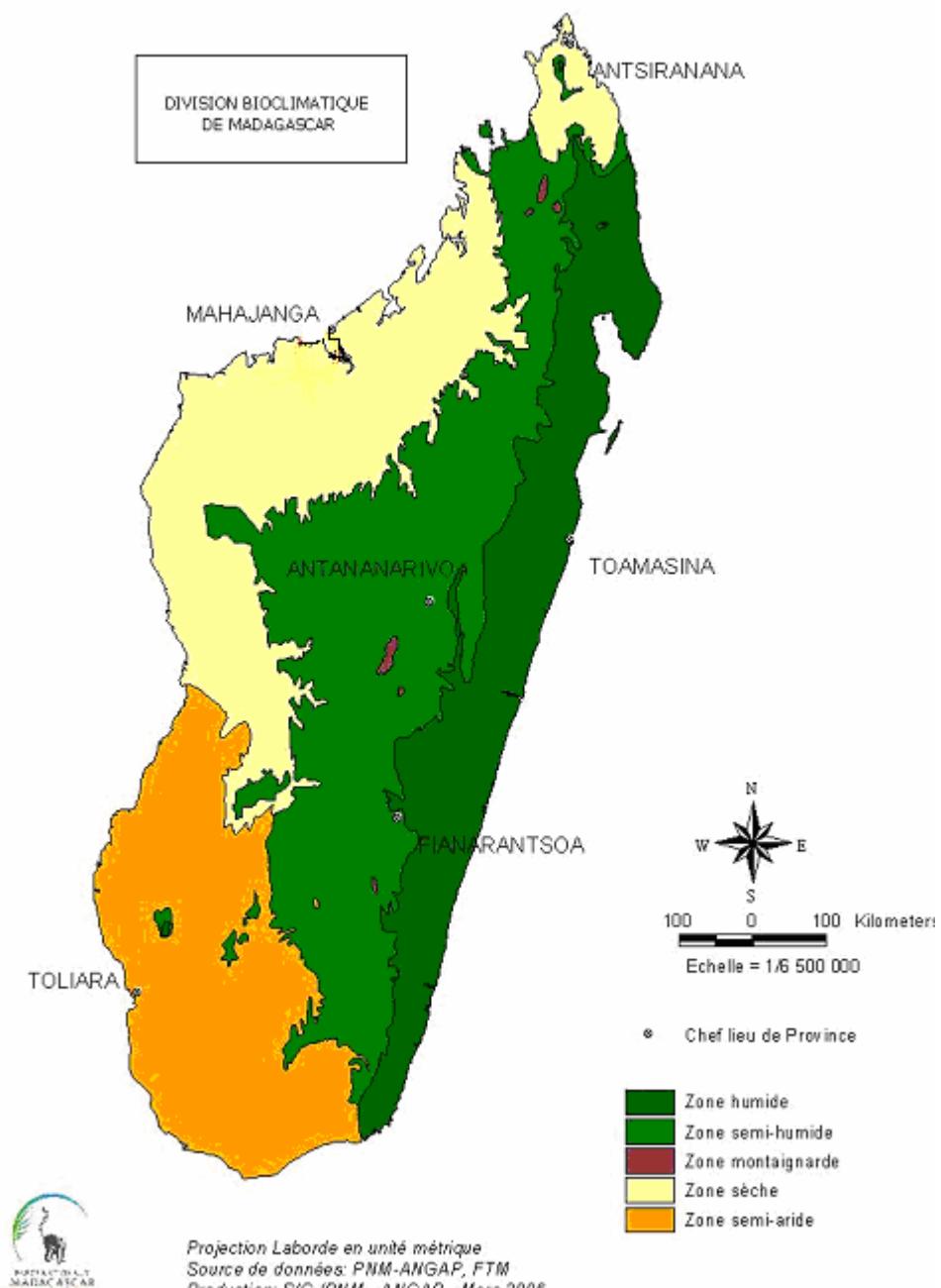
WEBOGRAPHIE

- CITES.2005 - Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. <http://www.Cites.org/>
- INFORESOURCES. 2005 - La restauration des paysages forestiers. www.inforesources.ch ONE 2006, Profil environnemental région Alaotra Mangoro in www.pnae.mg
- www.google.fr, www.ambatovy.mg, ou [yahoo.fr](http://www.yahoo.fr)

ANNEXES

ANNEXES

Annexe I: Division bioclimatique de Madagascar (CORNÉT, 1974)



Annexe II: Données climatique de Moramanga

Normales mensuelles de précipitation en mm (1961-1990)

Mois	Normale	Nombre de jours	maximum de 24 h	date
Janvier	253	19,7	172,6	15/1988
Février	227,2	17,9	183,3	nov-83
Mars	173,4	21,2	105,5	18/1963
Avril	68,2	15,1	111,7	juil-70
Mai	44,4	16,2	42	janv-63
Juin	68,4	16,9	41,6	janv-63
Juillet	58	18,8	21,9	14/1988
Août	50,2	19	34	23/1966
Septembre	28	12,8	36,3	déc-66
Octobre	60,9	12,8	59,9	22/1966
Novembre	143,6	15,2	94,7	15/1967
Décembre	255,3	19,0	131,2	juin-80

Normales mensuelles de température en °C (1961-1990)

Mois	Normale tn	normale tx	normale tm	absolue tna	absolue tma
Janvier	16,9	28	22,5	11,0/78	34,5/85
Février	17,3	28,4	22,8	13,1/85	11,3/66
Mars	16,7	27,3	22	11,3/66	32,9/79
Avril	15,6	26,5	21	20,0/79	32,6/61
Mai	13,6	24,5	19	06,3/61	31,2/72
Juin	11,5	22,2	16,8	01,9/62	30,7/80
Juillet	10,9	20,9	15,9	01,0/74	27,8/81
Août	10,7	21,6	16,1	03,1/84	30,0/61
Septembre	11,2	23,9	17,5	04,0/74	31,4/62
Octobre	13,3	26,1	19,7	06,0/68	33,0/90
Novembre	15,2	27,5	21,3	09,0/90	35,0/80
Décembre	16,6	27,9	22,2	10,3/64	33,9/61

Mois	Normale de 07 h	normale de 12 h	normale de 17 h	moyenne
Janvier	91	64	76	77
Février	94	64	77	78
Mars	94	67	79	80
Avril	95	66	77	79
Mai	96	67	78	80
Juin	96	68	78	81
Juillet	97	70	78	82
Août	96	68	77	80
Septembre	94	60	72	75
Octobre	90	57	71	72
Novembre	89	57	73	73
Décembre	89	62	78	77

TN : température minimale
 TX : température maximale
 TM : température moyenne
 TNA : température minimale absolue
 TMA : température maximale absolue

Annexe III: Liste des espèces de faune dans le site minier d'Ambatovy

(Source : DYNATEC CORPORATION, 2006)

- **Espèces d'amphibiens et de reptiles inscrites sur les listes UICN**

Ordre	Statut UICN	Espèces
Amphibiens	En danger critique d'extinction	<i>Mantella aurantiaca</i>
	En danger	<i>Mantella crocea</i>
	Vulnérable	<i>Plethodontohyla cf coronata</i>
	Vulnérable	<i>Scaphiophryne marmorata</i>
	Quasi menacée	<i>Mantidactylus plicifer</i>
Reptiles	Vulnérable	<i>Sanzinia madagascariensis</i>

