



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

THESE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTORAT EN SCIENCES DE LA VIE

SPECIALITE: ÉCOLOGIE VÉGÉTALE



Présentée par *Verohanitra Miarivelomalala RAFIDISON ép. RATOVELO*

Soutenue le 05 Avril 2013 devant un Jury composé de :

Président: Pr. Vonjison RAKOTOARIMANANA

Directeur: Pr. Charlotte RAJERIARISON

Rapporteurs : Pr. Bakolimalala RAKOUTH
Pr. Yildiz AUMMEERUDDY-THOMAS

Examineurs: Pr. RAMAVOVOLOLONA
Pr. Samuel RAZANAKA

Remerciements

La réalisation de cette thèse est le fruit de la collaboration étroite entre le Département de Biologie et Ecologie Végétales (DBEV) de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo d'une part et le CEFE-CNRS (Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive du Centre National des Recherches Scientifiques) de Montpellier (UMR 5175) d'autre part.

Tout d'abord, je voudrais remercier le DBEV et le CEFE-CNRS pour la confiance que ces institutions m'ont accordée en m'offrant les moyens matériels et le support de leurs structures de recherche et administrative pour le bon déroulement de cette thèse.

Je tiens également à remercier le Gouvernement Français par l'intermédiaire du SCAC, l'AUF et le GDRI pour leur soutien financier pour le bon déroulement de mes stages de recherche à Montpellier.

Ce travail a été élaboré grâce à la précieuse contribution de nombreuses personnes et à l'aide efficace qu'elles m'a prodiguée tant sur le plan intellectuel que sur le plan matériel. Je leur adresse mes remerciements les plus sincères. En particulier

- Monsieur Vonjison RAKOTOARIMANANA, Professeur au Département de Biologie et Ecologie Végétales, qui malgré ses multiples fonctions m'a fait l'honneur de présider le jury de cette thèse. J'exprime toute ma gratitude et ma reconnaissance.

- Madame Charlotte RAJERARISON, Professeur titulaire au Département de Biologie et Ecologie Végétales, qui malgré ses lourdes responsabilités, m'a apporté ses multiples conseils inestimables pour corriger et améliorer la qualité de ce manuscrit. Elle m'a fait un très grand honneur de diriger cette thèse. Qu'elle trouve ici le témoignage de notre profonde gratitude et de notre respectueuse admiration.

- Madame Bakolimalala RAKOUTH, Professeur au Département de Biologie et Ecologie Végétales, mon Rapporteur interne, en dépit de ses multiples activités, a bien voulu accepter de me diriger inlassablement depuis l'Ecole Normale Niveau 3 jusqu'à la réalisation de cette thèse,. . J'adresse mon entière gratitude pour la bienveillance avec laquelle elle m'a toujours dirigé. sans ménager ni son temps, ni sa patience.

- Madame Yildiz AUMEERUDDY-THOMAS, Directeur de recherche au CEFE-CNRS de Montpellier, mon Rapporteur externe qui, malgré ses multiples responsabilités, a

bien voulu m'encadrer aussi bien sur le plan académique que technique tout au long de l'élaboration de ce travail, de Madagascar à Montpellier. Je tiens à souligner l'importance de la confiance et de la motivation qu'elle m'a accordée. Qu'elle en soit vivement remerciée.

- Madame RAMAVOVOLOLONA, Professeur titulaire et Responsable de la formation Doctorale au sein du Département de Biologie et Ecologie Végétales, qui m'a fait l'honneur d'avoir acceptée d'examiner cette thèse en dépit de ses nombreuses obligations. Ses informations et ses conseils constructifs m'ont été très importants pour l'amélioration de la version finale de cette thèse. Qu'elle trouve ici mes remerciements les plus respectueux.

- Monsieur Samuel RAZANAKA, chercheur au CNRE, qui malgré ses lourdes tâches, a bien voulu accepter d'être l'examineur de cette thèse. Ses critiques constructives m'ont été indispensables pour l'amélioration de la version finale de cette thèse. Je vous adresse ma profonde gratitude.

Je suis très reconnaissante, au-delà de ces lignes, à Monsieur Finn KJELLBERG, Directeur de recherche et Responsable de l'équipe Interactions biotique au CEFÉ-CNRS, sans lui, la thèse ne serait pas ce qu'elle est, aussi bien pour les travaux sur terrain que pour les travaux au laboratoire. Il a guidé ce travail de recherche, tout en me laissant beaucoup d'autonomie et je le remercie pour la confiance qu'il m'a toujours témoignée. C'est avec beaucoup de patience et de sympathie qu'il a partagé avec moi ses connaissances.

C'est aussi avec une grande joie que j'adresse mes vifs remerciements :

- A Madame Martine HOSSAERT-MCKEY, Directrice adjointe scientifique de l'INEE, qui m'a accordée sa confiance pour la réalisation de la thèse et m'a toujours soutenu pour chercher les financements de mes stages à Montpellier.

- A Madame Stéphanie CARRIERE Ecologue/Ethno-Ecologue, Chargé de recherches à l'IRD, ses précieux conseils et sa grande expérience pour orienter le travail aussi bien sur terrain qu'à Montpellier me paraît indispensable pour la réalisation de ce travail

- A Monsieur Edmond ROGER, Maître de Conférences au Département de Biologie et Ecologie Végétales qui m'a beaucoup aidé durant mes travaux sur terrain.

- A Madame Harisoa Miadana FARAMALALA, Professeur au sein du Département de Biologie et Ecologie Végétales pour sa disponibilité. Ses remarques pertinentes m'ont permis d'améliorer la qualité de cette thèse.

- Aux équipes d'Interactions Bioculturelles et d'Interactions Biotiques du CEFE Montpellier pour l'accueil chaleureux et l'environnement de travail très agréable au cours de mes périodes de stage à Montpellier. Toute ma reconnaissance particulière à Laure Benoit et Patrick Samper pour les manipulations en biologie moléculaire, à Claudine Barre pour les procédures administratives. Je ne saurais pas oublier les stagiaires : Noppol Kobmoo, Amandine Cornille qui m'ont beaucoup aidé aux manipulations et au traitement de données.

- A Monsieur Benja Rakotonirina, technicien du Département de Biologie et Ecologie végétales pour la confection des plans de localisation des Ficus.

- A Monsieur Basile Rakotoanadaly, technicien du Département de Biologie et Ecologie végétales par sa compétence lors des missions sur terrain

-A Yando et les stagiaires du laboratoire d'Ecologie Végétales : Amadou, Andry, Narindra, , Rivo, Felana et Marcel pour la cartographie, les traitements de données et la mise en forme.

- Aux populations d'Ambendrana, d'Amindrabe et de Sahabe qui m'ont bien accueillies, et m'ont prêtées mains fortes pour l'accomplissement de mes travaux sur terrain. Particulièrement, je remercie vivement Rakotomaro, Jean Marie et ses fils (Ambendrana), et Roger et sa famille (Sahabe), guides et assistants de terrain qui m'ont efficacement aidée ainsi que tous les stagiaires: Josoa, Lalaina, Gaetan et Andry qui m'ont facilité les tâches sur le terrain.

- Aux collègues du Département qui ont su prendre avec beaucoup de patience et de compréhension mes absences fréquentes

- A ma famille de m'avoir soutenue en permanence et a su prendre avec beaucoup de compréhension mon engagement.

Enfin, je tiens à remercier tout particulièrement mon mari Seth, qui m'a toujours encouragé par son amour. Merci pour tous les sacrifices qu'il a consenti à faire avec enthousiasme durant mes absences fréquentes.

A tous, j'exprime ma tendre affection et gratitude !

Dieu n'est pas injuste. Il n'oubliera pas votre activité, ni l'amour que vous avez par les services que vous avez rendu et que vous rendez encore. (Hébreux VI-10)

Qu'Il vous bénisse !

Table des matières

	Pages
Table des matières	iv
Liste des tableaux	iix
Liste des figures	xi
Liste des cartes	xiii
Liste des photos.....	xiv
Liste des annexes.....	xv
Liste des abréviations.....	xvii
GLOSSAIRE.....	xx
INTRODUCTION.....	1
Partie 1 : CADRE DE L'ETUDE.....	9
I.Le genre <i>Ficus</i>	9
I.1. Cadres taxonomiques.....	9
I.2. Caractères morphologiques et biologiques.....	9
I.3. Le genre <i>Ficus</i> à Madagascar	11
I.4. Etat des recherches sur les <i>Ficus</i> à Madagascar	17
II.Ethnobiologie.....	18
II.1. Définition, historique et intérêts de l'ethnobiologie.....	18
II.2. Historique de la recherche en ethnobotanique et ethnobiologie à Madagascar	19
III. Processus de la nucléation.....	20
IV. Génétique des populations	22
IV.1. Principe	22
IV.2. Utilisation des marqueurs moléculaires ou génotypes.....	23
IV.3. Technique de la PCR (Polymerase Chain Reaction)	24
V Caracteristiques de la zone d'etude	26
V.1. Présentation du milieu d'étude.....	26
V.2. Climat.....	28
V.3. Relief, géologie et sol	30
V. 4. Milieu biotique.....	30
V.4.1. Végétation et flore.....	30
V.4.2. Faune.....	31
V.4.3. Milieu humain.....	32
V.4.3.1. Historique de la région d'Ambendrana et d'Ambohimahasina	32

V.4.3.2. Catégories de paysages Betsileo.....	34
V.4. 4.Activités économiques	38
V.4.5. Pratiques socio-culturelles.....	39
V.4.5.1. Respect des <i>fady</i> ou les interdits traditionnels.....	39
V.4.5.2. Respect des ancêtres et la croyance en <i>Zanahary</i>	39
V.4.5.3. Pouvoirs des plantes	40
Partie 2 : PRATIQUES, USAGES ET REPRESENTATIONS DES <i>FICUS</i> DES	
TERROIRS AGRAIRES DU SUD BETSILEO	43
I.Objectifs	43
II.Méthodes de recherches.....	44
II.1. Choix des sites d'études	45
II.2. Collecte de données.....	45
II.2.1. Etat des connaissances	45
II.2.2. Etude de la distribution spatiale des <i>Ficus</i> recensés.....	46
II.2.3. Enquêtes ethnobotaniques.....	47
II.3. Méthodes d'analyse des données	49
II.3.1. Transcription littérale.....	49
II.3.2. Construction d'une base de données ethnobiologiques.....	49
II.3.3. Analyse de la nomenclature et de la classification.....	49
II.3.4. Analyse temporelle de l'évolution de la perception des usages et des données	
socio-culturelles.....	50
II.3.5. Evaluation quantitative de l'importance de l'utilisation locale des espèces.....	50
II.3.6. Analyse des savoirs locaux.....	51
II.3.7. Analyse des liens entre les <i>Ficus</i> selon une approche spatialisée et historique.....	51
III. Résultats et interprétations	55
III.1. Caractéristiques botanique et écologique des espèces recensées.....	55
III.2. Nomenclature et classification locales des <i>Ficus</i>	59
III.2.1. Nomenclature locale.....	59
III.2.2. Classification des <i>Ficus</i> d'après les perceptions locales.....	62
III.2.2.1. Catégories englobantes.....	62
III.2.2.2. Termes de base et déterminants.....	63
III.3. Usages et représentations des figuiers en pays Betsileo	66
III.3.1. Importance de l'utilisation	68

III.3.2. Principales utilisations et représentation des espèces	69
III.3.2.1. <i>Ficus tiliifolia</i> (Voara ou Ara).....	69
III.3.2.2. <i>Ficus reflexa</i> (Nonoka).....	73
III.3.2.3. <i>Ficus lutea</i> (Amonta, Ravindahy).....	77
III.3.2.4. <i>Ficus trichoclada</i> et <i>Ficus botryoides</i> (Fompoha).....	80
III.3.2.5. <i>Ficus trichopoda</i> (Aviavy).....	81
III.3.2.6. <i>Ficus politoria</i> (Kivozy) et <i>Ficus pachyclada</i> (Kivozy).....	84
III.3.2.7. <i>Ficus polita</i> (Tsaramady).....	85
III.3.3. Principaux utilisateurs.....	86
III.3.4. Synthèse sur les usages et la représentativité des <i>Ficus</i>	87
III.4. Approches ethnobiologiques et ethnoécologiques des relations entre les <i>Ficus</i> et les populations locales.....	90
III.4.1. Perceptions locales sur la biologie des <i>Ficus</i>	90
III.4.1.1. Différentes parties de la plante.....	90
III.4.1.2. Cycle biologique.....	92
III.4.1.3. Phénologie.....	93
III.4.1.4. Interactions <i>Ficus</i> /animaux : frugivorie et dispersion des graines.....	93
III.4.2. Perceptions locales sur les habitats des <i>Ficus</i>	94
III.4.3. Perceptions locales sur les paysages et les espaces associés aux <i>Ficus</i>	96
III.5. Distribution spatio-temporelle des <i>Ficus</i> dans les terroirs.....	97
III.5.1. Nomenclature des lieux: toponymie.....	97
III.5.2. Représentation des <i>Ficus</i> dans les zones paysagères.....	99
III.5.2.1 : Zone A.....	101
III.5.2.2 : Zone B.....	103
III.5.2.3 : Zone C.....	104
III.5.3. Facteur déterminant la distribution spatio-temporelle des <i>Ficus</i>	106
III.5.4. Répartition des <i>Ficus</i> selon leur localisation et leur statut au sein des facettes socio-écologiques.....	108
IV. Discussion sur la deuxième partie.....	110
V. Conclusion sur la deuxième partie.....	112
Partie 3 : PROCESSUS DE NUCLEATION AUTOUR DES <i>FICUS</i> ISOLEES DANS LES TERROIRS AGRICOLES.....	114
I. Introduction.....	114

II. Matériels et méthodes de recherche.....	115
II.1. Choix des arbres à étudier	115
II.2. Collecte des données stationnelles	116
II.3. Collecte des données floristiques et phytosociologiques	116
II.3.1. Aire minimale.....	116
II.3.2. Délimitation de la surface de relevé.....	117
II.3.3. Types biologiques.....	117
II.3.4. Diversité floristique.....	118
II.3.5. Similarité floristique.....	119
II.4. Etude structurale.....	120
II.5. Traitement des données.....	121
II.5.1. Analyse factorielle des correspondances (AFC) et analyse en composantes principales (ACP).....	121
II.5.2. Analyse de co-inertie.....	122
II.5.3. Analyse de variance.....	123
III. Résultats et interprétations	123
III.1. Caractéristiques des relevés	124
III.1.1. Parcelles de relevé.....	124
III.1.2. Aires minimales.....	127
III.2. Caractéristiques floristiques.....	128
III.2.1. Richesse floristique.....	128
III.2.2. Indice de régularité	130
III.2.3. Indice de diversité.....	131
III.2.4. Similarité floristique.....	132
III.3. Caractéristiques structurales de la végétation : structure horizontale.....	133
III.4. Dispersion des graines	135
III.5. Facteurs déterminant à la distribution des espèces de <i>Ficus</i>	137
III.5.1. Mise es évidence de la présence de co-structure.....	137
III.5.2. Hierarchisation des facteurs.....	139
IV. Discussion sur la troisième partie.....	144
V. Conclusion sur la troisième partie	146
Partie 4 : ETUDES GENETIQUES.....	148
I. Introduction.....	148

II. Matériels et méthodes d'études	149
II.1. Matériel végétal.....	149
II.2. Méthodes d'études	150
II.2.1. Extraction d'ADN.....	150
II.2.2. Utilisation des marqueurs moléculaires ou génotypages.....	153
II.2.3. Contrôle de la qualité et séparation des ADN par électrophorèse sur gel d'agarose.....	153
II.2.4. Génotypages	154
II.3. Analyses des données.....	154
II.3.1. Variabilité génétique intraspécifique.....	154
II.3.2. Recherche et détection de clones.....	155
II.3.3. Détection des discontinuités génétiques.....	155
III. Résultats et interprétations	157
III.1. Variabilité génétique intraspécifique	157
III.2. Recherche et détection de clones	159
III.3. Variabilité génétique entre la population de la forêt et la population du terroir ..	159
IV. Synthèse et discussion sur la quatrième partie	163
V. Conclusion sur la quatrième partie	165
Partie 5 : SYNTHÈSE GÉNÉRALE	167
I. Pratiques, usages et représentations des <i>Ficus</i> des terroirs.....	167
II. Impacts écologiques de la préservation des <i>Ficus</i> isolés dans les terroirs agraires.....	169
III. Impacts biologiques : structuration génétique de <i>Ficus</i> des terroirs par rapport à ceux du corridor forestier.....	171
CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES.....	172
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	175
ANNEXE	

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 1 : Liste des espèces de <i>Ficus</i> endémiques de Madagascar	11
Tableau 2. Caractéristiques des espèces de <i>Ficus</i> Malgaches.	13
Tableau 3 : Répartition du sexe des personnes interviewées	47
Tableau 4: Répartition de l'âge des personnes interviewées	48
Tableau 5 : Catégorisation des espèces en fonction de la valeur de l'indice d'utilisation	51
Tableau 6 : Caractéristiques des espèces de <i>Ficus</i> recensés dans les sites d'Ambendrana et de Sahabe.	57
Tableau 7: Liste des noms vernaculaires et leur transcription littérale	59
Tableau 8: Liste des termes de base avec les déterminants.....	63
Tableau 9 : Différentes sortes d'usages des <i>Ficus</i> du terroir	67
Tableau 10 : Indice d'utilisation des espèces.....	68
Tableau 11 : Tableau comparatif entre les savoirs scientifiques et les savoirs locaux sur les différents éléments constitutifs des <i>Ficus</i>	94
Tableau 12: Différents noms des lieux utilisés localement.....	97
Tableau 13: Répartition des <i>Ficus</i> isolés nucléés dans les terroirs agraires.....	124
Tableau 14: Aires minimales dans les deux sites	127
Tableau 15 Aire minimale sous les différentes espèces.....	128
Tableau 16: Richesse floristique et taxons caractéristiques des deux sites	129
Tableau 17 : Richesse floristique moyenne et familles caractéristiques sous les <i>Ficus</i> Isolés.....	129
Tableau 18: Indice de régularité pour les deux sites	130
Tableau 19: Indice de régularité sous les différentes espèces de <i>Ficus</i>	130
Tableau 20: Indice de diversité de Shannon dans les deux sites.....	131
Tableau 21: Indice de diversité de Shannon sous les différentes espèces.....	132
Tableau 22: Densité moyenne, surface terrière et richesses en arbre, arbuste et en espèces herbacés pour les deux sites.....	133
Tableau 23: Densité moyenne, surface terrière et richesses en arbre, arbuste et en individus herbacés sous les différentes espèces.....	135
Tableau 24: Proportion des espèces en fonction du mode de dispersion des graines dans les deux sites.....	136

Tableau 25: Proportion des espèces sous les trois espèces de <i>Ficus</i> en fonction du type de dispersion	136
Tableau 26 : Résumé de l'information acquise par l'analyse de co-inertie	139
Tableau 27: Comparaison de la végétation sous <i>Ficus</i> isolé d'Ambendrana et la forêt de recrû post-agricole d'origine forestière (RAF).....	146
Tableau 28: Nombre d'individus échantillonnés (N) représentatifs de chaque type de populations pour chaque espèce.....	150
Tableau 29: Paramètres génétiques pour l'ensemble des loci chez <i>F. tiliifolia</i> et <i>F. Lutea</i> ...	157
Tableau 30: Évaluation des paramètres génétiques pour chaque locus de chaque espèce.....	158
Tableau 31: Variabilité génétique des populations de la forêt et des populations de terroir chez <i>F. lutea</i> et <i>F. tiliifolia</i>	160

Liste des figures

	Pages
Figure 1 : Démarche de l'étude.....	8
Figure 2 : Complémentarité des trois types d'approches.....	8
Figure 3: Représentation schématique des cycles d'amplification par PCR.....	25
Figure 4: Diagramme ombrothermique de la zone d'Ambendrana.....	29
Figure 5: Diagramme ombrothermique de la zone de Sahabe	29
Figure 6 : Figure synthétique de la classification locale des figuiers.....	66
Figure 7: Types d'usages de <i>Ficus tiliifolia</i> en fonction du pourcentage de réponses données.....	70
Figure 8: Types d'usages de <i>Ficus reflexa</i> en fonction du pourcentage de réponses données	74
Figure 9: Types d'usages de <i>Ficus lutea</i> en fonction du pourcentage de réponses données ...	78
Figure 10 : Types d'usages de <i>Ficus trichoclada</i> et <i>Ficus botryoides</i> en fonction du pourcentage de réponses données.....	81
Figure 11: Types d'usages de <i>Ficus Trichopoda</i> en fonction du pourcentage de réponses données.....	82
Figure 12: Types d'usages de <i>Ficus politoria</i> et <i>Ficus pachyclada</i> en fonction du pourcentage de réponses données.....	85
Figure 13: Types d'usages de <i>Ficus polita</i> en fonction du pourcentage de réponses données	86
Figure 14 : Localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone A à Amboarabekobo (Amendrana).....	99
Figure 15 : Localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone B à Ankarinomby (Sahabe).....	100
Figure 16 : Localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone C à Sahabe Est.....	100
Figure 17 : Représentation des <i>Ficus</i> en fonction de la topographie dans les deux sites.....	102
Figure 18 : Facteurs déterminants la distribution des <i>Ficus</i> selon les zones historiques A, B et C.....	107
Figure 19 : Régression de la richesse en arbre par rapport à la distance à la forêt.	134
Figure 20: Projection simultanée en analyse de co-inertie.....	138
Figure 21 : Cartes factorielles dans le plan 1-2 des 11 paramètres floristiques (a) et des 55 individus de <i>Ficus</i> (b).....	141

Figure 22: Cartes factorielles dans le plan 1-2 des 30 paramètres floristiques (a) et des 55 individus de <i>Ficus</i> (b).....	142
Figure 23: Assignation des individus à des groupes génétiques avec le logiciel TESS chez <i>Ficus lutea</i>	161
Figure 24 : Pente de régression linéaire des évaluations de $F_{st}(1-F_{st})$ pour tous les loci sur la distance de localités pour toutes les paires de localités chez <i>Ficus lutea</i>	161
Figure 25 : Assignation des individus à des groupes génétiques avec le logiciel TESS chez <i>Ficus tiliifolia</i>	162
Figure 26 : Pente de régression linéaire des évaluations de $F_{st}(1-F_{st})$ pour tous les loci sur la distance de localités chez <i>Ficus tiliifolia</i>	162

Liste des cartes

	Pages
Carte 1 : Localisation de la zone d'étude	27
Carte 2 : Localisation des 17 unités de base « colline-bas fond » à Ambendrana	53
Carte 3 : Localisation des 13 unités de base « colline-bas fond » à Sahabe	54
Carte 4 : Localisation des sites de relevés à Ambendrana	125
Carte 5 : Localisation des sites de relevé à Sahabe	126
Carte 6 : Echantillonnage pour l'étude génétique de <i>Ficus tiliifolia</i>	151
Carte 7 : Echantillonnage pour l'étude génétique de <i>Ficus lutea</i>	152

Liste des planches photographiques

Planches photographiques 1 : <i>Ficus tiliifolia</i> Baker.....	55
Planches photographiques 2 : <i>Ficus lutea</i> Vahl.....	56
Planches photographiques 3 : <i>Ficus reflexa</i> Thunberg.....	56

Liste des photos

Photo 1 : Terroir avec des <i>Ficus</i> à la lisière ouest du corridor Ranomafana Andringitra	6
Photo 2 : <i>Ficus menabeensis</i> des zones rocailleuses d'Andringitra	17
Photo 3 : Pied de <i>F. tiliifolia</i> nucléé	21
Photo 4 : Corridor Ranomafana Andringitra, vu de loin et de près	28
Photo 5 : Corridor Ranomafana Andringitra, vu de près	28
Photo 6 : Image (2010) par Google earth avec les villages de 15 toits	33
Photo 7 : Photo de la zone d'Ambendrana avec les villages de 15 toits	33
Photo 8 : Domaines forestiers avec des bas fonds transformés en rizière	36
Photo 9 : Hameau avec les arbres fruitiers sur le bas versant	37
Photo 10 : Terroirs Betsileo	39
Photo 11 : Parc à bœufs avec <i>F. reflexa</i> qui sert de <i>Tafotona</i>	42
Photo 12 : Entretien avec les enfants	49
Photo 13 : Un devin lors d'un entretien	49
Photo 14 : Figue de <i>Voarafotsy</i>	64
Photo 15 : Figue de <i>Voarabekobo</i>	64
Photo 16 : Branche feuillée avec des figues de <i>F. tiliifolia</i>	69
Photo 17 : Tissu fabriqué à l'aide de l'écorce de <i>F. tiliifolia</i>	72
Photo 18 : Parc à zébu avec des piliers en <i>F. reflexa</i>	75
Photo 19 : Branche feuillée avec des figues de <i>F. lutea</i>	77
Photo 20 : Figs de <i>F. trichoclada</i>	80
Photo 21 : Figs de <i>F. botryoides</i> sur un tronc vues de loin	80
Photo 22 : Figs de <i>F. botryoides</i> vues de près	80
Photo 23 : Branche feuillée avec des figues de <i>F. trichopoda</i>	82
Photo 24 : Branches feuillées avec des figues de <i>F. politoria</i>	84
Photo 25 : Branches feuillées avec des figues de <i>F. pachyclada</i>	84
Photo 26 : <i>Ficus tiliifolia</i> avec le tronc de couleur blanche en contraste avec la couleur des feuilles	91
Photo 27 : Bourgeon foliaire terminal de <i>Ficus lutea</i> considéré comme une fleur	92
Photo 28 : Pied de <i>F. reflexa</i> nucléé	127
Photo 29 : Pied de <i>F. tiliifolia</i> dans le terroir agraire	137
Photo 30 : Un oiseau perché sur une branche de <i>F. tiliifolia</i>	145

Liste des annexes

- Annexe I: Les corridors forestiers de Madagascar (BD 500)
- Annexe II: Notes taxonomiques et identification des *Ficus* malgaches
- Annexe III : Dataclim
- Annexe IV : Exemple d'un type d'entretien
- Annexe V : Exemple de base de données ethnobiologiques
- Annexe VI : Planches photographiques des *Ficus* de terroirs
- Annexe VII : Résultats des enquêtes sur les classifications des *Ficus*
- Annexe VIII: Tableau récapitulatif de l'usage des espèces de *Ficus* des terroirs
- Annexe IX : Résultats des enquêtes sur l'utilisation de *F. tiliifolia*
- Annexe X : Préparation de tissu de *F. tiliifolia* : *Fato* à partir de son écorce
- Annexe XI : Résultats des enquêtes sur le respect de *F. tiliifolia*
- Annexe XII : Résultats des enquêtes sur l'utilisation de *F. reflexa*
- Annexe XIII: Résultats des enquêtes sur les utilisations de *F. lutea*
- Annexe XIV : Résultats des enquêtes sur les utilisations de *F. botryoides* et *F. trichoclada*
- Annexe XV: Résultats des enquêtes sur les utilisations de *F. trichopoda*
- Annexe XVI: Résultats des enquêtes sur les utilisations de *Ficus politoria* et *Ficus pachyclada*
- Annexe XVII: Résultats des enquêtes sur les utilisations de *F. polita*
- Annexe XVIII: Perceptions locales sur la biologie des *Ficus*
- Annexe XIX: Oiseaux disperseurs de graines
- Annexe XX: Perceptions locales sur les habitats des *Ficus*
- Annexe XXI: Exemples de localisation des figuiers dans les unités paysagères des différentes zones
- Annexe XXII: Facettes socio-écologiques
- Annexe XXIII: Caractéristiques des parcelles de relevés.
- Annexe XXIV: Liste floristique globale
- Annexe XXV : Tableau de l'indice de similitude de Sorensen entre les trois types de *Ficus*
- Annexe XXVI : Valeurs des poids canoniques des variables floristiques et du milieu
- Annexe XXVII : Codes des variables du milieu
- Annexe XXVIII: Extraction de l'ADN
- Annexe XXIX : Préparation des mélanges PCR multiplex

Annexe XXX : Séparation des ADN par électrophorèse en gel d'agarose

Annexe XXXI:Génotypage

Annexe XXXII : Les clones de *F. tiliifolia*

Annexe XXXIII : Indice de différenciation génétique entre les populations de forêts
et les populations de terroirs pour *F. lutea*

Annexe XXXIV : Indice de différenciation génétique entre les populations de forêts
et les populations de terroirs pour *F. tiliifolia*

Liste des Abréviations

ACP: Analyse en Composantes Principales

ADN: Acide DésoxyriboNucléique

AM: Aire Minimale

ANGAP: Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées

Ex MNP: Madagascar National Parks actuel

ARN: Acide Ribonucléique

CEFE: Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

CFRA: Corridor Forestier Ranomafana-Andringitra

CIRAD: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CNRE: Centre National de Recherches sur l'Environnement

CNRS: Centre National de Recherches Scientifiques

COBA: COmmunauté locale de BAse

dATP, dCTP, dGTP et dTTP: Désoxyribonucléotides TriPhosphates

DHP : Diamètre à Hauteur de Poitrine

dNTP: DésoxyriboNucléotides TriPhosphates

Fis: Indice de coSanguinité

FOFIFA: Foibe fikarohana momba ny fambolena

Fst: Indice de différenciation génétique

GCF: Gestion Contractualisée des Forêts

GELOSE: Gestion Locale Sécurisée

GEREM: Gestion des Espaces ruraux et de l'Environnement à Madagascar

GPS: Global Positioning System

GVD: Groupe Vision Durban

IRD: Institut de recherches pour le Développement

ISS: Indice de Similitude de Sorensen

MCMC: Markov Chain Monte Carlo

ONG: Organisme Non Gouvernemental

PCD: Programme Communal de Développement

PCR: Polymerase Chain Reaction : Réactions de Polymérisation en Chaîne

RAF: Recrûs post-Agricoles d'origine Forestière

SMGE: Service des Marqueurs Génétiques en Ecologie

SSR: Single Sequence Repeat (Microsatellite)

TESS: Transcription Element Search System

UICN: Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UMR: Unité Mixte de Recherche

UNESCO: United National Educational Scientific and Cultural Organisation

URP: Unité de Recherche en Partenariat

ZPT: Zone de Protection Temporaire

GLOSSAIRE

Termes scientifiques

Acides aminés ou **aminoacides** : classe de composés chimiques possédant deux groupes fonctionnels : à la fois un groupe carboxyle –COOH et un groupe amine –NH₂.

Acides nucléiques : polymères dont l'unité de base, ou monomère, est le nucléotide

Admixture: les résultats de croisement entre deux ou plusieurs populations précédemment isolées dans une espèce

Agaonidae: insectes pollinisateurs des *Ficus* monoïques

Agarose: polymère non-ramifié à base d'agar-agar purifié. Il est utilisé entre autres pour l'électrophorèse des acides

Allèles: gènes homologues, qui assurent la même fonction mais de façon différente (exemple : allèle « pois jaune », allèle « pois vert »).

Allèle nul: mutation sur la séquence flanquante à la région microsatellite empêche l'amplification d'un allèle, l'individu est alors génotypé comme un faux homozygote.

Amorce: oligonucléotide de taille (de 15 à 30 nucléotides, environ 20 bases) et de séquence déterminée qui, hybridée avec une molécule simple brin d'acide nucléique, permet à une polymérase d'initier la synthèse du brin complémentaire. Le pourcentage de GC doit être compris entre 40 et 60%.

Amplexicaule: la stipule entoure complètement la tige

Amplicons: ADN double brins, borné par les amorces, correspondant au fragment d'ADN amplifié par PCR.

Amplimères: produit d'amplification in vitro par la méthode PCR

Axiflores: fleur qui naît ou qui est placée sur l'axe ou la tige

Charme: remède traditionnel, grigri, sort

Clone: ensemble des individus qui partagent le même patrimoine génétique

Dénaturation: rupture des liaisons hydrogènes entre les paires de bases de l'ADN double brin conduisant à deux molécules d'ADN simple brin.

Diversité génétique: composante héritable de la diversité présente à l'intérieur des espèces

Electrophorèse: méthode utilisée en biochimie et en biologie moléculaire pour séparer les acides nucléiques (ADN et ARN) à l'aide de leur charge électrique et de leur taille

Elongation: synthèse des brins d'ADN dans le sens 5' vers 3' grâce à l'action de la polymérase. A partir d'une molécule d'ADN double brins, on obtient deux molécules d'ADN doubles brins après un cycle et 2n molécules après n cycles

Ethnobiologie : la biologie telle qu'elle est perçue, comprise et analysée selon les théories sociales et culturelles des communautés locales

Locus (pluriel : loci): emplacement du gène sur le chromosome

Métonymiques: qui figure par la quelle on désigne le tout par la partie, le contenu par le contenant

Mnémotechniques: qui aide la mémoire par des procédés d'association mentale

Microsatellite: ou **SSR (Single Sequence Repeat)** : séquence d'ADN constituée par une répétition continue de motifs composés de 1, 2 voire n nucléotides avec des bases qui sont répétées en tandem. La zone répétée constitue un locus

Nucléation : la recolonisation spatiale de la végétation à partir d'espèces connues associées à des arbres pionniers ou relictuels

Nucléotide: molécule organique composée d'une nucléobase, d'un pentose et de 1 à 3 groupements phosphates

Oligonucléotides: courts segments d'acides nucléiques (ARN ou ADN), longs de quelques dizaines de nucléotides

Panmixie (Weismann, 1895): régime de reproduction dans lequel les gamètes s'associent au hasard vis-à-vis du ou des locus considérés

Ramiflore: fleur qui naît ou qui est placée sur le rameau

Taxon (pl. Taxa): terme attribué aux groupes d'organismes appartenant à un niveau de hiérarchie de la classification systématique des êtres vivants; ex : Famille, genre, espèce,...

Terroir : zones dominées par les exploitations agricoles

Appellations locales

Ala: forêt.

Alagasy: forêt naturelle malgache, forêt primaire

Alakininina: litt. forêt d'*Eucalyptus*

Alamaity: forêt avec de grands arbres, des sous bois clairs et accessibles aux gens

Alamena: forêt avec des arbres de taille moyenne, de sous bois dense très ramifié et inaccessible.

Ambala: litt. au parc à bœufs, au sens du « monde rurale »

Amorotambina: partie à pente douce du bas versant en contact avec la rizière

Ampanenjanana: haut de versant à pente forte

Ampatrana: littéralement dans l'herbe, en dehors de la forêt, sur terrain découvert

An'ala: dans la forêt

Andohasaha: dans le vallon

Andohavohitsa: tête de la colline

Angady: bêche malgache qui sert au travail des champs et des rizières

Antanà: litt. au village

Aritsa: endroit sacré (bosquet) où l'on jette les ustensiles ayant servi à laver le défunt.

Atety: crête de montagne

Atiala: grande forêt ou centre de la forêt

Atikifafa: littéralement. à l'intérieur de la savane herbacée à *Aristida aescensionis*, savane herbacée jamais cultivée mais déjà brûlée pour le pâturage

Atova: vanne

Dobotrondro: bassin piscicole

Fady: tabou. Interdit traditionnel transmis par tradition orale.

Fahasoantany: période où la paix règne dans la zone de Betsileo (avant 17^{ème} siècle)

Fanafody: médicament, remède traditionnel, grigri, sort.

Fanarinandra: endroit sacré où l'on jette les ustensiles ayant servi à laver le défunt.

Fanahy: esprit des ancêtres.

Fantsakana: puits

Farihy: marais.

Fasana: tombeau.

Felany: fleur

Fomparihy: littéralement : cœur de la rizière, rizière de vallée

Galeoka: Rhum de canne à sucre artisanal

Hadivory: Fossé

Hazomanga: litt. bois bleu, c'est une sorte d'amulette en forme d'un bâton de bois de Lauraceae (*Ravensara aromatica*) de 10cm de long, destiné à protéger le lignage ou la famille

Hazomanolaka: bois possédant un pouvoir maléfique

Hazo mitongoa: Epiphyte

Hova: signifie noble en Betsileo, ce sont les descendants de la famille royale.

Kapoaka: jachère arborée ou arbustive, recrû post-cultural.

Kifafa: sorte de savane herbeuse recouverte de l'herbe du même nom : *Aristida aescensionis* Lin. (Poaceae).

Kilanjy: parcelle épuisée où l'on ne trouve que des herbes ou surface de savane herbacée en jachère de durée indéterminée

Kipahy: rizière ou champ en étage sur courbe de niveau ou gradin

Kirihitra: fourré ou buisson

Lakasaha: littéralement : pirogue de champ, vallon étroit ou encaissé

Lasiroa: ancien monnaie malgache : 50 centimes

Lohavohitsa: litt. tête de la colline, sommet de la colline

Mpanandro: devin, guérisseur, magicien, médium

Mpimasy: devin, guérisseur, magicien, médium

Ombiasy: devin, guérisseur, magicien, médium

Omby: zébu.

Popoka: jachère arborée ou arbustive, recrû post-cultural

Riandrano: ruisseau

Raviny: feuille

Ray aman dreny: littéralement. père (*ray*) avec (*aminy*) mère (*reny*). Ce sont les chefs traditionnels des villages, ceux qui s'occupent d'invoquer les ancêtres pendant les fêtes. Ce sont eux qui détiennent le savoir et qui attirent le respect de la communauté. Ce mot qualifie aussi les doyens du village, homme ou femme.

Sahamboakazo: littéralement champ de fruitier, verger

Sangin'afô: litt. taquiner feu, feu de mécontentement, de manifestation, feu volontaire

Saotsa: prière adressée aux ancêtres pour une demande de bénédiction

Songon'ala: litt. mèche de la forêt, bosquet

Tafotona ou **tafoto:** dispositif de protection magique pour isoler l'ensemble des habitants de la maison, du parc à bœufs ou du village du malheur sous toutes ses formes (influences magiques néfastes, maladie, voleurs, catastrophes naturelles, sorcellerie) et leur apporter prospérité. Il est situé près de l'élément à protéger

Tahony: tige

Tambina: partie située au dessus de la rizière des bas fonds.

Tamboho: savane herbeuse qui sert de pâturage aux zébus

Tampotanety: Crête de la colline

Tananahaolo: littéralement: hameau abandonné, synonyme de *Valamaty* (litt : hameau mort) Le hameau ou la maison abandonnée

Tanety: colline

Tanimbary: littéralement terre *tany* du riz *vary*, ce mot signifie donc "rizière".

Tanimboly: litt. *terre de culture*, champ de culture

Taninketsa: pépinière de riz
Tanintsako: champ de maïs
Tantely: miel, abeilles.
Tany: terre.
Tapoka: marécage non transformé en rizière
Taranaka: descendant
Tatao: monument commémoratif, construit par un empilement de pierres ou de branches
Tehezambohitsa: versant de la montagne
Tehezantanety: versant de la colline
Tevy: pratique de défriche sur brûlis
Tovony: tige
Tsihintany: littéralement. natte de terre, aire de battage
Vahany: racine
Vala: hameau formé durant la colonisation française.
Valanomby: litt. enclos pour les zébus, parc à zébus, enclos
Valamaty: maison abandonnée.
Valamparihy: muret pour protéger la rizière inondée
Vary: riz.
Vatobe: littéralement: grosse pierre, rocher
Vatolahy: littéralement: pierre mâle, stèle : une pierre polie levée de 1 à trois mètres de haut, et possède une fonction commémorative.
Vazaha: étranger à peau blanche.
Voankazo: fruit
Voany: fruits ou graines
Voarabekobo: figue de *F. tiliifolia* à gros nombril
Voaramalefaka: figue de *F. tiliifolia* à chair tendre
Vodivala: champs situés devant le village.
Vohitsa: colline.
Voly: culture.
Zamana: vallée élargie transformée en rizières
Zanahary: Dieu créateur

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Madagascar, île-continent située entre 11°57'-25°35'S et 43°14'-50°27'E dans l'Océan Indien, présente la particularité de cumuler une richesse exceptionnelle en biodiversité. Elle a connu au cours de son histoire d'importantes pertes en matière d'habitats originels et de nombreuses communautés d'espèces (Myers et *al.*, 2000, Mittermeier et *al.*, 2004). Elle figure parmi les cinq premiers sur les dix sept pays classés « Global Biodiversity Hotspot » (Mittermeier et *al.*, 2004). En effet si on considère les plantes vasculaires, Madagascar possède près de 14000 espèces dont 80% sont endémiques (White, 1983; Guillaumet, 1984; Schatz et *al.*, 2000). Le niveau d'endémicité exceptionnellement élevé à la fois pour la flore et la faune est du à un long isolement de Madagascar au cours des temps géologique, environ 136000 millions d'années (Gautier and Goodman, 2003; Goodman, 2008).

La déforestation à Madagascar (forêt primaire et forêt secondaire) a été estimée à une perte de 100.000 à 200.000ha/an, ce qui représente un taux annuel moyen de 1,6% de la surface par an (Green et Sussman, 1990 ; Buttoud, 1995 ; Dufils, 2003 ; Bertrand et Randrianaivo, 2003). Divers facteurs comme la topographie [77% de la superficie totale du pays est en pente (Raveloson, 1997)], la faible capacité de régénération de la flore originelle, les catastrophes naturelles (cyclones), l'inadéquation des politiques publiques de développement et environnementales, les activités agricoles agissent conjointement provoquant cette perte considérable. La pression la plus forte est cependant d'origine anthropique (Bertrand et Randrianaivo, 2003). En ce qui concerne les activités humaines, la majorité de la population malgache (près de 80%) vit au dépens de l'agriculture (Ministère du Développement Rural et de la Reforme Agraire, 1995 ; ANGAP, 2001). Pour avoir une surface cultivable, les populations pratiquent des exploitations destructives de la forêt telle que l'agriculture sur brûlis ou *Tavy* (Brand et Zurbuche, 1997 ; ANGAP, 2001; Erdmann, 2003). Par ailleurs certaines politiques de développement agraires telles que la culture sur défriche-brulis du maïs dans le Sud Ouest ont également eu des effets pervers sur les habitats naturels (Milleville et Blanc-Pamard, 2001).

Pour résoudre les problèmes de dégradations forestières, l'état malgache ne cesse de multiplier ses efforts pour la conservation et différentes mesures ont été déjà prises :

- Dès l'année 1927 lors de la période coloniale, certains sites ont été classés en Aires Protégées sous forme de Réserves Naturelles Intégrales, Parcs Nationaux, Réserves Spéciales,

Forêts Classées et Périmètres de Reboisement et de Restauration (UICN, PNUE et WWF, 1990).

- Au début des années 90, l'état a adopté le Plan National d'Action Environnementale (PNAE) prévu pour 15 ans ayant comme objectif principal de promouvoir l'utilisation durable des ressources naturelles selon une approche de développement durable (ANGAP, 2001). Ce PNAE assure le regroupement et la structuration de nombreuses actions environnementales entreprises par une large gamme d'acteurs nationaux et internationaux et propose l'intégration des populations locales dans les processus de gestion des écosystèmes. (Andriamahefazafy et Méral, 2004).

- En 1996, l'état affirme que seule une démarche contractuelle négociée entre communauté locale et administration permettrait de mettre fin aux problèmes de dégradations des ressources (Raveloson, 1997).

- En 2003, lors du congrès mondial sur les parcs organisés par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) à Durban, l'état malgache a pris l'initiative d'élargir sa superficie d'Aires Protégées de 1,7 millions d'hectares à 6 millions d'hectares dans les cinq années à venir afin d'atteindre l'objectif jugé raisonnable pour l'UICN, à savoir une superficie totale de 10% du territoire qui doit acquérir un statut de protection (Carrière-Buchsenschutz, 2006 ; Méral et *al.*, 2008).

Face à cette nouvelle approche de protection de la biodiversité, compte tenu de la fragmentation croissante des écosystèmes forestiers à Madagascar (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004), les corridors forestiers ont été considérés comme des outils privilégiés pour atteindre les objectifs. Ces corridors forestiers réunissent les Aires Protégées et les restes des blocs forestiers aux alentours. Divers travaux estiment que les corridors écologiques, contribuent au maintien de la biodiversité (Levins, 1970 ; Mc Cullough, 1996 ; Hanski et Gilpin, 1997). Ils sont essentiels pour le maintien des flux biologiques (génétique, de graine et de faune) contribuant à l'intégrité des processus écologiques des blocs forestiers (Forman et Godron, 1981; Noss, 1993 ; Simberloff et *al.*, 1992). Sans la présence des corridors, il est admis en biologie de la conservation que les blocs forestiers fonctionneraient comme des îlots avec des risques d'appauvrissement (Andrianarimisa et *al.*, 2000 ; Ganzhorn et *al.* 2000 ; Goodman et Rakotondravony, 2000) même si pour les corridors à Madagascar, les hypothèses qui ont été mentionnées n'ont pas été encore vérifiées d'après le remarque de Carrière-Buchsenschutz en 2006.

En effet, Madagascar présente actuellement quatre grands corridors et/ou couloirs forestiers classés en zone de protection temporaire (ZPT) : le corridor forestier Ankeniheny Zahamena, le corridor forestier Bongolava, le corridor forestier Fandriana Vondrozo incluant le corridor Ranomafana Andringitra et le corridor forestier Anjozorobe Angavo (Annexe I). Ce sont des sites présentant une biodiversité exceptionnelle avec un niveau de menace élevé (ANGAP, 2001).

Dès la fin du 19^{ème} siècle, le problème d'insuffisance de surface cultivable pour satisfaire la croissance démographique a conduit la population environnante à exploiter progressivement la périphérie de ces corridors forestiers (Carrière-Buchsenschutz, 2006). Mais pour des raisons multiples, certains arbres isolés dans les terroirs agraires ont été préservés ainsi que certains bosquets forestiers secondarisés intégrés dans le domaine agricole. En effet, les terroirs agraires peuvent présenter une variété d'agrobiodiversité qui s'est développée sous les différentes formes de pressions de la sélection et de la gestion de la population locale (Brush and Perales, 2007 ; Heckler and Zent, 2008). Plusieurs recherches ont montré que les arbres isolés ou les bosquets protégés dans les zones agricoles par les pratiques traditionnelles locales peuvent servir de refuges pour les reliques de la biodiversité (Berkes et al., 1995; Berkes et al. 2000), et contribuent à maintenir ou à augmenter la valeur écologique des paysages agraires (Colding et Folke, 1997 ; Berkes et al., 2000). Bien que, les pratiques locales ne visent pas en soi à protéger la biodiversité, la protection de la biodiversité peut être une conséquence de ces faits (Berkes et al., 1995; Berkes et al., 2000).

Parmi ces arbres isolés, les figuiers ou les espèces du genre *Ficus*, avec quelques 800 espèces distribuées en région tropicale dont 24 à Madagascar (Berg, 1986 ; Berg and Wiebes, 1992 ; Dalecky et al., 2003 ; Rafidison et al., 2010), représentent un groupe reconnu pour être au centre d'un réseau complexe d'interactions biotiques dans le cadre de la pollinisation et de la frugivorie. Par ailleurs, on sait que les figuiers représentent de façon quasi-universelle sur l'ensemble des continents, un rôle symbolique et matériel très important dans les sociétés humaines (Dury, 1991, El Bouzidi, 2002). Dans les zones de forêts soumises à une forte anthropisation telles que les terroirs agraires de la lisière forestière de Madagascar, ces contextes les amènent souvent à être les seuls arbres sauvegardés au milieu des parcelles agraires (Martin et al., 2009).

Dans ce contexte, le présent travail aborde les connaissances et les pratiques locales sur la gestion des arbres isolés notamment les figuiers préservés dans les terroirs agraires de la société Betsileo habitant à la périphérie du corridor forestier Ranomafana Andringitra, ainsi

que leurs rôles possibles sur les interactions biotiques favorable au maintien du flux de biodiversité avec le corridor et les massifs forestiers avoisinants. Ce travail entre dans le cadre d'un programme de recherche développé à Madagascar par le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (UMR 5175 CNRS, CIRAD, Université Montpellier II) en collaboration avec l'URP Forêts- Biodiversité qui regroupe des équipes du FOFIFA, de l'Université d'Antananarivo et du CIRAD à Madagascar. C'est un programme de recherche interdisciplinaire intitulé « Sociétés, figuiers, frugivories ».

Le corridor forestier reliant le Parc National Ranomafana et le Parc National Andringitra avec leur biodiversité exceptionnelle (ANGAP, 2001), présente comme menace principal l'insuffisance de surface cultivable. Pour satisfaire leurs besoins, les populations nouvellement implantées près des rizières, à la périphérie du corridor transforment progressivement les écosystèmes forestiers des alentours en surfaces cultivables (Carrière-Buchsenschutz, 2006). Lors du défrichage ou « tavy », une pratique traditionnelle et dominante par le passé, pour des raisons matérielles ou socioculturelles certains arbres sont préservés, voire sélectionnés et entretenus pour faire partie intégrante du futur système agraire. Si on considère les arbres isolés, sur la bordure du corridor forestier reliant le Parc National Ranomafana et le Parc National Andringitra, les espèces de *Ficus* sont représentées par plus de 30% des arbres isolés des terroirs (Martin et al., 2009).

Nous savons par ailleurs que le mode de pollinisation des *Ficus* associe une espèce d'insecte à chaque espèce de figuier, l'insecte accomplissant son cycle dans un cadre de relations mutualiste avec le figuier. Ceci explique le fait que certains insectes sont capables de rechercher le figuier hôte même dans des zones de forêts fragmentées ou fortement perturbées (Harrison, 2005).

La forte attirance d'un large spectre de frugivores (Mammifères, Oiseaux et Insectes) pour les figes, place les espèces du genre *Ficus* au cœur d'interactions biotiques complexes ayant un rôle majeur dans les réseaux d'alimentation de la faune sauvage ainsi que dans la dispersion des graines (Lambert and Marshall, 1991 ; Shanahan et al., 2001). Même si les pratiques locales ne visent pas principalement la gestion de la biodiversité (Berkes et al., 1995), elles agissent indirectement au maintien des espèces animales qui fréquentent ces figuiers et des espèces végétales dispersées par ces animaux, par le maintien des *Ficus* dans les terroirs agraires. D'après Martin et al. (2009) les *Ficus* jouent un rôle majeur pour les populations aviaires qui vivent à la fois dans la forêt et dans les terroirs agraires du corridor forestier reliant les deux parcs nationaux. En outre, les arbres isolés dans des terroirs peuvent

être à l'origine de processus de reconstruction de bosquets forestiers. Par conséquent, diverses études ont montré le rôle d'arbres isolés comme ayant une fonction de noyau de régénération, un processus nommé « la nucléation » (Carrière, 2002).

De plus, les figuiers revêtent une grande importance dans différentes régions du monde, pour les sociétés humaines concernant, d'une part, des usages en alimentation, en médecine, fibres et latex, et, d'autre part, le rôle symbolique que ces arbres jouent dans de nombreuses sociétés (Condit, 1947 ; Dury, 1991 ; Aumeeruddy et Bakels, 1994 ; El Bouzidi, 2002 ; Aumeeruddy- Thomas et Pei, 2003 ; Martin et *al.*, 2009). Pour préserver ces valeurs socio-culturelles, les hommes interviennent directement ou indirectement dans leur distribution. Ceci se manifeste en maintenant les figuiers isolés dans des terroirs agricoles ou dans le cadre de formations végétales plus complexes (agroforêts, bosquets sacrés). Dans les milieux forestiers, les pratiques de cueillette et de jachère dans le cas de l'agriculture sur brûlis, peuvent épargner au cours du temps des individus de figuiers qui se trouvent réintégrer dans le domaine forestier. Ainsi, la considération des espaces périphériques avec tous les niveaux d'hétérogénéité créés par les activités des populations environnantes est nécessaire pour la gestion rationnelle du corridor (Genot et Barbault, 2004).

Les éléments biologiques maintenus volontairement par les sociétés locales sont généralement liés à des contextes socio-culturels, économiques, environnementaux ou même historiques particuliers. Pourtant les normes scientifiques internationales, les concepts et les théories liés à la biodiversité sont rarement valorisés localement (Quetier et *al.*, 2010). Les contextes historiques et politiques locaux ne sont pas fréquemment pris en compte dans la conception locale des terroirs pas plus que la valorisation de l'impact de ces différents contextes sur la gestion des ressources naturelles.

L'objectif général de cette thèse est d'analyser et de comprendre comment les pratiques et les savoirs locaux sont mis en œuvre pour favoriser la distribution des espèces de figuiers dans les terroirs. Il s'agit en outre de déterminer l'effet de ces actions sur le maintien et la conservation des figuiers et sur le corridor forestier, et comme objectif spécifique de fournir des données ethnobiologiques permettant de concevoir de nouveaux concepts pour les recherches sur la gestion de la biodiversité en rapport avec la gestion des corridors.

Plus particulièrement, l'étude se propose de :

➤ caractériser la distribution des figuiers dans les terroirs (Photo 1) et identifier les pratiques sociales correspondant à leur distribution dans l'espace. Identifier la place que tiennent ces figuiers dans une société vivant au contact du corridor forestier par une approche

ethnobiologique des représentations, des savoirs et des usages autour des figuiers. De ces approches découlent quelques hypothèses : les *Ficus* tiennent à Madagascar de façon générale et plus particulièrement à la périphérie du corridor reliant le Parc National Ranomafana et le Parc National Andringitra, une place significative dans la vie de la population locale et surtout dans la société Betsileo. L'ensemble de pratiques concrètes (pratiques agricoles et d'élevage, pratiques de cueillette et de chasse), culturelles (culte des ancêtres et autres) et la place particulière tenue par les *Ficus* chez les Betsileo, contribuent à protéger les figuiers selon une distribution non aléatoire dans l'espace géographique (espaces agricoles et espaces forestiers anthropisés).



Photo 1 : Terroir avec des *Ficus* à la lisière ouest du corridor Ranomafana Andringitra

➤ identifier le rôle écologique des figuiers isolés dans les terroirs agraires jouxtant le cordon forestier, notamment dans le cadre du processus de nucléation. En effet, l'hypothèse émise est que le maintien des figuiers dans le terroir agricole (Photo 1) et dans les zones forestières anthropisées contribue (au même titre que d'autres structures paysagères) à améliorer la connectivité fonctionnelle des paysages, favorable aux flux écologiques (animaux, graines, pollinisateurs...).

➤ vérifier les liens génétiques entre les figuiers préservés et ceux plantés par les hommes (espèces clés du point de vue social et culturel) dans les terroirs agraires riverains du corridor forestier et les mêmes espèces situées dans le corridor forestier. Ce qui conduit à émettre

l'hypothèse : le maintien des figuiers dans le terroir agricole et dans les zones forestières anthropisées contribue à améliorer la connectivité fonctionnelle des paysages, favorable aux flux génétiques.

Ce sont des approches pluridisciplinaires incluant trois domaines (Figure 1): l'ethnobiologie, l'écologie et la génétique. Ces trois domaines sont assez indépendantes les unes des autres avec leurs problématiques et leurs méthodologies d'approches spécifiques mais complémentaires dans le cadre général de la problématique de l'étude (Figure 2). Par conséquent, la partie présentant l'ethnobiologie, la partie montrant l'écologie, et la partie traitant la génétique sont traités sous forme de séries d'articles avec leurs problématiques et leurs méthodologies d'approches spécifiques.

En tout, cinq grandes parties sont développées :

- ✓ la première partie donne une brève présentation des différentes considérations générales constituant une base pour la compréhension des autres chapitres ;
- ✓ la deuxième partie concerne l'identification de la place que tiennent les figuiers dans la société Betsileo vivant au contact du corridor forestier Ranomafana Andringitra par une approche ethnobiologique des représentations, des savoirs et des usages autour des figuiers. L'étude de la distribution des figuiers dans les terroirs, en les situant dans le contexte de la construction historique du paysage agraire de la région est également traitée dans cette partie.
- ✓ la troisième partie étudie l'impact des figuiers isolés des terroirs sur la régénération des espèces végétales par le processus de la nucléation.
- ✓ la quatrième partie porte spécialement sur la vérification des liens génétiques entre les figuiers à forte valeur socioculturelle préservés et dans certains cas plantés par les hommes dans les terroirs agraires jouxtant le corridor forestier et les mêmes espèces situées dans le corridor forestier en mettant un accent particulier sur la structuration génétique.
- ✓ la cinquième et dernière partie : synthèse générale, résume les objectifs de la thèse et traite la discussion sur les résultats obtenus ainsi que les recommandations relatives au maintien et à la conservation des figuiers et par la suite du corridor forestier Ranomafana Andringitra.

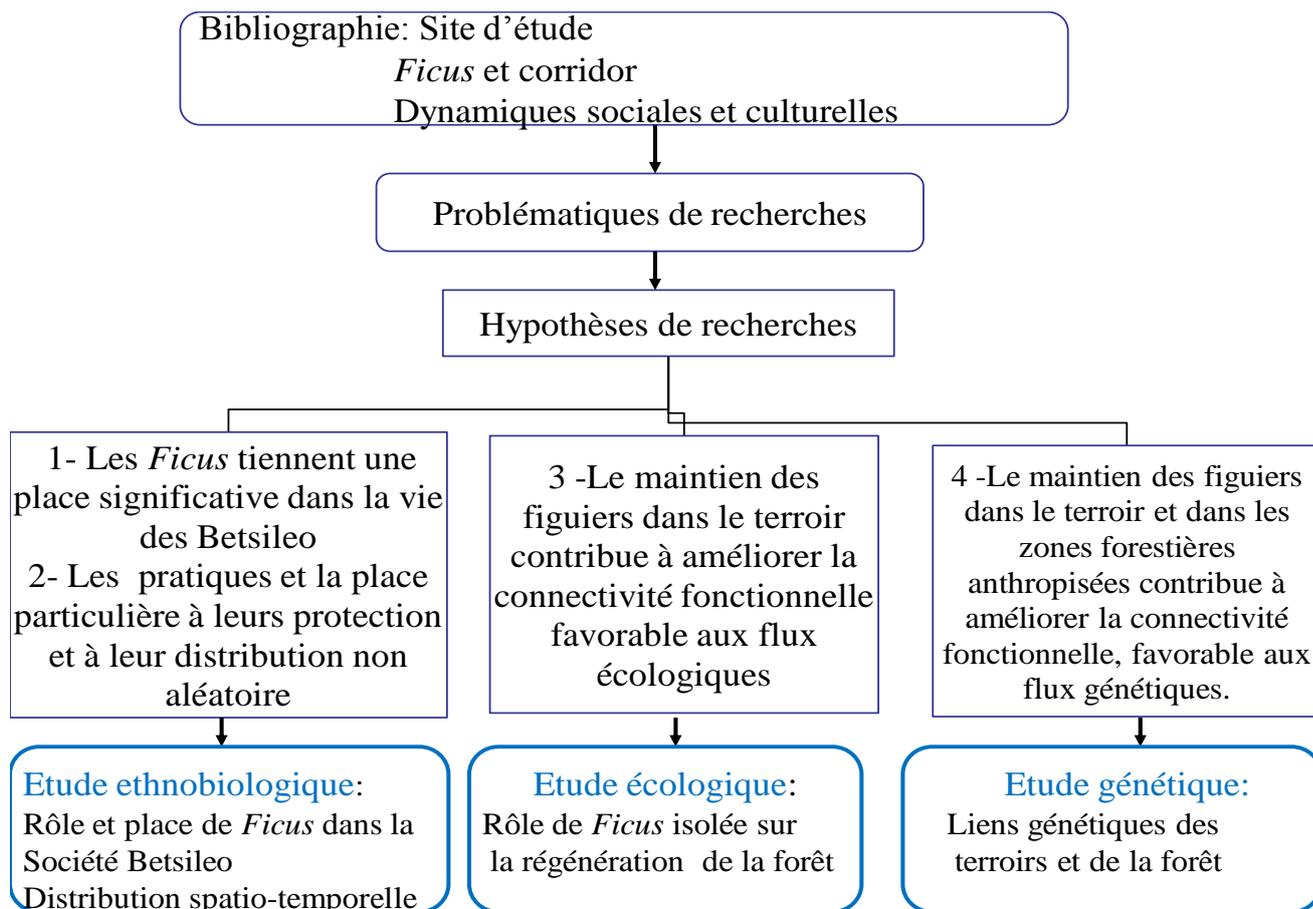


Figure 3 : Démarche de l'étude

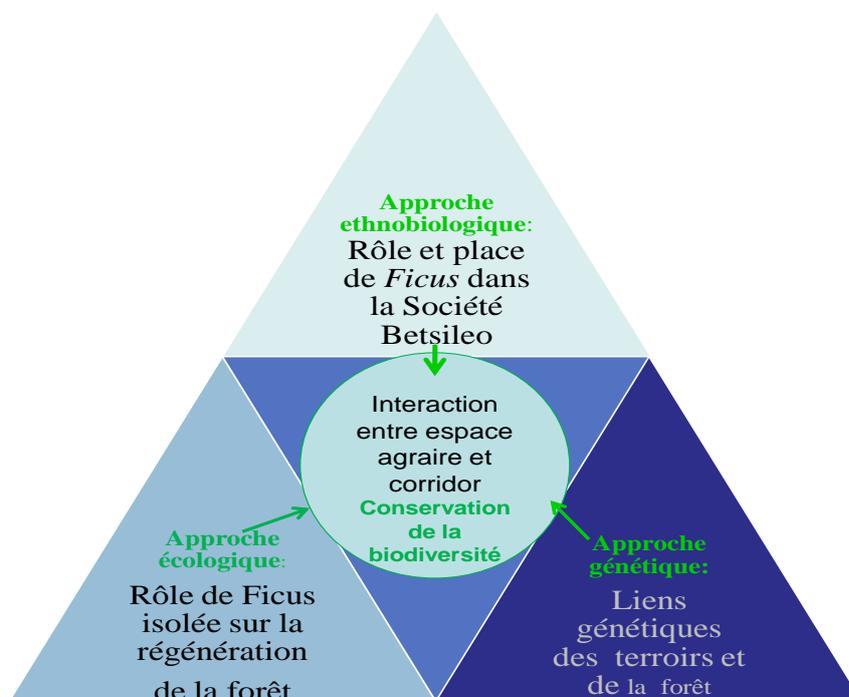


Figure 4 : Complémentarité des trois types d'approches

Partie 1 : CADRE DE L'ETUDE

Partie 1 : CADRE DE L'ETUDE

L'objectif est de présenter les informations de bases indispensables à la compréhension de la thèse. Ces informations concernent le genre *Ficus* à Madagascar, l'ethnobiologie, le processus de la nucléation, la génétique des populations et les caractéristiques de la zone d'étude.

I. Le genre *Ficus*

I.1. Cadres taxonomiques

Règne :	Plantae
Phylum :	Magnoliophyta
Subphylum :	Euphyllophytina
Classe :	Magnoliopsida
Subclasse :	Dilleniidae
Superordre :	Urticanae
Ordre :	Urticales
Famille:	Moraceae
Tribus:	Ficeae
Genre:	<i>Ficus</i>

Le genre *Ficus* malgache se répartit au sein de 4 sous genres et 6 sections :

- le sous genre: *Sycidium*, section *Sycidium*
- le sous genre: *Sycomorus*, section *Sycomorus*
- le sous genre: *Oreosycea*, section, *Oreosycea*
- le sous genre: *Urostigma* avec trois sections : + section *Urostigma*
+ section *Conosycea*
+ section *Galoglychia*

I.2. Caractères morphologiques et biologiques

Les espèces de *Ficus* sont des plantes pantropicales. Elles peuvent être un arbre ou un arbuste ou un arbrisseau terrestre ou héli-épiphyte et parfois lianescent, à latex présentant

chez certaines espèces des racines aériennes très développées. Les feuilles sont à phyllotaxie alterne ou opposée. Elles présentent un polymorphisme foliaire, non seulement entre individus d'une même espèce mais aussi au niveau des différentes parties d'un même individu. Elles peuvent être entières ou dentées ou plus ou moins lobées, lisses ou rugueuses, persistantes ou caduques, munies de stipules enveloppant les bourgeons (Perrier de la Bathie, 1952 ; Berg et al., 1985). C'est une plante caractérisée par la production des figes dont la taille et la morphologie sont variables selon les espèces. (Perrier de la Bathie, 1952 ; Berg, 1986 ; Berg et Wiebes, 1992 ; Dalecky et al., 2003). Les figes sont des réceptacles d'inflorescences, dont l'intérieur est tapissé de fleurs, portant au sommet une petite ouverture bractéolée : l'ostiole. Les fleurs mâles et femelles selon le cas, peuvent se trouver dans un même réceptacle ou dans des réceptacles différents (Perrier de la Bathie, 1952 ; Berg, 1986 ; Berg et Wiebes, 1992). En effet, trois cas peuvent s'observer chez les figuiers du point de vue de leur sexualité :

- Chez les figuiers monoïques, les fleurs mâles et femelles se trouvent dans un même réceptacle ; lorsque les fleurs femelles sont aptes à être fécondées, la fige émet une odeur qui attire spécifiquement le ou les insectes Agaonidae pollinisateurs de cette espèce de *Ficus* (Gibernau et al., 1998). L'insecte pénètre dans le réceptacle pour pondre et favorise ainsi la pollinisation des fleurs femelles. En effet, une fleur femelle donne des graines et/ou libère des larves d'insectes qui peuvent se développer chacune dans une fleur transformée en galle. Lorsque les insectes deviennent adultes, ils émergent de la cavité du réceptacle, se chargent de pollen, puis se mettent à la recherche de nouveaux réceptacles réceptifs. Chez environ la moitié des espèces de *Ficus*, les figes donnent des graines et libèrent les insectes, vecteurs de pollen.

- Chez les *Ficus* mâles, les figes ne produisent pas de graines mais des pollens et libèrent des insectes ;

- Chez les *Ficus* femelles, les figes contiennent des graines, mais ne renferment pas d'insectes, ni de pollens.

Les espèces de *Ficus* avec des arbres mâles et des arbres femelles sont fonctionnellement dioïques (Jousselin & Kjellberg, 2001). Les Agaonidae, et plus particulièrement ceux pollinisant les *Ficus* monoïques, sont capables de disperser à longue distance jusqu'à des milliers de kilomètres les pollens (Ahmed et al., 2009). Par ailleurs, le fruit à maturité devient sucré et attire de nombreuses espèces frugivores. A Madagascar les oiseaux comme *Hypsipetes madagascariensis* et *Zosterops madagascariensis* sont connues comme étant des frugivores et dispersent les petites graines des figuiers.

I.3. Le genre *Ficus* à Madagascar

Les premières descriptions du genre *Ficus* à Madagascar ont été effectuées par Perrier de la Bathie (1928, 1952). Dans cette étude, la classification taxonomique se rapporte à celles publiées par Berg (1986), Berg et Wiebes (1992) et révisées par Dalecky et *al.* (2003) et Rafidison et *al.* (2011).

A Madagascar se rencontrent 24 espèces de *Ficus* réparties en 4 sous genres et 6 sections. Parmi ces 24 espèces, 15 sont endémiques de l'île (tableau 1) et 4 (*F. sycomorus*, *F. trichopoda*, *F. polita* et *F. lutea*) sont africaines et malgaches (Dalecky et *al.*, 2003 ; Rafidison et *al.*, 2011), les détails figurent en Annexe II.

Tableau 1 : Liste des espèces de *Ficus* endémiques de Madagascar

Sous genre	Espèce
<i>Sycidium</i>	<i>F. politoria</i> Lamarck (ex <i>F. soroceoides</i>)
<i>Sycomorus</i>	<i>F. sakalavarum</i> Baker <i>F. torrentium</i> H. Perrier <i>F. polyphlebia</i> Baker <i>F. botryoides</i> Baker <i>F. trichoclada</i> Baker
<i>Urostigma</i>	<i>F. grevei</i> Baillon <i>F. bivalvata</i> H. Perrier <i>F. marmorata</i> Baker <i>F. antandronarum</i> (H. Perrier) Berg (ex. <i>F. pyrifolia</i>) <i>F. madagascariensis</i> Berg. <i>F. humberitii</i> Berg <i>F. menabeensis</i> H. Perrier (ex <i>F. pyrifolia</i>)
<i>Oreosycea</i>	<i>F. assimilis</i> Baker <i>F. ampana</i> Berg

Les caractères morphologiques, les types d'habitat ainsi que les distributions de ces espèces sont données dans le tableau 2.

- Le sous genre *Ficus*, section *Sycidium* avec 3 espèces : *F. pachyclada*, *F. brachyclada* et *F. politoria*, est caractérisé par des feuilles râpeuses et des figues plutôt petites (le diamètre maximal à l'état frais est de 2,5cm). Il peut être cauliflore et groupé sur des rameaux courts. Ce sont les figuiers dioïques de Madagascar (Berg, 1986; Rafidison et *al.*, 2011).

- Le sous genre *Sycomorus* présente des figes plutôt grosses (diamètre maximal à l'état frais : 6 à 10 cm) contenant un liquide. Ils se subdivisent en deux groupes : le groupe des arbres à feuilles larges, avec 3 espèces : *F. sycomorus*, *F. sakalavarum*, et *F. tiliifolia* et le groupe réunissant les espèces à feuilles étroites poussant dans des lieux très humides, souvent au bord de l'eau: *F. torrentium*, *F. botryoides*, *F. trichoclada* et *F. polyphlebia* (Berg, 1986 ; Rafidison et *al.*, 2011).

- Le sous genre *Urostigma* représenté par des *Ficus* héli-épiphytes (les figuiers étrangleurs) se développent sur d'autres arbres ou sur des rochers. Il est représenté par trois sections : + la section *Urostigma* avec une seule espèce à Madagascar : *F. madagascariensis*. Cette espèce est facilement reconnaissable avec ses feuilles allongées et acuminées, un pétiole fin et long, et des figes sessiles de petit diamètre (1cm).

- + la section *Conosycea* avec deux espèces : *F. menabeensis* (Photo 2) et *F. humbertii*. Ce sont des espèces à caractères xérophytiques. *F. menabeensis* présente des rameaux épais, des pétioles courts et souvent une abondante pilosité blanche sous les feuilles. *F. humbertii* est un petit buisson à distribution très localisée à proximité du lac Tsimanampetsotsa. Aucune confusion n'est possible du fait de ses petites feuilles coriaces et rondes d'environ 1 cm de largeur.

- + la section *Galoglychia* comprend 9 espèces : *F. lutea*, *F. reflexa*, *F. trichopoda*, *F. grevei*, *F. rubra*, *F. marmorata*, *F. bivalvata*, *F. antandroinarum*, et *F. polita*. Ce sont des arbres ou des arbrisseaux terrestres ou héli-épiphyte avec des stipules amplexicaules. Les feuilles sont entières et les figes sont ramiflores.

- Le sous genre *Oreosycea*, est représenté par une seule section à Madagascar : la section *Oreosycea* caractérisée par des fleurs femelles avec des stigmates largement bifides et un ostiole constitué des bractées imbriquées. Ce sont des plantes monoïques avec deux espèces malgaches : *F. assimilis* et *F. ampana* (Berg, 1986 ; Rafidison et *al.*, 2011).

Tableau 2. Caractéristiques des espèces de *Ficus* Malgaches.

Sous genre	Espèces	Système de reproduction	Port	Hauteur maximale (m)	Mode d'insertion des figes	Habitat	Elevation (m)	Distribution
<i>Sycidium</i>	<i>F. pachyclada</i> Baker	d	Arbre	25 (35)	C, A	Forêt, bordure des rivières, des marais et de la mer	50-1090 (1150)	M (C to E), Co
	<i>F. bojeri</i> Baker	d	Arbuste ou arbre	12 (18)	C, R	Forêt primaire et secondaire	0-1424	M (E, N), Se, Co
	<i>F. brachyclada</i> Baker (ex <i>F. soroceoides</i>)	d	Arbuste arbrisseau	8	C, R	Souvent dans les forêts ripicoles	(0)300-1600 (2000)	M (E, C, N)
	<i>F. politoria</i> Lamarck (ex <i>F. soroceoides</i>)	d	Arbuste ou arbre	8	C, A	abondant au bord des rivières de la forêt	0-1700 (2500-2800)	M (E, C, N)
<i>Sycomorus</i>	<i>F. tiliifolia</i> Baker	m	Arbre	20 (25)	C, R	Forêt Bosquet,	0-1700	M (toute l'île), (Co ?)
	<i>F. sycomorus</i> Linné	m	Arbre	15 (30)	C	fréquent près des torrents et dans la forêt secondaire ; peut être plantée	(30)70-150 (1250)	M, Co, CA

Source: Dalecky et al. 2003, révisées en 2010 par Kjellberg, Rafidison, et Aumeeruddy-Thomas ;

d:dioïques; m: monoïques ; R: ramiflores; C:cauliflores; A: axillaires ; M(E, C, N, W, S): Madagascar(est, centre, nord, ouest, sud), Co: Iles Comores;

Se: Seychelles; CA: Afrique Continentale ;

Tableau 2.(suite)

Sous genre	Espèces	Système de reproduction	Port	Hauteur maximale (m)	Mode d'insertion des figes	Habitat	Elévation (m)	Distribution
<i>Sycomorus</i>	<i>F. sakalavarum</i> Baker	m	Arbre			Souvent près des torrents	Basse altitude 600-1200(1424)	M (toute l'île) M (E, C)
	<i>F. torrentium</i> H. Perrier	m	Arbre	25	C, R, A	Long des torrents		
	<i>F. polyphlebia</i> Baker	m	Arbuste ou arbrisseau	10	C, R, A	Rochers au bord des ruisseaux	(0)20-1200 (1315)	M (E, C)
	<i>F. botryoides</i> Baker	m	Arbre	25	C, A	Forêt, le long des rivières	0-1600	M (E, C, N)
	<i>F. trichoclada</i> Baker	m	Arbre	15	C, A	Long des cours d'eau	100-1500	M
<i>Urostigma</i>	<i>F. trichopoda</i> Baker	m	Arbuste ou arbre	10 (20)	A	Savane, bosquet, marais	500-1100	M (W, plantée à C ?), CA
	<i>F. reflexa</i> Thunberg	m	Hemi-epiphyte	10 (30)	A	Forêts	0-1700	M (toute l'île?), Me. autres subspecies à Se, Co, Al

Source: Dalecky et al. 2003, révisées en 2010 par Kjellberg, Rafidison et Aumeeruddy-Thomas

d:dioïques; m: monoïques;

R: ramiflores; C:cauliflores; A: axillaires

M (E, C, N, W, S): Madagascar (est, centre, nord, ouest, sud), Co: Iles Comores; Se: Seychelles, CA : Afrique Continentale ; Al : Aldabara

Tableau 2.(suite)

Sous genre	Espèces	Système de reproduction	Port	Hauteur maximale (m)	Mode d'insertion des figes	Habitat	Elévation (m)	Distribution
<i>Urostigma</i>	<i>F. polita</i> Vahl	m	Hemi-epiphyte	15 (40)	C	Forêt galerie et humide	600-700	M (toute l'île?), CA
	<i>F. grevei</i> Baillon	m	Hemi-epiphyte Arbre	20 (35)		Forêt sèche au bord de l'eau	30-200	M (S, N?)
	<i>F. rubra</i> Vahl (ex <i>F. pyrifolia</i>)	m	Hemi-epiphyte Arbre	8		Milieu rocheux	(50)300-650 (1000)	M (E,N), Me, Se, Al, Co
	<i>F. bivalvata</i> H. Perrier	m	Arbre	20 (30)		Forêt submontagne	1171-1700	M (partie nord est au centre)
	<i>F. marmorata</i> Baker	m	Arbuste ou arbre Peut être hemi-épiphyte	15		Forêt, plantée sur les milieux rocheux	0-50 (300)	M (S)
	<i>F. Antandronarum</i> (H. Perrier) Berg (ex. <i>F. pyrifolia</i>)	m	Arbuste ou arbre	20		Forêt et bord des cours d'eau	0-1600	M (E to C, N)
	<i>F. madagascariensis</i> Berg.	m	Arbuste ou arbre			Forêt sèche et humide	0-1400	M

Source: Dalecky et al. 2003, révisées en 2010 par Kjellberg, Rafidison et Aumeeruddy-Thomas

d:dioïques; m: monoïques;

R: ramiflores; C:cauliflores; A: axillaires

M (E, C, N, W, S): Madagascar (est, centre, nord, ouest, sud), Co: Iles Comores; Se: Seychelles, CA : Afrique Continentale ; Al : Aldabara

Tableau 2.(suite)

Sous genre	Espèces	Système de reproduction	Port	Hauteur maximale (m)	Mode d'insertion des figes	Habitat	Elévation (m)	Distribution
<i>Urostigma</i>	<i>F.humbertii</i> Berg	m	Arbuste	2 (5)	A	Fourré	0-80 (100)	M (S)
	<i>F. menabeensis</i> H. Perrier (ex <i>F. pyrifolia</i>)	m	Arbuste ou arbre	4 (20)	A	Savanes, dunes souvent dans les milieux rocaillieux	0-1200 (1500)	M (S and S-W)
	<i>F. lutea</i> Vahl (ex <i>F. baronii</i>)	m	Hemi-epiphyte	23	A	Forêt, souvent bord des rivières et des marais, peut être plantée	0-1500	M, Co, Se, CA
<i>Oreosycea</i>	<i>F.assimilis</i> Baker	m	Arbre	25		Forêt	0-1000	M
	<i>F. ampana</i> Berg	m	Arbuste ou arbrisseau	25		Inconnu	1000-1050	M

Source: Dalecky et al. 2003, révisées en 2010 par Kjellberg, Rafidison et Aumeeruddy-Thomas

d:dioïques; m: monoïques;

R: ramiflores; C:cauliflores; A: axillaires

M (E, C, N, W, S): Madagascar (est, centre, nord, ouest, sud), Co: Iles Comores; Se: Seychelles, CA : Afrique Continentale ; Al : Aldabara



Photo 2: *Ficus menabeensis* dans les zones rocailleuses d'Andringitra

I.4. Etat des recherches sur les *Ficus* à Madagascar

Les études menées sur la biologie des *Ficus* à Madagascar ont porté sur les points suivants :

- les vertébrés frugivores qui visitent l'arbre de *Ficus tiliifolia* dans le Parc National de Ranomafana, la proportion de fruits consommés et l'analyse chimique des figues (Goodman et Ganzhorn, 1997) ;

- l'importance des relations entre les figuiers et les communautés de vertébrés frugivores, et l'effet des frugivores sur la régénération des écosystèmes dans la forêt littorale de Mandena du SE de Madagascar (Rakotonirainy, 2001) ;

- la distribution des *Ficus* malgaches, des insectes pollinisateurs de quelques espèces, les relations entre les animaux frugivores et la phénologie des figues, les significations de quelques noms vernaculaires ainsi que les usages courants des figuiers (Dalecky et *al.*, 2003).

- les pratiques humaines reliées avec les arbres isolés des terroirs dont la majorité sont des *Ficus* et l'importance des *Ficus* isolés pour les oiseaux qui visitent les terroirs et les paysages agraires betsileo longeant le corridor forestier Ranomafana-Andringitra, dans le cadre du GEREM Fianarantsoa (Gestion des Espaces Ruraux et Environnement à Madagascar) L'étude a fait la comparaison des terroirs sans arbres et avec arbres pour attirer les oiseaux (Martin et *al.*, 2009).

