

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ILLUSTRATIONS	iii
GLOSSAIRE	vi
1 INTRODUCTION	1
2 Méthodologie.....	3
2.1 Problématique et Hypothèses	3
2.2 Matériels et méthodes	5
2.2.1 Etat de connaissance.....	5
2.2.1.1 Aperçu sur le SIG et la Télédétection.....	5
2.2.1.2 Fragmentation et son processus	6
2.2.2 Présentation de la zone d'étude	7
2.2.2.1 Situation géographique	7
2.2.2.2 Caractéristiques géologiques, pédologiques, hydrographiques et climatiques	7
2.2.2.3 Compositions faunistique, floristique et milieu humain	7
2.2.3 Matériels mis en œuvre	10
2.2.3.1 Imagerie satellite.....	10
2.2.3.2 Logiciels	9
2.2.3.3 Carte auxiliaire.....	9
2.2.4 Méthodes utilisées	10
2.2.4.1 Etudes cartographiques.....	10
2.2.4.2 Travaux de terrain.....	14
2.2.5 Cadre opératoire de travail	21
3 RESULTATS ET INTERPRETATIONS	22
3.1 Dynamique et fragmentation forestière.....	22
3.1.1 Occupations du sol de 1992, 2002 et 2014.....	22
3.1.2 Validation de la carte.....	25
3.1.2.1 Matrice de confusion	25
3.1.2.2 Indice de Kappa	26
3.1.3 Dynamique spatio-temporelle du paysage.....	26
3.1.3.1 Dynamique forestière.....	26
3.1.3.2 Evolution des fragments forestiers	26
3.1.3.3 Changement du paysage	28
3.2 Gradient spécifique des fragments	30
3.2.1 Faune	30

3.2.2	Flore.....	32
3.2.2.1	Richesse spécifique.....	32
3.2.2.2	Abondance et Dominance.....	33
3.2.2.3	Diversité floristique	36
3.2.3	Peuplement futur	36
3.2.3.1	Richesse spécifique.....	36
3.2.3.2	Abondance et Dominance.....	37
4	DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS	40
4.1	Discussions.....	40
4.1.1	Sur les méthodes de travail.....	40
4.1.1.1	Acquisition de l'imagerie satellitaire.....	40
4.1.1.2	Méthode d'inventaire faunistique	40
4.1.2	Sur les résultats.....	40
4.1.2.1	Dynamique et fragmentation de la forêt	40
4.1.2.2	Effets de la fragmentation sur les espèces	42
4.1.2.3	Potentialités des petits fragments d'Ambohitantely	42
4.1.3	Sur les hypothèses	42
4.2	Recommandations	43
4.2.1	Méthodologie de travail.....	43
4.2.2	Perspectives d'aménagement et solutions au feu	43
4.2.2.1	Restauration écologique des fragments brûlés.....	43
4.2.2.2	Reconnexion des fragments forestiers avec le grand Bloc	44
4.2.2.3	Propositions d'alternatives aux problèmes de la population.....	44
4.2.3	Perspective de recherche	45
4.2.4	Plan d'action.....	46
5	CONCLUSION	49
6	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
7	REFERENCES WEBOGRAPHIQUES :.....	57

LISTE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Différents types de modification du paysage	6
Tableau 2 : Caractéristiques physiques de la zone d'étude	7
Tableau 3 : Caractéristiques biologiques de la zone d'étude	7
Tableau 4 : Caractéristiques des images utilisées	10
Tableau 5 : caractéristiques des classes de fragment	12
Tableau 6 : Définition des classes	12
Tableau 7 : Caractéristiques des fragments étudiés.....	14
Tableau 8 : Cadre opératoire de travail	21
Tableau 9 : Matrice de confusion.....	25
Tableau 10 : Matrice de transition pour 1992 et 2002	28
Tableau 11 : Matrice de transition pour 2002 et 2014	28
Tableau 12 : Richesse faunistique par taille de fragment.....	30
Tableau 13 : Justification des espèces particulières selon la classe de fragment	31
Tableau 14 : Résultat du test de Kruskal-Wallis	33
Tableau 15 : Résultat des tests de Mann Whitney.....	33
Tableau 16 : Résultat du test de Kruskal-Wallis	34
Tableau 17 : Résultat des tests de Mann Whitney.....	34
Tableau 18 : Richesse spécifique de la régénération.....	36
Tableau 19 : Plan d'action sur les recommandations	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Principe de la télédétection	5
Figure 2: Processus de fragmentation	6
Figure 3: Dispositifs d'échantillonnage sur les éléments topographiques	17
Figure 4 : Dispositif d'inventaire	17
Figure 5 : Synthèse de la démarche méthodologique.....	20
Figure 6 : Répartition des occupations du sol de 1992, 2002 et 2014.....	22
Figure 7: Fragments forestiers de 1992, 2002 et 2014.....	26
Figure 8 : Dynamique du paysage d'Ambohitantely selon la nature de la perturbation	29
Figure 9 : Modification nette du paysage entre 1992 et 2002	29
Figure 10 : Modification nette du paysage entre 2002 et 2014.....	30
Figure 11: Richesse spécifique par classe de fragment.....	32
Figure 12 : Densité floristique par classe de fragment.....	33
Figure 13 : Abondance et Dominance des espèces par classe de fragment.....	35
Figure 14: Indice de régularité de Piélou par classe de fragment.....	36

Figure 15 : Proportion des espèces propres à la régénération selon le tempérament	37
Figure 16 : Densité de la régénération naturelle.....	38
Figure 17 : Abondance et Dominance de la régénération naturelle	39
Figure 18 : Processus multiformes de la fragmentation de la forêt.....	41
Figure 19 : Cas du processus de fragmentation de la forêt d'Ambohitately	41

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude	8
Carte 2 : Fragments forestiers prévus pour les inventaires.....	13
Carte 3: Fragments forestiers inventoriés.....	15
Carte 4 : Occupation du sol en 1992. 2002 et 2014	24
Carte 5 : Dynamique forestière entre 1992, 2002 et 2014.....	27