- **Espèces d'amphibiens et de reptiles inscrites sur les listes CITES**

Ordre	Catégories CITES	Espèces
Amphibiens	Annexe II	<i>Mantella aurantiaca</i>
		<i>Mantella crocea</i>
		<i>Mantella baroni</i>
Reptiles	Annexe I	<i>Sanzinia madagascariensis</i>
	Annexe II	<i>Brookesia superciliaris</i>
		<i>Brookesia therezieni</i>
		<i>Brookesia thieli</i>
		<i>Calumna brevicornis</i>
		<i>Calumna cf nasuta</i>
		<i>Calumnaro gastrotaenia</i>
		<i>Calumna malthe</i>
		<i>Calumna nasuta</i>
		<i>Furcifer lateralis</i>
		<i>Furcifer willsii</i>
		<i>Phelsuma lineata bifasciata</i>
		<i>Phelsuma lineata lineata</i>
		<i>Phelsuma pronki</i>
		<i>Phelsuma quadriocellata bimaculata</i>
		<i>Phelsuma quadriocellata quadriocellata</i>
		<i>Uroplatus phantasticus</i>
		<i>Uroplatus sikorae</i>

- Espèces d'oiseaux inscrites sur les listes UICN

Statut UICN	Espèces
En danger	<i>Sarothrura watersi</i> <i>Tyto soumagnei</i> <i>Anas melleri</i> <i>Ardea humbloti</i>
Vulnérable	<i>Brachypteryx squamigera</i> <i>Circus m. macrosceles</i> <i>Rallus madagascariensis</i>
Quasi menacée	<i>Accipiter madagascariensis</i> <i>Crossleyia xanthophrys</i> <i>Gallinago macrodactyla</i> <i>Lophotibis cristata</i> <i>Neomixis flavoviridis</i> <i>Xenopirostris</i>

- Espèces de petits mammifères

Ordre	Endémicité	Espèces	Statut UICN
Lipotyphlas	Endémique	<i>Hemicentetes semispinosus</i>	
		<i>Microgale cowani</i>	
		<i>Microgale dobsoni</i>	
		<i>Microgale fotsifotsy</i>	
		<i>Microgale gymnrhyncha</i>	
		<i>Microgale longicaudata</i>	
		<i>Microgale taiva</i>	
		<i>Microgale talazaci</i>	
		<i>Microgale thomasi</i>	Vulnérable
		<i>Microgale sp.</i>	
		<i>Microgale sp.</i>	
		<i>Oryzorictes hova</i>	
	Introduit	<i>Setifer setosus</i>	
	Introduit	<i>Tenrec ecaudatus</i>	
Rodentia	Endémique	<i>Eliurus minor</i>	
		<i>Eliurus tanala</i>	
		<i>Eliurus webbi</i>	Quasi menacée
	Introduit	<i>Rattus rattus</i>	

- Espèces de lémuriens dans la liste UICN

Famille	Espèces	Noms locaux	Criteres de l'UICN
CHEROGALEIDEAE	<i>Microcebus rufus</i>	Antsidy	Moins concerné
	<i>Cherogaleus major</i>	Matavirambo	Moins concerné
LEPILEMURIDEAE	<i>Lepilemur mustelinus</i>	Hataka	Quasi menacée
LEMURIDEAE	<i>Hapalemur griseus griseus</i>	Kotraika	Moins concernée
	<i>Eulemur fulvus fulvus</i>	Varitatsika	Quasi menacée
	<i>Indri indri</i>	Babakoto	En danger
INDRIDEAE	<i>Avahi laniger</i>	Matoriandro	Quasi menacée
	<i>Propithecus diadema diadema</i>	Simpona	En danger critique d'extinction

Annexe IV: Fiche de relevé

Date de relevé :

Nom du chef d'équipe :

FICHE N° (1A, 1B, 1C, ...)

1°- Nom d'espèce SOC :

2°- Coordonnés GPS :

Numéro sur la liste :

lat :

long :

Altitude :

3°- Nombre d'individus du peuplement :

4° - Mensurations : Hauteur max :

Ømax :

Phénologie : Fl, Fr, Veg

Forme biologique : Arb, arbuste ,liane , épiphyte

5° - Strates d'appartenance

 I II III

Emergent

6° - Conditions écologiques :

6-1- situation topo : Bas versant mi-versant haut versant

6-2- pente (%) :

6-3- exposition : Est Ouest Nord Sud

6-4- sols : cuirasse ferrallitique organique

6-5- proximité de source : Oui Non

6-6- lumière (ouverture de la formation) :

- ouverte

- semi ouverte

- fermée

6-7- enracinement : profond superficiel (type en serpentaire)

7°- Espèces associées : (nom, Hmax, Ømax, distance di du SOC)

7-1 : -

7-2 : -

7-3 : -

7-4 :

Annexe V: Tableau de contingence

	ST1	ST2	ST3	TP1	TP2	TP3	PE1	PE2	PE3	EX1	EX2	EX3	EX4	PS1	PS2	SO1	SO2	SO3	LC1	LC2	LC3
sp1	3	1	1	0	5	0	0	4	1	0	0	2	3	0	5	3	0	2	0	5	0
sp2	1	4	0	0	5	0	2	3	0	2	2	0	1	0	5	0	0	5	0	5	0
sp3	5	0	0	0	5	0	0	3	2	0	1	3	1	0	5	0	0	5	0	5	0
sp4	1	3	1	0	4	1	1	4	0	4	1	0	0	0	5	1	0	4	3	2	0
sp5	2	3	0	0	5	0	2	3	0	2	0	2	1	0	5	0	0	5	1	4	0
sp6	0	5	0	5	0	0	1	0	4	1	3	1	0	3	2	0	0	5	0	5	0
sp7	5	0	0	0	5	0	2	3	0	0	0	1	4	0	5	0	1	4	0	5	0
sp8	1	5	0	0	2	4	3	2	1	2	1	1	2	0	6	6	0	0	4	2	0
sp9	0	2	3	1	3	1	1	0	4	0	2	2	1	1	4	0	0	5	1	4	0
sp10	1	1	3	0	3	2	0	1	4	0	0	3	2	0	5	4	0	1	3	2	0
sp11	0	1	4	0	4	1	4	0	1	1	4	0	0	0	5	5	0	0	1	4	0
sp12	4	1	0	0	5	0	2	3	0	5	0	0	0	0	5	0	0	5	1	4	0
sp13	1	4	0	0	4	1	0	2	3	0	1	0	4	0	5	4	0	1	0	5	0
sp14	5	0	0	0	3	2	2	1	2	0	0	0	5	0	5	0	0	5	1	4	0
sp15	5	0	0	2	3	0	0	2	3	2	3	0	0	2	3	0	0	5	0	5	0
sp16	5	0	0	0	5	0	1	2	2	0	1	1	3	0	5	0	0	5	0	4	1
sp17	0	1	4	0	2	3	0	5	0	0	0	0	5	0	5	0	0	5	1	4	0
sp18	0	0	5	0	5	0	2	1	2	2	0	0	3	0	5	3	0	2	0	5	0
sp19	5	0	0	0	4	1	1	2	2	5	0	0	0	0	5	0	0	5	1	4	0
sp20	5	0	0	0	2	3	1	3	1	1	1	1	2	0	5	5	0	0	4	1	0
sp21	0	2	3	0	5	0	0	4	1	3	0	0	2	0	5	0	0	5	0	5	0
sp22	4	1	0	0	5	0	1	3	1	0	0	0	5	0	5	0	0	5	0	5	0
sp23	1	3	1	0	3	2	1	4	0	4	0	0	1	0	5	0	0	5	2	3	0
sp24	5	0	0	0	5	0	0	3	2	0	0	0	5	0	5	0	0	5	0	5	0
sp25	5	0	0	0	0	5	2	2	1	3	1	0	1	0	5	5	0	0	4	1	0
sp26	0	4	1	0	5	0	5	0	0	0	0	0	5	0	5	5	0	0	0	5	0