Aucune étude concernant la distribution des *Ficus* dans les terroirs en considérant les dimensions sociales des relations entre la société malgache et ce groupe d'espèces n'a été

effectuée et peu d'information disponible sur le rôle effectif des figuiers dans le maintien de la biodiversité constitutive d'un corridor.

II. Ethnobiologie

II.1. Définition, historique et intérêts de l'ethnobiologie

Etymologiquement, le terme ethnobiologie désigne la biologie telle qu'elle est perçue, comprise et analysée selon les théories sociales et culturelles des communautés locales. La biologie est définie comme l'analyse descriptive des espèces végétales (ethnobotanique) ou animales (ethnozoologie), taxinomie, écologie, phytogéographie (Lagarde, 1998). D'après Castetter (1944) qui a défini pour la première fois le domaine de l'ethnobiologie : « c'est plutôt une science et une discipline distinctes qu'une sphère d'investigation dans laquelle des savants, formés à la fois en biologie et en ethnologie, peuvent apporter dans chaque discipline une contribution qu'un biologiste ou un ethnologue stricto sensu n'aurait la compétence ». Le domaine englobe dans son champ d'investigation l'ethnozoologie et l'ethnobotanique alors que le terme ethnobotanique est déjà connu pour la première fois en 1895 (Barrau, 1993 ; Métaillé et Roussel, 1998). Au début, ce terme ethnobotanique se rapportait aux études sur les savoirs des populations locales relatifs aux usages des plantes dans les sociétés traditionnelles (Davis, 1995; Alcorn, 1995).

La signification du terme « ethnobiologie » a évolué et s'est élargi avec le temps, selon Barrau (1976), elle désigne « l'étude des relations entre, d'une part, les civilisations et les sociétés humaines et d'autre part, le reste du monde vivant ». A la fin des années 1980, le champ de l'ethnobiologie n'a cessé d'évoluer pour aborder tous les domaines des savoirs naturalistes populaires et les pratiques résultant de ces savoirs (Posey et *al.* 1984; Toledo 1992 ; Cunningham 2001). En 1988, Atran a donné une nouvelle définition de l'ethnobiologie comme « une démarche scientifique consistant à prendre en compte les savoirs naturalistes des sociétés en s'appuyant essentiellement sur la façon dont les membres de ces sociétés décrivent, nomment, classent, interprètent [...] les objets naturels » (Métaillé et Roussel, 1998). C'est la signification retenue et admise internationalement.

Dans ce contexte, les recherches ethnobiologiques ne se limitent plus à la connaissance théorique mais vise à la conception de projets produisant non seulement une information

exacte, mais encore des résultats pratiques pouvant être appliqués au développement local ainsi qu'à la conservation biologique (Aumeeruddy, 1994 ; Martin, 1995 ; Cunningham, 1996 ; Aumeeruddy-Thomas and Pei, 2003). Dans le domaine de la gestion des ressources naturelles, les connaissances ethnobiologiques peuvent ouvrir de nouveaux horizons pour le suivi des approches de conservation (Turner et *al.*, 2000 ; Cunningham, 2001 ; Ticktin et Johns 2002). Elles permettent une meilleure compréhension des liens existant entre les dynamiques sociales et écologiques (Gunderson et Holling, 2002). Pour les études scientifiques, elles apportent un grand nombre d'informations qui peuvent servir comme une source de données ou d'hypothèses pouvant être vérifiées et permettant ainsi d'approfondir la compréhension scientifique des phénomènes étudiés (Henfrey, 2002).

II.2. Historique de la recherche en ethnobotanique et ethnobiologie à Madagascar

Le premier ouvrage en ethnobotanique à Madagascar est une étude écrite par Flacourt en 1657, intitulé : « Histoire de la grande Isle de Madagascar ». Il a décrit environ cent cinquante plantes utiles avec leurs noms malgaches et leurs usages. Ensuite, pendant la colonisation, en collaboration avec les chercheurs de l'Institut Colonial de Marseille, les recherches sur les plantes utiles malgaches se sont multipliées. La première thèse d'ethnobotanique malgache intitulé « Pratiques et croyances médicales Malgaches » a été soutenue par Ramisaray en 1901. Elle est suivie en 1902 par une autre thèse intitulée « Pratiques et croyances des Malgaches relatives aux accouchements et aux maladies infantiles » de Ranaivo. La première publication dans les Annales du Musée Colonial de Marseille, intitulée « Les plantes médicinales et toxiques de Madagascar » est un écrit de Heckel (1903).

Par la suite, les recherches se sont développées progressivement avec l'inventaire et la description des plantes utiles dans tous les domaines tels que les plantes fourragères (Isaia, 1995 ; Miadana, 1996 ; Ravololonanahary, 1996 ; Randriamiarinjato, 2008).

A partir de la fin du 20^{ème} siècle, à part les études sur les plantes utiles, des recherches sont aussi orientées sur la perception locale des plantes et de la végétation en plus des pratiques paysannes sur la gestion et le maintien de la biodiversité. Il faut d'abord comprendre, estimer les besoins et connaître la vision des populations locales sur leur environnement afin d'avoir une collaboration efficace avec eux sur la gestion rationnelle des ressources naturelles. Nous pouvons citer comme exemple les travaux de : Tengo et *al.*

(2007) intitulé: “ Taboos and forest governance: Informal protection of hot spot dry forest in southern Madagascar” qui étudie le rôle des tabous de la population locale dans la gestion de la forêt sèche du sud de Madagascar ; les travaux de Yount et Rengoky (1999) : « Les Mikea : connaissances, perceptions et pratiques ».

Au début du 21^{ème} siècle, en plus des autres thèmes déjà cités précédemment, des recherches sur la classification vernaculaire ainsi que des recherches sur la taxinomie empirique (Lefèvre, 2009 et Razarihelisoa, 2009) ont été aussi effectués. Lefèvre (2009) a étudié dans le sud ouest de Madagascar les aspects conceptuels de la classification vernaculaire des plantes à partir des aspects linguistiques. Il fait apparaître que la classification dans la région du sud ouest de Madagascar, d'une part, est fondée sur quelques principes relativement rigoureux, et d'autre part, présente une grande liberté dans les moyens mnémotechniques mis en œuvre pour mémoriser et transmettre les noms. Razarihelisoa (2009) a étudié les taxinomies empiriques : théorie et pratique afin de comprendre les représentations malgaches du monde vivant. A partir de l'étude de la façon dont le Malgache avait organisé ses connaissances de l'environnement et de catégoriser les usages des éléments de la nature, cet auteur a constaté que la relation entre l'homme et l'ensemble de son univers n'est pas seulement biologique mais avec toutes les créations de *Zanahary* (*zavaboahary*) y compris la terre.

III. Processus de la nucléation

Le phénomène de nucléation (Photo 3) est la recolonisation spatiale de la végétation à partir d'espèces connues associées à des arbres pionniers ou relictuels (Yarranton et Morrison, 1974; Floret et Pontanier, 2000).

Les activités anthropiques locales, surtout l'agriculture itinérante sur abattis-brûlis, sont les principales causes de la dégradation de la forêt, y compris dans le corridor Ranomafana Andringitra (Brand et Zurbuche, 1997; ANGAP, 2001; Erdmann, 2003 ; Bertrand et Randrianaivo, 2003). Cependant, au cours de la transformation de la forêt en champ cultural, les paysans maintiennent certaines espèces d'arbres utiles aussi bien pour des raisons concrètes (pratiques agricoles) que pour des raisons sociales et culturelles (cultes des ancêtres).



Photo 3 : Pied de *F. tiliifolia* nucléé

Par ailleurs, de nombreuses études ont montré que les arbres isolés au sein des terroirs agricoles présentent des fonctions biologiques et écologiques importantes. A l'échelle locale, ils améliorent la fertilité du sol par l'accroissement de la quantité d'éléments organiques et minéraux à partir de la litière et des excréments des animaux qui y vivent ou qui les visitent (Carrière, 1999 ; Manning et *al.*, 2006). Ils donnent un microclimat favorable à l'établissement des plantes (Guevara et *al.*, 1992 ; Carrière, 1999 ; Dunn, 2000 ; Manning et *al.*, 2006) et des animaux (Carrière, 1999 ; Dunn, 2000 ; Manning et *al.*, 2006). Ainsi, laisser les arbres isolés dans les terroirs agricoles et les haies vives arborées autour des champs ou des habitations ou des parcs peut être une manière importante et peu coûteuse pour maintenir ou même augmenter la richesse spécifique et même de la biodiversité (Dunn, 2000).

A l'échelle du paysage, les arbres isolés accroissent la couverture végétale (Photo 3) et favorisent les connectivités des animaux, la dispersion des graines et des grains de pollens qui par la suite favorisent la connectivité des gènes des populations d'arbres dans un espace ouvert (Manning et *al.*, 2006; Lander et *al.*, 2010). La couronne d'un arbre dans un espace ouvert représente un site de prédilection pour les animaux frugivores disperseurs de graines (Carrière, 1999; Dunn, 2000). Elle peut jouer le rôle de facilitateurs dans les espaces ouverts et pourrait même évoluer avec le temps pour constituer un noyau de régénération des espèces forestières par le phénomène de nucléation (Mc Donnell et Stiles, 1983 ; Manning et *al.*, 2006).

IV. Génétique des populations

IV.1. Principe

La génétique des populations est l'étude de la répartition de la variabilité génétique dans l'espace et dans le temps, entre ou au sein des populations d'une même espèce. Elle concerne aussi les forces génétiques, écologiques et environnementales qui la gouvernent telles que la recombinaison, la sélection et la migration. L'estimation de ces différentes forces permet de caractériser ou de prédire l'évolution des populations.

Pour les populations végétales, l'analyse de la variabilité génétique des populations dans l'espace et dans le temps apporte des informations importantes sur les caractéristiques de la structuration génétique des populations végétales considérées et permet de mettre en évidence le flux de gènes.

La connaissance des flux de gènes pourrait apporter des informations sur l'extinction ou la capacité de dispersion et de l'évolution des espèces.

La structuration génétique peut être estimée à deux niveaux :

- niveau intra-population qui permet de connaître l'échange génétique de manière égale et aléatoire des gènes de génération en génération.
- niveau interpopulation qui permet d'évaluer les échanges de gènes entre populations et de déterminer la structure génétique des populations dans l'espace et dans le temps.

Pour les populations diploïdes où les gènes sont associés par paires chez les individus, deux paramètres sont utilisés pour décrire la structure génétique de la population au locus considéré (Henry et Gouyon, 1999) :

- Les « fréquences génotypiques » des différents génotypes au locus considéré. L'ensemble de ces fréquences donne la structure génotypique de la population pour ce locus.
- Les « fréquences alléliques » des différents allèles au locus considéré dans la population. Leur valeur donne la structure allélique de la population. La fréquence allélique

d'un allèle est donnée par la formule suivante pour le cas d'un locus biallélique A, a avec génotypes : AA, Aa et aa:

Fréquence allélique de A : $p = \text{fr}(AA) + 1/2\text{fr}(Aa)$ avec $\text{fr}(AA) = n_{AA}/N$

Fréquence allélique de a : $q = \text{fr}(aa) + 1/2\text{fr}(Aa)$ avec $\text{fr}(aa) = n_{aa}/N$

Avec $p+q = 1$ et

Fr (AA) : fréquence des individus ayant le génotype AA

Fr (aa) : fréquence des individus ayant le génotype aa

n_{AA} : nombre d'individus ayant le génotype AA

n_{aa} : nombre d'individus ayant le génotype aa

N : Nombre total d'individus de la population

La connaissance de la structure allélique est importante en génétique de population car l'évolution des fréquences alléliques est significative pour l'évolution. La population est considérée comme un « pool de gènes » susceptible d'évoluer et de se modifier et les individus ne sont que les porteurs transitoires de ces gènes (Henry et Gouyon, 1999).

Pour estimer les flux de gènes, la méthode la plus adéquate repose sur la répartition des fréquences alléliques. Cette dernière est obtenue depuis l'évènement de la PCR, à l'aide de l'utilisation des marqueurs génétiques (Nei, 1987).

IV.2. Utilisation des marqueurs moléculaires ou génotypages

Les marqueurs moléculaires sont des fragments d'ADN ou des représentations moléculaires (ARN, protéines) permettant d'estimer :

- les relations de parenté au sein d'une population ;
- la variabilité génétique intra et interpopulaire.

Les microsatellites nucléaires ont été choisis comme marqueurs moléculaires. Un microsatellite ou SSR (Single Sequence Repeat) est une séquence d'ADN constituée par une répétition continue de motifs composés de 1, 2 voire n nucléotides avec des bases répétées en tandem. La zone répétée constitue un locus. Les marqueurs microsatellites utilisés sont marqués à l'aide d'éléments radioactifs ou fluorescents. La migration s'effectue sur un support de gel de polyacrylamide. Les marqueurs sont neutres (Ellegren, 2004) et polymorphes pour permettre de différencier un individu d'un autre, ce qui en font des outils adaptés aux études à l'échelle intraspécifique (Selkoe & Toonen, 2006).

L'amplification d'un marqueur microsatellite réalisée par PCR (Polymerase Chain Reaction) nécessite la connaissance des séquences flanquantes à la zone de répétition. Les amorces utilisées pour amplifier le marqueur microsatellite sont complémentaires à ces séquences flanquantes dans le sens 5' _ 3'.

Les différences observées dans la séquence nucléotidique entre les individus à un locus donné sont appelées des allèles. Plus il y a d'allèles en répartition équilibrée pour un marqueur, plus ce marqueur est dit polymorphe. Chez les espèces diploïdes, un individu portant le même allèle sur les deux chromosomes est dit homozygote pour cet allèle, et un individu portant deux allèles différents est dit hétérozygote.

IV.3. Technique de la PCR (Polymerase Chain Reaction)

L'objectif de la PCR ou amplification génique est de produire une quantité d'ADN qui se dédouble à chaque cycle de synthèse de l'ADN. La technique de la PCR (figure 3) permet une réplification enzymatique *in vitro*, sélective, d'un segment spécifique d'ADN à partir de la technique d'extension d'amorce. Elle nécessite une paire de courtes séquences d'oligonucléotides (15 à 40 bases) nommées amorces ou primers ou amplimères. Cette paire d'oligonucléotides est complémentaires aux brins d'ADN original, elle doit se positionner de part et d'autre du fragment d'ADN cible pour que le produit d'extension puisse servir de matrice pour l'autre et inversement. L'amplification correspond au segment d'ADN double brins dont les extrémités 5' sont constituées par les amorces. En plus des amorces, l'amplification génique nécessite la présence d'une enzyme thermostable: *Taq polymérase* (extraite d'une bactérie thermorésistante) et des 4 quatre bases désoxyribonucléotides triphosphates (dATP, dCTP, dGTP et dTTP). Ces bases vont être incorporées progressivement pendant les réplifications successives de l'ADN. Une réaction en chaîne se déroule par la répétition n fois des cycles en trois étapes :

➤ Dénaturation de l'ADN

Lors de la dénaturation de l'ADN, la température est amenée à 95°C. Il y a rupture des liaisons hydrogènes établi entre les paires de bases : trois liaisons entre la paire GC et deux entre la paire AT. Cette rupture donne ainsi deux molécules d'ADN simple brin.

➤ Hybridation des amorces

Pour initier l'hybridation des amorces sur leur séquence cible, la température est amenée jusqu'au T_m (la température de demi dénaturation) des amorces. Les amorces se fixent sur leur séquence complémentaire. Cette température d'hybridation (T_m) est fonction de la séquence des amorces qui se calcule grâce à la formule : $T_m = 4(G+C) + 2(A+T)$, (A, G, C et T) sont les dNTP.

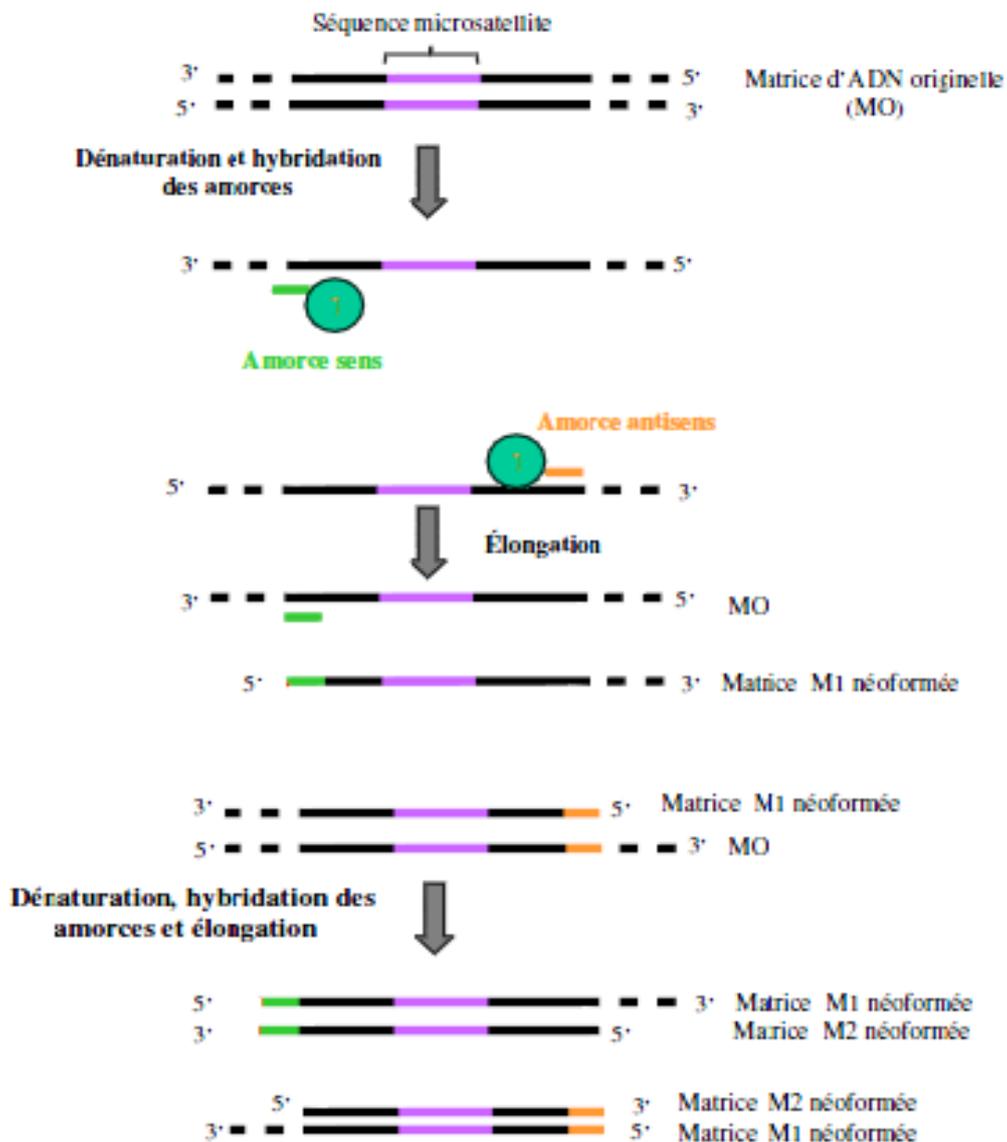


Figure 3: Représentation schématique des cycles d'amplification par PCR

➤ Elongation

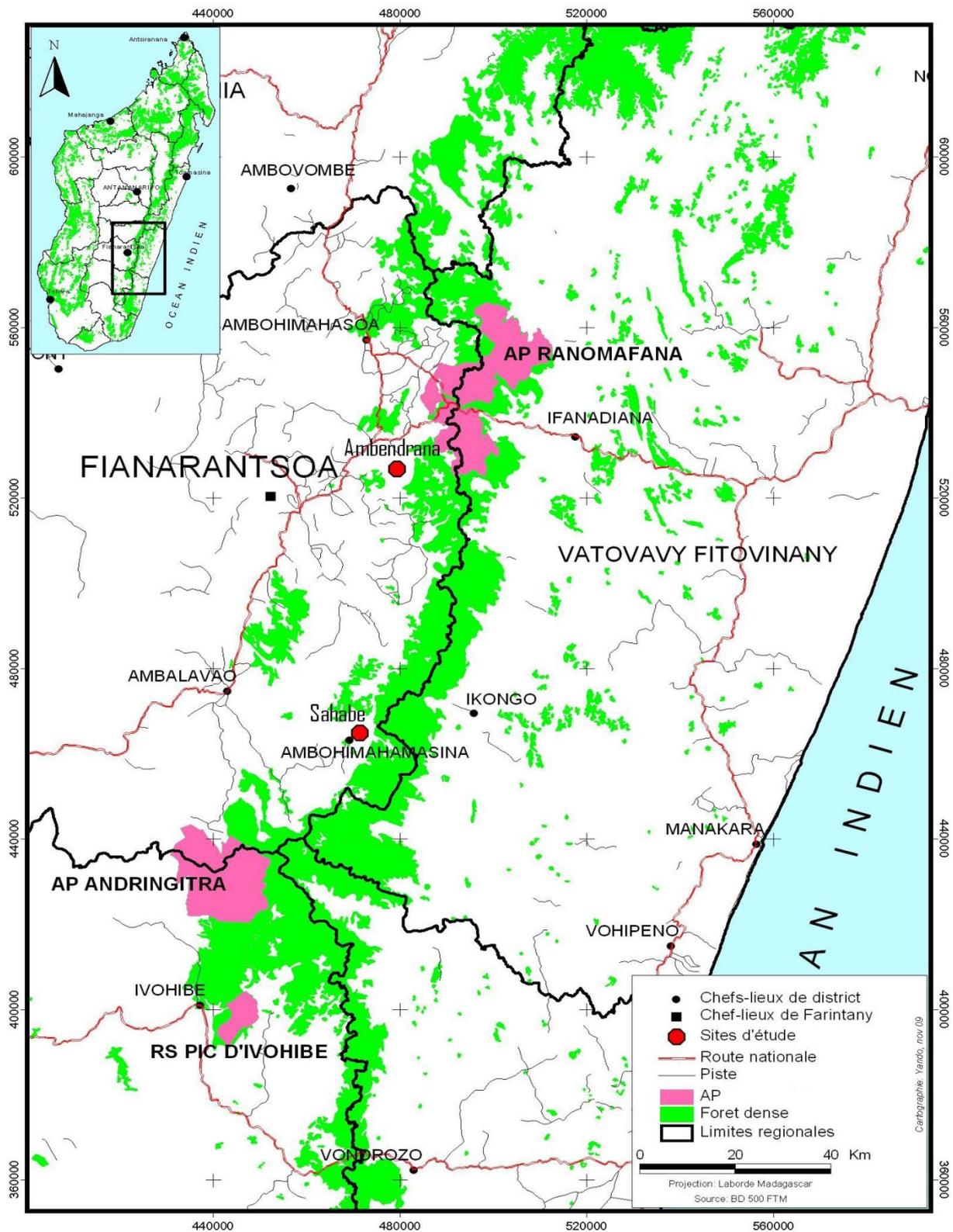
Elle correspond à la synthèse de deux nouveaux brins d'ADN à partir des amorces respectives, grâce à l'action du *Taq polymérase*.. La polymérisation s'effectue dans le sens 5' vers 3' et la température est amenée à 72°C (température optimale du *Taq Polymérase*).

La PCR multiplex est une variante de la PCR. Le principe est le même sauf qu'il y a plusieurs couples d'amorces dans le mix ce qui permet d'amplifier plusieurs régions en même temps en l'occurrence plusieurs marqueurs microsatellites dans un même échantillon. Le multiplexage permet aux amorces d'être utilisables à haut-débit. La PCR multiplex exige que les différents couples d'amorces ne se cohybrident pas, et il est nécessaire de vérifier par comparaison de séquence que les amorces ne soient pas complémentaires. De plus, il est impératif que les Tm des amorces soient identiques pour qu'elles puissent s'hybrider simultanément. Ce n'est qu'une fois ces critères validés qu'il est possible de multiplexer plusieurs amorces.

V Caractéristiques de la zone d'étude

V.1. Présentation du milieu d'étude

Les sites d'études se trouvent au centre Est du Haut Plateau Central de Madagascar, dans la région de la haute Matsiatra, ex-province de Fianarantsoa, à la lisière ouest du « corridor forestier » reliant les parcs nationaux de Ranomafana et d'Andringitra(Carte 1). Ce corridor (Photo 4 et 5) s'étend sur 125 km de long, avec une largeur variant entre 4 et 20 km (C.T.A. Fianarantsoa, 1999)



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude



**Photo 4 : Corridor Ranomafana
Andringitra, vu de loin**



**Photo 5 : Corridor Ranomafana
Andringitra, vu de près**

Les travaux ont été réalisés dans deux sites:

➤ Les terroirs villageois d'Ambendrana situés au nord ouest du corridor forestier, de coordonnées géographiques : $21^{\circ}22'46''S$; $47^{\circ}18'34''E$. Ils appartiennent au Fivondronana de Fianarantsoa II, District de Lalangina, commune rurale d'Androy et Fokontany de Iambara. Ils se trouvent à une vingtaine de kilomètre à vol d'oiseau, au nord est de la ville de Fianarantsoa.

➤ Les terroirs villageois de Sahabe, sont localisés au Sud Ouest du corridor de latitude $21^{\circ}56'100''S$; $47^{\circ}11'194''E$, dans le Fokontany d'Andohanimananatanana, commune rurale d'Ambohimahasina, District d'Ambalavao, ils se trouvent à une quarantaine de kilomètres au sud-est de la ville d'Ambalavao.

V.2. Climat

D'après les données enregistrées entre l'année 1950-2000 dans worldclim (Annexe III), le climat est de type tropical de moyenne altitude à deux saisons bien distinctes. La saison pluvieuse et chaude de novembre à avril durant laquelle se concentre la quasi-totalité de la précipitation (environs 90%). La saison humide et fraîche de mai à octobre, est caractérisée par des crachins et des brouillards avec un maximum de mai à juillet. Il n'y a pas de saison sèche proprement dite. Les diagrammes ombrothermiques (Figures 4 et 5) des deux zones confirment ce climat sans saison sèche marquée.

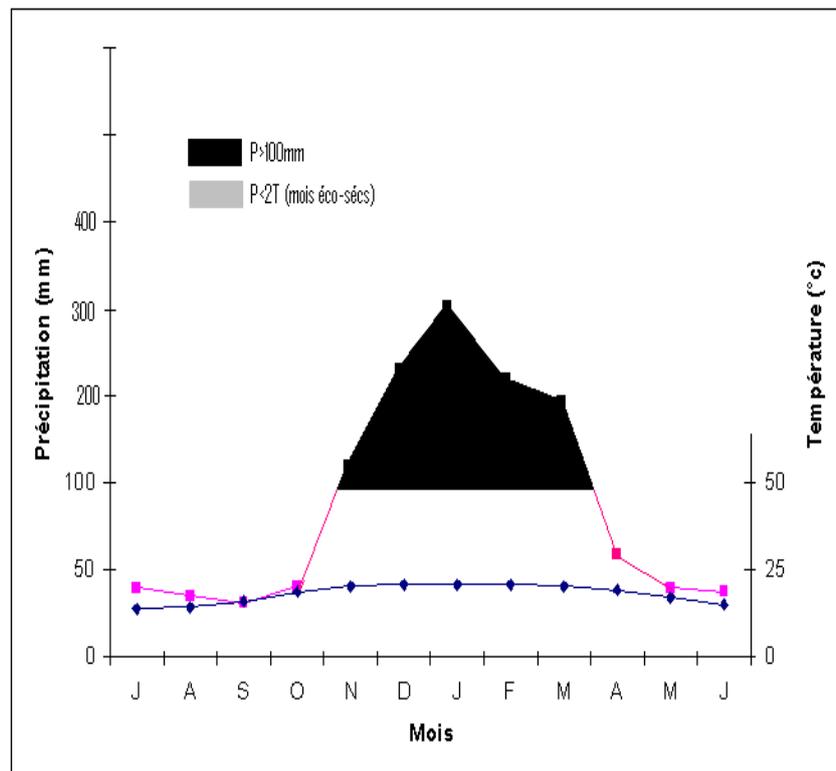


Figure 4: Diagramme ombrothermique de la zone d'Ambendrana

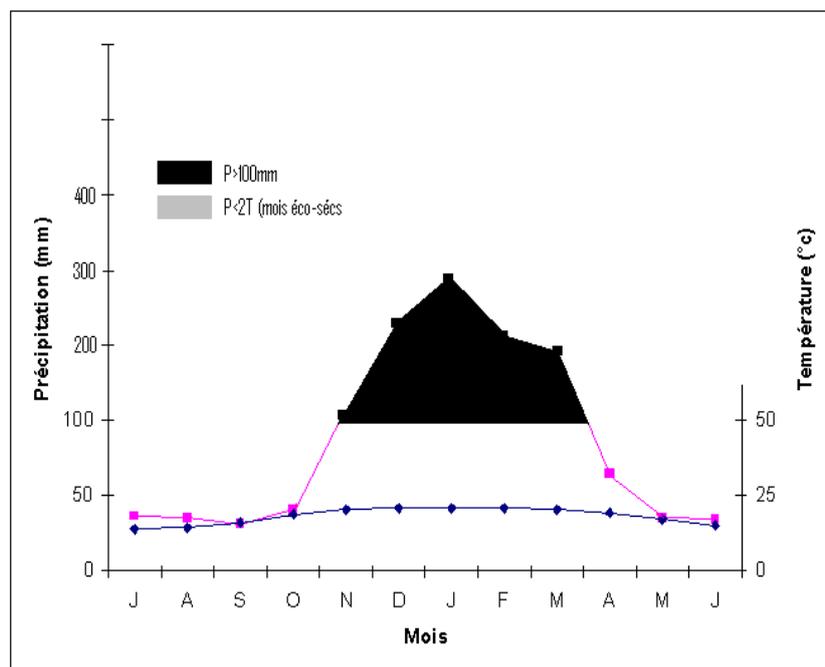


Figure 5: Diagramme ombrothermique de la zone de Sahabe

Dans la région d'Ambendrana, la température moyenne annuelle est de 18,2°C et la pluviosité annuelle de 1427 mm.

Pour Sahabe, le climat est légèrement plus chaud et sec par rapport à Ambendrana avec une température moyenne annuelle de 18,4°C et une précipitation moyenne annuelle de 1362mm.

V.3. Relief, géologie et sol

Le relief est accidenté. Il est constitué par une succession de collines souvent allongées avec une pente forte, de vallées plus ou moins étroites, et de bassins versant, qui se terminent par des bas fonds plus ou moins larges (Bourgeat et Petit, 1969), le plus souvent transformés en rizière. L'altitude varie entre 1100m et 1300m.

La région appartient au socle cristallin qui est un ensemble de roches sédimentaires métamorphisées: granitoïdo-migmatitique du « système de graphite » (Dubois, 1938 ; Besairie, 1973).

Sur les collines, les sols sont ferralitiques, de couleur rouge ou jaune sur rouge. Ils sont acides, pauvres en humus et en éléments nutritifs. Dans les bas fonds, les sols sont hydromorphes et riches en matières organiques (Segalen, 1951; Bourgeat et Petit, 1969).

V. 4. Milieu biotique

V.4.1. Végétation et flore

La végétation se présente comme une mosaïque de forêts denses naturelles, plus ou moins dégradées, de parcelles de jachères à différents stades d'évolution, de formations herbeuses et de plantations.

La végétation naturelle est une forêt dense ombrophile de la série à *Tambourissa* (Monimiaceae) et à *Weinmannia* (Cunoniaceae) appartenant au domaine bioclimatique du Centre Est (Koechlin et *al.*, 1974 ; Goodman et Razafindratsita, 2001). Même si cette forêt dense ombrophile joue un rôle clé dans la régulation de l'eau de la région comme le contrôle des inondations (C.T.A. Fianarantsoa, 1999), le château d'eau pour les rizières (Carrière et *al.*, 2008), dans les ressources en bois d'œuvre, bois de service et plantes médicinales (C.T.A. Fianarantsoa, 1999), elle n'existe plus que sur une bande étroite de forêt variant de 4 à 20km de large dans plusieurs endroits (C.T.A. Fianarantsoa, 1999 ; Goodman et Razafindratsita, 2001).

Les principales pressions humaines sont la culture sur brûlis (*tavy* ou *tevy*) et les feux de pâturage qui entraînent la dégradation des forêts primaires, et favorisent l'expansion des formations secondaires arborées (Carrière et al., 2007a ; Randriamalala, 2009), appelées *kapoka* à Ambendrana et *popoka* à Ambohimahasina, ou des formations secondaires herbacées: telles les *kilanjy* (parcelle de jachère herbacée) ou *atikifafa* (zone de pâturage entretenue par le feu).

En plus de la formation forestière naturelle, des forêts artificielles issues de plantations existent également dans les deux zones. Trois types peuvent être observées : reboisement d'eucalyptus (*Eucalyptus*, Myrtaceae) et de pins (*Pinus*, Pinaceae) dans les deux zones tandis que la plantation d'acacias (*Acacia decurrens* var. *dealbata* (Link) Maiden, Fabaceae) ne se rencontre qu'à Ambendrana.

Les espèces d'*Eucalyptus* et d'*Acacia* ont été plantés pendant la période coloniale (avant 1960) par contre, les plantations de pins sont plus récentes, elles datent des années 1972 et 1973. Elles ont été installées en partie sur les plantations d'*Acacia* (Moreau, 2002 ; Blanc-Pamard & Ralaivita, 2004 ; Randriambanona, 2008).

V.4.2. Faune

Le corridor forestier Ranomafana Andringitra abrite une diversité spécifique exceptionnelle (ANGAP, 2001). Si on considère les Lémuriens, 11 espèces dont deux sont endémiques du corridor et gravement menacées, *Haplemur aureus* Meier et *Prolemur simus* Gray, (Goodman et Razafindratsita, 2001 ; Mittermeier et al., 2006). Les Lémuriens peuvent jouer le rôle de disperseurs de graines dans la forêt du corridor.

Pour les Micromammifères: 23 espèces sur les 26 espèces recensées dans le corridor sont endémiques, les plus abondantes sont : *Microgale taiva* Major, *Eliurus tanala* Major, *Nesomys rufus* Peters, (Soarimalala et al., 2001). Les terroirs sont riches en populations de rongeurs et microchiroptères (Picot, 2007).

L'avifaune est riche aussi bien du point de vue composition spécifique (supérieur à 55 espèces) que sur l'abondance relative (Raherilalao et al., 2001). Parmi les espèces les plus abondantes du terroir sont, *Acridotheres tristis* Linné, *Foudia madagascariensis* Linné, *Lonchura nana* Pucheran, *Phedina borbonica* Gmelin.

En outre, le corridor présente 58 espèces d'Amphibiens telles que *Mantella madagascariensis* Grandidieri, *Mantidactylus glavei* Grandidieri, *Boophis albilabris* Boulenger ; et 30 espèces de Reptiles comme *Phelsuma quadriocellata* Peters, *Brookesia nasus* Boulenger et *Amphiglossus melanurus* Günther (Rakotomalala, 2001).

V.4.3. Milieu humain

Les terroirs villageois d'Ambendrana (Fokontany d'Iambara) et de Sahabe (Fokontany d'Andohanimanatanana) sont occupés par l'ethnie Betsileo. Le pays Betsileo se trouve dans les parties Sud des Hauts plateaux Malgaches, entre les 20 et 22° de latitude Sud et 44 et 45° de longitude Nord (Dubois, 1938). En 2006, la population du Fokontany d'Iambara était de 1610 dont 64,5% ont moins de 18 ans (PCD Commune Androy, 2006). Dans la même année, la population du Fokontany d'Andohanimanatanana était de 2341 et dont 40% ont moins de 18 ans (PCD Commune Ambohimahasina, 2006).

V.4.3.1. Historique de la région d'Ambendrana et d'Ambohimahasina

Les Betsileo sont issus d'un métissage entre immigrants (*Vazimba* et *Antemoro*) qui ont successivement colonisé les Hauts plateaux. Selon Flacourt (1661) cité par Dubois, *op. cit.*, la région aurait été peuplée premièrement par les pré-vazimba connu sous le nom de *Kimosy*, ou de *Taimbalimbaly* (Giambrone, 1973 ; Rainihifina, 1975), puis par les *Vazimba* provenant des hauts plateaux qui seraient des groupes sociaux d'origines africaines (Dubois, *op. cit.*). Dans leur société, ces *Vazimba* présentaient les signes de caste, séparant les nobles des roturiers. Par la suite, des immigrants provenant de l'Est notamment les *Antemoro* sont arrivés à la recherche de terres disponibles et ont apporté dans la région de nombreux rites y compris les pratiques divinatoires. (Dubois, *op. cit.* ; Raheisoanjato, 1984 ; Moreau 2002). Les *Antemoro* avaient comme origine des Indonésiens qui dans leur société présentaient aussi des classes nobles qui se distinguent des autres classes sociales (Dubois, *op. cit.*).

En période calme, les Betsileo ne craignaient pas l'attaque des ennemis, ils construisaient des villages dans les fonds de vallées, endroits propices pour la riziculture et l'élevage. C'est l'époque de *fahasoantany* : « bonne terre » : la période de paix vers 16^{ème} siècle (Moreau, *op. cit.*).

Par la suite, les Betsileo ont formé 4 royaumes dans la région de la Haute Matsiatra: l'Isandra à l'Ouest, le Lalangina à l'Est, l'Iarindrano au Sud et le Manandriana au Nord (annexe 1). Le terroir villageois d'Ambendrana a été localisé dans le royaume du Lalangina fondé au 17^{ème} siècle, tandis que le terroir villageois de Sahabe a appartenu au royaume d'Iarindrano fondé au 18^{ème} siècle (Dubois, *op. cit.*).

Avec l'accroissement rapide du nombre de villages, il y a eu aussi abondance de conflits entre les villages et les gens ont du migrer au sommet des hautes collines aux flancs escarpés pour trouver des sites de refuge et de défense. Ensuite, pour renforcer encore la

sécurité, ils ont creusé des fossés autour de leur village (Moreau, *op. cit.*) comme celui d'Ambohimandroso à Ambendrana et celui du sommet d'Angavao pour la population de Sahabe (PCD de la Commune rurale Ambohimahasina, 2006).

Après le temps des royautes, durant les vingt premières années du 19^{ème} siècle, le royaume Betsileo était sous la domination Merina. A partir de 1805, le royaume de Lalangina s'est soumis de son propre gré aux rois Andrianampoinimerina de 1787 à 1810. Par contre, le royaume d'Arindrano se battait avec acharnement contre le royaume de l'Imerina jusqu'en 1810 (Dubois, *op cit.*). L'arrivée de l'administration Merina qui dominait la région apportait à la fois des conditions de sécurité pour les populations Betsileo et une nouvelle technique comme la riziculture irriguée des bas-fonds. Les habitants étaient incités à occuper les plaines car cela permettait mieux à l'administration Merina de prélever les impôts et de contrôler cette riziculture irriguée de bas-fond (Kottak, 1980 ; Randriamarolaza 1982 ; Moreau, 2002 ; Blanc Pamard et Ralaivita, 2004). Face à cette domination, les habitants quittaient les villages perchés sur les sommets des collines et s'installaient sur les bas versants des collines pour créer leur *vala* : « parc ». La création de *vala* avait pour objectif de rassembler sur un même espace la population, les zébus (qui jouent un grand rôle dans la préparation de la rizière et dans la culture Betsileo en tant qu'animal sacrificiel), et la rizière des bas-fonds. Ces éléments sont indispensables pour augmenter le rendement de la riziculture. Avec la croissance démographique, les *vala* étaient devenus des hameaux puis des villages.

Après la période de l'administration Merina, les régions Betsileo comme tout Madagascar ont subi la colonisation française (1896-1960) (Blanc Pamard et *al.* 2005 ; Ralaimihoatra 1965 ; Rainihifina, 1975). Cette colonisation renforçait l'extension des territoires Betsileo sur les vallées rizicoles en regroupant les *vala* dans de gros villages connus sous le nom de 15 toits, afin de mieux contrôler le prélèvement de l'impôt. La création des villages de 15 toits persiste jusqu'à maintenant (Photos 6 et 7).



Photo 6 : Image (2010) par Google earth avec les villages de 15 toits



Photo 7 : Photo de la zone d'Ambendrana avec les villages de 15 toits

V.4..3.2. Catégories de paysages Betsileo

Le paysage des pays Betsileo est constitué de successions de collines (*vohitsa*) avec des versants à pentes fortes et à des bas fonds plus ou moins étroits, plats et alluvionaux. Les travaux de Blanc Pamard et son équipe (2005) ont décrit les successions d'unités paysagères de ces collines (*tanety*). Allant de la crête aux rizières, ils distinguent les successions d'unités paysagères suivantes:

- la crête : *atety* ou *lohavohitsa* (littéralement tête de colline);
- le haut de versant : *ampanenjanana* : « où il faut forcer le pas » ou *tehezambohitsa* (littéralement taille de colline) avec une pente forte ;
- le bas de versant: *tambina* suivi d'*amorotambina* (littéralement la bordure du *tambina*) : la partie à pente douce du bas versant en contact avec la rizière. Mais Viano (2004) dans son travail définit le *tambina* comme l'*amorotambina* : champs cultivés adjacents aux rizières.
- le bas fond marécageux et alluvionnaire: *farihy*.

Toujours dans le pays Betsileo, sur les versants ou entre les collines s'installent des vallées étroites: *lohasaha* (littéralement tête de champ) ou *lakasaha* (littéralement: pirogue de champ) qui se rassemblent en *fomparihy* (littéralement cœur de *farihy*) et se terminent dans les bas fonds plats et alluvionnaires en *zamana* (Blanc Pamard et *al.*, 2005).

Suivant le type de végétations qui couvre ces paysages, la population locale a identifié deux grandes entités, géographiquement situées côte à côte :

- *An'ala* (littéralement dans la forêt) : catégorie considérée comme des domaines forestiers. Ils désignaient les surfaces majoritairement recouvertes par la forêt mais les travaux de Blanc Pamard et ses équipes (2005) ainsi que l'observation directe montrent que les domaines forestiers ne sont pas strictement à usages forestiers. On peut y trouver des champs de culture isolés ou des lieux de pâturages ou des cases isolées qui servent de deuxième résidence.

- *Ambala* (littéralement au parc) sont les domaines non forestiers. C'est l'ensemble constitué par la maison ou le hameau avec les parcs à zébus, les rizières (*tanimbary*) et les cultures pluviales (*tanimboly*). Dans ces espaces ouverts, la forêt ne se présente qu'en bosquet isolé : *songon'ala* signifiant littéralement mèche de la forêt au milieu des surfaces déboisées.

✓ Domaines forestiers: *An'ala*

De la crête (*lohavohitsa*) au bas fond (*farihy*), les domaines forestiers : *an'ala* peuvent présenter plusieurs facettes écologiques:

- Sur la crête (*lohavohitsa*), l'*alagasy* (littéralement la forêt malgache) est l'équivalent de forêt secondaire mature selon Carrière et son équipe (2007b). Il existe deux types d'*alagasy*: l'*alamaity* (littéralement : forêt noire) et l'*alamena* (littéralement forêt rouge). L'*alamaity* est la forêt avec de grands arbres, des sous bois clairs et accessibles aux gens à l'intérieur alors que l'*alamena* est une forêt avec des arbres de taille moyenne, de sous bois dense très ramifié et inaccessible. A part la forêt naturelle, il y a aussi la forêt d'*Eucalyptus* (littéralement *alakininina*) dont le reboisement a été effectué pendant la colonisation pour remplacer les surfaces forestières déboisées et pour fournir des bois d'œuvre. Les restes de forêt qui ont subsisté après le feu de brousse sont appelées: *sangin'afô* (littéralement taquiner- feu) (Blanc Pamard. *et al.*, 2005 ; Carrière et Andriambanona, 2008).

- Sur le haut versant: *ampanenjanana*, la surface est occupée majoritairement par une forêt secondaire mature (*alagasy*). Des recrûs forestiers post-cultural (Moreau, 2002 ; Blanc Pamard *et al.*, 2005 ; Ifticene, 2005 et Randriamalala, 2005) ou jachère arborée ou arbustive (Viano, 2004 ; Andriambanona, 2008) (*kapoka ou popoka*) et des champs de culture pluviale (*tanimboly*) isolés peuvent être aperçus au milieu de la forêt secondaire mature.

- Le bas de versant (*tambina*) peut être à la fois occupé par la forêt secondaire mature (*alagasy*), le recrû forestier (*kapoka*) ou le champ de culture pluviale (*tanimboly*). Les zones non accessibles et rocailleuses sont occupées par l'*alamena*.

- Le bas fond (*farihy*) est principalement transformé en rizières (*tanimbary*) (Photo 8), mais il existe quelques surfaces non exploitées restant à l'état naturel marécageux ou déjà exploitées et restant en jachère : *tapoka* qui sont déjà appropriées par les différents lignages (*taranaka*) même si elles ne sont pas encore mises en valeur.

Par contre, des *vatolahy* (littéralement pierre mâle) : stèles, des pierres polies levées à fonction commémorative peuvent être aussi observées sur toutes les unités paysagères suivant le désir du propriétaire.

Fréquemment, dans les vallons (*lohasaha*) on trouve des ruisseaux (*riandrano*): ou des marécages (*tapoka*).



Photo 8 : Domaines forestiers avec des bas fonds transformés en rizière

✓ *Domaines non forestiers*

- Au niveau de la crête (*lohavohitsa*), on peut trouver plusieurs types de formations végétales : + forêt secondaire mature (*alagasy*) ;
 - + forêt d'*Eucalyptus* (*alakininina*) ;
 - + reste de forêt après le passage du feu de brousse (*sangin'afo*) ;
 - + formations herbeuses (*atikifafa*) ;
 - + fourrée à *Philippia* (*kirihitr'Anjavidy*) (Moreau, 2002) ;
 - + champs de culture.
- Sur le haut versant (*Ampanenjanana*), les pratiques des paysans sont multiples : + recrûs forestiers (*kapoka*) ;
 - + champs de cultures pluviales (*tanimboly*) pouvant être construits en terrasse et appelées *kipahy* ;
 - + falaises rocheuses pouvant contenir des tombeaux ;
 - + bosquets forestiers (*songon'ala*) sur des zones non appropriées à la culture ou sur des lieux sacrés (présence de tombeau, *aritsa* ou *fanarinandra*) ;
 - + hameaux ou villages (*vala*) ;
 - + aires de battage.
- Les bas versants (*tambina*) (Photo 9) à pente douce jouxtant la rizière (*amorotambina*), sont occupés par : + des champs de cultures sèches (*tanimboly*) ;
 - + des champs de cultures maraîchères de brèdes ;
 - + des jachères herbacées (*kilanjy*) ;
 - + des hameaux avec un parc à zébus et des vergers;

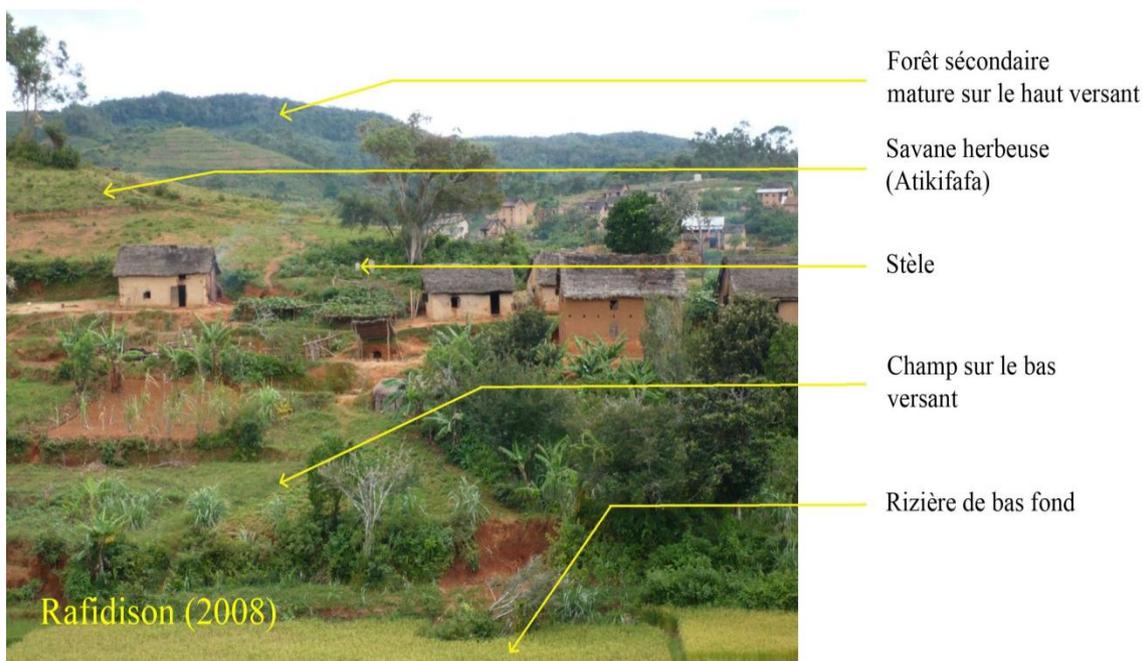


Photo 9 : Hameau avec les arbres fruitiers sur le bas versant

- Les bas fonds (*farihy*) sont exploitées en : + rizières (*tanimbary*)
 - + bassins piscicoles
 - +source ou ruisseau pour l'eau potable (*fantsakana*)

Comme dans les zones forestières, on peut trouver des stèles dans les différentes unités paysagères selon les désirs des propriétaires.

En effet, les paysans Betsileo catégorisent les paysages en associant des caractéristiques multiples qui peuvent être analysées dans leur globalité ou en prenant des éléments séparés. Ils définissent leurs unités paysagères selon trois critères principaux :

- la végétation qui la recouvre comme: *Ambala* ou *An'ala* ;
- les positions géographique et topographique: *lohavohitsa*, *tambina*,...
- les pratiques agricoles : *tanimbary*, *tanimboly*,...

Ces descriptions se basent sur des éléments concrets (Blanc-Pamard et Milleville, 1985 ; Blanc-Pamard, 1986) comme la géomorphologie (*ampanenjanana*, *lakasaha*), la morphologie et la densité des peuplements qui constituent la végétation (*alamena*, *alamaity*) et sur certaines pratiques comme le champ (*tanimboly*), la rizière (*tanimbary*).

Les termes désignés pour définir les unités paysagères pourraient apporter des informations sur la topographie mais pourraient renvoyer aussi à certaines modalités de pratiques, (Blanc-Pamard, 1986).

V.4.4. Activités économiques

Du XVI^{ème} au XVII^{ème} siècle, les *Vazimba* auraient été les premiers à avoir transformé la forêt par des pratiques de culture sur brûlis (*tavy*). En plus de ce type d'agriculture, ils pratiquaient aussi l'élevage de zébus dans la forêt. Les *Antemoro* dans leurs activités quotidiennes, pratiquaient la culture sur brûlis et la riziculture en terrasse.

Avec la croissance démographique et la domination Merina, il y avait une transition vers les activités rizicoles de bas-fond. (Kottak, 1980 ; Randriamarolaza 1982 ; Moreau, 2002 ; Blanc Pamard et Ralaivita, 2004).

Actuellement, pour faire face à la croissance démographique, l'agriculture sur brûlis et la riziculture de bas fond sont complétées par des cultures pluviales (cultures de patates douces, manioc, haricots et maïs) sur les bas versants de la colline.

Les Betsileo pratiquent également l'élevage de zébus (deux à trois têtes de bétail par famille), de volailles (une dizaine de volailles par famille) et de porcs (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004 ; Ranaivoson, 2006). Les zébus sont utilisés dans les travaux rizicoles (production de fumiers et piétinement) et sont utilisés aussi comme animaux sacrificiels. L'élevage de volaille est une activité féminine pour subvenir aux besoins occasionnels (maladie et accouchement). Les volailles sont également à usage sacrificiel. L'élevage de porc est récent (à partir de 20^{ème} siècle) et rare (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004).

Dans la forêt, il y a aussi des paysans qui pratiquent l'apiculture traditionnelle en utilisant les troncs d'arbre pour fabriquer les ruches. Ils font aussi des collectes de produits forestiers tels que les écrevisses et les anguilles qui sont commercialisés aux marchés environnants. Récemment, ils pratiquent aussi la rizipisciculture ou la pisciculture dans les étangs en attendant la prochaine saison culturale.

Par ailleurs, la population de la zone d'Ambendrana est très connue par l'exploitation de *Lambinana* (*Nuxia capitata*) dans la forêt, pour fabriquer des manches d'*angady*, même si cette activité est défendue par l'état (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004). Ces manches d'*angady* sont vendues aux marchés de Sahambavy, d'Alakamisy voir de Fianarantsoa. Pour la population de la zone de Sahabe, la culture de tabac, la fabrication de rhum artisanal à partir de cannes à sucre complètent les revenus de l'agriculture.

Par conséquent, les activités économiques des Betsileo sont basées sur les terroirs agraires formés des mosaïques de rizières et de champs de cultures pluviales, et les milieux

forestiers (primaires et secondaires) représentant l'espace pour l'élevage, la cueillette et la pêche.



Photo 10 : Terroirs Betsileo

V.4.5. Pratiques socio-culturelles

V.4.5.1. Respect des fady ou les interdits traditionnels.

Les interdits sont d'origines multiples. D'une manière générale, un objet ou une personne ou un acte devient tabous soit par l'action d'un esprit qui y réside, soit par sa liaison à l'histoire d'un clan ou d'un lignage (*fadindrazana* : tabou des ancêtres), soit par son attachement à l'histoire d'un lieu spécifique (par exemple : marais, cours d'eau, tombeau, bosquet,...), soit par les charmes utilisés pour domestiquer la nature lors de l'installation de la population sur un habitat donné (Dubois, 1938). Dans le cas où le *fady* est dû à la résidence de l'esprit dans l'objet tabou, le respect du *fady* signifie le respect de l'esprit, par contre l'irrespect de ce *fady* provoque le mécontentement de ces esprits ou même la vengeance de l'esprit et attire sur la famille du responsable toutes sortes de malheurs en série comme maladies, accidents, morts, mauvaises récoltes, (Dubois, 1938 ; Moreau, 2002 ; Viano, 2004). Pour les autres cas, la violation du *fady* donne lieu à une réprimande par les villageois (Viano, *op. cit.*).

V.4.5.2. Respect des ancêtres et la croyance en Zanahary.

Comme tous les malgaches, les sud Betsileo croient que la vie des esprits des ancêtres continue sous une forme invisible au delà de la mort, que *Zanahary* est le Dieu

créateur et ordonnateur du monde et que les esprits de la nature sont les maîtres de la nature sauvage telle que la forêt : *tompon'ny ala*. *Zanahary* fait que chaque chose a sa fonction et sa place, que le monde a ses lois, que tout a un sens. La forêt est perçue comme le domaine des esprits. Lorsque les hommes demandent l'autorisation d'exploiter la nature telle que le défrichage de la forêt pour l'agriculture auprès des esprits de la nature et de *Zanahary*, ils utilisent les esprits des ancêtres pour servir de médiateurs. Ainsi, la forêt est jalonnée par des lieux symboles (les stèles) et des lieux sacrés (les tombeaux) qui mettent en contact les vivants avec les forces surnaturelles (Moreau, 2002). Les esprits des ancêtres, *Zanahary* et les esprits maîtres de la nature sont respectés par les Betsileo (Moreau, 2002).

Dans la vie quotidienne, l'attitude respectueuse envers les esprits et *Zanahary* se manifeste par le respect du *fady* (interdit traditionnel), et par un ensemble de cérémonies : *saotsa*. En respectant ces *fady*, on respecte la nature, les esprits du monde sauvage, et ceux des ancêtres. Au cours des cérémonies rituelles (*saotsa*), on invoque *Zanahary* et les esprits, on se présente à eux, on expose les intentions et on leur offre une compensation symbolique sous forme de libation de rhum ou de miel ou de sacrifice de petit animal (volaille), en échange de ce qu'on a demandé (Moreau, *op. cit* ; Viano, 2004).

La cérémonie a lieu soit à l'intérieur de la maison, dans le coin réservé aux ancêtres « le nord est », soit dans la cour devant le *tafotona* soit devant la stèle commémorative familiale : *vatalahy* ou *tatao*. Pour la réaliser, il faut s'accroupir pour le respect et s'orienter vers l'est où se localisent les esprits » (Moreau, *op. cit*).

V.4.5.3. Pouvoirs des plantes

« Les plantes en tant que création de *Zanahary* [...] possèdent chacune son propre destin, sa propre fonction qui l'individualise selon l'ordre du monde créé par *Zanahary* » (Moreau, *op. cit*). En effet, plusieurs pouvoirs sont attribués aux plantes dans la croyance Betsileo :- elles peuvent être utilisées thérapeutiquement en tant que plantes médicinales ;

- elles peuvent être douées d'une force magique ;
- elles peuvent servir de monuments commémoratifs ou funéraires.

✓ Plantes médicinales

D'une manière générale, les plantes rudérales qui poussent aux alentours du village sont les plus utilisées et leurs usages sont connus. Elles servent à soigner les maladies courantes comme la diarrhée, la toux et la fièvre. La connaissance des vertus des plantes

médicinales forestières est principalement limitée aux *ombiasy* (devins) ou les gens qui fréquentent la forêt. Le pouvoir des plantes forestières est surtout liée au fait que ces plantes poussent dans la forêt et tirent leurs pouvoirs par le contact avec les esprits de la nature (Moreau, *op. cit.*).

✓ . *Plantes dotées de force magique*

Les arbres dotés de force magique a plutôt une fonction symbolique que d'un producteur de matière primaire pour les Betsileo. Les arbres sont reconnus comme un être vivant qui possède une fonction particulière et un « destin ». En fonction de cette puissance magique et « le destin » de l'arbre :

- des arbres dotés de pouvoirs magiques maléfiques et le Betsileo n'ose pas les planter: *hazo manolaka*. Ces pouvoirs maléfiques sont dus au fait que l'arbre vit plus longtemps que les êtres humains, en effet il dépasse l'énergie vitale humaine (Van Gennepe, 1904 et Moreau *op. cit.*). Lorsque l'homme plante l'arbre, l'énergie végétale interagit avec la force vitale de l'homme de manière négative, en lui faisant concurrence, en effet, celui qui plante un arbre risque de mourir lui-même ou de causer la mort de ses proches (parent ou descendant) et risque de n'avoir plus de descendance.

- des arbres dotés d'une puissance magique bénéfique pour les êtres humains. Ces arbres sont multiples : + Le *hazomanga* (bois bleu) et l'*Aviavy* (*Ficus trichopoda*). : Le *hazomanga* est une sorte d'amulette en forme d'un bâton en bois de *Ravensara aromatica* (Lauraceae) de 10cm de long. Ils sont destinés à protéger le lignage ou la famille (Beaujard, 1983 ; Moreau, *op. cit.*). Si un membre de la famille effectue un acte de violation du respect des *fady* (tabous) propres du lignage, il doit se purifier en buvant l'eau contenant une pièce d'argent et le mélange de petits copeaux de *hazomanga* et de *Aviavy* (*Ficus trichopoda*) (Moreau, *op. cit.*). Le *hazomanga* est aussi utilisé dans les serments de fraternité par le sang : *fatidra* et dans le *hazary* qui est une aspersion d'eau pratiquée sur la famille ou sur le troupeau de zébus pour assurer la prospérité et la santé (Moreau, *op. cit.*).

+ Le *tafotona* ou *tafoto* serait doté d'une puissance magique protectrice de l'homme et de ses biens : la maison et le parc à zébus¹ (Photo 11). « *Le tafotona ou tafoto désigne tout dispositif de protection magique (exemple : végétal ou minéral comme pierre) pour isoler l'ensemble des habitants de la maison, du parc à bœufs ou du village du*

¹ les zébus servent de banque pour déposer les épargnes et jouent un rôle majeur dans la riziculture par l'apport d'engrais et de labours. (Moreau, *op. cit.*).

malheur sous toutes ses formes (influences magiques néfastes, maladie, voleurs, catastrophes naturelles, sorcellerie) et leur apporter prospérité [...]. C'est aussi un dispositif magique permettant aux habitants de prendre possession et de contrôler un espace donné ainsi que de dialoguer avec les forces surnaturelles » (Moreau, *op. cit.*).

Les *mpimasy* ou *mpanandro* (devins) consultés avant la construction d'une maison ou d'un parc à zébus ont proposé la composition du *tafotona* (Moreau, *op. cit.*) mais aussi, il peut être choisi directement par les propriétaires de l'espace.



Photo 11 : Parc à zébus avec *F. reflexa* qui sert de *tafotona*

+ Les arbres dotés d'une puissance protectrice contre la foudre.

Lorsque la foudre s'abat sur une maison ou sur une personne, elle est considérée comme un acte de sorcellerie ou de malveillance intense et fort, mais non pas un phénomène naturel (Moreau, *op. cit.*). La plantation d'un arbre présentant un nom qui évoque l'idée d'adoucir une situation comme *Lendemy* (ramollir) (*Anthocleista sp.*) ou d'éclaircir un cas comme *Fanazava* (éclairreur): (*Calantica cerasifolia*) accompagné d'un charme végétal ou minéral enterré près de son pied permet d'anéantir un acte malveillant (Moreau, *op. cit.*).

- des arbres dotés de pouvoirs magiques supérieurs, qui permettent de les considérer comme le symbole de la royauté. Ce sont les arbres du genre *Ficus* (*Amontana* : *Ficus lutea* et *Nonoka* : *Ficus reflexa*) dont la puissance et la supériorité sont en analogie avec leur capacité à croître dans des milieux hostiles et à la puissance de leur enracinement. La plantation de ces types d'arbre est ainsi réservée pour les castes royales (Moreau, *op. cit.*).

✓ *Plantes de monuments commémoratifs ou funéraires*

Les plantes de monuments commémoratifs ou funéraires sont plantées à proximité des tombeaux ou sur les sentiers y conduisant. Comme les *vatolahy* (stèle commémorative), il assure la matérialisation dans le paysage de la mémoire des ancêtres (Rakotomalala et *al.*, 2001; Lhoutellier, 2008).

*Partie 2 : PRATIQUES, USAGES ET
REPRESENTATIONS DES FICUS DES
TERROIRS AGRAIRES DU SUD BETSILEO*

Partie 2 : PRATIQUES, USAGES ET REPRESENTATIONS DES *FICUS* DES TERROIRS AGRAIRES DU SUD BETSILEO

I. Objectifs

Les pratiques et usages locaux sont reliés aux connaissances locales de l'environnement. Ils sont régis par des règles socio-économiques et culturelles (Aumeeruddy, 1994 ; Cunningham, 1996 ; Wild et Mutebi 1996 ; Ghimire, 2005). Par ailleurs, les classifications locales des plantes et les contextes environnementaux qui les entourent sont à la fois un reflet du savoir local et un moyen d'en organiser la mémorisation et la transmission (Conklin, 1962; Berlin, 1973 ; Friedberg, 1979 ; Alcorn, 1995 ; Maddalon, 2003). La connaissance des pratiques, des usages et des représentations des *Ficus* des terroirs agraires du sud betsileo permet de comprendre le rapport entre les dynamiques sociales et l'environnement où se développent les *Ficus* y compris le couloir forestier, et d'apporter de nouvelles perspectives pour faciliter la mise en place d'une gestion durable de la biodiversité environnante.

Ce chapitre a pour objectif d'évaluer les connaissances botaniques et l'importance des savoirs ethnobotaniques et ethnoécologiques locaux associés au genre *Ficus* ainsi que la distribution spatio-temporelle des *Ficus* dans les terroirs et les usages associés. Pour atteindre ces objectifs, les hypothèses suivantes peuvent être formulées:

- Les figuiers tiennent une place significative dans la vie courante des habitants de Madagascar, particulièrement dans les pays Betsileo.
- Cette place particulière est en relation avec les représentations sociales et culturelles des espèces de *Ficus* au sein des Betsileo, et s'exprime par des représentations locales de ces arbres.
- La place particulière tenue par les *Ficus* chez les Betsileo contribuerait à leur protection selon une distribution non aléatoire dans l'espace géographique.
- Un ensemble de pratiques concrètes (agricultures, élevage, cueillette et chasse), de pratiques sociales et culturelles (culte des ancêtres, autres,...) contribueraient à maintenir les figuiers à la fois dans les espaces agricoles et forestiers anthropisés.

II. Méthodes de recherches

Pour aborder cette étude, 5 approches ont été utilisées :

- l'étude des caractéristiques botaniques et écologiques des *Ficus* recensés dans les terroirs ;

- l'analyse de la classification et de la nomenclature locales des *Ficus*. L'analyse de la classification et de la nomenclature dans une société peut permettre de découvrir les moyens par lesquels les différents systèmes culturels catégorisent et organisent les diverses formes de phénomènes naturels (Conklin, 1962 ; Friedberg, 1979). Ainsi, cette analyse permet de découvrir les moyens par lesquels les populations betsileo catégorisent les *Ficus*. Les classifications des objets naturels dans les sociétés sont fondées sur des processus complexes associant identification, dénomination et système de référence. La compréhension des fondements de ces classifications (ethnotaxonomies) et de ces nomenclatures est essentielle pour appréhender les conceptions locales de la biodiversité environnante (Aumeeruddy, 1994).

- l'étude des usages et des représentations des *Ficus* est ensuite abordée. Elle consiste en une série d'analyses sur la perception de la population des usages associés aux espèces de *Ficus* afin de faire ressortir les représentations locales de ces *Ficus*. L'analyse des représentations paysannes se réfère également aux systèmes de classifications ainsi qu'à l'analyse des processus de symbolisation par cette société de la nature, en particulier des *Ficus* dans le contexte des paysages et de leurs territoires.

- l'analyse des autres types de savoirs tels que les savoirs sur la biologie et l'écologie reliés aux *Ficus* vont être présentés. Les systèmes de savoirs locaux sont les résultats des générations d'expériences par essais et erreurs, d'observations minutieuses et sont modélés par la philosophie et par les représentations du monde des sociétés considérées (Gadgil et al., 1993, 2000). Les savoirs locaux sont en parties déterminés par des faits sociaux (Descola, 1986).

- l'étude des liens entre les *Ficus* selon une approche spatialisée, en étudiant leurs distributions spatio-temporelles et en faisant une analyse des toponymies spécifiquement liées à ces *Ficus*. Ces analyses sont indispensables afin d'identifier et de comprendre la distribution spatio-temporelle des *Ficus* dans les terroirs car selon Dorion (1996): nommer un lieu n'est pas uniquement le reconnaître mais le définir, l'identifier et le caractériser. Les

noms géographiques sont aussi des « témoins » de phénomènes naturels, d'événements ou de sentiments. De ce fait, étudier les noms des lieux ou la toponymie constitue « une mémoire » qui enregistre les circonstances de la dénomination (Dorion, 1994/1996) et pourrait permettre de comprendre la conception des habitants des lieux et de la nature.

II.1. Choix des sites d'études

La zone d'études faisait partie des sites d'études du programme de recherche GEREM-Fianarantsoa (Gestion des Espaces Ruraux et Environnement à Madagascar) durant les années 2003 à 2007.

Le choix des sites d'études repose sur les critères suivants:

- le cadre géographique: ils sont situés à la lisière ouest du corridor forestier, et sont limités à l'ouest par des falaises rocheuses ;
- le groupe ethnique local : le Betsileo.

Ainsi deux sites occupés par des Betsileo ont été choisis (Carte 1) :

- Ambendrana : limité à l'ouest par la falaise rocheuse d'Igodona et à l'est par le corridor forestier.
- Sahabe : limité à l'ouest par la falaise rocheuse d'Angavao et à l'est par le corridor forestier.

II.2. Collecte de données

Afin de comprendre l'importance des savoirs ethnobotaniques et ethnoécologiques locaux associés aux genres *Ficus* ainsi que la distribution spatio-temporelle de *Ficus* dans les terroirs et leurs usages associés, diverses étapes ont été suivies.

II.2.1. Etat des connaissances

Pour évaluer l'état des connaissances sur les espèces de *Ficus* et les paysages Betsileo, des recherches bibliographiques sur le système de dénomination et de qualification des espèces de *Ficus* et des catégories paysagères ainsi que les pratiques associées à chaque catégorie ont été réalisées. L'analyse bibliographique a été effectuée principalement à partir des différents travaux déjà menés sur ce terrain par des équipes de géographes (Blanc-Pamard

et Ralaivita, 2004 ; Blanc-Pamard et *al.*, 2005 ; Blanc-Pamard et Rakoto Ramiarantsoa, 2007).

Ces travaux concernent :

- les rapports entre le terroir et la société dans le pays Betsileo, plus précisément sur la lisière nord ouest du corridor Andringitra Ranomafana dans la commune d'Androy.
- la restitution du paysage observé dans le contexte de l'histoire des Betsileo connu à ce jour ainsi que sur les dires et la mémoire orale, et les éléments encore visibles de l'évolution de ses paysages au cours du temps.
- les interactions entre les usages de la forêt, les systèmes techniques et les logiques sociales ainsi que le rôle des nouveaux acteurs de politiques environnementales (agences de développement, ONGs) agissant dans la zone.

L'analyse de ces travaux a permis de comprendre l'histoire de la construction du paysage agricole basée sur les pratiques déjà identifiées et les catégories paysagères pour situer les espèces de *Ficus* observés dans le paysage.

L'état des lieux des connaissances sur les différentes catégories de paysage montre l'existence d'unités paysagères répétitives, formées d'une colline constituée de champs secs sur les flancs, de rizières dans les bas fonds et de petites forêts coiffant le sommet des collines (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004 ; Blanc-Pamard et *al.*, 2005).

II.2.2. Etude de la distribution spatiale des *Ficus* recensés

La méthode de travail est fondée sur des observations directes sur le terrain. Toutes les collines où peuvent se rencontrer les *Ficus* ont été repérées pour identifier un échantillon de collines représentatif des sous-unités fonctionnelles, sociales et écologiques (facettes socio-écologiques) ainsi que de la distribution des *Ficus* par rapport aux différentes facettes socio-écologiques. Les facettes écologiques selon Blanc Pamard représentent une unité spatiale de combinaison de données écologiques et d'utilisation locale, une unité de production qui rend compte d'un aménagement à différentes échelles de temps (Blanc-Pamard et Ralaivita, 2004). Les éléments socio-culturels (tombeaux, stèles,...) et également les marqueurs principaux des terroirs agricoles et des territoires de forêt (fleuves, ruisseaux, sentier,...), ont été associés aux facettes socio-écologiques.

Des espaces ont été délimités en prenant comme unité de base l'ensemble « colline-bas-fond », en partant de la crête jusqu'au bas fond avec l'ensemble des modes de valorisation et de pratiques associés à ces lieux, représentant les différentes facettes socio-écologiques.

Les coordonnées géographiques de chaque colline ont été notées à l'aide d'un GPS, ainsi que l'exposition et la valeur des pentes.

Les différents éléments repérés ont été reportés sur un schéma en respectant dans la mesure du possible les proportions. Ils permettent de rendre compte de la disposition dans l'espace des *Ficus* au sein de l'ensemble colline-bas-fond en tenant compte à la fois des constructions à caractère anthropique, des éléments constitutifs de la végétation, des éléments physiques des paysages. Ainsi les éléments suivants ont été notés :

- tous les bâtis ;
- les zones de végétation plantée ou spontanée ;
- les éléments de topographie : rivière, falaise ;
- les zones agricoles ;
- les arbres isolés ou regroupés, spontanés ou plantés.

II.2.3. Enquêtes ethnobotaniques

Afin d'identifier : les savoirs, les usages, les pratiques concrètes et les représentations culturelles des figuiers, les relevés sur les ensembles colline-bas-fond ont été accompagnés d'enquêtes ethnobotaniques dans la langue locale. Ce sont des entretiens semi-ouverts, en dirigeant les réponses des personnes interrogées autour des thèmes relatifs à l'étude effectuée (Martin, 1995). En effet, les enquêtes portent sur la nomenclature, la taxonomie vernaculaire, les usages, les pratiques, les histoires locales, les dires, les légendes et les discours relatifs aux figuiers. Tous les entretiens ont été enregistrés à l'aide d'un dictaphone numérique, puis ces entretiens ont été retranscrits en retenant les thèmes clés et ont été introduit dans une base de données afin de faciliter le tri des données et une approche quantitative.

Les entretiens ont été réalisés auprès de 154 informateurs dont 64 à Ambendrana et 90 à Sahabe (Tableaux 3 et 4). Ces personnes sont les représentants des familles d'agriculteurs et sont de classes d'âge et de sexe différents (Photo 12).

Tableau 3 : Répartition du sexe des personnes interviewées

Site	Ambendrana	Sahabe
Homme	45	59
Femme	19	31
Total	64	90

Tableau 4: Répartition de l'âge des personnes interviewées

Site	Ambendrana	Sahabe
Enfant <12 ans	11	12
Jeunes: 12-18 ans	1	4
Jeunes parents<40 ans	29	52
Parents âgés>40 ans	23	22

Des entretiens ont été menés également auprès des *Ray amandreny* (qui signifie littéralement « père et mère ») : les chefs du village ou du lignage, connus localement comme ceux qui possèdent une connaissance approfondie de l'histoire locale ainsi que des pratiques sociales. Parfois, ces *Ray amandreny* nous ont accompagné pour localiser les espèces de *Ficus* sur leur territoire tout en fournissant des informations historiques concernant les pratiques anciennes et actuelles.

Des entretiens ont aussi été menés auprès des spécialistes, en particulier auprès des tradipraticiens (Photo 13), des devins (*Ombiasy*) et des guides qui connaissent bien la forêt. Les enquêtes sur le terrain ont été complétées par des enquêtes menées en milieu villageois, généralement dans les maisons où pour des raisons de discrétion, certaines informations sont plus faciles à récolter.

Les entretiens ont été également orientés afin de révéler les usages selon une approche historique ou diachronique et territorialisée des figuiers. En effet, des demandes auprès des interlocuteurs si les usages observés aujourd'hui existaient auparavant et s'il y avait des usages anciens qui auraient disparus ou encore maintenus.

Des recherches par transmissions orales, comment les habitants situaient leurs pratiques autour des figuiers durant les différentes périodes de leur histoire, ont été également faites. Il s'agit ainsi d'une approche ethnohistorique. L'histoire telle qu'elle est perçue par la population locale. Ceci révèle des lieux et des pratiques permettant d'avoir des éléments explicatifs de ce qui est observé aujourd'hui.

L'organisation des terroirs est le résultat de l'articulation privilégiée entre les faits biologiques et les faits sociaux (Berard et Marchenay, 1994). En effet, au départ, le paysage observé, la configuration des différentes parties du territoire et la végétation sont supposés être le fruit de l'interaction entre les pratiques humaines et les dynamiques biologiques que seuls les habitants de cette région peuvent en révéler la raison qui a transformé et modelé le

paysage au cours du temps. Les données d'ethnohistoire ne révèlent pas obligatoirement une vérité historique absolue, mais elles donnent des éléments indicatifs. Par ailleurs elles apportent les représentations que les habitants se font des éléments du paysage observé aujourd'hui. Un exemple de ce type d'entretien est donné en annexe IV.



Photo 12 : Entretien avec les enfants

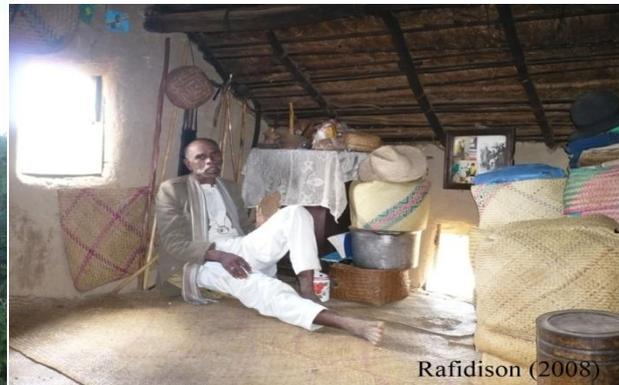


Photo 13 : Un devin lors d'un entretien

II.3. Méthodes d'analyse des données

Compte tenu des processus théoriques cités précédemment, les données ont été analysées en plusieurs étapes :

II.3.1. Transcription littérale

La transcription littérale de tous les entretiens et toutes les notes se rapportant aux *Ficus* prises sur le terrain a été effectuée afin de relever les thèmes importants permettant ainsi la construction d'une base de données.

II.3.2. Construction d'une base de données ethnobiologiques

La construction d'une base de données ethnobiologiques ordonnées à partir de l'indexation de toutes les données, ainsi que les termes et les dices se rapportant aux *Ficus* est ensuite entreprise. Les données ethnobotaniques et ethnoécologiques telles que : les noms vernaculaires, les variétés, les interactions avec les autres plantes, les usages, les habitats, les origines, la phénologie et les techniques de plantation, les données culturelles associées comme les mythes, les dices et les rites ainsi que les données sociologiques des informateurs figurent dans cette base de données. Un exemple de la base est présenté en annexe V.

II.3.3. Analyse de la nomenclature et de la classification

Les façons et les critères permettant aux populations locales de différencier les *Ficus* (Martin, 1995) ont été déduits des noms vernaculaires utilisés pour désigner et classer les

Ficus au niveau local. Simultanément, des recherches des catégories englobantes qui incluent les *Ficus* portant des termes de base différents ont été effectuées. On appelle terme de base : le terme qui sert à différencier un type de plante d'un autre (Conklin, 1954 et Friedberg, 1974).

II.3.4. Analyse temporelle de l'évolution de la perception des usages et des données socio-culturelles

Les analyses de l'évolution de la perception des usages dans le temps et des données socio-culturelles associées aux espèces de *Ficus* par la population ont permis de faire ressortir l'évolution des représentations locales des *Ficus* dans le temps. Les types d'usages des *Ficus* dans les terroirs et dans les forêts ont été à la fois considérés en usages concrets et usages symboliques. Les usages concrets concernent les usages de la plante en tant que producteur de matières premières tandis que les usages symboliques indiquent l'usage de la plante pour symboliser un acte ou un phénomène. Suivant le cas, pour la même espèce, ces deux principaux types d'usages peuvent être indépendants ou dépendants. Les usages matériels peuvent avoir des bases liées à des usages symboliques. Ainsi afin de mener à bien l'analyse, pour chaque espèce, ces deux types d'usages ont été étudiés ensemble.

A propos des données socio-culturelles, l'analyse des mythes, des direx et des rites liés aux *Ficus* a été effectué afin de faire ressortir les représentations de ces *Ficus* pour la population locale. Comme tous les discours malgaches, les direx et les mythes peuvent contenir de sous entendus et d'aspects implicites qui ont été interprétés grâce à la connaissance du Malgache et du Betsileo.