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Caractéristiques physiques et biologiques de la zone d'étude	I
Annexe 2: Caractéristiques topographiques des parcelles d'étude.....	III
Annexe 3: Fiche d'inventaire	IV
Annexe 4: Liste faunistique par fragment	IV
Annexe 5: Liste floristique des fragments.....	V
Annexe 6: Richesse spécifique par parcelle et par classe de fragment	IX
Annexe 7: Liste des espèces propres à la régénération par fragment.....	X
Annexe 8: Tempérament des espèces propres à la régénération	XII

LISTE DES ACRONYMES

ANOVA : ANalysis Of Variance

CDB : Convention sur la Diversité Biologique

CITE : Centre d'Information Technique et Economique

DRDR : Direction Régionale du Développement Rural

DREEMF : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Ecologie, de la Mer et des Forêts

ENVI : ENvironment for Visualizing Images

ESRI : Environmental Systems Research Institute

FAO : Food and Agricultural Organization

FTM : Foiben-Taotsarin'i Madagasikara

GELOSE : GEstion LOcale SEcurisée

GPS : Global Positioning System

h : heure

ha : hectare

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

ISODATA : Iterated Self Organizing Data Analysis Technics

km : Kilomètre

LANDSAT: Land Satellite

m : mètre

MBG : Missouri Botanical Garden

mn : minute

MNP : Madagascar National Parks

OIBT : Organisation Internationale des Bois Tropicaux

PNUD : Programme des Nations-Unies pour le Développement

ROI : Region Of Interest

RSA : Réserve Spéciale d'Ambohitantely

SCV : Sous Couverture Végétale

SIG : Système d'Information Géographique

TM : Thematic Mapper

USGS : United States Geological Survey

GLOSSAIRE

Biodiversité : variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes (CDB, 1992).

Ecosystème : système biologique, processus de co-fonctionnement du monde animal et végétal constitué des producteurs (plantes), des consommateurs (phytophages) et des destructeurs (nécrophages) (Dubois, 2011).

Forêt : correspond à un couvert arboré de plus de 10% sur au moins un demi-hectare. L'arbre étant défini comme une plante pérenne avec une seule tige (ou plusieurs si elle est recépée) atteignant au moins cinq mètres à maturité (FAO, 1999).

Fragment forestier : une forêt de superficie sur au moins un demi-hectare en un seul bloc

Fragmentation : un phénomène qui se rapporte à n'importe quel processus ayant comme conséquence la conversion de la forêt autrefois continue en taches de forêt séparées des taches des non-forêts (Killman & Schone, 2003).

Espèce héliophile : espèce qui se développe dans la lumière dès son plus jeune âge (Dubois, 2011)

Indice de végétation : défini comme la combinaison arithmétique moyenne de deux ou plusieurs bandes en relation avec les caractéristiques spectrales de la végétation. (Matsushita et al., 2007)

Massif forestier : ensemble de plusieurs forêts souvent contiguës. (Dubois, 2011)

Paysage : une mosaïque de terrains présentant des interactions entre les écosystèmes, l'utilisation des terres, les groupes sociaux et économiques (OIBT, 2005).

Réflectance : définie comme le rapport de la l'intensité du rayonnement électromagnétique dispersée à partir d'une surface et l'intensité de radiation incidente sur elle. (Kardevan, 2007)

Restauration écologique : une approche qui va bien au-delà de la plantation d'arbres et qui consiste à développer les activités à l'échelle d'un paysage ou d'un territoire de façon à mieux conserver la biodiversité et améliorer la multiplicité des moyens d'existence des hommes. (Razafy, 2004).

Espèce sciaphile : espèce qui aime et prospère dans l'ombre (Dubois, 2011)

Tempérament : Aptitude particulière d'un végétal à vivre avec des agents climatiques qui l'environnent (Dubois, 2011)

Zone périphérique : toute espace aux alentours de la réserve spéciale d'Ambohitantely sur 5km au maximum se la limite.

Rapport-Gratuit.com

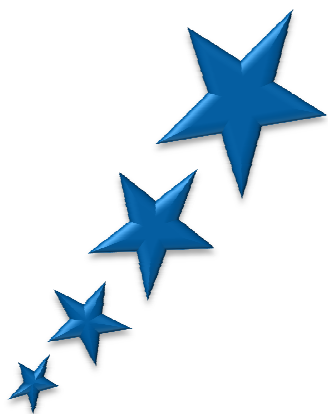
INTRODUCTION

1 INTRODUCTION

Le développement durable est garant de la biodiversité. C'est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre les capacités des générations futures à répondre à leurs propres besoins. Aussi, pour pouvoir mettre en œuvre ce concept, face aux problèmes liés à la dégradation des ressources naturelles, des approches internationales et nationales sont réalisées. Sur l'échelle internationale, à partir de 1992, il y a eu ratification et signature de diverses conventions sur la conservation et la réduction de la pollution. En conséquence, un financement international (Trust-fund) est apparu pour financer les différents projets environnementaux (Paquita, 2011) à travers plus de 40 000 ONG internationales dans le monde (Primack & Ratsirarson, 2005). Pour Madagascar, l'Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées devenue Madagascar National Parks depuis 2008 fut créée en 1991. Sa mission est d'établir, conserver et gérer de manière durable un réseau national de Parcs et Réserves, représentatif de la diversité biologique ou du patrimoine naturel propre à Madagascar. Puis, à partir de 1992, le pays a lancé les phases du Programme Environnemental (PE1, PE2 et PE3). Parmi leurs objectifs prioritaires sont le renversement de la tendance de la dégradation de l'environnement, l'utilisation durable des ressources naturelles, ainsi que la création de toutes les conditions nécessaires pour que les considérations environnementales fassent partie intégrante de la gestion macro-économique et sectorielle du pays. Ainsi, un programme appelé GELOSE découle du PE1. C'était une politique publique mettant en place une gestion communautaire et qui est conduite dans la seconde moitié des années 1990 (Ramamonjisoa *et al.*, 2012). L'objectif de cette politique est de permettre la participation effective des populations rurales à la conservation durable des ressources naturelles renouvelables comprises dans les limites de leur terroir. En outre, de multiples conventions internationales sur la protection de l'environnement et la conservation de la biodiversité sont également ratifiées. Ensuite, la Vision Durban, définie en 2003, a permis la multiplication des aires protégées par la création des nouvelles aires protégées ou NAP. Six millions d'hectares d'aires naturelles ont fait objet de protection dix ans après (Andriambololonarivo, 2014). En dépit de ces efforts parmi tant d'autres, la richesse en biodiversité de l'île est toujours grandement menacée par la diminution et la destruction des habitats des espèces (Ganzhorn *et al.*, 2001). De nombreuses espèces originelles qui ne subsistent que dans les réserves naturelles sont détruites (Rafenomanana, 2009). Pourtant, les implications des forêts dans la survie de la planète sont d'une portée énorme tant sur l'aspect économique qu'écologique. Elles garantissent entre autres la production des produits forestiers, la protection des sols, l'habitat de la faune, ainsi que la régulation des divers cycles biogéochimiques.