Annexe VI: Code des descripteurs et des individus

	descripteurs	classe
Paramètre biotique	Strate	Strate1 :ST1 Strate2 :ST2 Strate3 :ST3
Parameter physique	Topo	Bas versant : TP1 Mi versant : TP2 Haut versant : TP3
	Pente	Faible inférieure 5° :PE1 Moyenne 5° à 15° :PE2 Forte supérieure à 15° :PE3
	Exposition	Est : EX1 Ouest : EX2 Nord : EX3 Sud : EX4
	Proximité en source	Oui : PS1 Non : PS2
	Lumière en canopée	Ouverte : LC1 Semi ouverte : LC2 Fermé : LC3
Facteur édaphique	Sol	Cuirasse : SO1 Ferralitique: SO2 Organique : SO3

Code des individus

Nom scientifique	code
<i>Adenia acuta</i>	sp1
<i>Cassinopsis</i> sp. nov.	sp2
<i>Clerodendrum</i> sp. indet	sp3
<i>Coptosperma</i> sp. nov.	sp4
<i>Croton droguetoides</i>	sp5
<i>Cryptocarya pervillei</i>	sp6
<i>Diporidium louvelii</i>	sp7
<i>Distephanus aff. garnieriana</i>	sp8
<i>Erythroxylum</i> sp. nov. 9	sp9
<i>Eugenia goaviala</i>	sp10
<i>Eugenia</i> sp. nov. 1	sp11
<i>Eugenia</i> sp. nov. 2	sp12
<i>Ludia madagascariensis</i>	sp13
<i>Ludia</i> sp. nov. 2	sp14
<i>Medinella micrantha</i>	sp15
<i>Melicope</i> sp. indet.	sp16
<i>Microsteira axillaris</i>	sp17
<i>Molinae</i> sp. nov.	sp18
<i>Morinda</i> sp. nov.	sp19
<i>Ochrocarpos</i> sp. nov. A	sp20
<i>Oncostemum filicinum</i>	sp21
<i>Pentopetia cotoneaster</i>	sp22
<i>Psychotria taxifolia</i>	sp23
<i>Secamone</i> sp. nov. 1	sp24
<i>Syzygium parkeri</i>	sp25
<i>Tricalysia</i> sp indet. ' <i>analalamazaotrensis</i> '	sp26

AnnexeVII : Méthode complexe de l'AFC

Définition

L'AFC est une méthode d'analyse des données lorsque les variables à étudier sont de nature qualitative et quantitative à la fois (BENZENCRI, 1973, 1984) il s'agit d'une analyse des groupements ou association d'éléments liés d'un système quelconque.

But

Elle a pour but de présenter graphiquement le tableau matrice de contingence qui croise 2 caractères qualitatifs en donnant pour chaque combinaison l'effectif concerné.

Elle permet de mettre en évidence graphiquement les relations entre individu-individu individu-variable et variable-variable.

Principe et Méthode

Un graphe est caractérisé par les axes factoriels et les ordonnées factorielles.

Les axes factoriels sont des axes d'organisation permettant la répartition de différentes entités (individu-variable) sur le plan factoriel. On distingue l'axe principal qui est le plus dominant.

Les coordonnées factorielles sont les valeurs permettant de placer les points individuel variable dans le plan factoriel.

Les graphes obtenus à partir du traitement sur ordinateur font apparaître les informations importantes du tableau. Chaque graphe représente une sorte de nuage à profil interprétable.

Interprétation des graphes

Pour l'interprétation, trois critères doivent être pris en considération

- la proximité des points
- l'identification et la signification des axes
- la forme des nuages

La proximité des points

Plusieurs cas peuvent être observés :

Si deux ou plusieurs variables sont proches l'un de l'autre, cette proximité indique que ces variables sont liées.

La proximité entre deux ou plusieurs individus indique que ces espèces se comportent de la même manière et elles sont influencées par les mêmes facteurs.

La proximité entre plusieurs individus et plusieurs variables dans une région montre qu'il y a une compatibilité entre ces individus et variables.

Deux groupes d'individus de position opposée sur une droite passant par l'origine ou près de l'origine 0 se comporte de façon contraire. Si les deux groupes sont situés à l'extrémité de la droite, cela signifie qu'ils sont liés de façon négative. C'est ce qu'on appelle la répulsion.

Un groupe d'individus placés sur une droite passant par l'origine d'un groupement de variables est incompatible avec celui-ci.

L'identification des axes :

Les axes sont définis selon la situation des nuages

La forme du nuage

On a deux formes :

Sous forme de parabole : c'est l'effet de GUTTMAN

Si les deux nuages sont situés à l'extrémité d'une parabole, ils sont des caractéristiques opposés.

Si le nuage qui se trouve au sommet d'une parabole est formé par des individus et variables de caractéristique moyens.

Un groupe d'individus sur une droite passant sur l'origine d'un groupe de variable est incompatible avec celui-ci. Les différents points de nuages se trouvant sur une ligne

indiquent que ces variables sont liés ou quand les deux lignes sont perpendiculaires, il n'y a aucune liaison entre les deux groupes.

Annexe VIII : Fréquence des taxons des flores associées

Espèces SOC's	Espèces associes (Fr%)	Familles associées (Fr%)
<i>Adenia acuta</i>	<i>Amyrea humberti</i> 10,52% <i>Blotia oblongifolia</i> 10,52% <i>Schefflera repanda</i> 5,26% <i>Anthocleista madagascariensis</i> 5,26% <i>Beilschmedia sary</i> 5,26% <i>Calliandra</i> sp 5,26% <i>Diospyros gracilipes</i> 5,26% <i>Eugenia emirnensis</i> 5,26% <i>Memecylon sabulosum</i> 5,26% <i>Norhonia boiviniana</i> 5,26% <i>Polyalthia emarginata</i> 5,26% <i>Potamea thouarsii</i> 5,26% <i>Protorhus louvelii</i> 5,26% <i>Psychotria alaotrensis</i> 5,26% <i>Treculia madagascariensis</i> 5,26% <i>Xylopia danguyella</i> 5,26%	EUPHORBIACEAE 26% LAURACEAE 10,50%
<i>Cassinopsis sp nov</i>	<i>Anthocleista madagascariensis</i> 5,56% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 11,11% <i>Pachytrophe dimepate</i> 5, 56% <i>Psychotria alaotrensis</i> 5, 56% <i>Amyrea humberti</i> 5, 56% <i>Aphloia theaeformis</i> 5, 56% <i>Beilschmedia madagascariensis</i> 11,11% <i>Canthium bosseri</i> 5, 56% <i>Cassipouria sessiflora</i> 5, 56% <i>Eugenia emirnensis</i> 5, 56% <i>Ocotea laevis</i> 5, 56% <i>Pittosporum verticulatum</i> 5, 56% <i>Scolopia madagascariensis</i> 5, 56% <i>Vernonia garnieriana</i> 5, 56% <i>Weinmania rutembergii</i> 5, 56%	ERYTHROXYLACEAE 11% LAURACEAE 11% RUBIACEAE 11%
<i>Clerodendrum sp indet</i>	<i>Anthocleista madagascariensis</i> 5,88% <i>Asteropeia micraster</i> 11,76% <i>Dracaena reflexa</i> 11,76% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 5,88%	ASTEROPEACEAE 11,7% AGAVACEAE 11,7% LAURACEAE 19% EUPHORBIACEAE 11,7%