II.3.5. Evaluation quantitative de l'importance de l'utilisation locale des espèces

L'évaluation quantitative de l'importance de l'utilisation des espèces par les paysans ou l'indice d'utilisation : U.Vs (Martin, 1995) de chaque espèce a été calculée par la formule suivante :

$$U.Vs = \frac{\sum UVis}{ns}$$

UVis : le nombre d'usage de l'espèce « S » mentionné par l'informant « i »

$\sum UVis$: le nombre total d'usages de l'espèce « S » mentionné par les informants

ns : le nombre des informants enquêtés

Le tableau 5 montre une catégorisation des espèces en fonction de la valeur de l'indice d'utilisation (U.Vs).

Tableau 5 : Catégorisation des espèces en fonction de la valeur de l'indice d'utilisation

Indice d'utilisation (U.Vs)	Catégorie de l'espèce
$0,5 > U.Vs \geq 0$	Espèce non utilisée par la majeure partie des informants
$1 > U.Vs \geq 0,5$	Espèce utilisée par la majeure partie des informants
$U.Vs = 1$	Espèce utilisée par tous les informants
$U.Vs > 1$	Espèce très utilisée par tous les informants

II.3.6. Analyse des savoirs locaux

Dans une société donnée, le niveau de connaissance est variable. Il est important d'analyser les différents types de savoirs de la population locale en identifiant quelle catégorie de la population détient les savoirs les plus spécialisés. La compréhension de ces systèmes de savoir permet de comprendre le rapport de l'homme avec la nature (Folke, 2004) et facilite par la suite la transmission des connaissances relatives à la gestion des ressources entre les différentes catégories de la population. En outre, cette compréhension pourrait conduire à de nouvelles perspectives de recherches ou de formuler de nouvelles hypothèses dans la gestion des ressources locales (Huntington, 2000; Agrawal, 2002). Afin de comprendre, comment les concepts biologiques et écologiques des *Ficus* sont compris au niveau local, l'analyse des savoirs ethnobotaniques et ethnoécologiques a été réalisée par le biais de la comparaison des informations sur le plan local et sur le plan scientifique.

II.3.7. Analyse des liens entre les *Ficus* selon une approche spatialisée et historique

L'analyse a été effectuée en étudiant leurs distributions spatio-temporelles et en faisant une analyse des toponymies spécifiquement liées aux *Ficus*. Elle a été faite sur 30 relevés dont 16 à Ambendrana et 14 à Sahabe, dans des ensembles collines-bas fond représentatifs des terroirs avec des *Ficus*. Afin de bien comprendre cette distribution spatio-temporelle des figuiers dans les terroirs, la description du paysage selon les catégorisations des Betsileo a été faite en présentant les successions d'unités constitutives des collines combinées à leurs utilisations locales : c'est la facette socio-écologique (cf p: 46, 4^{ème} paragraphe).

Trois zones paysagères (collines-bas fonds) différentes selon l'historique de l'évolution du paysage local déterminées à partir des données ethnohistorique, confrontée avec les données bibliographiques ont été identifiées:

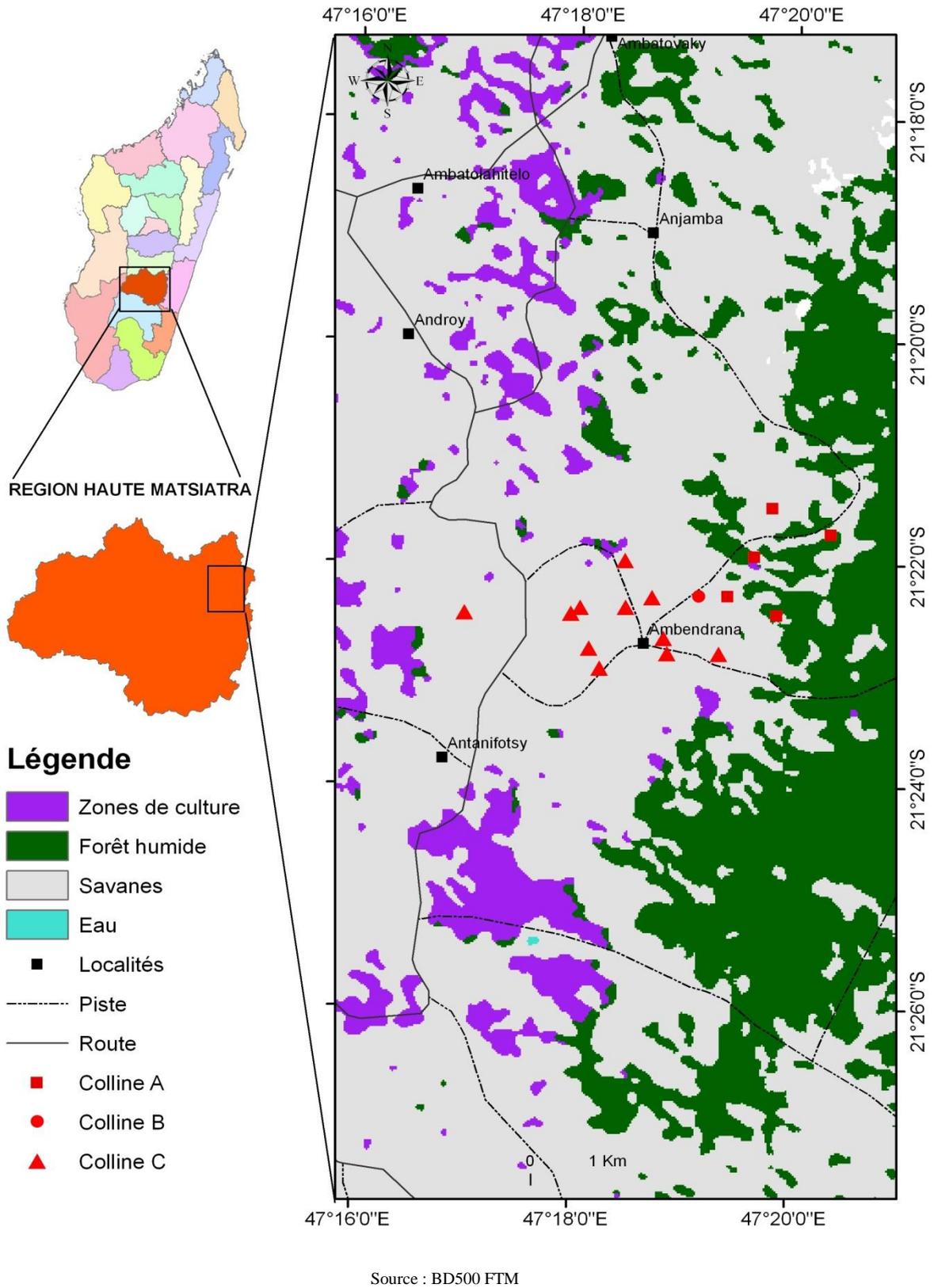
+ **La zone A** comprend les collines avec des mosaïques de forêts âgées et de forêts secondaires, des îlots de pâturages herbacés, des marécages, qui sont déjà appropriés par les fondateurs des lignages (*Taranaka*) du village durant au moins 8 générations selon l'estimation et l'analyse de Blanc Pamard et son équipe (2005). La forêt présente beaucoup de signes anthropiques anciens tels que la présence de stèle (*vatolahy*) et la présence de forêt secondaire mature âgée (*alagasy*) reconstituée après une ancienne exploitation quand les Betsileo faisaient uniquement de l'agriculture sur brûlis (*tavy* ou *tevy*). Récemment, pour l'élaboration de nouveaux champs et rizières, ces forêts sont de nouveau ré-exploitées, et les zones marécageuses aux alentours sont transformées en nouvelles rizières.

+ **La zone B** est caractérisée par des collines situées à mi distance entre le corridor et les falaises qui bordent les territoires des deux sites d'études à l'Ouest. L'exploitation de ces collines date environ du 18^{ème} siècle, elle correspond à la période où les Betsileo se sont installés au sommet des collines à cause des troubles sociaux et des conflits entre Betsileo ou avec d'autres groupes sociaux provenant d'autres régions de Madagascar. Des restes de villages abandonnés (*tanana haolo*) sont toujours visibles, et accompagnées des traces de grands fossés de protection (*hadivory*) délimitant la zone d'habitation. Sur les versants de la colline, se trouvent les îlots de forêts secondaires, les champs de terre ferme associés aux rizières irriguées en terrasses et les lieux de pâturages qui sont encore fonctionnels, avec les pratiques agricoles actuelles.

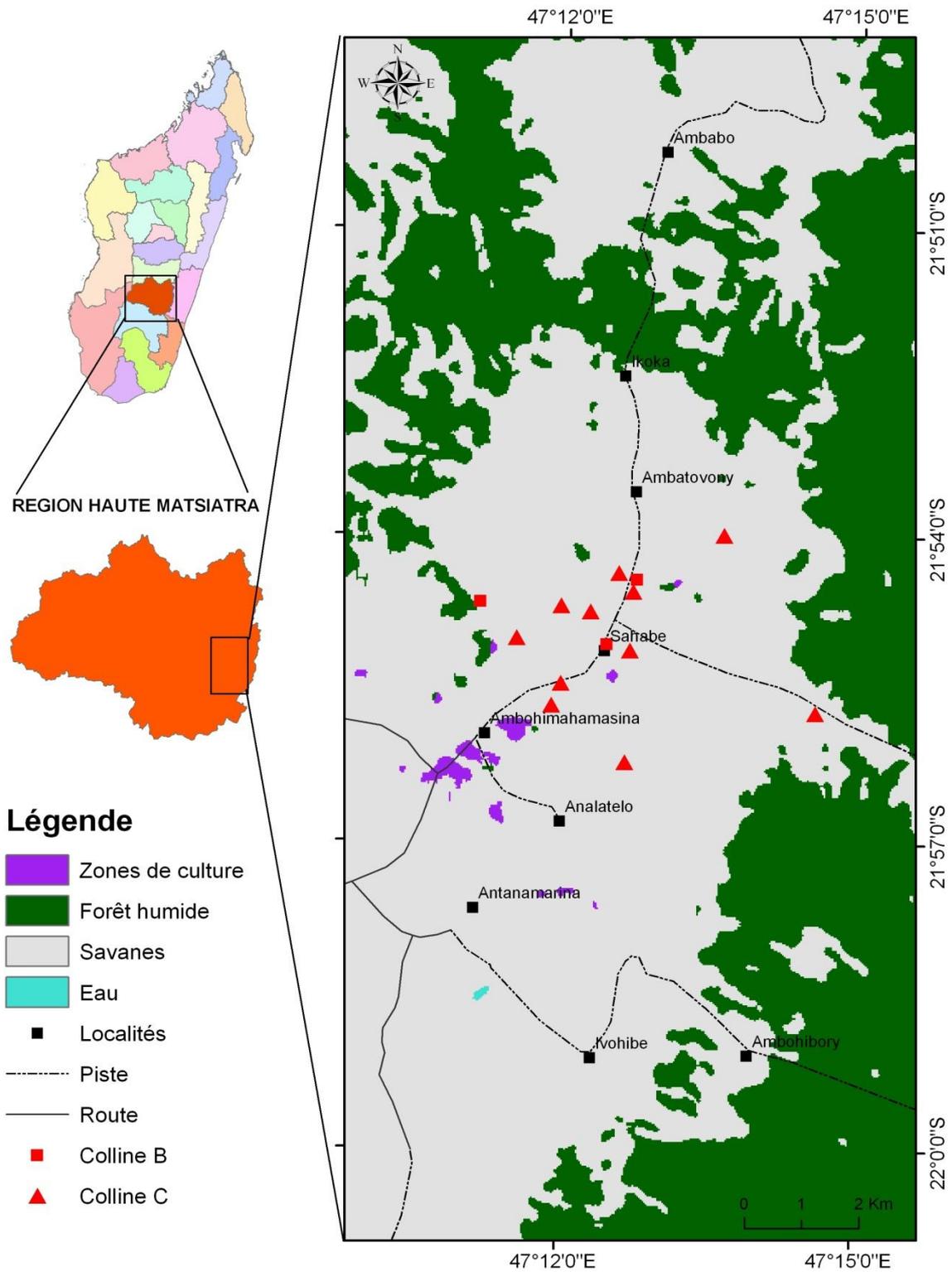
+ **La zone C** comprend les collines explorées initialement lors de la période de « création de *vala* » jusqu'à la période de « 15 toits ». Cependant, cette réorganisation des habitats en villages plus grands, près de la rizière irriguée chevauche avec un ancien territoire Betsileo à organisation d'habitat différente. Des traces d'utilisation plus ancienne de la terre sont en effet encore visibles près des falaises situées sur la bordure ouest des deux sites d'études. D'après Moreau (2002), la période d'exploitation de la zone correspond à une période de paix nommée *Fahasoantany*, au cours de laquelle les Betsileo vivaient dans une paix relative sur les bas versants. Les vieilles habitations abandonnées caractérisant cette période ne montrent aucun fossé de protection entourant les habitations. Cette période de *Fahasoantany* a précédé la période où les habitants se sont installés sur les sommets des collines (Zone B).

Trente (30) unités de base de type « colline-bas-fond » ont été sélectionnées :

- 17 unités à Ambendrana avec 5 zones A, 1 zone B et 11 zones C (cartes 2);
- 13 unités à Sahabe avec 3 zones B et 10 zones C (cartes 3).



Carte 2 : Localisation des 17 unités de base « colline-bas fond » à Ambendrana



Source :BD500, FTM

Carte 3 : Localisation des 13 unités de base « colline-bas fond » à Sahabe

III. Résultats et interprétations

III.1. Caractéristiques botanique et écologique des espèces recensées

Dans les deux sites (Ambendrana et Sahabe), 9 espèces de *Ficus* ont été recensées dont 7 espèces se trouvent à la fois dans la forêt et dans le terroir : *F. botryoides*, *F. pachyclada*, *F. lutea*, *F. reflexa*, *F. tiliifolia*, *F. politoria* et *F. trichoclada*. Par contre, deux espèces (*F. polita* et *F. trichopoda*) sont uniquement plantées dans les terroirs par les paysans. Ces espèces possèdent des noms vernaculaires variés et des usages différents en médecine traditionnelle, usages domestiques, marquage et/ou protection des territoires.

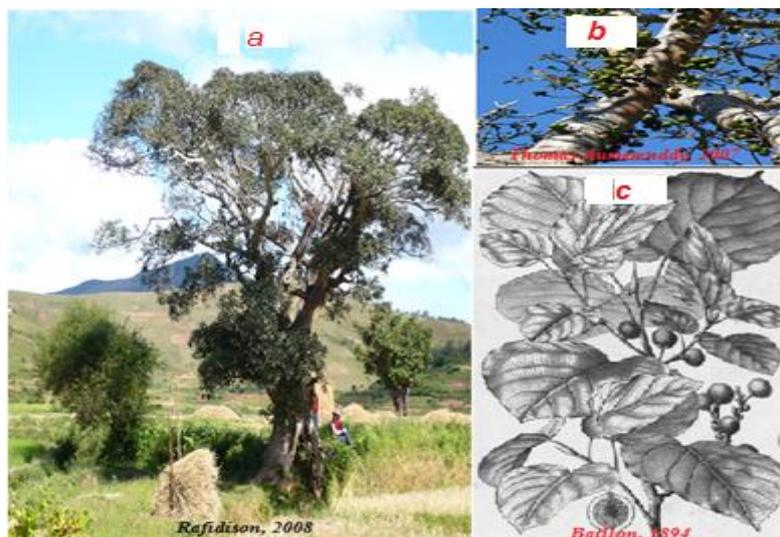
Les 9 espèces de *Ficus* recensées à Ambendrana et Sahabe se répartissent au sein des 3 sous genres : - le sous genre *Ficus*, section *Sycidium* contient deux espèces: *F. pachyclada* et *F. politoria* ;

- le sous genre *Sycomorus* comporte 3 espèces : *F. botryoides*, *F. trichoclada* et *F. tiliifolia* ;

- le sous genre *Urostigma*, section *Galoglychia* présente 4 espèces: *F. lutea*, *F. polita*, *F. reflexa* et *F. trichopoda*.

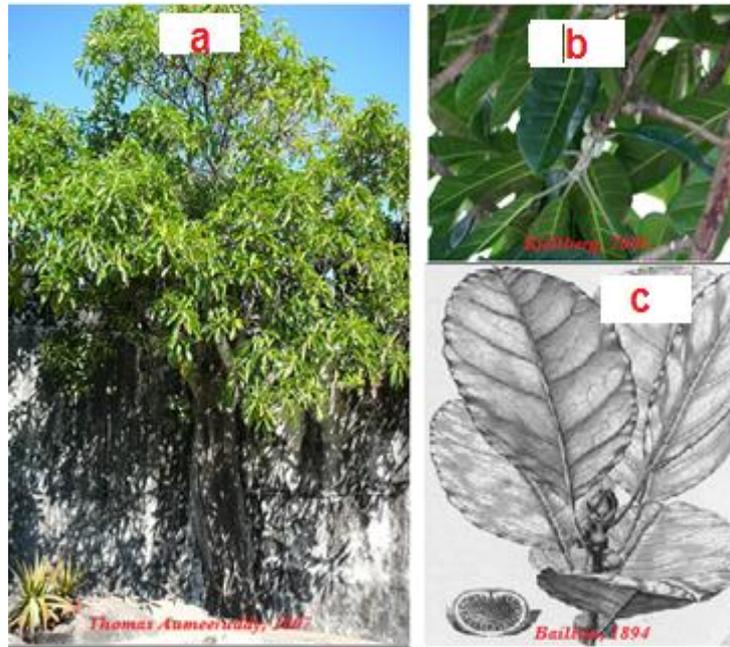
Les caractéristiques botaniques d'identification de chaque espèce, les habitats (Perrier de la Bathie, 1952, Berg, 1986; Dalecky et al. 2003, Rafidison et al., 2011) ainsi que les facettes socio-écologiques présentant ces espèces sont données dans le tableau 6, et les espèces sont représentées sur les planches photographiques 1, 2 , 3 et en annexe VI .

Planche photographique 1 : *Ficus tiliifolia*, Baker



a : l'arbre ; **b** : les figues sur les axes et les troncs ; **c** : rameau avec des feuilles et des figues

Planche photographique 2 : *Ficus lutea*, Vahl



a : l'arbre ; **b** : figes et feuilles ; **c** : feuilles de près

Planche photographique 3 : *Ficus reflexa*, Thunberg



a : l'arbre ; **b** : branche avec des feuilles et des figes ; **c** : tronc âgé

Tableau 6 : Caractéristiques des espèces de *Ficus* recensés dans les sites d'Ambendrana et de Sahabe

Sous genre	Section	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Caractéristiques botaniques			Habitat naturel	Facette socio-écologique
				Port Hauteur max (m)	Inflorescences	Feuilles		
<i>Ficus</i>	<i>Sycidium</i>	<i>F. pachyclada</i> Baker	<i>Kivozy</i>	Arbre (25-35)	Solitaire avec pédoncule long (5-20mm) Cauliflores Jaune	Râpeuses, polymorphes : -jeunes : lobées -âgées : entières	Forêt, bordure des rivières, des marais et de la mer	Rocher
		<i>F. politoria</i> Lamarck	<i>Kivozy</i>	Arbuste (8)	Petites (6-10mm) pédoncules courts Cauliflores Orange	Lisses Polymorphes, aux pétioles courts	Abondant au bord des rivières de la forêt	Champ humide
<i>Sycomorus</i>		<i>F. botryoides</i> Baker	<i>Fompoha</i>	Arbre (25)	-Axillaires : solitaires -Cauliflores : en masses sphériques (50cm de diamètre) Marron grenat	Lisses Acuminées Nervures basales développées	Forêt, long des rivières	Long des rivières Parc à zébu
		<i>F. trichoclada</i> Baker	<i>Fompoha</i>	Arbre (15)	- Axillaires : solitaires -Cauliflores : en masses sphériques verte (30cm)	Lisses Feuilles élancées Nervures basales courtes et peu développées	Long des courants d'eau	Long des rivières
		<i>F. tiliifolia</i> Baker	<i>Voara, Ara</i>	Arbre (25)	Souvent solitaire et axillaire Parfois cauliflores	Lisses Caduques, acuminées, entières	Forêt	Champ Rizière Vallée humide Bosquet

Sous genre	Section	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Caractéristiques botaniques			Habitat naturel	Facette socio-écologique
				Port	Hauteur max (m)	Inflorescences		
<i>Urostigma</i>	<i>Galoglychia</i>	<i>F. lutea</i> Vahl	<i>Amontana</i> , <i>Amonta</i>	Arbre Hemi-epiphyte (23)	Axillaires, sessiles Jeune : couverte de pilosité blanche	Lisses Grandes, coriaces, vert sombre	Forêt, souvent bord des rivières et des marais	Parcs à zébu Rochers
		<i>F. polita</i> Vahl	<i>Tsaramady</i>	Arbre (15-40)	Axillaires, long pédoncule (1-2cm), Groupées par 2 ou 4	Lisses, rigides, glabres Limbe ovée acuminé Long pétiole	Forêt galerie et humide	Parcs à zébu Rochers
		<i>F. reflexa</i> Thunberg	<i>Nonoka</i> , <i>Laza</i>	Arbuste ou arbre héli-epiphyte (30)	Axillaires, sessiles, petites (0,5 cm)	Lisses, coriaces, Stipules amplexicaules brunes au sec	Forêts	Parcs à zébu Cours des hameaux Rochers Bosquet s forestiers
		<i>F. trichopoda</i> Baker	<i>Aviavy</i>	Arbre (20)	Axillaires, solitaires (2cm)	Lisses orbiculaires, légèrement acuminées Nervures pouvant se colorer en rouge	Savane, bosquet, marais	Parcs à zébu, Champs humides (vallée)

Source : Perrier de la Bathie, 1952 ; Berg, 1986 ; Dalecky et al. 2003 ; Rafidison et al., 2011

III.2. Nomenclature et classification locales des *Ficus*

III.2.1. Nomenclature locale

L'étude menée dans les deux sites d'études a montré que plusieurs critères sont utilisés par les populations locales pour désigner et classer les *Ficus sp.*. Les noms vernaculaires utilisés pour désigner les *Ficus* ainsi que leur transcription sont présentés dans le tableau 7.

Les noms vernaculaires utilisés montrent que les habitants distinguent les différents types de *Ficus* en utilisant des terminologies qui pourraient correspondre à la propriété de la plante ou à l'utilisation que l'on peut en faire (Encadré 1). Citons par exemple le terme *Amonta* qui signifie « abondance rapide » est utilisé pour désigner *F. lutea* qui est perçu localement d'avoir la propriété de favoriser l'acquisition rapide de biens et du bonheur tandis que le terme *Aviavy* qui signifie littéralement « venir » est utilisé pour désigner *F. trichopoda* qui est perçu localement comme ayant la propriété de faire réaliser le souhait.

Tableau 7: Liste des noms vernaculaires et leur transcription littérale

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Transcription
<i>Ficus botryoides</i>	<i>Fompoha</i>	Souffler
<i>Ficus lutea</i>	<i>Amonta</i>	Abondance rapide
<i>Ficus pachyclada</i>	<i>Kivozy</i>	-
<i>Ficus pachyclada</i>	<i>Ampaly</i>	Râpeuse
<i>Ficus polita</i>	<i>Tsaramady</i>	C'est bon
<i>Ficus politoria</i>	<i>Kivozy</i>	-
<i>Ficus politoria</i>	<i>Ampaly</i>	Râpeuse
<i>Ficus reflexa</i>	<i>Nonoka (minonoka)</i>	Téter -lait
<i>Ficus reflexa</i>	<i>Laza</i>	Célèbre
<i>Ficus tiliifolia</i>	<i>Ara (Arak'izay)</i>	Selon
<i>Ficus tiliifolia</i>	<i>Voara</i>	Fruit de <i>Ara</i>
<i>Ficus trichopoda</i>	<i>Aviavy</i>	Venir

Encadré 1 :

En malgache	Transcription
<i>Ny Amonta de avela hitsiry de hamontafota ny hare sy ny kilonga sy ny zanaka amanjafy:</i>	On laisse pousser le figuier ainsi la richesse et les enfants deviennent abondants rapidement
<i>Ny efa misy ny soa ro asiana Amonta, de hamonta ity raha soa omenareo ity, de tsa hiala fa hamikitra:</i>	Si on plante le figuier sur ce qui est déjà bien, c'est pour que le bien abonde rapidement, et ne s'échappe pas mais s'éternise
<i>Ny anarana Aviavy de izay hoe miaviavy tsa mihenina:</i>	Le nom <i>Aviavy</i> c'est de faire venir sans arrêt

Parfois, les paysans utilisent aussi des termes relatifs à un système d'analogie à de caractères morphologiques comme le *Nonoka* (lait) qui correspond à la production abondante de latex blanc qui ressemble au lait ou « *minono ka* » ce qui signifie littéralement téter : l'attachement de l'arbre sur un autre arbre pour puiser les éléments nutritifs du sol est considéré comme semblable à un enfant qui tète le sein de sa mère. L'encadré 2 présente des exemples donnés par les habitants pour expliquer les significations de ce terme *Nonoka* .

Encadré 2 :

En malgache	Transcription
<i>Ny Nonoka de efa zay hoe minono ka, minono amin'ny hazo na ny vato itsiriany:</i>	Le figuier : c'est celui qui tète ; qui tète sur l'arbre ou le rocher où il pousse
<i>Ny Nonoka moa rehefa tapahy de mandrononobe de zay no mahatonga ny anarany hoe Nonoka</i>	Le figuier quand on le coupe, produit beaucoup de lait (<i>nono</i>), ainsi on le nomme <i>Nonoka</i>

Les termes relatifs à des caractères symboliques sont aussi utilisés tels que *Ara* ou *Voara* provenant de *arak'izay* signifie littéralement : « selon » très utilisé dans le langage quotidien et même dans les discours (Encadré 3).

Encadré 3 :

En malgache	Transcription
Ny teny hoe ara moa de tsy misaraka amin'ny olo amin'ny fiainany isanandro : arak'izay :	Le terme « selon » accompagne toujours les gens dans leur vie quotidienne : selon
Ny betsileo rehefa mitaro de tsy maintsy voalohany ny “ara”, izay vao mandeha ny teny ho taronina:	Le betsileo, quand il fait un discours, il doit commencer par “selon”, ce n'est qu'après que viennent les mots à dire

Le terme, utilisé couramment dans la vie quotidienne pour désigner le nom de ces figuiers révèle son affinité liée à la vie de la population locale. Mais il y a aussi des noms dont personne ne connaît le sens, c'est le cas de *F. politoria* appelé : *Kivozy*.

Quelquefois, pour une seule espèce, les différents types d'utilisateurs la désignent différemment. C'est le cas de *F. reflexa*, pour les tradipraticiens, le nom est *Laza* et pour la population : *Nonoka*. Comme il a été dit précédemment, le terme *Nonoka* est relatif au lait et au fait de téter, alors que *Laza* signifie célébrité (Encadré 4).

Encadré 4 :

En malgache	Transcription
Ny Nonoka moa de Laza no anarany amin'ny mpimasy fa tsa mba Nonoka, mety noho izy hazo manamarika ny tananan'ny Hova sy ny fanany angambany no niantsoana azy an'izay:	Le figuier est appelé <i>Laza</i> pour les devins mais pas figuier, peut-être à cause de l'utilisation de cet arbre pour marquer les habitations et les propriétés royales

En général, pour la population locale, le nom provient de leur capacité à produire le lait (latex) ou qui tète sur un autre support : c'est une nomenclature descriptive. Pourtant, pour les devins, c'est un nom pragmatique qui fait référence à l'utilisation de la plante (pour symboliser la royauté). C'est un mode de nomenclature à valeur fonctionnelle car elle désigne la plante en fonction de son utilisation.

III.2.2. Classification des *Ficus* d'après les perceptions locales

Pour catégoriser les *Ficus* avec plus de précision, les habitants suivent les règles de nomenclature et de classification populaires avec plusieurs niveaux pouvant se succéder dans un ordre indéterminé. Il faut distinguer :

- les catégories englobantes regroupant toutes les plantes qui présentent les mêmes caractères biologiques, morphologiques,...
- les termes de base pour différencier un type de plante d'un autre
- les déterminants : associés au terme de base pour préciser les caractères (biologiques, morphologiques) de la plante.

III.2.2.1. Catégories englobantes

Les *Ficus* comme *F. reflexa* et *F. lutea*, se développent sur un autre arbre hôte et sont désignés par le terme *mitongoa* (Encadré 5). C'est le cas des plantes parasites ou épiphytes ou héli-épiphytes.

Un autre terme de catégorie englobante a été obtenu lors des enquêtes: *Ampaly* : les plantes « râpeuse » (Encadré 5). C'est une catégorisation fonctionnelle.

Il y a aussi un dicton très connu par les populations de la zone d'Ambendrana pour regrouper deux types de *Ficus* à partir de leurs goûts rêches assez similaires (Encadré 5).

Encadré 5 :

En malgache	Transcription
1. Ny nonoka sy ny amonta ireny anie ka karazankazo mitongoa fa tsa mitsiry amin'ny tany :	Les <i>F.reflexa</i> et <i>F. lutea</i> sont des types d'arbre appelés épiphytes et ne germent pas directement sur le sol
2. Ny karazana hazo manana raviny azo anampalesana ny zaran'ny angady sy ny zaran'antsy de antsoina ampaly aby, tahaky ravin' ny kivozy :	Les types d'arbres présentant des feuilles capables de polir les manches de bèches ou les manches de couteaux sont tous appelés râpeuse, tels que <i>Ficus pachyclada</i> et <i>F. politoria</i>
3. Fompoha amin'Ara, roa samy maisatsa :	<i>F. botryoides</i> et <i>F. tiliifolia</i> sont tous les deux à goût rêche

Le *Voara* constitue également une catégorie englobante basée sur les critères morphologiques des figes. Il est utilisé localement pour rassembler les différents types de figuiers qui produisent des figes ressemblant à celles de *F. tiliifolia* tel que *F. botryoides* : *Voarandrano* signifiant littéralement *Voara* d'eau qui pousse au bord de l'eau.

III.2.2.2. Termes de base et déterminants

Les habitants emploient des termes de base accompagnés d'un ou de plusieurs déterminants dans la désignation des plantes. Des exemples sont donnés dans le Tableau 8.

Le terme de base peut être considéré à partir de critères morphologiques comme *Nonoka* (*F. reflexa*) qui produit du latex ressemblant au lait (*nono*). Il peut être aussi basé sur les critères symboliques comme *Voara* (*Ara*) symbolisant sa relation proche avec la population locale.

Le terme de base est accompagné d'un ou plusieurs déterminants qui peuvent être morphologiques, sensoriels, mécaniques, biologiques ou écologiques (Tableau 8).

Tableau 8: Liste des termes de base avec les déterminants

Terme de base	Terme de base + Déterminant	Transcription	Nom scientifique
<i>Voara</i>	<i>Voaramalefaka</i>	<i>Voara</i> à chaire tendre	<i>F. tiliifolia</i>
	<i>Voaramena</i>	<i>Voara</i> à chaire rouge	<i>F. tiliifolia</i>
<i>Voara</i>	<i>Voarafotsy</i>	<i>Voara</i> à chaire blanche	<i>F. tiliifolia</i>
	<i>Voarandambo</i>	<i>Voara</i> de sanglier	<i>F. tiliifolia</i>
	<i>Voaralahy</i>	<i>Voara</i> mâle	<i>F. tiliifolia</i>
	<i>Voaravavy</i>	<i>Voara</i> femelle	<i>F. tiliifolia</i>
	<i>Voarandrano</i>	<i>Voara</i> de l'eau	<i>F. botryoides</i>
<i>Voarabekobo</i>		<i>Voara</i> à gros nombril	<i>F. tiliifolia</i>
<i>Nonoka</i>	<i>Nonoka kely voany</i>	<i>Nonoka</i> à petite figue	<i>F. reflexa</i>
	<i>Nonoka be voany</i>	<i>Nonoka</i> à grosse figue	<i>F. antandroinarum</i>
<i>Kivozy</i>	<i>Kivozilahy</i>	<i>Kivozy</i> mâle	<i>F. politoria</i> ; <i>F. pachyclada</i>
	<i>Kivozivavy</i>	<i>Kivozy</i> femelle	<i>F. politoria</i> ; <i>F. pachyclada</i>
	<i>Kivozy madinidravina</i>	<i>Kivozy</i> à petite feuille	<i>F. politoria</i> ; <i>F. pachyclada</i>
	<i>Kivozy bevety ravina</i>	<i>Kivozy</i> à grande feuille	<i>F. politoria</i> ; <i>F. pachyclada</i>

Les déterminants morphologiques (grande feuille, petite feuilles, gros nombril,...), sensoriels (tendre, rouge, ...) et biologiques (mâle, femelle, ...) sont les plus utilisés. L'explication des paysans sur les différentes sortes de *Voara*, de *Kivozy* et de *Nonoka* expliquent ces différents types de déterminants (Encadré 6).

La couleur, la forme, la taille, le goût, ainsi que la consistance des figes sont utilisées pour les catégoriser. Dans l'encadré 6.1. : *Voaramena* signifiant littéralement *Voara rouge* : le pied de *F. tiliifolia* produisant des figes à chair de couleur rouge, est en contraste avec *Voarafotsy* (Photo 14) qui signifie littéralement *Voara blanc*: des pieds de *F. tiliifolia* produisant des figes à chair de couleur blanche.

Pour la forme des figes: il y a des *Voarabekobo* (Photo 15) signifiant littéralement *Voara* avec de gros nombril, et pour la consistance des figes, nous pouvons citer: *Voaramalefaka* qui signifie littéralement fige à chair tendre par opposition à *Voara maditsa* qui signifie littéralement fige à chair dur.



Photo 14 : Figue de *Voarafotsy*



Photo 15 : Figue de *Voarabekobo*

Par ailleurs, pour distinguer le sexe des figuiers, les habitants utilisent comme déterminants, la forme et la taille des feuilles ainsi que la production ou non des figes (Annexe VII).

- La forme arrondie des feuilles et la production des figes sont considérées comme des caractères des pieds femelles.
- La forme allongée des feuilles et la stérilité sont perçues comme étant des caractères des pieds mâles.

Le caractère femelle pour la production des figes relie par analogie la vie de l'arbre à la vie des êtres humains où uniquement les femmes peuvent devenir enceinte et peuvent donner naissance à un bébé.

Même, la disposition des figes sur l'arbre peut être utilisée comme déterminant pour catégoriser les *Ficus* (par exemple : *Voarandambo* signifiant littéralement *Voara* des sangliers pour *F. tiliifolia* qui produit des figes sur les troncs).

Les déterminants écologiques les plus utilisés sont les catégories d'habitat telles que les rochers (*vato*), par exemple : *Nonobato* voulant dire *Nonoka* qui pousse sur les rochers, *Voarandrano* : *Voara* qui pousse près de l'eau (*rano*) (Encadré 6).

Encadré 6 :

En malgache	Transcription
1. <i>Ny Voara de misy ny karazany maro : ny Voaramena zay miloko mena ny ao anatin'io Voara io, ny Voarafotsy na maitso, misy koa ny Voarabekobo, ny Voaramalefaka :</i>	Le figuier présente plusieurs variétés : les variétés à figes rouges avec la couleur rouge à l'intérieur de la figue, et des variétés à figes blanches ou à figue verte et aussi des figes à grosse lèvre et des figes tendres.
2. <i>Misy ny Nonoka mananika vato de madinika izy dia misy ny Nonoka mitsiry amin'ny tany de be vety:</i>	Il y a des figuiers qui poussent sur les rochers, l'individu est de petite taille, mais il y aussi des figuiers qui poussent sur le sol, l'individu est de grande taille

Ainsi, plusieurs critères sont utilisés localement pour nommer et catégoriser les *Ficus*. Les critères descriptifs (morphologiques, sensoriels et biologiques) ainsi que les types d'usage sont les plus utilisés. Il y a plusieurs manières pour nommer le *Ficus*. Il y a des termes considérés au sens propre : ce sont les noms se référant à leurs propriétés ou à leurs usages et fonctions ou parfois même à leurs valeurs symboliques.

Il y a aussi des noms avec des termes simples inanalysables. Ces noms sont des aides mémoires, permettant de se souvenir et d'identifier la plante et de transmettre les savoirs qui les associent. C'est le reflet des pratiques mnémotechniques.

Un schéma synthétique de la classification de ces *Ficus* est donné sur la figure 6. Le processus de la classification locale des *Ficus* est complexe et prend en compte les caractéristiques botaniques, ainsi que les aspects socio-culturels (comme les usages, valeurs symboliques) et les caractères environnementaux.

La classification de *F. tiliifolia* est liée à plusieurs déterminants tandis que pour les autres espèces de figuiers, les classifications se limitent à deux déterminants au maximum. Le nombre élevé de déterminant confirme l'étroite relation de la population locale avec la figue de *F. tiliifolia*, c'est le reflet du contexte social de l'utilisation des figuiers.

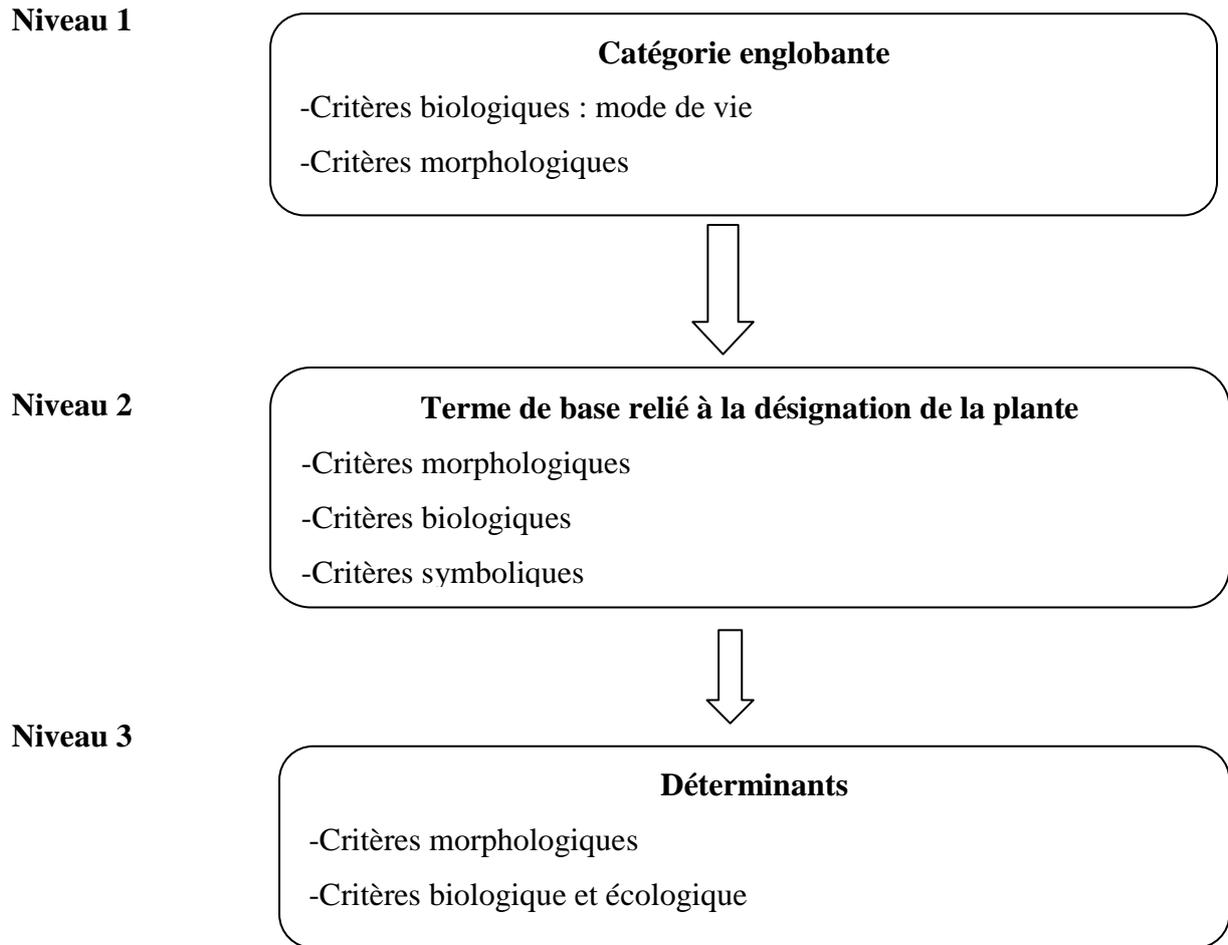


Figure 6 : Figure synthétique de la classification locale des figuiers

III.3. Usages et représentations des figuiers en pays Betsileo

Deux types d'usages des figuiers sont connus dans les deux sites d'études :

✓ -usages concrets : usages de la plante en tant que arbre fruitier ou producteur de matières premières pour la fabrication des ustensiles de cuisine, des fibres artisanales ou la confection de tissu à partir de l'écorce, ...

✓ -usages symboliques : usages de la plante pour symboliser un acte ou un phénomène comme arbre porte bonheur, arbre signe de la royauté,

Le tableau 9 présente les différentes sortes d'usages des *Ficus* du terroir obtenues lors de l'enquête, les détails sont donnés en annexe VIII.

Tableau 9 : Différentes sortes d'usages des Ficus du terroir

Usages	Usages concrets					Usages symboliques
	Comestibles	Usages domestiques	Usages médicaux	Usages agricoles	Fourrage	
<i>F. tiliifolia</i>	X	X	X	X		X
<i>F. reflexa</i>	X	X	X	X		X
<i>F. lutea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>F. trichoclada</i>	X	X	X	X		
<i>F. botryoides</i>	X	X	X	X		
<i>F. trichopoda</i>	X		X			X
<i>F. polita</i>			X			X
<i>F. pachyclada</i>		X				
<i>F. politoria</i>		X				

III.3.1. Importance de l'utilisation

Les valeurs de l'indice d'utilisation sont variables en fonction de l'espèce considérée et du site d'étude. Le tableau 10 présente l'indice d'utilisation des différentes espèces de *Ficus*.

Suivant la valeur de l'indice d'utilisation :

-*F. tiliifolia* est la plus utilisée par la population avec un indice moyen de 1,8 pour les deux sites. C'est une espèce à usage multiple (feuilles, fruits, écorce, bois); sans compter sa valeur symbolique concernant l'arbre. Cet indice est beaucoup plus élevé à Ambendrana (2,28) par rapport à Sahabe. On trouve en effet une abondance bien plus élevée dans cette zone.

Tableau 10 : Indice d'utilisation des espèces

Espèce	Ambendrana	Sahabe	Deux sites
<i>F. tiliifolia</i>	2,28	1,4	1,8
<i>F. reflexa</i>	1,64	1,65	1,64
<i>F. lutea</i>	0,13	1,4	1,06
<i>F. trichoclada et botryoides</i>	0,73	0,83	0,8
<i>F. trichopoda</i>	0,8	0,77	0,79
<i>F. polita</i>	0	0,93	
<i>F. politoria</i>	1,42	0,33	0,73

- *F. reflexa* présente aussi un indice supérieur à 1. L'espèce est utilisée par les populations en tant que plante médicinale et pilier de parc à zébus.

- *F. lutea* est très utilisée par la population de Sahabe avec un indice légèrement supérieur à 1, par contre, à Ambendrana, il est très rare, et beaucoup de gens ne le connaissent même pas. Elle est très utilisée dans la construction de parc à zébus et préservée dans les endroits où elle pousse spontanément.

- *F. trichoclada* et *F. botryoides* avec un indice d'utilisation égal à 0,8 sont relativement connues et utilisées par la majeure partie de la population en tant que plante médicinale et plante antiérosive.

- *F. trichopoda* présentant un indice égal à 0,78 est aussi relativement connue et utilisée par la majeure partie de la population en tant que plante porte bonheur (*tafoto*) et médicinale.

- *F. politoria*, est très utilisée à Ambendrana, son écorce sert de corde pour rassembler le bois de chauffe.

- *F. polita* est absent à Ambendrana mais relativement connue et utilisée par la population de Sahabe comme le thé pour accueillir les visiteurs.

Comme chaque espèce a son importance du point de vue utilisation, les détails de ces différents types d'utilisations sont donnés ci-après.

III.3.2. Principales utilisations et représentations des espèces

III.3.2.1. Ficus tiliifolia (Voara ou Ara)

Ficus tiliifolia (Photo 16) est un arbre à usage multiple et de types concrets : arbre fruitier, espèce médicinale, producteur d'engrais et l'écorce était utilisé autrefois pour fabriquer du tissu.



Figue de *F. tiliifolia*

Photo 16 : Tige feuillée avec des figes de *F. tiliifolia*

Les types d'usages de *Ficus tiliifolia* (*Voara* ou *Ara*) sont similaires dans les deux sites d'étude (figure 7).

✓ **Alimentation** : la majeure partie des gens enquêtés (70%) disent que les fruits sont principalement consommés par les enfants (Annexe IX) et sont recherchés par les femmes enceintes (Annexe IX).

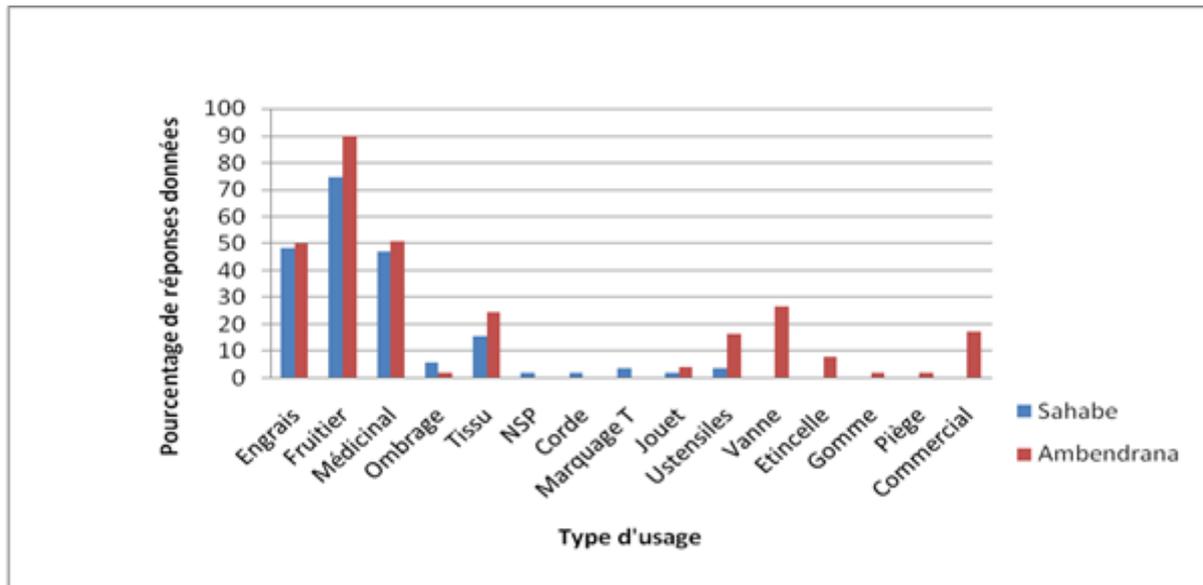


Figure 7: Types d'usages de *Ficus tiliifolia* en fonction du pourcentage des réponses

Pourtant certaines croyances interdisent d'amener les fruits mûrs au village pendant la période de fructification jusqu'à la période de la moisson du riz pour éviter la chute de grêle (Annexe IX). Les populations considèrent la chute de grêle comme un acte des esprits de la nature et de Dieu créateur (*Zanahary*) pour manifester leurs mécontentements. Afin de l'éviter, certains paysans prennent des charmes auprès des devins (*ombiasy*) qui les ordonnent de ne pas amener les fruits des figuiers au village pendant cette période pour que l'usage de ce charme soit efficace. Nous voyons ici un cas complexe d'une plante dont la manipulation par l'homme d'un arbre à caractère sauvage par la cueillette des fruits peut influencer la culture d'une autre plante : le riz, qui est hautement domestiqué.

Au 18^{ième} siècle, dans la région d'Ambendrana, les fruits sont échangés dans les marchés locaux contre du sel ou du manioc qui étaient encore rares (Annexe IX). Ensuite, avec l'apparition des autres fruits (oranges et pêches) le prix du *Voara* a baissé (*lasiroa* : 1 centime le tas) et les gens n'arrivaient plus à les vendre. Par conséquent, les fruits étaient jetés au marché pour ne pas avoir à supporter leur poids lors du retour au village. De ce fait, la vente est devenue tabou pour certaines familles (Annexe IX).

En outre, il y a un dicton dans la zone située à l'ouest d'Ambendrana (*Ampatrana*) quand les filles veulent se marier avec les hommes de la zone d'Ambendrana (Encadré 7):

Encadré 7 :

En malgache	Transcription
<i>Ny Angavo no miremby miatsinanana, sa rika te-hivarotsa Voara no homba any</i>	Ce sont les roussettes qui cherchent leurs nourritures vers l'est, ou veux-tu y aller pour vendre les figues

Ce dicton incite les filles à ne pas aller vers l'est car la vente du *Voara* n'est pas une bonne affaire à entreprendre, sous-entendant que les hommes dans cette région ne représentent pas non plus une bonne affaire.

✓ **Usages agricoles : + Production d'engrais et attraction d'eau :** les avis sont différents à ce sujet, la majeure partie des gens enquêtés a affirmé que les feuilles caduques fertilisent les champs où elles tombent et leurs racines attirent de l'eau pour les champs environnants (Annexe IX). Pourtant, quelques individus nient le fait que *Voara* fertiliserait les sols (dont 31% à Sahabe et 4% à Ambendrana). Ils affirment que les feuilles qui tombent, pourrissent les plantes en dessous (Annexe IX) et les figues mures attirent les rats et les sangliers vers les cultures aux alentours. Si la période de caducité des feuilles coïncide avec la germination des plantules encore fragiles, les feuilles mortes empêchent la germination. C'est en particulier un problème pour les *Voara* qui poussent en bordure des rizières car ils peuvent perturber le développement des jeunes pousses de riz. Par contre si les plantes qui poussent sous les branches sont déjà robustes, les feuilles transformées en engrais, favorisent la fertilité du sol, la germination et la croissance de la plante. Les habitants savent que la période de fructification de tous les *Voara* n'est pas synchronisée et ils suppriment seulement certains individus qui empêchent le développement des jeunes pousses de riz.

+ **Marquage de territoire :** c'est un grand arbre considéré comme un repère des parcelles ou des terroirs (Annexe IX) ;

+ **Source d'ombre :** à cause de sa grande taille, il peut servir aussi de source d'ombre lorsqu'on travaille les champs aux alentours.

✓ **Utilisation médicinale** (Annexe IX) : elle occupe une grande place parmi les réponses données (47% à Sahabe et 51% à Ambendrana). La plante est utilisée pour soigner les maux de ventre et les maladies de la peau et pour faciliter l'accouchement. Les figues de *Ficus tiliifolia* sont aussi recherchées par les femmes enceintes pour satisfaire leurs envies. Ce sont des pratiques courantes dans les deux sites et les gens n'ont pas besoin de consulter les tradipraticiens pour l'utiliser.

✓ **Usages domestiques** : avant l'arrivée des bois d'*Eucalyptus* et des ustensiles en plastiques et en aluminium. Le bois tendre, facile à modeler et la racine aplatie de *F. tiliifolia* ont été utilisés localement pour fabriquer les assiettes, les cuillères, les vannières (*atova*) et les bacs pour l'alimentation des volailles et du bétail (Annexe IX). Le bois était aussi utilisé avec *Katoto* (*Halleria tetragona*) pour créer l'étincelle indispensable pour allumer le feu lors de la cuisson des aliments (Annexe IX).

✓ **Utilisation du latex** : pour servir de piège à *Fody* (*Foudia madagascariensis*) à Ambendrana (Annexe IX) et de gluante hermétique pour réparer les trous des cruches ou des sceaux à Sahabe (Annexe IX).

✓ **Fabrication de tissu** (Photo 17): avant l'arrivée des tissus en coton sur les marchés et pendant la période de barrage des routes en 1942 (colonisation), l'écorce de *Voara* était très recherchée pour fabriquer un tissu appelé *fato* (Annexe IX). A l'époque, un pardessus confectionné à partir de l'écorce de *Voara* pouvait être échangé contre un zébu. La préparation des tissus en fibre de *Voara* est difficile (Annexe X) et le tissu n'est pas tout à fait souple. Ainsi, les tissus fabriqués sont utilisés essentiellement comme cache sexe pour les hommes (Annexe IX).



Photo 17 : Tissu fabriqué à l'aide de l'écorce de *F. tiliifolia*

Les usages concrets de cette espèce et ses caractères biologiques sont liés à des croyances locales:

✓ **Le fait de couper *Ficus tiliifolia* porte malheur** : c'est l'usage indispensable du tissu de *Voara* (cache sexe) et la difficulté de la planter qui seraient l'origine de cette croyance locale. Jusqu'à présent, personnes n'arrivent à maîtriser la technique de bouturage et de germination des graines de *Voara* (Annexe IX). Ainsi, les paysans considèrent que l'arbre ne pousse que par la volonté de Dieu (*Zanahary*) et des ancêtres qui est fortement

respectée (Annexe XI). Le non respect de cette volonté se manifeste par l'arrivée de mauvais sorts tels que les bébés nés avec des yeux couverts de larme en permanence ou même le décès.

Une autre version affirme que la libération de latex quand on coupe les branches ou le tronc ressemble aux êtres humains avec du sang qui circule dans le corps. A travers cette analogie, les gens attribuent à *Voara* un pouvoir symbolique et il n'est plus considéré comme un simple élément matériel mais représente un individu qui possède une vie prédestinée. Ils n'osent pas couper *F. tiliifolia* car ils interrompent le destin de cet arbre et par la suite les malheurs vont retomber sur eux. Selon un principe d'analogie très fort entre les hommes et l'arbre, certaines personnes perçoivent que c'est un arbre sacré qui ne pousse que sur des endroits propres (Annexe XI).

✓ **Renibenkazo** : « **grand-mère d'arbre** » à cause de leur grande taille par rapport aux autres plantes des terroirs, les populations locales les respectent.

✓ **Symbole de fertilité et de fécondité** : aussi bien dans le domaine de l'agriculture (production d'engrais, attire de l'eau) que dans le cycle de vie des êtres humains (grossesse, accouchement), *Voara* peut être considéré comme le symbole de fertilité et de fécondité pour les paysans.

L'usage multiple et les connaissances des Betsileo d'Ambendrana et de Sahabe sur *F. tiliifolia* ont été hérités de façon traditionnelle. On peut trouver de nombreux *F. tiliifolia* isolés préservés dans les terroirs, mais avec l'arrivée de nombreux arbres introduits plus résistants et avec des fruits plus appréciés, les gens de la lisière du corridor ont remplacé petit à petit leurs habitudes. Pourtant, la plante tient toujours une grande place dans la vie quotidienne, et l'usage ne nécessite pas un nombre abondant de figuier, un individu peut suffire pour quelques hameaux voisins.

III.3.2.2. *Ficus reflexa* (Nonoka)

F. reflexa est également un arbre à usage multiple. Aussi bien à Ambendrana qu'à Sahabe, c'est une plante d'utilisation concrète comme plante médicinale, plante fruitière et pour la confection de haie vive. Elle est utilisée comme arbre symbole de la royauté et arbre porte bonheur. La figure 8 montre les différents types d'usages.

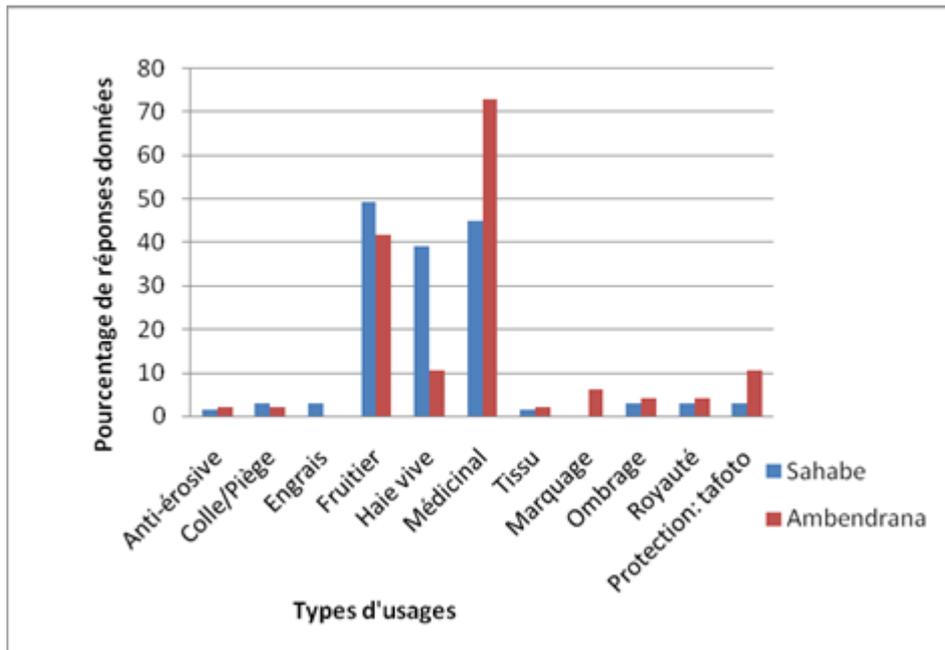


Figure 8: Types d'usages de *Ficus reflexa* en fonction du pourcentage des réponses

Les usages concrets associés à cette espèce sont :

✓ **Utilisation médicinale** : elle est utilisée par la majorité de la population dans les deux sites. Les plantes qui poussent sur les rochers seraient les plus efficaces d'après leur dire. *F. reflexa* peut s'enraciner dans des milieux hostiles comme les rochers, ainsi elle serait dotée d'un pouvoir pour guérir les maladies (Annexe XII). L'utilisation est différente entre les deux sites d'étude :

➤ A Sahabe, le latex de *F. reflexa* est utilisé principalement comme plante lactogène pour les femmes après accouchement (Annexe XII), car il favorise la montée du lait.

➤ A Ambendrana, *F. reflexa* est recherchée surtout pour soigner les fatigues musculaires (Annexe XII).

✓ **Consommation de fruits** : les fruits de *F. reflexa* sont comestibles mais ils ne sont pas nourrissants et ne font l'objet d'aucune commercialisation (Annexe XII).

✓ **Confection d'haie vive** (Photo 18): cette espèce se développe très facilement par bouturage et ne nécessite pas un entretien particulier. Elle est plantée comme haie vive autour des champs (Annexe XI).

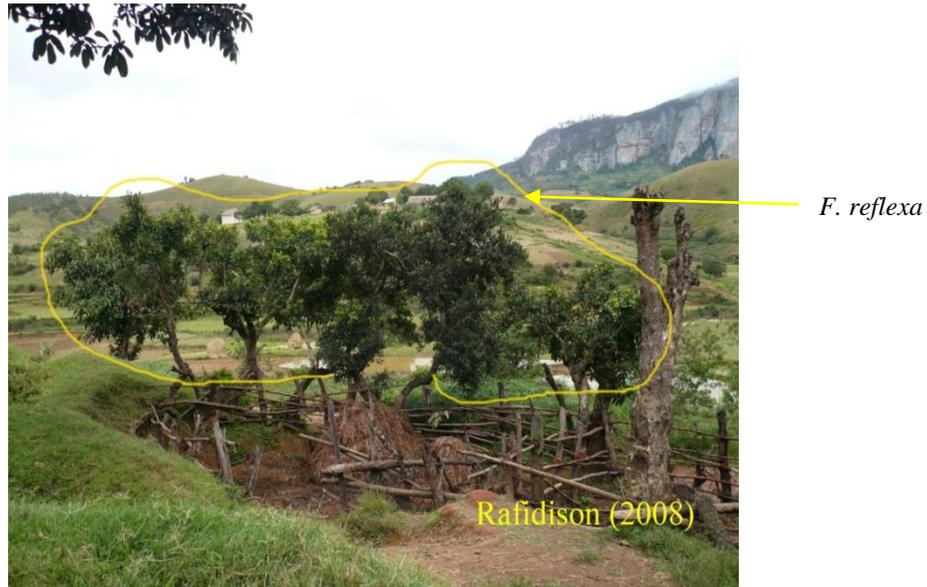


Photo 18 : Parc à zébu avec des piliers en *F. reflexa*

C'est une pratique plus fréquente à Sahabe (40%) qu'à Ambendrana (10%) où les hameaux sont plus proches de la formation forestière secondaire où de nombreuses espèces plus résistantes servent de haies vives comme les Eucalyptus (*Eucalyptus sp.*), les goyaviers de Chine (*Psidium cattleyanum*).

✓ **Élément commémoratif** (Encadré 8): la durée de vie de la plante peut s'étaler sur plusieurs générations. Elle peut servir d'élément commémoratif pour un homme ou pour un village (Annexe XI).

Encadré 8 :

En malgache	Transcription
<p><i>Tamin'ny andro taloha, nasiana famatarana daholo ny zavatra natao indrindra ny tanàna. Sahala amin'ny hoe fahatsiarovana hoe toerana misy tanàna teto, na toerana nonenan'ny bevely na teto no nisy andranona teto de nambolena Nonoka:</i></p>	<p>Auparavant toutes les activités effectuées sont marquées, surtout le hameau. C'est comme une sorte de souvenir qu'il y avait un hameau ou un lieu où vivaient certaines grandes personnalités ou un lieu où telle personne avait vécu c'est pourquoi <i>F reflexa</i> y est planté.</p>

Dans le même ordre d'idée, quelquefois, la plante est cultivée pour rappeler aux vivants la mémoire ou l'histoire des ancêtres. A Ambalanonoka, un pied de *F. reflexa* a été planté par les grands parents des familles qui y vivent encore. Pour commémorer la création

du hameau, ils ont choisi de planter des arbres à longue durée de vie, comme le *Nonoka* et le nom du village devient « *Ambalanonoka* »: (littéralement : le hameau à *Nonoka*).

Des usages symboliques et des croyances locales sont aussi associés à cette espèce :

✓ **Arbre porte bonheur (*tafoto*)** : d'après les croyances, il peut apporter le bonheur dans le village ou protéger le parc à zébus (Annexe XII). Son utilisation est imposée par le devin mais dans certains cas, il ne fait pas partie du *tafoto* mais il est utilisé pour indiquer la présence de *tafoto* (le charme fabriqué par le devin) dans le lieu pour que ce lieu soit respecté. Quelquefois aussi, les habitants plantent l'arbre (*Ficus reflexa*) près du parc à zébu ou de l'aire de battage, sans avoir demandé l'avis d'un devin. Ils le plantent près du parc à zébu ou de l'aire de battage à cause de son nom *Nonoka* venant du terme *safononoka* (littéralement : plein), pour souhaiter que le parc ne manque pas de zébus ou que l'aire d'abattage ne manque pas de riz (Annexe XII). La signification du terme *Nonoka* : téter est aussi utilisée par la population pour souhaiter que leurs richesses (zébu et riz) ne les abandonnent pas mais s'attachent à eux.

Une relation analogique équivalente établie entre *F. reflexa*, les hommes, les zébus et le riz a été présentée ici. Tous ces éléments biologiquement très différents sont animés des mêmes capacités procurées par la présence de l'arbre.

✓ **Emblème de la royauté** : la plantation de *Nonoka* comme emblème de la royauté pour les *Hova*² possédant comme roturier les *Zafindraraoty*³. Le nombre de branches de l'arbre représente le nombre de rois et de ses descendants qui peuvent encore régner sur le lieu. A Ambendrana (Ambaiboho), si un homme se comporte comme un roi (*Hova*) ou un descendant du roi de la zone, il y a un *Nonoka* dans sa cour et il grandit avec sa famille. Il le considère comme l'emblème de sa royauté (Annexe XII). Chaque branche de l'arbre représente le royaume d'un roi (*Hova*). Chaque fois, qu'un roi meurt, on enlève une branche de *F. reflexa*. Lors de notre entretien, le pied de *F. reflexa* dans la cour présentait 5 branches et il a confirmé la succession des 5 rois qui vont gouverner le lieu est déjà planifiée. Il y a une analogie entre le roi avec ses descendants qui vont régner et le nombre de branches de *F. reflexa*.

² Roi

³ Le clan des roturiers d'Ambendrana

A Sahabe, le parc à zébu des *Hova* est marqué par la présence d'un grand pied de *F. reflexa*, pour que les gens n'osent plus toucher leurs zébus dans le parc même si ce *Hova* habite loin du parc à Angavaoa.

Dans la vie des Betsileo se trouvait à la lisière du corridor, *F. reflexa* est un arbre multifonctionnel. C'est un arbre fruitier même si sa figue est peu nourrissante. Elle est très utilisée par les femmes qui allaitent à Sahabe, mais à Ambendrana, pour traiter la fatigue musculaire chez les hommes. Elle est plantée comme haie vive pour les parcs à zébus et de *tafoto* pour préserver et souhaiter la perpétuation des biens de la famille (les zébus et/ou le riz dans l'aire de battage). C'est une plante à longue durée de vie, utilisée en tant qu'élément commémoratif d'une personne remarquable ou de la présence d'un hameau. Elle symbolise et représente aussi la royauté.

III.3.2.3. *Ficus lutea* (Amonta, Ravindahy)

A Ambendrana, *Ficus lutea* (Photo 19) est une plante à distribution restreinte. Elle ne se rencontre que sur la falaise rocheuse et dans l'ancien village royal situé à côté de la falaise rocheuse d'Angavaoa. Elle est peu connue.

Par contre à Sahabe, *F. lutea* est un arbre multifonctionnel. La figure 9 présente les différents types d'usages de *F. lutea* avec le pourcentage de réponse correspondant.



Figues de *F. lutea*

Photo 19 : Tige feuillée avec des figes de *F. lutea*.

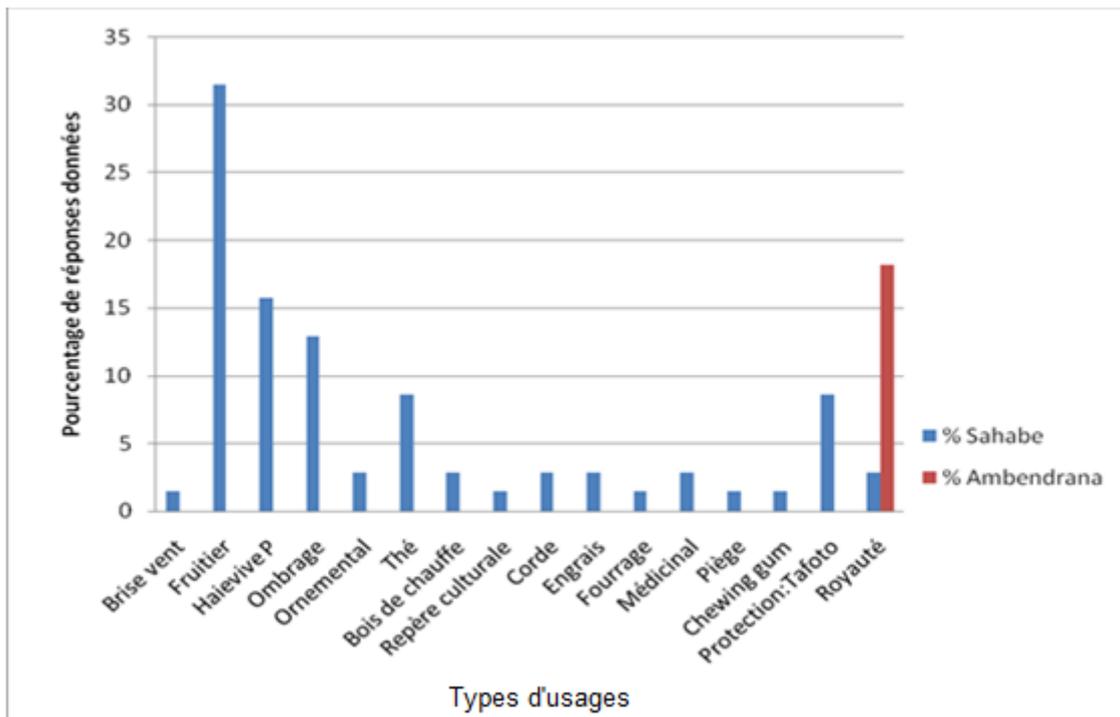


Figure 9: Types d'usages de *Ficus lutea* en fonction du pourcentage des réponses

Elle présente comme usages concrets :

✓ **Consommation : + fruits** : c'est un arbre fruitier dont les figes sont comestibles. Seulement les enfants les consomment et elles ne sont jamais vendues au marché (Annexe XIII) ;

+ **thé local** : les femmes font du thé avec ses feuilles (Annexe XIII) ;

+ **chewing gum des enfants** : le latex est aussi comestible et peut servir de « chewing gum » pour les enfants (Annexe XIII).

✓ **Utilisation du latex** : pour piéger les oiseaux.

✓ **Fabrication de corde** : l'écorce contient des fibres qui étaient utilisées pour coudre et assembler les différentes plaques de nattes. Mais avec l'arrivée des cordes en raphia, cette pratique a été délaissée (Annexe XIII).

✓ **Usages agricoles : + production d'engrais** : les feuilles caduques sont des fertilisants pour le sol.

+ **source d'ombre** : elles servent d'ombrage pour les cultures des caféiers, (Annexe XIII).

+ **brise vent** : elles peuvent servir également de brise vent. (Annexe XIII).

✓ **Plante fourragère** : pendant la période de soudure, les feuilles peuvent servir de fourrage (Annexe XIII).

Elle présente aussi des usages symboliques :

✓ **Emblème de la royauté, symbole de l'abondance, de la puissance et de la grandeur** : la plantation de cet arbre était réservée aux rois (*Hova*), qui l'utilise pour augmenter leur prestige, leur autorité et leur sacralité (Annexe XIII). Ce pouvoir symbolique attribué à l'*Amonta* est aussi lié à la signification de son nom : *Amonta*. Par ailleurs, il est utilisé dans les contes et dans la façon de compter des malgaches y compris les betsileo « *Isa ny Amontana* ». Le chiffre 1 correspond à *F. lutea* (*Amontana*), c'est le premier et aucun autre chiffre ne peut le dépasser. Le *Hova* plante l'*Amonta* pour qu'il soit le numéro 1 et personne ne peut le dépasser.

Pour montrer une circonstance ou un élément de grande importance ou de grande priorité, les paysans utilisent des dictons avec *Amonta* (Annexe XIII). *F. lutea* désigne toujours le plus extraordinaire des circonstances et ne peut être dépassé (le roi, le numéro un).

✓ **«Arbre homme» (*ravindahy*)** : *ravindahy* (feuille de l'homme) signifiant un arbre homme (Annexe XIII). Quand on la plante dans le village, elle remplace la place de l'homme qui la plante et cet homme va mourir. Ainsi, les gens n'osent pas le planter pourtant, s'il y a des pieds qui poussent spontanément, ils les gardent pour souhaiter l'abondance du bonheur.

Cette espèce est considérée symboliquement comme un arbre porte bonheur (*tafoto*) et plantée comme haie vive des parcs à zébus. Il se reproduit facilement par bouturage et ne nécessite pas de soin particulier (Annexe XIII). Pourtant, selon les circonstances, l'*Amonta* utilisé comme haie vive peut aussi apporter du bonheur pour la famille (*tafoto*) (Annexe XIII). Le terme *Amonta* (*F. lutea*) vient du mot *hifamontamonta* signifiant littéralement : qui abonde rapidement et avec puissance. L'*Amonta* est ainsi planté dans le village pour souhaiter que le bonheur arrive abondamment et rapidement avec force en particulier grâce à l'abondance des zébus ou du riz ou des descendants (Encadré 9)

La présence spontanée de *F. lutea* dans les champs de culture ou dans les vergers sont protégées par les habitants car elles apportent la richesse et les descendants.

Encadré 9 :

En malgache	Transcription
<i>De hoy ny vetsovetso hoe de mba hamontafota eto ny hare, de hamontafota eto ny kilonga sy ny zanaka amanjafy de avelao hitsiry ny amonta</i>	Le souhait était que la richesse abonde rapidement, les enfants ainsi que les descendants avec les petits enfants abondent rapidement, ainsi il faut laisser pousser <i>F. lutea</i>

Si à Ambendrana, *F. lutea* n'est connu qu'en tant qu'un arbre royal, à Sahabe, c'est un arbre à usage multiple comme source d'ombrage et la figue et le latex sont comestibles, les feuilles peuvent servir de tisane, de fourrage pour le bétail en période de soudure et aussi pour fertiliser le sol. Auparavant, il faisait partie des plantes à fibres où l'écorce était prélevée pour fabriquer des cordes pour coudre les nattes avant l'arrivée des cordes de raphia sur le marché. Avec sa grande taille et la signification de son nom (*Amonta*), il est considéré comme le symbole de grandeur, d'abondance, de puissance et de royauté.

III.3.2.4. *Ficus trichoclada* et *Ficus botryoides* (*Fompoha*)

F. trichoclada (Photo 20) et *F. botryoides* (Photos 21 et 22) sont considérés comme une même espèce pour les populations locales à cause de la ressemblance de leurs feuilles et ils portent le même nom vernaculaire. C'est ainsi que leurs usages vont être analysés ensemble.

L'utilisation de *Fompoha* n'est pas courante. La totalité des gens ne connaissent pas leurs utilisations (seulement 48% à Ambendrana et 63% à Sahabe) et elle ne présente que des utilisations concrètes. La figure 10 présente les différents types d'utilisation des deux espèces d'après les enquêtes..



Photo 20 : Figes de *F. trichoclada*



Photo 21 : Figes de *F. botryoides* sur un tronc vues de loin



Photo 22 : Figes de *F. botryoides* vues de près

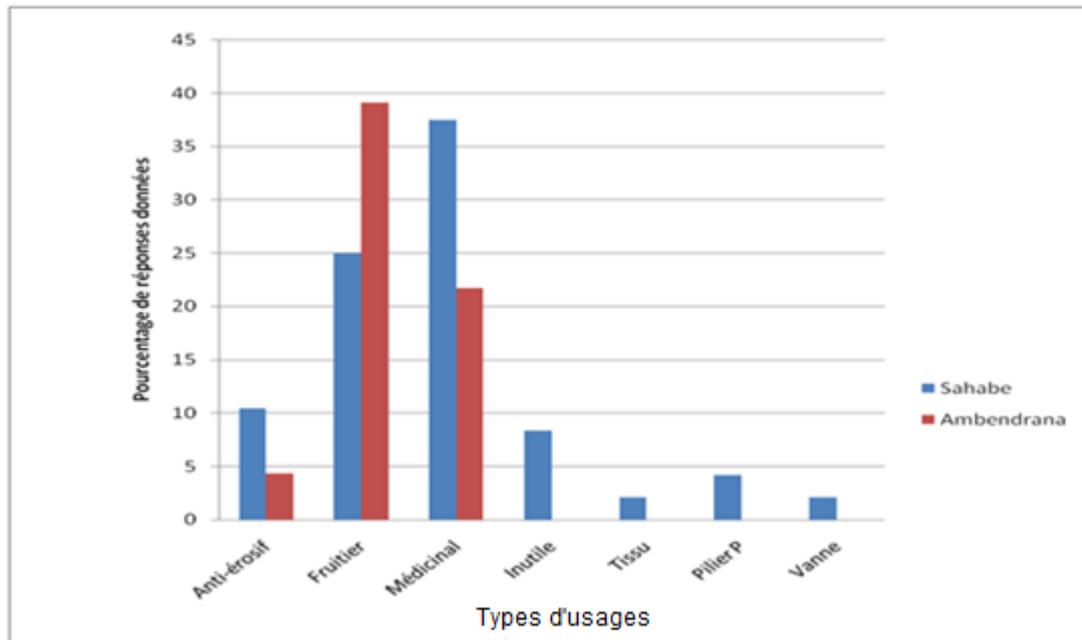


Figure 10 : Types d'usages de *Ficus trichoclada* et *Ficus botryoides* en fonction du pourcentage des réponses.

Ainsi, les usages concrets de *Fompoha* sont :

- ✓ **Consommation de fruits** : les figes sont comestibles même si elles n'ont pas du tout un bon goût.
- ✓ **Utilisation médicinale** (Annexe XIV) : les feuilles ou les figes sont appréciées car elles stimulent l'appétit surtout pour les femmes qui allaitent. Elles favorisent donc la montée du lait après l'accouchement.
- ✓ **Usages domestiques** : elle était utilisée autrefois pour fabriquer des habits (plantes à fibre) (Annexe XIV) ou des vanne.
- ✓ **Usages agricoles** : plantes antiérosives : ces deux espèces poussent en bordure des rivières et des ruisseaux. Leur usage comme plante antiérosive est lié à leur habitat naturel (Annexe XIV).

III.3.2.5. *Ficus trichopoda* (Aviavy)

F. trichopoda (Photo 23) dans la figure 11, présente les mêmes usages concrets que les autres *Ficus* du terroir tels que fruitier, médicinal, pilier de parc, ombrage et piège à oiseaux (Annexe XV), et l'espèce est surtout considérée comme arbre symbolique :



Figues de *F. trichopoda*

Photo 23 : Tige feuillée avec des figues de *F. trichopoda*.

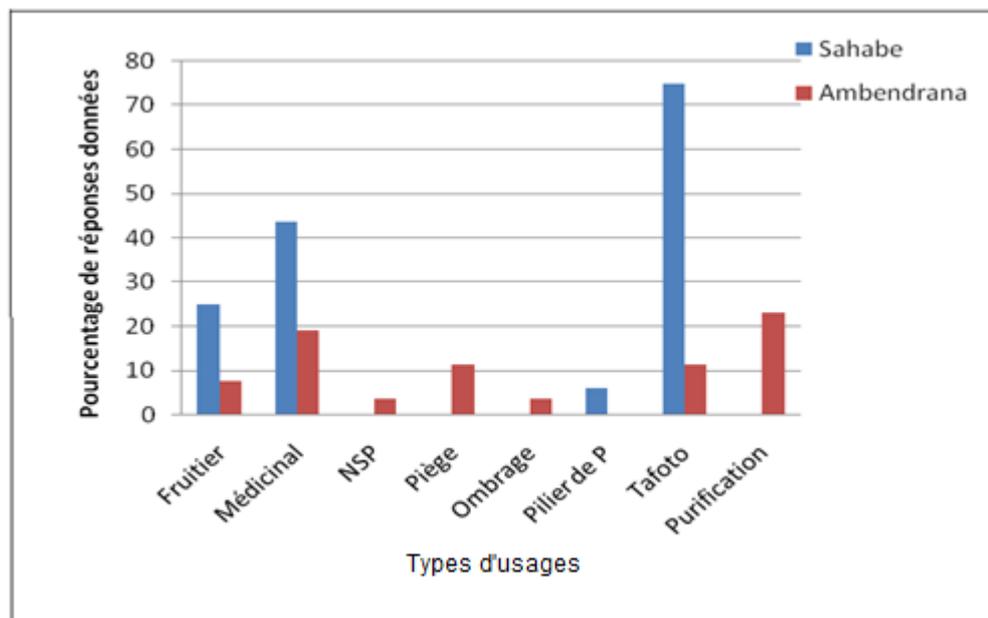


Figure 11: Types d'usages de *Ficus trichopoda* en fonction du pourcentage de réponses données

✓ **Utilisation pour la purification après la violation d'un tabou (*fady*)** (Encadré 10). Si un membre de la famille ne respecte pas les *fady* (tabou) propres au lignage, il doit se purifier en buvant de l'eau contenant une pièce d'argent et des petits copeaux de *Hazomanga* et de *Aviavy*.