Suite à la déforestation et la destruction des forêts, dans les hauts plateaux de Madagascar, il ne reste plus que des fragments et des vestiges de forêts naturelles (Rakotondravony & Goodman, 1998). Tel est le cas de la forêt de moyenne altitude d'Ambositantely. Elle est formée par la réserve spéciale qui fut créée en 1982 par le décret n°82-078 (Ratsirarson & Goodman, 2000) et des fragments de forêts périphériques éparpillées.

L'octroi de ce nouveau statut a fait suite à l'exploitation irraisonnée de la forêt par les populations riveraines qui l'utilisaient jadis comme lieu de parcage et de pâturage de bétail, lieu de chasse et terrain de culture (Rakotondramanana, 2004). Une partie du massif forestier d'Ambohitantely est donc incluse dans la réserve spéciale et le reste se trouve continuellement exposé à l'exploitation mais surtout aux feux. Ces derniers sont pratiqués par la population pour l'agriculture, les activités pastorales mais également pour faire diversion par les voleurs de zébus. Toute l'occupation du sol est sous l'emprise du feu chaque année au niveau de cette zone durant la période sèche. Cette pratique est accentuée peu avant la tombée des pluies (septembre-octobre) et entraîne la destruction d'une grande partie des forêts hors réserve. Par contre, cette destruction ou restriction de l'habitat pourrait entraîner une réduction au niveau de la biodiversité en dépit de la résilience écologique. Cette dernière étant favorisée par certains taxons, comme les lémuriers et les oiseaux qui ont une capacité de dispersion de graines. Cette étude vise ainsi à connaître la dynamique forestière sur 22 ans (1992-2014) et les caractéristiques de la composition spécifique dans les classes de fragments de la Réserve Spéciale d'Ambohitantely et ses zones périphériques. Sa finalité est de servir d'outil de décision dans la restauration du massif et le renforcement de la conscientisation de la population locale sur les effets de leurs activités destructrices de la forêt. La question principale est : comment la fragmentation affecte l'écosystème forêt dans cette région? Pour y répondre, deux hypothèses sont émises. La première suppose que la superficie forestière est fonction décroissante du nombre de fragments et la deuxième énonce que la composition spécifique de chaque fragment varie selon la superficie des fragments. Afin d'y répondre, deux étapes sont suivies. La première consiste à l'analyse cartographique à travers des traitements d'images satellites. La seconde étape concerne l'étude des faune et flore à travers trois strates de forêts : « bloc forestier », « fragment moyen » et « fragment. petit ». Pour bien mettre en évidence les résultats de cette recherche, le présent document a été structuré comme suit : la première partie explique la problématique de la zone d'étude et aboutit à la formulation des hypothèses. La seconde présente la méthodologie de travail dans laquelle sont développées les deux grandes étapes mentionnées précédemment. La partie suivante démontre les résultats obtenus après les différents processus d'analyse. C'est seulement après que viennent les discussions et recommandations. Dans cette partie, les contraintes et les résultats obtenus sont expliqués et comparés avec ceux des autres études semblables ; des suggestions sont aussi avancées pour remédier à ce phénomène de fragmentation.



METHODOLOGIE

2 Méthodologie

2.1 Problématique et Hypothèses

La pauvreté à Madagascar affecte 92 % de la population en tenant compte du seuil international de pauvreté fixé à 2 € par jour (Thivoyon, 2014). Et la plus grande partie de cette population se trouve en milieu rural. La pauvreté se manifeste sous plusieurs aspects, et principalement par l'inaccessibilité aux besoins fondamentaux de la vie (Ralaivao, 2009) alors que le taux de natalité est toujours élevé et la productivité, faible. C'est cette nécessité qui engendre la dépendance de la population aux ressources naturelles et l'entraîne à les exploiter davantage. D'où la dégradation et la fragmentation des forêts de l'île qui entraînent une ruine au niveau des écosystèmes, une perte de la biodiversité ainsi qu'un bouleversement des cycles et des phénomènes naturels. En effet, la déforestation est estimée à 100.000 ha par an actuellement et 85 à 90% de la forêt primaire malagasy sont déjà détruites suite à la pratique du tavy, de feux et la coupe franche des forêts (De Haulleville, 2012). Cette dégradation et fragmentation des forêts influent sur la biodiversité en créant des perturbations sur leur habitat.

Pour la région d'Ambohitantely, les feux de brousse constituent la première cause de dégradation et de disparition de la forêt (Rabemananjara, 2012). Et d'après le même auteur, la population locale pratique le feu pour le renouvellement des pâturages, la préparation des champs de culture ainsi qu'un moyen de diversion pour les «dahalo» (voleurs de zébus). Les feux externes dégradent les lisières forestières et font reculer la forêt. Les feux ont été maîtrisés dans l'aire protégée et les zones périphériques pendant trois années successives : 2000 à 2002 (Rafenomanana, 2009) mais à partir de 2003, ils continuent à dévaster. Selon le même auteur, la dynamique de feux apparaît en période sèche : du mois de mai au mois de novembre dans la région d'Ankazobe, notamment dans le Tampoketsa. Dans la RSA (Réserve Spéciale Ambohitantely), protégée de pare-feu, le feu n'est pas fréquent. Ce sont les fragments de forêts en dehors de la réserve et la savane qui sont très souvent victimes du feu. En conséquence, l'habitat naturel connaît une perturbation ou une disparition induisant à la modification de la zone d'occupation d'une espèce. Alors, pour les diverses espèces forestières, il existe une perte assurée de la biologie alors qu'il y a forte interaction entre toutes les espèces dans un écosystème forestier qui fournit des biens et services pour la communauté. Langrand et Wilmé (1997) ont trouvé par exemple l'extinction locale d'espèces d'oiseaux forestières endémiques suite à la fragmentation de la forêt dans les hauts plateaux malgaches. Globalement, cette étude vise à connaître l'évolution de la forêt d'Ambohitantely et ses zones périphériques de 1992 à 2014 et de fournir plus de connaissances concernant les caractéristiques spécifiques des fragments forestiers de catégories (taille) divergentes.