Espèces SOC's	Espèces associées (fr%)	Familles associées
<i>Clerodendrum</i> sp indet	<i>Schefflera repanda</i> 5,88% <i>Tina striata</i> 5,88% <i>Uapaca bojeri</i> 11,76% <i>Vernonia garnieriana</i> 5,88% <i>Melicope</i> sp 5,88% <i>Memecylon sabulosum</i> 5,88% <i>Sarcolaena grandiflora</i> 5,88% <i>Weinmania rutembergii</i> 11,76%	CUNONIACEAE 11,7%
<i>Coptosperma</i> sp nov	<i>Beilschmiedia oppositifolia</i> 7,69% <i>Canthium bosseri</i> 7,69% <i>Gaertera macrostipula</i> 7,69% <i>Rhodolaena bakeriana</i> 7,69% <i>Uapaca bojeri</i> 7,69%	RUBIACEAE 15% EUPHORBIACEAE 27%
<i>Croton droguetoides</i>	<i>Xylopia danguyella</i> 6,25% <i>Amyreya humberti</i> 6,25% <i>Asteropeia micraster</i> 6,25% <i>Bathiorhamnus louvelii</i> 6,25% <i>Beilschmeidia oppositifolia</i> 6,25% <i>Beilschmiedia madagascariensis</i> 6,25% <i>Blotia oblongifolia</i> 6,25% <i>Canarium madagascariensis</i> 6,25% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 12,5% <i>Eugenia goaviala</i> 6,25% <i>Norhonia boiviniana</i> 6,25% <i>Pauridiantha lyallii</i> 6,25% <i>Savia danguyana</i> 6,25%	EUPHORBIACEAE 15% ERYTHROXYLACEAE 12,5% LAURACEAE 12,5% LAURACEAE 10%
<i>Cryptocarya pervillei</i>	<i>Beilschmeidia madagascariensis</i> 5% <i>Beilschmeidia sary</i> 5% <i>Blotia oblongifolia</i> 5% <i>Canthium bosseri</i> 5% <i>Craterispermum laurianum</i> 5% <i>Dichrostachys tenuifolia</i> 5% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 15% <i>Eugenia emirnensis</i> 5% <i>Mammea orthocladus</i> 5% <i>Phyllarthron madagascariensis</i> 5% <i>Polyalthia emarginata</i> 10% <i>Psychotria alaotrensis</i> 5% <i>Scolopia madagascariensis</i> 5% <i>Symponia verucosa</i> 5% <i>Xylopia danguyella</i> 10%	ERYTHROXYLACEAE 15% RUBIACEAE 15% EUPHORBIACEAE 15% RHIZOPHORACEAE 10% LAURACEAE 15,7%

Espèces SOC's	Espèces associées (Fr%)	Familles associées (Fr%)
<i>Diporidium louvelii</i>	<i>Beilschmiedia madagascariensis</i> 5, 26% <i>Blotia oblongifolia</i> 15,79% <i>Canthium bosseri</i> 10,52% <i>Craterispermum laurianu</i> 5,26% <i>Cryptocarya fulva</i> 10,52% <i>Dichrostachys tenuifolia</i> 5,26% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 10,52% <i>Eugenia emirnensis</i> 5,26% <i>Garcinia pauciflora</i> 5,26% <i>Protorhus louvelii</i> 5,26% <i>Savia danguyana</i> 5,26% <i>Xylopia danguyella</i> 5,26%	EUPHORBIACEAE 21,05% ERYTHROXYLACEAE 10,5% MALPIGHIACEAE 15,38%
<i>Distephanus aff. Garnieriana</i>	<i>Acridocarpus vivi</i> 15,38% <i>Weinmania rutembergii</i> 15,38% <i>Melicope</i> sp 7,70% <i>Phillipia</i> sp 23,08% <i>Schefflera repanda</i> 7,70% <i>Tina striata,</i> 15,38% <i>Vernonia garnieriana</i> 7,70%	CUNONIACEAE 15,38% ARALIACEAE 23,07% SAPINDACEAE 15,38%
<i>Erythroxylum</i> sp. nov. 9	<i>Blotia oblongifolia</i> 9,52% <i>Brachylaena pauciflora</i> 5% <i>Campylospermum obtusifolium</i> 5% <i>Canthium bosseri</i> 5% <i>Carissa edulis</i> 5% <i>Cryptocarya pervillei</i> 5% <i>Eugenia</i> sp 5% <i>Faucherea thouvenotii</i> 5% <i>Filicum decipiens</i> 5% <i>Norhonia boiviniana</i> 5% <i>Protorhus louvelii</i> 5% <i>Savia danguyana</i> 5% <i>Symphonia verucosa</i> 5% <i>Vitex humbertii</i> 5% <i>Vitex pachyclada</i> 5%	EUPHORBIACEAE 25%
<i>Eugenia goaviala</i>	<i>Amyrea humberti</i> 18,75% <i>Bathiorhamnus louvelii</i> 6,25% <i>Cryptocarya helicina</i> 6,25% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 6,25%	EUPHORBIACEAE 25% MALVACEAE 12,5% LAURACEAE 25%

Espèces SOC's	Espèces associes (Fr%)	Familles associées (Fr%)
<i>Eugenia goaviala</i>	<i>Grewia repanda</i> 12,5% <i>Norhonia boiviniana</i> 6,25% <i>Ocotea laevis</i> 12,5% <i>Polyalthia emarginata</i> 6,25% <i>Potamea thouarsii</i> 6,25% <i>Psiadia altissima</i> 6,25% <i>Scolopia madagascariensis</i> 6,25%	
<i>Eugenia</i> sp. nov. 1	<i>Amyrea humberti</i> 5% <i>Blotia oblongifolia</i> 20% <i>Beilschmedia sary</i> 5% <i>Chrysophyllum boivinianum</i> 5% <i>Diospyros gracilipes</i> 5% <i>Dypsis hildebrandtii</i> 5% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 5% <i>Ficus pachyclada</i> 5% <i>Grewia repanda</i> 5% <i>Harungana madagascariensis</i> 5% <i>Milletia</i> sp 5% <i>Ocotea laevis</i> 10% <i>Pachytrophe dimepate</i> 5% <i>Potamea thouarsii</i> 5% <i>Scolopia madagascariensis</i> 5%	LOGANIACEAE 10% LAURACEAE 20%
<i>Eugenia</i> sp. nov. 2	<i>Anthocleista madagascariensis</i> 10% <i>Apodocephala pauciflora</i> 10% <i>Calophyllum chapelier</i> 5% <i>Cryptocarya fulva</i> 5% <i>Dichrostachys tenuifolia</i> 5% <i>Dypsis</i> sp 5% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 5% <i>Eugenia emirnensis</i> 5% <i>Gaertera macrostipula</i> 5% <i>Memecylon sabulosum</i> 5% <i>Protorhus louvelii,</i> 5% <i>Schefflera repanda</i> 5% <i>Syzygium bernieri</i> 5% <i>Syzygium</i> sp-4 10% <i>Uapaca bojeri</i> 5% <i>Xylopia danguyella</i> 5%	ASTERACEAE 10% MYRTACEAE 20%
<i>Ludia madagascariensis</i>	<i>Allophylus arborescens</i> 5,88% <i>Anthocleista madagascariensis</i> 5,88%	FABACEAE 15,78% LAURACEAE 35,29%