La violation du *fady* engendre du tort envers les esprits des ancêtres et interrompt le dialogue avec eux. La purification par l'intermédiaire de l'*Hazomanga* et l'*Aviavy* permettrait

de réinstaller le dialogue. Ainsi, l'*Aviavy* et le *Hazomanga* servent d'intermédiaire ou de médiateur entre l'homme et l'esprit des ancêtres.

Encadré 10 :

En malgache	Transcription
-Ny aloalo ⁴ hono vadin'ny fasana fa ny	L'aloalo est l'épouse du tombeau mais <i>F.</i>
<i>Aviavy vadin'ny Hazomanga</i> ⁵	<i>trichopoda</i> est l'épouse de <i>Hazomanga</i>
-Tsa hambole fa manolaka	On ne le plante pas car il fait tuer
-Matesa anao lehe hanolake	Meurs si tu me fais mourir

✓ **Plante porte bonheur (*tafoto*) :** *F. trichopoda* est plantée dans la cour du village ou près du parc à zébus ou près des aires de battage de riz (Annexe XV). Le nom *Aviavy* signifie : « venir », ainsi sa plantation à côté des parcs à zébus souhaite l'arrivée de nombreux zébus dans le parc. Les zébus représentent la richesse et sont indispensables à la riziculture (apport d'engrais et labour). De même sa plantation près de l'aire de battage du riz symbolise le souhait d'une abondante récolte.

✓ **Arbre à pouvoir maléfique :** certains paysans qui l'appellent « *hazomanolaka* » : arbre qui fait plier les êtres humains, ainsi pour eux, la plantation d'*Aviavy* n'est pas à conseiller car elle peut causer la mort de celui qui le plante (Encadré 10). La peur du pouvoir maléfique de l'arbre explique la rareté des pieds de *F. trichopoda* dans la région, même si l'arbre possède le pouvoir de faire venir ce qu'on souhaite (la richesse, les descendants et le bonheur). La majeure partie des gens a peur de les planter mais lorsqu'il y a des pieds qui poussent spontanément ils les préservent pour satisfaire leur souhait.

D'après les travaux de Moreau (2002) que nous avons complété avec nos observations sur terrain, certaines personnes qui peuvent neutraliser cette force destructive de l'arbre et osent le planter. Ce sont les personnes âgées, qui ont déjà eu une descendance et dont les parents ne sont plus en vie. La plantation doit être réalisée le matin lorsque le soleil est situé à l'est, la croissance de l'arbre se déroulera facilement en suivant le mouvement ascendant du soleil. Le planteur doit toujours être situé du côté est, et doit éviter que son ombre ne tombe pas dans le trou où l'arbre sera plantée. La plantation est accompagnée d'une pièce de monnaie symbolique au moment de la plantation. Cette pièce symbolique est le prix des

⁴ Aloalo : un décor ou une marque spécialisés pour les tombeaux

⁵ *Hazomanga* : (littéralement : bois bleu ou « bois sacré ») c'est une sorte d'amulette en forme de bâton de bois de Lauraceae (*Ravensara aromatica*) de 10cm de long, destiné à protéger le lignage ou la famille (Beaujard, 1983 et Moreau, 2002),

mauvais sorts qui peuvent arriver et aussi le symbole du bonheur qui va venir. La plantation est accompagnée de paroles de conjuration (Encadré 10)

✓ **Utilisation médicinale :** (Annexe XV) connue surtout par les tradipraticiens. Entre les deux sites d'études, la différence se trouve au niveau de la fréquence d'utilisation, qui est de 43% pour la population d'Ambendrana et de 63% à Sahabe.

F. trichopoda est un arbre perçu localement pour avoir des puissances magiques. En effet il présente principalement des usages symboliques : usage médicinal après avis des devins, médiateurs entre les êtres vivants et les ancêtres lors de la violation des tabous, servir de *tafoto* à cause de son pouvoir de réaliser les souhaits comme l'arrivée du bonheur. Il fait partie aussi des arbres qui ont un pouvoir maléfique et que beaucoup de gens ont peur de le planter même s'il y a des rites permettant de neutraliser cette force destructive.

III.3.2.6. *Ficus politoria* (Kivozy) et *Ficus pachyclada* (Kivozy)

Ce sont les *Ficus* des terroirs avec des figes (Photos 24 et 25) non comestibles. Ils présentent des usages concrets multiples (Figure 12) :

✓ **-Fabrication de corde :** la fibre de l'écorce est très résistante et peut servir de corde pour sceller les bois de chauffe lors du ramassage (Annexe XVI.). Il y a même des proverbes confirmant cet usage (Encadré 11). C'est l'usage principal de ces deux espèces.

Encadré 11 :

En malgache	Transcription
<i>Raha hila tady de ny Kivozy ro soa</i>	Si on cherche une corde, le <i>Kivozy</i> est la meilleure



Photo 24 : Tiges feuillées avec des figes de *F. politoria*



Figes

Photo 25 : Tiges feuillées avec des figes

de *F. pachyclada*

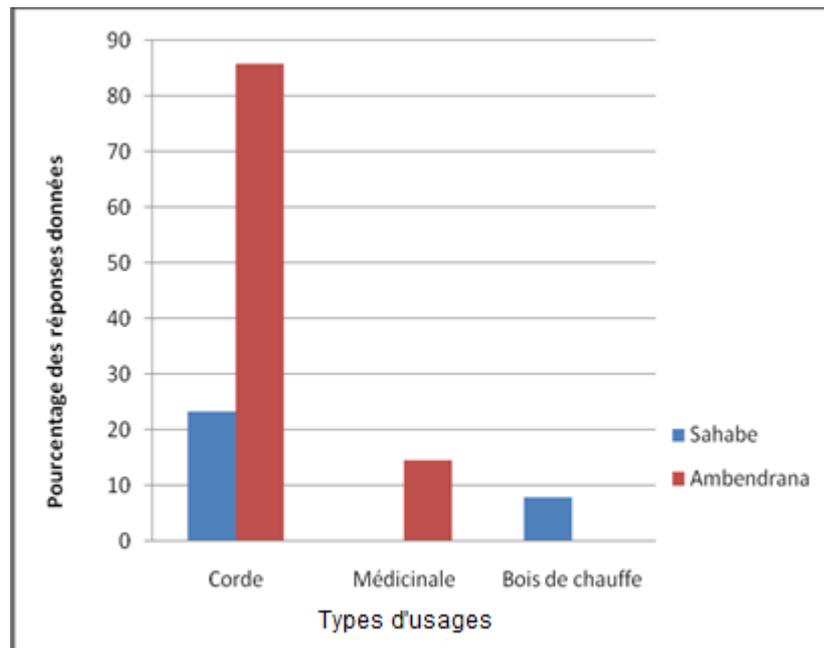


Figure 12: Types d'usages de *Ficus politoria* et *Ficus pachyclada* en fonction du pourcentage de réponses données

✓ **Usage domestique** : à Sahabe, en période de pénurie en bois, les habitants les utilisent comme **bois de chauffe** (Annexe XVI).

✓ **Usage médicinal**: pour soigner la carie dentaire et les maux de ventre des patients d'une matrone.

Ficus politoria et *Ficus pachyclada* peuvent être utilisées comme bois de chauffe. Leur usage principal est la fabrication de corde. Leurs utilisations comme plante médicinale n'est pas connue par tous les habitants mais se limitent aux devins spécialisés.

III.3.2.7. *Ficus polita* (Tsaramady)

F. polita (Tsaramady) ne se rencontre qu'à Sahabe (Figure 13) avec quelques pieds plantés près d'un parc et 3 pieds spontanés sur la falaise rocheuse.

Pour l'utilisation concrète:

✓ **Infusion (thé)** : les feuilles parfumées sont très appréciées et utilisées pour le thé. Elles sont préservées pour accueillir les invités (Annexe XVII).

✓ **Lactation**: elle est perçue localement comme ayant une propriété lactogène très efficace pour les femmes après accouchement.

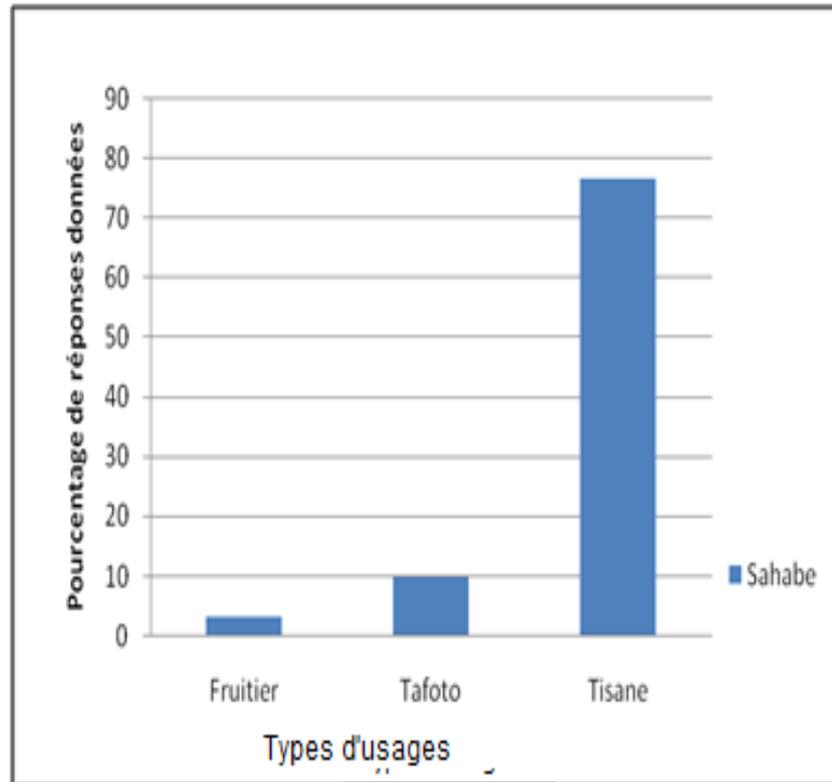


Figure 13: Types d'usages de *Ficus polita* en fonction du pourcentage de réponses données

Elle présente aussi une utilisation symbolique :

✓ **Plante porte bonheur (tafoto):** elle peut être plantée pour servir de *tafoto* (porte bonheur) pour les parcs à zébu mais cet usage n'est pas fréquent (Annexe XVII). Le nom *Tsaramady* signifie en bon état, ainsi, la plantation de *F. polita* près du parc à zébu représente le souhait d'avoir des zébus en bonne santé.

Comme *F. trichopoda* et *F. Lutea*, le pouvoir symbolique attribué à *F. polita* est lié à la signification de son nom.

En plus de la perception locale d'avoir des propriétés lactogènes et médicinales, à cause de son nom *Tsaramady*, l'espèce est aussi perçue localement comme ayant le pouvoir d'influencer la bonne santé des zébus.

III.3.3. Principaux utilisateurs

Les populations ont été catégorisées suivant la fonction qu'elle occupe dans le ménage ou dans la société. L'analyse révèle qu'il existe quatre types d'utilisateurs dans la zone d'Ambendrana et de Sahabe.

- Les tradipraticiens et les devins qui les collectent pour des usages médicaux à soigner la population locale et qui conseillent la plantation des *Ficus* en tant que plante porte bonheur (*tafoto*). Les *Ficus* font parties des plantes les plus utilisées dans leurs activités professionnelles, et un tradipraticien qui habite à Andranovory (Ambendrana) a informé que l'esprit des ancêtres lui donne les informations sur le choix des plantes utilisées.

- Les sages du village (*Ray amandrenintanana*) utilise aussi les *Ficus* porte bonheur et protecteur (*tafoto*) ou les *Ficus* qui poussent près des stèles pour dialoguer avec les esprits des ancêtres et les forces surnaturelles lors des cérémonies (demande de guérison, remerciement, ...).

- Les membres du ménage utilisent les *Ficus* pour leurs usages quotidiens. Dans la société Betsileo, il y a une répartition de tâches dans le ménage selon leurs usages:

- ✓ les femmes et les jeunes filles utilisent les cordes de l'écorce de *F. politoria* pour rassembler les branches des bois de chauffe ;

- ✓ les garçons assurent la garde du bétail et utilisent les latex pour piéger les oiseaux ;

- ✓ les hommes labourent la terre, utilisent les feuilles pourries pour fertiliser les champs.

Les enfants consomment aussi les figues. Exceptionnellement, les femmes enceintes consomment les figues de *F. tiliifolia* pour satisfaire leurs envies et boivent l'infusion des feuilles sèches pour accélérer l'accouchement.

- Enfin les descendants des *Hova* plantent les figuiers royaux pour symboliser et sacrifier leur royauté.

Toutes les différentes catégories de la population locales pourraient utiliser les *Ficus* matériellement ou symboliquement suivant la fonction occupée par l'individu.

III.3.4. Synthèse sur les usages et la représentation des *Ficus*.

Dans la vie quotidienne des Betsileo de la lisière du corridor, les *Ficus* des terroirs sont des arbres à usages multiples autant matériellement que symboliquement. Ce sont en majorité des plantes médicinales dont les parties les plus utilisés sont les feuilles. Les fruits sont comestibles, les feuilles peuvent servir d'engrais, l'écorce par les fibres peut servir de tissu ou de corde, l'arbre est utilisé comme haie vive et source d'ombrage,...

L'arrivée des espèces introduites et la technologie moderne ont diminué l'usage des *Ficus*. Les fruits des arbres fruitiers introduits, orangers, pêchers, présentent des goûts plus appréciés que les figues locales et peuvent être vendus facilement. Les tissus fabriqués à partir de coton introduit sont plus confortables et facile à entretenir que les tissus fabriqués à partir d'écorce de figuiers. L'usage de l'arbre comme haie vive et source d'ombre est dépassé par les *Eucalyptus* et les goyaviers (*Psidium cattleianum*) plus résistants et ils peuvent servir de bois de chauffe. Toutefois, les usages persistant et tiennent toujours une grande place dans la vie et les croyances des Betsileo sont leurs utilisations en tant que plante médicinale. Ces arbres peuvent avoir des effets néfastes car pendant la période de fructification, ils attirent les roussettes, les lémuriens, les oiseaux, les rats et les sangliers qui peuvent ravager les cultures aux alentours.

Pourtant, du point de vue symbolique, les *Ficus* sont liés à la vie des Betsileo et présentent des valeurs très élevées et variées :

✓ Arbre qui apporte le bonheur (*tafoto*). Par la signification de leurs noms, les *Ficus* possèdent des forces magiques capables de satisfaire les souhaits des paysans.

✓ Arbre médiateur avec les forces surnaturelles. Ils pourraient permettre les relations avec l'esprit des ancêtres, qui à leur tour servent de médiateurs avec les autres forces surnaturelles (la purification après violation des tabous). Ils accompagnent ainsi les stèles (*vatolahy* et *tatao*). La liaison avec les esprits des ancêtres et les autres forces surnaturelles a pour objectif de conquérir l'espace appartenant à ces esprits pour que les Betsileo puissent l'exploiter paisiblement. Pour garder cette liaison bénéfique, ils plantent si possible les *Ficus* et les protègent.

✓ Arbre pouvant exercer des pouvoirs maléfiques. A travers l'analogie de la vie des *Ficus* avec la vie des êtres humains et la longévité de la vie des arbres par rapport à celle des êtres humains, certains *Ficus* comme *F. lutea* et *F. trichopoda* semblent exercer un pouvoir maléfique sur la vie de l'homme (*hazo manolaka* ou arbre qui porte malheur) en effet ils ont peur de les planter même si sa présence pourrait être bénéfique pour eux. Toute la question de l'équilibre difficile que les Betsileo doivent essayer d'établir entre actions des hommes et pouvoirs de l'arbre a été observée ici. Il y a déjà quelques personnes qui connaissent les moyens permettant d'anéantir ce pouvoir maléfique plus puissant que l'énergie humaine et osent les planter, mais la rareté de ces arbres cultivés malgré leur pouvoir d'apporter du bonheur justifie ces faits. Ils n'osent pas planter directement ces *Ficus* mais préservent ceux qui poussent spontanément pour bénéficier de leur puissance magique.

Pourtant il est rare de trouver un pied de *F. trichopoda* à l'état spontané alors que *F. lutea* dont la dispersion est favorisée par les oiseaux et les roussettes pousse spontanément dans les vergers et les bosquets.

Le choix des figuiers utilisés symboliquement, reposent sur divers critères :

➤ les critères liés à la signification des noms vernaculaires de la plante pour les *Ficus* porte bonheur et protecteur (*tafoto*), telles que : *Aviavy* (signifiant littéralement : venir), *Amonta* (signifiant abondance et puissance) afin de souhaiter l'arrivé abondant du bonheur.

➤ les critères liés aux propriétés physiologiques, biologiques de la plante. C'est le cas de *F. reflexa* (*Nonoka*) et *F. polita* (*Tsaramady*) qui secrètent un latex abondant, et sont utilisés par les femmes après l'accouchement pour favoriser la production du lait maternel.

➤ les critères écologiques, citons l'exemple de *F. lutea* vivant dans un habitat rocheux symbolise la puissance, et la royauté.

Les Betsileo de la lisière nomment les figuiers à travers les perceptions de leurs propriétés physiologiques, biologiques et écologiques ; ils sont dotés d'un pouvoir magique pouvant influencer la vie des habitants par leur rôle nourricier, symbole de fécondité, de fertilité, d'abondance, de puissance et de grandeur.

Malgré toutes les valeurs attribuées aux *Ficus* des terroirs sur la vie des Betsileo, il y a changement progressif de mentalité ou de perception chez les jeunes. Si l'arbre empêche le développement de la riziculture qui est la principale activité des Betsileo par l'ombrage ou la chute des feuilles, les jeunes gens n'hésitent pas à les couper. Ils pensent que les ancêtres peuvent comprendre l'utilité de la coupe et ils n'ont pas besoin de pratiquer des rites. Ce qui est interdit c'est de couper l'arbre sans motif valable et la recherche de surface cultivable est un motif suffisant pour le couper.

Par contre, les personnes âgées avant de les couper demandent l'autorisation des ancêtres et s'en excusent. Si l'arbre doit être déraciné totalement, ils n'osent pas l'enlever directement avant d'avoir fait un sacrifice de volaille pour s'excuser ou ils le tuent indirectement en brûlant des ordures à son pied.

Pour conclure, sur les usages et la représentation, on peut dire que l'usage symbolique n'a pas beaucoup changé jusqu'à présent : l'usage en tant qu'arbres protecteurs et porte bonheur (*tafoto*) et leur effectif même faible, ne pose aucun problème.

III.4. Approches ethnobiologiques et ethnoécologiques des relations entre les *Ficus* et les populations locales.

Les perceptions locales sur la biologie et l'écologie des *Ficus* sont basées sur plusieurs critères. L'analyse de ces perceptions a été réalisée en tenant compte des savoirs locaux et des connaissances scientifiques.

III.4.1. Perceptions locales sur la biologie des *Ficus*

Les connaissances locales sur la biologie des *Ficus* reposent sur les caractères morphologiques de la plante, sur le cycle biologique et sur la phénologie qui sont observables directement dans la nature.

III.4.1.1. Différentes parties de la plante

Dans les deux sites, les connaissances sur les différentes parties de la plante *Ficus* correspondent aux descriptions botaniques des appareils végétatifs et reproducteurs :

✓ **feuilles (*raviny*)** : leurs caractéristiques: forme, couleur, taille, présence de pilosité sont bien définies et jouent un rôle essentiel dans le processus de classification et même dans l'identification du sexe de la plante (cf. p : 64).

✓ **tiges (*tahony* ou *tovony*) et tronc** : l'aspect général comme la texture de l'écorce, la forme et la couleur du tronc ou de la tige sont utilisés pour faciliter l'identification de la plante (Annexe XVIII) : *F. tiliifolia* est identifié de loin par la couleur claire jaune blanche de son tronc en contraste avec la couleur et la forme des feuilles (Photo 26).

La présence de latex, la couleur, la consistance et la quantité est également considérée (Annexe XVIII). Si le latex est blanc, la plante est dite *mandronono* (élabore du lait), si la quantité produite est abondante, comme celle de *F. reflexa*, la désignation du latex (*ronono*) peut intervenir dans l'appellation locale de la plante elle-même : *Nonoka*.

Les caractéristiques du bois telles que la dureté, la densité et la résistance au feu sont connues localement. Elles font parties des critères utilisés dans la sélection des bois pour les utilisations quotidiennes comme bois de chauffe ou bois de construction, A part *F. reflexa*,



Photo 26 : *Ficus tiliifolia* avec le tronc de couleur blanche en contraste avec la couleur des feuilles

les bois de tous les *Ficus* sont tendres et ne persistent pas longtemps si on le brûle (Annexe XVIII). En effet, ils sont catégorisés parmi les arbres ayant des bois de mauvaise qualité et ne sont pas utilisés comme bois de chauffe sauf en cas de force majeure, et jamais comme bois de construction. Même si le *Nonoka* est à bois résistant, il n'est pas abondant dans la zone et ils n'ont d'autres utilités que sur le plan symbolique (porte bonheur, usage médicinale) et matériels (haie vive).

✓ **racines (*vahany*)** : caractérisées par leur taille et leur consistance. Les racines des *Ficus* sont perçues comme abondantes et longues. La racine de *F. tiliifolia* est la plus longue, elle peut atteindre jusqu'à plus de 1km de long et serait très riche en eau (Annexe XVIII). Elle peut être détectée à l'extérieur par la résonance de cette eau quand on tape sur le sol. Pour eux, l'abondance en eau dans la racine de *F. tiliifolia* signifie qu'elle attire beaucoup d'eau au profit de la végétation environnante (Annexe XVIII). Ce caractère est très apprécié par les populations et favorise sa préservation dans les terroirs.

✓ **fleurs (*felany*)** : leur description n'est pas détaillée car la fleur est perçue dans son ensemble par sa beauté, son odeur ou sa couleur (Annexe XVIII).

✓ **fruits (*voany* ou *voankazo*)** : connus sous le nom de figue. Pourtant, en botanique, la figue est un sycone : enveloppe renfermant l'inflorescence (enveloppe qui donnera aussi le fruit). La majeure partie des gens enquêtés l'a reconnu comme étant le fruit et la moitié des gens ne connaît pas la structure botanique de cette inflorescence particulière

affirme que les figuiers ont un caractère spécial par rapport aux autres plantes, car ils ne produisent pas des fleurs mais donnent directement des fruits (Annexe, XVIII). Il y a même une devinette pour les enfants associée à cette propriété (Encadré 12).

Encadré 12 :

En malgache	Transcription
<i>Inona ary izany tsy mamela fa mamoa ?</i>	Qu'est ce qu'est c'est : il ne fleurit pas mais il donne des fruits ?
<i>Aviavy na Ara na Nonoka</i>	C'est <i>F. trichopoda</i> ou <i>F. tiliifolia</i> ou <i>F. reflexa</i>

III.4.1.2. Cycle biologique

Les populations locales ont une connaissance de l'évolution de la graine jusqu'à l'obtention des nouvelles plantes dans le cycle de vie de la plante. L'apparition des fleurs précède la production de fruits et dans les fruits se trouvent les graines qui vont redonner une nouvelle plante: (Annexe XVIII).

Les populations locales savent que les plantes donnent d'abord des fleurs avant la production des fruits, et certains paysans considèrent le bourgeon foliaire terminal comme étant la fleur, dans le cas de *F. lutea* (Photo 27) en annexe XVIII. D'autres considèrent que la fleur pourrait être englobée dans les bourgeons et devient invisible, (Annexe XVIII). Pour certains paysans, les arbres qui ne produisent pas de fleurs ressemblent aux femmes qui ont des bébés de père inconnu. Là encore, il y a une analogie entre l'arbre qui donne le fruit et la femme.



Bourgeon de *F.lutea* considéré comme une fleur

Photo 27 : Bourgeon foliaire terminal de *Ficus lutea* considéré comme une fleur

III.4.1.3. Phénologie

La période de « fructification » (production des figes) est connue. Pour *F. tiliifolia*, les figes sont consommées par les enfants et les femmes, et ces dernières connaissent bien la période de fructification comparées aux hommes. Quelques exemples de leurs réponses figurent en annexe XVIII.

Pour les populations locales, la période de fructification correspond à la période de repiquage du riz, activité propre aux femmes. Les hommes qui utilisent les feuilles sèches comme engrais, connaissent très bien la période de la chute des feuilles et le bourgeonnement des nouvelles feuilles.

Ces connaissances peuvent servir de référence dans le calendrier cultural. Un homme à Sahabe a expliqué que l'éclatement du bourgeon de *Ficus lutea* indique la fin de la première période de pluie, essentielle pour la culture pluviale (Annexe XVIII).

Les savoirs locaux reflètent les organisations dans la répartition des tâches quotidiennes. Par ailleurs, le fait de mettre en liaison la biologie de *F. tiliifolia* (période de fructification) et le cycle de riz démontre une connaissance assez poussée de la biologie par les habitants et il la fait coïncider avec le cycle cultural.

III.4.1.4. Interactions *Ficus*/animaux : frugivorie et dispersion des graines

Ces interactions avec les animaux frugivores sont aussi connues par les habitants. Ils peuvent observer les animaux visiteurs qui consomment les figes et dispersent les graines. Selon les espèces et la taille des figes, les animaux qui consomment les figes sont différents :

➤ les oiseaux frugivores (annexe XIX) consomment les figes de petite taille de *F. reflexa* et de *F. politoria* ;

➤ les roussettes, les lémuriens et parfois les souris consomment les figes de grandes tailles de *F. lutea* ou de *F. tiliifolia*.

D'après les observations locales, il y a un lien entre la taille des figes et la taille des animaux frugivores.

De plus, ils savent que les prédateurs des figes héli-épiphytes (*F. lutea* et *F. reflexa*) assurent la dispersion des graines. Ainsi, les graines de *F. lutea* apportées par les roussettes, sont déposées dans les fissures rocheuses où elles germent ou sur d'autres arbres pour constituer une plante épiphyte (*hazo mitongoa*). Pour *F. reflexa*, les graines sont dispersées par les oiseaux et poussent comme héli-épiphyte sur les autres arbres (Annexe XVIII).

Pourtant, selon un devin, ce ne sont pas les oiseaux qui apportent les graines sur les lieux sacrés (tels que les tombeaux ou les stèles), ce seraient les esprits qui les déposent et déterminent les endroits où elles doivent pousser.

Enfin, pour les figes consommées par l'homme (*Voara* et *Amonta*), ils savent qu'il y a des insectes (probablement les insectes pollinisateurs ou des parasites) à l'intérieur des figes lorsqu'elles sont mûres et ils évitent de les consommer (Annexe XVIII).

D'une façon générale, les perceptions locales sur la biologie des *Ficus* reposent sur des observations, à partir des organes visibles constitutifs (Tableau 11).

Tableau 11 : Tableau comparatif entre les savoirs scientifiques et les savoirs locaux sur les différents éléments constitutifs des *Ficus*

Savoirs scientifiques	Savoirs locaux
- Plante : feuilles + tiges + racines + fleurs + fruits	- Plante : feuilles + tiges + racines + fleurs + fruits
- Fleur : calice + corolle+ gynécée + étamine	- Fleur : élément coloré autre que le vert et/ou odorant
- Sycone : réceptacle d'inflorescence ou d'infrutescence (figes)	- Fruit
- Latex	- Lait

Le cycle biologique des *Ficus* est en relation avec les différentes fonctions exercées par la population :

- ✓ Les hommes à la période de chute des feuilles, préparent le sol pour le labour ;
- ✓ les femmes à la période de la fruitaison, repiquent le riz, Enfin, les animaux qui consomment les figes et assurent par la suite la dispersion des graines sont aussi bien connus à partir des observations directes accumulées au cours de plusieurs générations et transmis par les plus âgés aux jeunes durant les activités quotidiennes.

III.4.2. Perceptions locales sur les habitats des *Ficus*

Parmi les personnes interrogées, la majeure partie connaissent les habitats de chaque espèce et leur distribution. La distribution et l'habitat peuvent être limités à un endroit particulier ou à une région plus vaste comme les couloirs forestiers (Annexe XX).

Les habitats sont caractérisés et délimités selon différents critères :

- ✓ la topographie ou les caractéristiques du paysage (exemple : les vallées, la bordure de rivière) ;
- ✓ les conditions stationnelles (exemple : zone humide, rocher) ;
- ✓ les types des végétations existantes présentés en Annexe XX (exemple : la forêt).

Les caractéristiques de l’habitat sont perçues comme des facteurs pouvant agir sur la qualité des plantes médicinales et peuvent contribuer à la nomenclature de la plante. Par exemple, *F. reflexa* qui pousse sur les affleurements rocheux est appelé *Nonobato*. Il est plus efficace pour traiter les maladies contrairement aux espèces qui poussent directement sur un sol (*Nonoka*).

Par ailleurs, la présence de l’arbre sur le lieu a été explicitée à travers les mythes racontés par les personnes âgées aux enfants. Par exemple le mythe très connu recueilli auprès des habitants d’Ambendrana raconte l’origine d’un pied de *F. lutea* (*Amonta*) à côté du village de Sahambavy⁶ (Encadré 13).

Encadré 13 :

En malgache	Transcription
<p><i>Nisy andriandahy taranaky ny mpanjakavavy Rakajy natao hoe Rabehaofotsy. Halan’ny olo fa rakotra hao de nalevin’ny olo velona teo amorontanana. De alohan’ny handevenana azy de nanozona izy hoe hitsiry vohitsa kely misy amonta eo ambonin’ny fasako. De se nalevina izy de niforona dongona nivohitsa ny fasana de nisy Amonta nitsiry. De amin’izao fotoana izao, ny olo tsa sahy mangala na manapaka ravina eo amin’io amonta io raha tsy misy antony ilana azy de mivatsy toaka mba hangatahana alalana amindRabehaofotsy :</i></p>	<p>Il y avait un descendant de la princesse Rakajy couvert de poux (<i>Rabehaofotsy</i>). Il était détesté par les gens à cause de ses poux et était enterré vivant à côté du village. Avant son enterrement, il jura en disant : « sur mon tombeau va pousser un monticule où un figuier va pousser. Quand il était enterré, le monticule apparaissait ainsi que le pied du figuier (<i>F. lutea</i>). Actuellement, les habitants n’osent pas cueillir ou couper les feuilles de ce pied de <i>F. lutea</i> sans un motif justifié et y apporte du rhum pour demander l’autorisation à <i>Rabehaofotsy</i></p>

⁶ Sahambavy : un village situé à 12km au sud d’Ambendrana

D'après cet encadré, le choix de *F. lutea* montre le rôle social de cet arbre ainsi que ses multiples usages. Le mythe évoque l'ampleur de la valeur symbolique attribuée à ce *Ficus*. Dans ce cas, l'habitat d'une plante ne serait pas uniquement basé sur les facteurs écologiques, mais également sur les souhaits des esprits des ancêtres.

Chez les Betsileo, les perceptions locales sur l'habitat des *Ficus* reposent principalement sur les catégories d'habitats en corrélation avec leurs répartitions. Ces savoirs sont acquis soit par des observations directes, soit par des pratiques et des expérimentations accumulées au cours de plusieurs générations et transmises par les plus âgés aux jeunes lors des activités quotidiennes ou dans le cadre de l'énonciation de proverbes, et de mythes.

III.4.3. Perceptions locales sur les paysages et les espaces associés aux *Ficus*

Les paysans Betsileo catégorisent les paysages dans leur globalité :

- *an'ala* signifie littéralement « dans la forêt » : surface dominée par la forêt naturelle mais qui peut aussi contenir des parcelles cultivées ou de rizières ou servir de résidence ;
- *vohitsa* : littéralement colline formée de différents éléments tels que les champs, les bosquets, les pâturages ;
- *Andohasaha* : littéralement tête de vallée peut englober les parcelles cultivées sur terre ferme ou les rizières

Ce sont des catégorisations spatiales globales en relation avec les éléments qui recouvrent le lieu, les positions géographique (*Andohasaha*) et topographique (*vohitsa*). Ces éléments peuvent être des éléments naturels tels que la végétation (*ala*, littéralement forêt), les affleurements rocheux (*vatobe*, littéralement grand rocher) ou des éléments élaborés par les êtres humains tels que : *antsaha* (littéralement dans le champ) ou *antanà* (littéralement dans le hameau).

Ces catégorisations peuvent également s'effectuer en fonction :

- ✓ de l'utilisation des terres : champ (*tanimboly*), champ de maïs (*tanintsako*), à parc à bœufs (*valanomby*),
- ✓ des critères dimensionnels : grand champ (*sahabe*), forêt dense (*alamaity*),
- ✓ des critères temporels : ancien maison ou hameau (*Valamaty*),
- ✓ des caractéristiques de la végétation qui couvrent les paysages, où ils utilisent fréquemment des critères binaires permettant d'opposer les unités telles que herbacé

et arboré (*Kapòka/Kilanjy*), fermée et ouverte (*an'ala/ambala*), claire et dense (*alamena/alamaity*).

L'analyse des perceptions locales montre qu'elles reposent principalement sur les caractères observables et concrets tels que la topographie, les éléments qui recouvrent le lieu, les positions géographiques, les usages ainsi que les modalités des pratiques. Ils sont en relation avec les fonctions qu'occupe chaque individu et sont acquis à partir des observations directes et des expériences accumulées au cours de plusieurs générations. Ces perceptions sont transmises de père en fils avec leurs fonctions dans la société. Cependant certains savoirs sont connus spécialement des enfants comme par exemple le fait de manger certains fruits qu'ils peuvent s'apprendre entre eux lors de leurs activités de berger.

III.5. Distribution spatio-temporelle des *Ficus* dans les terroirs

Toutes les espèces de *Ficus* du terroir sont des plantes à usage multiple autant matériellement que symboliquement. Leurs distributions spatio-temporelles sont variables dans le terroir.

III.5.1. Nomenclature des lieux : toponymie

Les habitants donnent une appellation aux lieux fréquentés. Différentes appellations ont été données en conséquences (tableau 12).

Tableau 12: Différents noms des lieux utilisés localement.

Nom des lieux	Transcription littérale
<i>Ambaiboho</i>	Où il y a du sol alluvionnaire
<i>Ambalanonoka</i>	L'hameau de <i>Nonoka</i>
<i>Ambalavao</i>	Le récent village
<i>Ambendrana</i>	Où il y a du <i>Vendrana</i> (<i>Cyperus sp.</i>)
<i>Ambero ; Ankivero</i>	Où il y a du <i>Vero</i> (<i>Hyparrhenia rufa</i>)
<i>Amboarabekobo</i>	Où il y a du <i>Voarabekobo</i>
<i>Amboaramalefaka</i>	Où il y a du <i>Voaramalefaka</i>
<i>Ambodiriana</i>	Au fond de la cascade
<i>Ambohimandroso</i>	Où le village se développe
<i>Ampanenjanana</i>	Où il faut se raidir (forcer le pas)

Tableau 12 (suite)

Nom des lieux	Transcription littérale
<i>Anaramainty</i>	Où il y a du <i>Voara</i> noir
<i>Andempo</i>	Où c'est creux (vallée)
<i>Andohariana</i>	En amont de la cascade
<i>Andranovory</i>	Où il y a une mare
<i>Angavo</i>	Où il y a des roussettes
<i>Ankarinombo</i>	Où il y a du <i>karinombo</i> (<i>chat sauvage de zébu</i>)
<i>Ankazondrano</i>	Où il y a de <i>Hazondrano</i>
<i>Ankerana</i>	Où il y a du <i>Herana</i> (<i>Cyperus sp.</i>)
<i>Ankiroka</i>	Où il y a du canard
<i>Antranoroaloha</i>	Dans la maison d'abord
<i>Atsinanatanana</i>	A l'est du village
<i>Igodona</i>	Où il y a de la foudre
<i>Kiboso</i>	INCONNU
<i>Sahabe</i>	Vaste champ
<i>Sahamaro</i>	Plusieurs champs
<i>Tsifafana</i>	On ne balaye pas

Ces appellations indiquent que les références tiennent en compte des contextes locaux associés à d'autres facteurs. C'est une nomination descriptive.

La description est liée à la végétation, aux animaux qui fréquentent le lieu et même à quelques facteurs climatiques.

Ils peuvent aussi utiliser des références liées aux facteurs stationnels (géographiques, topographiques) ou des références liées aux facteurs anthropiques : activités humaines et aux histoires humaines pour désigner le lieu.

Les noms de certains figuiers (*Amboaramalefaka*, *Amboarabekobo* : *F. tiliifolia* ; *Ambalanonoka* : *F. reflexa*) pour désigner des lieux sont très significatifs. Ils indiquent l'ancienneté et l'importance des relations des Betsileo avec *Ficus tiliifolia* et *F. reflexa*.

F. tiliifolia montre par ailleurs que les Betsileo étaient dans un processus de domestication interrompue par l'arrivée massive des nouveaux arbres fruitiers.

Par ailleurs, *F. reflexa* est un marqueur important des différentes périodes historiques qui repose sur le savoir des paysans sur la pérennité de cette espèce.

III.5.2. Représentation des *Ficus* dans les zones paysagères

Trois zones paysagères A, B et C ont été définies. Les 30 unités de base « collines bas-fond » sont des systèmes d'organisations diverses dans l'espace. Les différentes situations sont présentées dans les figures 14, 15 et 16 et en annexe XX.

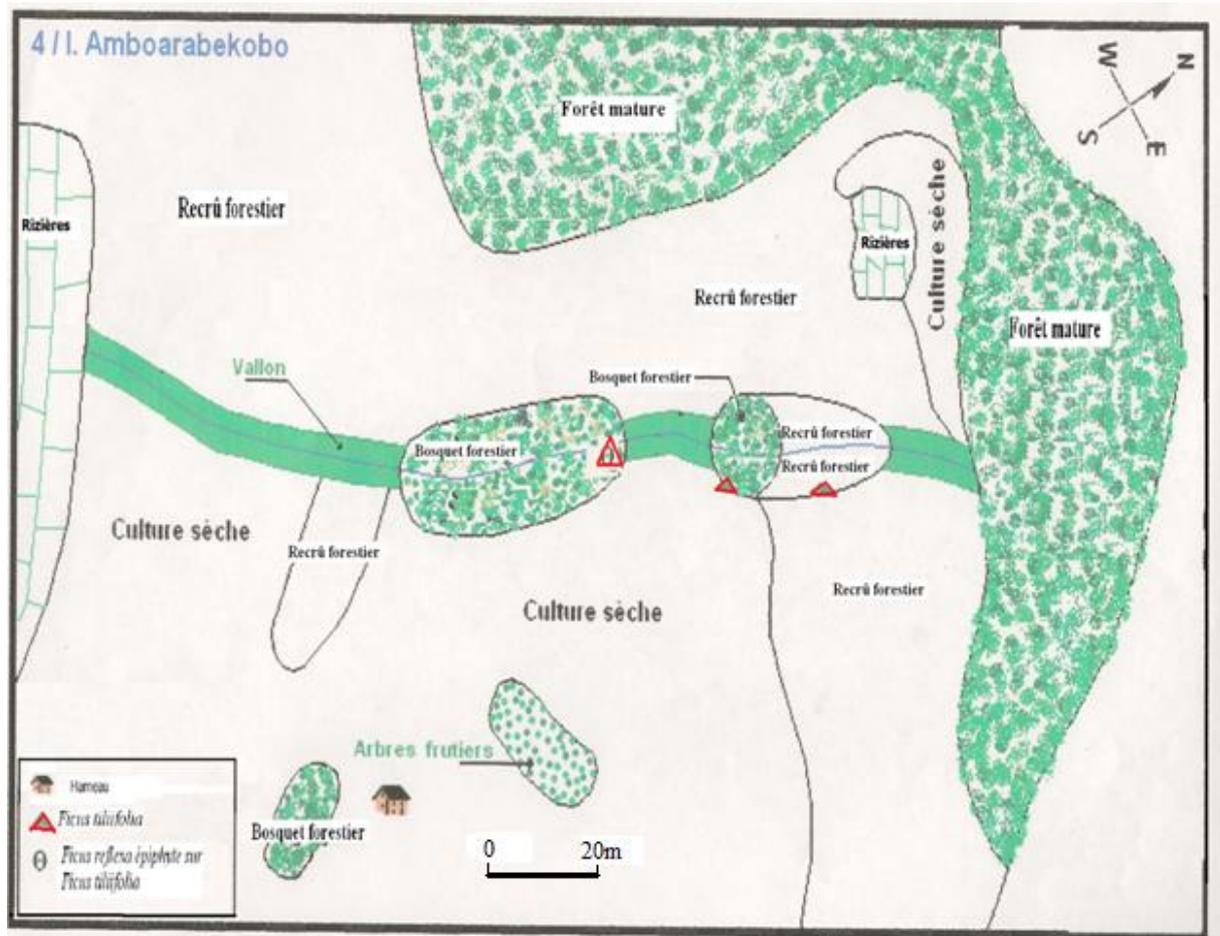


Figure 14 : Localisation des figiers dans les unités paysagères de la zone A à Amboarabekobo (Ambendrana)

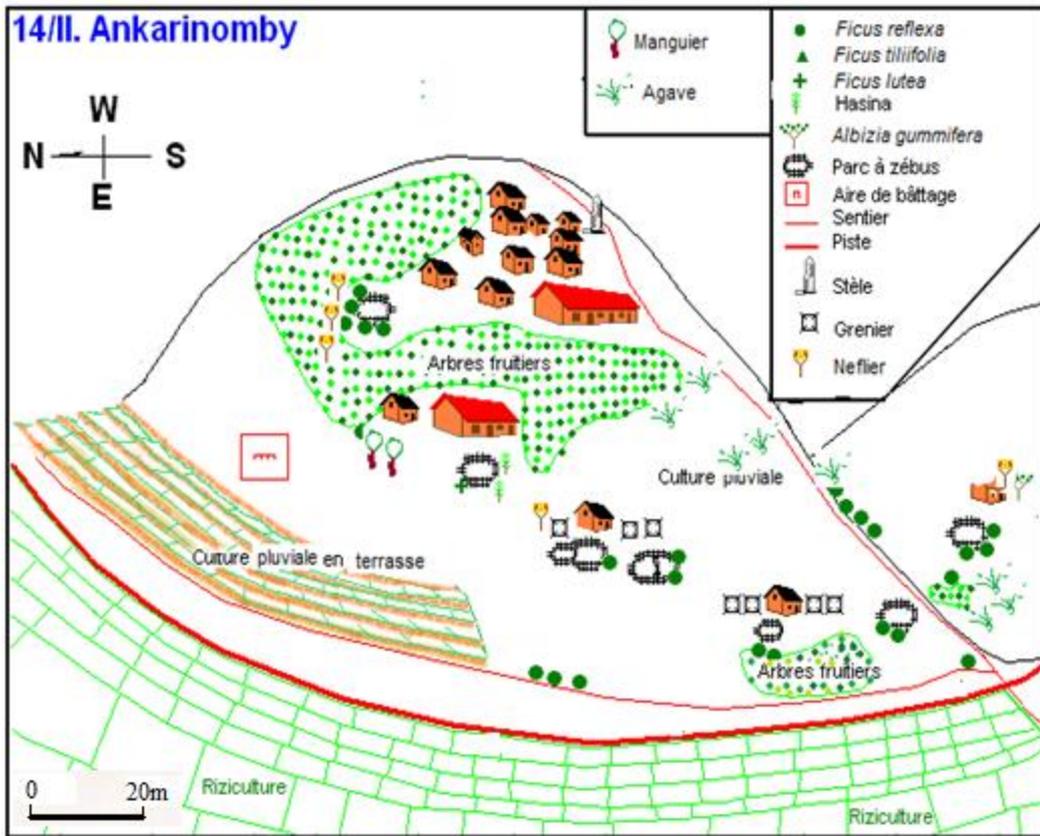


Figure 15 : Localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone B à Ankarinomy (Sahabe)

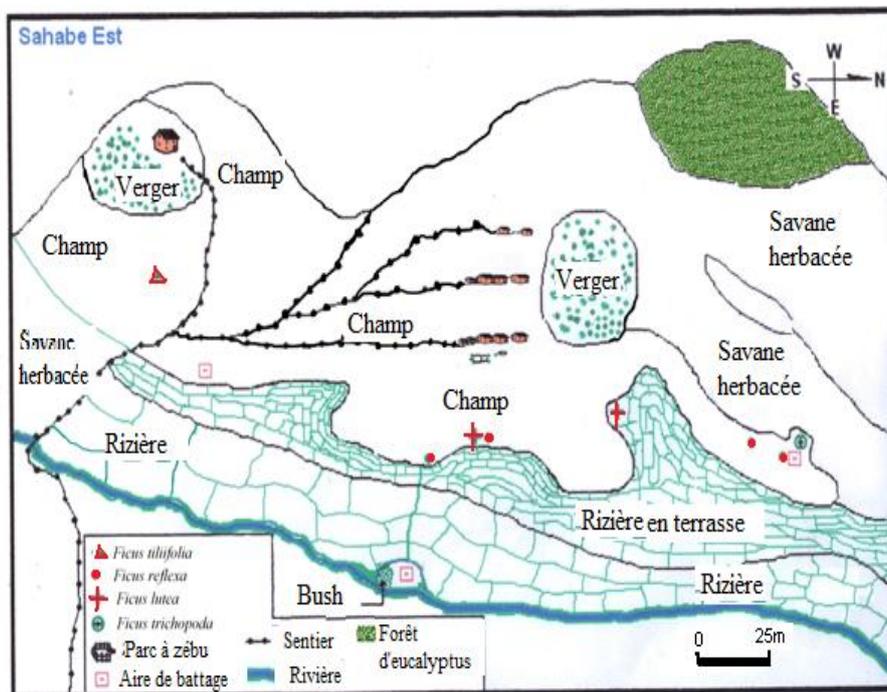


Figure 16 : Localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone C à Sahabe Est

Les 30 unités de base collines bas-fond comprennent 253 individus appartenant à 7 espèces de *Ficus* dont trois sont fréquemment rencontrées : *F. tiliifolia* (39%), *F. reflexa* (40%) et *F. lutea* (9%). Ces *Ficus* se rencontrent du bas fond jusqu'à la crête (Figure 17) mais la majeure partie de ces *Ficus* (47%) sont localisées dans les bas et mi-versants (32%). En outre, les espèces de *Ficus* se trouvent dans différentes facettes socio-écologiques en relation avec leurs usages et leurs pratiques de gestion. Ces espèces sont significativement variées selon l'histoire du changement des différentes parties du paysage, les espèces de *Ficus* considérées, ainsi que les variations de pratiques agricoles au fil des temps, permettant ainsi l'identification des trois zones A, B et C.

III.5.2.1 : Zone A

La zone A est dominée principalement par des forêts secondarisées matures. L'activité agricole principale y est l'agriculture sur brûlis (*tavy*) associée à la mise en valeur des marécages transformés en rizières. Des collines avec des *Ficus* n'ont été rencontrées qu'à Ambendrana.

Le *Ficus* le plus abondant est *F. tiliifolia*. Il se trouve dans des facettes socio-écologiques variées:

- ✓ forêts matures (*alagasy*) ;
- ✓ forêts secondaires (*kapoka*) ;
- ✓ ruisseaux souvent utilisés pour l'irrigation et associés à des plantes ripicoles telles que *Pandanus sp.* ;
- ✓ rizières nouvellement établies à partir des marécages de bas fond ;
- ✓ champs de cultures sur brûlis (*tavy*).

Dans cette zone, *F. tiliifolia*, ne se trouve dans aucune zone de pâturage. Il n'y avait pas de parcs à zébus (*valanomby*). Les toponymies dans cette zone A des collines se réfèrent aux endroits portant les noms des variétés de *F. tiliifolia* (*Voara*): *Voaramalefaka* (*Amboaramalefaka*) et *Voarabekobo* (*Amboarabekobo*). *Voaramalefaka* est le nom d'un type de *F. tiliifolia* avec des fruits particulièrement tendres (littéralement: *malefaka*). Par contre, *Voarabekobo*, autre type de *F.*

tiliifolia possède un ostiole très épais, comparé par analogie à des nombrils épais (*bekobo*) (Cf photos 14 et 15, page 64). Ces variétés exceptionnelles de *Voara* sont connues par

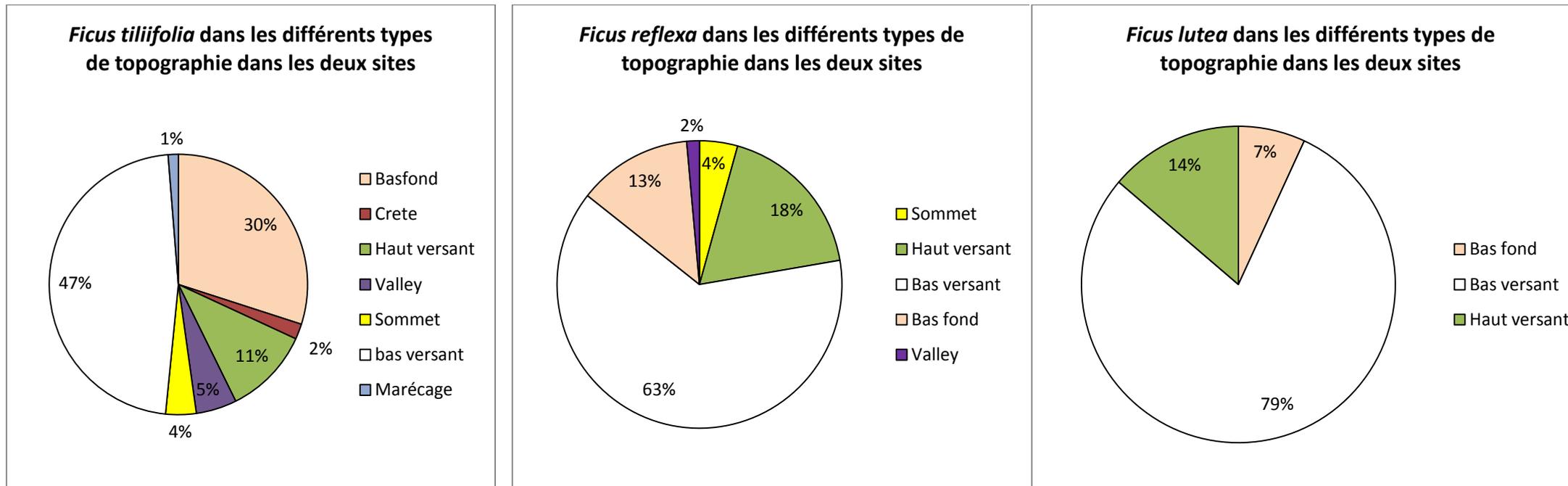


Figure 17 : Représentation des *Ficus* en fonction de la topographie dans les deux sites

tous les habitants, ce qui semble indiquer qu'ils ont cueilli des fruits de ces variétés depuis longtemps avant la récente «réouverture » de la forêt pour des activités agricoles. Cette région d'Ambendrana fait partie de la région très connue pour la vente de fruits de *Voara* avant les fruits d'espèces introduites (vers XIIIème siècle). En outre, c'est un arbre résistant au feu lors de la culture sur brulis. Il est particulièrement préservé pour ses fruits, ses effets sur la fertilisation et à cause de la croyance générale car il semble attirer l'eau dans le sol alors que les paysans ne savent pas les planter.

A l'exception de *F. tiliifolia*, seulement 3 individus de *F. reflexa* ont été trouvés dans les collines de cette zone A. Deux individus ont été rencontrés en bordure des rizières en terrasse (*kipahy*), et un autre, épiphyte sur un *F. tiliifolia* situé dans un bosquet forestier.

A Sahabe, cette zone de réouverture de la forêt existe, mais nos prospections montrent l'absence de collines avec des *Ficus*.

III.5.2.2 : Zone B

A Ambendrana, aucun *F. reflexa* ni *F. lutea* ne sont présentes. *F. tiliifolia* de ce site se trouve près des villages abandonnés (*valamaty*), dans des forêts secondaires (*Kapoka*), dans des bosquets forestiers (*Songonala*) et dans des champs (*Tanimboly*) situés sur les hauts versants. La tradition orale attribue l'absence de *F. reflexa* car l'installation des paysans sur les sommets de colline étaient provisoires, seulement pour se cacher et se protéger contre les attaques. En effet, les paysans n'ont pas besoin de construire des parcs à zébus d'une façon permanente, avec *Ficus reflexa* (arbre porte bonheur). Des vieux parcs à zébus sont toujours trouvés dans les villages abandonnés, mais ne présentent pas de trace de haies vives qui marquent l'installation permanente. Ils ont été transformés aujourd'hui en champs de culture (*tanimboly*).

Le rôle de l'homme dans la dissémination de *Ficus tiliifolia* est mentionné dans la tradition orale. Les graines qui germaient dans cette zone auraient été apportées à partir des fruits récoltés dans d'autres sites. D'ailleurs, *F. tiliifolia* avait à cette période, beaucoup d'utilisations importantes dont la fabrication de vêtements à partir des fibres de l'écorce (*fato*). Enfin, l'absence totale de *F. lutea* indique que l'arrivée de cette espèce dans la région pourrait être liée avec l'arrivée des Merina prenant le contrôle des territoires Betsileo (début 19^{ème} siècle).

Par contre, dans la région de Sahabe, l'installation des hameaux ne se limitent pas sur le sommet de la colline mais aussi au bas des versants. L'installation sur le sommet de la

colline a commencé aux environs du 18^{ème} siècle comme à Ambendrana, mais c'est une installation permanente et elle continue même jusqu'à présent avec l'occupation du bas versant. Comme la région de Sahabe est située sur les marges orientales de la région, la végétation forestière y était encore dense, ainsi la concurrence entre les immigrants n'était pas aussi forte que dans la région d'Ambendrana. Ainsi, dans cette zone, au sommet de la colline on note l'absence de fossé et la présence des pieds de *F. reflexa* et de *F. lutea* en plus de *Ficus tiliifolia*. *F. reflexa* : constitue des haies vives autour de parc à zébus (13), des hameaux et vergers (13) ; et un pied de *F. lutea* au portail d'un parc à zébu. Ces plantations en tant que haie vive indiquent une installation permanente. *F. lutea* occupe aussi le bas versant près des rizières installées récemment. Sa présence pourrait être reliée avec l'arrivée des Merina vers le 19^{ème} siècle. Une étude comparative de la structuration génétique de la population de *F. lutea* de la région des Betsileo avec celle de la région des Merina justifierait ce fait.

Les faits historiques sont très importants pour expliquer la distribution actuelle. Ces *Ficus*, en tant que plantes qui apportent le bonheur, la puissance et la richesse sont recherchées par les Betsileo pour être plantés dans les endroits où ils habitent de façon permanente, ce qui favorise leur propagation et leur maintien dans les terroirs.

III.5.2.3 : Zone C

Dans cette zone, l'analyse a commencé par les collines qui avaient été exploitées pendant la période *Fahasoantany* (vers 16^{ème} siècle), ensuite par les collines exploitées lors de la période de la création de *vala* jusqu'à nos jours.

Pour Ambendrana, pendant la période *Fahasoantany*, *F. tiliifolia* est abondant dans la cour des villages abandonnés (*Tanana haolo*).

Dès la période Merina (vers 19^{ème} siècle), c'est-à-dire lors de la période de la création de *vala* et la période de 15 toits jusqu'à nos jours, la majorité de *F. tiliifolia* poussent dans les champs (*tanimboly*), dans les forêts secondaires (*kapoka*), à la lisière des forêts âgées (*alagasy*), le long des diguettes délimitant les rizières irriguées (*valamparihy*), dans des jachères herbacées (*kilanjy*), dans des vergers (*tanimboankazo*), dans des vieilles savanes herbacées provenant de vieux pâturages (*atikifafa*), dans des bosquets sacrés (*aritsa*), attachés à des stèles (*vatolahy*), près des rochers (*vatobe*), dans les fourrés (*kirihitra*) ainsi que sur les bords des parcs à zébus (*valanomby*) et des aires de battage (*tsihintany*).

Pour *F. reflexa*, pendant la période *Fahasoantany* (vers 16^{ème} siècle), des individus étroitement associés à ces anciennes localités sont nombreux. Les pieds de *F. reflexa* ont été plantés par macrobouturage pour former des haies vives délimitant les parcs à zébus

abandonnés ou encore fonctionnels. On trouve également des individus de *F. reflexa* qui poussent spontanément sur des tombeaux (*fasana*), sur des substrats rocheux de la falaise, près des stèles (*vatolahy*) et dans les anciens chantiers des villages abandonnés. Les paysans considèrent que leurs graines peuvent être transportées par les oiseaux et les chauves-souris qui passent ou qui vivent sur les falaises.

Dès la période Merina (vers 19^{ème} siècle), jusqu'à nos jours, nombreuses *F. reflexa* sont étroitement associées aux parcs à zébus. Dans les villages abandonnés, ils sont plantés par macrobouturage pour servir de haies vives. Par contre, près des rochers qui restent au milieu des champs, il y a des individus qui ont germé naturellement et sont protégés. En outre, des individus se trouvent au milieu des champs ou entre les champs, dans les vergers (*tanimboankazo*), dans la cour des villages, dans les fourrés, ainsi qu'associés aux stèles (*vatolahy*) et aux tombeaux (*fasana*).

A propos de *F. lutea*, lors de la période *Fahasoantany* (vers 16^{ème} siècle), seulement un individu a été trouvé dans la cour des villages abandonnés (*Tanana haolo*). Quelques individus se trouvent en régénération naturelle au pied de la falaise. Les gens pensent qu'ils ont été apportés par les oiseaux et les chauves-souris passant par les falaises ou les vergers. Les arbres qui se développent sur les tombeaux sont bien protégés. Les paysans savent très bien que les fruits de *F. lutea* sont consommés par les chauves-souris et leur régénération au pied de la falaise s'explique par la présence des nids de chauves-souris dans ces zones.

Dès la période de la création de *vala* jusqu'à nos jours, dans la zone d'Ambendrana, *F. lutea* ne se trouve que dans les jachères herbacées et la forêt d'eucalyptus. Ils se régénèrent naturellement à partir de graines.

Pour Sahabe, aucun individu de *F. tiliifolia* n'a été recensé dans les zones de la période *Fahasoantany* (vers 16^{ème} siècle).

A partir de la période de la création de *vala*, toutes les *F. tiliifolia* ne se rencontrent que dans la zone des villages à 15 toits. Elles sont abondantes dans les champs y compris les champs en terrasse (*kipahy*). On peut les trouver aussi dans les vergers, au bord des ruisseaux, dans les savanes herbacées, dans les fourrés, en bordure des bassins piscicoles, des rivières ainsi que des marais. Ce sont tous des individus qui poussent spontanément.

Comme à Ambendrana, durant la période *Fahasoantany*, *F. reflexa* est étroitement associée aux villages et parcs abandonnés où elle a été plantée par macrobouturage pour délimiter les parcs. Un individu régénéré naturellement se trouve sur un tombeau (*fasana*)

associé à la falaise rocheuse. Il est reconnu localement comme provenant d'une graine apportée par les oiseaux ou les chauves-souris qui visitent ou vivent sur les falaises.

Lors de la période de la création de *vala* jusqu'à nos jours, nombreux individus de *F. reflexa* se trouvent étroitement associés aux parcs à zébus. Ils y sont plantés par macrobouturage pour servir de haies vives. En outre, dans la cour des villages et l'aire de battage quelques individus sont aussi plantés comme arbre porte bonheur et protecteur (*Tafoto*). *Ficus reflexa* pousse aussi spontanément dans de nombreux endroits, au milieu des champs près des rochers, dans les vergers (*tanimboankazo*), dans les fourrée (*kirihitra*), attachés aux stèles (*vatolahy*) et aux tombeaux (*fasana*). Elle y est protégée.

Pour les individus de *F. lutea*, durant la période *Fahasoantany*, ils ont été trouvés près des tombeaux et d'un rocher non loin de la falaise rocheuse. Ils sont reconnus localement d'avoir comme origine les graines apportées par les oiseaux et les chauves-souris qui visitent les falaises ou les vergers. Sur les tombeaux, ils sont bien protégés.

A partir de la période de la création de *vala*, la plupart des individus de *F. lutea* se trouvent dans les vergers (*tanimboankazo*) où ils se régénèrent à partir des graines apportées par les chauves-souris. Ils poussent aussi aux alentours des parcs à zébus où ils sont cultivés par bouturage. Par ailleurs, des individus qui se régénèrent naturellement à partir de graines, ont été recensés près des rochers, dans des bosquets forestiers, dans un champ en terrasse (*kipahy*) et dans une forêt d'*Eucalyptus*.

L'analyse de la répartition des *Ficus* dans la zone C montre qu'en plus des chauves souris et des oiseaux, les hommes sont intervenus énormément dans la distribution de ces *Ficus* dans les terroirs agraires et de façon distincte selon les différentes périodes historiques.

III.5.3. Facteurs déterminant la distribution spatio-temporelles des *Ficus*

La synthèse de la distribution de *Ficus tiliifolia*, *Ficus reflexa* et *Ficus lutea* selon les zones historiques A, B, et C est présentée dans la figure 18.

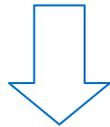
L'analyse de cette distribution dans les zones paysagères montrent que plusieurs facteurs déterminent leurs distributions dans les terroirs :

Ficus tiliifolia

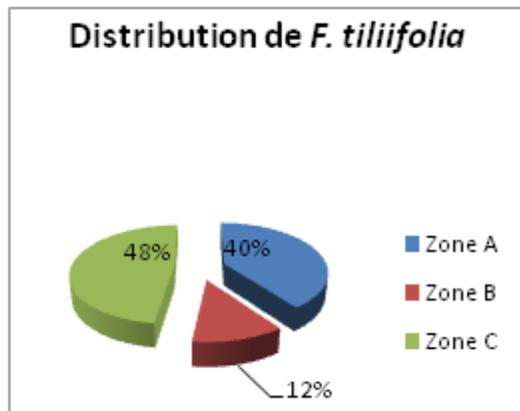
Facteurs écologiques : l'humidité, la présence des rochers

Facteurs socio-culturels :

- les analogies de son latex avec les larmes humaines
- attire l'eau
- respect des ancêtres et de la volonté des dieux
- pratiques humaines



Préservation et répartition dans les zones A, B et C



Ficus lutea

Facteurs écologiques : Régénération naturelle : proximité de la falaise

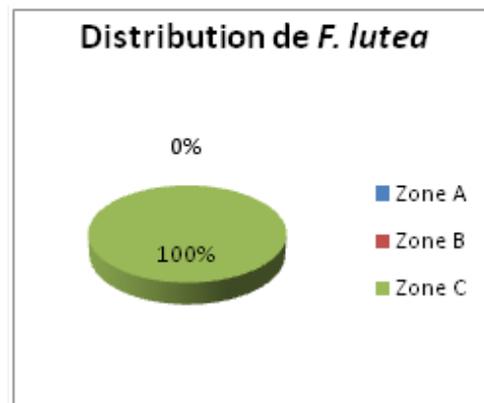
Facteurs socio-culturels :

- Pratiques humaines: symbole de l'abondance, et de puissance ; symbole de la royauté



Abondant dans la zone C, dominé par les habitations et près de la falaise

Absent dans la zone B et A.

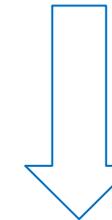


Ficus reflexa

Facteurs écologiques : Régénération naturelle : proximité de la falaise

Facteurs socio-culturels :

- Pratiques humaines: symbole de l'abondance, et de puissance ; symbole de la royauté



Abondant dans la zone C, dominé par les habitations et près de la falaise

Absent dans la zone B et A.

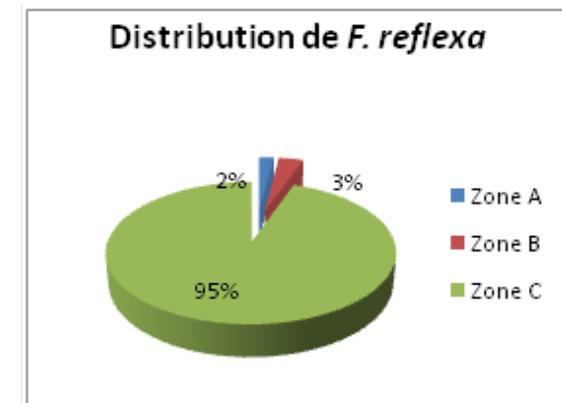


Figure 58: Facteurs déterminants la distribution des *Ficus* selon les zones historiques A, B et C

- Les caractéristiques de l'habitat favorisant la germination naturelle des graines de *Ficus* : un habitat spécifique humide pour *Ficus tiliifolia*, un milieu rocheux pour *Ficus reflexa* et *Ficus lutea* ;

- Les agents de dissémination de graines : les oiseaux et les chauves souris en consommant les figues assurent la dissémination des graines dans de nombreux endroits où ils peuvent se nicher comme les milieux rocheux, humides appropriés à la germination naturelle des *Ficus*.

- Le facteur anthropique : les Betsileo ont influencé au cours des périodes historiques, la distribution de ses *Ficus* dans leurs terroirs. D'abord, en tant que plante porte bonheur ayant la capacité de se régénérer facilement par bouturage (*Ficus reflexa* et *Ficus lutea*), les *Ficus* ont été plantés dans les endroits les plus fréquentés. Au cours des périodes historiques, les Betsileo pouvaient s'installer sur le bas versant, le mi-versant ou le sommet des collines favorisant ainsi la distribution des *Ficus* en fonction de la topographie des terroirs agraires. Par ailleurs, la mise en place des vergers, des tombeaux et des stèles constitue un facteur favorisant l'existence de *Ficus reflexa* et *Ficus lutea*. Les vergers attirent les animaux frugivores disperseurs de graines des *Ficus*. Les Betsileo les ont ainsi maintenu dans les terroirs, pour leurs propagations.

III.5.4. Répartition des *Ficus* selon leur localisation et leur statut au sein des facettes socio-écologiques

L'analyse des emplacements des espèces de *Ficus* selon les facettes socio-écologiques montrent que la majorité des *Ficus* (70%) sont protégées ou plantées entre deux facettes socioécologiques différentes. et même tous les *Ficus* (100%) au sein de ces facettes dans les terroirs (*F. reflexa* et *F. lutea*) sont situés au niveau de la frontière (limite) entre deux facettes socioécologiques différentes .

F. tiliifolia à 60% sont situées entre deux facettes différentes. *F. tiliifolia* n'est jamais planté et les gens pensent qu'il a été préservé au cours du processus de transformation des forêts de collines en champs de culture. Plusieurs facteurs contribuent à la préservation des *Ficus* dans les différentes facettes socioécologiques :

✓ Facteurs culturels : le respect des pratiques des ancêtres, l'analogie avec les êtres humains, la frontière dans les relations entre l'ordre social et les forces surnaturelles

✓ Utilisations pratiques : l'arbre présente de nombreuses utilisations concrètes (plante médicinale, attire l'eau, source d'engrais,...) et constitue un élément de la frontière dans la vie quotidienne pour marquer la séparation entre différents espaces, entre la forêt et le terroir.

Les espèces de *Ficus* en tant qu'éléments de frontière jouent ainsi un rôle prépondérant dans les territoires Betsileo. Elles marquent en effet la frontière entre différents éléments :

- Les éléments naturels (forêts, rivières, sources, rochers) et les éléments anthropisés (champs) ;
- La vie actuelle et la vie des ancêtres occupant les mêmes territoires auparavant (hameau, parc à zébu, tombeau, stèle, *tatao* (empilement de pierres) ;
- Les êtres humains et les forces surnaturelles (les morts, les ancêtres, les esprits et Dieu).

Ces espèces constituent l'intermédiaire reliant les éléments naturels et les éléments anthropisés et aussi l'intermédiaire reliant les êtres humains vivants et les vies spirituelles.

Cette analyse de la répartition des espèces de *Ficus* dans le paysage agraire Betsileo montre comment les habitants ont développé leurs relations avec les arbres, en particulier les relations entre les espèces de figuiers et la vie des hommes. Plusieurs facteurs : socio-culturels, historiques, agricoles ainsi que la capacité de l'arbre à se régénérer dans des habitats spécifiques affectent la distribution de ces arbres dans les terroirs et aussi dans les facettes socio-écologiques très variées. Les hommes favorisent principalement la répartition de *F. reflexa* et *F. lutea* par la plantation. Les animaux frugivores dispersent les graines dans les habitats permettant leur régénération. Cependant pour *F. tiliifolia*, d'après nos observations, la majorité des individus trouvés dans les deux sites d'études sont de vieux arbres (90,70%). L'entretien avec les populations locales confirme que *F. tiliifolia* ne se régénère presque jamais dans les terroirs agraires. Ainsi, tant que la plantation ne soit pas encore maîtrisée localement et les populations locales doivent se contenter des individus qui se régénèrent naturellement, *F. tiliifolia* n'aura aucun avenir dans les paysages agraires, même si les facteurs socio-culturels sont très importants pour la préserver à la frontière des facettes socio-écologiques.

IV. Discussion sur la deuxième partie

Cette partie des travaux fait apparaître que les critères descriptifs comme critères morphologiques, sensoriels et biologiques ainsi que les principaux usages sont les plus utilisés pour nommer et catégoriser les *Ficus*. Ce qui confirme les travaux de certains auteurs où les nomenclatures sont liées à la description des principes linguistiques de dénomination des catégories conceptuelles reconnues (Berlin, 1973 ; Friedberg, 1986 ; Meilleur et Garine, 2008). Le système de nomenclature des *Ficus* présente une grande similarité avec le système de nomenclature des plantes à Madagascar présenté par Lefèvre (2009) et Razarihelisoa (2009). Il y a des noms avec des termes exprimés au sens littéral d'après les propriétés et les usages et aussi des noms avec des termes simples qu'on ne peut analyser.

La multiplicité des noms vernaculaires des *Ficus* ainsi que la nomination associée à des lieux révèlent qu'ils sont connus et utilisés par la population Betsileo depuis des temps anciens. Les nomenclatures sont étroitement dépendantes des contextes social, culturel et environnemental (Friedberg, 1986).

En plus des caractéristiques botaniques, le système classificatoire local des *Ficus* dépend, du rôle de la plante dans la vie sociale et des rapports que les informateurs entretiennent avec la plante. Ce système ressemble à la classification populaire de Friedberg (1986), dépendant des contextes social, culturel et environnemental.

La comparaison de cette classification locale avec les classifications scientifiques a été faite, pour voir à quel niveau dans la taxonomie scientifique se situent les termes de base et les déterminants. Nous avons constaté que, suivant les cas, le terme de base peut correspondre à une espèce (*Amontana*) ou à plusieurs espèces d'un même genre (*Fompoha*, *Kivozy*). Les déterminants sont l'équivalent de sous espèce ou de variété.

Les *Ficus* sont à usage multiple, à la fois concret et symbolique. Ils tiennent une place importante dans la vie des Betsileo, comme dans d'autres pays du monde (Condit 1947, Dury 1991, Aumeeruddy et Bakels 1994, El Bouzidi, 2002 ; Aumeeruddy- Thomas et Pei 2003).

Pour les usages concrets, ils jouent un rôle considérable comme source d'ombre, comme plante médicinale, comme plante qui attire l'eau ou indicatrice de la présence de l'eau et comme espèce antiérosive.

Du point de vue symbolique, les Betsileo ont des perceptions comparables à celles connues dans le monde entier (Condit, 1947 ; Dury, 1991 ; El Bouzidi, 2002). Les *Ficus*

peuvent posséder des forces magiques favorisant la fécondité, et apportant le bonheur, ou sont considérés comme symbolise de la royauté. Ils peuvent servir aussi de médiateur avec les autres forces surnaturelles. C'est une plante porteuse d'une intériorité capable d'influencer la vie sociale des hommes, les relations des Betsileo peuvent ainsi être placées dans le cadre des systèmes ontologiques des relations hommes- nature décrits par Descola (2006), dans la catégorie des systèmes animistes, doublés ici d'un système analogique.

Ces usages symboliques ont été interprétés de différentes façons. Prenons le cas de *F. lutea* (*Amonta*) :

➤ selon Moreau (2002), la puissance supérieure attribuée à *F. lutea* comme emblème de la royauté est en analogie avec sa beauté et sa capacité de se développer et de s'enraciner dans des milieux hostiles tels que les rochers. Le nom *Amonta* est formé à partir de la racine: « *monta* » qui signifie amer et l'arbre peut repousser le mal à partir de cette amertume car il y a un dicton pour souhaiter le bien : *Hangidy lavitry ny loza* : « soit amer loin du mal » (Moreau, 2002).

➤ selon Boiteau (1974) le terme *samonta* évoque la virilité, confirmant l'explication de la population locale sur la signification du terme *Amonta*.

Avec la civilisation et l'évolution de la technologie, certaines utilisations comme la consommation des fruits ou comme la fabrication d'ustensiles ont diminué, alors que les utilisations comme espèces antiérosives et les considérations symboliques ont été maintenues. Si dans les autres pays (Condit, 1947 ; Dury, 1991), l'utilisation des *Ficus* en tant qu'arbre fruitier a toujours une place considérable, dans les terroirs Betsileo, cette utilisation n'a pris une place importante que pour *F. tiliifolia*. Mais la consommation des figes de cette espèce a diminué avec l'arrivée des fruits introduits tels que les pêchers et les orangers, mais aussi du fait d'un tabou sur la plantation des *Ficus* en général.

Aujourd'hui, les *Ficus* tiennent encore une place importante pour leurs fonctions symboliques (socio-culturelles) et pour leurs utilisations pratiques. En outre leur place en tant qu'éléments de frontière entre deux écosystèmes différents est maintenu :

✓ d'une part, le milieu naturel formé par les forêts, les rivières, les sources, les rochers et les cultures composées par les champs et les rizières ;

✓ d'autre part la vie présente constituées par les terroirs (hameaux, parcs à zébus, tombeaux, stèles) et les forces surnaturelles représentées par les morts, les ancêtres et les esprits.

La connaissance des rôles et fonctions de ces *Ficus* pour les populations Betsileo permet d'expliquer leurs répartitions dans les facettes socio-écologiques variées.

La répartition des *Ficus* résulte de la combinaison de plusieurs facteurs : écologiques, socio-culturels, historiques, économiques, ainsi que biologique (la capacité de la plante à se régénérer dans des habitats spécifiques). Ces faits confirment les travaux de Berard et Marchenay (1994) sur les relations entre les terroirs et la diversité bio-culturelle. Les terroirs sont les résultats d'une élaboration complexe, à l'intersection des facteurs naturels et culturels. Ils font jouer l'appartenance à un lieu géographique, un ancrage historique déterminé, des usages locaux, des savoirs, des pratiques techniques, des attitudes et des représentations qui leurs sont propres.

Cependant, bien que les facteurs socio-culturels soient très importants pour favoriser la distribution et la préservation des *Ficus* dans les différentes facettes socio-écologiques, pour la population de *F. tiliifolia*, tant que la population locale n'arrive pas à maîtriser sa plantation, il n'aura aucun avenir dans les paysages agraires.

Par ailleurs, la connaissance des relations entre les habitants des terroirs avec les arbres en particulier les espèces de figuiers, s'avère nécessaire pour comprendre le rôle de ces *Ficus* des terroirs pour la conservation de la biodiversité. La gestion des ressources végétales par les populations locales est fondée sur leurs connaissances empiriques de l'environnement, et que leurs initiatives en matière de gestion sont régies par des règles socio-économiques et culturelles (Aumeeruddy, 1994 ; Cunningham, 1996 ; Wild et Mutebi 1996 ; Ghimire, 2005). Les relations de confiance réciproque, les échanges, les règles, les normes et les sanctions régnant dans les communautés locales sont reconnus précieux et constituent les ressources sociales indispensables pour la mise en forme de l'action de chaque individu afin d'atteindre les résultats positifs de la gestion rationnelle de la biodiversité (Jackson et al, 2007).

V. Conclusion sur la deuxième partie

L'objectif d'évaluer les connaissances botaniques et l'importance des connaissances ethnobotaniques et ethnoécologiques locales associées au genre *Ficus* ainsi que la distribution spatio-temporelle de ces *Ficus* dans les terroirs et les usages associés est atteint et les hypothèses émises dans le cadre de cette étude sont vérifiées.

Les figuiers des terroirs avaient toujours joué un rôle très important dans la vie des Betsileo, dont l'existence est liée à l'histoire de la civilisation Betsileo. Ce sont des arbres emblématiques pour les Betsileo qui ont établi des relations analogiques avec les éléments de la nature. Les interactions complexes entre les hommes et les plantes ont souligné ces analogies. L'originalité de notre travail montre ainsi qu'en plus du riz et du zébu dont la place est liée à la culture malgache, certains éléments de la nature, comme les *Ficus*, grâce à leur rôle de médiation, interviennent selon les exigences locales à tisser les liens entre les hommes, les forces naturelles.

Le développement des espèces introduites et l'essor de la technologie moderne ont rendu moins bénéfique l'usage des figuiers. Certains usages persistent et tiennent encore une grande place dans la vie des Betsileo. C'est le cas des plantes médicinales et le cas des diverses croyances (exemple : *tafoto*). Les figuiers sont perçus d'avoir des forces magiques capables de satisfaire les besoins de la population et de jouer le rôle de médiateur avec l'esprit des ancêtres et les autres forces surnaturelles de la nature. Ce qui les permet de jouer le rôle d'éléments de frontière dans le territoire Betsileo. Pourtant, ces usages ne nécessitent pas un grand nombre de pieds de figuier et il est prévisible que certains de ces figuiers puissent disparaître des terroirs étant donné qu'ils ne sont plus plantés activement même pour la fabrication de haies vives.

Toutes les catégories d'individus dans la famille Betsileo et dans les villages utilisent les espèces de *Ficus* suivant le rôle qu'ils occupent dans le ménage.

Les perceptions locales en relation avec les *Ficus* reposent principalement sur les caractères observables et sur les utilisations en relation avec les fonctions qu'occupe chaque individu dans la société. Elles sont acquises à partir des observations et des expériences accumulées au cours de plusieurs générations ainsi qu'à travers les mythes et les dictons. Le reflet de ces savoirs locaux sur les caractères observables peut être aussi perçu sur la « toponymie ».

*Partie 3: PROCESSUS DE NUCLEATION
AUTOUR DES FICUS ISOLEES DANS LES
TERROIRS AGRICOLES*

Partie 3 : PROCESSUS DE NUCLEATION AUTOUR DES *FICUS* ISOLEES DANS LES TERROIRS AGRICOLES

I. Introduction

Des espèces forestières arborées ont été conservées dans les terroirs, mais les Betsileo ont aussi planté des espèces forestières utiles à l'état dispersé au milieu des terroirs agricoles.