Il s'agit de connaître l'évolution de la superficie forestière, de savoir la différence en nombre des fragments de forêt sur les trois images satellitaire à la disposition (1992, 2002 et 2014) ainsi que de percevoir la composition spécifique des catégories de fragment. Les questions déduites sont : Comment ont évolué la Réserve spéciale d'Ambohitantely et ses zones périphériques durant ces 22 dernières années ? Quelles caractéristiques et gradient spécifique existe-t-il entre les fragments forestiers de taille différente?

Dans le but de répondre à ces questions, des hypothèses sont émises :

Hypothèse 1 : La superficie forestière est fonction décroissante du nombre de fragments. Comme dans de multiples aires protégées de Madagascar, la RSA et ses zones périphériques ne peuvent pas s'échapper aux diverses pressions et menaces qui sont d'origines anthropiques. Le reste est causé par des phénomènes tels que les calamités naturelles. Elle est classée dans la stratégie B des Aires Protégées comme zone possédant une biodiversité élevée avec un niveau de menace élevée (Rabemampandra, 2012). D'une part, l'augmentation de la population a entraîné inévitablement un accroissement des besoins et de la demande en nourriture, en fourniture entre autres et d'autre part, les techniques de production sont toujours de type traditionnel. Tout cela incite la population à exploiter davantage la forêt. Pour le bois par exemple, il constitue la seule matière première pour différentes usages, tels que : construction, combustible. En effet, un ménage de 5 à 6 personnes consomme en moyenne 8 à 10 kg de bois pour la cuisson journalière (Rabemampandra, 2012). En conséquence, l'exploitation forestière est augmentée, souvent de façon illicite. Il y a également intensification des zones de cultures qui s'étendent vers les zones forestières. En outre, la forêt est soumise à l'action ravageuse des feux sauvages (Ratsirarson & Goodman, 2000) chaque année. Ils se propagent en attaquant d'abord la lisière et en la transformant peu à peu en une flore totalement différente de la forêt jusqu'à une végétation graminéenne quelques années plus tard entraînant ainsi un recul de la forêt (Andrianjaka, 2000). Ces feux constituent la principale menace des forêts et des autres occupations du sol. Pour vérifier cette première hypothèse, il est nécessaire de disposer la superficie forestière et le nombre des fragments forestiers pour les trois années d'étude et les comparer.

Hypothèse 2 : La composition spécifique (richesse spécifique, diversité floristique, abondance et régénération naturelle) varie selon la superficie des fragments. En effet, tout être vivant présente ses propres conditions de vie. Ainsi, chaque espèce de faune ou de flore a sa zone d'occupation selon leurs exigences écologiques comme le type de sol, le climat, la densité de la végétation, l'étendue de la surface habitable entre autres. Il existe une interdépendance entre les innombrables espèces dans un écosystème forestier, surtout au niveau de la chaîne alimentaire. Conséquemment, certaines espèces de faune, frugivores ou folivores (lémuriens) par exemple, peuvent se contenter de la nourriture et de l'espace présentes pour une zone d'occupation de taille restreinte par rapport à leurs exigences. Donc, elles peuvent soit, se déplacer dans les zones plus propices et ne plus se trouver dans leur ancienne zone d'occupation, soit ne pas d'adapter à la situation et s'éteindre petit à petit. Concernant la flore, il existe des plantes parasites, épiphytes (exemple : famille des orchidacées) entre autres, sans leur hôte ou leur support, il leur est impossible d'exister. Ainsi, pour la vérification de cette deuxième hypothèse les indicateurs sont la présence/absence des espèces floristiques et le nombre des espèces faunistiques.

Si telles sont les questions qui se posent et les hypothèses avancées sur le sujet, les résultats de l'étude seront mis en évidence concernant la dynamique de la forêt entre 1992-2002 et 2002-2014 ainsi que le gradient spécifique des fragments.

2.2 Matériels et méthodes

2.2.1 Etat des connaissances

2.2.1.1 Aperçu sur le SIG et la Télédétection

Le Système d'Information Géographique est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace (IRD, 2000). Les données sont à la base du système d'information géographique.

L'étape de saisie des données est essentielle dans sa conception (Schippers, 2007) et selon le même auteur, l'acquisition des données relève de deux techniques: les techniques primaires comme l'utilisation de GPS, de documents photographiques (images satellitaires), là où interviennent la télédétection ; les techniques secondaires comme la digitalisation de cartes existantes et le scannage de documents. Quant à la télédétection (« remote sensing » en anglais), c'est l'ensemble des méthodes et techniques permettant d'observer et d'étudier à distance des objets ou phénomènes. Le néologisme « remote sensing » a vu le jour aux Etats-Unis vers les années soixante, mais le terme « télédétection » n'est introduit dans la langue française qu'en 1973 (Nanja, 2010). Cette observation se fait à l'aide des capteurs. Les premiers satellites d'observation de la Terre furent lancés dans les années 70. Les principes de la télédétection sont similaires à la vision de l'œil humain et impliquent trois facteurs fondamentaux: une source d'énergie, la cible et un vecteur (figure 1).