Espèces SOC's	Espèces associes (Fr%)	Familles associées (Fr%)
<i>Ludia madagascariensis</i>	<i>Bathiorhamnus louvelii</i> 5,88% <i>Beilschmedia sary</i> 5,88% <i>Beilschmedia madagascariensis</i> 11,76% <i>Beilschmedia oppositifolia</i> 5,88% <i>Canthium bossieri</i> 5,88% <i>Carallia madagascariensis</i> 5,88% <i>Cryptocarya pervillei</i> 5,88% <i>Cryptocarya</i> sp-3 5,88% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 5,88% <i>Ocotea laevis</i> 5,88% <i>Rhus taratana</i> 5,88% <i>Scolopia madagascariensis</i> 5,88% <i>Suregada boiviniana</i> 5,88% <i>Syzygium</i> sp-3 5,88%	
<i>Ludia</i> sp. nov. 2	<i>Tricalysia cryptocalix</i> 5,26% <i>Scolopia madagascariensis</i> , 10,52% <i>Potameia thouarsii</i> 5,26% <i>Albizia gummifera</i> 10,52% <i>Beilschmedia oppositifolia</i> , 5,26% <i>Blotia oblongifolia</i> 5,26% <i>Chrysophyllum boivinianum</i> 5,26% <i>Dichrostachys tenuifolia</i> 5,26% <i>Leptolaena pauciflora</i> 5,26% <i>Macaranga alnifolia</i> 10,52% <i>Ocotea laevis</i> 15,79% <i>Pittosporum verticulatum</i> 5,26%	LAURACEAE 21,05% EUPHORBIACEAE 15,78% FLACOURTIACEAE 10,52%
<i>Medinella micrantha</i>	<i>Allophylus arborescens</i> 5,26% <i>Beilschmedia</i> sp 5,26% <i>Blotia oblongifolia</i> 10,5% <i>Calliandra</i> sp ,5,26% <i>Cryptocarya fulva</i> 5,26% <i>Dichrostachys tenuifolia</i> 5,26% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 10,5% <i>Eugenia emirnensis</i> 5,26% <i>Mammea orthocladus</i> 5,26% <i>Ocotea laevis</i> 5,26% <i>Polyalthia emarginata</i> 5,26% <i>Protorhus louvelii</i> 10,5% <i>Psychotria alaotrensis</i> 5,26% <i>Rhodolaena bakeriana</i> 5,26% <i>Treculia madagascariensis</i> 5,26%	ERYTHROXYLACEAE 10,52% LAURACEAE 15,78% EUPHORBIACEAE 10,52% RUBIACEAE 10,52%

Espèces SOC's	Espèces associes (Fr%)	Familles associées (Fr%)
<i>Melicope</i> sp. indet	<i>Weinmania rutembergii</i> 17,64% <i>Beilschmedia sary</i> 5,88% <i>Faucherea thouvenotii</i> , 11,76% <i>Rhus taratana</i> 5,88% <i>Schefflera repanda</i> 23,53% <i>Tarenna humblotii</i> 5,88% <i>Tina striata</i> 11,76%	ARALIACEAE 23,52% CUNONIACEAE 17,64% SAPINDACEAE 11,76%
<i>Microsteira axillaris</i>	<i>Albizia gummifera</i> , 5,88% <i>Allophylus arborescence</i> 5,88% <i>Amyreya humberti</i> 5,88% <i>Beilschmiedia madagascariensis</i> 5,88% <i>Blotia oblongifolia</i> 5,88% <i>Chrysophyllum boivinianum</i> 5,88% <i>Cryptocaria rotundifolia</i> 5,88% <i>Cryptocarya pervillei</i> 5,88% <i>Diospyros gracilipes</i> 5,88% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 5,88% <i>Leptolaena pauciflora</i> 5,88% <i>Protorhus louvelii</i> 5,88% <i>Syzygium bernieri</i> 11,76%	EUPHORBIACEAE 11,76% LAURACEAE 17,64% MYRTACEAE 11,76%
<i>Molinae</i> sp. nov.	<i>Asteropea multiflora</i> 14,29% <i>Cryptocarya fulva</i> 5% <i>Eugenia emirnensis</i> 5% <i>Faucherea thouvenotii</i> 5% <i>Grewia repanda</i> 5% <i>Homalium humblotii</i> 5% <i>Plagioscyphus louvelii</i> 5% <i>Rhus taratana</i> , 5% <i>Sarcolaena grandiflora</i> 5% <i>Schefflera repanda</i> 5% <i>Scolopia madagascariensis</i> 5% <i>Syzygium</i> sp-4 5% <i>Xylopia danguyella</i> 9,52%	ASTERACEAE 12,5%
<i>Morinda</i> sp. nov	<i>Apodocephala pauciflora</i> 12,5% <i>Beilschmiedia madagascariensis</i> 6,25% <i>Dracaena longipedicelata</i> 12,5% <i>Dracaena longipedicelata</i> 6,25% <i>Eugenia emirnensis</i> 6,25% <i>Grewia repanda</i> 12,5% <i>Ocotea laevis</i> 6,25% <i>Potamea thouarsii</i> 6,25%	LAURACEAE 18,75% AGAVACEAE 18,75% MALVACEAE 12,5%

Espèces SOC's	Espèces associées (Fr%)	Familles associées (Fr%)
<i>Morinda</i> sp. nov	<i>Psychotria alaotrensis</i> 6,25% <i>Schefflera repanda</i> 6,25% <i>Tina striata</i> 6,25%	
<i>Ochrocarpos</i> sp. nov. A	<i>Anthocleista madagascariensis</i> 5,26% <i>Asteropeia micraster</i> , 5,26% <i>Distephanus</i> 5,26% <i>Leptolaena pauciflora</i> 5,26% <i>Memecylon sabulosum</i> 5,26% <i>Rhus taratana</i> 10,52% <i>Schefflera repanda</i> , 15,79% <i>Suregada boiviniana</i> 5,26% <i>Tarenna humblotii</i> 5,26% <i>Tina striata</i> , 5,26% <i>Vaccinium secundiflorum</i> 5,26% <i>Vernonia garnieriana</i> 5,26% <i>Weinmania rutembergii</i> 21,05%	CUNONIACEAE 21,05% ASTERACEAE 10,52% ARALIACEAE 15,78% ANACARDIACEAE 10,52%
<i>Oncostemum filicinum</i>	<i>Beilschmiedia madagascariensis</i> 6,25% <i>Blotia oblongifolia</i> 12,5% <i>Brexia mdsis</i> 6,25% <i>Calliandra</i> sp 6,25% <i>Chrysophyllum boivinianum</i> 12,5% <i>Elaeocarpus alnifolius</i> 6,25% <i>Grewia repanda</i> 6,25% <i>Ilex mitis</i> 6,25% <i>Ocotea laevis</i> 6,25% <i>Olax emirnense</i> 6,25% <i>Scolopia madagascariensis</i> 6,25% <i>Syzygium</i> sp-3 6,25% <i>Xylopia danguyella</i> 6,25%	SAPOTACEAE 12,5% EUPHORBIACEAE 12,5%
<i>Pentopetia cotoneaster</i>	<i>Allophylus arborescence</i> 5% <i>Amyrea humberti</i> 5% <i>Blotia oblongifolia</i> 10% <i>Canarium madagascariensis</i> 5% <i>Chrysophyllum boivinianum</i> 5% <i>Craterispermum laurianum</i> 10% <i>Cryptocarya fulva</i> 15% <i>Dypsis hildebrandtii</i> 10% <i>Gaertera macrostipula</i> 5% <i>Grewia repanda</i> 5% <i>Pauridiantha lyallii</i> 5% <i>Protorhus louvelii</i> 10% <i>Syzygium bernieri</i> 10%	MYRTACEAE 10% EUPHORBIACEAE 15% ANACARDIACEAE 10% ARECACEAE 10% LAURACEAE 20% RUBIACEAE 20%