Les valeurs de ces espèces isolées pour la conservation des paysages agricoles tels que les terroirs situés à la lisière du corridor forestier de Ranomafana Andringitra ne sont pas suffisamment connues. Selon les travaux de Martin et *al.* (2009), les espèces arborées du genre *Ficus sp.* sont les plus représentées (30% des arbres isolés) dans les terroirs agricoles de la région d'Ambendrana. Les rôles concrets et socio-culturels de ces *Ficus* influencent la présence de ces *Ficus* isolés des terroirs ainsi que leur distribution dans le territoire. Par ailleurs, ces derniers jouent un rôle majeur pour les populations aviaires frugivores et carnivores qui vivent à la fois dans la forêt et dans les terroirs agraires (Martin et *al.*, 2009). Ces arbres sont leur principale source de nourriture et ils servent de site d'observation de proies des espèces carnivores (Thorstrom et *al.*, 2003 ; Martin et *al.*, 2009) . Mais la compréhension de l'impact de ces *Ficus* isolés des terroirs sur les espèces végétales n'est pas encore bien étudiée alors que ces espèces isolées sont considérés comme les noyaux de la régénération des espèces persistantes par le phénomène de nucléation.

Dans ce chapitre, l'analyse des caractéristiques structurales et floristiques de la végétation qui se régénère sous les *Ficus* par le phénomène de nucléation est abordée, afin de comprendre l'impact de leur présence sur la régénération des espèces végétales. Ceci permet également d'identifier l'influence écologique des pratiques locales sur le maintien des noyaux de nucléation dans les terroirs et leurs influences sur les espèces végétales du corridor forestier de Ranomafana Andringitra.

Pour atteindre ces objectifs, les hypothèses de travail sont les suivantes :

- les espaces agraires à proximité des aires protégées et des corridors forestiers participent activement aux échanges des flux de graines et au maintien de la biodiversité forestière.
- les figuiers (*Ficus spp.*) isolés des terroirs, préservés par les pratiques locales pourraient jouer un rôle positif dans les flux biotiques, et la protection des corridors écologiques.

➤ les *Ficus* sont également au cœur d'interactions biotiques (communautés d'insectes et d'animaux frugivores) et participent à la régénération d'espèces forestières par l'effet de nucléation.

Pour réaliser ce travail, plusieurs étapes ont été suivies :

- l'étude des caractéristiques des habitats où sont localisés les *Ficus* isolés les plus utilisés localement : *F. tiliifolia*, *F. reflexa* et *F. lutea* présentant des phénomènes de nucléation dans les deux sites.
- l'analyse des caractéristiques floristiques à savoir l'aire minimale, la richesse spécifique, la régularité floristique, la diversité floristique, la similarité floristique, la structure de la végétation qui se développe en dessous de ces *Ficus*, la proportion d'espèces annuelles et herbacées ainsi que la dispersion des graines.
- l'analyse des relations entre les *Ficus* isolés nucléés des terroirs, le cortège floristique et les paramètres écologiques du milieu.

II. Matériels et méthodes de recherche

II.1. Choix des *Ficus* comme matériels d'études

Le choix est basé sur plusieurs critères :

- ✓ la représentation des espèces sur le plan local. C'est le cas de *F. tiliifolia*, *F. reflexa* et *F. lutea* ;
- ✓ leur localisation dans les terroirs agraires;
- ✓ la présence des formations végétales qui se développent dans une surface au moins égale à la couronne de l'arbre.

Il faut remarquer que cet échantillonnage élimine les *Ficus* isolés ne présentant pas de processus de nucléation. Les observations sur le terrain montrent que l'absence de nucléation peut être attribuée aux pratiques agricoles environnantes, de sorte que l'absence de nucléation ne représente pas en soi une incapacité à former des nucleus de végétation. On considère de ce fait que l'échantillonnage est représentatif par la capacité de ces trois espèces à former des nucleus de végétation.

Pour chaque espèce, les paramètres caractéristiques de l'habitat et de la végétation qui se développe sous la couronne ont été relevés.

II.2. Collecte des données stationnelles

Sous chaque arbre sélectionné, les paramètres qui se rapportent aux caractéristiques de l'habitat, de la flore et de la végétation ont été notés :

- Coordonnées géographiques à l'aide d'un GPS;
- Altitude mesurée avec un GPS;
- Pente en adoptant les codes suivants : 1=faible à moyenne ($\leq 20^\circ$) ;
2=forte à très forte ($\geq 20^\circ$) ;
- Position topographique subdivisée en cinq types : 1 = sommet, 2 = haut versant, 3 = mi-versant, 4 = bas versant et 5 = bas fond.
- Exposition à l'aide d'une boussole ;
- Type de végétation : 1 = végétation herbacée ;
2 = végétation arbustive ;
3 = végétation arborée.
- Distance par rapport à la forêt secondaire mature (*alagasy*) source de graines, elle a été estimée à partir de la lisière de la forêt secondaire mature la plus proche de l'arbre.

II.3. Collecte des données floristiques et phytosociologiques

La collecte des données floristiques et phytosociologiques se réalise en plusieurs étapes.

III.3.1. Aire minimale

C'est la plus petite surface homogène où l'on peut rencontrer le maximum d'espèces (Gounot, 1969 ; Godron et *al.*, 1983). Cela concerne l'homogénéité apparente des conditions écologiques de l'habitat (altitude, pente, position topographique et exposition), l'homogénéité de la physionomie du couvert végétal et l'homogénéité de la composition floristique.

La détermination de l'aire minimale sous la couronne des *Ficus* isolés est effectuée selon le principe du doublement de la surface de relevé en carré emboîté (Gounot, 1969 ;

Frontier & Pichod Viale, 1998). Un carré élémentaire, de un mètre de coté, a été matérialisé par des piquets fabriqués sur place et délimité par une ficelle. Toutes les espèces rencontrées dans ce carré sont recensées et comptées. La superficie du carré est doublée par la suite, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de nouvelle espèce qui apparait dans la surface de relevé. Quand l'aire minimale n'est pas atteinte, elle est remplacée par la surface maximale qui est la surface totale sous la couronne de l'arbre.

III.3.2. Délimitation de la surface de relevé

La surface de la couronne du *Ficus* a été délimitée et matérialisée par des piquets et des ficelles, pour connaître la surface totale de relevé. Les paramètres floristiques et phytosociologiques mesurés sont :

+ pour les individus ligneux :

- le diamètre à hauteur de poitrine : DHP en centimètre (Godron et *al.*, 1983) ;
- la hauteur totale de l'arbre en mètre ;
- le nombre des ligneux de plus de 1,3m de hauteur (Godron et *al.*, 1983).

+ pour les individus herbacés :

- le recouvrement a été estimé à l'aide de la « charte pour l'estimation visuelle des rapports de surface (Godron et *al.*, 1983) ;
- la hauteur maximale en mètre.

III.3.3. Types biologiques

Ce sont les catégories morphologiques de plantes définies selon la position des organes de survie à la mauvaise saison (Da Lage et Metaillé, 2000) :

✓ arbre, plante vivace ligneuse et dressée, qui dépasse au moins cinq mètres à l'âge adulte et dont la tige, appelée tronc, est dépourvue de ramifications à la base et jusqu'à une certaine hauteur ;

✓ arbuste, plante vivace, ligneuse et dressée qui ne dépasse pas sept mètres à l'âge adulte et dont la tige est dépourvue de ramifications à la base et jusqu'à une certaine hauteur ;

✓ arbrisseau, plante vivace peu élevée dont la tige est ramifiée naturellement à la base. La hauteur maximale de l'arbrisseau à l'âge adulte est inférieure à cinq mètres ;

- ✓ herbe, plante aux tiges souvent dressées, non lignifiées et sans fleurs ou à fleurs discrètes ;
- ✓ lianes, plantes vivaces ou annuelles à longue tige flexible, s'enroulant autour d'un support ou en s'y accrochant ;
- ✓ fougères, à cause de leur appartenance à un embranchement distinct de celui des autres types biologiques sus-cités ;
- ✓ épiphytes, plantes non parasites se développant sur un support végétal vivant, le plus souvent un ligneux.

III.3.4. Diversité floristique

La diversité floristique des parcelles sous les *Ficus*, a été caractérisée par :

- ✓ la richesse spécifique S : exprimant le nombre total d'espèces recensées à l'intérieur d'une surface de référence (Godron et al. 1983) qui est la surface de la projection de la couronne du *Ficus* au sol pour cette étude.

- ✓ l'indice de régularité (Dajoz, 1996 ; Frontier & Pichod Viale, 1998) :

$$R = -\sum [(N_i/N)_i \times \log_2 (N_i/N)] / \log_2 S$$

N_i abondance de l' i -ème espèce avec $i=1$ à S (la richesse spécifique), et $N = \sum N_i$.

L'indice R tend vers zéro (0) quand une espèce domine largement le peuplement considéré et sa valeur est égale à un (1) lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Dajoz, 1996).

R dépend de la richesse spécifique et de la façon plus ou moins égale ou inégale, selon laquelle les individus, pour un nombre d'espèces donné, se répartissent entre celles-ci (Frontier & Pichod Viale, 1998). Il est utilisé pour enlever l'effet nombre d'espèces, dans le but de comparer la diversité de deux peuplements à richesses spécifiques différentes.

- ✓ l'indice de diversité (Daget & Poissonet, 1971) exprimée par la formule:

$$H = R \times H_{\max}$$

avec H_{\max} est la diversité maximale : $H_{\max} = \log_2 S$ où S est l'effectif total des espèces.

Une valeur élevée de l'indice de diversité implique une forte égalité des contributions individuelles des espèces et traduit une faible organisation de système. En revanche, un faible indice de diversité implique un système plus organisé sauf dans le cas de peuplement monospécifique ou dans un peuplement très fortement dominé par une espèce (Dembélé, 1996). La notion de système plus organisé sous-entend l'influence des perturbations qui déterminent l'organisation et le fonctionnement des espèces dans une communauté. Par contre, un système à faible niveau d'organisation peut indiquer, soit un seuil de perturbation relativement faible, soit une aptitude presque égale des espèces à résister aux perturbations.

✓ la proportion des espèces annuelles (%Ann.) par rapport à la richesse spécifique ;

✓ la proportion des espèces selon les différents modes de dispersion (anémochore, zoochore, autochore et inconnue). Le mode de dispersion a été classé suivant le type de graine et de fruit. Par exemple, les espèces aux fruits charnus et dont les graines contiennent des arilles susceptibles d'être consommées par les oiseaux ont été considérées comme zoochores. Les espèces à graines ailées et légères sont considérées comme anémochores.

III.3.5. Similarité floristique

La richesse spécifique ne suffit pas pour caractériser la végétation qui se développe en dessous des *Ficus*. Des effectifs équivalents peuvent cacher des caractéristiques floristiques importantes qui ne peuvent être décelés que par le calcul des indices de similarité. Il a été effectué à partir du coefficient de communauté floristique de Sorensen (Sorensen, 1948) par comparaison des traitements 2 à 2 selon la formule suivante :

$$\text{ISS} = \frac{2a}{b+c} \times 100$$

ISS : indice de similarité, c : nombre d'espèces communes aux deux relevés à comparer et a et b le nombre d'espèces inventoriées dans les deux relevés à comparer.

II.4. Etude structurale

La structure de la végétation analyse la répartition et l'agencement des plantes les unes par rapport aux autres et constituant une formation végétale (Guinochet, 1973). Elle permet en premier lieu d'avoir une image réelle ou une représentation de l'ensemble de la végétation et en second lieu, de déterminer l'organisation spatiale des espèces. Elle peut être caractérisée selon deux manières :

- ✓ **la structure verticale** caractérisée par les différentes strates constituant la végétation ;
- ✓ **la structure horizontale**: se rapportant à l'agencement et à la répartition des individus du peuplement suivant le plan horizontal.

Dans cette étude, la surface de relevé (surface de la couronne) ne permet pas de faire l'étude de la stratification pour caractériser la structure végétale, ainsi ce n'est que l'étude de la structure horizontale qui a été considérée. Elle se traduit par :

- la densité des espèces dans la parcelle d'étude. Elle se subdivise également en deux catégories, la densité totale (D) qui est l'abondance de toutes les espèces dans la parcelle d'étude exprimée en nombre d'individus par hectare (n/ha) et la densité spécifique (Ds) qui est l'abondance d'une espèce particulière à l'intérieur de la surface de relevée, exprimée aussi en nombre d'individus par hectare (ni/ha).

Notons que $n/ha = \sum_{i=1}^s n_i/ha$.

- la valeur de la surface terrière (G) dans les différentes parcelles d'étude. C'est le recouvrement basal de la surface occupée par les parties aériennes à hauteur de poitrine dans le cas des arbres (Parde, 1961 ; Gounot, 1969) :

$$G = \sum \pi \cdot DHP_i^2 / 4,$$

avec, DHP_i : diamètre à hauteur de poitrine du i-ème individu ; N: abondance totale d'espèces ligneuses dans la parcelle étudiée et i= 1 à N.

(G) représente la surface terrière totale de toutes les espèces présentes dans la formation végétale considérée et les surfaces terrières spécifiques (G_s) correspondant aux différentes espèces qui la constituent. Ces deux catégories de grandeur sont reliées par la relation suivante :

$$G = \sum_{s=1}^s G_s$$

- la proportion d'espèces annuelles (herbacées) et pérennes (arbres et arbustes) qui constituent la formation végétale.

II.5. Traitement des données

Toutes les données obtenues ont été traitées statistiquement par :

- ✓ Analyse Factorielle des Correspondances pour mettre en évidence les relations entre le *Ficus* isolé et la structure spécifique sous ce *Ficus*.
- ✓ Analyse en Composantes Principales pour étudier les relations entre un *Ficus* isolé et les paramètres du milieu.
- ✓ Analyse de co-inertie pour hiérarchiser les différents facteurs susceptibles d'agir sur la répartition des espèces ;
- ✓ Analyse de variance pour mettre en évidence l'effet de la présence de *Ficus* sur la végétation et la biodiversité.

II.5.1. Analyse Factorielle de Correspondances (AFC) et Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'AFC et l'ACP sont des méthodes d'analyse de groupement et d'association d'éléments liés d'un système quelconque. Elles permettent de voir comment sont structurées les relations entre les *Ficus* isolés du terroir et le cortège floristique (AFC) d'une part, les *Ficus* isolés du terroir et les paramètres du milieu (ACP) d'autre part (Benzecri, 1980). Elles ont été réalisées à l'aide du logiciel ADE4 (Analyse des Données Ecologiques : méthodes Exploratoires et Euclidiennes en sciences de l'Environnement) mis au point par l'Unité Biométrie de l'Université de Lyon. Les paramètres figurent dans un tableau de contingence ou tableau de dépendance constitué par autant de lignes qu'il y a d'observations et de colonnes que de variables. Dans cette étude, les observations correspondent aux *Ficus* isolés (*Ficus lutea*, *Ficus reflexa* et *Ficus tiliifolia*) échantillonnés dans les terroirs, et les variables correspondent aux paramètres floristiques et phytosociologiques comme les modes de dispersion, la forme biologique, le type de végétation (AFC) ou aux paramètres du milieu :

altitude, topographie, exposition, distance forêt, aire minimale et surface d'inventaire (ACP), recensées lors des relevés.

Dans le cas où, il y a une co-structure après le test de significativité de Monté Carlo, les résultats relatifs à l'ACP et à l'AFC ne seront pas présentés mais serviront seulement à l'analyse de co-inertie. Dans le cas contraire, seuls les résultats de l'ACP et de l'AFC seront présentés.

II.5.2. Analyse de co-inertie

L'objet de l'analyse de co-inertie est de construire dans la logique de chaque analyse des cartes factorielles, des relevés ayant une signification tout en optimisant la lecture simultanée

Elle permet de déterminer les facteurs abiotiques prépondérants à la répartition des espèces. Cette analyse aborde un des aspects du couplage de tableaux, celui du test de l'existence d'une co-structure entre deux tableaux individus-variables dont on a étudié la structure soit par Analyses Factorielles de Correspondances soit par Analyses en Composantes Principales. Elle consiste au couplage des tableaux X_1 (flore) et X_2 (milieu) ou plus précisément la capacité de X_2 à prédire le tableau X_1 .

L'analyse de co-inertie ne cherche plus des axes d'inertie pour chaque nuage de points mais cherche des axes de co-inertie qui maximisent la covariance des coordonnées des projections.

Cette analyse de co-inertie se fait en deux étapes :

✓ mise en évidence de la présence de co-structure, par un test de significativité, entre les variables du milieu et les variables floristiques et phytosociologiques. Pour déterminer le seuil de signification des résultats, le test de significativité de Monte-Carlo a été réalisé. Il s'agit d'un test de permutation sur 1000 simulations :

- Nombre de simulation : $X < \text{Observation} = 1000$ soit une probabilité = 1
- Nombre de simulation : $X \geq \text{Observation} = 0$ soit une probabilité = 0

Le test est significatif à $p < 0,1$, ce qui indique l'existence de co-structure entre les deux variables (variables floristique et phytosociologique et variables du milieu). La présence de cette co-structure va permettre de représenter sur un même plan ces deux variables.

✓ hiérarchisation des facteurs de répartition des espèces : les facteurs les plus déterminants sont les facteurs qui présentent les poids canoniques les plus élevés.

II.5.3. Analyse de variance

Pour tester les effets de la présence des *Ficus* isolés sur la végétation et la richesse spécifique, des analyses de variances ont été réalisées sur les différents paramètres. L'objectif est de rechercher si l'effet des différents paramètres est « significatif » au risque d'erreur ou seuil de probabilité près (dans notre cas 0,05) (Dagnélie, 1977). Le logiciel STAT-ITCF, mis au point par l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (France), a été utilisé. Ce logiciel permet de réaliser des analyses de variance aux types de dispositifs expérimentaux les plus courants (randomisation totale, dispositifs factoriels en blocs...). Il permet aussi d'analyser soit l'effet d'un seul facteur, soit l'effet de l'interaction de deux facteurs. Ce logiciel est donc adapté au traitement des données du dispositif expérimental.

La notion de la signification de différence au seuil de probabilité 0,05 est la suivante :

- la différence est non significative (NS) lorsque la probabilité observée de F (test de Fisher) est supérieure à 0,05 ;
- la différence est significative (S) lorsque la probabilité observée de F est comprise entre 0,01 et 0,05 ;
- la différence est hautement significative (HS) lorsque la probabilité observée de F est inférieure à 0,01.

Dans le cas où un effet est globalement significatif, l'interprétation du tableau s'achève par l'application du test de Newman-Keuls qui permet de distinguer les groupes de moyennes statistiquement homogènes. Les traitements ne représentant entre eux aucune différence significative sont, dans les tableaux de résultats, repérés par une même lettre (Gouet & Philippeau, 1989).

III. Résultats et interprétations

Les résultats présentés portent sur les caractéristiques des habitats où se rencontrent les trois espèces de *Ficus* isolés dans les deux sites. Ensuite les caractéristiques floristiques des relevés à savoir la richesse spécifique, l'indice de similarité floristique seront abordées ainsi

que les relations entre les *Ficus* isolés du terroir, le cortège floristique et les paramètres du milieu.

A propos de l'étude des caractéristiques floristiques, dans un premier temps, les résultats sur la totalité des parcelles seront présentés, puis la comparaison entre les deux sites (Ambendrana et Sahabe) sera faite et enfin la comparaison entre les trois types de *Ficus* (*F. tiliifolia*, *F. reflexa* et *F. lutea*) sera traitée.

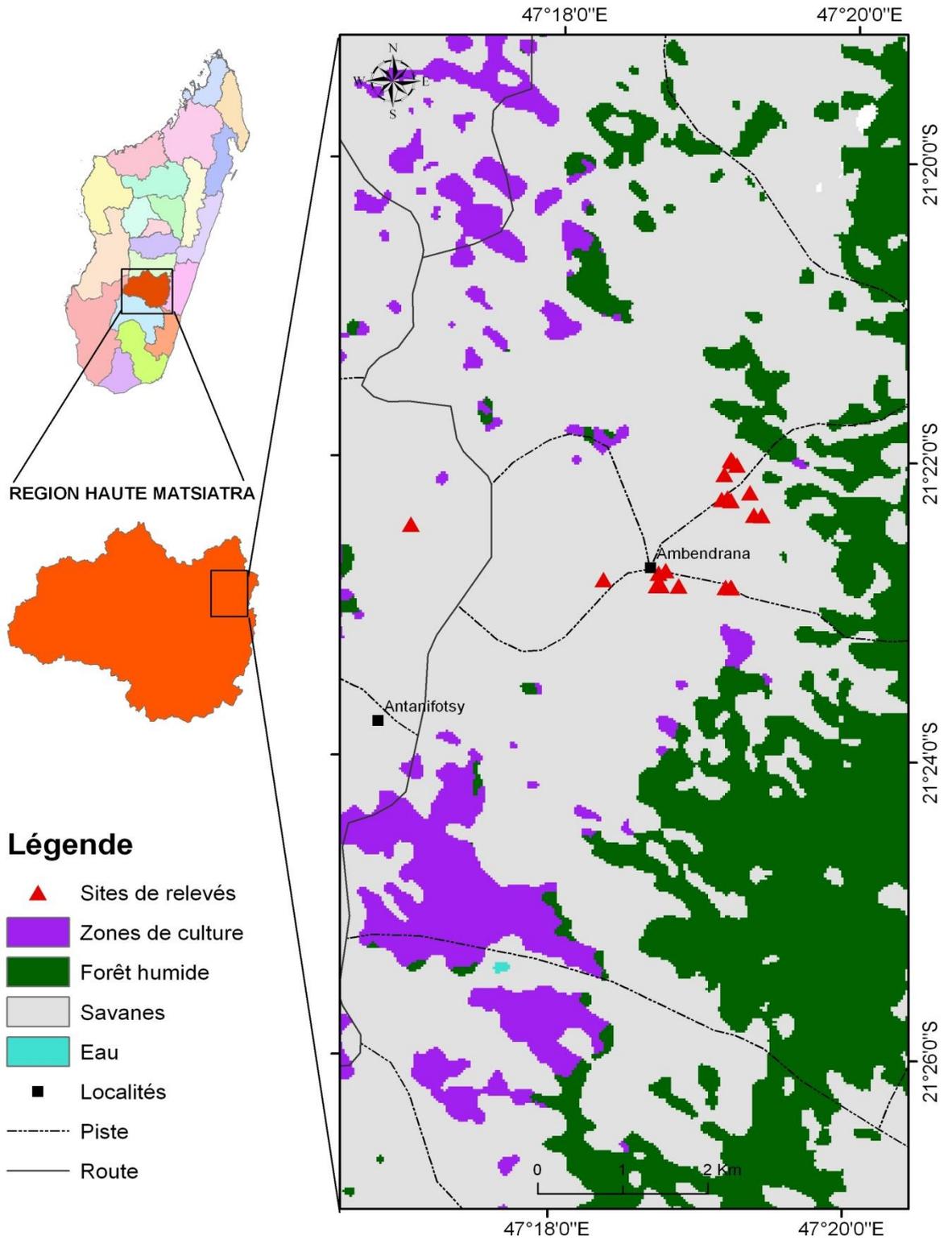
III.1. Caractéristiques des relevés

III.1.1. Parcelles de relevé

Les parcelles de relevé ont été représentées par les surfaces situées en dessous de *Ficus* isolés repérés comme nucléés. Sur les 257 *Ficus* isolés du terroir agricole, 55 ont fait l'objet de l'étude dont 21 à Ambendrana (Carte 4) et 34 à Sahabe (Carte 5). Huit (8) relevés ont été réalisés sous *F. lutea*, 10 sous *F. reflexa* et 37 sous *F. tiliifolia* (Tableau 13). La localisation des parcelles est présentée dans les cartes 4 et 5.

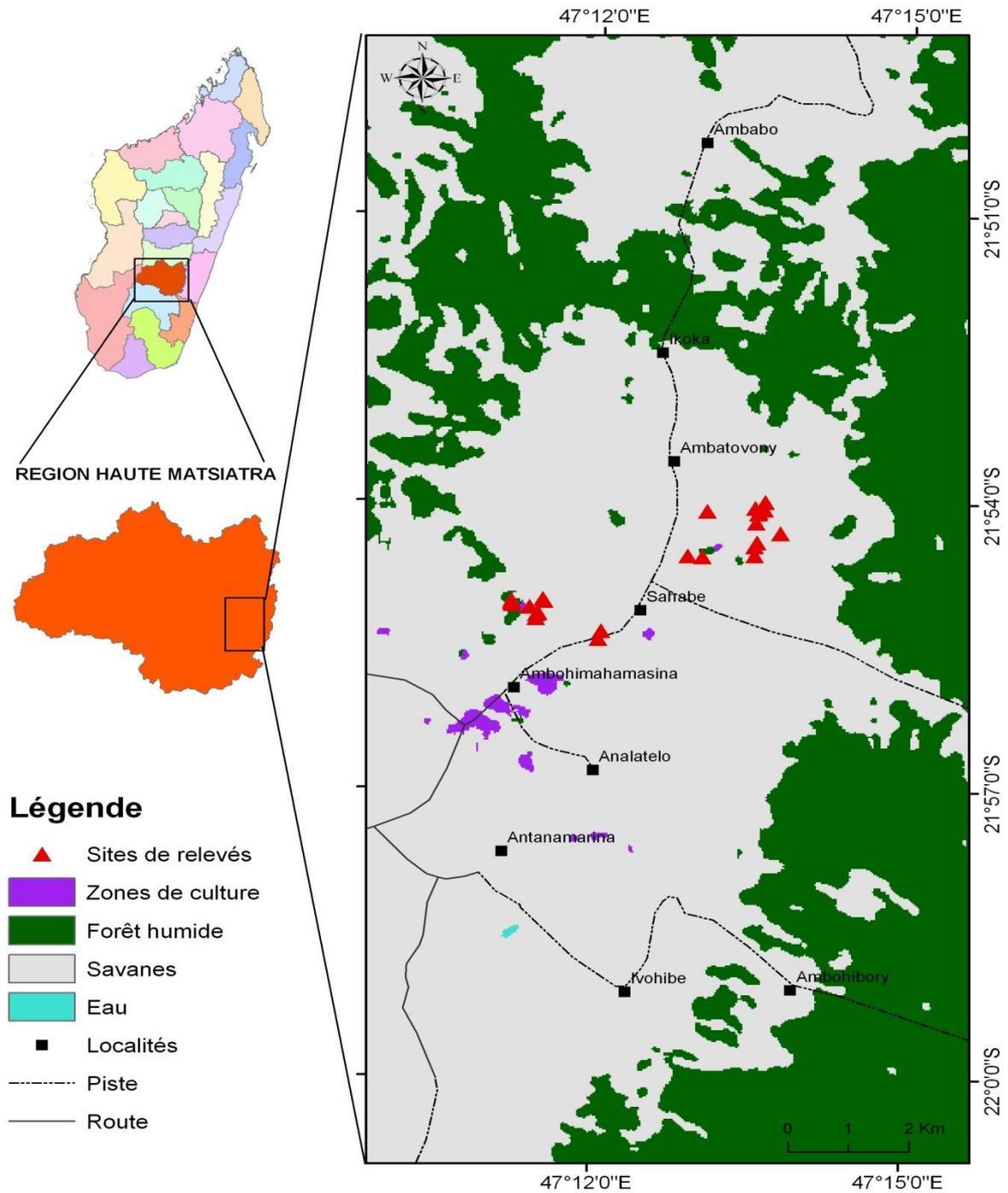
Tableau 13: Répartition des *Ficus* isolés nucléés dans les terroirs agricoles.

Site	Type de <i>Ficus</i>	Nom vernaculaire	<i>Ficus</i> nucléé
Ambendrana	<i>F. lutea</i>	<i>Amontana</i>	0
	<i>F. reflexa</i>	<i>Nonoka</i>	3
	<i>F. tiliifolia</i>	<i>Voara</i>	18
Sahabe	<i>F. lutea</i>	<i>Amontana</i>	8
	<i>F. reflexa</i>	<i>Nonoka</i>	7
	<i>F. tiliifolia</i>	<i>Voara</i>	19
Total			55



Source BD 500 FTM

Carte 4 : Localisation des sites de relevés à Ambendrana



Source BD 500 FTM

Carte 5 : Localisation des sites de relevé à Sahabe

Aussi bien à Ambendrana qu'à Sahabe, *F. tiliifolia* est l'espèce la plus fréquemment trouvée comme arbre isolé nucléé. A Ambendrana, aucun *F. lutea* isolé nucléé n'a pas été

observé et l'espèce a été trouvée uniquement dans un ancien village royal et aux alentours de la falaise rocheuse de Igodona.

Les caractéristiques des habitats de chaque relevé sont données en annexe XXIII. Leur répartition altitudinale varie de 965 m à 1235 m pour les 55 relevés. Du bas fond jusqu'au sommet de la colline, on peut trouver des *Ficus* isolés mais plus de 70% se situent dans les bas versants et haut versant. La distance maximale entre les parcelles et la lisière de la forêt secondaire mature est de 6 km à vol d'oiseau et plus de 60% des parcelles se trouvent à une distance supérieure ou égale à 2 km.



Photo 28 : Pied de *F. reflexa* nucléé

III.1.2. Aires minimales

Pour les 55 relevés, l'aire minimale en dessous des *Ficus* isolés varie de 1m² à 12m². Les tableaux 14 et 15 présentent les différentes valeurs des aires minimales calculées dans les deux sites (Tableau 14) et sous les différents types de *Ficus* isolés (Tableau 15).

Tableau 34: Aires minimales dans les deux sites

	Valeur moyenne (m ²)	Valeur minimale (m ²)	Valeur maximale (m ²)
Ambendrana	4,30±2,79	1	11
Sahabe	4,52±2,58	1	12

Tableau 15: Aires minimales sous les différentes espèces.

	Valeur moyenne (m ²)	Valeur minimale (m ²)	Valeur maximale (m ²)
<i>F. lutea</i>	5,31±3,21	2	12
<i>F. reflexa</i>	4,67±2,46	1	9
<i>F. tiliifolia</i>	4,20±2,62	1	11

Dans les deux sites, la valeur moyenne de l'aire minimale est environ de 4m². Sous *F. lutea*, elle est légèrement supérieure (5,31m²) par rapport à celles des relevés sous les deux autres *Ficus*. Cette différence est significative ($p < 0,031$ selon le test de l'analyse de variance) et elle est en relation avec la taille de la couronne de l'arbre isolé. *F. lutea* présente une couronne plus large (diamètre moyen : 5,94m) comparée aux *F. reflexa* (diamètre moyen : 4,95m) et *F. tiliifolia* (diamètre moyen : 4,43m). En effet, la surface élevée de la couronne de *F. lutea* favorise une plus grande hétérogénéité de la végétation par rapport à la couronne des deux autres types de *Ficus*.

III.2. Caractéristiques floristiques

III.2.1. Richesse floristique

Pour les deux sites, 269 espèces réparties dans 94 familles ont été recensées (Annexe XXIV) dont 57 espèces sont des espèces forestières. Si on considère les espèces arborées, 20 sur les 26 espèces recensées (76,92%) sont des espèces forestières.

Les familles les plus représentées sont les *Asteraceae*, les *Fabaceae*, les *Poaceae* et les *Rubiaceae*. La famille des *Asteraceae* est la plus riche avec 35 espèces. Les *Fabaceae*, les *Poaceae*, et les *Rubiaceae* présentent respectivement : 18 espèces, 16 espèces et 14 espèces.

La richesse floristique ainsi que les taxons caractéristiques des deux sites sont présentés sur le tableau 16.

Tableau 16: Richesse floristique et taxons caractéristiques des deux sites

Site	Ambendrana	Sahabe
Famille	55	78
Espèce	173	232
Taxons	Asteraceae (N= 22)	Asteraceae (N=23)
	Poaceae (N= 14)	Léguminosae (N= 12)
	Rubiaceae (N= 11)	Rubiaceae(N= 12)

N : effectifs

Cent soixante treize (173) espèces réparties dans 55 familles et 232 espèces réparties dans 78 familles ont été respectivement recensées à Ambendrana et à Sahabe. Certaines espèces sont communes aux deux sites. Aussi bien à Ambendrana qu'à Sahabe, la famille des *Asteraceae* est la plus représentée : 22 et 23 espèces. A Ambendrana, elle est suivie par les familles des *Poaceae* avec 14 espèces et des *Rubiaceae* avec 11 espèces. Par contre à Sahabe, par les familles des *Fabaceae* et des *Rubiaceae* avec 12 espèces chacune. A Sahabe, la richesse spécifique et la richesse en famille sont supérieures par rapport à celles d'Ambendrana. Mais cette différence entre les deux sites est non significative ($p < 0,172$).

Les richesses floristiques sous les différents types de *Ficus* isolés et les familles caractéristiques sont données dans le tableau 17:

Tableau 17 : Richesse floristique moyenne et familles caractéristiques sous les *Ficus* isolées

Type de <i>Ficus</i>	<i>Ficus lutea</i> (Amonta)	<i>Ficus reflexa</i> (Nonoka)	<i>Ficus tiliifolia</i> (Voara)
Espèce	43±6,63	39±15,74	30±8,06
Familles	Asteraceae (N=22)	Asteraceae (N=23)	Asteraceae (N=27)
	Poaceae (N=8)	Poaceae (N=13)	Poaceae (N=16)
	Fabaceae (N=7)	Fabaceae (N=12)	Rubiaceae (N=12)

N : effectifs

Sous *F. lutea*, la richesse spécifique moyenne par couronne d'arbre est de 43 espèces, 39 espèces sous *F. reflexa* et 30 espèces sous *Ficus tiliifolia*.

La famille des *Asteraceae* est toujours la plus représentée, sous *Ficus lutea* et *F. reflexa*. Mais sous *F. tiliifolia*, des espèces appartenant à la famille des *Rubiaceae* ont été également identifiées.

La famille des *Asteraceae* ainsi que la famille des *Poaceae* sont des plantes anémochores et la dissémination des graines est favorisée par le vent, d'où leurs prédominances dans toutes les formations végétales nucléées échantillonnées. Ces formations végétales nucléées constituent une barrière pour le déplacement des graines.

Les parcelles de relevés sous *Ficus lutea* et *F. reflexa* présentent des richesses floristiques plus élevées par rapport aux parcelles de relevés sous *F. tiliifolia* ($p < 0,001$). Ce résultat confirme le résultat de la comparaison entre la richesse floristique d'Ambendrana et de Sahabe. A Ambendrana, on ne trouve que quelques pieds de *F. reflexa* nucléée (3 individus) et de *Ficus lutea* isolée ainsi la richesse spécifique de l'ensemble est inférieure par rapport à celle de Sahabe.

III.2.2. Indice de régularité

L'ensemble des 55 relevés montre que l'indice de régularité varie entre 0,20 à 0,97 pour les deux sites (Tableaux 18 et 19).

Tableau 18: Indice de régularité pour les deux sites

	Indice de régularité R_{moyen}	Indice de régularité R_{minimal}	Indice de régularité R_{maximal}
Ambendrana	0,84±0,12	0,54	0,97
Sahabe	0,87±0,13	0,20	0,97

La majorité des formations végétales sous les *Ficus* isolés présente une équidistribution d'individus par espèce. Aussi bien à Ambendrana qu'à Sahabe, la majorité des formations végétales est constituée d'espèces avec des abondances similaires, il n'y a pas de prédominance d'espèces.

Tableau 19: Indice de régularité sous les différentes espèces de *Ficus*.

	Indice de régularité R_{moyen}	Indice de régularité R_{minimal}	Indice de régularité R_{maximal}
<i>F. lutea</i>	0,92±0,05	0,86	0,97
<i>F. reflexa</i>	0,90±0,12	0,76	0,97
<i>F. tiliifolia</i>	0,85±0,12	0,20	0,94

Sous *F. tiliifolia*, la valeur de l'indice varie de 0,20 à 0,94 mais 94,5% des relevés présentent une distribution équitable des individus par espèce avec un indice de régularité moyen de 0,85.

Sous *F. lutea* et *F. reflexa* l'indice de régularité moyen est de 0,92, indiquant que les espèces présentent une abondance similaire. De même, sous *F. reflexa*, l'indice de régularité moyen est de 0,90, aucune espèce ne prédomine dans le peuplement.

Cette différence de l'indice de régularité des végétations sous *F. tiliifolia* par rapport à celles sous *F. reflexa* et *F. lutea* est hautement significative ($p < 0,001$) selon les tests de l'analyse de variance : ANOVA effectués.

Les espèces de *Ficus* isolés interviennent ainsi de manières différentes dans la régularité de la distribution des individus des différentes espèces qui se développent sous la couronne. *F. reflexa* et *F. lutea* favorisent une distribution plus régulière des individus par rapport à *F. tiliifolia*. Les *F. lutea* et *F. reflexa* nucléées poussent dans des lieux non appropriés à l'agriculture ou elles sont préservées dans les terroirs pour des usages socio-culturels. Alors que *F. tiliifolia* est conservée dans les terroirs pour favoriser la fertilité du sol aux alentours. La végétation qui se développe sous *F. tiliifolia* est nettoyée périodiquement pour récupérer la surface cultivable fertile, entraînant ainsi l'irrégularité de la distribution des individus.

III.2.3. Indice de diversité

Si on considère l'indice de diversité de Shannon du peuplement pour les deux sites (tableau 20) et sous les différentes espèces de *Ficus* (tableau 21), il varie de 0,89 à 5,84.

Tableau 20: Indice de diversité de Shannon dans les deux sites.

	Indice de diversité H_{moyen}	Indice de diversité H_{minimal}	Indice de diversité H_{maximal}
Ambendrana	4,11±0,72	2,51	5,84
Sahabe	4,49±0,80	0,89	5,38

Les deux sites (Ambendrana et Sahabe) présentent un indice de diversité de Shannon semblable aux environs de 4. En effet, ils présentent une similarité de contributions

individuelles des espèces et une similarité de l'organisation du système. Les seuils de perturbations qui déterminent l'organisation et le fonctionnement des espèces dans les deux communautés sont identiques.

Tableau 21: Indice de diversité de Shannon sous les différentes espèces.

	Indice de diversité H_{moyen}	Indice de diversité H_{minimal}	Indice de diversité H_{maximal}
<i>F. lutea</i>	4,94±0,30	4,26	5,22
<i>F. reflexa</i>	4,66±0,76	3,56	5,84
<i>F. tiliifolia</i>	4,17±0,75	0,89	5,19

Les valeurs de l'indice de diversité des trois espèces de *Ficus* ont montré une différence hautement significative ($p < 0,0001$).

Sous *F. lutea*, l'indice de diversité est le plus élevé ($H=4,94$) tandis que sous *F. tiliifolia* ($H=4,17$), il est le plus faible. En effet, sous *F. lutea* l'égalité forte des contributions individuelles des espèces est la plus marquée, ce qui traduit une faible organisation dans le système par rapport aux deux autres espèces de *Ficus*. La formation végétale sous *F. lutea* présente soit un seuil de perturbation relativement faible, soit une aptitude presque égale des espèces à résister aux perturbations. Par conséquent, on peut en déduire que les différentes espèces de *Ficus* isolées semblent déterminer de manière non semblable l'organisation et le fonctionnement des espèces dans une communauté qui se développent sous leur couronne.

III.2.4. Similarité floristique

Entre Sahabe et Ambendrana, l'indice de similarité floristique sous les *Ficus* est élevé : 79,56%. Cette similarité pourrait être en relation avec la ressemblance des cadres physiques qui délimitent les deux sites : à l'est le corridor forestier et à l'ouest la falaise rocheuse : Igodona pour Ambendrana et Angavao pour Sahabe.

Les végétations qui se développent sous *Ficus reflexa* et *Ficus tiliifolia* présentent une ressemblance floristique avec un indice de similarité égale à 60,37%. Par contre entre *Ficus tiliifolia* et *Ficus lutea* (48,75%) d'une part et *Ficus lutea* et *Ficus reflexa* (48,61%) d'autre part, les ressemblances floristiques sont moyennes (Annexe XXV).

Ainsi, on peut en déduire que l'espèce de *Ficus* isolé aurait un effet sur les caractéristiques floristiques de la végétation qui se développent sous sa couronne.

Les comparaisons deux à deux des listes floristiques de chaque relevés, y compris les comparaisons entre les relevés sous les mêmes espèces de *Ficus* isolées, quelque soit l'espèce considérée, donnent un indice de similarité faible inférieure à 50%. La majorité de ces comparaisons (plus de 80%) donne une valeur de l'indice de similarité inférieur à 25%. Ainsi la similarité floristique entre chaque relevé est faible quelque soit l'espèce de *Ficus* isolée considérée. Les différents facteurs (habitats, historique de l'exploitation agraire) agissant sur chaque relevé ne sont pas similaires même si les *Ficus* isolés appartiennent à une même espèce, ce qui favoriseraient la différence floristique entre chaque relevé.

III.3. Caractéristiques structurales de la végétation : structure horizontale

La densité des individus, la surface terrière et le pourcentage des espèces annuelles (herbacées) et des arbres et arbustes pérennes présentés dans les tableaux 22 et 23 permettent de caractériser la structure horizontale des formations qui se développent sous les *Ficus* isolés.

Tableau 22: Densité moyenne, surface terrière et richesses en arbre, arbuste et en individus herbacés pour les deux sites

	Ambendrana	Sahabe
Densité moyenne (ind/m ²)	3,46±1,99	6,24±6,53
Surface terrière moyenne (m ²)	17,03±16,20	25,34±36,20
Arbre (%)	18,72	14,73
Arbuste (%)	30,05	21,83
Herbacée (%)	51,21	63,40

La densité moyenne des individus à Ambendrana (3,46ind/m²) est plus faible qu'à Sahabe (6,24 ind/m²). Dans les deux sites, les espèces annuelles sont toujours prédominantes par rapport aux espèces d'arbres et d'arbustes, mais à Sahabe, la proportion d'espèces

annuelles est largement supérieure qu'à Ambendrana. Par contre, à Ambendrana la proportion d'espèces arbustives est plus élevée qu'à Sahabe. Ces différences sont hautement significatives ($p < 0,0001$) et montrent que les formations végétales à Ambendrana sont riches en espèces arborées et arbustives tandis que les formations végétales à Sahabe sont riches en espèces herbacées. Par conséquent, l'abondance d'espèces herbacées à Sahabe y favorise une densité moyenne des individus plus élevée par rapport à Ambendrana.

En outre, le pourcentage d'espèces arborées par rapport à la distance à la forêt (Figure 19) montre que l'effectif des espèces arborées sous les *Ficus* diminue progressivement au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la forêt. La distance entre le lieu où se déroule le phénomène de la nucléation et la forêt est en corrélation avec l'abondance des espèces arborées. Ambendrana plus proche du corridor forestier (dizaine de kilomètre) que Sahabe (vingtaine de kilomètres), présente un effectif plus élevé en espèces arborées et arbustives.

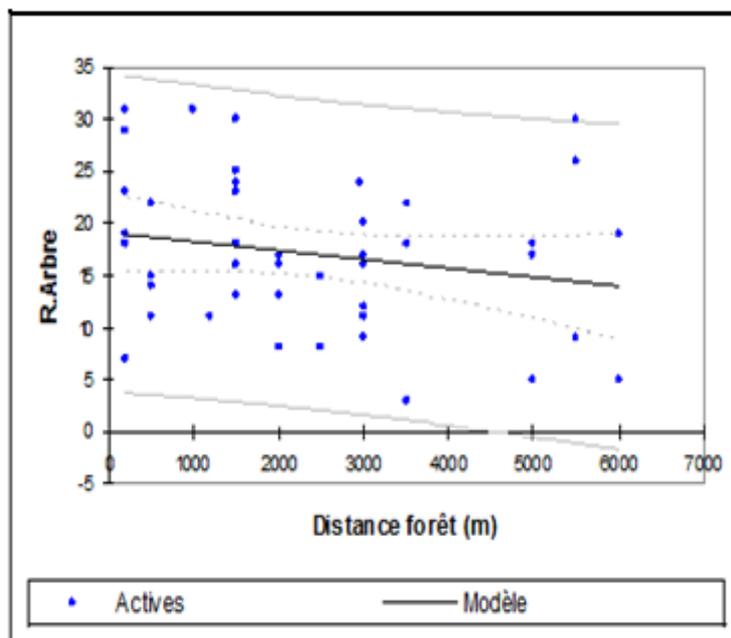


Figure 19 : Régression de la richesse en arbre par rapport à la distance à la forêt.

Sous les trois types de *Ficus* (Tableau 23), il y a une différence d'abondance en espèces arbustives et en espèces herbacées. Ces différences sont très significatives avec $p < 0,004$ pour les espèces arbustives et $p < 0,018$ pour les espèces herbacées. *F. lutea* favorise l'installation des espèces herbacées alors que *F. tiliifolia* favorise le développement des espèces arbustives et les formations végétales sous *F. reflexa* sont pauvres en espèces herbacées.

Tableau 23: Densité moyenne, surface terrière et richesses en arbre, arbuste et en individus herbacés sous les différentes espèces

	<i>F. lutea</i>	<i>F. reflexa</i>	<i>F. tiliifolia</i>
Densité moyenne (ind/m ²)	5,2±2,61	2,55±1,41	10,39±7,20
Surface terrière moyenne (m ²)	45,37±60,83	32,27±19,28	13,22±13,79
Arbre (%)	14,77	16,45	16,21
Arbuste (%)	21,44	24,01	25,74
Herbacée (%)	63,75	60,49	57,23

Ces différences pourraient être liées aux usages locaux ou aux habitats. Les principaux usages de *F. reflexa* nucléés sont d'ordre socio-culturels (ex : *tafoto*), ainsi elles sont préservées sur des endroits où les espèces arbustives et arborées sont interdits à couper. Le facteur culturel est ici primordial et permet de confirmer les possibilités de l'espèce de se développer à un milieu écologique donné. Pour *F. lutea*, les arbres nucléés se trouvent principalement dans les milieux rocheux où les minces couches du sol entre les rochers ne permettent que le développement des plantes herbacées.

A propos de la surface terrière, à Sahabe, elle est beaucoup plus élevée (25,34m²) qu'à Ambendrana. Les parcelles de *F. lutea* nucléées présentent les valeurs de la surface terrière les plus élevées, ce qui explique la valeur élevée de la surface terrière à Sahabe. Ambendrana ne présente pas de *F. lutea* nucléée. Les pieds de *F. lutea* nucléées sont de grandes tailles avec de gros diamètre car ils poussent sur les endroits rocaillieux non appropriées aux pratiques agricoles. Les rares graines de cet arbre qui peuvent germer à Sahabe peuvent ainsi pousser longtemps sans perturbation et donner des arbres de grande taille.

III.4. Dispersion des graines

Les modes de dispersion des graines des *Ficus* nucléés recensés par rapport au nombre total des espèces inventoriées, ont été évalués dans les deux sites (tableau 24) et aussi par espèce de *Ficus* (tableau 25).

Tableau 24: Proportion des espèces en fonction du mode de dispersion des graines

	Anemochore (%)	Autochore (%)	Barochore (%)	Hydrochore (%)	Zoochore (%)
Total	42,59	5,31	0,09	0,23	51,76
Ambendrana	44,10	1,62	0	0	54,26
Sahabe	41,61	7,70	0,15	0,39	50,14

Tableau 25: Proportion des espèces sous les trois espèces de *Ficus* en fonction du type de dispersion des graines

	Anémochore (%)	Autochore (%)	Barochore (%)	Hydrochore (%)	Zoochore (%)
Total	42,59	5,31	0,09	0,23	51,76
<i>F. lutea</i>	38,83	10,51	0	0	50,64
<i>F. reflexa</i>	42,76	7,73	0	0,52	48,97
<i>F. tiliifolia</i>	43,56	3,67	0,14	0,21	52,39

Dans les deux sites, il y a toujours prédominance des espèces zoochores comme *Psidium cattleyanum*, *Desmodium ascendens* suivis par des espèces anémochores comme *Psiadia altissima* et *Erigeron naudinii* dans les peuplements. Les espèces autochores sont rares et les espèces barochores et hydrochores sont presque absentes.

La présence des *Ficus* isolés dans un espace ouvert constitue à la fois un lieu de repos, une branche perchoirs et une source de nourriture pour les animaux frugivores disperseurs de graines comme les oiseaux et les roussettes. Ces animaux déposent sous les couronnes des arbres isolés, les graines des plantes épizoochores et leurs excréments. Par la suite, ces animaux frugivores assurent la dispersion des graines endozoochores accompagnant leurs excréments. Si ces animaux frugivores fréquentent à la fois la forêt et les terroirs agraires, ils favorisent la dispersion des graines des espèces forestières (*Canthium sp.*, *Tambourissa thouvenotii*), et des espèces de lisières (*Trema orientalis*, *Dichaetanthera cordifolium*) dans les terroirs agraires. Par ailleurs, il apparaît que le passage dans le conduit digestif de l'animal, favorise leur germination.

En outre, les arbres isolés au milieu d'un espace ouvert des terroirs constituent une barrière physique pour les graines anémochores apportées par le vent et il fournit aussi un microclimat favorable pour leur développement. Dans les terroirs agraires situés sur la lisière

ouest du corridor, les figuiers sont les arbres isolés plus abondants (plus de 30%) et présentent la particularité d'être plus haut avec une couronne constituée de feuilles denses au milieu des espaces ouverts (Photo 29). Ces feuilles denses servent d'une barrière physique efficace pour arrêter les graines. Par la suite, la fertilité du sol et le microclimat sous la couronne constitue un endroit idéal pour germer.



Photo 29 : Pied de *F. tiliifolia* dans le terroir agraire

III.5. Facteurs déterminant à la distribution des espèces de *Ficus*

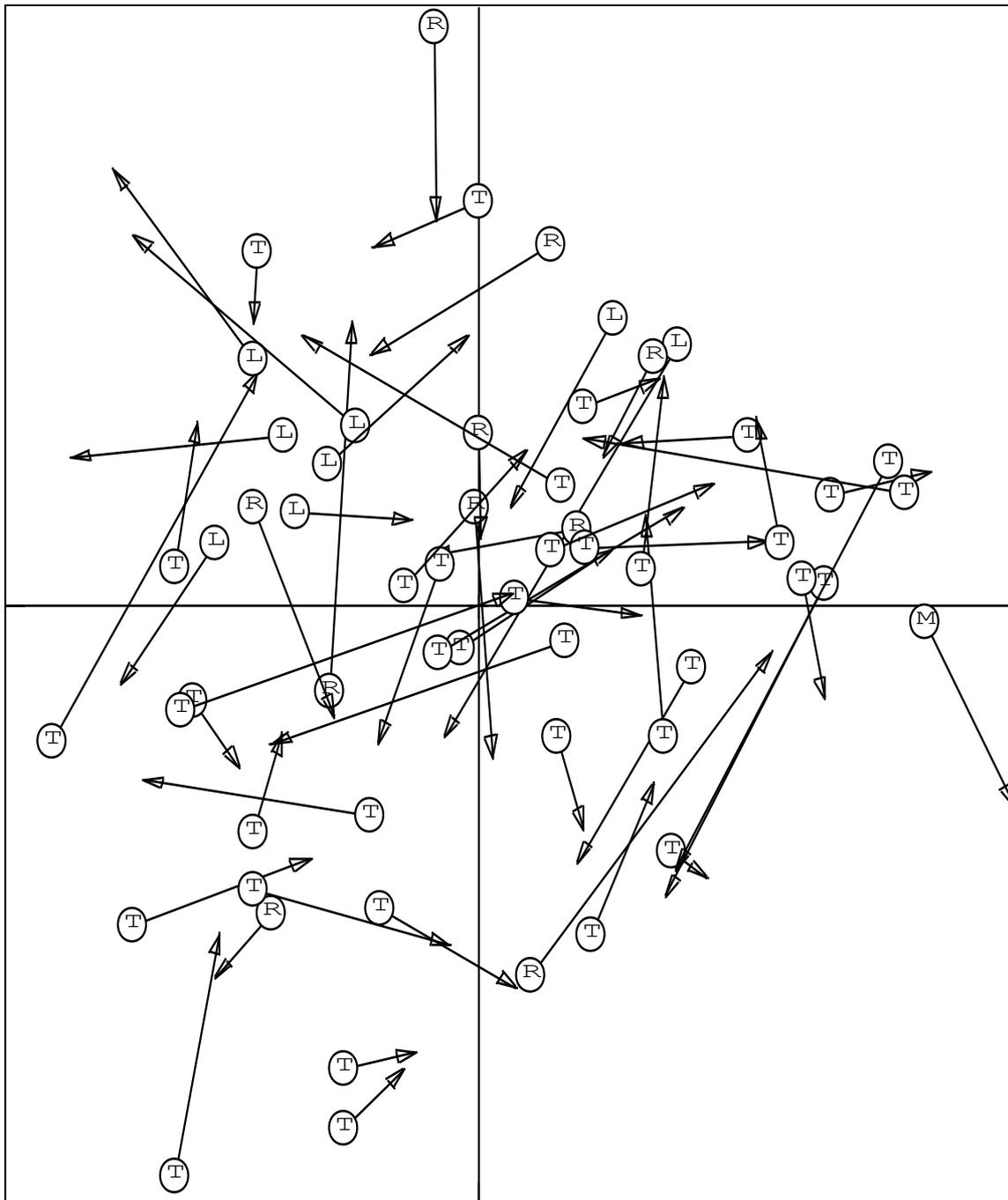
Les facteurs de distribution ont été identifiés par l'analyse de co-inertie. Cette analyse se fait en deux étapes :

- Mise en évidence de la présence de co-structure
- Hiérarchisations des facteurs

III.5.1. Mise en évidence de la présence de co-structure

Le test de permutation montre que $p=0$, ce qui indique que 0 permutation sur 1000 est supérieure aux observations, traduisant l'existence de co-structure entre les deux structures de tableaux de variables (variables floristique et phytosociologique et variables du milieu). La présence de cette co-structure permet de représenter sur un même plan ces deux variables.

La projection simultanée en analyse de co-Inertie des nuages de points de *Ficus* isolés avec les variables du milieu est représentée sur la figure 20



T : *F. tiliifolia* ; L : *F. lutea* ; R : *F. reflexa*

Figure 20: Projection simultanée en analyse de co-inertie.

Le point portant une étiquette donne la position observée à travers les variables du milieu et le point à l'extrémité de la flèche indique la position des variables floristiques et

phytosociologiques. La longueur de la flèche indique la co-structure entre la représentation des variables du milieu et la représentation des variables floristiques. Plus la longueur de la flèche est courte, plus les deux structures sont pratiquement les mêmes.

La présence de co-structure est ensuite confirmée par le plan des axes 1-2 de co-inertie (variance 1 et variance 2) dans le tableau 26. On voit que le plan des axes 1-2 de co-inertie (variance 1 et variance 2) est sensiblement de même qualité que les plans 1-2 de chaque analyse (Inertie 1 et Inertie 2). Les variances sont unitaires pour ramener les deux systèmes à la même échelle.

Tableau 26 : Résumé de l'information acquise par l'analyse de co-inertie

Axes	Covariance	Variance 1	Variance 2	Corrélation	Inertie 1	Inertie 2
F1	0.7914	2.923	0.3663	0.7649	3.336	0.4401
F2	0.5161	1.799	0.2835	0.7226	1.605	0.397

En plus, les 2 projections sont reliées par des corrélations entre systèmes de coordonnées élevées de même rang (76,5 % et 72,3 %), respectivement pour les axes F1 et F2 de co-inertie. De bonnes valeurs sur les trois éléments optimisés soient l'inertie optimisée dans chaque espace et la corrélation des systèmes de coordonnées sont ainsi obtenues.

III.5.2. Hiérarchisation des facteurs

La figure 20 présente les cartes factorielles de la projection des nuages de points des 55 individus de *Ficus* (b) avec les 11 variables floristiques (a) dans l'analyse de co-inertie.

Les variables floristiques qui contribuent le plus à la formation de l'axe 1 de co-inertie en abscisse négative sont par ordre d'importance de son poids canonique sont: l'autochorie et la forme herbacée, et en abscisse positive : le port arbustif et arboré et la zoochorie (Annexe XXVI). Les variables qui contribuent le plus à la formation de l'axe 2 de co-inertie en ordonnée négative (Figure 21) sont par ordre d'importance de son poids canonique: anémochorie, et en ordonnée positive : l'autochorie, l'hydrochorie, la zoochorie et la barochorie (Annexe XXVI).

Les individus de Sahabe sont globalement regroupés en abscisse négative, alors que ceux d'Ambendrana sont en abscisse positive. Cette répartition conduit à interpréter que l'axe 1 (abscisse) distingue les sites.

Ainsi, la synthèse des deux cartes permet de conclure que les espèces de *Ficus* de Sahabe se trouvent dans des formations herbacées à dominance d'autochores alors que les espèces de *Ficus* d'Ambendrana se trouvent dans des formations arbustives ou arborées à dominance de zoochores.

La projection sur le plan principal de nuage de points de 55 individus de *Ficus* à 30 variables du milieu dans l'analyse de co-inertie est présentée par la figure 22, à gauche la représentation de la base canonique (a), et à droite le nuage de points des individus associés (b).

Pour les deux sites :

✓ Les variables qui contribuent le plus à la formation de l'axe 1 de co-inertie en abscisse négative sont par ordre d'importance de son poids canonique: l'altitude située entre 1150 et 1200m; l'exposition sud ouest; la position à mi-versant; le degré d'anthropisation fort; l'aire minimale située entre 6 à 9m², et en abscisse positive : le haut versant ; le degré d'anthropisation faible; l'exposition nord est; l'exposition sud; l'altitude située entre 1100-1150m (Annexe XXVI).

✓ Les variables qui contribuent le plus à la formation de l'axe 2 de co-inertie en ordonnée négative sont par ordre d'importance de son poids canonique: la position sur la crête; l'exposition nord ouest ; l'altitude située entre 1200-1250m ; la surface d'inventaire : 3-10m²; l'aire minimale située entre 1 à 3m² ; l'altitude située entre 1100-1150m; l'exposition sud ouest, et en ordonnée positive : l'aire minimale située entre 9 à 12m² ; la surface de relevé : 40-50m² ; la surface de relevé : 20-30m²; l'altitude située entre 1150 et 1200m; la surface de relevé : 30-40m² et l'aire minimale située entre 6 à 9m² (Annexe XXVI) .

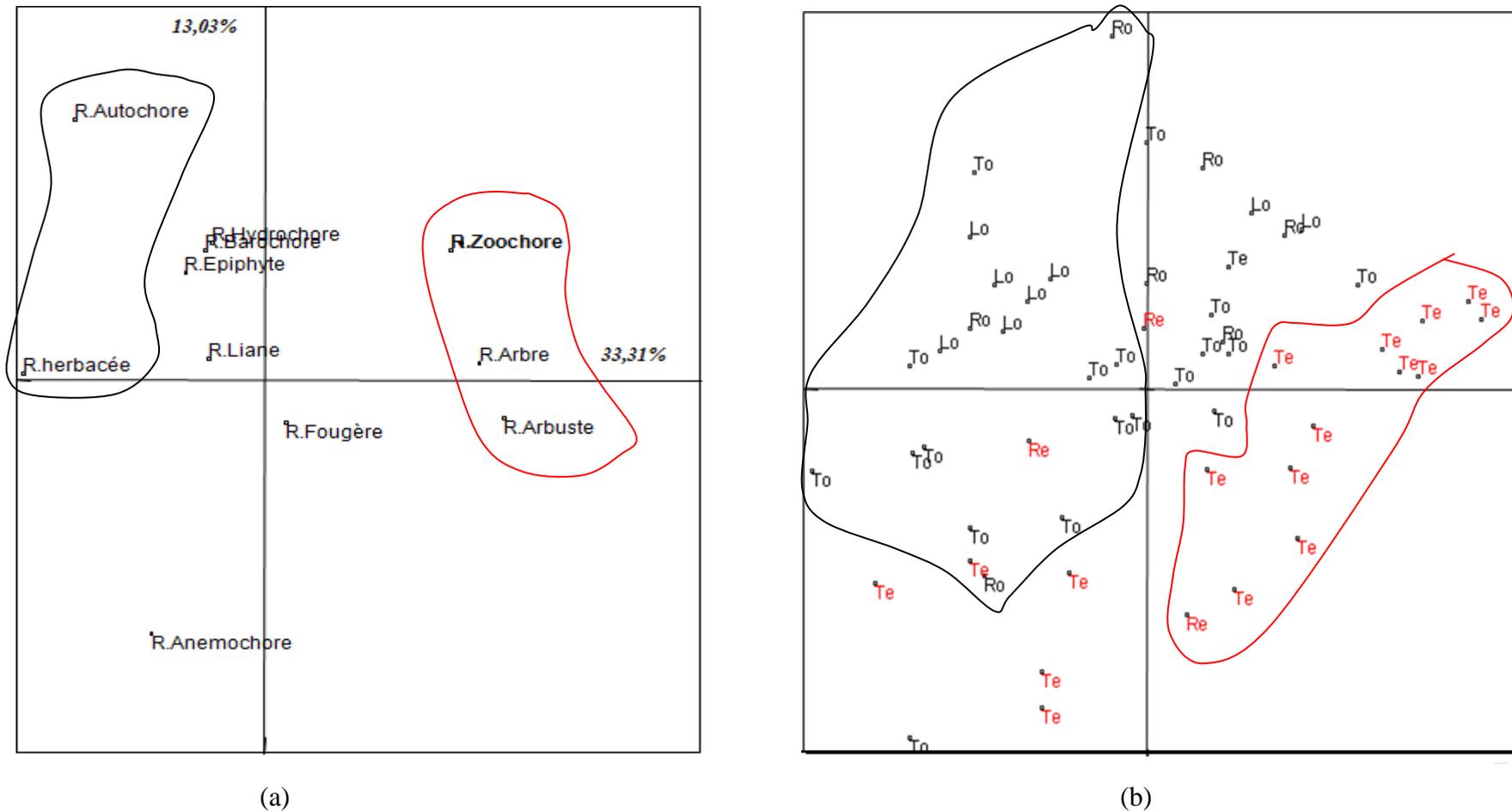


Figure 21 : Cartes factorielles dans le plan 1-2 des 11 paramètres floristiques (a) et des 55 individus de *Ficus* (b)

Pour le graph (b) : L : *F. lutea* ; R : *F. reflexa* ; T : *F. tiliifolia* ; la couleur rouge et la lettre « e » après chaque espèce désignent Ambendrana, la couleur noire et la lettre « o » désignent Sahabe

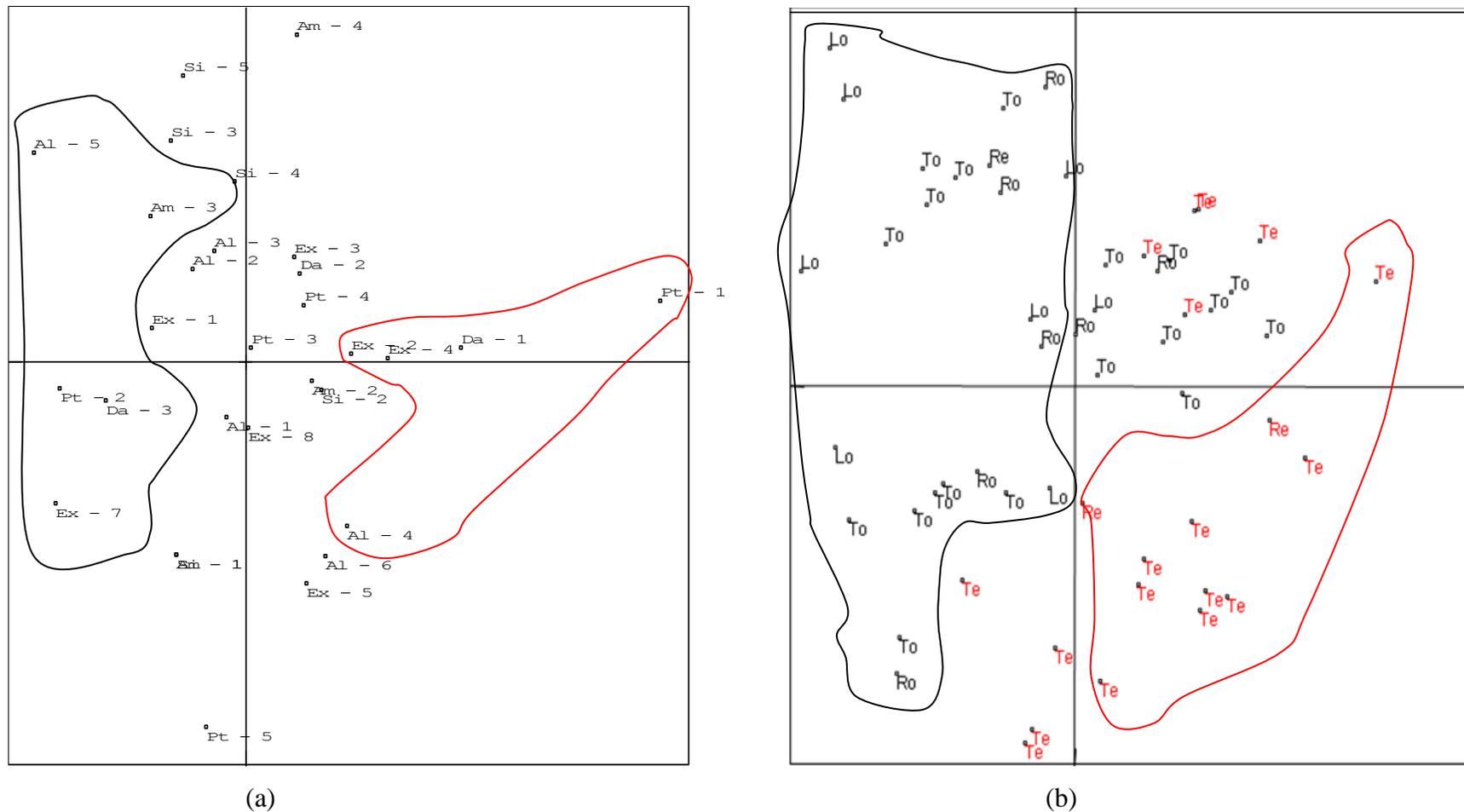


Figure 22: Cartes factorielles dans le plan 1-2 des 30 paramètres du milieu (a) et des 55 individus de *Ficus* (b)

Pour la figure (a), « Al » : altitude, « Am » : aire minimale, « Da » : degré d'anthropisation, « Ex » : exposition et « Si » : surface d'inventaire, les chiffres après chaque variable correspondent aux modalités (Annexe XXVII). Pour la figure (b), la couleur rouge et la lettre « e » après chaque espèce désignent Ambendrana, la couleur noire et la lettre « o » désignent Sahabe

Les espèces de Sahabe sont globalement regroupées en abscisse négative, celles d'Ambendrana en abscisse positive.

Ainsi, la synthèse des deux cartes permet de conclure que les formations végétales abritées par les *Ficus* à Sahabe sont surtout caractérisées par l'altitude située entre 1150 et 1200m; l'exposition sud ouest; la position à mi-versant; le degré d'anthropisation fort; l'aire minimale située entre 6 à 9m² et celles d'Ambendrana par : le haut versant ; le degré d'anthropisation faible ; l'exposition nord est ; l'exposition sud; l'altitude située entre 1100-1150m.

En résumé, si on considère les deux sites :

✓ Les végétations sous les *Ficus* à Sahabe sont des formations herbacées à dominance autochore, situées principalement sur les mi-versants exposés Sud Est, très anthropisées et présentant une aire minimale située entre 6-9m².

✓ Les végétations sous les *Ficus* à Ambendrana sont des formations arbustives ou arborées à dominance de zoochore, situées sur le haut versant ou le sommet, faiblement anthropisées et peuvent être exposées au sud ou au nord.

Si on considère les espèces de *Ficus* :

✓ La végétation sous *Ficus reflexa* (R) est une formation arbustive à dominance d'espèces autochore, et zoochore, situées sur le haut versant présentant une aire minimale entre 6 à 12m².

✓ La végétation sous *Ficus lutea* est représentée par une formation herbacée à dominance d'espèces autochore, située sur le haut versant, exposé SE à une altitude entre 1150 à 1200m. C'est une formation très anthropisée avec une aire minimale qui varie de 6 à 9m².

✓ La végétation sous *Ficus tiliifolia* se trouve dans différents types de formation : herbacée, arbustive et arboré avec différents modes de dispersion de graine, à différentes positions topographiques.

La synthèse des caractéristiques des formations végétales sous les trois espèces de *Ficus* dans les deux sites permet de déduire que plusieurs variables interdépendants influencent le développement du phénomène de nucléation :

✓ Les variables floristiques : le mode de dispersion et la forme biologique ;

✓ Les variables écologiques : la position topographique, l'altitude, l'exposition et le degré d'anthropisation.

Le degré d'anthropisation et la forme biologique de la végétation sont en corrélation, car l'anthropisation influence le développement des plantes. Une forte anthropisation (Da :3) favorise le développement de formations herbacées, tandis qu'une faible anthropisation (Da : 1) favorise le développement des végétations de remplacement à dominance arbustive ou arborée. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la forêt, le degré d'anthropisation augmente, favorisant la regression des espèces arbustives et arborées et le développement des espèces herbacées.

IV. Discussion sur la troisième partie

Les comparaisons des formations végétales sous les trois espèces de *Ficus* isolés dans les terroirs des deux sites d'études (Ambendrana et Sahabe) révèlent plusieurs faits :

- Du point de vue floristique, les deux sites présentent une similarité floristique élevée sous les *Ficus* (ISS : 79,56) et une similarité dans la distribution des espèces, avec prédominance d'espèces anémochores appartenant aux familles des *Asteraceae*, et des *Poaceae* ainsi que des espèces zoochores (*Fabaceae* et *Rubiaceae*). Les *Ficus* isolés maintenus dans les espaces ouverts des terroirs agraires forment une barrière physique pour les graines des espèces anémochores disséminées par le vent, dont les espèces forestières comme : *Brachylaena merana*. Ils fournissent aussi un microclimat favorable à la germination des graines dans les terroirs agraires. Des résultats comparables ont été déjà trouvés par Guevara et *al.*, (1986) ; Guevara et *al.*, (1993) sur les arbres isolés dans les milieux tropicaux.

En outre, la prédominance des espèces zoochores confirme les travaux de certains auteurs sur l'importance des *Ficus* isolés pour les oiseaux qui fréquentent ces zones (Lambert and Marshall, 1991; Shanahan et *al.*, 2001 ; Carrière, 1999 ; Dunn, 2000 ; Martin et *al.*,2009). Les *Ficus* isolés produisent des fruits pendant une longue durée (phénologie étalée) qui servent de source de nourritures importantes pour les animaux frugivores disperseurs de graines.

D'après Viano (2004) et Martin et son équipe (2009) les branches servent aussi de perchoirs pour les animaux (Photo 30) au milieu des espaces ouverts, favorisant le dépôt des excréments et de graines des espèces zoochores y compris celles des espèces forestières si ces animaux frugivores fréquentent à la fois la forêt et les terroirs agraires.



Photo 30 : Un oiseau perché sur une branche de *F. tiliifolia* (Voara)

- Les trois espèces de *Ficus* isolés interviennent de manières différentes sur la régularité de la distribution des autres taxons. *F. lutea* et *F. reflexa* régularisent plus la distribution des différentes espèces que *F. tiliifolia* où les espèces sont très variées. Cette différence pourrait être liée aux usages de ces arbres dans le paysage ou à leurs habitats naturels. *F. lutea* et *F. reflexa* nucléés sont maintenues principalement dans les terroirs pour des usages socio-culturels (*tafoto*) ou poussent sur des milieux rocheux non appropriés pour l'agriculture. En effet, la végétation qui se développe sous leur couronne peut se développer sans être détruite par la population locale. Ces deux espèces peuvent servir ainsi de refuges pour les graines qui contribuent à maintenir la biodiversité des paysages agraires. Ces faits sont similaires aux résultats des travaux de Berkes *et al.* (1995); Berkes *et al.* (2000) ; Colding et Folke (1997) et Berkes *et al.* (2000) sur les arbres isolés ou les bosquets protégés dans les terroirs agraires par les pratiques traditionnelles locales. Par contre, *F. tiliifolia* est maintenue à la fois pour des usages socio-culturels et agronomiques (fertilité du sol). Le sol sous sa couronne est perçu localement comme étant fertile, ainsi la végétation qui s'y développe peut être nettoyée périodiquement par les populations locales lorsqu'elles ont des problèmes de surfaces cultivables. Les différences sur la régularité de la distribution des espèces sous les trois types de *Ficus* confirment les travaux de Brush et Perales (2007) et Heckler et Zent (2008) où les variétés d'agrobiodiversité présentées dans les terroirs agraires sont les résultats des différentes formes de pressions de la sélection et de la gestion de la population locale.

• La physionomie des formations végétales sous les *Ficus* isolés dans les deux sites sont différentes :

✓ A Sahabe la végétation sous les *Ficus* isolés nucléés est constituée par des formations herbacées à dominance autochore. L'abondance d'espèces herbacées entraîne une richesse spécifique et une densité élevée des individus, mais le seuil de perturbation qui détermine l'organisation et le fonctionnement des espèces dans une communauté y est plus faible.

✓ A Ambendrana, la végétation sous les *Ficus* isolés est représentée par des formations arbustives ou arborées à dominance d'espèces zoochores. Ces formations arbustives ou arborées d'Ambendrana sont similaires aux Recrûs post-Agricoles d'origine Forestière (RAF) arbustifs dominés par des espèces zoochores identifiées par Randriamalala (2009). La comparaison de ces deux formations similaires (Tableau 27) montre que la formation sous *Ficus* isolé présente une richesse spécifique élevée, mais avec un taux d'espèces herbacées faible par rapport au Recrû post-Agricole d'origine Forestière (RAF).

Tableau 27: Comparaison de la végétation sous *Ficus* isolé d'Ambendrana et la forêt de recrû post-agricole d'origine forestière (RAF).

	RAF	<i>Ficus</i> isolé	<i>Ficus</i> isolé ramené à 47,36m ²
Aire minimale (m²)	47,36	4,11	47,36
Richesse spécifique : S	44	31	357
% des herbacées par rapport à S	65,68	33, 58	33, 58

S : richesse spécifique

V. Conclusion sur la troisième partie

L'analyse des caractéristiques floristiques et structurales de la végétation qui se développe sous les *Ficus* isolés maintenus dans les terroirs agraires permet de dégager un certain nombre de faits

✓ Les formations végétales qui se régénèrent sous les *Ficus* isolés dans les deux sites d'études présentent une ressemblance floristique élevée avec la prédominance des familles des *Asteraceae*, des *Poaceae*, des *Fabaceae* et des *Rubiaceae*.

✓ Dans la zone de Sahabe, le maintien des *Ficus* isolés dans les terroirs agraires favorise le développement des formations herbacées à dominance d'espèces autochores. Par contre à Ambendrana, il favorise l'implantation d'espèces arbustives ou arborées à dominance d'espèces zoochores, ce qui est similaire au type de Recrûs post-Agricoles d'origine Forestière (RAF). Pourtant, cette formation est riche spécifiquement et ne présente qu'une faible quantité d'espèces herbacées par rapport au RAF. Les espèces de *Ficus* entretenues par les populations locales dans les terroirs agraires présentent ainsi des intérêts scientifiques importants. Ils contribuent à l'amélioration de la connectivité fonctionnelle des paysages grâce aux animaux frugivores et pollinisateurs. Les animaux frugivores, en consommant à la fois les fruits forestiers et les figues des terroirs, assurent la dispersion des graines et la pollinisation des espèces forestières dans les terroirs. Ce qui est favorable aux flux écologiques reliant le corridor forestier avec le milieu agricole. Cependant, le facteur distance par rapport à la forêt semble intervenir aussi sur la dispersion des espèces arborées dans les terroirs agraires. Plus la distance par rapport à la forêt est élevée, plus la pression anthropique est forte pour empêcher le développement des espèces arborées.

Les trois espèces de *Ficus* agissent de manières différentes sur la régénération des espèces sous leurs couronnes. Les *Ficus* qui sont préservés principalement pour des usages socio-culturels : *Ficus reflexa* et *Ficus lutea* favorisent plus de régularité sur la distribution des espèces que *Ficus tiliifolia* qui est plutôt maintenu à des fins agronomiques.

Ces faits permettent de vérifier les hypothèses énoncées en introduction, à savoir :

➤ les espaces agraires à proximité des aires protégées et des corridors écologiques participent aux échanges des flux de graines.

➤ les figuiers (*Ficus spp.*) isolés des terroirs, préservés par les pratiques locales pourraient jouer un rôle positif dans les flux biotiques, et la protection des corridors écologiques.

En effet, les *Ficus* isolés des terroirs présentent des intérêts aussi bien sur le plan culturel que scientifique, tenant compte de l'importance des corridors forestiers.

Partie 4 : ETUDES GENETIQUES

Partie 4 : ETUDES GENETIQUES

I. Introduction

Les études ethnobiologiques précédentes ont permis de comprendre que les interventions humaines autour des *Ficus spp.* favorisent leur distribution et leur maintien dans les terroirs. Les espèces les plus fréquemment préservées sont : *F. lutea*, *F. tiliifolia* et *F. reflexa*. On peut citer : la préservation de *Ficus tiliifolia* lors de l'exploitation forestière pour la culture sur brûlis ainsi que la plantation et la préservation de *Ficus lutea* dans la cour ou près des parcs à bœufs.

Chez les populations végétales, le taux de dispersion des pollens et des graines détermine l'intensité des flux de gènes, déterminant la structuration spatiale de la diversité génétique. En effet, selon le mode de dispersion des pollens et des graines, des structures génétiques très différentes peuvent être observées (Dutech et al. 2002 ; Harrison 2003 ; Harrison & Rasplus 2006 ; Born et al. 2008).

Chez les espèces du genre *Ficus*, la pollinisation est assurée par des insectes Agaonidae (Anstett et al. 1997 ; Gibernau et al. 1998) et la dispersion des graines par des animaux frugivores (oiseaux, roussettes, lémurs, microcèbes) (Goodman et al. 1997 ; Harrison, 2005 ; Ahmed et al. 2009).

L'une des conséquences des activités humaines lors des processus de domestication est souvent la réduction de la diversité génétique (Lefèvre 2004 ; Sork et al. 2002). Cependant, certaines études ont montré le rôle des hommes comme vecteurs de dispersion aussi bien pour les populations naturelles (Stone et al. 2007 ; Vendramin et al. 2008), que pour les populations domestiquées (Harris et al. 2002). Ce rôle est aussi observé dans les espaces anthropisés pour le maintien de la diversité génétique (Reisch 2007). Ainsi les arbres isolés dans les terroirs agraires situés à l'ouest du corridor Ranomafana Andringitra, dont plus de 30% sont des *Ficus*, constitueraient selon certains auteurs (Viano 2004 ; Martin et al. 2009) des sites perchoirs en milieu ouvert pour certaines espèces d'oiseaux et un relai pour les espèces frugivores qui se déplacent à la fois du milieu forestier au milieu ouvert (chauves-souris, oiseaux). Par conséquent, ils pourraient permettre le maintien des échanges de flux de gènes entre le terroir agricole et le corridor forestier voisin (Bacles et al., 2006 ; Manning et al. 2006 ; Jordano 2007).