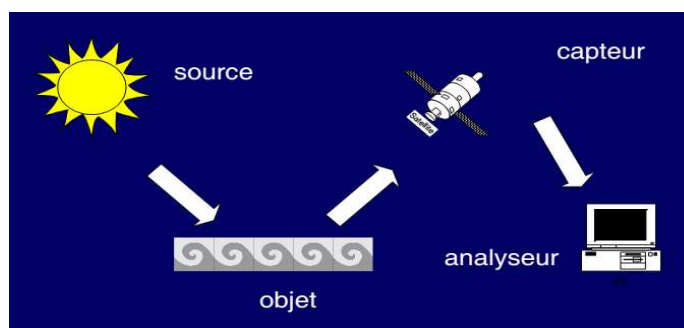


Figure 1 : Principe de la télédétection (Source : Jacquemoud, 2002)

La diversité des capteurs est considérablement accrue et aujourd'hui, les satellites observent la Terre sur une large gamme du spectre électromagnétique (Picard, 2002) et les images fournies par ces satellites servent pour étudier les variations saisonnières de la végétation, les déboisements, les feux de forêt entre autres à travers la mesure de l'activité chlorophyllienne à partir d'un indice de végétation (Nanja, 2010). Un avantage essentiel de la télédétection par satellite est la possibilité d'analyses multitudes. Ainsi, un suivi d'évolution à long terme peut être effectué (El Garouani *et al.*, 2009).

Les SIG et la télédétection sont appliqués dans la météorologie, la science de l'atmosphère et l'océanographie et ils sont devenus, avec le temps, les pivots de l'information et de l'analyse des paysages de notre biosphère (Star & Estes, 1990 ; Lillesand & Kiefer, 1994).

2.2.1.2 Fragmentation et son processus

Les activités anthropiques constituent les causes directes de la dégradation forestière et cette dégradation se manifeste par un changement du paysage (tableau 1)

Tableau 1 : Différents types de modification du paysage

Type de modification du paysage	Caractéristique distinctive
Agrégation	fusion de taches
Suppression	disparition d'une ou de plusieurs taches
Création	formation de nouvelles taches
Déformation	changement de forme des taches mais pas de superficie
Agrandissement	expansion de taille des taches
Perforation	formation de trous dans les taches
Déplacement	translocation des taches
Rétrécissement	réduction de taille des taches
Fragmentation	rupture de la continuité en plusieurs taches disjointes
Dissection	subdivision des taches par des lignes

Source : Bogaert et al., (2004)

Ces changements concernent les milieux naturels. Pour la fragmentation, elle désigne une forme de destruction qui s'accompagne d'une déstructuration spatiale affectant à la fois la taille, la forme et l'isolement des taches (Mama, 2013). Dans une forêt naturelle, la fragmentation s'amorce par la formation de trouée qui devient de plus en plus grand jusqu'à ce qu'elle envahisse l'environnement et modifie l'habitat avec quelques fragments de celui d'origine (Rabenilalana, 2011). Le même auteur et Andren (1994) ont affirmé que le processus de fragmentation (figure 2) peut se résumer par une perte de l'habitat originel d'abord, puis une réduction de la taille de la parcelle et une augmentation de l'isolement spatial des habitats restants. A part l'influence de l'Homme, le paysage peut être influencé également par des facteurs climatiques, environnementaux, physiques et faunistiques observables qui le modifient constamment (Rabenilalana, 2011).

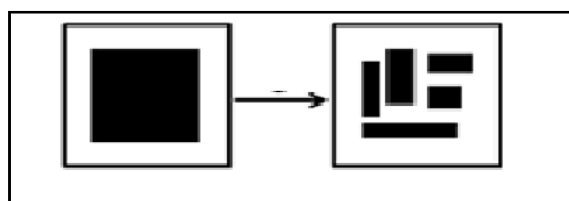


Figure 2: Processus de fragmentation (Source : Bogaert et al., 2004 ; Barima, 2009 ; Rabenilalana, 2011 ; Mama, 2013)

2.2.2 Présentation de la zone d'étude

2.2.2.1 Situation géographique

La RSA se trouve dans la région Analamanga, District d'Ankazobe, à 140km au Nord-Ouest de la capitale (carte 1). Elle est comprise entre 42°12' et 42°20' de longitude Est et 18°04' et 19°14' de latitude Sud (Nicoll & Langrand, 1989) et se situe à cheval entre deux communes rurales Antakavana-Andranomiady au Nord-Est et Ambolotarakely au Sud-Est (Ralaivao, 2009) et une commune urbaine : Ankazobe, au Sud-Est (Rabemampandra, 2012). Et elle comprend 1 800 ha de forêt naturelle et 3 800 ha de savane herbeuse.

2.2.2.2 Caractéristiques géologiques, pédologiques, hydrographiques et climatiques

La zone d'Ambohitantely présente des caractéristiques semblables à celles des hautes terres, notamment pour les zones d'altitude (tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques physiques de la zone d'étude