Espèces SOC's	Espèces associées (Fr%)	Familles associées (Fr%)
<i>Psychotria taxifolia</i>	<i>Allophylus arborescence</i> 6,25% <i>Bathiorhamnus louvelii</i> , 6,25% <i>Beilschmiedia madagascariensis</i> 6,25% <i>Blotia oblongifolia</i> 6,25% <i>Breonia madagascariensis</i> 6,25% <i>Cryptocarya helicina</i> 6,25% <i>Cryptocarya</i> sp-3 6,25% <i>Dilobeia thouarsii</i> 6,25% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 6,25% <i>Grewia repanda</i> 6,25% <i>Homalium humblotii</i> 6,25% <i>Leptolaena pauciflora</i> 6,25% <i>Ocotea laevis</i> 6,25% <i>Tarenna</i> sp-1 6,25% <i>Olax emirnense</i> 6,25% <i>Syzygium</i> sp-3 6,25%	LAURACEAE 25% RUBIACEAE 12,5%
<i>Secamone</i> sp. nov. 1	<i>Allophylus arborescence</i> 7,70% <i>Blotia oblongifolia</i> 7,70% <i>Chrysophyllum boivinianum</i> 7,70% <i>Diospyros gracilipes</i> 15,38% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> , 7,70% <i>Macaranga alnifolia</i> 7,70% <i>Mapouria microchlamis</i> 7,70% <i>Pachytrophe dimepate</i> 7,70% <i>Pauridiantha lyallii</i> 23,08%	EUPHORBIACEAE 15,38% RUBIACEAE 23,07% EBENACEAE 15,38%
<i>Syzygium parkeri</i>	<i>Asteropeia micraster</i> 15,79% <i>Bathiorhamnus louvelii</i> 5,26% <i>Beilschmeidia msis</i> 5,26% <i>Blotia oblongifolia</i> 10,52% <i>Erythroxylum ampullaceum</i> 10,52 <i>Leptolaena pauciflora</i> 5,26% <i>Leptolaena pauciflora</i> 5,26% <i>Ocotea laevis</i> 21,05% <i>Podocarpus mdsis</i> 5,26% <i>Protorhus louvelii</i> 5,26% <i>Xylopia danguyella</i> 5,26%	ASTEROPEACEAE 15,78% LAURACEAE 21,05% EUPHORBIACEAE 10,52% ERYTHROXYLACEAE 10,52% SARCOLAENACEAE 10,52%
<i>Tricalysia</i> sp.indet. 'analalamazaotrensis'	<i>Albizia gummifera</i> 6,25% <i>Antidesma petiolare</i> , 6,25% <i>Beilschmiedia sary</i> 6,25% <i>Beilschmiedia madagascariensis</i> 6,25% <i>Blotia oblongifolia</i> 6,25%	EUPHORBIACEAE 12,5% LAURACEAE 37,5%

Espèces SOC's	Espèces associes (Fr%)	Familles associées (Fr%)
<i>Tricalysia</i> sp.indet. 'analamazaotrensis'	<i>Craterispermum laurianum</i> 6,25% <i>Cryptocarya fulva</i> 18,75% <i>Harungana madagascariensis</i> 6,25% <i>Humbertianthus cardiostegius</i> 6,25% <i>Potamea thouarsii</i> 6,25% <i>Syzygium</i> sp-3 6,25% <i>Tabernaemontana sessilifolia</i> 6,25%	

Annexe IX: Résultat profil écologique sur ADE4

Espèces	PE1	PE2	PE3	mutIn
Sp26	5	0	0	0,077
Sp11	4	0	1	0,048
Sp6	1	0	4	0,045
Sp9	1	0	4	0,045
Sp17	0	5	0	0,044
Sp10	0	1	4	0,038
Sp13	0	2	3	0,023
Sp15	0	2	3	0,023
Sp4	1	4	0	0,022
Sp23	1	4	0	0,022
Sp1	0	4	1	0,021
Sp21	0	4	1	0,021
Sp2	2	3	0	0,019
Sp5	2	3	0	0,019
Sp7	2	3	0	0,019
Sp12	2	3	0	0,019
Sp3	0	3	2	0,017
Sp24	0	3	2	0,017
Sp8	3	2	1	0,009
Sp14	2	1	2	0,008
Sp18	2	1	2	0,008
Sp25	2	2	1	0,003
Sp16	1	2	2	0,002
Sp19	1	2	2	0,002
Sp20	1	3	1	0,002
sp22	1	3	1	0,002
Moyenne				0,0221154

Espèces	LC1	LC2	LC3	inf mut
sp16	0	4	1	0,048
sp20	4	1	0	0,047
sp25	4	1	0	0,047
sp8	4	2	0	0,036
sp4	3	2	0	0,021
sp10	3	2	0	0,021
sp1	0	5	0	0,014
sp2	0	5	0	0,014
sp3	0	5	0	0,014
sp6	0	5	0	0,014
sp7	0	5	0	0,014
sp13	0	5	0	0,014
sp15	0	5	0	0,014
sp18	0	5	0	0,014
sp21	0	5	0	0,014
sp22	0	5	0	0,014
sp24	0	5	0	0,014
sp26	0	5	0	0,014
sp23	2	3	0	0,006
sp5	1	4	0	0
sp9	1	4	0	0
sp11	1	4	0	0
sp12	1	4	0	0
sp14	1	4	0	0
sp17	1	4	0	0
sp19	1	4	0	0
moyenne				0,01511536