Cette étude présente comme objectif principal d'évaluer le rôle de relai potentiel des terroirs agricoles dans le maintien de la diversité génétique de ces espèces, et de démontrer le rôle des terroirs dans le maintien de la connectivité des populations végétales. Aussi, cette étude porte sur la comparaison de la structuration génétique des populations des *Ficus* du terroir avec celle des populations de la forêt au sein du corridor afin de comprendre les liens génétiques entre les individus des terroirs et les individus forestiers.

Les deux espèces de *Ficus* les plus utilisées ont fait l'objet de cette étude génétique :

✓ Pour *F. tiliifolia*, l'objectif est d'étudier si la structure génétique des individus du terroir est compatible avec les données obtenues lors des entretiens auprès de la population locale. Est-ce que les individus actuels sont bien des individus existant avant les défrichements et qui ont été conservés ? Y a-t-il réellement absence de multiplication par bouturage par les populations locales, et est-ce que l'existence de variétés est possible ?

✓ Pour *F. lutea*, y a-t-il une propagation végétative au sein des terroirs à partir des individus d'origine forestière ou une régénération naturelle par l'intermédiaire des animaux frugivores et disperseurs des graines tels que les roussettes et les oiseaux ?

Pour *F. reflexa*, des problèmes techniques liés à la mise en œuvre des marqueurs moléculaires n'ont pas permis d'analyser sa structuration génétique et notamment de détecter la présence de clones éventuels.

Pour atteindre les objectifs, les hypothèses de travail suivantes sont à vérifier :

✓ Les figuiers présents dans le terroir servent de relais entre la forêt et les terroirs agricoles dans le maintien de la diversité génétique au sein de chacune des espèces. Ils présentent une diversité génétique plus faible que celle du corridor forestier et une consanguinité plus élevée.

✓ Le maintien des figuiers dans le terroir agricole contribue à améliorer la connectivité fonctionnelle des paysages, favorable aux flux de gènes.

II. Matériels et méthodes d'études

II.1. Matériel végétal

La génétique des populations a été utilisée afin d'étudier la structuration génétique des individus des deux espèces de *Ficus* : *F. lutea* et *F. tiliifolia*.

Les caractéristiques morphologiques et écologiques des deux espèces de *Ficus* : *F. tiliifolia* et *F. lutea* ont déjà été données dans les parties 1 et 3. L'échantillonnage effectué représente deux types de populations: les populations des terroirs agraires et les populations de la forêt du corridor Ranomafana à Vondrozo (Ranomafana, Tolongoïna, Ikarimbelo, Ikongo, Vondrozo), dont les localités sont présentées dans les cartes 6 et 7.

Pour les deux types de population, 287 individus de *F. lutea* et 414 individus de *F. tiliifolia* ont été échantillonnés. La répartition de ces individus pour chaque population est présentée dans le tableau 28.

Tableau 28: Nombre d'individus échantillonnés (N) représentatifs de chaque type de populations pour chaque espèce.

Espèce	Population	N
<i>F. lutea</i>	Forêt	249
	terroir	38
<i>F. tiliifolia</i>	Forêt	278
	terroir	136

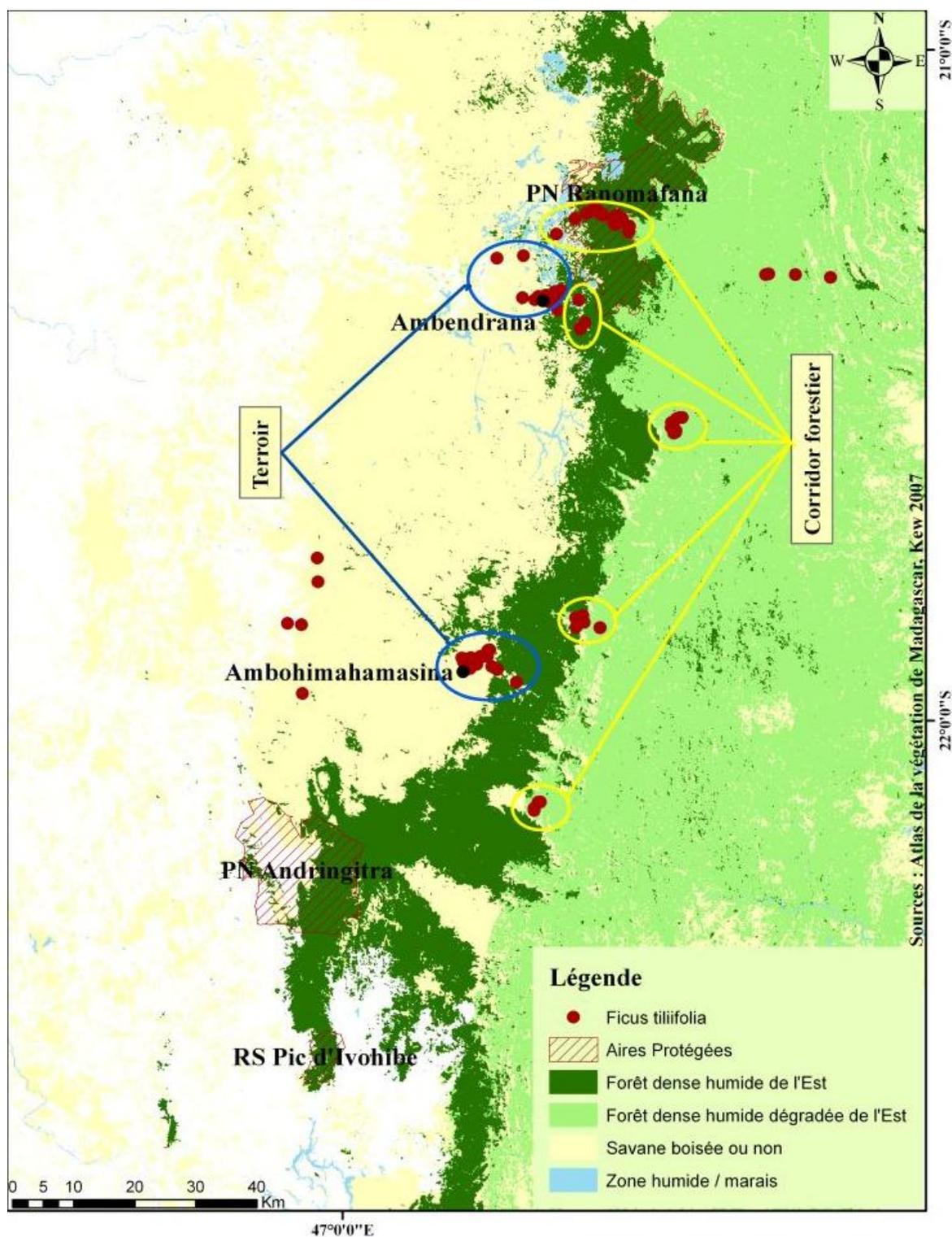
Les analyses génétiques ont été réalisées sur des feuilles préalablement séchées sur gel de silice et conservées dans des enveloppes à température ambiante au Service Marqueurs Génétiques en Ecologie (SMGE) du Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE).

II.2. Méthodes d'études

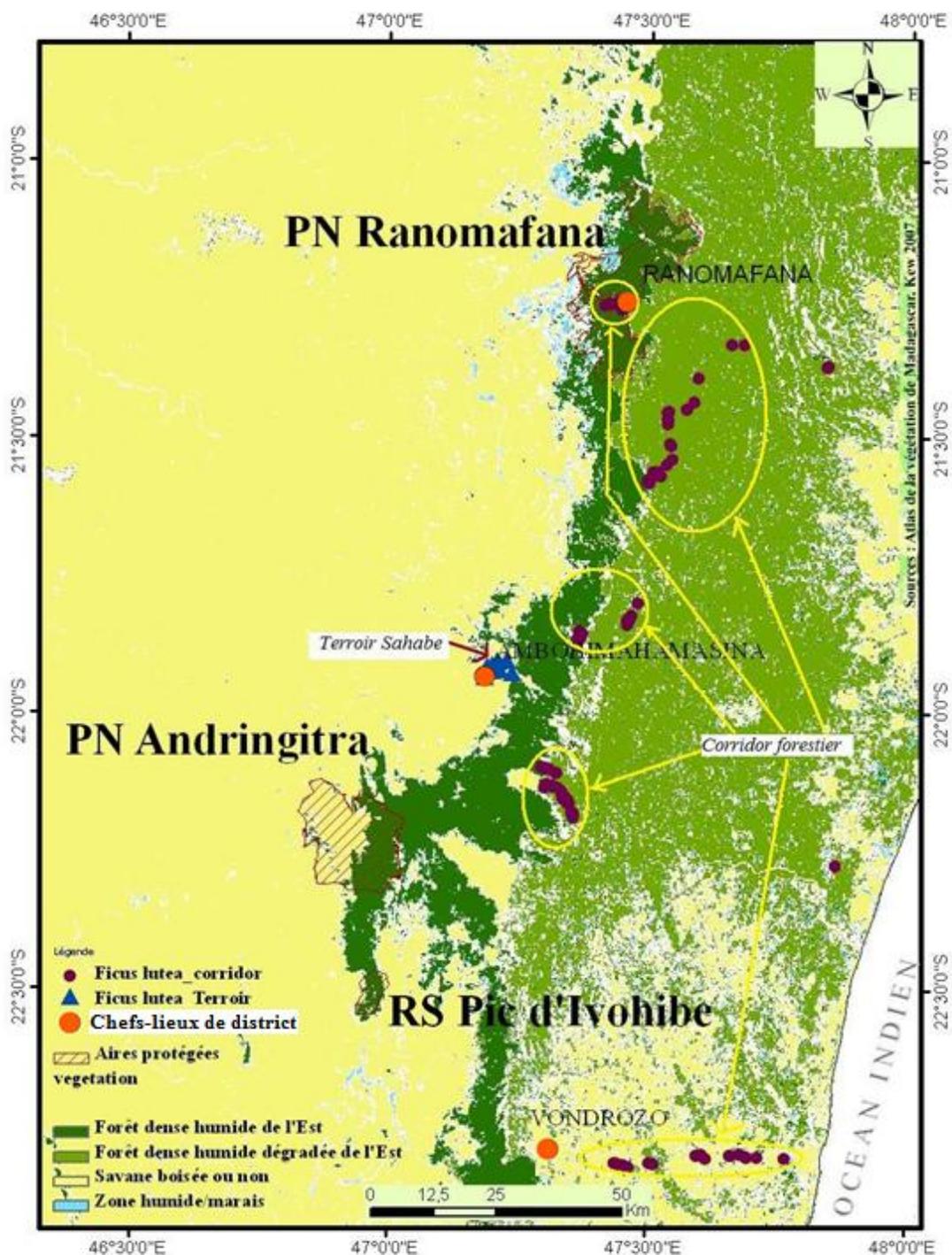
II.2.1. Extraction d'ADN

L'extraction d'ADN a été effectuée à l'aide du kit d'extraction DNeasy Plant minikit 96 de la société QIAGEN. Le principe d'extraction repose sur la fixation de l'ADN des cellules eucaryotes préalablement lysées sur une colonne de silice qui possède la propriété de lier sélectivement l'ADN en présence de haute concentration en sels et à un pH optimal (=7,5).

Une solution tampon AP1 en présence de détergents type SDS : sodium dodecyl sulfate dans la solution a été utilisée à chaud pour libérer les contenus cytoplasmiques et nucléaires. On rajoute de l'ARNase qui dégrade l'ARN afin qu'il n'interfère pas dans la



Carte 6 : Echantillonnage pour l'étude génétique de *Ficus tiliifolia*



Carte 7 : Echantillonnage pour l'étude génétique de *Ficus lutea*

purification de l'ADN. Ensuite le tampon AP2 permet la précipitation des protéines du détergent de AP1 et des polysaccharides. L'utilisation du tampon AP3 provoque la précipitation de l'ADN due à sa teneur importante en éthanol (66,7 %). Il contient aussi de la

guanidine qui précipite les protéines liées à l'ADN. A ce stade, l'ADN est lié à la colonne de silice. Le lavage est effectué avec le tampon AW (70,1 % d'éthanol) qui précipite les traces de polysaccharides et de protéines. Un séchage de la colonne par centrifugation à vide permet d'éliminer toutes traces d'éthanol qui sont susceptibles d'interférer avec les manipulations en aval par PCR ou Polymerase Chain Reaction. Pour l'élution, le tampon AE utilisé à chaud resolubilise l'ADN et permet son passage au travers de la colonne. L'ADN extrait se trouve dans les tubes d'élution, et conservé à -20°C. Les protocoles d'extraction sont détaillés en annexe XXVIII.

II.2. 2. Utilisation des marqueurs moléculaires ou génotypes

Vingt marqueurs microsatellites ont été sélectionnés pour *F. tiliifolia* et douze pour *F. lutea*.

Le choix des amorces pour chacune des espèces a été initié au Service Marqueurs Génétiques en Ecologie (SMGE), en utilisant des amorces obtenues chez d'autres espèces de figuiers (*F. carica* et *F. insipida*) étudiées par Giraldo et al. (2005), Khadari et al. (2001) et Vignes et al. (2006). Par ailleurs, le kit d'amplification utilisé est le QIAGEN multiplex PCR kit dont les protocoles d'utilisation sont détaillés en annexe XXIX.

II.2.3. Contrôle de la qualité et séparation des ADN par électrophorèse sur gel d'agarose

L'électrophorèse sur gel d'agarose est une méthode de séparation des molécules chargées électriquement par migration différentielle sous l'action d'un champ électrique. L'électrophorèse s'applique à la séparation, à l'identification et éventuellement à la purification des molécules chargées électriquement telles que les protéines, les peptides, les acides aminés, les acides nucléiques et les nucléotides.

Le gel d'agarose présente des mailles de taille inversement proportionnelles à la concentration d'agarose choisie c'est-à-dire que: plus le gel est concentré, plus les mailles sont fines.

Avant le PCR, l'électrophorèse sur gel d'agarose est d'abord utilisée pour vérifier la qualité de l'extraction d'ADN total du fragment de feuille. Pour cela, un gel d'agarose à 1% est utilisé puisque l'ADN génomique est sous forme de gros fragments.

Après le PCR, un gel d'agarose de 2% est utilisé pour vérifier la présence des amplicons souhaités. Le gel est plus concentré puisque les amplicons ont un ordre de taille compris entre 90pb et 300pb.

Les protocoles d'utilisations sont détaillés en annexe XXX.

II.2.4. Géotypages

Le géotypage a été effectué sur un séquenceur 16 capillaires ABI Prism 3100 (Annexe XXXI). La lecture des géotypes a tout d'abord été automatisée en utilisant le logiciel GENEMAPPER 4.0 (Applied Biosystems), puis vérifiée manuellement. Finalement, pour l'analyse génétique, seuls, les individus ayant un géotype obtenu pour au moins sept loci ont été retenus.

II.3. Analyses des données

II.3.1. Variabilité génétique intraspécifique

Pour l'analyse de la variabilité génétique, 7 et 8 loci microsatellites ont été retenus respectivement pour *F. tiliifolia* et *F. lutea*. L'ensemble de ces analyses a été effectué à l'aide du logiciel Genepop 4.0 (Raymond and Rousset, 1995).

La variabilité génétique intraspécifique a été analysée à travers l'estimation de :

- la moyenne de la richesse allélique (A_r) obtenue sur l'ensemble des loci par groupe génétique à l'aide du logiciel HP-RARE 1.0 (Kalinowski, 2005),
- l'évaluation de l'hétérozygotie observée (H_o)
- l'évaluation de l'hétérozygotie attendue (H_e)
- l'estimation de la valeur du coefficient de consanguinité F_{is} selon la méthode de Weir et Cockerham (1984) pour chaque locus.

Le paramètre F_{is} désigne le coefficient de consanguinité d'un individu provoqué par un écart de panmixie (rencontre au hasard des gamètes sexuelles). Il mesure la réduction de l'hétérozygotie des individus à l'intérieur de leur sous populations. La valeur de F_{is} varie de -1 qui correspond à un excès en hétérozygotie, à +1 qui indique un déficit en hétérozygotie.

Le logiciel Genepop 4.0 fournit la probabilité à associer à l'hypothèse nulle qui est : l'union au hasard des gamètes : la panmixie. Les valeurs de la probabilité s'interprète de la manière suivante :

- Lorsque la probabilité est $< 0,001$: l'hypothèse nulle est en parfaite accord ;

- Lorsque la probabilité est $>0,001$: l'hypothèse est rejetée.

II.3.2. Recherche et détection de clones

Afin de vérifier les informations données lors de l'enquête ethnobiologique, sur les individus des terroirs, la présence de clone a été vérifiée. Ces clones ont été recherchés à l'aide du logiciel genclone 2.0 (Arnaud-Haond & Belkhir, 2007). Ce logiciel permet d'identifier les génotypes multilocus distincts (GMLs) et les génotypes identiques. Ensuite, la correspondance entre génotypes identiques et proximité géographique pour établir si certains de ces génotypes répétés pouvaient correspondre à des clones a été observée. Les génotypes répétés potentiellement clonaux ont ensuite été exclus des analyses statistiques de structure des populations et de diversité génétique.

II.3.3. Détection des discontinuités génétiques

Afin d'identifier les discontinuités génétiques, la méthode de regroupement Bayésien appliquée dans TESS 2.1 (Chen, Durand et *al.*, 2007) a été utilisée pour étudier la présence de pools génétiques différenciés dans l'ensemble des données analysées pour chaque espèce. Cette méthode est basée sur les simulations de « Markov Chain Monte Carlo » (MCMC) afin d'estimer les fréquences alléliques et les assignations des individus à des groupes génétiques distincts ou conjoints à deux pools génétiques ou plus si leurs génotypes indiquent l'admixture. Le modèle de Gausse « the conditional auto-regressive » (CAR) avec une tendance en surface linéaire mettant le paramètre d'interaction spatiale (ρ) à 0.6 a été utilisé. Ces paramètres (ρ et tendance) affectent spécialement la valeur approximative donnée lorsqu'il y a présence de génotypes d'un groupe génétique. Afin d'évaluer la contribution de l'espace dans le groupe génétique, les simulations de TESS ont été utilisées.

Pour chacune des deux conditions, dix analyses indépendantes ont été effectuées pour chaque nombre de groupe génétique K avec K_{max} s'étendant entre $2 \leq K \leq 8$ en utilisant 300.000 itérations MCMC après une période de réduction de 30.000 étapes. Les analyses ont été effectuées pour l'ensemble des données de chaque espèce: 8 loci pour *F. lutea* et 7 loci pour *F. tiliifolia*.

Afin de vérifier la fiabilité de la population, les analyses à l'exclusion des loci montrant l'occurrence possible des allèles nuls ont été répétées.

Pour évaluer la contribution de l'espace dans cet algorithme de groupe génétique, les résultats de ces modèles spatiaux ont été comparés aux résultats obtenus sous les paramètres

qui enlèvent toutes contributions d'information spatiales (c'est.-à-dire $\rho = 0$ et tendance spatiale constante de coefficient d'admixture), à l'aide d'un algorithme classique mis en application dans le programme STRUCTURE 2.3 (Pritchard, Stephens et *al.*, 2000).

Pour identifier si les loci avec des proportions plus élevées d'allèles nuls affectent le modèle de la population des espèces étudiées, « CLUMPP program v1.1.2 » (Jakobsson et Rosenberg, 2007) a été utilisé pour calculer le coefficient de similitude (G') parmi les 20 modes (8 loci contre 6 loci qui ont présenté la plus petite proportion d'allèles nuls et de données absentes) de chaque K impliqué chez chaque espèce.

Finalement, en vue de déterminer si la structuration génétique impliquée pourrait être expliquée par la spatialité, la similitude entre les résultats obtenus à partir des modèles avec spatialité et des modèles sans spatialité pour chaque K impliqué chez chaque espèce a été comparée.

La comparaison de la richesse allelique (A_r) et l'hétérozygotie attendue (H_e) entre les sous populations par le logiciel TESS basée sur l'assignation des individus à des groupes génétiques, a été effectuée à l'aide d'un test d'échantillons appariés de Wilcoxon combinant les observations à chaque loci. Les comparaisons multiples ont ensuite été corrigées par la méthode de « False Discovery Rate (FDR)» (Verhoeven et *al.*, 2005).

En parallèle, pour identifier s'il y a une différenciation génétique entre la population du terroir et la population de la forêt, l'analyse de la structure génétique des populations a été effectuée par l'estimation des paramètres F_{st} selon la méthode de Weir et Cockerham (Weir & Cockerham, 1984) pour chaque paire de populations (population de terroir et population de forêt) à l'aide du logiciel Genepop 4.0. Le paramètre F_{st} représente l'indice de différenciation génétique entre sous populations. Il mesure la diminution de l'hétérozygotie d'une sous population par rapport à une autre. En d'autres termes, il mesure la différenciation génétique entre les sous populations de forêt et de terroir. Suivant la valeur de F_{st} :

- $F_{st} < 0,05$: la différenciation génétique est faible
- $0,05 < F_{st} < 0,15$: la différenciation génétique est modérée
- $0,15 < F_{st} < 0,25$: la différenciation génétique est grande
- $F_{st} > 0,25$: la différenciation génétique est très grande

III. Résultats et interprétations

L'étude des liens génétiques entre les terroirs agricoles et la forêt permet de démontrer le rôle de relai potentiel des terroirs agricoles dans le maintien de la diversité génétique. Afin de comprendre ces liens, les résultats présentent tout d'abord la variabilité génétique intraspécifique à travers l'évaluation des paramètres génétiques de chaque espèce. Ensuite la recherche des clones dans les populations des terroirs seront abordés pour vérifier les informations données lors de l'enquête ethnobiologique et aussi pour les exclure des analyses statistiques sur la structure des populations. Enfin, les résultats relatifs à la variabilité génétique entre la population de la forêt et la population des terroirs seront présentés.

III.1. Variabilité génétique intraspécifique

Les variabilités génétiques intra-spécifiques chez *F. tiliifolia* et *F. lutea* sont présentés dans les tableaux 29 et 30 montrant respectivement les valeurs des paramètres génétiques sur l'ensemble des loci et pour chaque locus de chaque espèce.

Tableau 29: Paramètres génétiques pour l'ensemble des loci chez *F. tiliifolia* et *F. lutea*.

Espèces	N	% AN	f AN	Â	HE	Ho	Fis
<i>F. lutea</i>	289	63%	0,05	3,5	0,55(0,02)	0,51(0,02)	0,09***
<i>F. tiliifolia</i>	414	88%	0,10	-	0,77(0,11)	0,60 (0,18)	0,23***

N : nombre d'individus analysés ; %AN : pourcentage de loci présentant des allèles nuls ; fAN: fréquence des allèles nuls moyennée sur l'ensemble des loci ; Â: richesse allélique moyennée par loci pour chaque population corrigée par la méthode de raréfaction; HE, hétérozygotie attendue; HO :hétérozygotie observée; Fis: Indice de consanguinité; ***, P<0.001 ; n.s. non significatif.

Pour les deux espèces, les valeurs de Fis pour l'ensemble des loci sont positives, ce qui indique un déficit significatif en hétérozygotie. Ce déficit pourrait être dû à l'effet de Wahlund : association non aléatoire des gamètes à cause de la structure de la population.

Huit (8) loci ont été retenus pour *F. lutea* et sept (7) loci pour *F. tiliifolia*. L'hétérozygotie attendue (HE) varie de 0.25 (LMFC20) à 0.77 (A1) pour *F. lutea*, et de 0.48 (Q5) à 0.89 (J10) pour *F. tiliifolia*. L'hétérozygotie observée (Ho) s'étend de 0.18 (LMFC20) à 0.71 (A1) pour *F. lutea*, et de 0.44 (Q5) à 0.8 (M5) pour *F. tiliifolia*.

Tableau 30: Évaluation des paramètres génétiques pour chaque locus de chaque espèce.

<i>F. lutea</i>							<i>F. tiliifolia</i>						
Locus	Ar	He	Ho	Fis	P _(NA)	MD	Locus	Ar	He	Ho	Fis	P _(NA)	MD
A1	7.5	0.77	0.71	0.08*	0.04*	0.006	LMFC32	7.1	0.87	0.79	0.09***	0.04	0.05
LMFC20	2.85	0.25	0.18	0.26***	0.11*	0.095	LMFC20	6.8	0.84	0.70	0.16*	0.08	0.005
LMFC30	4.4	0.45	0.45	-0.01	0.005	0.02	MFC5	4.5	0.73	0.61	0.16***	0.07	0.05
LMFC32	4.2	0.34	0.34	0.17	0.08*	0.003	D4	6.09	0.83	0.68	0.18***	0.09	0.04
Q5	4.6	0.51	0.51	-0.002	-0.009	0.02	Q5	4.4	0.48	0.44	0.09***	-0.04	0.005
II2	4.7	0.65	0.641	-0.001	-0.004	0.02	M5	6.4	0.86	0.8	0.07***	0.03*	0.1
LMFC17	3.9	0.42	0.41	0.10**	0.04*	0.05	J10	6.8	0.89	0.74	0.17***	0.08	0.8
LMFC21	4.0	0.44	0.27	0.38***	0.17*	0.01							

Ar : richesse allelique corrigée par la méthode de rarefaction, He : hétérozygotie prévue, Ho : hétérozygotie observée, Fis : coefficient cosanguinité ; P (NA) : proportion d'allèle nul ; MD : données manquantes.

Les valeurs de coefficient de cosanguinité Fis varient de -0.001 (II2) à 0.38 (LMFC21) pour *F. lutea* et de 0.07 (M5) à 0.18 (D4) pour *F. tiliifolia*. Ces valeurs de Fis sont sensiblement supérieures à 0 pour certains loci, indiquant un déficit significatif en hétérozygotes. Pour *F. lutea*, dans A1, LMFC20 ($p < 0.001$), LMFC17 ($P < 0.05$) et LMFC21 ($p < 0.01$) si dans tous les loci pour *F. tiliifolia* ($p < 0.05$). Les valeurs positives de Fis indiquent un déficit en hétérozygotie significatif qui pourrait être dues aux problèmes techniques au niveau de quelques loci spécifiques (par exemple les allèles nuls), ou à tous les loci à cause de l'association non-aléatoire des gamètes dues à la structure de la population, appelée effet de Whalund.

Les analyses de Microchecker ont détecté des allèles nuls significatifs dans certains loci pour les deux espèces. Ces allèles nuls ont été détectés à une fréquence non-négligeable dans cinq sur les 8 loci chez *F. lutea* ($P(Na) = [-0.009 ; 0.17]$ dans A1, LMFC20, LMFC32, LMFC17 et LMFC21), et à tous les loci chez *F. tiliifolia* ($P(Na) = [0.03 ; 0.09]$). En effet, pour rendre les résultats plus fiables tout en maintenant assez de puissance analytique, toutes les analyses ont été faites deux fois, et les analyses comprenant tous les loci ont été comparées aux analyses des données déduites des loci qui ont montré la fréquence la plus élevée d'allèles nuls et la proportion la plus élevée de données manquantes. Six loci ont été gardés pour *F. tiliifolia* et 8 loci pour *F. lutea* parce que peu de loci ont montré des valeurs de Fis sensiblement différentes de 0 et l'analyse préliminaire basée sur des méthodes de regroupement Bayésien a indiqué la structure génétique très limitée même avec des loci qui présentent un allèle nul et de données manquantes. Un déficit en hétérozygotes est ainsi

observé chez les deux espèces étudiées à cause de l'effet de Whalund. Ce sont des espèces monoïques et la structure de la population ne permet pas l'association aléatoire des gamètes.

III.2. Recherche et détection de clones

Chez *F. lutea* aucun clone n'a été détecté dans les populations des terroirs. Cette absence de clone signifie qu'il n'y avait pas de pratique de multiplication végétative par bouturage pour cette espèce. Outre la régénération naturelle, les individus de *F. lutea* dans le terroir auraient pu provenir de transplantation de sauvageons.

Par contre, *F. tiliifolia* présente 4 génotypes multilocus répétés, qui se rencontrent uniquement dans le terroir de Sahabe (Annexe XXXII). Pourtant les trois génotypes sont rencontrés sur des individus qui se trouvent côte à côte. Par conséquent, ces individus pourraient provenir d'un seul drageon souterrain, et constitueraient normalement un seul individu. Comme la liaison par les drageons n'est pas apparente, ils ont été comptés comme deux individus par erreur.

Il n'y a qu'un génotype multilocus répété formant un clone de deux individus. Les deux individus se rencontrent à la fois dans le terroir de Sahabe, un individu de petite taille est rencontré à Angavaoa à côté d'un tombeau près de la falaise rocheuse et l'autre individu est localisé à Ankazondrano à 1,5km à vol d'oiseau de la falaise rocheuse. Un clone ne peut avoir lieu qu'à partir d'une multiplication végétative. Sa présence dans les deux lieux qui sont accessibles pourrait être expliquée par une multiplication végétative effectuée par hasard. Comme les populations locales disent qu'ils ne savent pas planter cet arbre, une personne pourrait trainer une branche d'Ankazondrano à Angavaoa pour une autre raison (exemple enterrement) et y laisser la branche qui repousse par la suite.

III.3. Variabilité génétique entre la population de la forêt et la population du terroir

Le tableau 31 regroupe les valeurs des paramètres permettant d'effectuer la comparaison de la variabilité génétique entre la population de la forêt et la population du terroir. \hat{A} désigne la moyenne de la richesse allélique sur l'ensemble des locus pour la population corrigée par la méthode de raréfaction ; HE désigne l'hétérozygotie attendue calculée sur l'ensemble des échantillons; HO est l'hétérozygoties observées, calculées sur l'ensemble des échantillons; N désigne le nombre d'individus; Fis (total) désigne l'indice de

consanguinité calculé sur l'ensemble des échantillons ; Fis (06-07) désigne l'indice de consanguinité calculé uniquement sur les échantillons de 2006 et 2007 et Fis (08) désigne l'indice de consanguinité calculé uniquement sur les échantillons de 2008 .

Tableau 31: Variabilité génétique des populations de la forêt et des populations de terroir chez *F. lutea* et *F. tiliifolia*.

Espèce	Population	N	Ā	HE	HO	Fis (total)	Fis (06-07)	Fis (08)
<i>F. lutea</i>	Forêt	251	7,54	0,58(0,05)	0,54(0,04)	0,07***	0,14***	0,01***
	terroir	38	7,37	0,59 (0,04)	0,47(0,05)	0,22***	0,26***	0,11 n.s
<i>F. tiliifolia</i>	Forêt	278	13,57	0,78 (0,03)	0,58 (0,08)	0,21***	0,20***	0,21***
	terroir	136	12,17	0,75 (0,05)	0,61(0,06)	0,22***	0,20***	0,17**

N : nombre d'individus analysés ; Ā: richesse allélique moyennée par loci pour chaque population corrigée par la méthode de raréfaction; HE, hétérozygotie attendue; HO :hétérozygotie observée; Fis: Indice de consanguinité * : significatif avec $p < 0.001$; n.s, non significatif**

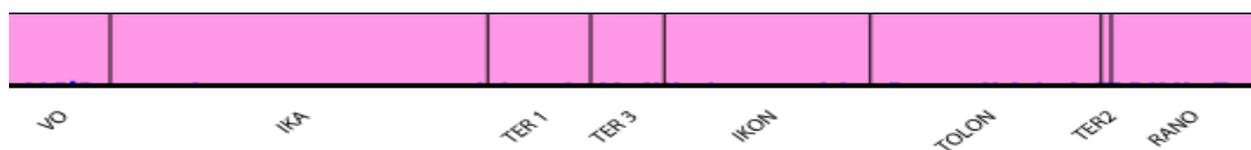
La comparaison de la richesse allélique entre les populations de terroir et de la forêt ne donne pas de différence significative pour *F. lutea* et *F. tiliifolia*. Pourtant, l'indice de consanguinité Fis (total) dans les populations de forêt de *F. lutea* est beaucoup moins élevé que celui observé dans le terroir. Ces différences pourraient s'expliquer par des problèmes de conservation des échantillons. *F. lutea* est une espèce avec des feuilles présentant de fortes résistances à la déshydratation, ce qui rend difficiles leur séchage et par conséquent, l'ADN pourrait être dégradé. Pour éviter ce problème, en 2008, le protocole de séchage des feuilles utilisées a été plus strict en remplaçant le gel de silice par du gel régénéré tous les jours ou tous les 2 jours au maximum. Ainsi, lorsque les individus échantillonnés en 2008 ont été les seuls considérés, les estimations de valeur des Fis (08) aussi bien dans les terroirs qu'en forêt sont beaucoup plus faibles et reflètent une absence de consanguinité substantielle dans ces populations. Par contre, lorsque l'on conserve uniquement les échantillons prélevés en 2006-2007, les valeurs de Fis (06-07) atteignent 0,50 et sont fortement significatives. Le risque de présence d'allèles nuls augmente avec la dégradation de l'ADN. En effet la différence significative de Fis (total) entre terroir et forêt est probablement un artefact lié à une mauvaise qualité des échantillons entre 2006-2007. On peut considérer que *F. lutea* est caractérisé par un Fis négligeable et comparable entre les deux populations.

Ces problèmes de séchage des échantillons ne sont pas remarqués chez *F. tiliifolia* car elle est caractérisée par des feuilles relativement minces donc plus facile à faire sécher. En

effet chez les deux populations, quel que soit les échantillons considérés (2006-2007 ou 2008 ou la totalité), les valeurs de Fis sont semblables.

Par ailleurs, l'estimation de l'indice de différenciations génétiques entre les populations de forêts et les populations de terroirs (Annexe XXXIII et XXXIV), présente en général des valeurs faibles, aussi bien pour *F. lutea* que *F. tiliifolia*, le Fst (indice de différenciation génétique entre sous populations) global est égal à 0,04, ce qui indique une différenciation génétique faible.

Afin de vérifier les ressemblances de ces deux types de populations, pour les deux espèces, l'assignation des individus à des groupes génétiques avec le logiciel TESS est présentée dans les figures 23 et 25 ci-dessous, suivies par les présentations de la pente de régression linéaire des évaluations de Fst(1-Fst) pour tous les loci sur la distance de localités pour toutes les paires de localités (Figure : 24 et 26).



VO :Vondrozo ; IKA : Ikarimbelo ; TER1 : Terroir1(Sahabe) ; TER3 : Terroir3 (Sahabe) ; IKON : Ikongo ; TOLON : Tolongoina ; TER2 : Terroir2(Ambendrana) et RANO : Ranomafana

Figure 23: Assignation des individus à des groupes génétiques avec le logiciel TESS chez *Ficus lutea*

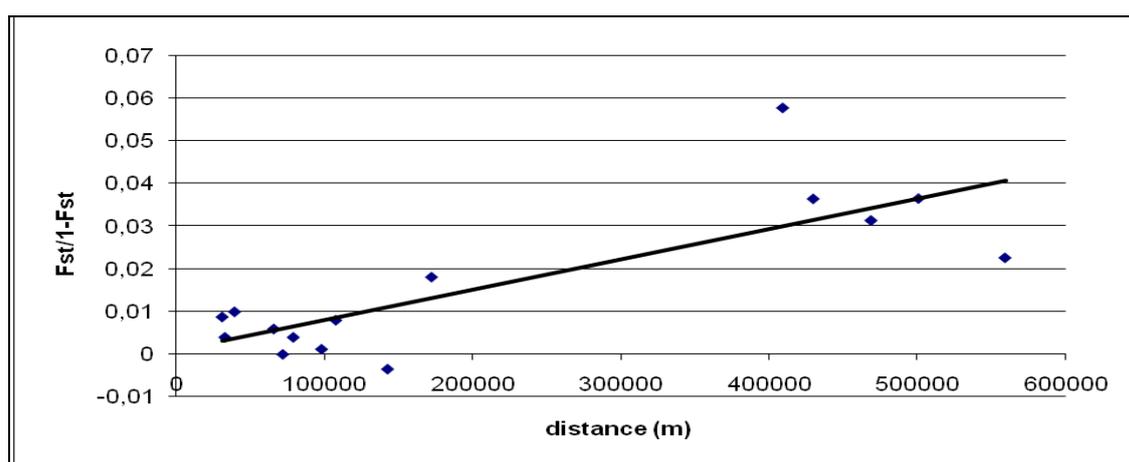
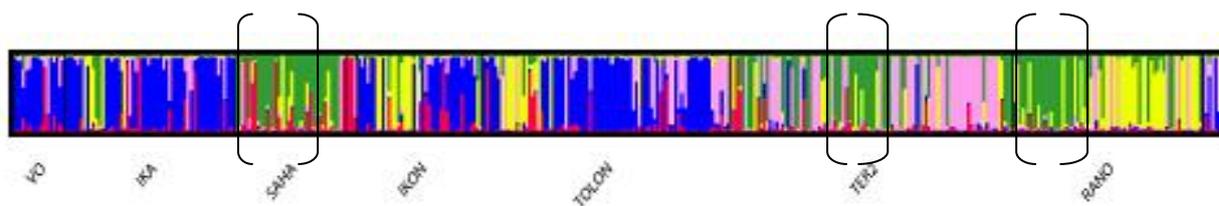


Figure 24: Pente de régression linéaire des évaluations de Fst(1-Fst) pour tous les loci sur la distance de localités pour toutes les paires de localités chez *Ficus lutea*



VO : Vondrozo ; **IKA** : Ikarimbelo ; **SAHA** : Sahabe ; **RN7** : Route Nationale 7 entre Antsirabe et Ambalavao ; **IKON** : Ikongo ; **TOLON** : Tolongoina ; **TER2** : Terroir2 (Ambendrana) ; **RANO** : Ranomafana ; **NO** : Population Nord (Antananarivo à Toamasina)

Figure 25: Assignation des individus à des groupes génétiques avec le logiciel TESS chez *Ficus tiliifolia*.

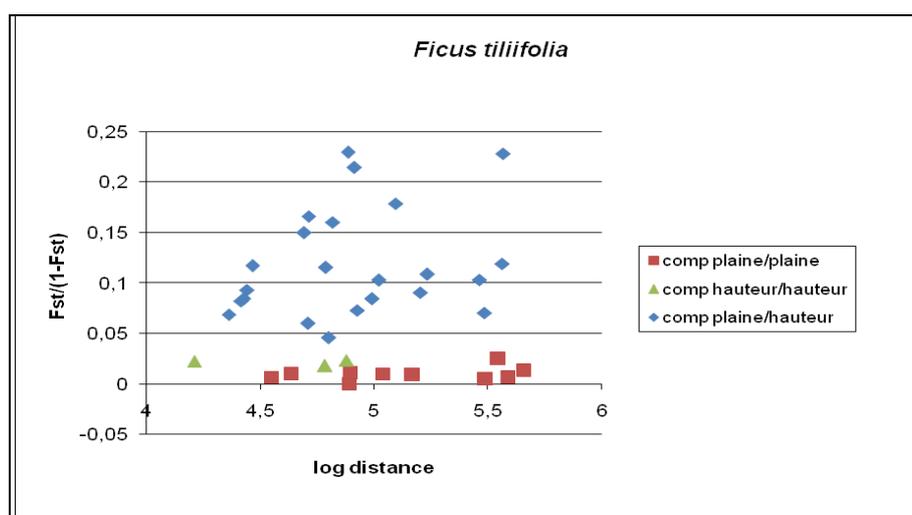


Figure 26: Pente de régression linéaire des évaluations de $F_{st}(1-F_{st})$ pour tous les loci sur la distance de localités chez *Ficus tiliifolia*

Chez *F. lutea*, l'assignation des individus à des groupes génétiques, a révélé une homogénéité génétique remarquable des deux types de populations de *F. lutea* (Forêt et terroir). La pente de régression de la valeur de $F_{st}/(1 - F_{st})$ pour tous les loci sur la distance de localités pour toutes les paires de localités était positive et non significative ($b = 9.01E-8$, $p=0.73$), ce qui signifie qu'il n'y a pas isolement par la distance. Ainsi, ces résultats indiquent que les flux de gènes sont forts, et confirment la constatation de ressemblance des paramètres génétiques lors des comparaisons réalisées précédemment. On a une absence de structuration génétique entre *F. lutea* du terroir et *F. lutea* de la forêt, on a une seule population.

Chez *F. tiliifolia*, d'abord qu'il n'y pas d'assignation univoque des individus à des groupes de génotypes correspondant à des populations. Ceci suggère une combinaison de flux de gène de longue distance limitant la différenciation géographique mais combiné à des effets de fondation locaux, résultant en une valeur de F_{is} assez élevée et générant des artefacts dans l'analyse avec le logiciel TESS. Ceci correspond assez bien avec ce qu'on sait de la biologie

de *Ficus tiliifolia*. En effet c'est une espèce qui peut devenir abondante localement lors de la recolonisation de la forêt comme sur le site de Ranomafana. On note cependant que chez *F. tiliifolia*, à partir des méthodes d'assignation basées sur les individus, une similitude entre les groupes génétiques de terroirs Sahabe-Terroir2 (Ambendrana) et les groupes génétiques Ranomafana (forêt). Cette similitude confirme aussi les ressemblances des paramètres génétiques lors de la comparaison effectuée précédemment. Les groupes génétiques de *F. tiliifolia* des terroirs présentent une signature génétique similaire avec les groupes génétiques de la forêt.

La pente de régression de la valeur de $F_{st}/(1 - F_{st})$ pour tous les loci sur la distance de localités pour toutes les paires de localités était négative (Figure 24) et non significative ($b = -3.8 \cdot 10^{-8}$, $p = 0.39$), par conséquent il n'y a pas eu isolement par la distance mais, une différenciation génétique entre hauteurs et plaine indépendamment de la distance a été constatée. Il y a une différenciation écotypique avec un flux de gènes à longue distance.

Chez *F. tiliifolia* on observe aussi, l'absence de structuration génétique entre la population du terroir et la population de la forêt, il y a un flux de gène fort à longue distance, mais avec une différenciation écotypique entre plaine et hauteur. Ainsi on peut en déduire que les populations des terroirs conservent la signature génétique de la forêt c'est à dire avant la déforestation du site.

IV. Synthèse et discussion sur la quatrième partie

Chez *F. lutea*, des difficultés sur la méthode de conservation des échantillons de feuilles à analyser méritent d'être soulevées en premier lieu. L'ADN de l'espèce à analyser doit être bien conservé en bon état. La méthode permettant de conserver cet ADN en bon état est le séchage des feuilles. Les feuilles de *F. lutea* sont gorgées d'eau et leur séchage est difficile. Pour assurer la conservation de l'ADN, le séchage de ses feuilles exige donc le renouvellement fréquent du gel de silice : au maximum tous les deux jours.

L'étude montre que chez *F. lutea*, les individus de la forêt et les individus du terroir présentent une richesse allélique et une hétérozygotie comparables et que les individus constituent une seule population. On a une homogénéité génétique, ce qui signifie que les flux des gènes y sont forts.

Par ailleurs, on n'a pas détecté la présence de clones. En fait, à part ses usages concrets multiples, *F. lutea* est un arbre important chez les Betsileo en tant qu'arbre symbolisant la royauté et apportant le bonheur et la richesse. En effet il est planté ou maintenu près des parcs à bœufs ou près de l'habitation. D'après les enquêtes auprès de la population locale, il est transplanté à partir de plantules qui poussent naturellement près des rochers dans la forêt. L'absence de clone confirme cette pratique. Les individus trouvés dans les terroirs sont des individus provenant de la régénération naturelle issus de graines provenant de la frugivorie ou des individus provenant de la transplantation des plantules. La préservation et les transplantations dans les terroirs par l'homme permettent le maintien des flux de gène entre la population de *Ficus lutea* de la forêt et la population du terroir ; par conséquent, ils permettent le maintien d'une diversité génétique homogène au sein de l'espèce. Comme les travaux de Stones et son équipe (2007), Vendramin et son équipe (2008) et Harris et son équipe (2002), ce travail a montré le rôle de l'homme en tant que vecteur de dispersion aussi bien chez des populations naturelles que chez des populations maintenues ou faisant l'objet de pratiques culturelles simples et rares (transplantation).

Pour *F. tiliifolia*, les paramètres génétiques (F_{is} , \hat{A} , H_e et H_o) sont semblables pour les deux populations (terroir et forêt). Cette ressemblance est confirmée par l'assignation des individus à des groupes génétiques similaires. Il y a une similitude des groupes génétiques des terroirs (Sahabe-Ambendrana) avec le groupe génétique de la forêt (Ranomafana), mais avec une différenciation écotypique entre plaine et hauteur. Ainsi, on peut en déduire qu'il y a absence de structuration génétique entre les populations des terroirs et celles des forêts. Les populations des terroirs conservent la signature génétique car ils existaient déjà avant la déforestation du lieu. Ce résultat est conforme aux données obtenues lors de l'enquête ethnobiologique. Les populations locales informent qu'elles ne connaissent pas la technique de plantation de cette espèce. Comme les *Ficus* leur sont utiles, elles les maintiennent durant le défrichage de la forêt pour les champs de culture. Les pratiques de la population locale favorisent le maintien de la signature génétique de la forêt dans les terroirs. En effet, nous pouvons en déduire qu'elles assurent le maintien de la diversité génétique dans les espaces anthropisés comme dans les travaux de Reisch en 2007.

En outre, un génotype multilocus répété formant un clone de deux individus situés dans deux sites distants de 1,5km a été trouvé. Même si les populations locales disent lors de l'enquête ethnobiologique qu'elles n'arrivent pas à planter cet arbre, la présence de clone ne

peut être expliquée que par le phénomène de multiplication végétative mais qui se produisait par hasard et involontairement.

Ainsi, *F. lutea* et *F. tiliifolia* font partie d'une même population du corridor forestier jusqu'au terroir. D'après les travaux de Cornille (2009), ces espèces caractérisées par de forts flux de gènes, sont des espèces monoïques mais allogames et constituent la canopée dans la forêt. Ainsi, leurs pollinisateurs sont transportés librement par le vent au dessus de la canopée de la forêt. Dans les terroirs, l'espace est ouvert et plus libre pour le déplacement des pollinisateurs, et par conséquent aux flux de gène. Ces résultats confirment les travaux de Harrison (2005) sur la capacité des insectes pollinisateurs à rechercher le figuier hôte même dans des zones de forêts fragmentées ou fortement perturbées.

V. Conclusion sur la quatrième partie

L'objectif principal d'évaluer le rôle de relai potentiel des terroirs agricoles dans le maintien de la diversité génétique au niveau des espèces, et de démontrer le rôle des terroirs dans le maintien de la connectivité des populations végétales est atteint.

L'étude de la structuration génétique entre la population des forêts et la population des terroirs a montré qu'à part la différenciation écotypique constatée chez *F. tiliifolia*, il y a absence de structuration génétique entre les deux types de populations et insuffisance de l'hétérozygotie observée. Les flux de gènes sont forts, il n'y a pas isolement génétique par la distance et les populations des terroirs conservent la signature génétique de la population des forêts permettant le maintien d'une diversité génétique homogène au sein des espèces *F. tiliifolia* et *F. lutea*. Ces flux de gènes sont favorisés par la biologie de ces *Ficus*, les disperseurs de grains de pollens et de graines ainsi que par les pratiques humaines en préservant les individus qui poussent par régénération naturelle ou en faisant la transplantation des sauvageons dans les terroirs (parcs à zébus). Aucune multiplication végétative n'a été observée.

Les *Ficus* préservés dans les terroirs fructifient normalement et participent à la connectivité biotique entre les terroirs agraires et le corridor forestier. La fragmentation de l'habitat n'empêche pas le flux. Ainsi, lors de cette étude, le rôle potentiel des terroirs dans la conservation des espèces de *Ficus* par le maintien des flux de gènes entre le corridor forestier

et le terroir a été mis en évidence. Les espèces de figuiers présentes dans le terroir servent de relais entre les terroirs agricoles dans le maintien de la diversité génétique au sein de chacune des espèces et dans le maintien de la connectivité des populations.

Partie 5 : SYNTHÈSE GÉNÉRALE

Partie 5 : SYNTHÈSE GÉNÉRALE

L'étude a porté sur les *Ficus* des terroirs de la lisière ouest du corridor Ranomafana Andringitra. Un corridor caractérisé par une biodiversité exceptionnelle mais considérablement menacée, reflétant le cas de Madagascar en général.

Les espèces de *Ficus* sont reconnues comme des espèces situées à la base d'un réseau complexe d'interactions biotiques : « espèce clé de voûte écologique » jouant des rôles majeurs dans les réseaux d'alimentation de la faune sauvage et dans la dispersion des graines (la frugivorie), ainsi que dans la pollinisation (Shanahan *et al.*, 2001; Lambert and Marshall, 1991).

Cette étude est consacrée aux connaissances et pratiques de la société Betsileo concernant la gestion des *Ficus* isolés préservés dans les terroirs agraires, et de déterminer l'impact de ces actions sur les interactions biotiques favorable au maintien du flux de biodiversité avec le corridor et les massifs forestiers avoisinants.

La présente synthèse va mettre en évidence les trois points essentiels issus de la présentation et de l'interprétation des résultats :

- les aspects des pratiques, usages et représentations des *Ficus* des terroirs de la lisière ouest du corridor ;
- les impacts écologiques de la préservation des *Ficus* isolés dans les terroirs agraires ;
- la structuration génétique de ces *Ficus* des terroirs par rapport à ceux du corridor forestier.

I. Pratiques, usages et représentations des *Ficus* des terroirs

Les études ethnobiologiques effectuées sur les *Ficus* des terroirs de la lisière ouest du corridor Ranomafana Andringitra révèlent que ces *Ficus* sont déjà connus et utilisés par les Betsileo depuis très longtemps. La multiplicité de leurs usages aussi bien matérielles que symboliques, la diversité des connaissances qui leur sont associées, la nomenclature associée aux figuiers, en relation avec la toponymie associée à ces arbres, indiquent que les *Ficus* occupent une grande place dans la vie des Betsileo. Elles confirment les travaux de Gadgil et son équipe (1993, 2000) qui disent que les systèmes de savoirs locaux sont les résultats de générations d'expériences par essais et erreurs, d'observations minutieuses et modelées par la philosophie et par les représentations des sociétés considérées. Les relations entre savoirs,

pratiques et représentations sont également très connus dans les études de Friedberg (1986) où les classifications des objets naturels dans les sociétés sont étroitement dépendantes des contextes socio-culturel et environnemental.

Nos travaux montrent en particulier que les pratiques concernant les *Ficus* sont d'ordres divers :

✓ Les pratiques concrètes sont celles qui consistent à préserver des *Ficus* forestiers à l'issue de l'ouverture de la forêt pour l'agriculture sur brûlis pour des utilisations diverses comme plante médicinale, plante qui attire l'eau ou indicatrice de la présence de l'eau, source d'engrais, haie vive, source d'ombre, antiérosive, etc...

✓ Les pratiques symboliques sont les usages associés aux *Ficus* pour symboliser un phénomène ou un acte. Ils sont perçus comme ayant des forces magiques qui apportent le bonheur (*tafoto*), qui favorisent la fécondité et qui symbolisent le pouvoir et la royauté. Ils peuvent aussi servir de médiateur avec les autres forces surnaturelles.

Le principe de classification des *Ficus* que nous avons mis en évidence montre que les critères descriptifs (morphologiques, sensoriels et biologiques) ainsi que le type d'usage sont les plus utilisés localement. La classification de ces *Ficus* reflète aussi le principe de classification paysanne trouvé sur les catégorisations des espaces : *Nonobato* (*Nonoka* des rochers), *Voarandrano* (*Voara* de l'eau). La classification ne doit pas être seulement descriptive mais il faut aussi considérer les modes d'utilisations et les pratiques (Blanc Pamard et Milleville, 1986).

Cependant, pour subvenir aux besoins quotidiens d'une population à croissance démographique galopante, la perception paysanne sur les usages concrets des *Ficus* a évolué avec la progression de la technologie et l'introduction des nouvelles espèces. Ces dernières ont rendu l'utilisation des espèces de *Ficus* moins bénéfique qu'autrefois. En effet, de nos jours, dans les terroirs Betsileo, seulement les usages en tant que plante médicinale et les usages symboliques (fécondité, pouvoir et porte bonheur (*tafoto*)) persistent et occupent encore une place importante. Ces usages ressemblent fortement à des usages associés aux espèces de *Ficus* dans d'autres pays du monde (Condit, 1947 ; Dury, 1991). Pourtant, ce qui les différencie des *Ficus* des régions telles que la Méditerranée et au Cameroun en Afrique (Dury, 1991, Said El Bouzidi, 2002, Hmimsa et al. 2012), c'est le fait que les *Ficus* malgaches n'ont pas une fonction importante en tant qu'arbres fruitiers, contrairement par exemple à *Ficus carica* en Méditerranée. Chez les Betsileo, une espèce de *Ficus* : *Ficus tiliifolia*, avait une fonction en tant qu'arbre fruitier importante. Mais cette fonction a régressé avec l'arrivée des fruits introduits tels que les pêchers et les orangers. Ces faits

confirment les travaux de Moreau (2002) et Lhoutellier (2008). Selon Moreau (2002) : l'exploitation de l'arbre et la forêt n'est pas principalement pour leur réalité matérielle mais pour leur valeur symbolique et religieuse. Egalement, selon Lhoutellier (2008) : les vestiges du passé valorisés sont ceux qui retracent la succession des installations négociées par les ancêtres avec les esprits de la nature (usage symbolique). Avec le temps, ces traces des ancêtres deviennent de plus en plus lointaines et leurs marques seront de moins en moins familières aux générations actuelles et seront progressivement remplacées par de nouveaux témoignages de négociation avec les esprits des lieux (Lhoutellier, 2008).

Comme l'ont dit Bérard et Marchenay (1994), les terroirs sont les résultats d'une élaboration complexe, à l'intersection des facteurs naturels et culturels. Les terroirs Betsileo n'échappent pas à ce schéma. Dans les terroirs Betsileo, l'articulation des conditions écologiques et biologiques de l'habitat avec les fonctions et les rôles des *Ficus* du terroir pour la population locale (conditions sociales) favorisent le maintien et la répartition de ces *Ficus* dans les facettes socio-écologiques variées. Cette répartition révèle aussi que ces *Ficus* se présentent en tant qu'éléments marqueurs de frontière entre deux éléments différents comme la nature (forêts, rivières, sources, rochers) et la culture (champs), la vie présente (hameau, parc à zébu, tombeau, stèle) et les forces surnaturelles (les morts, les ancêtres, les esprits).

II. Impacts écologiques de la préservation des *Ficus* isolés dans les terroirs agraires

Il existe un ensemble de pratiques et d'interactions entre les hommes d'une société donnée et leur environnement. Dans le cas présent, le maintien de *Ficus* isolés dans les terroirs agraires agit sur leur distribution. En outre, leur protection agit en retour sur la structure de la végétation par le processus de nucléation, et indirectement sur le niveau de connectivité entre le corridor et les arbres isolés des terroirs. Selon Berkes et son équipe (1995), même si les pratiques locales ne visent pas principalement à la gestion de la biodiversité, elles agissent indirectement au maintien des espèces animales qui fréquentent ces *Ficus* et des espèces végétales dispersées par ces animaux, par le maintien des *Ficus* dans les terroirs agraires pour des raisons socio-culturelles et matérielles. Ces résultats sont comparables aux travaux de Bodin et son équipe (2006) ainsi que Elmqvist et son équipe (2007) sur les effets écologiques des îlots forestiers maintenus par la population locale dans le sud de Madagascar.

Sur les 11 espèces de *Ficus* trouvées dans les terroirs, *F. tiliifolia*, *F. reflexa* et *F. lutea* sont les plus préservés par la population locale. Ils constituent les arbres isolés pouvant permettre la recolonisation spatiale de la végétation par le phénomène de nucléation.

L'étude des caractéristiques floristiques et structurales des formations végétales nucléées sous les *Ficus* montre que les deux sites d'études présentent une similarité floristique élevée et une similarité dans la distribution des individus avec prédominance des espèces anémochores, autochores ainsi que des espèces zoochores. Les travaux de Guevara et ses équipes (1986, 1992) sur les arbres isolés des pays tropicaux ont déjà trouvé des résultats similaires. Dans les terroirs, les arbres isolés fonctionnent comme une barrière physique permettant la dispersion des espèces anémochores et autochores. Par ailleurs, la prédominance des espèces zoochores, confirme les études de Lambert et Marshall (1991) et Shanahan *et son équipe* (2001) où les figues attirent les animaux frugivores (mammifères, oiseaux et insectes) et jouent un rôle majeur dans les réseaux d'alimentation de la faune sauvage ainsi que dans la dispersion des graines.

Les trois espèces de *Ficus* : *F. tiliifolia*, *F. reflexa* et *F. lutea* interviennent toutes de manières différentes sur la régularité de la distribution des autres taxons. *F. lutea* et *F. reflexa* régularisent plus la distribution des différentes espèces que *F. tiliifolia*. Les rôles et les habitats de ces arbres pourraient entraîner ces différences. *F. lutea* et *F. reflexa* nucléés sont maintenus principalement dans les terroirs pour des usages socio-culturels (porte bonheur) ou elles se rencontrent sur des milieux rocheux non appropriés pour l'agriculture. Par contre, *F. tiliifolia* est maintenu à la fois pour des usages socio-culturels et agronomiques (fertilité du sol), par conséquent, le sol situé sous les couronnes de *F. tiliifolia* pourrait avoir des fonctions variées qui influenceraient l'irrégularité du développement des autres taxons.

Les formations végétales sous *Ficus* dans les deux sites ne sont pas similaires :

- ✓ A Sahabe la végétation sous les *Ficus* isolés nucléés est constituée de formations herbacées à dominance d'espèces autochores ;

- ✓ A Ambendrana, ce sont des formations arbustives ou arborées à dominance d'espèces zoochores.

Cette dernière ressemble au Recrû post-Agricole d'origine Forestière (RAF) identifiées par Randriamalala (2009) mais elle est riche spécifiquement avec un taux d'espèce herbacée faible. Cette richesse spécifique élevée sous les *Ficus* isolés par rapport au RAF confirme les études réalisées par Manning et son équipe (2006) et Carrière (1999) sur les arbres isolés. Sous les arbres isolés maintenus par les paysans, il y a accroissement de la

quantité d'éléments organiques et minéraux à partir des excréments des animaux et de la litière qui améliorent la fertilité du sol, favorisant par la suite une augmentation de la richesse spécifique.

III. Impacts biologiques : structuration génétique de *Ficus* des terroirs par rapport à ceux du corridor forestier

Du point de vue structuration génétique, les individus des terroirs et des forêts présentent une homogénéité génétique et forment une seule population. Il n'y a pas de phénomène d'isolement génétique occasionné par la distance. Les populations des terroirs conservent la signature génétique des espèces forestières avant la déforestation du site, montrant que les flux de gènes sont forts entre les deux habitats (Cornille, 2009). Les pratiques locales associées aux *Ficus* favorisent leurs maintiens (*F. tiliifolia*) et leurs distributions (*F. lutea*) dans les terroirs, ainsi les *Ficus* isolés participent à la circulation des animaux, à la dispersion des graines et des pollens d'une part et à la connectivité des gènes entre les terroirs agraires et le corridor forestier d'autre part. Ces faits confirment les résultats des travaux de Manning et son équipe (2006) sur les arbres éparpillés dans les terroirs et les travaux de Lander et son équipe (2010) sur *Gomortega keule* : arbre isolé des terroirs. Si les travaux de Lefèvre (2004) et Sork et al. (2002), ont montré que, l'impact des activités humaines par des processus de domestication des plantes se manifeste souvent par la réduction de la diversité génétique. Cette étude montre par contre que les activités humaines permettent le maintien des échanges de flux de gènes entre le terroir et le corridor forestier avoisinant, tels que les travaux de Bacles et son équipe (2006), Manning et son équipe (2006), Jordano (2007) et Reisch (2007). Elle confirme les études de Stoe et son équipe (2007), Vendramin et son équipe (2008) où les hommes jouent le rôle de vecteur de dispersion des populations naturelles.

*CONCLUSION GENERALE ET
PERSPECTIVES*

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Les espèces de *Ficus* intégrés dans différents espaces arborés et cultivés des terroirs jouxtant le corridor forestier reliant les deux parcs nationaux de Ranomafana et d'Andringitra ont fait l'objet de cette étude. Elle a pour objectif de comprendre la place que tiennent les espèces de *Ficus* des terroirs dans la société Betsileo vivant à proximité du corridor forestier Ranomafana Andringitra, et aussi d'analyser les conséquences écologiques et biologiques des pratiques humaines associées à ces *Ficus*.

L'approche ethnobiologique sur les pratiques socioculturelles des Betsileo associées aux figuiers a permis de montrer que, même si les espèces introduites et la technologie moderne ont fait diminuer les pratiques liées aux espèces de *Ficus*, elles ont gardé une importance du point de vue socio-culturel et économique dans la vie des Betsileo. *Ficus lutea* et *F. reflexa* sont utilisées en tant que plantes marqueurs de l'espace social, symboles de pouvoir et plantes protectrices. L'histoire de la civilisation Betsileo est fortement liée aux espèces de *Ficus* qui font partie intégrante de leur culture et influencent fortement leurs vies sociales. Toutefois, ce sont des pratiques qui n'exigent pas la présence d'un grand nombre de pieds de Figuier.

L'analyse de la végétation se régénérant sous les *Ficus* des terroirs montre un effet plus ou moins marqué dans les processus de régénération forestière selon la distance à la forêt, en favorisant une richesse spécifique élevée mais avec un taux d'espèce herbacée faible, par rapport aux parcelles laissées en jachères sans *Ficus*. Les *Ficus* préservés par la population pour des raisons socio-économiques et culturelles présentent ainsi une grande importance écologique : c'est le cœur d'interactions biotiques dans les espaces ouverts. Les figues jouent un rôle majeur dans l'alimentation de la faune frugivore dont le rôle est connu pour la dispersion des graines.

L'approche sur l'étude de la structuration génétique entre la population des forêts et la population des terroirs a montré qu'à part la différenciation écotypique constatée chez *F. tiliifolia*, il n'y a pas d'isolement génétique occasionné par la distance mais une continuité génétique de la population forestière avec la population des terroirs. Les *Ficus* isolés fructifient, survivent dans les milieux fragmentés des terroirs et participent à la connectivité biotique entre le terroir agraire et le corridor forestier.

A part l'hypothèse sur l'étude génétique où les figuiers dans les terroirs présentent une diversité plus faible que celle du corridor forestier avec une cosanguinité plus élevée, toutes les autres hypothèses sont vérifiées et tous les objectifs sont atteints.

Cette analyse pluridisciplinaire sur l'ethnobiologie, l'écologie et la biologie permet de mettre en évidence les conséquences des pratiques sociales sur les processus biologiques ainsi que le rôle potentiel des terroirs dans la conservation des espèces et dans le maintien de la connectivité biotique entre le corridor forestier et le terroir. Les pratiques humaines n'ont pas entraîné de rupture génétique entre les populations des terroirs et celle du corridor forestier, et elles ont favorisé la recolonisation des espèces forestières ainsi que la conservation de la biodiversité végétale dans les milieux fragmentés des terroirs situés en dehors de l'aire protégée. Ces milieux deviennent ainsi une zone de transition entre la forêt et les paysages ruraux qui est particulièrement sensible du point de vue de la biologie de la conservation. Ainsi, cette approche qui allie l'ethnobiologie, l'écologie et la génétique apporte une nouvelle vision sur les interactions biotiques et sociales autour des *Ficus* et du rôle possible de ce double réseau de connectivités pour les corridors écologiques.

Les trois grandes parties de notre étude sont interdépendantes, les résultats de l'étude ethnobiologique sont prouvés par l'étude génétique et leurs importances écologiques et biologiques sont démontrées par l'étude écologique.

En effet, cette étude pluridisciplinaire a contribué aussi à vérifier l'hypothèse concernant le rôle écologique du corridor forestier à la conservation de la biodiversité. Elle fait partie des études pionnières servant à démontrer que les corridors forestiers sont fonctionnels et contribuent au maintien de la biodiversité. Il intervient au maintien des flux biologiques (génétique, graine et grains de pollen ainsi que la faune) contribuant à l'intégrité des processus écologiques des blocs forestiers. Le genre *Ficus* constitue un bel exemple pour comprendre les processus de ce maintien de flux.

Par ailleurs, si beaucoup de recherche portent sur les impacts négatifs des facteurs anthropiques, ce travail a pour originalité de mettre en exergue que les pratiques de la population locale peuvent apporter sa contribution sur la conservation de la biodiversité dans les zones en dehors de l'aire protégée. La connaissance plus fine des pratiques paysannes constitue un préalable nécessaire à la conception et à la mise en œuvre des projets de développement durable.

Cette étude ne représente qu'une infime partie de la recherche sur la gestion rationnelle de la biodiversité du corridor forestier Ranomafana Andringitra et ses alentours ainsi que sur la mise en valeur des pratiques locales dans le contexte de politiques de conservation de la biodiversité locale. Pour compléter cette étude, il serait profitable d'envisager des recherches comme :

- les études comparatives de la structuration génétique de *F. reflexa* entre la population des forêts et la population des terroirs afin de caractériser l'impact des pratiques locales de macrobouturage sur le maintien des flux de gène entre la population de la forêt et la population du terroir.
- les études biologique et écologique de la reproduction de *F. tiliifolia* afin de mettre en place de nouvelle méthode de multiplication dans les terroirs.
- les études de l'évolution des formations végétales développées par le processus de nucléation à partir des *Ficus* isolés.

Pour les études biologiques et écologiques proposées, le phénomène de changement climatique devrait être pris en compte.

Enfin, quelles que soient les stratégies à prendre, la participation active de la population dans toutes les activités est capitale pour un développement et une conservation durables, car il ne peut y avoir une étude de l'habitat naturel sans connaître la perception de la population locale.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ahmed, S.; Compton, S. G.; Butlin, R. K. and Gilmartin, P. M.** 2009. Windborne insects mediate directional pollen transfer between desert fig trees 160 kilometers apart. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **106**: 20342-20347.
- Alcorn, J. B.** 1995. The scope and aims of ethnobotany in a developing world. *In*: Schultes R. E. & Von Reis S. (eds.): *Ethnobotany: evolution of a discipline*: 23-39.
- Andriamahefazafy, F. et Meral, P.** 2004. La mise en œuvre des plans nationaux d'actions environnementales : Un renouveau des pratiques des bailleurs de fonds. *Relations Nord-Sud et environnement*. Mondes en développement de Boeck Université : **1272004/3** : 29-44.
- Andrianarimisa, A., Bachmann, L., Ganzhorn, J. U., Goodman, S. M. & Tomuk, J.** 2000. Effects of forest fragmentation on genetic variation in endemic understory forest birds in central Madagascar. *Journal für ornithology* **141**: 152-159.
- ANGAP** 2001. *Plan de Gestion du Réseau National des Aires protégées de Madagascar*, 112p.
- Anstett, M. C., Hossaert-McKey, M., Kjellberg, F.** 1997. Figs and fig pollinators: evolutionary conflicts in a coevolved mutualism. *Trends in Ecology & Evolution* **12**: 94-99.
- Aumeeruddy, Y.** 1994. Local representations and management of agroforests on the periphery of krinci Seblat. National Park, Sumatra, Indonesia. *People and Plants working paper*. UNESCO, Paris, France.: **3**.
- Aumeeruddy, Y. and Bakels, J.** 1994. Management of a sacred forest in the kerinci valley, Central Sumatra: an example of conservation of biological diversity and its cultural basis. *JATBA: Journal d'Agriculture Tropicale et Botanique Appliquée*. Nouvelle série **31(2)**.
- Aumeeruddy-Thomas, Y. and Pei, S.** 2003. Applied ethnobotany: Cases studies from the Himalayan Region. *People and Plants working paper*. UNESCO, Paris, Série N°**12**, 37p.
- Arnaud-Haond, S., Belkhir, K.** 2007. Genclone: a computer program to analyse genotypic data, test for clonality and describe spatial clonal organization. *Molecular Ecology Notes*, **7**: 15-17.

- Atran, S.** 1988. Du savoir populaire au savoir scientifique sur la nature. *In*: A. Codoret (éd.) : *Chasser le naturel....Cahiers des études rurales*, **5**. Paris : Ecoles des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 157p.
- Bacles, C. F. E., Lowe, A., Ennos, R. A.** 2006. Effective seed dispersal across a fragmented landscape. *Science* **311** : 628.
- Barrau, J.** 1976. Ethnobiologie. *In*: P. Samuel (éd.): *L'homme et son environnement*. Paris: CEPL: 235-239.
- Barrau, J.** 1993. Les savoirs naturalistes et la naissance de l'ethnoscience. *La science sauvage des savoirs populaires aux ethnosciences*. Edition du Seuil, Paris: 15-27.
- Bennett, A. F., Hennein, K., Merriam, G.** 1994. Corridor use and the elements of corridor quality: chipmunks and fencerows in a farmland mosaic. *Biol. Conservation* **65**: 155-165.
- Benzecri, J.P.** 1980. *Pratique de l'analyse des données : analyse des correspondances*. Dunod. 423p.
- Bérard, L. et Marchenay, Ph.** 1994. Ressources des terroirs et diversité bio-culturelle. Perspectives de recherches. *JATBA : Revue de l'ethnobiologie*. Diversité culturelle, diversité biologique. Journal de l'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée: 87-91.
- Berg, C. C., Hijman, M. E. E. et Weerdunberg, J. C. A.** 1985. Moraceae. *Flore du Cameroun*. Vol. **28** : 296p.
- Berg, C. C.** 1986. The *Ficus* species (Moraceae) of Madagascar and the Comoro Islands. Bulletin Museum National Histoire Naturel : *Adansonia*,. n°1: 17-55.
- Berg, C. C. and Wiebes, J. T.** 1992. *African fig trees and fig wasps*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Verhandelingen Afdelingen Natuurunde, Tweede Reeks, Deel 89. North Holland, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo: 298p.
- Berkes, F., Folke, C., Gadgil, M.** 1995. Traditional ecological knowledge, biodiversity, resilience and sustainability. *In*: Perrings C. A. (ed.) *Biodiversity Conservation*: 281-299.
- Berkes, F., Colding, J. and Folk, C.** 2000. Rediscovery of traditionnal ecological knowledge as adaptative management. *Ecological applications* **10**: 1251-1262.

- Berkes, F. and Folk, C.** 2002. Back to the future ecosystem dynamics and local knowledge. In: Gunderson, L. H. and Holling, C. S. (eds): *Panarchy understanding transformations in Human and Natural system*: 121-146.
- Bertrand, A. et Randrianaivo, D.** 2003. Tavy et déforestation. In : Aubert, S., Razafiarison, S. et Bertrand, A. (eds.): *Déforestation et systèmes agraires à Madagascar : les dynamiques des tavy sur la côte orientale*: 9-22.
- Beaujard, Ph.** 1983. *Princes et paysans. Les Tanala de l'Ikongo. Un espace social du Sud Est de Madagascar*. Harmattan, Paris : 670p.
- Bésairie, H.** 1973. Précis de géologie malgache. *Annales Géologiques de Madagascar* **36**: 109-134.
- Blanc-Pamard, C. et Milleville, P.** 1985. Pratiques paysannes, perception du milieu et système agricole. *Dynamiques des systèmes agraires*. Edition ORSTOM, Paris : 101-138.
- Blanc-Pamard, C. et Milleville, P.** 1986. Dialoguer avec le paysage ou comment l'espace écologique est vu et pratiqué par les communautés rurales des Hautes Terres malgaches. In : Chatelin Y. et Riou G. (eds.) : *Milieux et paysages*: 17-34.
- Blanc-Pamard, C., et Ralaivita** 2004. *Ambendrana, un territoire d'entre deux : conversion et conservation de la forêt, corridor Betsileo, Madagascar*. GEREM/IRD/CNRE. CNRS/EHESS/CEAFUR100, 86p.
- Blanc- Pamard, C., et Rakoto Ramiarantsoa, H.** 2007. Normes environnementales, transferts de gestion et recompositions territoriales en pays betsileo (Madagascar).La gestion contractualisée des forêts. *Natures Sciences Société* **15** : 253-268.
- Blanc-Pamard, C., Rakoto Ramiarantsoa, H. & Andriantseheno, D.** 2005. *Foncier et territoires entre pouvoirs locaux et politiques publiques environnementales. Pratiques, acteurs, enjeux (corridors betsileo, Madagascar)*. GEREM, CNRE-IRD, CNRS-EHESS CEAF, ICoTEM Université de Poitiers, UR 168, 162p.
- Bodin, O., Tengo, M., Norman, A., Lundberg, J., Elmqvist, T.** 2006. The value of small size: Loss of forest patches and ecological thresholds in southern Madagascar. *Ecological applications* **16** (2): 440-451.
- Born, C., Hardy, O. J., Chevallier, M. H., Ossari, S., Attéké, C., Wickings, E. J., Hossaert-Mckey, M.** 2008. Small-scale spatial genetic structure in the Central African rainforest tree species *Aucoumea klaineana*: a stepwise approach to infer the

- impact of limited gene dispersal, population history and habitat fragmentation. *Molecular Ecology* **17**, 2041-2050.
- Bourgeat, F. et Petit, M.** 1969. Surfaces d'aplanissement sur les Hautes Terres malgaches. *Annales de Géographies* **48, 426** : 158-188.
- Brand, J. et Zurbuche, J.** 1997. La déforestation et le changement du couvert végétal. FOFIFA, Madagascar. *Cahier Terre-Tany* **6** : 59-67.
- Brush, S. and Perales, H.R.** 2007. A maize landscape: ethnicity and agrobiodiversity in Chiapas Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environnement* **121**: 211-221.
- Buttoud, G.** 1995. *Les politiques forestières en Afrique sèche et à Madagascar*. Karthala, Paris, 244p.
- Carrière, S. M.** 1999. *Les orphelins de la forêt : influence de l'agriculture sur brûlis des Ntumu et des pratiques agricoles associées sur la dynamique forestière du Sud-Cameroun*. Ph.D. Dissertation (Tropical Ecology), University of Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc, France: 119-400.
- Carrière, S. M.** 2002. Orphan trees of the forest. Why do Ntumu farmers of southern Cameroon protect trees in their swidden fields? *Journal of Ethnobiology* **22(1)**: 133-162.
- Carrière, S. M. et Randriambanona, H.** 2007. Biodiversité introduite et autochtone: antagonisme ou complémentarité ? Le cas de l'eucalyptus à Madagascar. *Bois et Forêts des Tropiques* **292**: 5-21.
- Carrière, S. M., Letourmy, P., and McKey, D.** 2002. Effects of remnant trees in fallows on diversity and structure of forest regrowth in a slash-and-burn agricultural system in southern Cameroon. *J Trop Ecol* **18**: 375-396.
- Carrière-Buchsenschutz, S.** 2006. L'urgence d'une confirmation par la science du rôle écologique du corridor forestier de Fianarantsoa. *Etudes rurales* n° **178**: 181-198.
- Carrière, S., Roch, P. H., Viano, M., Ifticene, E., Picot, M. and Taton, T. H.** 2007. Hétérogénéité des paysages, dispersion des graines et biodiversité : le cas du terroir d'Ambendrana. In : Serpantié, G., Rasolofoarino et Carrière, S., (éds) *Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le corridor Ranomafana andringitra Madagascar* : 98-100.
- Carrière, S. M., Herve, D., Andriamahefazafy, F. et Meral, P.** 2008. Les corridors, passage obligé? L'exemple malgache. In AUBERTIN C. et RODARY E. (éds.) *Aires protégées, espaces durables*: p: 89-112.

- Carrière, S. M., Ratsimisetra L. et Roger E.** 2007b. Le couloir forestier de Fianarantsoa : forêt « primaire » ou forêt des hommes. *In* : Serpantié, G., Rasolofoarinoro et Carrière, S., (éds) *Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le corridor Ranomafana andringitra Madagascar* : 39-46.
- Castetter, E. F.** 1944. The domain of ethnobiology. *The American naturalist* **78**: 158-170.
- Chen, C., Durand, E., et al.** 2007. "Bayesian clustering algorithms ascertaining spatial population structure: a new computer program and a comparison study. *Molecular Ecology Notes* **7(5)**: 747-756.
- Condit, I. J.** 1947. *The Figs*. Edited by Waltham: 222p.
- Colding, J. and Folke, C.** 1997. The relations among threatened species, their protection, and taboos. *Ecology and Society* **1**:6.
- CTA (Cellule Technique d'Appui) Fianarantsoa** 1999. *Synthèse de l'analyse diagnostic du corridor Ranomafana Andringitra*. Appui au Plan d'Actions Environnementales dans le cadre de l'approche spatiale de la Gestion des Ressources Naturelles et Humaines. En collaboration avec le comité Restreint de Fianarantsoa. Projet MAG 96/G31 : 30p.
- Cunningham, A. B.** 1996. People, park and plant use. Recommendations for multiple-use. Zones and development alternatives around Burundi impenetrable National Park, Uganda. *People and Plants* working paper **4**. UNESCO, Paris, France.
- Cunningham, A. B.** 2001. *Applied ethnobotany: people, wild plant use and conservation*. Earthscan, London : 1-269.
- Dagnélie, P.** 1977. *Analyse statistique à plusieurs variables*. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique: 362p.
- Da Lage, A. & Métaillié, G.** 2000.- *Dictionnaire de biogéographie*. CNRS, Paris, 579p.
- Dalecky, A., Kerdelhue, C., Johnson, S., Razafindratsita, V. R., Grassi, C., Razafiarimalala, A. C., Ovedorff, D. J. and Rasplus, J.Y.** 2003. Moraceae, *Ficus* and associated Fauna. *In*: Goodman, S. M. & Benstead, J. P. (eds.): *The natural history of Madagascar*: 322-334.
- Davis, E. W.** 1995. Ethnobotany: an old practice, a new discipline. *In*: Schultes, R. E. & Von Reis, S. (eds.): *Ethnobotany: evolution of a discipline*: 40-51.
- Dawkins, A. C.** 1959. *The management of natural tropical high-forest, with special reference to Uganda*. Commonwealth forestry, Institute University of Oxford. England. 155p.
- Descola, P.** 1986. *La nature domestique, symbolisme et praxis dans l'écologie des Achuar*. Maison des sciences de l'homme, Paris : 450p.