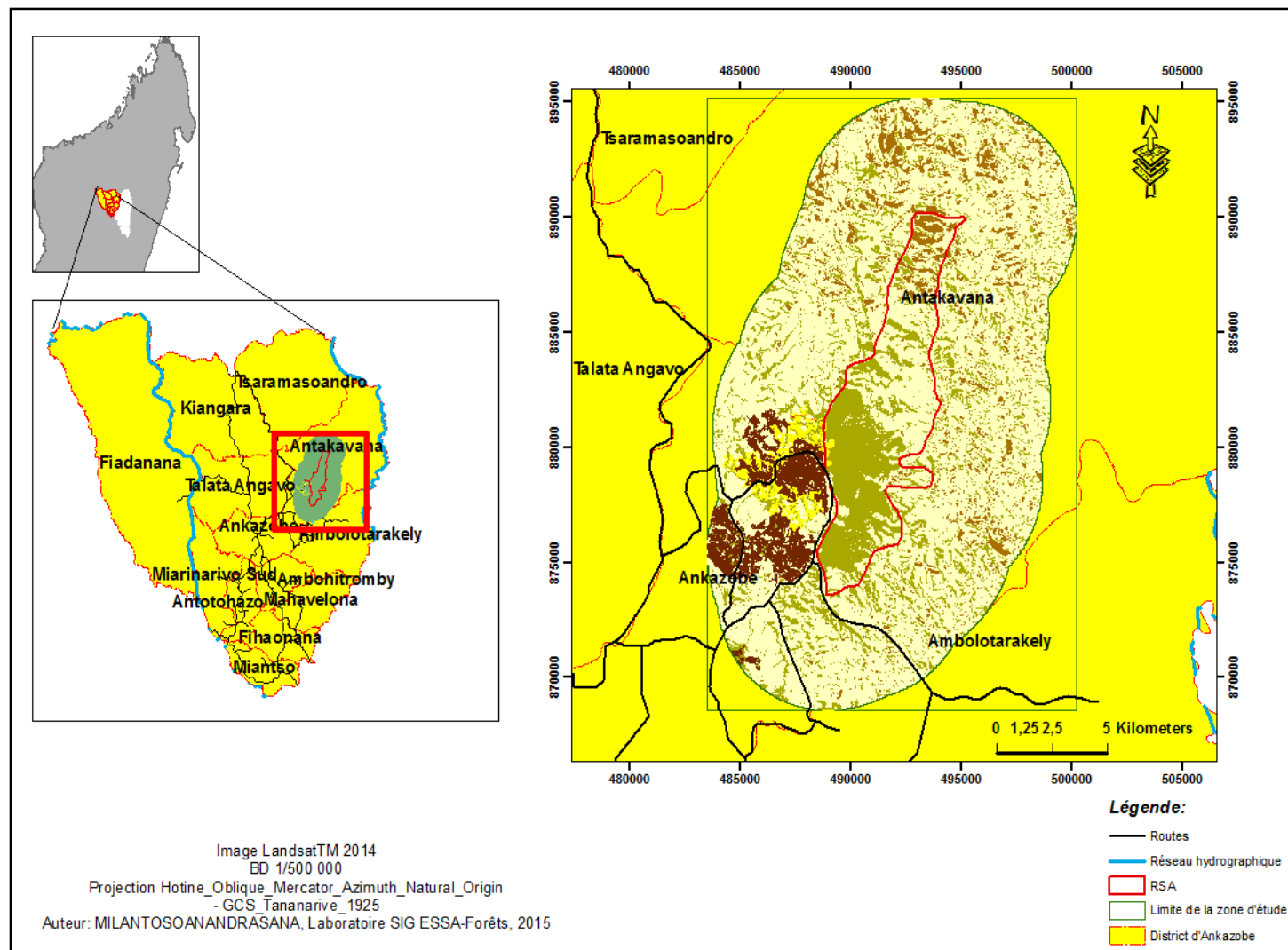
Facteur	Description	Source
Pédologie	sols ferralitiques de type limono-argilo-sableux (annexe1, p. I)	(Ratsirarson & Goodman, 2000)
Hydrographie	sources se jetant dans la rivière Manankazo (annexe 1, p. I)	(Langrand, 2008)
Climat	Tropical d'altitude (annexe1 p. I)	(Rabelohataona, 2009)

2.2.2.3 Compositions faunistique, floristique et milieu humain

Pour la biologie, le massif forestier n'en est pas pauvre: faune, flore, population humaine, il représente les hautes terres avec ses centaines d'espèces floristiques et son innombrable faune (tableau 3)

Tableau 3 : Caractéristiques biologiques de la zone d'étude

Facteur	Description	Source
Faune	50 espèces d'oiseaux, 3 espèces de lémuriens, des mammifères insectivores, des invertébrés (annexe 1, p. II)	(Rantoanina, 2004)
Flore	flore spécifique aux forêts des hautes terres additionnée de <i>Dypsis decipiens</i> (annexe 1, p. II)	(Rabemananjara 2012)
Milieu humain	Densité de 17 habitants/km ² à principales activités d'agriculture et d'élevage (annexe 1, p. II)	(Ratsirarson et Goodman, 2000, Madagasco CORP. Sarl, 2005 ; Robisoa, 2010)



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

2.2.2.4 Logiciels

- ENVI 4.4

Envi est le logiciel utilisé par les scientifiques, chercheurs et spécialistes de l'analyse d'images ou des SIG pour traiter et analyser les images géospatiales par visualisation et extraction de l'information des images issues de divers capteurs aéroportés ou satellites. Ce logiciel a permis le prétraitement et une partie de la classification des images. Les diverses corrections des images pour avoir des images plus nettes et de résolution meilleure ont été réalisées dans ce logiciel. Aussi, il a été utilisé pour le changement de projection des images via l'outil « Convert Map Projection » ainsi que pour obtenir les divers éléments (classes) issus de la classification qui sont assimilables aux occupations du sol.

- ARCGIS 9.3

ArcGis fut créé à la base dans le but d'aider les planificateurs de conservation Mésoaméricains et Caribéens à évaluer le statut actuel des zones protégées et à établir des priorités pour la future gestion de la conservation (Schill & Raber, 2011). C'est un logiciel de la firme ESRI, leader mondial du SIG (Denis, 2014). Il a été utilisé dans cette étude dans la délimitation de la zone d'étude, une partie de la classification supervisée sur la définition des zones d'entraînement ou ROI (Region Of Interest) et une conception de la carte après les prétraitements et la classification des images.

- IDRISI 17.0

Idrisi est un système intégré d'information géographique et de logiciels de télédétection, développé par Clark Labs à l'Université Clark. Il est conçu pour l'analyse et l'affichage de l'information géospatiale numérique et offre des outils pour les chercheurs et les scientifiques engagés dans l'analyse de la dynamique du système terrestre. Ce logiciel est efficace pour une prise de décision dans la gestion de l'environnement, le développement durable et la répartition équitable des ressources. Il a permis d'obtenir la matrice de transition à travers l'outil « Cross Tabulation ».

- QGIS 18.0

Quantum Gis, quant à lui, est un logiciel de SIG, apparu en 2002. Grâce à lui, la validation de la carte a été facilitée par la superposition des points issus de la classification de 2014 avec l'image de « Google Hybrid » (2014) pour ressortir les occupations du sol du terrain et puis déduire la matrice de confusion et l'indice de Kappa.

2.2.2.5 Carte auxiliaire

Pour le tracé de l'hydrographie, des routes et des limites administratives pour le cadrage de l'étude, la base de données BD500 (Base de Données 1/500 000) du FTM a été utilisée.