Espèces	SO1	SO2	SO3	MutIn
Sp8	6	0	0	0,08
Sp11	5	0	0	0,066
Sp20	5	0	0	0,066
Sp25	5	0	0	0,066
Sp26	5	0	0	0,066
Sp7	0	1	4	0,054
Sp10	4	0	1	0,029
Sp13	4	0	1	0,029
Sp2	0	0	5	0,022
Sp3	0	0	5	0,022
Sp5	0	0	5	0,022
Sp6	0	0	5	0,022
Sp9	0	0	5	0,022
Sp12	0	0	5	0,022
Sp14	0	0	5	0,022
Sp15	0	0	5	0,022
Sp16	0	0	5	0,022
Sp17	0	0	5	0,022
Sp19	0	0	5	0,022
Sp21	0	0	5	0,022
Sp22	0	0	5	0,022
Sp23	0	0	5	0,022
Sp24	0	0	5	0,022
Sp1	3	0	2	0,01
Sp18	3	0	2	0,01
sp4	1	0	4	0,002
moyenne				0,0310769

	strate			MutIn
Espèces	ST1	ST2	ST3	
sp18	0	0	5	0,094
sp6	0	5	0	0,066
sp11	0	1	4	0,059
sp17	0	1	4	0,059
Sp8	1	5	0	0,044
Sp9	0	2	3	0,043
Sp21	0	2	3	0,043
Sp26	0	4	1	0,043
Sp3	5	0	0	0,041
Sp7	5	0	0	0,041
Sp14	5	0	0	0,041
Sp15	5	0	0	0,041
Sp16	5	0	0	0,041
Sp19	5	0	0	0,041
Sp20	5	0	0	0,041
Sp24	5	0	0	0,041
Sp25	5	0	0	0,041
Sp2	1	4	0	0,033
Sp13	1	4	0	0,033
Sp10	1	1	3	0,023
Sp5	2	3	0	0,018
Sp12	4	1	0	0,017
Sp22	4	1	0	0,017
Sp4	1	3	1	0,012
Sp23	1	3	1	0,012
sp1	3	1	1	0,002
Moyenne				0,0379615

Espèces	PS1	PS2	MutIn
Sp6	3	2	0,075
Sp15	2	3	0,036
Sp9	1	4	0,009
Sp1	0	5	0,003
Sp2	0	5	0,003
Sp3	0	5	0,003
Sp4	0	5	0,003
Sp5	0	5	0,003
Sp7	0	5	0,003
Sp8	0	6	0,003
Sp10	0	5	0,003
Sp11	0	5	0,003
Sp12	0	5	0,003
Sp13	0	5	0,003
Sp14	0	5	0,003
Sp16	0	5	0,003
Sp17	0	5	0,003
Sp18	0	5	0,003
Sp19	0	5	0,003
Sp20	0	5	0,003
Sp21	0	5	0,003
Sp22	0	5	0,003
Sp23	0	5	0,003
Sp24	0	5	0,003
Sp25	0	5	0,003
sp26	0	5	0,003
moyenne			0,0072692

Espèces	EX1	EX2	EX3	EX4	mutIn
Sp12	5	0	0	0	0,072
Sp19	5	0	0	0	0,072
Sp11	1	4	0	0	0,071
Sp15	2	3	0	0	0,053
Sp10	0	0	3	2	0,052
Sp4	4	1	0	0	0,05
Sp14	0	0	0	5	0,048
Sp17	0	0	0	5	0,048
Sp22	0	0	0	5	0,048
Sp24	0	0	0	5	0,048
Sp26	0	0	0	5	0,048
Sp3	0	1	3	1	0,047
Sp6	1	3	1	0	0,046
Sp23	4	0	0	1	0,039
Sp9	0	2	2	1	0,038
Sp1	0	0	2	3	0,037
Sp7	0	0	1	4	0,033
Sp13	0	1	0	4	0,031
Sp5	2	0	2	1	0,025
Sp21	3	0	0	2	0,024
Sp2	2	2	0	1	0,02
Sp25	3	1	0	1	0,02
Sp16	0	1	1	3	0,019
Sp18	2	0	0	3	0,019
Sp20	1	1	1	2	0,002
sp8	2	1	1	2	0,001
Moyenne					0,0388846

Espèces	TP1	TP2	TP3	MutIn
Sp6	5	0	0	0,176
Sp25	0	0	5	0,094
Sp8	0	2	4	0,038
Sp15	2	3	0	0,037
Sp17	0	2	3	0,024
Sp20	0	2	3	0,024
Sp1	0	5	0	0,017
Sp2	0	5	0	0,017
Sp3	0	5	0	0,017
Sp5	0	5	0	0,017
Sp7	0	5	0	0,017
Sp12	0	5	0	0,017
Sp16	0	5	0	0,017
Sp18	0	5	0	0,017
Sp21	0	5	0	0,017
Sp22	0	5	0	0,017
Sp24	0	5	0	0,017
Sp26	0	5	0	0,017
Sp10	0	3	2	0,009
Sp14	0	3	2	0,009
Sp23	0	3	2	0,009
Sp9	1	3	1	0,007
Sp4	0	4	1	0,004
Sp11	0	4	1	0,004
Sp13	0	4	1	0,004
Sp19	0	4	1	0,004
Moyenne				0,0248846

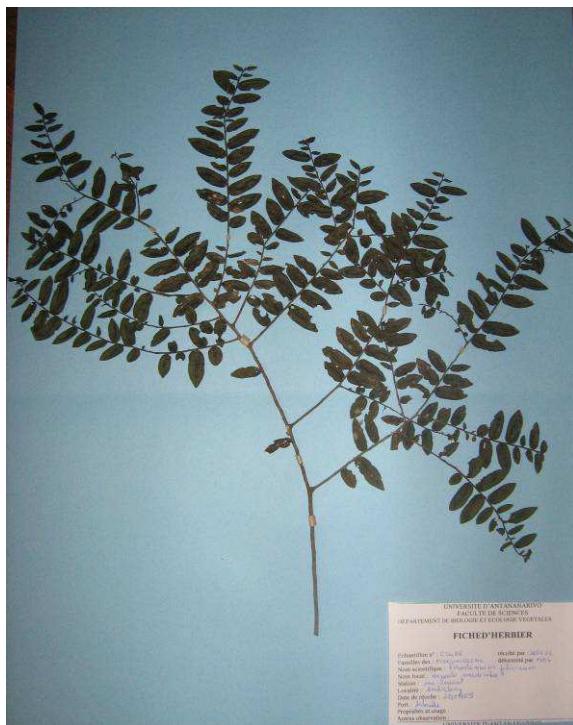
Annexe X: Fiche d'herbier

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DE SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES

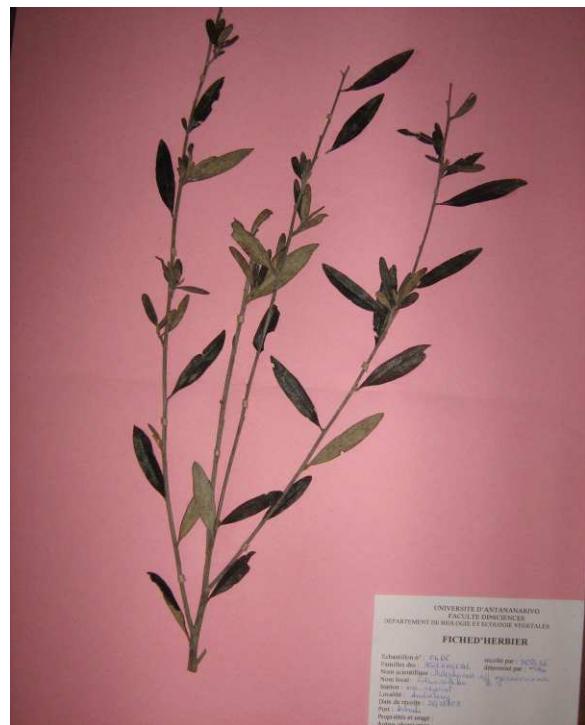
FICHE D'HERBIER

Echantillon n° : récolté par :
Familles des : déterminé par :
Nom scientifique :
Nom local :
Station :
Localité :
Date de récolte :
Port :
Propriétés et usage :
Autres observation :