- Descola, P.** 2006. Par de là nature et culture. *Café Géographiques* n° **798**.
- De Walt, B. R.** 1994. Using indigenous knowledge to improve agriculture and natural resource management. *Human organization* **53**: 123-131.
- Dorion, H.** 1994 Présentation de: Commission de toponymie du Québec. *Noms et Lieux du Québec*. Les Publications du Québec, 978 p.
- Dubois, H.** 1938. *Monographie des Betsileo*. Institut d'ethnologie : Paris : 1510 p.
- Dufils, J. M.** 2003. Remaining forest. In: Goodman S. M. & Benstead J. P. (eds): *The natural history of Madagascar*: 322-334.
- Dunn, R.** 2000. Isolated trees as foci of diversity in active and fallow fields. *Biological Conservation* **95** : 317–321.
- Dury, S.** 1991. *Approche ethnobotanique des Ficus au Nord du Cameroun*. UNESCO/ Man and the Biosphère Program (MAB). Ministère de l'agriculture, Crédit Agricole du Midi ENSAM : 53p.
- Dutech, C., Seiter, J., Petronelli, P., Joly, H.I. and Jarne, P.** 2002. Evidence of low gene flow in a neotropical clustered tree species in two rainforest stands of French Guiana. *Molecular Ecology* **11**: 725-738.
- El Bouzidi, S.** 2002. Le figuier : histoire, rituel et symbolisme en Afrique du Nord. *Dialogues d'histoire ancienne* **28 (2)** : 103-120.
- Ellegren, H.** 2004. Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nat Rev Genet*: **5**: 435-445.
- Elmqvist, T., Pykönen, M., Tengö, M., Rakotondrasoa, F., and Rabakonandrianina, E.** 2007. Patterns of Loss and Regeneration of Tropical Dry Forest in Madagascar: The Social Institutional Context. *PLoS ONE* **2(5)**.
- Erdmann, T. K.** 2003. The dilemma of Reducing shifting cultivation. In: Goodman, S. M. & Benstead, J. P. (eds): *The natural history of Madagascar*: 134-139.
- Flacourt, E.** 1657. Histoire de la grande isle de Madagascar. Librairie Isre Saint Jacques, **MDCLVIII**: 384p.
- Folk, C.** 2004. Traditional knowledge in Social –Ecological Systems. *Ecology and Society* **9 (3)**: 7.
- Forman, R.T.T. & Godron, M.** 1981. Patches and Structural Components for a Landscape Ecology. *Bioscience* **31**: 733-740.

- Friedberg, C.** 1979. Classifications rituelles, classifications profanes; les exemples australiens. *Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée (JATBA)*. Travaux d'ethnobotanique et d'ethnozoologie. Paris : **26 (2)** : 147-159.
- Friedberg, C.** 1986. Classifications populaires des plantes et modes de connaissance. In : P. Tassy (ed) : *L'ordre et la diversité du vivant. Quel statut scientifique pour les classifications biologiques ?* Fondation Diderot, Fayard, Paris : 22-49.
- Gadgil, M., Berkes, F. & Folke, C.** 1993. Indigenous knowledge for biodiversity Conservation. *Ambio* : **22**: 151-156.
- Gadgil, M., Rao, P. R. S., Utkarsh, G., Pramod, P. & Schhatre, A.** 2000. New meanings for old knowledge: the people's biodiversity reister's program. *Ecological application* **10**: 1307-1317.
- Ganzhorn, J. U., Goodman, S. M., Ramanamanjato, J.-B., Ralison, J., Rakotondravony, D. & Rakotosamimanana, B.** 2000. Effects of fragmentation and assessing minimum viable populations of lemurs in Madagascar. Isolated vertebrate communities in the tropics. In: Rheinwald G. (ed.): *Bonner Zoologische Monographien* **46**: 265-272.
- Gautier, L. and Goodman, S. M.** 2003. Introduction to the flora of Madagascar. In Goodman, S. M. & Benstead, J. P. (eds): *The natural history of Madagascar*: 229-250.
- Genot, J. C., & Barbault, R.** 2004. Quelle politique de conservation? In : Barbault, R. & Chevassus-au-Louis, B. (eds): *Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche*: 162- 191.
- Ghimire, S. K.** 2005. *Pratiques de cueillette et écologie de la conservation de plantes médicinales de l'Himalaya Népalais. Approches ethnoécologique et écologique*. Thèse de Doctorat de l'Université de Montpellier II. Ecole Doctorale : Biologie de Systèmes Intégrés, Agronomie, Environnement. Discipline : Biologie des populations et écologie : 1-100.
- Giambrone, N. S. J.** 1973. *Teto anivon'ny riaka*. Ed.Centre de formation pédagogique. 5^{ème} édition, Ambozontany, Fianarantsoa, 100p.
- Gibernau., Hossaert-McKey, M., Frey, J. and Kjellberg, F.** 1998.- Are olfactory signals sufficient to attract fig pol-linators? *Ecoscience* **5**: 306-311.
- Giraldo, E., Viruel, M. A., Lopez-Corrales, M. and Hormaza, J. I.** 2005. Characterisation and cross species transferability of microsatellites in the common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **80**: 217-224.

- Goodman , S. M. and Benstead, J. P.** 2003. *The natural history of Madagascar*. The University of Chicago Press. The Field Museum, The Shlinger Foundation, Q.M.M. and W.W.WF.. Chicago and London: 58-1490.
- Goodman, S. M. and Ganzhorn, J. U.** 1997. Rarity of figs (*Ficus*) on Madagascar and its relationship to a depauperate frugivore community. *Revue d'Ecologie (Terre et vie)* **52**: 321-29.
- Goodman, S. M., Ganzhorn, J. U., and Wilmé, L.** 1997. Observation at a *Ficus* tree in Malagasy humid forest. *Biotropica* **29**: 480-488.
- Goodman, S. M., & Rakotondravony, D.** 2000. The effects of forest fragmentation and isolation on insectivorous small mammals (*Lipotyphla*) on Central High Plateau of Madagascar. *Journal Zoological* **250**: 193-200.
- Goodman, S. M. et Razafindratsita, V. R.** 2001. *Inventaire biologique du Parc national Ranomafana et du couloir forestier qui relie au Parc national d'Andringitra*. CIDST, Antananarivo-Madagascar, 243p.
- Gounot, M.** 1969. *Méthode d'étude quantitative de la végétation*. Masson. Paris VI. 314p.
- Green, G. M. and Sussmann, R. W.** 1990. Deforestation history of the eastern rain forests of Madagascar from satellite images. *Science* **248**: 212-15.
- Guevara, S., Meave, J., Morenocasasola, P. and Laborde J.** 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Journal of vegetation Science* **3**: 655–664.
- Guillaumet, J.-L.** 1984. The vegetation: an extraordinary diversity. In : Jolly A., Oberlé P. et Albignac E. R. (Eds). *Key environnements. Madagascar*:: 27-54.
- Guinochet, M.** 1973. *Phytosociologie, collection d'écologie* 1. Ed, Masson et compagnie. Paris VI. 227p.
- Gunderson, L. H. & Holling, C. S.** 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, D.C..
- Hanski, I., Gilpin, M. E. (eds.)** 1997. *Metapopulation biology, genetics and evolution*. San Diego, Academic Press, 512p.
- Harris, S. A., Robinson, J. P. and Juniper, B. E.** 2002. Genetic clues to the origin of the apple. *Trends in Genetics* **18**: 426-430.
- Harrison, R. D.** 2003. Fig wasp dispersal and the stability of a keystone plant resource in Borneo. In: *Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **270**, S76-S79.

- Harrison, R. D.** 2005.- Figs and the diversity of tropical rainforests. *BioScience* **55**: 1053-1064.
- Harrison, R. D., Rasplus, J. Y.** 2006. Dispersal of fig pollinators in Asian tropical rain forests. *Journal of Tropical Ecology* **22** : 631-639.
- Heckel, E.** 1903. *Les plantes médicinales et toxiques de Madagascar avec leurs noms et leurs emplois indigènes*. Institut colonial de Marseilles : **2^{ème} série, tome 1**: 148p.
- Heckler, S. and Zent, S.** 2008. Piarao Manioc Varietals: hyperdiversity or social currency? *Human Ecology* **36**: 679-697.
- Henfrey, T. B.** 2002. Ethnobiology, resource, use, conservation and developpement in a Wapishana Community in the south Rupununi, Guyana. *Journal of Natural History Museum*, **21**: 173-186.
- Hmimsa, Y., Aumeeruddy-Thomas Y. and Ater M.** 2012. Vernacular Taxonomy, Classification and Varietal Diversity of fig (*Ficus carica L.*) Among Jbala cultivators in Northern Morocco. *Human Ecology* **40**: 301-313
- Huntington, H. P.** 2000. Using traditional ecological knowledge in Scientifics methods and applications. *Ecological Applications* **10**: 1270-1274.
- Ifticene, E.** 2005. *Analyse paysagère du terroir Betsileo en lisière du corridor forestier Ranomafana Andringitra Madagascar*. Master 2R BIOECO. Université d' Aix Marseille III. IMEP, UMR 6116 du CNRS: 36p.
- Isaia, R.** 1995. *Approche phytoécologique sur l'évaluation qualitative et quantitative des utilisations villageoises des ressources naturelles en forêts denses humides sempervirentes. Cas de village d'Amбанizana, presque île de Masoala*. Mémoire DEA, Université d'Antananarivo, Faculté des Sciences: 76p.
- Jakobsson, M. and Rosenberg, N. A.** 2007. "CLUMPP: a cluster matching and permutation program for dealing with label switching and Kalinowski, S. T. (2005). "hp-rare 1.0: a computer program for performing rarefaction on measures of allelic richness." *Molecular Ecology Notes* **5(1)**: 187-189.
- Jousselin, E. and Kjellberg, F.** 2001. The functional implications of active and passive pollination in dioecious figs. *Ecology Letter* **4**: 151-158.
- Kalinowski, S. T.** 2005. hp-rare 1.0: a computer program for performing rarefaction on measures of allelic richness. *Molecular Ecology Notes* **5**: 187-189.

- Khadari, B., Hochu, I., Santoni, S. and Kjellberg, F.** 2001. Identification and characterization of microsatellite loci in the common fig (*Ficus carica* L.) and representative species of the genus *Ficus*. *Molecular Ecology Notes* **1**: 191-193.
- Koechlin, J., Guillaumet, J. L. et Morat, Ph.** 1974. *Flore et végétation de Madagascar*. Cramer J., Vaduz, 667p.
- Kottak, C. P.** 1980. *The past in the present. History, ecology and cultural variation in Highland Madagascar*. Chicago, University of Michigan press, 339p.
- Kun, A., Obourny, B. and Diekmann, U.** 2009. Intermediate landscape disturbance maximizes metapopulations density. *Landscape Ecol* **24**: 1341-1350.
- Lagarde, B. J.** 1998. L'ethnobiologie: outil de conservation. Spécial Réserve du DJA. *Canopé: une publication du programme ECOFAC. Bulletin sur l'environnement en Afrique Centrale* **12**.
- Lambert, F. R. and Marshall, A. G.** 1991. Keystone characteristics of bird dispersed *Ficus* in a Malaysian lowland rain forest. *Journal of Ecology* **79**: 793-809.
- Lander, T. A., Boshier, D. H., Stephen, A. and Harris, S. A.** 2010. Fragmented but not isolated: Contribution of single trees, small patches and long-distance pollen flow to genetic connectivity for *Gomortega keule*, an endangered Chilean tree. *Biological Conservation*. Elsevier **143**: 2583–2590.
- Lefèvre, F.** 2004. Human impacts on forest genetic resources in the temperate zone: an updated review. *Forest Ecology and Management* **197**: 257-271.
- Lefèvre, G.** 2009. Sur la classification vernaculaire des plantes dans le sud-ouest de Madagascar. *Plantes et Sociétés. Etudes Océan indien*, **42-43** : 175- 197.
- Levins, R.** 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bull. Entomol. Soc Am.* **15**: 237-240.
- Levins, R.** 1970. Extinction. In: Grestenhaber, M. (ed.): *Some mathematical questions in biology: lectures on mathematics in the life sciences*: 77-107.
- Lhoutellier, L.** 2008. *Evolution du marquage et des delimitations de la terre chez les Betsileo de la bordure forestière, sud-est des hautes terres de Madagascar*. Rapport de stage effectué dans le cadre du programme ECOFOR. Cefe CNRS et Université Paris X Nanterre: 55p.
- Manning, A. D., Fischer, J. and Lindenmayer, D. B.** 2006. Scattered trees are keystone structures: Implications for conservation in *Biological conservation* **132**: 311-321.

- Martin, G. J.** 1995. *Ethnobotany: A people and plants conservation manual*. Chapman & Hall London: UK: 268p.
- Martin, E., Ratsimisetra, L., Laloë, F., and Carrière, S.** 2009. Conservation value for birds of traditionally managed isolated trees. *An agricultural landscape of Madagascar. Biodiversity and Conservation* **18 (10)**: 2719-2742.
- Mc Arthur, R. H. and Wilson, E. O.** 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton, Princeton University Press, 230p.
- Mc Cullough, D. R. (ed.)** 1996. *Metapopulation and wildlife conservation*. Island Press, Washington: 439p.
- Mc Donnell, M. J. and Stiles, E. W.** 1983. The structural complexity of the old field vegetation and the recruitment of bird dispersed plant species. *Oecologia* **56**: 109-116.
- Meilleur, B. A. et Garine, E.** 2008. Les classifications biologiques populaires : peut-on vivre avec les plantes sans avoir les classer ? In: Hallé, F. et Lieutaghi, P. (eds.). *Aux origines des plantes*. Des plantes et des hommes: 352-354.
- Meral, P., Froger, G., Andriamahefazafy, F. et Rabearisoa, A.** 2008. Le financement des Aires Protégées à Madagascar : de nouvelles modalités. In : Aubertin C. et Rodary E. (eds.) *Aires protégées et espaces durables*: 135-156.
- Métaillié, G. et Roussel, B.** 1998. Au carrefour des sciences de l'homme et de la nature. L'ethnobiologie. *Clartés* :1-20.
- Miadana S.** 1996. *Ethnotaxonomie des plantes dans la région de Manongarivo*. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo : 86p.
- Milleville, P. et Blanc-Pamard, C.** 2001. La culture pionnière du maïs sur abattis-brulis (*Hatsaky*) dans le sud ouest de Madagascar. In : Razanaka, S., Grouzis, M., Milleville, P., Moizo, B. et Aubry, C. (Eds). *Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans la sud ouest de Madagascar*. CNRE/IRD : 243-254.
- Ministère du Développement Rural et de la Reforme Agraire** 1995. *Le système national de vulgarisation agricole*. Antananarivo.
- Mittermeier, R. A. ; Gil, P. R. ; Hoffmann, M.; Pilgrim, J.; Books T. Mittermeier, C. G.;**
Lamoreux, J. and da Fonseca, G. A. B. 2004. Madagascar and the Indian Ocean Islands. *Hotspots revisited earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. CEMEX, Mexico City.
- Mittermeier, R. A., Konstant, W. R., Hawkins, F., Louis, E. E. , Langrand, O., Ratsimbazafy, Rasoloarison, R., Ganzhorn, J. U., Rajaobelina, S., Tattersall, I. &**

- Meyers, D. M.** 2006. *Lemurs of Madagascar*. Conservation International. Tropical field guide series. Conservation International. Second Edition : 210-236.
- Moreau, S.** 2002. *Les gens de la lisière. La forêt, l'arbre et la construction d'une civilisation paysanne Sud Betsileo, Madagascar*. Thèse de doctorat de l'Université Paris X. Discipline géographie. 645p.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., DA Fonseca, G. A. B. and Kent J.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**: 853-858.
- Noss, R. F.** 1993. Wildlife corridors. In: Smith, D. E., Hellmund, P. C. (eds) : *Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas*: 43-68.
- Olsson, P. and Folk, C.** 2001. Local ecological knowledge and institutional dynamics for ecosystem management: a case study of lake Racken watershed. *Sweden Ecosystems* **4**: 85-104.
- Parde, J.** 1961. *Dendrométrie*. Ed. de l'école nationale des eaux et forêts. Nancy: 120-349.
- PCD de la commune rurale d'Ambohimahamasina** 2006 *Monographie de la commune*. 47p.
- PCD de la Commune rurale d'Androy** 2006. *Monographie de la commune*. 25p.
- Perrier de la Bathie, H.** 1928. Les *Ficus* de Madagascar. *Archives de Botaniques*, II. Bulletin mensuel **8-9** : 137-180.
- Perrier de la Bathie, H., et Leandri, J.** 1952. Moraceae. *Flore de Madagascar et des Comores*: Museum National d'Histoire Naturelle **55**: 40-75.
- Picot, M. M., Jenkins, R. K. B., Ramilijaona, O., Racey, P. A., & Carrière, S.** 2007. The role of the feeding ecology of *Eidolon dupreanum pteropodidae*. Eastern Madagascar. *Afr. J. Ecol.*: **45**, **4**: 645-650.
- Posey, D. A., Frechione, J., Eddins, J., Da Silva, L. F., Meyers, D., Case, D. & Mac Beath, P.** 1984. Ethnoecology as applied anthropology in Amazonia Development. *Human Organization* **43**: 95-107.
- Pritchard, J. K., Stephens, M. and Donnelly, P.** 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* **155**: 945-959.
- Quetier, F., Rivoal, F., Marty, P., De Chazal, M., Thuiller, W. and Lavorel, S.** 2010. Social representation of an alpine grassland landscape and socio-political discourses on rural development. *Reg Environ Change* **10**:119–130.

- Rafidison, V., Rabevohitra, R., Aumeeruddy-Thomas, Y., Hossaert-McKey, M., Rasplus, J. Y. et Kjellberg, F.** 2011. Notes taxonomiques et identification des *Ficus* malgaches. *Acta Bot. Gallica* **158**, 4: 453-472.
- Raherilalao, M. J., Razafindratsita, V. R., Goodman, S. M. & Rakotoniaina, J. C.** 2001. L'avifaune du Parc National de Ranomafana et du corridor forestier entre Andringitra et Ranomafana. In: Goodman, S. M. & Razafindratsita V. R. (Eds). *Inventaire biologique du Parc National de Ranomafana et du couloir forestier qui la relie au Parc National d'Andringitra* **17** : 165-192.
- Raherisoanjato, D.** 1984. Origines et évolution du royaume de l'Arindrano jusqu'au 19^{ème} siècle. Contribution à l'histoire régionale de Madagascar. Musée d'art et d'archéologie. Université de Madagascar. *Travaux et document* **XXII**. 226p.
- Rainihifina, J.** 1975. *Lovantsaina*, Boky I. Tantara Betsileo (Histoire du Betsileo). Fianarantsoa Ambozontany, 240p.
- Rajeriarison, C.** 1988. *Evolution de la végétation d'après les analyses polliniques atmosphérique de la région d'Antananarivo*. In : Rakotovao, L., Barre, V. & Sayer, J. (éds.). *L'équilibre des écosystèmes forestiers à Madagascar* : 124-129.
- Rakotomalala, D.** 2001. *Les amphibiens et les reptiles de Vatoharanana (PN Ranomafana) et du couloir forestier reliant le PN de Ranomafana avec celui d'Andringitra*. Rapport préliminaire. DBA, Faculté des Sciences. Madagascar et Ecology Training Program, WWF Antananarivo : 9p.
- Rakotomalala, M., Blanchy, S., et Raison-Jourde, F.** 2001. Madagascar : les ancêtres au quotidien. *Usages sociaux du religieux sur les Hautes Terres Malgaches*. Ed. L'Harmattan, 529 p.
- Rakotonirainy, E. O.** 2001. *Etude de la bioécologie de la communauté de vertébrés frugivores de la forêt littorale du SE de Madagascar (Tolagnaro) : observation sur Ficus sp. (Moraceae), en vue de la conservation et de la réhabilitation de cet écosystème*. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo: 65p.
- Ralaimihoatra, E.** 1965. *Histoire de MADAGASCAR* (Tome I), Antananarivo, p : 18-19.
- Ramisaray** 1901. *Pratiques et croyances médicales des Malgaches*. Malone éditeur. Thèse de la Faculté de Médecine de Paris.
- Ranaivo, O.** 1902. *Pratiques et croyances des Malgaches relatives aux accouchements et à la maladie infantile*. Malone éditeur. Thèse de la Faculté de Médecine de Paris: 94p.

- Ranaivoson, N. R. E.** 2006.- *Dynamique du système d'élevage bovin dans une zone péri-forestière de Madagascar cas de la commune d'androy (corridor forestier ranomafana-andringitra)*. Mémoire de DEA. ESSA-Agro-management, Université d'Antananarivo, 66p.
- Randriamalala, J. M.** 2005. *L'étude écologique de la diversité inter-parcellaire des jachères forestières (kapoaka) de la localité d'Ambendrana-Fianarantsoa*. Mémoire de DEA, Facultés des Sciences, Université d'Antananarivo : 97p.
- Randriamalala J. M.** 2009. *Influence des pratiques agricoles et du milieu sur les dynamiques forestières post-culturelles dans le corridor Ranomafana Andringitra*. Thèse de doctorat troisième cycle (Phd.). Ecole Supérieures des Sciences Agronomiques. Université d'Antananarivo : 217p.
- Randriamarolaza, P. L.** 1982. *Le fer, le riz et le pouvoir politique dans le royaume Betsileo du Lalangina (Sud-Est des Hautes Terres Centrales de Madagascar)*. Thèse de 3^{ème} cycle en Anthropologie. Université Antananarivo : 447p.
- Randriambanona, H. A.** 2008.- *Successions écologiques dans les plantations de Pinus, d'Acacia et dans les forêts naturelles de la région nord-ouest du corridor de Fianarantsoa (Madagascar)*. Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo : 111p.
- Randriamiarinjato, J. C.** 2008. *Diagnostic ethnobotanique et écologique des ressources naturelles les plus utilisées dans la zone d'Anosibe An'Ala. Région d'Alaotra Mangoro à des fins de restauration écologique*. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo : 86p.
- Randrianarison, A.** 2009. *Dynamique des écosystèmes forestiers en contact avec les savanes dans le corridor forestier de Fianarantsoa (Sahabe Ambohimahasina)*. Mémoire de DEA. Faculté des Sciences. Université d'Antananarivo: 86p.
- Raveloson, M. A. A. F.** 1997. *Monographie nationale sur la biodiversité à Madagascar : volet foresterie*. Ministère de l'Agriculture et du développement rural. ANGAP : 1-32.
- Ravololonanahary, H.** 1996. *L'approvisionnement en bois de palétuvier du Firaisana de Morondava (bois de service, bois de chauffe), quantification et impact sur l'écosystème Mangrove*. Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo:73p.
- Raymond, M. and Rousset, F.** 1995. An exact test for population differentiation. *Evolution* 49: 1280- 1283.

- Razarihelisoa, M.** 2009. Représentation Malgaches du monde vivant. Taxinomies empiriques : théorie et pratique. In : Lefèvre G. (ed.) : *Plantes et Sociétés*. Etudes Océan indien, n° 42-43. Institut Nationales des Langues et Civilisations Orientales (INALCO) : 199-216.
- Reisch, C.** 2007. Genetic structure of *Saxifraga tridactylites* (Saxifragaceae) from natural and manmade habitats. *Conservation Genetics* 8: 893-902.
- Rosenberg, D. K., Noon, B. R., Meslow, E. C.** 1995. Towards a definition of biological corridor. In: Boissonnette, J. A., Krausman, P. R. (eds): *Integrating people and wildlife for a sustainable future*. Bethesda, the wildlife society: 436-439.
- Schatz, G. E., Lowry, II. P. P. and Wolf, A.-E.** 2000. Endemic families of Madagascar. VI. A synoptic revision of the Rhodolaena (Sarcolaenaceae). *Adansonia*, 322: 239-52.
- Segalen, P.** 1951. Etude des sols du périmètre forestier d'Ampameharana (Région de Fianarantsoa). *Mémoires de l'institut scientifique de Madagascar* D 3(1): 147-163.
- Selkoe, K. A., Toonen, R. J.** 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. *Ecology Letters* 9: 615-629.
- Serpentie, G., Toillier, A. et Carrière, S.** 2007. A l'est de Madagascar, le relief, la structure, les paysages. In : Serpentier G., Rasolofoharinoro et Carriere S. (Eds.) : *Transitions agraires. Dynamiques écologiques et conservations*: p : 9-17.
- Shanahan, M., Samson, S. O., Compton, S. G. and Corlett, R.** 2001. Fig eating by vertebrate frugivores. A global review. *Biological Reviews* 76: 529-72.
- Schwartz, D.** 1969. *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et biologistes*. 3ème édition. Flammarion. Médecine Sciences, Paris: 318p.
- Simberloff, D., Farr, J. A., Cox, J., and Mehlman, D. W.** 1992. Movement corridors: conservation bargains or poor investments. *Conservation Biology* 6: 493-504.
- Soarimalala, V., Goodman, S. M., Ramiarinjanahary, H., Fenohery, L. L. & Rakotonirina, W.** 2001.- Les micro-mammifères non-volants du Parc National de Ranomafana et du couloir forestier qui le relie au Parc National d'Andringitra. In : Goodman SM. & Razafindratsita VR. (Eds.). *Inventaire biologique du Parc National de Ranomafana et du couloir forestier qui la relie au Parc National d'Andringitra* 17: 197-223.
- Sorensen, T.** 1948. *A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content*. Kopenhagen, Biol. Skrif. 183p.

- Sork, V. L., Smouse, P. E., Apsit, V. J., Dyer, R. J., Fernandez, J. F. and Kuhn, B.** 2002. Pollen movement in declining populations of California Valley Oak, *Quercus lobata*: where have all the fathers gone? *Molecular ecology* **11**: 1657-1668.
- Stone, G. N., Challis, R. J., Atkinson, R. J., Csoka, G., Hayward, A., Melika, G., Mutun, S., Preuss, S., Rokas, A., Sadeghi, E. and Schorogge, K.** 2007. The phylogeographical clade trade: tracing the impact of human-mediated dispersal on the colonization of northern Europe by the oak gallwasp *Andricus kollari*. *Molecular Ecology* **16**: 2768-2781.
- Tengo, M., Johansson, K., Rakotondrasoa, F., Lundberg, J., Andriamaherilala, J. A., Rakotoarisoa, J. A. and Elmqvist, T.** 2007. Taboos and forest governance: Informal protection of hot spot dry forest in southern Madagascar. *Ambio* **36** : 683-691.
- Thorstrom, R., Rene de Roland, L-A. and Watson, R. T.** 2003. Falconiformes and strigiformes: ecology and status of raptors. *In*: Goodman SM, Benstead JP (eds) *The natural history of Madagascar*: 1080-1085
- Ticktin, J. and Johns, T.** 2002. Chinanteco management of *Aechmea magdalenae*: implications for the use of TEK and TRM. *Management plans Economic Botany* **56**: 117-191.
- Toledo, V. M.** 1992. What is ethnoecology ? Origins, scope and implications of a rising discipline. *Ethnoecologia* **1**: 5-21.
- Turner, N. J. Boelscher Ignace, M. & Ignace, R.** 2000. Traditional ecological knowledge and wisdom aboriginal peoples in British Columbia. *Ecological Applications* **10**: 1275-1287.
- UICN, PNUE et WWF** 1990. *Madagascar profil de l'environnement*. Gland, Suisse, Cambridge et Royaume Uni, 439p.
- Van Gennep, A.** 1904. *Tabou et totémisme à Madagascar*. Paris, E. Leroux, 362p.
- Vendramin, G. G., Fady, B., Gonzalez-Martinez, S. C., Hu, F. S., Scotti, I., Sebastiani, F., Soto, A. and Petit, R. J.** 2008. Genetically depauperate but widespread: The case of an emblematic mediterranean pine. *Evolution* **62**: 680-688.
- Verhoeven, K. J. F., Simonsen, K. L. and McIntyre, L.** 2005. Implementing false discovery rate control: increasing your power. *Oikos* **109**, 208-208.

- Viano, M.** 2004.- *Rôle des pratiques paysannes Betsileo sur la dispersion des graines par les oiseaux en lisière du corridor forestier de Fianarantsoa (Madagascar)*. Mémoire de DEA. Faculté des Lettres et Sciences Humaines. Université d'Orléans. 105p.
- Vignes, H., Hossaert-Mckey, M., Beaune, D., Fevre, D., Anstett, M. C., Borges, R. M., Kjellberg, F. and Chevallier, M.H.** 2006. Development and characterization of microsatellite markers for a monoecious *Ficus* species, *Ficus insipida*, and cross-species amplification among different sections of *Ficus*. *Molecular Ecology Notes* **6**: 792-795.
- Weir, B. S., Cockerham, C. C.** 1984. Estimating F-Statistics for the Analysis of Population-Structure. *Evolution* **38**: 1358-1370.
- White, F.** 1983. The vegetation of Africa. A Descriptive Memoir to Accompany the Unesco/AETFAT/UNSO Vegetation Map of Africa. *Natural resources Recherche* **20**: 365p.
- Wild, R. G. & Mutebi, J.** 1996. Conservation through community use of plant resources. Establishing collaboration Management of Bwindi impenetrable and Mgahinga Gorilla National Parks, Uganda. *People and Plants working paper* **5**.
- Yarranton, C. A. and Morrison, R. G.** 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology* **62**: 417-418.
- Yount, J. W. et Rengoky, Z.** 2001. Les Mikea: Perceptions et pratiques . In S. Razanaka, M. Grouzis, P. Milleville, B. Moizo et C. Aubry (Eds). *Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans la sud ouest de Madagascar*. CNRE/IRD, Antananarivo: 139-146.

ABSTRACT

Title: Ethnobiology and ecology of *Ficus* in the agrarian territories of Betsileo and the "corridor" Ranomafana-Andringitra

Author: Verohanitra Miarivelomalala RAFIDISON

Ficus species are important both socio-culturally and ecologically. *Ficus* species integrated into wooded areas and agrarian territories adjacent to the forest corridor connecting the two national parks of Ranomafana and Andringitra were studied. First, the socio-cultural practices and the importance of the Betsileo knowledge associated with them, as well as the spatio-temporal distribution of *Ficus* in these agrarian territories were studied. Then the characteristics of the nucleation under these *Ficus* and finally the population genetic structure of the *Ficus* between the forest population and the cultivated lands population were done. This, allowed to understand the place and the role of these trees for the Betsileo and to analyze the ecological and biological consequences of human practices on the *Ficus* species.

The fig trees of agrarian territories have always played a very important role in the life and especially in the civilization of the Betsileo. The particular place held by *Ficus* resulted in a set of concrete and symbolic practices that contributed to their protection. The arrival of introduced species and modern technologies lead the use of these fig trees to be reduced. Currently, medicinal uses and various beliefs still hold important places.

The ecological study focuses on three *Ficus* species: *F. tiliifolia* plays a socioeconomic role, *F. reflexa* and *F. lutea* have a protection role of men and animals, they also mark social spaces and are associated with various power networks. The nucleation under the *Ficus* trees in the cultivated lands shows their key-role in the processes of forest regeneration. The absence of genetic structuring between the cultivated land *Ficus* and the forest *Ficus* of the corridor reveals that they belong to a single population.

This analysis combining human sciences, ecology and biology, can highlight that social practices can promote the preservation of plant biodiversity in the agrarian territories, a transitional zone between the forest and the rural landscapes, which are particularly sensitive with regard to conservation biology.

Key words: *Ficus*; biocultural interaction; nucleation; corridor Ranomafana Andringitra ; Madagascar, genetics of population, agrarian territories

Advisor : Pr. Charlotte RAJERARISON

RESUME

Titre : Ethnobiologie et écologie des *Ficus* des terroirs Betsileo et du corridor

Ranomafana –Andringitra

Auteur : Verohanitra Miarivelomalala RAFIDISON ép. RATOVELO

Les *Ficus* sont des espèces importantes aussi bien du point de vue socio-culturel qu'écologique. Les espèces de *Ficus* intégrées dans les espaces arborés et cultivés des terroirs jouxtant le corridor forestier reliant les deux parcs nationaux de Ranomafana et d'Andringitra ont fait l'objet de cette étude. Elle concerne les pratiques socio-culturelles et l'importance des savoirs des Betsileo qui leurs sont associées, ainsi que la distribution spatio-temporelle des *Ficus* dans les terroirs, ensuite les caractéristiques de la végétation se régénérant sous ces *Ficus* par nucléation et enfin la structuration génétique entre la population des forêts et la population des terroirs de ces *Ficus*. Ceci afin de comprendre la place et le rôle de ces arbres chez les Betsileo et d'analyser les conséquences écologiques et biologiques des pratiques humaines. Les figuiers des terroirs avaient toujours joué un rôle très important dans la vie et surtout dans la civilisation des Betsileo. La place particulière tenue par les *Ficus* a entraîné un ensemble de pratiques concrètes et symboliques qui a contribué à leur protection. L'arrivée des espèces introduites et la technologie moderne ont rendu moins bénéfique l'usage des figuiers. Actuellement, ce sont les usages médicaux et les diverses croyances qui tiennent encore une grande place.

L'étude écologique porte sur trois espèces de *Ficus* : *F. tiliifolia* joue un rôle socio-économique, *F. reflexa* et *F. lutea* ont un rôle de protection des hommes et des animaux, de marqueurs de l'espace social et sont associés à différents réseaux de pouvoir. La végétation se régénérant sous les *Ficus* des terroirs montre un rôle clé dans les processus de régénération forestière. L'absence de structuration génétique entre les *Ficus* de terroirs et les *Ficus* des forêts du corridor montre qu'ils appartiennent à une seule population.

Cette analyse combinant les sciences humaines, l'écologie et la biologie, permet de mettre en évidence que les pratiques sociales favorisent la conservation de la biodiversité végétale dans les terroirs agraires. C'est une zone de transition entre la forêt et les paysages ruraux, qui est particulièrement sensible du point de vue biologie de la conservation.

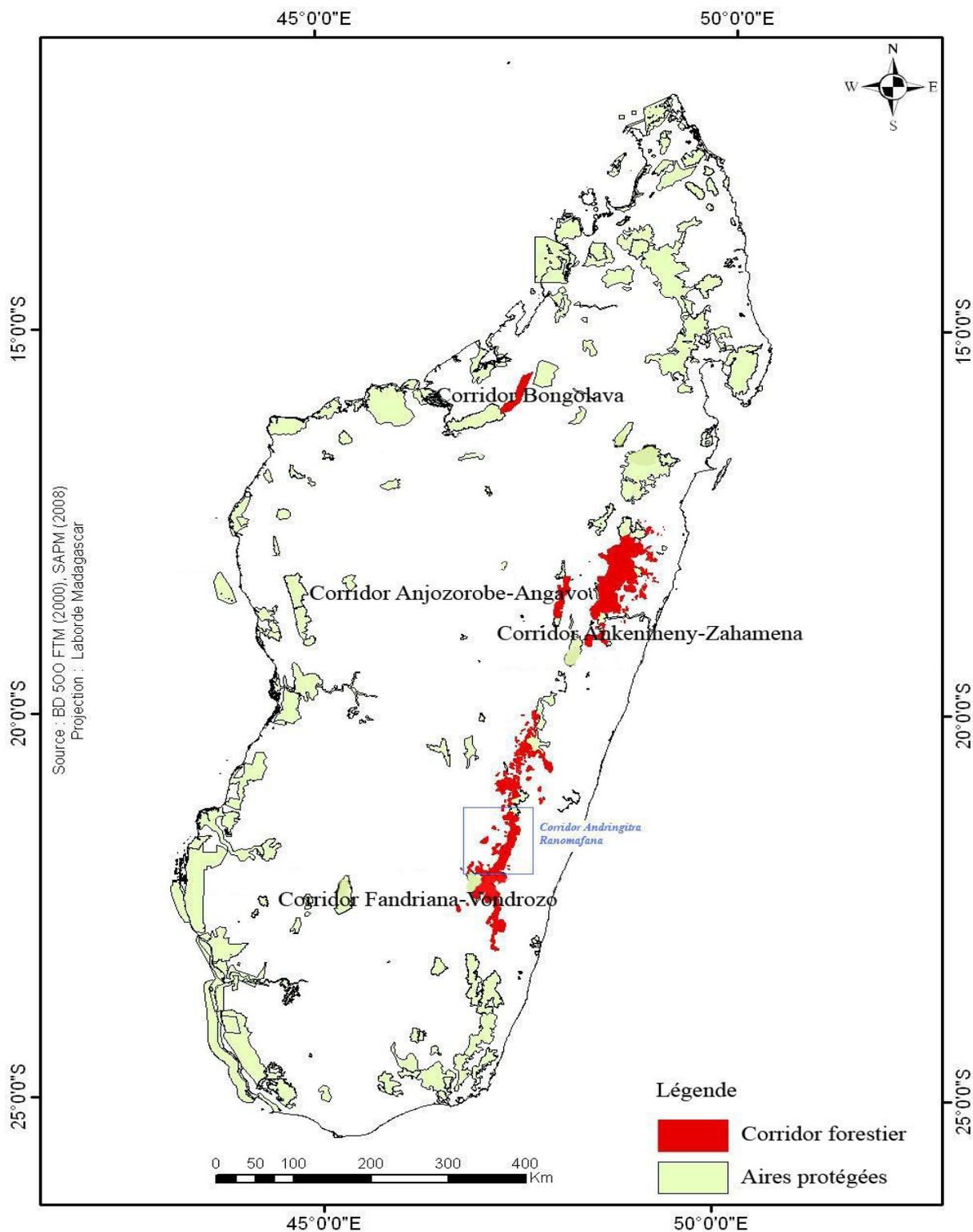
Mots clés : *Ficus*, interaction bioculturelle; nucléation ; génétiques des populations ; corridor Ranomafana Andringitra ; terroir

Directeur de these: Pr. Charlotte RAJERARISON

ANNEXE

ANNEXE

Annexe I: Les corridors forestiers de Madagascar (BD 500)



Annexe II: Notes taxonomiques et identification des *Ficus* malgaches

ACTA BOTANICA GALLICA

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE

Parution trimestrielle

VOLUME 158 (4), **décembre 2011**

TABLE DES MATIÈRES

Acta Bot. Gallica, **158** (4), 453-472, 2011.

Notes taxonomiques et identification des *Ficus* malgaches

par Verohanitra Miarivelomalala Rafidison(1), Raymond Rabevohitra(2), Yildiz

Aumeeruddy-Thomas(3), Martine Hossaert-McKey(3), Jean-Yves Rasplus(4) et Finn Kjellberg(3)

(1) *Département de biologie et écologie végétales, Faculté des sciences d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo, Madagascar*

(2) *Fofifa, Département de recherches forestières et piscicoles, BP 745, Antananarivo 101, Madagascar*

(3) *CEFE, UMR 5175, 1919 route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5 ; finn.kjellberg@cefe.cnrs.fr*

(4) *INRA-UMR Centre de biologie et de gestion des populations, CBGP (INRA/IRD/CIRAD/ Montpellier SupAgro), Campus international de Baillarguet, CS 30016, F-34988 Montferrier-sur Lez*

Résumé.- Afin d'aider à l'identification des *Ficus* de Madagascar, nous avons examiné l'ensemble des échantillons disponibles dans différents herbiers à la lumière de nos observations *in situ*. Nous proposons un petit guide d'identification qui complète l'analyse taxonomique réalisée par C.C. Berg. Nous constatons une remarquable homogénéité des espèces à l'échelle de Madagascar : on n'observe pas chez les *Ficus* le micro-endémisme généralisé si fréquent chez les animaux et les plantes à Madagascar.

Mots clés : *Ficus* - Madagascar - flore - biologie.

Abstract.- To facilitate identification of *Ficus* from Madagascar, using our field experience, we re-examined all the samples available a series of herbaria. We propose a small identification guide which complements the taxonomic treatment by C.C. Berg. *Ficus* species are remarkably homogeneous all over Madagascar: they do not present the generalized micro-endemism so frequently observed in Malagasy animals and plants.

Key words : *Ficus* - Madagascar - flora - biology.

Acta Bot. Gallica, **158** (4), 473-486, 2011.

Annexe III : Dataclim

AMBENDRANA

MOIS	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
TMIN (°c)	9,0	9,0	10,4	12,2	14,4	15,5	16,1	16,0	15,5	14,1	11,6	9,7
TMAX (°c)	18,6	19,7	21,9	25,0	26,1	25,9	25,5	25,1	24,9	23,9	22,1	19,8
TMOY (°c)	13,8	14,4	16,2	18,6	20,3	20,7	20,8	20,6	20,2	19,0	16,9	14,8
PREC (mm)	40	35	31	41	131	251	315	238	209	59	40	37

Source : worldclim (1950-2000)

SAHABE (AMBOHIMAHAMASINA)

MOIS	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
TMIN (°c)	9,2	9,3	10,6	12,4	14,4	15,6	16,2	16,1	15,6	14,2	11,7	9,8
TMAX (°c)	18,7	19,7	21,8	24,8	25,9	25,6	25,4	25,1	24,8	23,8	22,2	19,8
TMOY (°c)	14,0	14,5	16,2	18,6	20,2	20,6	20,8	20,6	20,2	19,0	17,0	14,8
PREC (mm)	36	35	31	41	122	251	293	232	200	52	35	34

Source : worldclim (1950-2000)

Annexe IV : Exemple d'un type d'entretien

Entretien en malgache	Transcription
<p>Q : Inona no anaran'ity vohitra ity</p> <p>R: Vohitrova, valamaty. Misy marika hahafantarana fa tanana haolo ity toerana ity taloha; misy ny mariky ny vala, ny toerana misy ny trano, misy ny efa nasaina, misy zavatra maniry sahala amin'ny hoe tambina izay. De ny olona teo izany no niparitaka de na de izay izao aza karazan'ny renibenay avy aty. Fa ny rainay no avy any Ambohimandroso</p> <p>Q: De aiza avy ny taranan'ny olona eto Vohitrova?</p> <p>R: Any Ambendrana, Ampasina, Andranovory any atsimo.</p> <p>Ity ny toeran'ny trano fa ny mariky ny valanomby efa tsy hita intsony.</p> <p>Q: De inona no toerana ato ambony ato fa toa tsy Ambolena.</p> <p>R: Mbola tsy misy mikapa fotsiny de avela eo</p> <p>Q : ary tsy misy <i>Voara</i> ety ?</p> <p>R:Tsa misy</p> <p>Q: De inona io hazo tsy misy raviny io ambany io?</p> <p>R:<i>Voara</i> io</p> <p>Q:Azo atao hoe rova ve ity toerana ity taloha?</p> <p>R: An! An! Ny vohitra fotsiny ka. Taloha mety nisy hova nipetraka teto taloha fa ny tantara tsy</p>	<p>Q: Quel est le nom de cette colline?</p> <p>R : Vohitrova, un village abandonné. Il y a des signes pour connaître que le lieu est un ancien village abandonné. Il y avait des signes de présence de parc à bœufs, de l'emplacement de la maison. Il y a des lieux déjà labourés, des plantes cultivées telles que sur les versants. Ce sont les gens de la bas qui s'éparpillent , même nous, la famille de notre grand-mère est originaire d'ici. Mais notre père est originaire d'Ambohimandroso.</p> <p>Q : Ou sont passés les descendants des gens de Vohitrova ?</p> <p>R : A Ambendrana, Ampasina, Andranovory dans le sud</p> <p>Ici l'emplacement de la maison, mais les signes du parc à bœufs ne sont plus visibles</p> <p>Q : Et quel est ce lieu situé en amont qui n'est pas cultivé ?</p> <p>R : Il n'est pas encore coupé et on le laisse.</p> <p>Q : Et il n'y a pas de <i>F. tiliifolia</i> ici.</p> <p>R : Il n'y en a pas</p> <p>Q : C'est quoi cet arbre sans feuille situé en aval ?</p> <p>R : C'est un <i>F. tiliifolia</i></p> <p>Q: Est-ce qu'on pouvait appeler cet endroit un palais auparavant ?</p> <p>R: Non ! C'est uniquement la colline. Auparavant, des rois vivaient ici mais nous ne</p>

Annexe IV(suite)

Entretien en malgache	Transcription
<p>de hainay. Fa ny olona tsy nisy nahita rova fa araky ny tantara de nisy hova nipetraka taty</p> <p>Q: Ary ny hova teto karazana mpanjaka taloha, namboly Aviavy ve izy? Na Amontana na Voara?</p> <p>R: De tsa nisy ka, tsa mba reko ny tantara hoe namboly Voara. Ny manodidina misy Voara ireny fa de tahaky ny hoe maniry amin'izao fa tsy aty Vohitrova.</p> <p>Q:Ary mahafantatra vohitra mitovy amin'ny vohitrova misy Amontana na Aviavy.</p> <p>R:Tsa fantatra fa tsa mbola nijery vohitra hafa tena nijery tsara.</p> <p>Q: Ary ny vohitra nihavian'ny rainy: Ambohimandroso?</p> <p>R: Voara no betsaka ao.</p> <p>Q: Araky ny hevitrao, nambolena ve de najanona teo nampiasaina tamin'izany fotoana izany?</p> <p>R:De mitsiry ho azy io fa tsa misy mamboly an'io</p> <p>Q:Iry ambany iry izao misy Nonoka, fa maninona no tsy novonoina fa najanona teo?</p> <p>R: Tsy namono azy ny mpiasa fa najanona eo</p> <p>Q: Fa inona ny antony tsy namonoany azy?</p>	<p>savions pas très bien l'histoire. Mais personne n'avait jamais trouvé de palais ici, mais d'après l'histoire il y avait des rois qui habitaient ici.</p> <p>Q : Mais les rois d'ici sont une sorte d'ancien roi, est-ce qu'ils ont planté des <i>F. trichopoda</i> ou <i>F.lutea</i> ou <i>F. tiliifolia</i>?</p> <p>R : Il n'y avait pas, j'ai jamais entendu l'histoire de planter des <i>F. tiliifolia</i>. Aux alentours, il y a des <i>F. tiliifolia</i> mais il paraît que ça pousse naturellement, mais pas jusqu'ici à Vohitrova</p> <p>Q :Est-ce que tu connais une colline comme Vohitrova avec des <i>F.lutea</i> ou <i>F. trichopoda</i></p> <p>R : Je ne sais pas et je n'ai pas encore bien observé les autres collines.</p> <p>Q : Et la colline d'où sort ton père à Ambohimandroso ?</p> <p>R : Il y a beaucoup de <i>F. tiliifolia</i> la bas</p> <p>Q : D'après toi, est-ce qu'ils sont plantés et maintenus pour qu'ils puissent s'en servir</p> <p>R : Ils poussent naturellement, personne ne le plante.</p> <p>Q : En bas, il y a un <i>F. reflexa</i> , mais pourquoi il n'est pas coupé mais maintenu la bas?</p> <p>R : Les gens qui travaillaient là bas ne l'a pas coupé mais l'a laissé la bas.</p> <p>Q : Mais quelle est la raison ?</p>

Annexe IV(suite)

Entretien en malgache	Transcription
<p>R : De efa ifandovana, ny olona niasa teo aloha tsy namono de ny ona ankehitriny koa tsa sahy mamono azy.</p>	<p>R :C'est déjà une héritage, les gens qui y avaient travaillé auparavant ne l'avait pas tué, ainsi les gens qui travaillent actuellement aussi n'osent pas le tuer.</p>
<p>Q: Fady?</p>	<p>Q : Tabou ?</p>
<p>R: Tsa fady izy fa ny beventy tsa nanimba azy de ny ankehitriny tsa sahy nanimba azy intsony</p>	<p>R : Ce n'est pas un tabou, mais comme les grands ancêtres n'osaient pas les détruire, en effet les gens actuels n'osent pas aussi le détruire.</p>

Annexe V : Exemple de base de données ethnobiologiques

Enregistrement numéro : 000x1 Ambendrana

Date : 04-09- 2008

Information sur site :	Localité : Ambendrana
	Fokontany : <i>Ambara</i>
	Commune : <i>Androy</i>
	District: Lalangina
	Région : Haute Matsiatra
	L'enquête a été menée seule à Ambalatsimo

Information sur la personne	Nom : RaJean Marie
	Sexe : M
	Age : 70
	Profession : Ray amandreny, guide et président du Coba
	Statut : marié
	Possède un champ avec <i>Ficus tiliifolia</i>

Informations sur l'emplacement et origine	(1)Auparavant, plantées par les ancêtres (Ntaolo) dans les anciens villages Actuellement, elle pousse naturellement sur les champs, personne ne la plante plus Les endroits avec <i>Voara</i> : Ampanarivo, Ampandroangiroka, Andohandrainivao, Sahandrotsa
	(2) Auparavant, plantées par les ancêtres près des vatolahy ou dans les anciens villages Pousse naturellement sur des rochers après avoir été avalé par les oiseaux, et rejeté près des rochers par la suite
	(3)Pousse au bord de la rivière. Les endroits où poussent (3) sont déjà transformés en rizière et il n'y a plus que très peu d'individus qui poussent actuellement
	(5) Dans la forêt et pousse naturellement

(6) Près de vatolahy, planté à Ambaibofo et il y avait un pied en Anaviavy mais coupé par Tompokolahy Rajoma

(7) Igodona

**Informations
sur l'effet de
la plante sur
la culture**

**Informations
sur les usages**

(1) Des pieds qui poussent naturellement et les gens n'osent pas les couper
Les fruits sont mangés par les oiseaux
Auparavant, les troncs sont utilisés pour servir de bac de nourriture pour les cochons et les volailles.

Auparavant, les écorces sont utilisées pour servir de cache sexe

(2) Les fruits sont mangés par les enfants

(4) Les fruits sont comestibles mais « matsaboka » ou amère

(5) Les écorces sont utilisées pour servir de corde lorsqu'on ramasse les bois de chauffe

**Information
sur la biologie
et l'écologie**

(2) Pousse naturellement sur des rochers

(3) Pousse au bord de la rivière

(5) Pousse dans la forêt

**Information
sur les autres
zones**

	<i>Voara</i> : <i>Ficus tiliifolia</i> (1)
	Nonoka : <i>F. reflexa</i> (2)
Information	Fompohana : <i>F. botryoides</i> (4)
sur la	Kivozy : <i>F. politoria</i> (5) suivant la taille de l'arbre : Kivozy lavaravina, bory
nomenclature	ravina, madinidravina
	Aviavy: <i>F. trichopoda</i> (6)
	Amontana : <i>F. lutea</i> (7)

Information	(1) : Auparavant, les fruits étaient vendus au marché
sur les ventes	

Information	Peu de gens osent couper les <i>Voara</i> dans les champs, c'est déjà plantées par
sur les mythes	les ancêtres ainsi respectés par les descendants
et les rites	[Manao salaka fohy rambo]

Information
sur
l'identification
et les liens de
parenté

Annexe VI : Planches photographiques des *Ficus* de terroirs

Ficus pachyclada Baker



Annexe VI (suite)

Ficus polioria Lamarck



Annexe VI (suite)

Ficus botryoides Baker



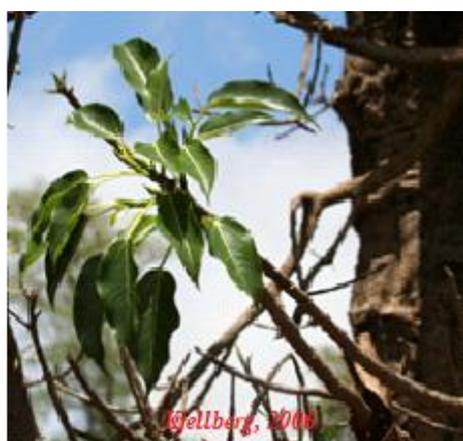
Annexe VI (suite)

Ficus trichoclada Baker



Annexe VI (suite)

Ficus polita Vahl



Annexe VI (suite)

Ficus trichopoda Baker



Annexe VII : Résultats des enquêtes sur les classifications des *Ficus*

Réponses en malgache	Transcription
-Ny Kivozy madinidravny ro lahy fa ny bevetiravy vavy.	-Le <i>F. politoria</i> à petite feuille est mâle mais celui à feuille large est femelle.
-Ny Nonoka lahy tsa mba mamoa fa ny vavy ro mamoa	- Le <i>F. reflexa</i> mâle ne fructifie pas, c'est la femelle qui fructifie
-Misy karazany koa io Nonoka io, misy moa io Nonoka io de tsa mamoa mihintsy, de lahy izy zay, fa raha izy mety mamoa de vavy izy zay.	- Il y a des variétés de <i>F. reflexa</i> : il y a des <i>F. reflexa</i> qui ne produisent jamais de figes: c'est un figuier mâle, mais s'il peut produire des figes, c'est une femelle.

Annexe VIII : Tableau récapitulatif de l'usage des espèces de *Ficus* des terroirs

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Utilisation locale	Partie utilisée
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Arbre fruitier	Figues
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Engrais	Feuilles pourries
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Attire l'eau	Racines
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Marquage territoire	Arbre
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Ombrage	Arbre
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Maux de ventre	Feuilles
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Maladie de la peau	Feuilles
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Satisfaire envie	Figues
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Ustensiles cuisines	Bois
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Vannière	Racines
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Source d'étincelle	Bois
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Piège à oiseaux	Latex
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Tissu	Fibre (tronc /branche)
Voara /Ara	<i>F. tiliifolia</i>	Symbole fertilité	Arbre
Nonoka	<i>F. reflexa</i>	Plante lactogène	Latex
Nonoka	<i>F. reflexa</i>	Contre la fatigue	Feuilles
Nonoka	<i>F. reflexa</i>	Arbre fruitier	Figues
Nonoka	<i>F. reflexa</i>	Haie vive	Arbre
Nonoka	<i>F. reflexa</i>	Element commémoratif	Arbre
Laza	<i>F. reflexa</i>	Porte bonheur	Arbre
Laza	<i>F. reflexa</i>	Royauté	Arbre
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Arbre fruitier	Figues
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Thé	Feuilles
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Chewing gum	Latex
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Piège à oiseaux	Latex
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Corde	Ecorce
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Engrais	Feuilles pourries
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Ombrage	Arbre
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Brise vent	Arbre
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Fourrage	Feuilles
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Royauté	Arbre
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Abondance	Arbre
Amontana/ Amonta	<i>F. lutea</i>	Puissance	Arbre
Fompoha	<i>F. trichoclada</i>	Arbre fruitier	Figues
Fompoha	<i>F. trichoclada</i>	Plante lactogène	Feuilles

Annexe VIII (suite)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Utilisation locale	Partie utilisée
Fompoha	<i>F. trichoclada</i>	Tissu	Fibre (tronc /branche)
Fompoha	<i>F. trichoclada</i>	Vannière	Racines
Fompoha	<i>F. trichoclada</i>	Antiérosive	Arbre
Fompoha	<i>F. botryoides</i>	Arbre fruitier	Figues
Fompoha	<i>F. botryoides</i>	Plante lactogène	Feuilles
Fompoha	<i>F. botryoides</i>	Tissu	Fibre (tronc /branche)
Fompoha	<i>F. botryoides</i>	Vannière	Racines
Fompoha	<i>F. botryoides</i>	Antiérosive	Arbre
Aviavy	<i>F. trichopoda</i>	Arbre fruitier	Figues
Aviavy	<i>F. trichopoda</i>	Médicinal	Feuilles
Aviavy	<i>F. trichopoda</i>	Pilier de parc	Arbre
Aviavy	<i>F. trichopoda</i>	Ombrage	Arbre
Aviavy	<i>F. trichopoda</i>	Piège à oiseaux	Latex
Aviavy	<i>F. trichopoda</i>	Violation d'un tabou	Copeaux de bois
Aviavy	<i>F. trichopoda</i>	Porte bonheur	Arbre
Kivozy	<i>F. politoria</i>	Corde	Ecorce
Kivozy	<i>F. politoria</i>	Bois de chauffe	Bois
Kivozy	<i>F. politoria</i>	Carie dentaire	Figues
Kivozy	<i>F. politoria</i>	Maux de ventre	Feuilles
Tsaramady	<i>F. polita</i>	Thé	Feuilles
Tsaramady	<i>F. polita</i>	Plante lactogène	Feuilles
Tsaramady	<i>F. polita</i>	Porte bonheur	Arbre

Annexe IX : Résultats des enquêtes sur l'utilisation de *F. tiliifolia*

Réponses en malgache	Transcription
<p>1- <i>Hanin'ny olo ny voan'Ara fa tsa de ataon'ny olo fototsakafo fa ny kilonga no mihinana ny voany laky masaka</i></p> <p>-<i>De ny kilonga no tena mihinana ny voan'Ara rehefa milaolao ka mahita masaka.</i></p>	<p>-Les gens mangent les figues de <i>F ; tiliifolia</i>, elles ne constituent pas un aliment de base et quand elles sont mures, ce sont les enfants qui les mangent.</p> <p>-Ce sont les enfants qui mangent les figues quand ils jouent et aperçoivent des figues mûres.</p>
<p>2-<i>Misy tanana tahaka ny anay eto Ambendrana izao tsa azo itondrana Voara se manomboka miteraka ny vary fa tsa mety amin'ny aody havandra hiarovana ny vary.</i></p>	<p>-Il y a des hameaux comme le notre à Ambendrana où amener des figues de <i>F ; tiliifolia</i> est tabou quand le riz commence à fructifier car ceci est incompatible avec le charme anti- grêle utilisé pour protéger la riziculture.</p>
<p>3-<i>Tamin'ny andro taloha, ny Voara de namidy fa anay aloha de kaontiny mifady Voara mihitsy. Ny ray amandreny taloha tany nivarotra de tsa nahalafo de nariana fa mavesatra se ferina mody de nandrirotsa: raha mbola taranako tsa mahazo mivarotra Voara.</i></p> <p>-<i>Ny Angavo no miremby miatsinanana, sa riaka te-hivarotsa Voara no homba any.</i></p>	<p>-Auparavant, les figues étaient vendues au marché mais nous faisons parti des gens pour qui la vente des figues est tabou. Nos ancêtres ont déjà essayé de vendre les figues au marché mais ils n'arrivaient pas à le vendre et devait le jeter au marché pour éviter de les ramener au village car c'est lourd ; ils ont ordonné à leurs descendants de ne plus les vendre au marché.</p> <p>-Ce sont les roussettes qui cherchent leurs nourritures vers l'est, ou tu veux y aller pour vendre les figues.</p>
<p>4-<i>Atao antanimboly fa ny raviny mihitsa atao zezika sady mahalonaky tany no</i></p>	<p>-Laisse sur les champs car les feuilles qui tombent servent d'engrais pour fertiliser le</p>

Annexe IX (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<p><i>manalokaloka voly. Matetika mitsiry amin'ny lohasaha manavara, ny vahany manangondrano sady mahaambo tany ny raviny de tsa firain'ny olo fa avelany amin'ny tanimboly.</i></p> <p><i>-Mahaambo tany ny Ara. Ambo ny tany tandrify azy eo. Leha mipika ny raviny de lasa zezika mahaambo tany. Tena mitera-drano koa io hazo io, fa izy hazo marafoka. Le tahaky ny Ara aby ny hazo de tena soa sady mitondra rano.</i></p> <p><i>-Izy koa mitera-drano. Ny toera misy ara sarotra ritrandrano. Io izao misy Ara de eo no fatsakana.</i></p> <p><i>-Tsa manimba ny voly akaiky azy. Ny vahany misintondrano de manome rano sy hamandoana aza izy ny tanimboly itsiriany.</i></p> <p><i>5-Tsy mety atao antanimboly, ny raviny mamono raha rehefa avy ny fotoana fihitsanany, satria rehefa mihitsa le raha de mihitsa manontolo.</i></p> <p><i>-Rehefa manaloka voly izy de azo firaina fa tsa sahy mamono nefa ny vahany lasa lavitra.</i></p> <p><i>6-Raha ho teraka ny vehivavy bevohoka, dia ny ravimboara mihintsana no tanehana hanalanana azy.</i></p>	<p>sol et servent de source d'ombre pour la culture. Le plus fréquent, il pousse sur les vallées non exposées, leur racine attire de l'eau et leurs feuilles fertilisent le sol, ainsi les gens ne le coupent pas mais le laissent pousser dans le champ.</p> <p><i>-F. tiliifolia</i> fertilise le sol. Près de lui, le sol est fertile. Quand ses feuilles tombent, elles deviennent des engrais qui fertilisent le sol. Il génère aussi de l'eau car le bois est riche en eau. Si tous les arbres ressemblent à <i>F. tiliifolia</i> c'est très bien et apporte aussi de l'eau.</p> <p>- Elle produit de l'eau. L'endroit où il y a de <i>F. tiliifolia</i> ne se dessèche pas facilement. Là où il y a <i>F. tiliifolia</i> se situe le puits.</p> <p>- Elle ne détruit pas la culture à coté d'elle. La racine qui attire l'eau, va régénérer l'eau ainsi que l'humidité au champ où elle pousse.</p> <p>-On ne peut pas la laisser dans les champs, car ses feuilles détruisent les cultures lorsque ses feuilles tombent, elles tombent intégralement.</p> <p>-Quand elles engendrent de l'ombre sur la culture, on peut la couper et les gens n'osent pas la tuer car ses racines peuvent pousser très loin.</p> <p>-Quand une femme enceinte va accoucher, on fait bouillir des feuilles tombées de <i>F. tiliifolia</i> pour accélérer l'accouchement.</p>

Annexe IX (suite)

Réponses en malgache	Transcription
-Ny ravin'Ara ataon'olo fandalanana ny olomiteraka.	-Les feuilles de <i>F. tiliifolia</i> sont utilisées pour accélérer l'accouchement des gens.
-Ny ravin'ara maina mihitsa, dorana dia atao amin'ny ranomanitsy de sotroa atao fandalanana ny olobetroka hiteraka.	-Les feuilles sèches brulées de <i>F. tiliifolia</i> sont à boire avec de l'eau froide, pour accélérer l'accouchement.
-Ny raviny fatao fanafody. Tamin'ny fanjakany lavaraotry taloha no ampiasana ny ravinara. Io no atao amin'azy ampiarahana amin'ny lomotra vato. Karazana odilay taloha fa izao efa be ny ody vazaha.	-Ses feuilles servaient de médicament. Auparavant, lors de la saison de l'eczéma on servait les feuilles de <i>F. tiliifolia</i> . On l'applique avec des algues des roches. C'est un calmant utilisé auparavant mais actuellement, il y a déjà beaucoup de médicaments introduits.
-Ny raviny maina mihitsa tenehina atao ody mivalana misy ra.	-Les feuilles sèches décidues sont utilisées en décoction pour soigner les diarrhées avec hémorragie.
- Ny ditiny fatao odivotsy.	- Le latex sert à guérir le furoncle.
- Ny hodiny tenehy manasitrana kohaka sy sempotra.	- L'écorce en décoction soigne l'asthme et la toux.
- Ny vahany tenehy atao odimangotsoka.	-La racine en décoction est utilisée à soigner les rhumatismes.
- Ny tovoony totona ampiasay manasitrana votsy.	- La tige pilée est utilisée pour guérir le furoncle.
- Ny raviny maina mihitsa manasitra votsy. Dorana ny raviny de afangaro amin'ny menakomby sy laveno de hosorana amin'ny votsy.	-Les feuilles sèches soignent les furoncles. Bruler les feuilles et les mélanger avec de la graisse de zébu et de la cendre, puis on l'applique sur les furoncles.
- Ny raviny tenehy ody havizanana.	-La décoction des feuilles est anti- fatigue.
7-Rajosefa teto Analalava efa nahavita pardesia tamin'ny fato, de nitovy vidy tamin'ny aomby iray se namidy.	-Rajosefa d'Analalava a déjà fabriqué un pardessus à partir de l'écorce de <i>F. tiliifolia</i> et il l'avait vendu au même prix qu'un zébu.

Annexe IX (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<p>8-Tsa azo firay ny voara satria izy tena ilaina hanaovana siky nefa tsa misy mahay ny mamboly azy.</p> <p>-Tsa mba nahare olo namboly Voara</p> <p>-Ny Nonoka fambolena tovoany fa ny Ara tsa mety.</p> <p>9-Misy sahy mamira azy ihany ny ona satria ataon'olo atova io vahany io, fa tsa mety raha tsy antitra be.</p> <p>-Ny tovoany nety natao fiteko taloha.</p> <p>-Ny taolan'ny Voara fakana afo miaraka amin'ny katoto atao fofotsa. Ny tovoany Voara no trobahana de maka hazo mafy katoto hikosehana azy de velona ny afo. Manodidina ny lavaka angalana fotona bozaka sy vorondamba de kosehana de mirehitra ahitana afo.</p> <p>-Taloha, ny taolan'ny Voara hanaovana kalo fihinan'ny kisoa, fa efa soloan'olo kininy fa io no mateza. Ny taolany koa nanaovana atova fa efa nosolona Lalomaka se taty afara fa io no mateza de amin'izao efa brika ro ampiasana fa io ro mafy. De ohatr'izay koa ny fiteko fihinana sy fisotroakafe efa nisolo fiteko vy</p>	<p>-La coupe des <i>F. tiliifolia</i> est interdite car ils sont très recherchés pour fabriquer le tissu et personne ne sait pas comment les planter.</p> <p>-J'en ai jamais entendu personne qui plantait du <i>F. tiliifolia</i></p> <p>-Le <i>F. reflexa</i> peut être planté par les tiges mais pour <i>F. tiliifolia</i>, ça ne marche pas</p> <p>-Il ya des gens qui osent les couper car ses racines sont utilisées pour fabriquer des vannes. Mais il faut des racinées très âgées.</p> <p>-Ses branches peuvent être utilisées pour fabriquer des cuillères.</p> <p>-Les branches de <i>F. tiliifolia</i> avec les branches de <i>Katoto</i> servent à créer du feu. On creuse un petit trou sur la branche de <i>F. tiliifolia</i>, et on frotte le trou à l'aide de la branche de <i>Halleria tetragona</i> et des étincelles apparaissent. Aux alentours du trou, on dépose des racines d'herbe sèches et des tissus usés pour développer l'étincelle en feu.</p> <p>Auparavant, les troncs de <i>F. tiliifolia</i> étaient utilisés pour servir de bac de nourriture pour les cochons mais c'est déjà remplacé par l'<i>Eucalyptus</i>. Les troncs étaient utilisés comme vanne mais c'est déjà remplacé par le <i>Lalomaka</i> : <i>Weinmannia bojeriana</i> qui est très résistante puis par des plateaux en métal (barrique). C'est pareil pour les cuillères à soupe et à café, c'est déjà remplacé par les cuillères en aluminium.</p>

Annexe IX (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<i>10-De ampiasain'olo koa hamantarana tanimboly na tany : eny amin'ny arandrasamy</i>	-Les gens l'utilisent pour identifier ou repérer un champ ou un terroir : exemple chez <i>F. tiliifolia</i> de Rasamy

Annexe X : Préparation de tissu de *F. tiliifolia* : Fato à partir de son écorce

Pour fabriquer le tissu à partir de *F. tiliifolia*: Fato : on prélève les fibres de la partie interne de l'écorce de *F. tiliifolia*. On la trempe dans la rivière pour la rendre souple et puis on les batte à l'aide d'un bois ou d'un pilon pour élargir la surface jusqu'à la taille d'une cache sexe. Pour certaines personnes, au lieu de les tremper dans la rivière, elles les font bouillir en permanence au feu de bois au moins une semaine pour l'assouplir.

Annexe XI : Résultats des enquêtes sur le respect de *F. tiliifolia*

Réponses en malgache	Transcription
<i>-Izy hazo mitsiry nanahary, de tsa sahin'olo firaina koa, raha firaina de mahabe moty ny masonjaza se miteraka:</i>	-Elle pousse naturellement par la volonté de dieu, et personne n'ose la couper, lorsqu'on la coupe, les yeux des enfants deviennent couvertes de larmes sans cesse.
<i>-Ny ntaolo efa namela azy hitsiry teo de anay tarananany aty afara koa mamela azy eo.</i>	-Les ancêtres les laissent pousser, ainsi, nous, les descendants les laissent aussi.
<i>-Ny mamira azy de fady ho an'ny izay olo mbola hiteraka, fa raha firaina izy, de lasa be moty ny masonjaza vao teraka.</i>	-La coupe est taboue pour ceux qui veulent encore avoir des enfants, lorsqu'on les coupe, les yeux des nouveaux nés deviennent couverts de larmes sans cesse.
<i>- Ny olo efa antitra sy efa kamboty no mamira azy raha tsy maintsy firay izy de tandrana vola sady mitarona : tsa aho no mamira fa Roto efa very efa ela.</i>	-Ce sont les gens âgés déjà orphelins qui le coupent s'il faut le couper et il faut le payer symboliquement d'un sou et parler lors de la coupe que ce n'est pas moi qui a coupé mais c'est <i>Roto</i> qui est déjà perdu depuis longtemps.
<i>-Se firaina ny Voara de mamoaka rony fotsifotsy, de se miteraka avy eo le olonamira de lasa be motimaso ny zazakely, tahak'ilay rony fotsifotsy mandriaka se nofiraina.</i>	-Lorsqu'on coupe <i>F. tiliifolia</i> , il y a écoulement de substance blanche et après cette personne vont naître un bébé avec des larmes qui ne cessent de s'écouler, c'est l'équivalent de la substance blanche qui s'écoule lors de la coupe.
<i>-Randevokely ro nanapaka tovoany tao Amboaramalefaka de tarinan'izay, de lasa nikororosy be ny fiainany de farany lasa</i>	<i>-Randevokely a coupé une branche à Amboaramalefaka et depuis sa vie ne cesse de régresser, à la fin elle était devenue folle</i>

Annexe XI (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<p><i>adala de maty vao tanora. Te hivarotra Voara, nefa ambobe ny nisy azy de notapahany ny tovoany mba hahazoany azy</i></p>	<p>et elle est décédée jeune. Elle voulait vendre des fruits qui se trouvaient sur des branches très hautes et pour les cueillir elle coupait les branches.</p>
<p><i>-Fady ny mamiraVoara fa raha jerena ny toetriny dia mitovy amin'ny olo, se firaina izy de mamoka ranony ohatrany ran'olo se maratra .</i></p>	<p>-C'est tabou de les couper car elle représente les caractéristiques des êtres humains, lorsqu'on les coupe, il y a écoulement de latex c'est l'équivalent du sang des êtres humains.</p>
<p><i>- Tsa sahin'olo firaina, araky ny tenin'ny olo dia karazany hazo manolaka, raha mamira de tsa mahandry ny andron'ny ara de ho maty miaraka aminy</i></p>	<p>-Les gens n'osent pas la couper, d'après les gens, c'est une sorte d'arbre qui tord, quand on la coupe, on n'arrive pas à atteindre la durée de sa vie (destin prévue) et la personne va mourir avec lui.</p>

Annexe XII : Résultats des enquêtes sur l'utilisation de *F. reflexa*

Réponses en malgache	Transcription
1-Tsa handika vato misy Nonoka. Manana ny heriny izy matoa afaka mitsiry eo ambony vato	- On ne traverse pas un rocher où pousse un <i>F. reflexa</i> . Il a un pouvoir, c'est pourquoi il peut pousser sur un rocher.
2-Ny raviny hanaovana dite ho an'ny mpifana, mahabe nono.	-Ses feuilles sont utilisées pour faire une tisane pour les femmes qui allaitent. C'est lactogène
-Atao dite ny raviny, tena tsara ho an'ny ampela mifana, mampafana ny mpiteraka de mahabenono.	- Ses feuilles servent de tisane, c'est bon pour les femmes après l'accouchement, elles réchauffent la femme et favorisent la production du lait maternel.
3-Fanafody fanalana hasasarana io, rehefa vizaka be de tanehina ny raviny, de evohana de sotroina	-C'est un médicament pour enlever la fatigue, quand on est très fatigué, on boit et on peut inhaler la décoction de ses feuilles.
4-Hanin'ny kilonga ny voany se matoy.	-Les figes sont mangées par les enfants quand elles sont mures.
-Ny Nonoka, ny kilonga ro mihinana ny voany fa se lehibe tsa mihinana koa.	- <i>F. reflexa</i> , ce sont les enfants qui mangent ses figes, mais quand on devient adulte, on n'en mange plus.
-Ny voany hanin'ny olo ihany fa tsa mahavoky fa tsaingotsaingoan'ny kilonga eny.	-Les gens mangent parfois les figes mais elles ne sont pas nourrissantes, ainsi ce sont les enfants qui les grignent.
5-Nofirain'olo natao tombompahitsa de mitsiry eo.	-Les gens les coupent pour servir de pilier de parc et ils repoussent par la suite.
-Atao tombompahitsa de mora mitsiry.	-On s'en sert de pilier de parc et ils

Annexe XII (suite)

Réponses en malgache	Transcription
	repoussent facilement.
6-Ambolen'olo atao tafoto, atoron'ny olo mahay raha (ombiasy).	-Planté par les gens pour servir de <i>tafoto</i> (charme porte bonheur ou protecteur, fabriqué par les devins) d'après les instructions données par les devins.
-Raha mitsiry amorondrindimbala mety ataon'olo miaraka amin'ny tafoto.	-Quand il pousse près des haies des parcs à zébu, il pourrait servir d'élément accompagnant le <i>tafoto</i> .
-Mandeha amin'ny ombiasy mpimasy de io no manao ny tafoto, de arakarak'izay asainy atao: asiana vato, asiana vahandrano ampiarahana amin'ny Nonoka na hazo hafa izay taroniny.	-Il faut aller voir un devin qui élabore le <i>tafoto</i> et suivant son instruction, on l'accompagne de rochers, de <i>F. botryoides</i> (<i>Crinum</i> sp.), de <i>F. reflexa</i> ou d'autres plantes selon son instruction.
-Nambole amin'ny vala fa mahaso ny aomby. Ho marika fa misy tafoto eo hanajan'olo ny vala de tsa sahy otana fa ambenana.	-Planté dans le parc à zébu car il est bénéfique pour les zébus. C'est pour marquer qu'il y a présence de <i>tafoto</i> , pour que les gens le respectent et n'osent pas salir le lieu mais le préservent.
7-Fiarovankare hitadiavana ny soa de hambole akaikin'ny toerambala. Ny tovo ny no atsatoka. De araka ny anarany de minono de tsa afaka ny aomby.	-Pour protéger la richesse et rechercher le bonheur, on le plante près du parc. On plante la tige. Comme son nom l'indique : les zébus têtent (s'y attachent) et ne peuvent pas partir.
-Ambolena amin'ny tsihintany de efa arak'izay anarany izay, hinono hiraikitra ny vary eo amin'ny tsihintany.	-Planter près de l'aire de battage, c'est comme son nom, le riz tètera et se fixera sur l'aire de battage.
8-Tsy misaraka amin'ny toerana misy ny	-Ce <i>F. reflexa</i> ne sépare jamais le lieu où il y

Annexe XII (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<p><i>Zafindraraoty sy ny Hova io Nonoka io. Io no grade famantarana fa misy Hova miaraka amin'ny Zafindraraoty ny tanana. Ny isan'ny sampany koa de misy dikany. Araky ny isany sampany no isany fitondran'ny Hova mbola ho avy. Io amin'ny vala io izao de misy sampany dimy de azo antoka izany fa mbola hisy 5 ny taranaka Hova mbola hanjaka. De isaky ny maty ny Hova de tapahana ny sampany anakiray.</i></p> <p><i>9-Tamin'ny andro taloha, nasiana famatarana daholo ny zavatra natao indrindra ny tanàna. Sahala amin'ny hoe fahatsiarovana hoe toerana misy tanàna teto, na toerana nonenan'ny bevety na teto no nisy andranona teto de nambolena Nonoka</i></p>	<p>a le roturier <i>Zafindraraoty</i> et le roi. C'est un grade pour connaître qu'il y a un roi. avec roturier dans le village. Le nombre de ses branches est significatif. Suivant le nombre des branches persistantes, on aura le nombre de générations de roi qui vont se succéder à diriger la royauté. Sur ce parc, nous trouvons 5 branches, en effet c'est assuré qu'il y aura 5 générations de roi qui vont régner. Quand un roi meurt, on coupe une branche</p> <p>-Auparavant toutes les activités effectuées sont marquées, surtout le hameau. C'est comme une sorte de souvenir qu'il y avait un hameau ou un lieu où vivait les grandes personnes ou un lieu où telle personne avait vécu et on plante le <i>F. reflexa</i>.</p>

Annexe XIII: Résultats des enquêtes sur les utilisations de *F. lutea*

Réponses en malgache	Transcription
<p>1-Ny voany hanin'ny kilonga fa se lehibe tsa mahefa koa.</p> <p>-Ny voany ilain'ny kilonga.</p> <p>-Mamoa de hanin'ny kilonga ny voany.</p> <p>-Mamoa izy fa sakafo tsa mba mahatohaka atao feno tanana fa tsiraikaraika fa de manampy ny namany fa tsy mamoa be.</p>	<p>-Les figues sont mangées par les enfants mais les adultes n'en mangent pas.</p> <p>-Les figues sont cueillies par les enfants.</p> <p>-Il fructifie et les enfants mangent ses fruits.</p> <p>-Ils produisent des fruits mais c'est un aliment rare, seulement pour compléter les autres fruits car ils ne fructifient pas beaucoup.</p>
<p>2-Ny raviny atao dite.</p>	<p>-Les feuilles servent de thé.</p>
<p>3-Azo hohanina ny voniny de misy ditiny koa, azo hohanina koa fa tsy atelina fa atao siligoma.</p>	<p>-Les fruits sont comestibles et le latex aussi, mais on ne peut pas l'avaler mais on s'en sert comme chewing gum.</p>
<p>4-Ny Amonta io taloha hangalana hafotra hanjairana tsihy fa izao efa mampiasa rofia fa sarotsy le mangala azy.</p>	<p>Auparavant, ce <i>F.lutea</i> était utilisé pour prélever des fibres pour coudre les nattes mais actuellement, on utilise du <i>Raphia</i>, car c'est difficile de les prélever.</p>
<p>5-Hanin'ny aomby ny raviny vao malemy vao mitsiry rehefa tsa misy ny sakafo.</p>	<p>-Les jeunes feuilles sont mangées par les zébus lorsqu'il n'y a pas de fourrage.</p>
<p>6-Iny raviny mihitsa iny de tena manome zezika, mahaambo tany, de manaloka ny kafe koa izy de tena vanona be ny kafe tratry ny zezika sady manaranara soa.</p> <p>-Aloka no tena ampiasana azy, atao amin'ny</p>	<p>- Ses feuilles décidues vont donner de engrais qui fertilisent le sol, et donnent de l'ombre, ainsi le caféier pousse bien avec l'engrais accompagné de la fraîcheur.</p> <p>-Il est utilisé surtout pour servir de source - Il</p>

Annexe XIII (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<i>voly kafe.</i>	d'ombre pour le caféier.
7- <i>Ny antony nambolen'ny raibenay azy de masiadrivotra loatra aty de natao aron'ny rivotra.</i>	-La cause de sa plantation par notre grand père est qu'ici le vent est très violent et on l'utilise pour se protéger contre le vent.
8- <i>Hazo mateza de tapahy laky atao tombompahitsy de vao mitsiry koa.</i>	- Arbre pérennes et si on le coupe pour servir de pilier de parc, il repousse encore.
- <i>Fatao fefimpahitsa na tanimboly se mamboly.</i>	- Utilisé comme haie du parc à zébu ou du champ si on fait la culture.
- <i>Ataon'olo tombompahitsa.</i>	-Les gens en font de piliers de parc.
9- <i>Ambolen'olo atao tafotombala.</i>	-Les gens les plantent pour servir de <i>tafoto</i> de parc.
- <i>Nambolena teto hanaovana tafotombala. Ny hanoritanana vaovao de mamboly azy.</i>	-On le plante ici pour servir de <i>tafoto</i> de parc. Ce qui va fonder un nouveau hameau le plante.
- <i>Io de hazo fangatahana ny tsara, izay no hanaovana azy andohavala. Efa misy soa, hamonta ity raha soa omenareo ahy ity de tsa hiala fa hamikitsa.</i>	-Ca c'est un arbre pour demander le bonheur, c'est pourquoi on le fait à la tête du parc. Il y a déjà un bonheur, et que ce bonheur que vous m'avez donné abonde rapidement et ne va pas partir mais va se fixer.
10- <i>Hazonapanjaka taloha io. Ny lapan'ny Hova tsy maintsy misy anio.</i>	-L'arbre des rois dans les temps anciens. Le palais du roi doit l'avoir.
- <i>Zavatra saro-pady be fa tsa mitsiritsiry ho azy, tsa misy anio raha tsy Tanana misy Hova.</i>	- C'est un élément précieux qui ne pousse pas spontanément, il ne se trouve que dans la cours du palais royal.
- <i>Io amonta io nambolen'ny hova taloha mba hamonta ho maro sy hatanjaka ny vahoaka.</i>	- Ce <i>F. lutea</i> est planté par les rois auparavant pour que son peuple soit

Annexe XIII (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<i>hanompo azy, hahamasy ny fanjakany</i>	abondant et puissant pour bien asseoir leur royauté.
<i>11-Tsa mba misy biby masiaka mihoatra ny mamba, tsa mba misy loza mihoatra ny fahafatesa, rano lalina mihoatra ny ranomasina, hazo lehibe mihoatra ny Amonta.</i>	Il n'y a pas d'animaux plus méchant que le crocodile, pas de malheur plus que la mort, pas d'eau plus profonde que la mer et pas d'arbre plus grand que <i>F.lutea</i> .
<i>-Aza manao hazo mihoatra ny masina, sonjolahy mihoatra ny akondro, na ho lehibe mihoatra ny Amontana.</i>	-Ne fait pas un arbre plus grand que le sacré, un pied de taro plus grand que le bananier ou plus grand qui dépasse <i>F.lutea</i> .
<i>12- Anay tsa namboly, fa izany hoe raha mampatahotra hoy ny olo, taloha hoe tsa de famboly loatra fa izao ravindahy manolaka izao hoe. Se izy izany no ambolena eo de misolo ny lahy izay namboly azy de tsa namboly koa</i>	-Nous ne le plantions pas, car d'après les gens, c'est une chose dangereuse, auparavant on ne le plantait que rarement car son nom feuille d'homme fait du tord. D'après les gens, si on le plante, il remplace l'homme qui le plante et le tue, ainsi on ne le plante plus

Annexe XIV : Résultats des enquêtes sur les utilisations de *F. botryoides* et *F. trichoclada*

Réponses en malgache	Transcription
<p>1-Ny raviny hanaovan'ny olona dite ihany koa ho an'ny marary.</p> <p>-Tsa hanin'ny olo fa fanafody no ampiasain'ny olo ny raviny. Be ny karazany mety ilan'ny olo an'azy, misy ny voan'ny tazo de ampihinana anazy. Tenehana de androana de sotroana.</p> <p>-Hazo mitsiry fa tsa ilain'ny olona hoe hanaovana trano fa ilaina hanaovana fanafody amin'ny raviny.</p>	<p>-Ses feuilles sont aussi utilisées par les gens pour préparer une tisane pour les malades.</p> <p>-Les gens ne le mangent pas mais utilisent ses feuilles en tant que médicament. Il peut être à usage multiple, on le donne à celui qui est atteint du paludisme. On boit et fait un bain avec sa décoction.</p> <p>-Un arbre qui pousse mais il n'est pas utilisé par les gens pour bâtir une maison mais il est recherché pour ses feuilles médicinales.</p>
<p>2-Ampiasa atao dite. Le olo tehahalanilany sakafo izany fa mihidihidy vavony de manao dite an'io.</p>	<p>-Utilisée comme tisane. Pour les individus qui veulent avoir plus d'appétit, car son estomac fonctionne mal, ils en font des tisanes.</p>
<p>3-Ny raviny hay atao dite mahabe nono.</p> <p>-Raha misy tera-bao atao dite ny raviny, mampafana ny tera-bao.</p>	<p>-Ses feuilles peuvent être utilisées pour faire une tisane lactogène.</p> <p>-S'il y a une femme qui vient d'accoucher, la tisane de ses feuilles la réchauffe.</p>
<p>4-Ny Fompoha de misy mamboly amin'ny tanimbary ho fiarovana ny toerana. Ambolena andohan'ny tanimbary karazana tafotona.</p> <p>-Atao tafotona amin'ny fefiloha. Atsatoka amin'ny tany vaky hitana ny ranotany, ny vahany no mamahatra.</p> <p>-Atsatotsatoka amin'ny morondrano fa satria</p>	<p>-<i>F. botryoides</i> est planté près de la rizière pour protéger l'endroit. Il est planté en amont de la rizière, c'est une sorte de <i>tafotona</i>.</p> <p>-Il sert de <i>tafotona</i> sur les diguettes. Planté sur les lieux susceptibles au courant d'eau, car ses racines s'attachent bien.</p> <p>Bouturé sur les rives car les courants d'eau</p>

Annexe XIV (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<i>ny ranofotsy mazana mitrongy ny fefiloha de se misy anio tsa afaky ny rano soa fa io tsa miongaky .</i>	ravagent fréquemment les digues et sa présence empêche le débordement de l'eau car il ne se déracine pas.
<i>5-Nanaovana siky tamin'ny andro taloha. Hodirana de fohana, satria misy sisiny roa de ny anatiny ro malemy.</i>	-Autrefois, on l'utilise pour fabriquer des tissus. On prélève l'écorce puis, on le tape pour l'assouplir. Comme il y a deux faces, celle à la face intérieure est la plus souple.
<i>-Fanaovana akanjon'ny ntaolo taloha, atao siky.</i>	-Auparavant, il était utilisé pour fabriquer les habits des ancêtres.
6-Misy manao fefivala de mitsiry	-Il y a des gens qui l'utilisent pour clôturer le parc et il y pousse

Annexe XV: Résultats des enquêtes sur les utilisations de *F. trichopoda*

Réponses en malgache	Transcription
<p>1-<i>Misy manao tafotombala ihany izy.</i></p> <p>-<i>Tsa mahita mitsiry amin'izao fa de alan'olona any de hambolena de tsa firaina fa amorombala : atao tafoto araky ny anarana miaviavia tany ny aomby hameno vala .</i></p> <p>-<i>Sahala amin'ny tafoto ihany no hanaovan'ny olona azy. Asio aviavy, de ho avy aby ny raha tokony tsa ho avy: ny volabe, ny aomby, naky ny lavitra de avy any atany.</i></p> <p>-<i>Ambolen'olona amoron'ny vala. Dia efa izay anarany izay ihany: miaviavia ny aomby.</i></p> <p>-<i>De natao andohavala eo mba hihavian'ny harena ao anaty vala. Vetsovetso: mba ho aviavy tsa mihenina .</i></p> <p>-<i>Amin'ny tsihintany no misy azy arak'izay anarany izay dia miaviavia ny vary.</i></p>	<p>- Quelquefois, c'est utilisé pour rotéger le parc.</p> <p>- On ne le voit pas pousser spontanément mais il est planté par les gens près du parc pour servir de <i>tafoto</i>, et il n'est plus coupé. Comme son nom l'indique : venez les zébus pou remplir le parc.</p> <p>-Il est utilisé par les gens comme un <i>tafoto</i>. Planter <i>F. trichopoda</i>, et tous ceux qui ne sont pas imaginés à venir : l'argent, les zébus, même s'ils sont loin, vont venir.</p> <p>- Planté par les gens près du parc. C'est encore à cause de son nom : que les zébus viennent.</p> <p>- Mettre à la tête du parc pour que la richesse vienne dans le parc. C'est un souhait : pour qu'elle vienne sans cesse.</p> <p>-.Sur l'aire de battage on peut le trouver, comme son nom l'indique: que le riz vienne.</p>
<p>2-<i>Ny ravinaviavy ataon'olo dite.</i></p> <p>- <i>Ny fahalalako azy de hanaovana dite mafana sy handroana raha olona tazotazona.</i></p> <p>-<i>Mahafaka kohadavareny ampiarahana amin'ny mbizo ny ditiny.</i></p>	<p>- Les gens utilisent les feuilles de <i>F. trichopoda</i> en tisane</p> <p>- D'après ma connaissance, c'est utilisé pour faire de la tisane chaude et pour faire un bain si la personne a de la fièvre.</p> <p>- Il soigne la toux chronique quand il est accompagné de latex de patate douce.</p>

Annexe XV (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<p>3-Ny Aviavy dia misy raha nambolen'ny ntaolo taloha amin'ny vatolahy. Tsa fantatro ny antony nanaovana azy ao fa raha misy ny raha itadiavana azy de mandoa vola de mahazo maka ravy. Tsa mety ny hanaovana azy raha tsy tandrana fa raha tsa tena ny namboly azy, de izay no angatahana amin'ny ntaolo taloha namboly azy.</p>	<p>- <i>F. trichopoda</i> est une chose que les ancêtres avaient planté avec la stèle. Je ne sais pas la raison mais si on a besoin, on paie de l'argent et on peut cueillir les feuilles. Son usage ne sera pas efficace si je ne le paie pas car ce n'est pas moi qui l'a planté ainsi il faut demander auprès de l'ancêtre qui l'avait planté.</p>
<p>-Misaora amin'azy namboly azy fa azo mangala.</p>	<p>- Remercier celui qui l'avait planté ainsi la cueillette est autorisée.</p>
<p>-Ny voany hay hanina se masaka de ny ditiny azo hamandriana voro.</p>	<p>- Les figues sont comestibles et le latex peut être utilisé pour piéger les oiseaux.</p>

Annexe XVI: Résultats des enquêtes sur les utilisations de *Ficus politoria* et *Ficus pachyclada*

Réponses en malgache	Transcription
1- <i>Tsa misy ampiasana azy, hangalana hafotsa hameheza hitahy.</i>	- Il n'a pas d'usage, il sert à prélever des cordes pour rassembler les bois de chauffe.
2- <i>Tsa mba haninolo ny voany, ny tahony atao kitay.</i>	- Les figues ne sont pas comestibles, les tiges servent de bois de chauffe.
3- <i>Ataon'olo tombompahitsa de mitsiry fa sarotsarotra.</i>	- Les gens l'utilisent comme pilier de parc mais il repousse difficilement.