2.2.3 Matériels mis en œuvre

2.2.3.1 Imagerie satellite

Les images satellitaires sont des images issues de la télédétection par les capteurs qui gravitent autour de la Terre. Il y en a différents types selon les capteurs, exemple Spot, JERS, Ikonos, NOAA, GeoEye, Landsat. Ce sont des images de type Landsat TM qui sont utilisées lors de cette étude. Il s'agit d'images multitudes (1992, 2002 et 2014) fournies par USGS: United States Geological Survey (tableau 3). Les images Landsat ont été choisies pour leur grande disponibilité, elles présentent également des caractéristiques offrant un traitement pratique par la facilité de détection des diverses classes d'occupation du sol (Ravelojaona, 2013) et leur résolution (30*30 m) a permis de ressortir les attentes du travail.

Tableau 4 : Caractéristiques des images utilisées

Images	Identité	Type de capteur	Date d'acquisition
1992	LT51590731992343	TM 5	08-12-1992
2002	LE71590732002330	TM 7	26-11-2002
2014	LC81590722014147	TM 8	27-05-2014

2.2.4 Méthodes utilisées

2.2.4.1 Etudes cartographiques

Afin de connaître l'évolution de la forêt d'Ambositantely, sur un intervalle de temps, des traitements de trois images satellitaires de type Landsat TM ont été réalisés. Il s'agit d'une classification multi-date d'images, espacées de 10 et 12 ans. Ces images ont permis d'établir trois cartes d'occupation du sol pour les années 1992, 2002 et 2014 en utilisant l'outil SIG et télédétection avec les logiciels Envi, ArcGis, Qgis et Idrisi. Ces logiciels ont servi pour les diverses corrections des images et la classification, par conséquent, la détermination des occupations du sol avec leurs caractéristiques ainsi que la dynamique forestière qui est traduite par la modification de la superficie sur ces différentes périodes sont effectuées.

- Classification des images

Elle consiste à effectuer la correspondance entre les éléments d'une scène de l'image matérialisés généralement par leurs valeurs radiométriques et des classes connues a priori ou non par un utilisateur (Ducrot, 2005). La classification de l'image a pour but de partitionner l'image en un ensemble de pixels représentant une même occupation du sol c'est-à-dire qu'il faut déterminer pour chaque pixel ou groupe de pixels de l'image à traiter la classe de référence à laquelle il appartient (Idbraim, 2009). Le but de cette classification est donc de déterminer les occupations du sol pour les trois images. Le mode de classification utilisé était la classification semi-supervisée (combinaison entre les classifications non supervisée et supervisée). Ceci a été dans la perspective de minimiser la subjectivité de l'analyste. Cette opération est effectuée dans le logiciel Envi 4.4 et ArcGis 9.3.

- Prétraitement des images

Le prétraitement des images se caractérise par les corrections des images brutes en provenance de capteurs, satellites ici, par le biais du logiciel Envi 4.4. Trois types de correction sont procédés pour aboutir à une image sur laquelle des classes peuvent être ressorties :

- ✓ Correction radiométrique

Elle consiste en la calibration des images Landsat par uniformisation des valeurs minimales (zéro) de chacune des bandes. Elle permet de faciliter la comparaison des données entre les trois images prises à différentes dates et par différents capteurs, mais aussi pour corriger les éventuels défauts des capteurs. Ces bandes de radiance différente qui sont monospectrales sont prises une à une et assemblées après que le calibrage (outil « Calibration ») soit terminé et a donné une seule image multispectrale.

- ✓ Correction atmosphérique

En atmosphère non-nuageuse, le signal radiométrique dépend de la réflectance de la surface terrestre mais aussi des effets de l'atmosphère qui interviennent au cours des deux trajets (descendant, du soleil vers la surface, et montant, de la surface vers le capteur) effectués par le rayonnement solaire à travers l'atmosphère. Les effets atmosphériques résultent de deux processus étant l'absorption et la diffusion (résultat des changements de trajectoire des photons après interaction avec les molécules gazeuses et les particules des aérosols) exercées conjointement par les deux constituants majeurs de l'atmosphère, les gaz et les aérosols (l'ensemble des particules, liquides ou solides, en suspension dans l'atmosphère). Ce type de correction tend donc à soustraire les contrastes ou les cadres sombres de l'image, favorisés par les éléments atmosphériques et améliore sa visibilité pour se rapprocher de l'image réelle (outil « Dark Substract »).

- ✓ Délimitation de la zone d'étude

Comme les petits fragments en dehors de la RSA peuvent jouer un rôle important dans l'écologie, l'étude ne s'est focalisée seulement pas dans la réserve mais s'est intéressée aussi à ses environs. Un rayon de 5 km a été défini comme zone périphérique et a fait partie de la zone d'étude. Ainsi une opération a été indispensable pour la délimitation puisque seule la limite de la RSA a été à la disposition. Il s'agit du « Buffering », un outil dans beaucoup de logiciels de SIG et Télédétection permettant de rétrécir ou d'agrandir une image avec une certaine distance déterminée.

- ✓ Classification non supervisée

Elle permet de déterminer automatiquement les classes (Ducrot, 2005). L'objectif de l'analyse est de déterminer des groupes les plus homogènes entre eux et les plus différents les uns des autres (Wandewalle, 2010). L'opération a été réalisée dans Envi sous l'algorithme « Isodata ».

- ✓ Classification supervisée

Cette classification tend à prédire la classe d'appartenance. La classification supervisée des images a été faite à partir de l'algorithme « Maximum Likelihood » ou « maximum de vraisemblance ».

Elle consiste en la sélection de zones d'entraînement ou ROI par classe (occupation du sol). C'est un échantillonnage des polygones par classe d'une manière raisonnée car ce sont les polygones pouvant représenter d'une façon sûre chacune des classes qui sont choisis.

Ces ROI ont été entrés dans le logiciel Envi et les polygones ayant les mêmes caractéristiques sont automatiquement assimilés à la classe correspondante.

- Détermination des fragments forestiers

Pour faciliter le choix au hasard des fragments pour les travaux de terrain, il a été nécessaire de les localiser sur la carte de 2014 établie. Les fragments forestiers du massif d'Ambohitantely sont regroupés dans trois classes dont « petite », « moyenne » et « grande » (tableau 5) dont cette dernière est assimilée au bloc forestier pour cette étude.