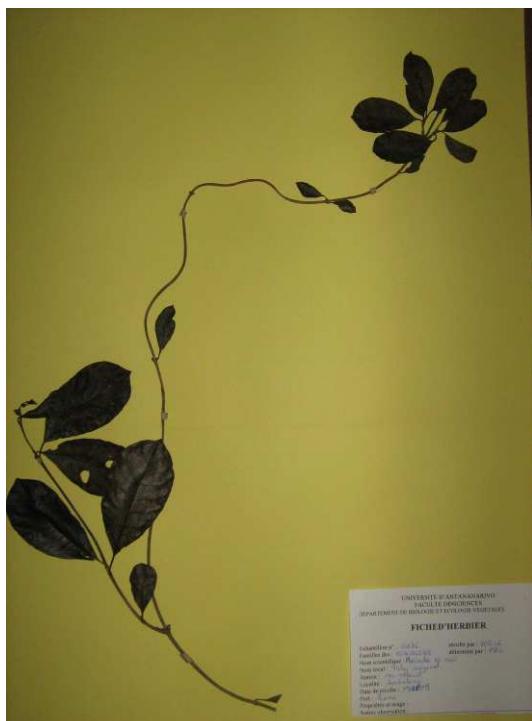
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES
PHOTOS HERBIER



Oncostemum filicimum



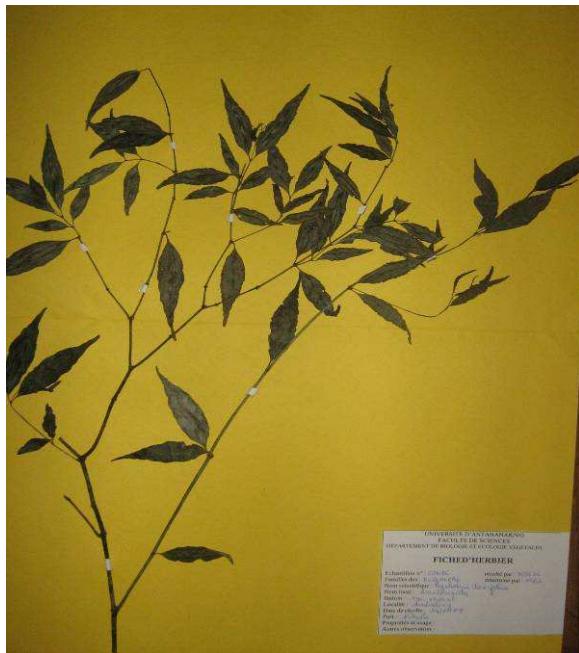
Distephanus aff garnieriana



Morinda sp nov



Coptosperma sp nov



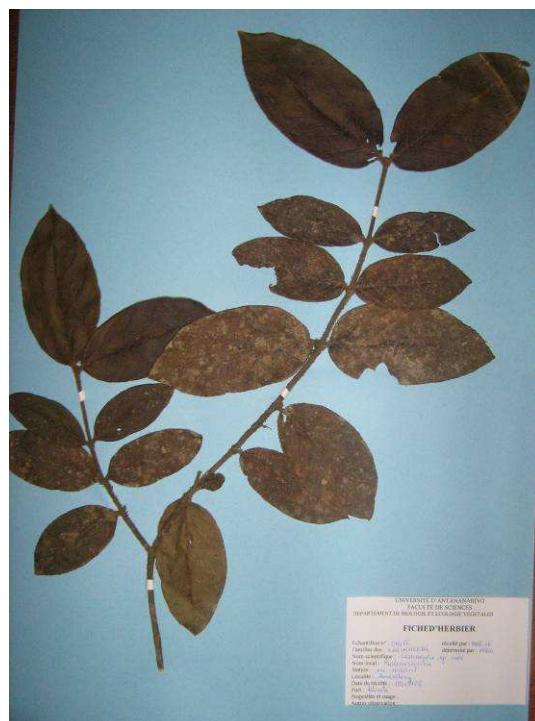
Psychotria taxifolia



Ludia madagascariensis



Pentopetia cotoneaster



Cassinopsis sp nov

Auteur : RASOARANTOMANANA Farasoa Merline

DESS/SE- Troisième promotion - Option Biologie de Conservation.

Contact : mervedesse@yahoo.fr

Titre : Ecologie et facteurs prépondérants à la distribution des espèces floristiques sensibles d'Ambatovy en vue d'une éventuelle restauration

Résumé

L'extraction et le traitement de minerai provenant de gisement de Nickel et Cobalt sur le site d'Ambatovy Analamay provoqueraient une destruction remarquable de la biodiversité ainsi que des perturbations totales des écosystèmes. À ce constat, le projet a engagé dans le cadre de son programme environnemental, une stratégie de restauration des surfaces perturbées. Les principaux objectifs de la restauration visent à assurer une stabilité physique et chimique des surfaces perturbées à long terme et à maintenir l'intégrité biologique des paysages, des écosystèmes, des communautés, des habitats ainsi que des populations de faune et flore. Destinée à assurer la conservation d'espèces végétales (SOC : Species Of Concern) l'étude vise à approfondir les connaissances sur leur biologie et leur écologie. Les travaux s'orientent principalement sur l'étude écologique des espèces SOC's d'Ambatovy ainsi que les facteurs déterminants à la distribution des espèces SOC's. Ce dernier volet permet notamment d'identifier la nature des écosystèmes dans lequel se développent les espèces, leur optimum écologique.

Les espèces prises actuellement en compte dans le cadre de la restauration se situent dans la zone de défrichement.

Mots clés : Espèces SOC, Ambatovy, écologie, restauration écologique, restauration.

Encadreurs : Docteur ROGER EDMOND

RAZAFIMAMONJY Angelo

Author : RASOARANTOMANANA Farasoa Merline

DESS/SE- Troisième promotion - Option Biologie de Conservation.

E.mail: mervdesse@yahoo.fr

Title: Ecology and preponderant factor in the distribution of sensitive species of Ambatovy with the aim of possible restoration

Summary

Extraction and treatment of ore issuing deposit of Nickel and Cobalt on the site of Ambatovy Analamay incite a remarkable destruction of biodiversity as well as complete disturbances of ecosystems. In this official report, plan promised as part of its environmental program, a strategy of restoration of the unsettled surfaces. The main objectives of restoration aim at assuring a physical and chemical stability of area disturbing in the long dated and at supporting the biological integrity of landscapes, ecosystems, communities, habitats as well as populations of fauna and flora. Destiny to ensure the conservation of plant species (SOC: Species Of Concern) the research concern to deepen the knowledge on their biology and their ecology. The research turn in most cases on the environmental study of species SOC of Ambatovy as well as the decisive factor in the distribution of species SOC. This last shutter notably allows to identify the nature of ecosystems in which develop kinds, their environmental optimum.

The soc taken into nowadays as part of restoration are in the zone of clearance.

Key words: SOC, Ambatovy, ecology, ecological restoration, restoration

Advisors: Doctor ROGER Edmond

RAZAFIMAMONJY Angelo