Annexe XVII : Résultats des enquêtes sur les utilisations de *F. polita*

Réponses en malgache	Transcription
<p>1-Tsa mba hanina loatra ny voany, fa ny raviny no atao dite.</p> <p>-Ny voany fihina fa tsa hanin'olo. Fanao dite de tsa novonoina.</p> <p>-Fanaovan'olo dite ny raviny ho an'ny mpifana. Soa kokoa noho ny Nonoka.</p>	<p>-Ses figues ne sont pas tout à fait comestibles, mais ses feuilles servent de tisane.</p> <p>-Les figues sont comestibles mais les gens n'en mangent pas. « C'est utilisé en tisane, ainsi on ne le tue pas.</p> <p>-Les feuilles servent de tisane pour les femmes après l'accouchement. Il est meilleur que <i>F. reflexa</i>.</p>
<p>2-Raha notadiavina nambolena natoron'ny mpanandro miaraka amin'ny aomby atao tafotombala.</p> <p>-Misy hambolena hanaovana tafoto fa misy ihany koa ny mitsiritsiry.</p> <p>- De ho tsaramady ny aomby koa</p>	<p>-C'est recherché à planter d'après les indications du devin accompagnant les zébus pour faire le tafoto du parc.</p> <p>-Il y a ceux qui sont plantés pour servir de tafoto, est ceux qui poussent spontanément.</p> <p>- Que les zébus soient en bon état</p>
<p>3-Ny raviny no ho hanin'ny olona mikohoka sy olona migebona, sady misotro no mitavona.</p>	<p>-Les feuilles sont consommées par les personnes qui toussent et les personnes qui tombent, on le boit et on l'applique.</p>

Annexe XVIII : Perceptions locales sur la biologie des *Ficus*

Réponses en malgache	Transcription
<p>1-Ny zavatra rehetra tsy maintsy mamela vao tonga voany.</p> <p>- Mamelana izy fa tsa arakanao, tsa tena hitantena fa madinika ny voany.</p>	<p>-Toutes les plantes doivent fleurir avant l'arrivée de leurs fruits.</p> <p>-Il fleurit mais on ne voit pas, on n'arrive pas à le voir car le fruit est petit.</p>
<p>2-Mamela ihany ny amonta, somary lavalava eo amin'ny tendrony hazo izay ny felan'ny Amonta.</p>	<p>- <i>F. lutea</i> produit aussi des fleurs, la fleur de <i>F. lutea</i> est légèrement allongée au niveau de l'apex de l'arbre.</p>
<p>3-Any amin'ny faran'ny taona eo no mampisy ny voany fa tsa mamela fa tonga de voany. Rehefa mamoka raviny de tonga de miaraka amin'ny voany.</p> <p>-Ny Nonoka sy ny voara tsa mba mamelana fa avy hatrany de voany.</p>	<p>-C'est à la fin de l'année qu'ils fructifient car ils ne produisent pas de fleurs mais directement des fruits.</p> <p>- <i>F. reflexa</i> et <i>F. tiliifolia</i> ne produisent pas de fleurs mais directement des fruits.</p>
<p>4- Mamela ihany ny amonta, somary lavalava eo amin'ny tendrony hazo izay ny felan'ny Amonta.</p>	<p>- <i>F. lutea</i> produit aussi des fleurs, la fleur de <i>F. lutea</i> est légèrement allongée au niveau de l'apex de l'arbre.</p>
<p>5-Izy koa mamela fa tsa talaky fa raha tsa mamela izy tsa tonga voany.</p> <p>-Nonoka, Amonta, Fompoha, Tsaramady: Mamela aby izy ireo fa tsa talaky ny felany: se mihitsana ny raviny de misy raha mifono izay de miala teo iny fonony iny de tonga de mivoaka raviny de miaraka amin'ny raviny iny de mitsiry eo ny voany.</p>	<p>-Il produit des fleurs qui sont invisibles, car sans la production de fleurs, il n'y aurait pas de fruit.</p> <p>- <i>F. reflexa</i>, <i>F. lutea</i>, <i>F. botryoides</i> et <i>F. polita</i> produisent tous des fleurs mais invisibles, quand les feuilles tombent, il y a une sorte d'enveloppe qui se détache et les feuilles sortent directement accompagnées des fruits.</p>

Annexe XVIII (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<p>6-Ny Ara, mamoa izy de maniry ny raviny de rehefa tapinanetsa iny ny olo de masaka izy ny volana octobre sy novembre.</p> <p>-Ara : <i>sahala amin'ny volana novambresy octobre iny ny fihinana azy, se manetsa iny de mila azy.</i></p>	<p>- <i>F. tiliifolia</i> produit des fruits puis les feuilles poussent et lorsque la période de repiquage du riz est achevée, les fruits sont mûrs les mois d'octobre et novembre.</p> <p>- <i>F. tiliifolia</i>: ce sont les mois de novembre et octobre qu'on le mange. Lorsqu'on fait le repiquage, on les cueille.</p>
<p>7-De io raviny io de mihitsa manotolo, de avy eo misy mamotsy de ny orana no mamaky ny raviny mampitsiry an'iny. Rehefa vaky iny de tokony ho kingakinga manao zavatra hatany: mamboly tsaramaso, tsako ze mila orana fa efa ho tapitra izay ny orana.</p>	<p>-Toutes ses feuilles vont tomber totalement, puis il y a le bourgeonnement qui va éclater et se développer grâce à la pluie. Quand le bourgeon est déjà éclaté, il faut se précipiter pour préparer les cultures pluviales : haricots et maïs car la pluie va bientôt s'arrêter.</p>
<p>8- Voara: ny raviny be vety maitso, ny tovoany manao mavomavo fotsy.</p> <p>-Ny Voara hay avy lavitra amin'ny taolany fotsy sy ny raviny maitso be vety.</p>	<p>- <i>F. tiliifolia</i>: leurs feuilles sont grandes et vertes, leurs tiges sont jaune blanc.</p> <p>- <i>F. tiliifolia</i> est identifié de loin par son tronc blanc et ses feuilles vertes et grandes.</p>
<p>9-Ara: tsa mba misy dintiny tahaka ny Amonta fa misy ranony.</p> <p>-Ny Nonoka moa rehefa firay de mandrononobe .</p>	<p>- <i>F. tiliifolia</i>: ne produit pas de colle comme <i>F. lutea</i> mais du liquide.</p> <p>- <i>F. reflexa</i> quand on le coupe donne beaucoup de latex.</p>
<p>10-Tsa misy hazo mahery aby ireo: Ara, Amonta Kivozy, Tsaramady, fa ny Nonoka no maditsa ny tahony.</p>	<p>-Ils ne sont pas tous à bois durs : <i>F. tiliifolia</i>, <i>F. lutea</i>, <i>F. politoria</i>, <i>F. polita</i> , sauf <i>F. reflexa</i> qui est à bois résistant .</p>

Annexe XVIII (suite)

Réponses en malgache	Transcription
<p><i>11-Ary io zavatra io koa mandeha vahany lasa lavitra be. Lazandreo fa misy Ara any Antohobe de ny vahany mivoaka any antananan'Ambatovory. Nefa misy elanelany mety ho 1km mahery eo reo tanana reo.</i></p> <p><i>-Ny vahany tena be ary tena manapabohitra mihitsy.</i></p>	<p>-Ce sont des arbres qui envoient leurs racines très loin. Les gens disent qu'il y a un <i>F. tiliifolia</i> à Antambohobe et ses racines arrivent jusque dans le village d'Ambatovory., alors qu'il y a, à peu près 1km de distance entre les deux hameaux.</p> <p>-Ses racines sont très longues et peuvent traverser une colline.</p>
<p><i>12- Tena mitera-drano koa io hazo io, fa izy hazo marafoka. Le tahaky ny Ara aby ny hazo de tena soa fa sady mitondra rano.</i></p> <p><i>- Izy koa mitera-drano. Ny toera misy Ara sarotra ritrandrano.</i></p>	<p>-Cet arbre génère aussi de l'eau car la racine est riche en eau. Si tous les arbres ressemblent à <i>F. tiliifolia</i>, c'est très bien car il apporte aussi de l'eau.</p> <p>-Elle produit de l'eau. L'endroit où il y a <i>F. tiliifolia</i> ne se dessèche pas facilement.</p>

Annexe XIX : Oiseaux disperseurs de graines

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille
<i>Papango</i>	<i>Milvus migrans</i>	Accipitridae
<i>Vintsy</i>	<i>Corythornis vintsoides</i>	Alcedinidae
<i>Domohina</i>	<i>Streptopelia picturata</i>	Columbidae
<i>Fony</i>	<i>Alectroenas madagascariensis</i>	Columbidae
<i>Taitso</i>	<i>Coua Caerulea</i>	Cuculidae
<i>Toloho</i>	<i>Centropus toulou</i>	Cuculidae
<i>Hitsikistsika</i>	<i>Falco newtoni</i>	Falconidae
<i>Triotrio</i>	<i>Matocilla flaviventris</i>	Motacillidae
<i>Souimanga</i>	<i>Nectarina Notata</i>	Nectariniidae
<i>Fody</i>	<i>Foudia madagascariensis</i>	Ploceidae
<i>Tsikirity</i>	<i>Lonchura Nana</i>	Ploceidae
<i>Matsiaka</i>	<i>Coracopsis nigra</i>	Psittacidae
<i>Tsikarovana</i>	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	Pycnonotidae
<i>Mpangalatrovy</i>	<i>Sarothura insularis</i>	Rallidae
<i>Takatra</i>	<i>Scopus umbretta</i>	Scopidae
<i>Martaina</i>	<i>Acridotheres tristis</i>	Sturnidae
<i>Vanga</i>	<i>Leptopterus chabert</i>	Vangidae
<i>Kalafotsy maso</i>	<i>Zosterops maderaspatana</i>	Zosteropidae

Annexe XX: Perceptions locales sur les habitats des *Ficus*

Réponses en malgache	Transcription
<p>1-<i>Amin'ny tanimboly Ravoaja eny Anaramainty ro misy Voara.</i> <i>-Any Mahamady no misy ny Aviavy</i></p>	<p>-Dans le champ de Ravoaja à Anaramainty, on peut trouver un <i>F. tiliifolia</i>. <i>-A Mahamady on peut trouver F. trichopoda.</i></p>
<p>2-<i>Any ambany any an'ala any no tena misy ny Voara.</i></p>	<p>- Surtout, dans les forêts de basses altitudes qu'on trouve <i>F. tiliifolia</i>.</p>
<p>3-<i>Fompoha, izy tsa de mety mitsiry Antamboho fa ny tany mando ihany ro tiany.</i> <i>-Fompoha, amin'ny tany mariny rano, amoro lakasaha ro tiany.</i> <i>-Ara: amin'ny tany ambo, manavara no misy azy.</i> <i>-Eny amoron'ala no misy anio fa ny tena ampovonala tsa misy Ara.</i> <i>-Voara mazana hita de amin'ny tany lakalakasaha.</i> <i>-Amonta: tany somary aty vato no itsiriany, tany mandomando.</i> <i>-Amonta: amin'ny vato ihany no ahitana azy de mitsiry eo izy.</i> <i>-Nonoka, mifanahatahaka amin'ny Amonta, ny vato no tena itsiriany.</i> <i>-Tsaramady, manolotsy vato no itsiriany</i></p>	<p>-<i>F. botryoides</i> ne peut pas pousser sur la colline car il préfère les sols humides. <i>- F. botryoides</i> préfère les sols près de l'eau, en bordure des vallées. <i>- F. tiliifolia:</i> sur les sols fertiles, non exposés qu'on peut le trouver. <i>-Sur la lisière forestière qu'on peut le trouver, mais au milieu de la forêt, il n'y a pas de F. tiliifolia.</i> <i>- F. tiliifolia</i> se trouve fréquemment dans les vallées. <i>- F. lutea:</i> sur des sols rocheux qu'il pousse, sur sols humides. <i>- F. lutea:</i> sur les rochers qu'on le trouve pousser. <i>-F. reflexa</i> ressemble à <i>Amonta</i>, il pousse dans les rochers. <i>-F. polita</i> pousse près des rochers. .</p>

Annexe XX (suite)

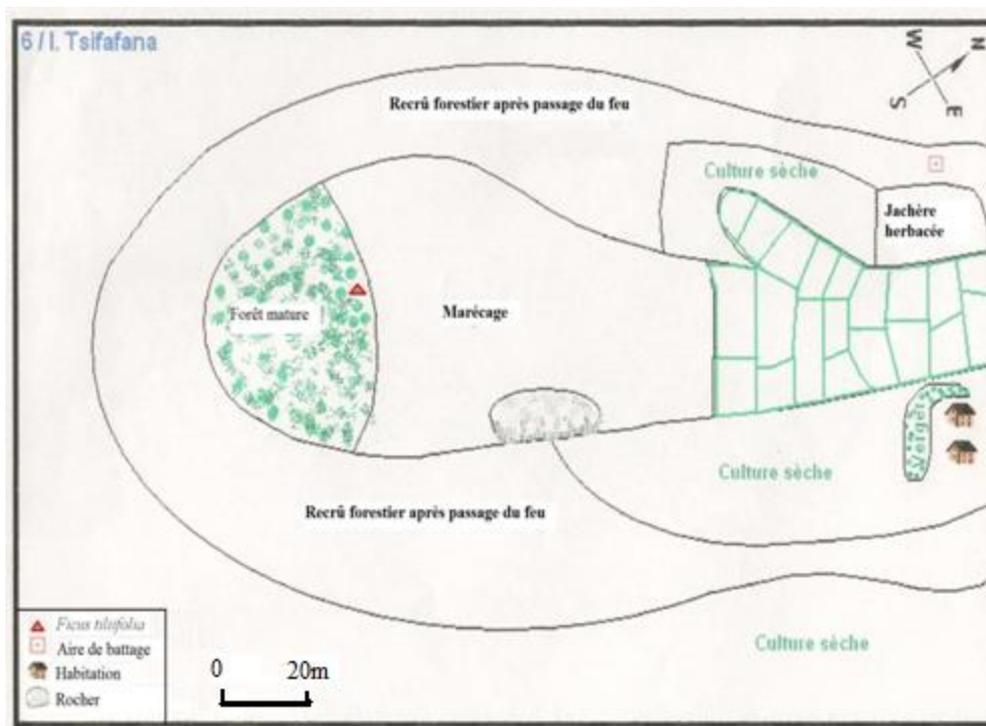
Réponses en malgache	Transcription
-Kivozy, any anaty vato ihany koa no itsiriany. Any anaty ala any amin'ny tany mandomando ihany koa	- <i>F. politoria</i> pousse aussi sur les rochers. Aussi dans la forêt sur sols humides.
4-Amonta, tsa mitsiry ampotony. Hanimboro ny voany (kirova ⁷ , fony ⁸) de mitsiry any anaty ala lavitrolo, ambody vato mitongoa ambony hazo. Hanin'ny voro ny voany de manjary taimboro.	- <i>F. lutea</i> , il ne pousse pas à côté de la plante mère. Les fruits sont consommés par les oiseaux (kirova, fony), puis ils germent dans la forêt loin des gens, près des rochers ou en épiphyte sur les arbres. Les graines sont consommées par les oiseaux et sortent sous forme de crotte.
-Ny Nonoka ambody vato no tena maro, misy koa mitongoa amin'ny hazo namany eo.	- <i>F. reflexa</i> poussent près des rochers sont les plus nombreux, il y a aussi des épiphytes sur les autres arbres voisins.
-Io Nonoka io tsa mba misy zanany mitsiry ambodiny sahala amin'ny paiso na manga. Ny azy mipetraka amin'ny hazo rehefa misy voroboroka ny hazo dia eo no mitsiry, dia ny vahany no miroro de se mahazo tany de maty ny hazo ipetrahanany.	-Les racines de <i>F. reflexa</i> ne se régénèrent pas près du pied mère, comme les pêchers et les manguiers. Pour lui, les graines se posent sur un arbre, quand l'arbre présente des débris, c'est là qu'elles germent, et leurs racines vont descendre pour atteindre le sol par la suite, puis l'arbre où elles se posent va mourir.
5- Io voara io mantsy se masaka manao misimisy vitsika izay.	-Ce <i>F.tiliifolia</i> , lorsqu'il est mûr, parfois, il contient beaucoup de fourmis.
-Izy koa rehefa masaka misy biby de tsa de halaniana be.	- Quand il est mur, il contient des insectes et on n'arrive pas à en consommer beaucoup

⁷ Kirova : *Hypsipetes madagascariensis*

⁸ Fony : *Alectroenas madagascariensis*

Annexe XXI: Exemples de figures représentant la place des figuiers dans les unités paysagères des différentes zones

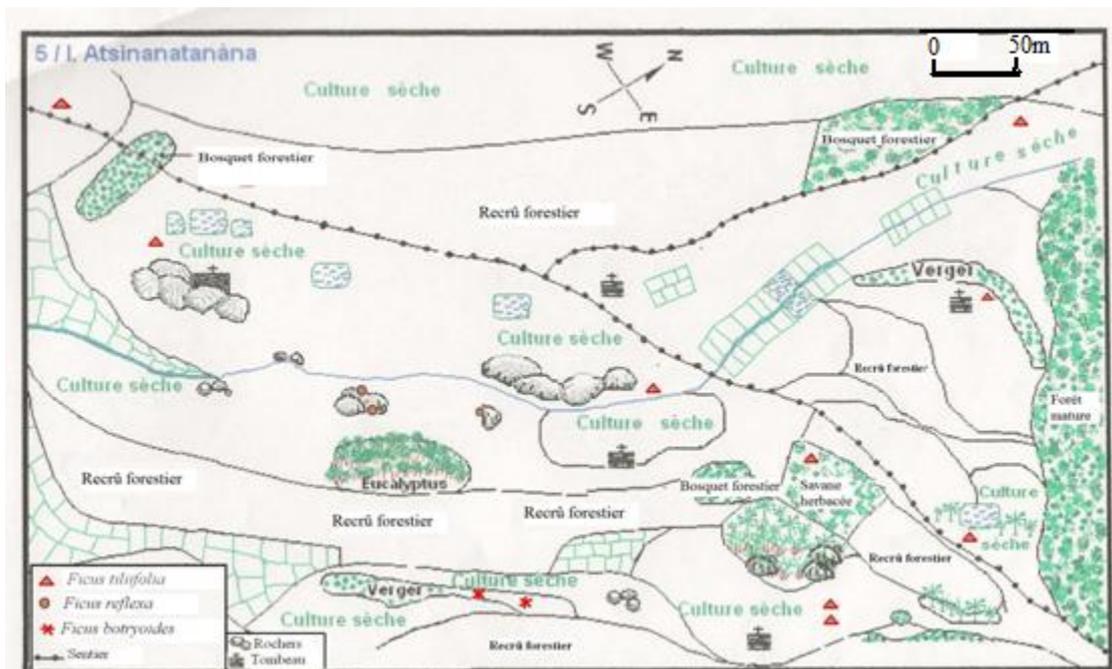
Zone A



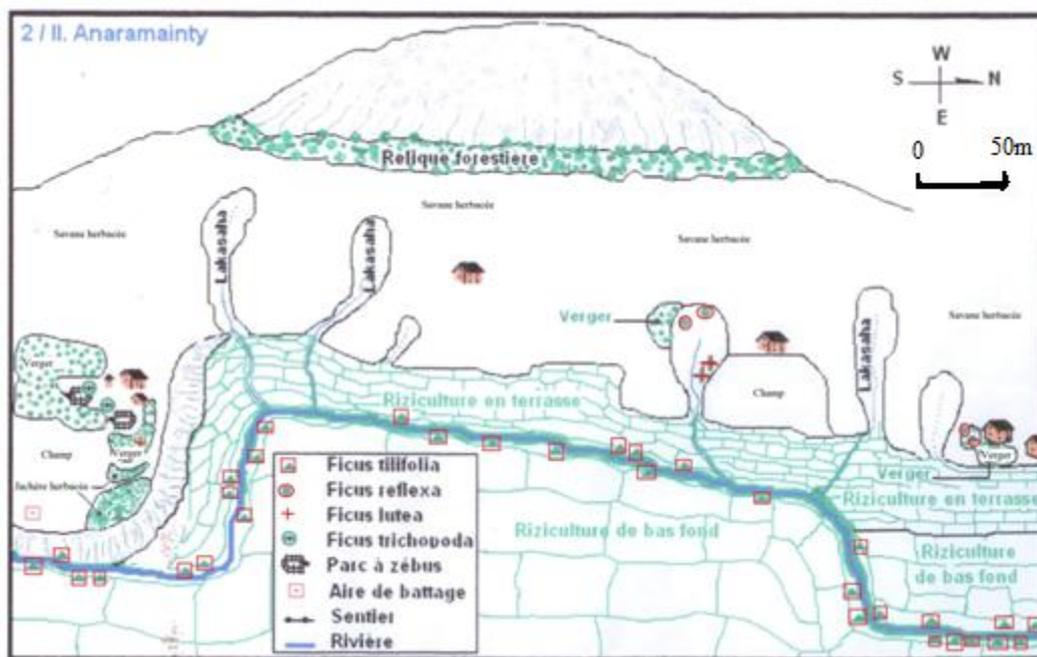
**Plan de localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone A
à Tsifafana (Ambendrana)**

Annexe XXI (suite)

Zone C

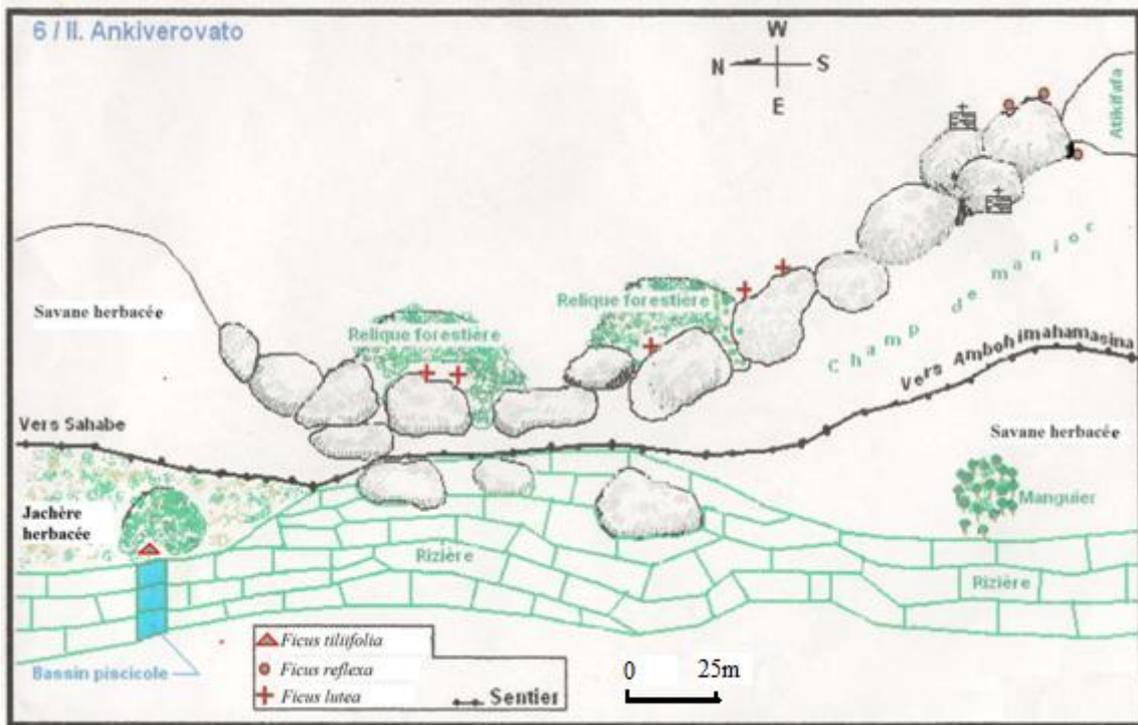


Plan de localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone C à Atsinanatanana (Ambendrana)

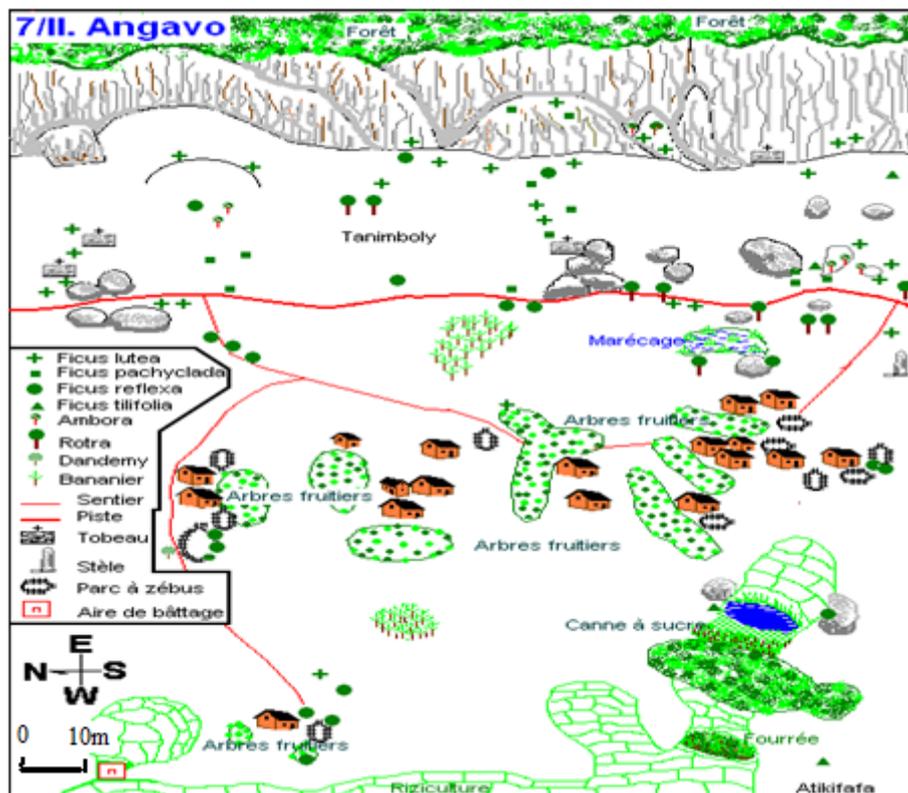


Plan de localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone C à (Anaramainty) (Sahabe)

Annexe XXI (suite)



Plan de localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone C à Ankirovato (Sahabe)



Plan de localisation des figuiers dans les unités paysagères de la zone C à AngavoII (Sahabe)

Annexe XXII: Facettes socio-écologiques

<p>Type de végétation naturelle et anthropique</p> <p><i>Tapoka</i>: Marécage non transformé en rizière</p> <p><i>Alagasy</i>: Forêt primaire</p> <p><i>Alakininina (Kininina)</i>: (litt: forêt d'eucalyptus), C'est la forêt d'Eucalyptus plantée lors de la période coloniale</p> <p><i>Atikifafa</i>: (litt: à l'intérieur de la savane herbeuse) savane herbeuse jamais cultivée mais déjà brûlée pour le pâturage</p> <p><i>Kapoka</i>: Recrû forestier post-cultural ou jachère arborée ou arbustive; synonyme de popoka pour Sahabe</p> <p><i>Popoka</i>: Recrû forestier post-cultural ou jachère arborée ou arbustive</p> <p><i>Kilanjy</i>: Parcelle épuisée où l'on ne trouve que de l'herbe ou surface de savane herbeuse en jachère de durée indéterminée</p> <p><i>Kirihitra</i>: Fourrée ou buisson</p> <p><i>Songonala</i>: (litt : mèche de la forêt) : le bosquet</p> <p>Usage agraire</p> <p><i>Dobo</i>: Bassin piscicole</p> <p><i>Kipahy</i>: Culture en étage sur courbe de niveau, fréquemment la riziculture</p> <p><i>Tanimboankazo</i>: (litt: terre de fruitier): verger</p> <p><i>Tanimboly</i>: (litt : terre de culture) : La terre cultivée : le champ</p> <p><i>Tsihintany</i>: (litt : Natte de terre):aire de battage</p> <p><i>Valamparihy</i>: muret pour protéger la rizière inondée</p> <p><i>Valanomby</i>: (litt: l'enclos pour les bœufs): Parc à bœufs , l'enclos</p> <p>Eléments naturels extraordinaires</p> <p><i>Hara (Harambato)</i> : falaise rocheuse</p> <p><i>Lalankely</i>:(litt: petite route): Sentier</p> <p><i>Renirano</i>: (litt: mère de l'eau) Rivière</p> <p><i>Riandrano</i>: Ruisseau</p> <p><i>Vatobe</i>: (litt: grosse pierre): rocher</p>

Annexe XXII (suite)

Sites historiques

Aritsa: Endroit sacré (bosquet) où l'on jette les ustensiles ayant servi à laver le défunt

Fasana: Tombeau

Tanana Haolo: (*litt: hameau abandonné*), synonyme de *Valamaty* (*litt : hameau mort*) : le hameau ou la maison abandonnée

Vatolahy: (*Litt : Pierre mâle*) : Stèle : Une pierre polie levée de 1 à trois mètres de haut, et possédant une fonction commémorative.

Annexe XXIII: Caractéristiques des parcelles de relevés.

Relevé	Site	Position			Végétation	Distance forêt (m)
		Altitude(m)	topographique	Exposition		
1	Ambendrana	1079	Mi-versant	Ouest	arbustive	5000
2	Ambendrana	1120	Haut versant	Nord	arbustive	2000
3	Sahabe	1023	Mi-versant	Est	herbacée	6000
4	Sahabe	1022	Bas versant	Sud Est	herbacée	5500
5	Sahabe	1016	Mi-versant	Est	arborée	5500
6	Sahabe	1016	Mi-versant	Est	arborée	5500
7	Sahabe	965	Mi-versant	Nord Ouest	arbustive	5000
8	Sahabe	1002	Mi-versant	Nord Ouest	herbacée	5000
9	Sahabe	1026	Bas versant	Est	arbustive	2000
10	Sahabe	1047	Bas versant	Est	arbustive	2000
11	Sahabe	1040	Bas fond	Est	herbacée	2500
12	Sahabe	1040	Mi-versant	Est	herbacée e	2000
13	Sahabe	1018	Bas versant	Est	herbacée	1500
14	Sahabe	1018	Bas versant	Ouest	arborée	1500
15	Sahabe	1018	Bas versant	Sud	arborée	1500
16	Sahabe	1018	Mi-versant	Ouest	arborée	1500
17	Sahabe	1057	Mi-versant	Ouest	arborée	1500
18	Sahabe	1057	Mi-versant	Ouest	arborée	1500
19	Sahabe	1154	Haut versant	Est	herbacée	3000
20	Sahabe	1157	Haut versant	Est	herbacée	3000
21	Sahabe	1143	Haut versant	Est	arbustive	3000
22	Sahabe	1169	Haut versant	Ouest	arbustive	3000
23	Sahabe	1055	Bas versant	Nord Est	arborée	3000
24	Sahabe	1065	Bas versant	Est	herbacée	2500
25	Sahabe	1054	Bas versant	Est	arbustive	2500
26	Sahabe	1045	Bas versant	Est	arbustive	2500
27	Sahabe	1083	Haut versant	Est	herbacée	3000
28	Sahabe	1103	Haut versant	Est	herbacée	3000

Annexe XXIII(suite)

Relevé	Site	Altitude(m)	Position		Végétation	Distance forêt (m)
			topographique	Exposition		
29	Sahabe	1045	Mi-versant	Nord	herbacée	3000
30	Sahabe	1053	Mi-versant	Nord Est	arbustive	3000
31	Sahabe	1057	Bas versant	Est	arbustive	3000
32	Sahabe	1092	Haut versant	Est	herbacée	3000
33	Sahabe	1073	Mi-versant	Ouest	herbacée	3500
34	Sahabe	1057	Mi-versant	Sud	arborée	3500
35	Sahabe	1057	Haut versant	Sud Est	arborée	3500
36	Sahabe	1018	Bas versant	Ouest	arbustive	6000
37	Ambendrana	1121	mi-versant	Nord Est	herbacée	1000
38	Ambendrana	1120	Sommet	Nord Est	arborée	1000
39	Ambendrana	1089	Bas versant	Est	arbustive	3000
40	Ambendrana	1092	Sommet	Ouest	arborée	2000
41	Ambendrana	1112	Bas fond	Sud Ouest	herbacée	3000
42	Ambendrana	1113	Bas fond	Sud	herbacée	1200
43	Ambendrana	1127	mi-versant	Sud	arborée	3000
44	Ambendrana	1235	mi-versant	Ouest	arbustive	2950
45	Ambendrana	1234	Haut versant	Sud Est	herbacée	3000
46	Ambendrana	1209	Bas versant	Sud Est	arborée	2000
47	Ambendrana	1202	mi-versant	Nord Ouest	arborée	200
48	Ambendrana	1233	mi-versant	Sud	arborée	200
49	Ambendrana	1210	mi-versant	Sud	herbacée	200
50	Ambendrana	1143	mi-versant	Nord Est	herbacée	200
51	Ambendrana	1135	Bas versant	Nord	arbustive	200
52	Ambendrana	1146	Bas versant	Nord	arbustive	200
53	Ambendrana	1205	mi-versant	Nord Est	herbacée	200
54	Ambendrana	1221	Bas versant	Nord	arborée	200
55	Ambendrana	1134	mi-versant	Sud Ouest	arborée	1000
56	Ambendrana	1134	mi-versant	Nord Ouest	arborée	1000

Annexe XXIV: Liste floristique globale

Famille	Nom scientifique	Noms vernaculaires
ACANTHACEAE	<i>Asystasia gangetica</i>	Nosinosy
ACANTHACEAE	<i>Dicliptera insularis</i>	.
ACANTHACEAE	<i>Hypoestes sp.</i>	Tsipotika
ACANTHACEAE	<i>Justicia gendarussa</i>	Saridinga
ACANTHACEAE	<i>Justicia sp.</i>	.
ACANTHACEAE	<i>Mimulopsis sp.</i>	Beloalika madinidravina
AMARANTHACEAE	<i>Achyranthes asp.era</i>	Tsipotika
AMARANTHACEAE	<i>Cyathula sp.</i>	Boroa vavy
AMARANTHACEAE	<i>Cyathula uncinulata</i>	Tangongo
ANACARDIACEAE	<i>Rhus tarantana</i>	Tarantana
APIACEAE	<i>Centella asiatica</i>	Talapetraka
APIACEAE	<i>Foeniculum vulgare</i>	Karotitsovaly
APOCYNACEAE	<i>Carissa edulis</i>	Fantsy
APOCYNACEAE	<i>Carissa madagascariensis</i>	Fantsimbala
APOCYNACEAE	<i>Cynanchum leucanthum</i>	Vahikintana
APOCYNACEAE	<i>Hazunta modesta</i>	Hazonta
APOCYNACEAE	<i>Hazunta velutina</i>	Hazontany
APOCYNACEAE	<i>Landolphia sp.</i>	Tandrokosymadinidravay
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex mitis</i>	Hazondrano
ARALIACEAE	<i>Polyscias repanda</i>	Saripahavalo
ARALIACEAE	<i>Polyscias sp.</i>	.
ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepia fantiosa</i>	Tsifanoro
ASCLEPIADACEAE	<i>Ceropegia albisepta</i>	Vahy
ASCLEPIADACEAE	<i>Gomphocarpus fruticosus</i>	Fanory
ASCLEPIADACEAE	<i>Pentopetia androsaemifolia</i>	Tandrokosity
ASCLEPIADACEAE	<i>Polystichum luctuosum</i>	Apanganala
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium sp.</i>	Apangamaitso
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium theciferum</i>	Apangakaroty
ASRTERACEAE	<i>Ageratum conizoydes</i>	Tsiafakanakandriana
ASRTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>	Trakavola
ASTERACEAE	<i>Ageratum sp.</i>	.
ASTERACEAE	<i>Brachylaena merana</i>	Nananotsa

Famille	Nom scientifique	Noms vernaculaires
ASTERACEAE	<i>Brachylaena ramiflora</i>	Nananotsa
ASTERACEAE	<i>Crassocephalum sarcovasus</i>	.
ASTERACEAE	<i>Elephantopus scaber</i>	Tambako
ASTERACEAE	<i>Emilia citrina</i>	Tsiotsio
ASTERACEAE	<i>Erigeron naudinii</i>	Maitsoririnina
ASTERACEAE	<i>Galinsoga parviflora</i>	Anambito
ASTERACEAE	<i>Graphalium undulatum</i>	.
ASTERACEAE	<i>Helichrysum attenuatum</i>	Ahipotsy
ASTERACEAE	<i>Helichrysum cordifolium</i>	Fotsiavadika
ASTERACEAE	<i>Helichrysum faradifani</i>	Ahibalala
ASTERACEAE	<i>Helichrysum rusillonii</i>	Alamanitsa
ASTERACEAE	<i>Helichrysum selaginifolium</i>	Alaivana
ASTERACEAE	<i>Helichrysum sp.</i>	.
ASTERACEAE	<i>Lactuca indica</i>	Anamboraka
ASTERACEAE	<i>Mikania scandens</i>	Vahitsonjo
ASTERACEAE	<i>Pluchea grevei</i>	Sirasira
ASTERACEAE	<i>Psiadia altissima</i>	Dingadingana
ASTERACEAE	<i>Psiadia salvoaefolia</i>	Kizitina
ASTERACEAE	<i>Senecio erectiloides</i>	Tsileompangady
ASTERACEAE	<i>Senecio janjasioides</i>	Kimboimboy
ASTERACEAE	<i>Senecio sp.</i>	Vahavihia
ASTERACEAE	<i>Siegesbeckia orientalis</i>	Satrikoazamaratra
ASTERACEAE	<i>Sonchus oleraceus</i>	Beroberoka
ASTERACEAE	<i>Tagetes bipinnata</i>	Rongonimbazaha
ASTERACEAE	<i>Vernonia alleizettei</i>	Sakatavy
ASTERACEAE	<i>Vernonia appendiculata</i>	Ambiaty
ASTERACEAE	<i>Vernonia capitata</i>	Kijeajea
ASTERACEAE	<i>Vernonia moquinoides</i>	Kandafotsy
ASTERACEAE	<i>Vernonia secundifolia</i>	Maranitsiatoraka
ASTERACEAE	<i>Vernonia sp.</i>	.
BALSAMINACEAE	<i>Impatiens baroni</i>	Kivolavola
BROMELIACEAE	<i>Bromelia ananas</i>	Mananasy
CACTACEAE	<i>Rhipsalis baccifera</i>	Taindelokarana
CANNACEAE	<i>Canna indica</i>	Tsipikopiko

Famille	Nom scientifique	Noms vernaculaires
CARYOPHYLLACEAE	<i>Polycarpea heliantha</i>	.
CELASTRACEAE	<i>Celastrus sp.</i>	Vahipiky
CELASTRACEAE	<i>Gymnospora sp.</i>	Fantsinakolahy
CELTIDACEAE	<i>Trema commersonii</i>	Vakoka
CELTIDACEAE	<i>Trema orientalis</i>	Andrarezo
CLUSIACEAE	<i>Garcinia aphanophlebia</i>	Kimbaletaka beventiravina
CLUSIACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana
CLUSIACEAE	<i>Psorospermum fanerana</i>	Fanera
COMMELINACEAE	<i>Commelina madagascariensis</i>	Tsimativonoina
CRASSULACEAE	<i>Kalanckoe pannosa</i>	Felatanatsifoana
CRASSULACEAE	<i>Kalanckoe sp.</i>	Kalanckoe
CYATHEACEAE	<i>Cyathea coursii</i>	Faho
CYATHEACEAE	<i>Cyathea sp.</i>	.
CYPERACEAE	<i>Cyperus latifolius</i>	Vendra
CYPERACEAE	<i>Cyperus obtusifolius</i>	Fitangosa
CYPERACEAE	<i>Cyperus sp.</i>	Telorirana
CYPERACEAE	<i>Cyperus sp.</i>	Sambalahy zozoro
CYPERACEAE	<i>Killinga odorata</i>	Nongo
CYPERACEAE	<i>Pycneus mundii</i>	Ahibita
CYPERACEAE	<i>Scleria griegifolia</i>	Vendrana
DICHAPETALACEAE	<i>Dichapetalum sp.</i>	Siraambo
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea bulbifera</i>	Hofika
DRACAENACEAE	<i>Dracaena reflexa</i>	Tahavola
DROSERACEAE	<i>Drosera madagascariensis</i>	Mahatanando
ERICACEAE	<i>Philippia floribunda</i>	Anjavidy
ERYTHROXYLACEAE	<i>Antidesma petiolare</i>	Hazonovo
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum nitidulum</i>	.
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum sp.</i>	Silimena
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha reticulata</i>	.
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha sp.</i>	Sindahorolava
EUPHORBIACEAE	<i>Caperonia sp.</i>	Vahindambo
EUPHORBIACEAE	<i>Croton horridus</i>	Silifotsy
EUPHORBIACEAE	<i>Croton hovarum</i>	Silimainty
EUPHORBIACEAE	<i>Croton trichotomus</i>	Fotsiavadika

Famille	Nom scientifique	Noms vernaculaires
EUPHORBIACEAE	<i>Dalechampia clematidifolia</i>	Teloravina
EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga alnifolia</i>	Tarambitina
EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga sp.</i>	.
FABACEAE	<i>Abrus precatorius</i>	Vahimboamena
FABACEAE	<i>Acacia sp.</i>	Acacia
FABACEAE	<i>Acacia farnesiana</i>	Roy
FABACEAE	<i>Albizia gummifera</i>	Volomborona
FABACEAE	<i>Caesalpinia sepiaria</i>	Rohinombilahy
FABACEAE	<i>Cassia laevigata</i>	Katsakatsaka
FABACEAE	<i>Cassia mimosoides</i>	.
FABACEAE	<i>Clitoria sp.</i>	Vahy dimy ravina
FABACEAE	<i>Crotalaria grahaminea</i>	.
FABACEAE	<i>Crotalaria ibityensis</i>	Crotalaria
FABACEAE	<i>Crotalaria xanthoclada</i>	.
FABACEAE	<i>Desmodium ascendens</i>	Mpangaladamba
FABACEAE	<i>Desmodium barbatum</i>	Tsilavondrivotra
FABACEAE	<i>Desmodium incanum</i>	Ravintantelisia
FABACEAE	<i>Desmodium salicifolium</i>	Pihidrano
FABACEAE	<i>Mimosa aff. nossibeensis</i>	Boroa
FABACEAE	<i>Indigofera bojeri</i>	Kijanobalala
FABACEAE	<i>Vigna madagascariensis</i>	.
FLACOURTIACEAE	<i>Aphloia theiformis</i>	Fandramana
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia nigrescens</i>	Hazonakolahy
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sp.</i>	.
FLACOURTIACEAE	<i>Homalium sp.</i>	.
GESNERIACEAE	<i>Streptocarpus hilsenbergii</i>	.
GLEICHENIACEAE	<i>Sticherus flagellaris</i>	Apangandrano
HYPERICACEAE	<i>Psorospermum sp.</i>	Hofikora
ICACINACEAE	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>	Hazomafaika
LABIATAACEAE	<i>Ocimum gratissimum</i>	Romba
LABIATAACEAE	<i>spermacoce flagelliformis</i>	Bemokony
LAMIACEAE	<i>Leonotis nepetaefolia</i>	Belohalika
LAURACEAE	<i>Cryptocarya cf lucida</i>	Tavolo
LILIACEAE	<i>Aloe saccotrina</i>	.

Famille	Nom scientifique	Noms vernaculaires
LILIACEAE	<i>Asparagus bambusiterme</i>	Hazonoely
LILIACEAE	<i>Dianella ensifolia</i>	Vilo
LOGANIACEAE	<i>Anthocleista madagascariensis</i>	Dendemy
LOGANIACEAE	<i>Buddleia madagascariensis</i>	Seva fotsy
LOGANIACEAE	<i>Nuxia capitata</i>	Lambinana
LOGANIACEAE	<i>Nuxia verticillata</i>	Lambinana
LOMARIOPSIDACEAE	<i>Elaphoglossum sp.</i>	Apangamainty
MAESACEAE	<i>Maesa lanceolata</i>	Voarafy
MALPIGHIACEAE	<i>Acridocarpus excelsus</i>	Vahimavo 2
MALVACEAE	<i>Dombeya sp.</i>	Sarinambera
MALVACEAE	<i>Hibiscus diversifolius</i>	Rohibe
MALVACEAE	<i>Hibiscus lobatus</i>	Sarimbomanga
MALVACEAE	<i>Malvastrum sp.</i>	Malvastrum
MALVACEAE	<i>Sida rhombifolia</i>	Kisindahory
MALVACEAE	<i>Sida vurens</i>	Volomboasary
MALVACEAE	<i>Urena lobata</i>	Kiripitsa
MARATTIACEAE	<i>Marattia fraxinea</i>	.
MELASTOMATAACEAE	<i>Clidemia hirta</i>	Voatsikotrokala
MELASTOMATAACEAE	<i>Dichaetanthera cordifolium</i>	Tsingotroka
MELASTOMATAACEAE	<i>Tristema virusanum</i>	Tsikotroka, Voatsikotroka
MENISPERMACEAE	<i>Cissampelos madagascariensis</i>	Vahimbomanga
MENISPERMACEAE	<i>Cissampelos sp.</i>	Vahinovy
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa perrieri</i>	Ambora
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa purpurea</i>	Kibolahindreny
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa thouvenotii</i>	Ambora mavo
MORACEAE	<i>Ficus botryoides</i>	Fompoha
MORACEAE	<i>Ficus lutea</i>	Amontana
MORACEAE	<i>Ficus pachyclada</i>	Kivozy
MORACEAE	<i>Ficus politoria</i>	Ampaly, Kivozy
MORACEAE	<i>Ficus reflexa</i>	Nonoka
MORACEAE	<i>Ficus tiliifolia</i>	Voara ou Ara
MORACEAE	<i>Morus alba</i>	Voaroy hazo
MORACEAE	<i>Streblus dimepate</i>	Mahanoro
MUSACEAE	<i>Musa sp.</i>	Akondro

Famille	Nom scientifique	Noms vernaculaires
MYRICACEAE	<i>Myrica phyllireaefolia</i>	Lakalaka
MYRICACEAE	<i>Myrica sp.</i>	.
MYRISTICACEAE	<i>Brochoneura sp.</i>	Ambanivoa
MYRSINACEAE	<i>Embelia conccina</i>	Kisira
MYRSINACEAE	<i>Embelia sp.</i>	Vahipisoro
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum botryoides</i>	Kalafana
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum leprosum</i>	Voamasomby
MYRSINACEAE	<i>Oncostemum sp.</i>	Hazotoa
MYRTACEAE	<i>Eugenia emirnensis</i>	Rotsy
MYRTACEAE	<i>Psidium catleyanum</i>	Goavitsinahy
MYRTACEAE	<i>Psidium guayava</i>	Goavy be
MYRTACEAE	<i>Syzygium emirnense</i>	Robary
MYRTACEAE	<i>Syzygium jambosa</i>	Zamborizano
MYRTACEAE	<i>Syzygium sp.</i>	.
OENOTHERACEAE	<i>Jussiaea erecta</i>	Malalia
ORCHIDACEAE	<i>Cheirostylis gymnochiloïdes</i>	Ariandro
OSMUNDACEAE	<i>Osmunda regalis</i>	Apanganamalona
OXALIDACEAE	<i>Oxalis corniculata</i>	Kimamimamy
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora edulis</i>	Garana gasy
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i>	Garana vazaha
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora sp.</i>	Goreraka
PHYTOLACCACEAE	<i>Lobelia serpens</i>	Anambozaka
PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca dodecandra</i>	Anambazaha
PIPERACEAE	<i>Peperomia aff. blanda</i>	.
PIPERACEAE	<i>Piper pyriformium</i>	Sakavirombato
POACEAE	<i>Aristida congeta</i>	Kifafa
POACEAE	<i>Cymbopogon rufus</i>	Vero
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Kidresy
POACEAE	<i>Digitaria sp.</i>	Kilanjibeventy
POACEAE	<i>Eragrostis sp.</i>	.
POACEAE	<i>Eulalia villosa</i>	Gebona
POACEAE	<i>Hyparhenia rufa</i>	Veromena
POACEAE	<i>Hyparhenia sp.</i>	Verofehy
POACEAE	<i>Imperata cylindrica</i>	Tegny

Famille	Nom scientifique	Noms vernaculaires
POACEAE	<i>Melinis minutiflora</i>	Menakapa
POACEAE	<i>Panicum cf. malacotrichum</i>	Kisapifahitra
POACEAE	<i>Panicum sp.</i>	Kiapody
POACEAE	<i>Paspalum commersianum</i>	Bozaka
POACEAE	<i>Setaria sp.</i>	Setaria
POACEAE	<i>sporobolus subulatus</i>	Kilanjy
POLYPODIACEAE	<i>Phymatosorus scolopendria</i>	Apanganala
PTERIDACEAE	<i>Adiantum sp.</i>	Apangamainty
PTERIDACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>	Apanga
RHAMNACEAE	<i>Gouania glandulosa</i>	.
ROSACEAE	<i>Amygdalus persica</i>	Paiso
ROSACEAE	<i>Eryobotria japonica</i>	Pibasy
ROSACEAE	<i>Prunus persica</i>	Paiso
ROSACEAE	<i>Rosia sp.</i>	.
ROSACEAE	<i>Rubus rosaefolius</i>	Voarointsaka
ROSACEAE	<i>Rubus sp.</i>	Rohifotsy
RUBIACEAE	<i>Anthospermum ibityense</i>	Anjavidy be ravina
RUBIACEAE	<i>Breonia cuspidata</i>	Valopangady
RUBIACEAE	<i>Canthium sp.</i>	Fantsikahitra
RUBIACEAE	<i>Danais cernua</i>	Vahinofokorana
RUBIACEAE	<i>Danais fragrans</i>	Vahitamborimantsina
RUBIACEAE	<i>Danais pubescens</i>	Tamboro
RUBIACEAE	<i>Danais sp.</i>	Vatoninara
RUBIACEAE	<i>Fernelia ambohitrense</i>	Voalahimavo
RUBIACEAE	.	Hazondrainona
RUBIACEAE	<i>Lecomtea bojeriana</i>	Tamborimantsy
RUBIACEAE	<i>Mussaenda trichophlebia</i>	Fatora
RUBIACEAE	<i>Mussaenda vestita</i>	Fatora
RUBIACEAE	<i>Oldenlandia affinis</i>	Talapia
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	Sarikafe
RUBIACEAE	<i>Psychotria subcapitata</i>	Voamasindreniolo
RUBIACEAE	<i>Saldinia sp.</i>	.
RUBIACEAE	<i>Saldinia sp.</i>	Tavaza
RUBIACEAE	<i>Schismatoclada psychotrioides</i>	Voananambo

Famille	Nom scientifique	Noms vernaculaires
RUBIACEAE	<i>Tricalysia cryptocalix</i>	Tavaza
RUTACEAE	<i>Evodia madagascariensis</i>	Rebosa
RUTACEAE	<i>Toddalia asiatica</i>	Anakatsimba
SALICACEAE	<i>Bembicia axillaris</i>	Sely
SALICACEAE	<i>Calantica cerasifolia</i>	Fanazava
SAPINDACEAE	<i>Deinbollia pervillei</i>	Hazombato
SAPINDACEAE	<i>Dodonea viscosa</i>	Dingandahy
SCROPHULARIACEAE	<i>Halleria ligustifolia</i>	Tsetsoy
SCROPHULARIACEAE	<i>Radamaea montana</i>	Kimaintiloha
SCROPHULARIACEAE	<i>Scrophularia sp.</i>	.
SCROPHULARIACEAE	<i>Stenotaphum dimiaiatum</i>	Kidresivazaha
SCROPHULARIACEAE	<i>Torenia stolonifera</i>	Anatarika
SELLAGINELACEAE	<i>Sellaginella sp.</i>	Sellaginella
SMILACACEAE	<i>Smilax kraussiana</i>	Fandrikabidisa
SOLANACEAE	<i>Physalis peruviana</i>	Voanaka
SOLANACEAE	<i>Solanum auriculatum</i>	Seva
SOLANACEAE	<i>Solanum nigrum</i>	Anamamy
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	.
STERCULIACEAE	<i>Dombeya megaphylla</i>	Hafotra
TILIACEAE	<i>Trumpheta rhumboridiae</i>	.
TILIACEAE	<i>Trumpheta sp.</i>	.
UMBELLIFERAE	<i>Phellolophium madagascariense</i>	Tangina
URTICACEAE	.	Mia
URTICACEAE	<i>Laportea amberana</i>	Ambera
URTICACEAE	<i>Obetia radula</i>	Hafodrano
VERBENACEAE	<i>Clerodendrum aucubifolium</i>	Trotrokala
VERBENACEAE	<i>Clerodendrum putre</i>	Tsatsandroy
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	Taindelontsinoa
VITACEAE	.	Vahikisy
VITACEAE	<i>Cyphostemma microdipterum</i>	Kiripitsa
XYRIDACEAE	<i>Xyris capensis</i>	.
.	<i>Crinum sp.</i>	Vahindrano

**Annexe XXV : Tableau de l'indice de similitude de Sorensen entre les trois types de
*Ficus***

	<i>F. lutea</i>	<i>F. reflexa</i>	<i>F. tiliifolia</i>
<i>F. lutea</i>			
<i>F. reflexa</i>	48,62		
<i>F. tiliifolia</i>	48,76	60,38	

Annexe XXVI : Valeurs des poids canoniques des variables floristiques et du milieu**Variables floristiques**

variable	Axe 1	Axe2	Somme
Autochore	0,3408	0,5558	0,8966
Anémochore	0,2032	0,5424	0,7456
Zoochore	0,3439	0,2782	0,6221
Arbuste	0,4413	0,0815	0,5228
Herbacée	0,4357	0,0117	0,4474
Arbre	0,397	0,0352	0,4322
Hydrochore	0,0905	0,2937	0,3842
Barochore	0,1042	0,2752	0,3794
Epiphyte	0,1397	0,2292	0,3689
Liane	0,0986	0,0457	0,1443
Fougère	0,0435	0,0938	0,1373

Variables du milieu

Facteur	Axe1	Axe2	Somme
Pt - 1	4.0194	0.4953	4,5147
Al - 5	-2.0468	1.7043	3,7511
Pt - 5	-0.3747	-2.9877	3,3624
Am - 4	0.5066	2.6609	3,1675
Ex - 7	-1.8386	-1.1584	2,997
Si - 5	-0.5974	2.3299	2,9273
Si - 3	-0.7125	1.7994	2,5119
Ex - 5	0.5948	-1.8104	2,4052
Al - 6	0.7833	-1.5940	2,3773
Al - 4	0.9812	-1.3403	2,3215
Am - 1	-0.6632	-1.5823	2,2455
Si - 1	-0.6632	-1.5823	2,2455
Da - 1	2.0907	0.1097	2,2004
Am - 3	-0.9129	1.1853	2,0982
Pt - 2	-1.7982	-0.2236	2,0218
Da - 3	-1.3531	-0.3293	1,6824
Si - 4	-0.1020	1.4638	1,5658
Ex - 4	1.3757	0.0159	1,3916
Ex - 3	0.4731	0.8532	1,3263
Al - 2	-0.5101	0.7488	1,2589
Da - 2	0.5263	0.7086	1,2349
Al - 3	-0.3025	0.9022	1,2047
Ex - 1	-0.9052	0.2680	1,1732
Ex - 2	1.0278	0.0593	1,0871
Pt - 4	0.5691	0.4527	1,0218
Si - 2	0.7316	-0.2319	0,9635

Annexe XXVI (suite)

Facteur	Axe1	Axe2	Somme
Am - 2	0.6415	-0.1634	0,8049
Al - 1	-0.1825	-0.4527	0,6352
Ex - 8	0.0332	-0.5474	0,5806
Pt - 3	0.0581	0.1047	0,1628

Annexe XXVII : Codes des variables du milieu

Topographie : Pt -1 : Sommet

Pt- 2 : Haut versant

Pt- 3 : Mi- versant

Pt-4 : Bas versant

Pt- 5 : Bas fond

Exposition : Ex-1 : Est

Ex-2 : Nord

Ex-3 : Ouest

Ex-4 : Sud

Ex-5 : Nord Est

Ex-6 : Nord Ouest

Ex-7 : Sud Est

Ex-8 : Sud Ouest

Aire minimale (m²): Am-1 : [1-3[

Am-2 : [3-6[

Am-3 : [6-9[

Am-4 : [9-12]

Altitude (m): Al-1 : [950-1000[

Al-2 : [1000-1050[

Al-3 : [1050-1100[

Al-4 : [1100-1150[

Al-5 : [1150-1200[

Al-6 : [1200-1250[

Surface d'inventaire (m²) : Si-1 : [3-10[

Si-2 : [10-20[

Si-3 : [20-30[

Si-4 : [30-40[

Si-5 : [40-50[

Degré d'anthropisation : Da-1 : Faible

Da-2 : Moyenne

Da-1 : Forte

Annexe XXVIII : Extraction de l'ADN

- Prélèvement d'environ 10 mg de feuilles séchées préalablement au silicagel et gelés avec de l'azote liquide puis broyés..

- Extraction avec le kit DNeasy®Plant QIAGEN selon les recommandations du fabricant :

Lyse : - Ajouter 400µl de solution de lyse (AP1)

- Ajouter 4µl d'enzyme (RNase A)

- Vortexer et incuber à 65 °C pendant 10min (bain-marie)

- Ajouter 130µl de tampon AP2 et incuber 5min sur glace

Extraction des acides nucléiques:

- Déposer le lysat dans la colonne lilas pour filtrer les débris cellulaires

- Ajouter 1.5 volume de tampon AP3 au lysat clarifié et mélanger en pipetant

Purification:

Déposer successivement 650µl du lysat clarifié sur les colonnes blanches et centrifuger.

Répéter jusqu'à qu'il n'y est plus de lysat

Lavage :

- Laver la colonne : avec 500µl de tampon lavage AW

Répéter une deuxième fois.

- Centrifuger 2min à vide pour bien sécher la membrane

Elution :

- Disposer les tubes eppendorf sous les colonnes blanches.

- Ajouter 75µl de tampon d'élution AE préalablement chauffé à 65°C

- Laisser 5 min à température ambiante

- Eluer l'ADN en centrifugeant 1min

- Répéter l'élution (volume totale d'élution 150µl)

- Conserver l'ADN amplifié à -20°C pour une utilisation ultérieure.

Vérification d'amplification

- Vérification d'amplification sur un gel d'agarose à 1%

Annexe XXIX : Préparation des mélanges PCR multiplex

C'est un kit d'une utilisation très simple car le mix réactionnel est déjà réalisé, il suffit uniquement de rajouter les amorces forward et reverse et l'ADN. Il n'y a pas d'optimisation à faire si ce n'est de calculer la température d'hybridation des amorces.

Préparation mix avec le kit QIAGEN Multiplex PCR	Mélange PCR pour n éch.
PCR master Mix	5 µl
Mix primers dont la composition dépend des multiplexages.	1 µl
Q solution	1 µl
RNA's free water	1.5 µl
ADN	1.5µl
Volume totale/tube	10 µl

Préparation du mix Primers	Volume
Amorce forward marquée	2 µl
Amorce reverse	2 µl
Tampon TE	96 µl
Volume total	100

Suivant l'espèce étudiée, différentes sortes d'amorces ont été mélangées pour préparer le mix primers:

-Pour *F. tiliifolia* : deux types de mix primers ont été préparés :

+ Multiplexage M1 avec les amorces suivants : LMFC20-F

LMFC20-R

MFC5-R

MFC5-F

G7-R

G7-F

Q5-F

Q5-R

LMFC19-F

LMFC19-R

Annexe XXIX (suite)

+ Multiplexage M2 avec les amorces suivants :- D4-F

- D4-R
- J10-F
- J10-R
- LMFC32-F
- LMC32-R
- M5-F
- M5-R
- LMFC30-R
- LMFC30-F

-Pour *Ficus lutea*: Multiplexage M3 : avec les amorces suivants : LMFC30-F

- LMFC17-F
- LMFC30-R
- LMFC17-R
- Q5-F
- Q5-R
- A1-F
- A1-R
- LMFC20-F
- LMFC20-R
- LMFC32-F
- LMFC32-R
- LMFC21-F FLMFC21-R

Annexe XXIX (suite)

Programme PCR

Dénaturation : 95°C pendant 15 min

Dénaturation : 94°C pendant 30 s

Hybridation: 56 ou 60°C pendant 1 min et 30 s 30 cycles

Polymérisation : 72°C pendant 1 min

Elongation finale : 72°C pendant 10 min

Refroidissement : 15°C à une durée indéterminée

Interprétation des résultats:

- Vérification d'amplification sur un gel d'agarose à 2%
- Observation du polymorphisme et calcul des allèles sur gel de polyacrylamide à 6.5% avec révélation par fluorescence grâce au séquenceur Li-cor.

Annexe XXX : Séparation des ADN par électrophorèse en gel d'agarose

L'agarose est un polymère constitué de l'enchaînement de molécules d'agarobiose (β -Dgalactopyranosyl (1 \rightarrow 4) 3,6 anhydro- α -Lgalactopyranose) unis en 1 \rightarrow 3 et en parties estérifiées par de l'acide sulfurique.

L'électrophorèse s'applique à la séparation, à l'identification et éventuellement pour la purification de molécules chargées : protéines, peptides, acides aminés, acides nucléiques et nucléotides.

Avant le dépôt, 5 μ L d'ADN d'un échantillon est mélangé à 5 μ L de bleu de bromophénol qui est un tampon de charge. Ce colorant permet une visualisation de l'avancement des échantillons et facilite le dépôt de l'ADN auquel il est mélangé dans les puits par sa densité plus élevée. L'agarose est dissous dans du tampon TAE 1X (tampons tris : trihydroxyméthylaminométhane) à chaud 80-85°C puis coulé à environ 55°C pour éviter de déformer les peignes et les berceaux de montage.

La solution d'ADN est déposée à l'extrémité du gel puis est soumise à un champ électrique. Les molécules d'ADN (chargées négativement grâce aux groupements phosphates de la double hélice) migrent dans un champ électrophorétique vers l'anode (pôle positif). Les échantillons sont déposés à la cathode. Après migration, le gel est placé dans une solution de BET (Bromure d'Ethidium) puis sous UV afin de visualiser l'ADN et de le photographier. La position du fragment après migration (bande observée sous UV) est fonction de sa taille. Le BET révèle l'ADN en s'intercalant entre les bases de l'ADN. Il fluoresce lorsqu'il est excité par la lumière UV (Ultra Violet). Le BET est une solution mutagène et cancérigène à manipuler dans des conditions particulières : gants, blouse, décontamination des déchets dans lequel le gel a trempé quelques minutes.

Avec le gel d'agarose 1%, nous utilisons une gamme d'étalonnage de taille de 20, 40, 60, 100 et 200 ng d'ADN qui migre en même temps que les échantillons d'ADN. Cette gamme d'étalonnage de taille nous permet d'estimer la concentration de nos échantillons par comparaison de l'intensité de la fluorescence après traitement au BET et excitation sous ultra violet. Cette étape est importante pour la suite car pour les amplifications on utilise une polymérase efficace à 1 unité pour 50 ng d'ADN maximum (et on veut des échantillons de concentrations identiques).

Annexe XXX (suite)

Après PCR, un gel d'agarose de 2% est utilisé pour vérifier la présence des amplicons souhaités. Le gel est plus concentré puisque les amplicons ont un ordre de taille compris entre 90pb et 300pb. Nous utilisons un marqueur de taille de 100pb pour apprécier la taille des amplicons. Un marqueur de taille de 100pb est un jeu de plusieurs fragments d'ADN qui ont 00pb de différence et qui permettent d'obtenir une échelle de taille.

Annexe XXXI :Génotypage

Melange d'1µL de chaque dilution avec 15 µL de formamide désionisé et 0,2 µL de marqueur de taille Lys 500 APPLIED BIOSYSTEM. Génotypage sur séquenceur ABI Prism3100

Annexe XXXII: Les clones de *F. tiliifolia*

Individu	Terroir	Latitude	Longitude
759_M1	B	-21,9288	47,2413
758_M1	B	-21,9288	47,2413
787_M1	B	-21,9277	47,1983
786_M1	B	-21,9277	47,1983
819_M1	B	-21,9115	47,1998
810_M1	B	-21,9168	47,1923
F06_0177_M1	B	-21,9091	47,2256
703_M1	B	-21,9002	47,2275

Annexe XXXIII : Indice de différenciation génétique entre les populations de forêts et les populations de terroirs pour *F. lutea*

Locus	LMFC20	LMFC30	LMFC32	Q5	I12	LMFC1	LMFC21	A1	Tous les loci
						7			
Ter1-Ika	0,0135	0,0021	0,2681	-0,0107	0,0258	0,0515	0,0135	0,0128	0,0481***
Ter1-Iko	0,032	0,0011	0,1876	-0,0087	0,0227	0,008	0,0136	-0,0041	0,0305***
Ter1_Tol	-0,0115	0,0113	0,0073	-0,0149	-0,0091	-0,009	0,0055	0,0217	0,0025***
Ter1-Ran	0,016	0,0243	0,0089	-0,0038	0,0437	0,1268	0,007	0,1454	0,0511***
Ter1-Von	-0,0225	-0,0136	0,2403	0,0104	0,0488	0,0047	-0,021	0,0865	0,0547***
Ter2-Ika	-0,1194	-0,0105	-0,0569	0,033	-0,0514	-0,0568	-0,0956	-0,0269	-0,0373***
Ter2-Iko	-0,1044	-0,0695	-0,0592	0,0182	-0,0999	0,0354	-0,075	-0,0401	-0,043***
Ter2_Tol	-0,1462	-0,0129	0,083	-0,0244	-0,1162	0,0371	-0,0375	-0,0326	-0,0239***
Ter2-Ran	0,0364	0,0005	0,1942	0,0053	-0,0653	-0,1913	0,0295	0,1386	0,024***
Ter2-Von	-0,1615	-0,0071	-0,0707	-0,0596	0,0113	0,0562	-0,052	0,0626	0,012***
Ter3-Ika	-0,0032	0,0426	0,0125	0,0187	0,0514	0,026	0,0156	0,0472	0,0216***
Ter3-Iko	-0,0099	0,0286	-0,0195	0,0104	0,0999	-0,0117	0,0172	0,0584	0,0147***
Ter3_Tol	0,015	0,0605	0,0307	0,0174	0,1162	-0,0136	0,0371	0,034	0,0217***
Ter3-Ran	0,0889	0,0773	0,1137	0,0084	0,0653	0,1048	0,153	0,0585	0,0738***
Ter3-Von	0,003	0,0484	0,0053	0,0612	-0,0113	-0,0324	0,0489	0,0393	0,0255***

Ter1 : Terroir1(Sahabe) ; **Ter2** : Terroir2(Ambendrana) ; **Ter3** : Terroir3(Sahabe) ; **Ika** : Ikalamavony ; **Iko** : Ikongo ; **Tol** : Tolongoina ;

Ran : Ranomafana ; **Von** : Vondrozo

Annexe XXXIV : Indice de différenciation génétique entre les populations de forêts et les populations de terroirs pour *F. tiliifolia*

Locus	LMFC32	LMFC20	MFC5	D4	Q5	M5	J10	Tous les loci
Sahabe-Von	0,1771	0,1187	0,0476	0,1453	-0,0075	0,0515	0,2109	0,1156***
Sahabe -Ika	0,1365	0,091	0,0291	0,1212	-0,006	0,0535	0,1833	0,0949***
Sahabe -Iko	0,027	0,0371	0,0158	0,0155	0,0142	0,0041	0,0029	0,0172***
Sahabe -Tol	0,111	0,0349	0,0437	0,1393	0,0083	0,0435	0,1211	0,0791***
Sahabe -Ran	0,0634	0,0868	0,004	0,0954	-0,0032	0,0239	0,1095	0,0599***
Ter2-Von	0,1061	0,0799	0,0126	0,0646	-0,0058	0,0413	0,1687	0,0753***
Ter2-Ika	0,0815	0,0563	0,0024	0,0502	0,0094	0,0394	0,1393	0,0598***
Ter2-Iko	0,022	0,0359	0,0135	0,0049	0,0446	0,026	0,0126	0,0219***
Ter2-Tol	0,0583	0,0148	0,0094	0,0623	-0,0021	0,0377	0,0827	0,0423***
Ter2-Ran	0,0206	0,0523	-0,0029	0,0308	-0,0039	0,009	0,0826	0,0301***

Ter2 : Ambendrana; **Ika** : Ikalamavony ; **Iko** : Ikongo ; **Tol** : Tolongoina ; **Ran** : Ranomafana ; **Von** : Vondrozo