Tableau 5 : caractéristiques des classes de fragment

Classe de fragment	Taille (ha)
Petite	0,5 à 49
Moyenne	50 à 499
Bloc	500 et plus

Après le dénombrement des fragments, le choix de ceux qui sont compris dans les trois catégories a été effectué. Les fragments ont été choisis au hasard (carte 2). Puis, lors de la classification des images, six classes sont retenues. Chaque classe présente ses caractéristiques spectrales (tableau 6)

Tableau 6 : Définition des classes

Couleur RGB	Classe correspondante	Définition des classes
Rouge foncée	Forêts	Surface couverte d'arbres, à canopée épaisse
Rouge	Savane arborée	Surface à dominance de savane et pourvue d'arbres
Grise	Savane Herbeuse	Surface à dominance d'espèces herbacées graminéennes
Grise foncée	Surfaces Brûlées	Superficie passée par le feu et dont la végétation qui l'a couverte sont dégradées ou disparue
Grise claire	Sols Nus	Surface dépourvue de végétation
Rouge claire	Végétation secondaire	Surface couverte de végétation apparue après disparition de la forêt par le feu, à base de plantes herbacées et pyrophiles

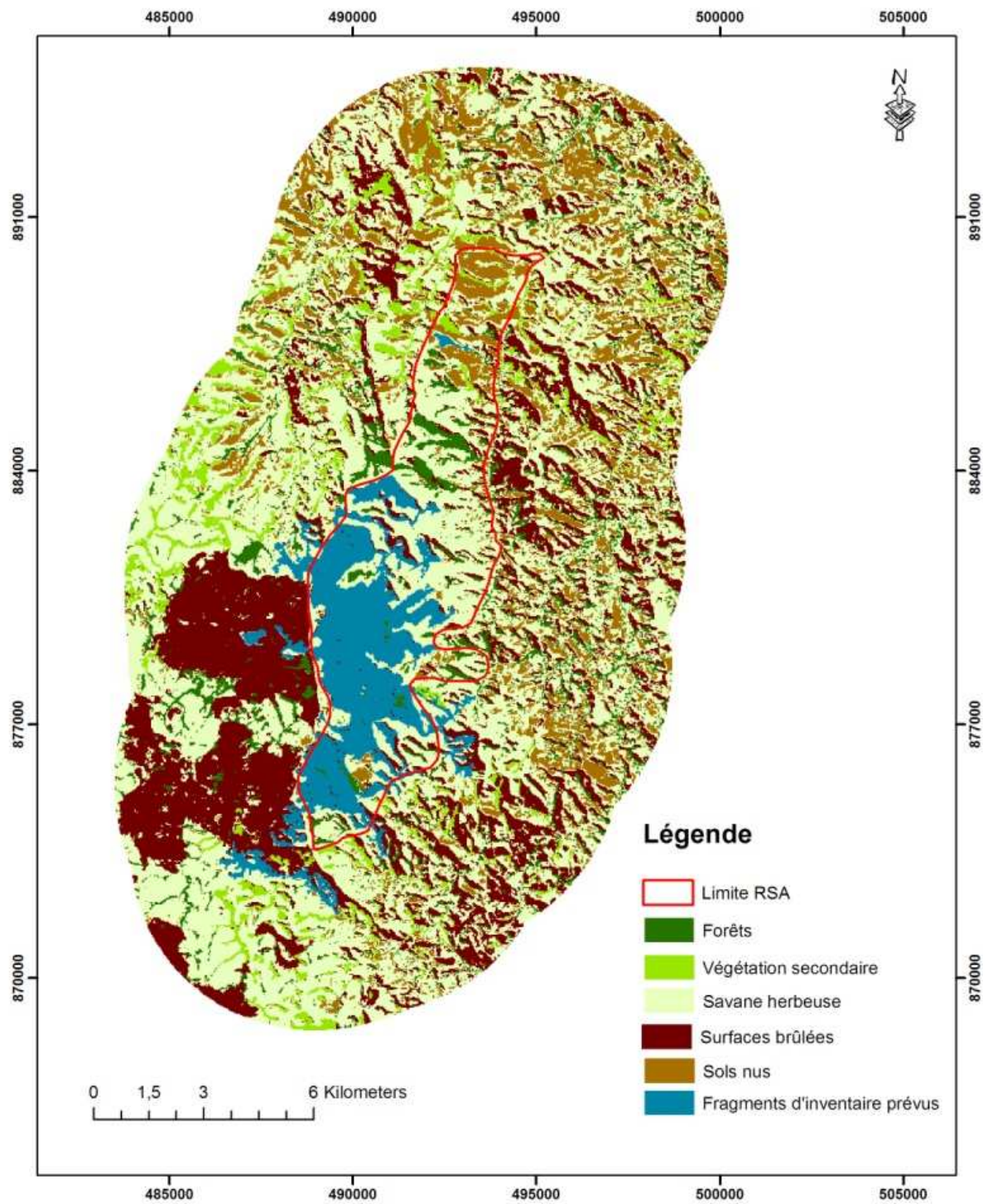


Image LandsatTM 2014
 Projection Hotine_Oblique_Mercator_Azimuth_Natural-Origin
 - GCS_Tananarive_1925
 Auteur: MILANTOSOANANDRASANA, Laboratoire SIG ESSA-Forêts, 2015

Carte 2 : Fragments forestiers prévus pour les inventaires

2.2.4.2 Travaux de terrain

La descente sur terrain avait comme objectif de faire des inventaires forestiers. Elle a permis la collecte des données utiles pour la vérification de la deuxième hypothèse. Des relevées floristiques et un dénombrement de la faune ont été procédés.

- Fragments d'intervention

La plupart des fragments prévus pour les inventaires ont connu des dégradations par le feu. Ainsi il a fallu identifier d'autres fragments forestiers exempts de feu (carte 3) à inventorier pour éviter le biais sur les résultats. Des reconnaissances ont été effectuées, dirigées selon la carte sommaire préétablie ainsi que par l'aide de personnes locales et ont abouti aux fragments d'étude (tableau 7).

Tableau 7 : Caractéristiques des fragments étudiés

Classe de fragment	Taille de fragment (ha)	Coordonnées GPS	Emplacement
Petite	4,41	0487370/0881077	Ambilanivy
	40, 92	0489676/0883163	Analamafana
Moyenne	100, 41	0490890/0883725	Analamafana
Bloc	1863, 72	0490132/0879213	Ambohitantely

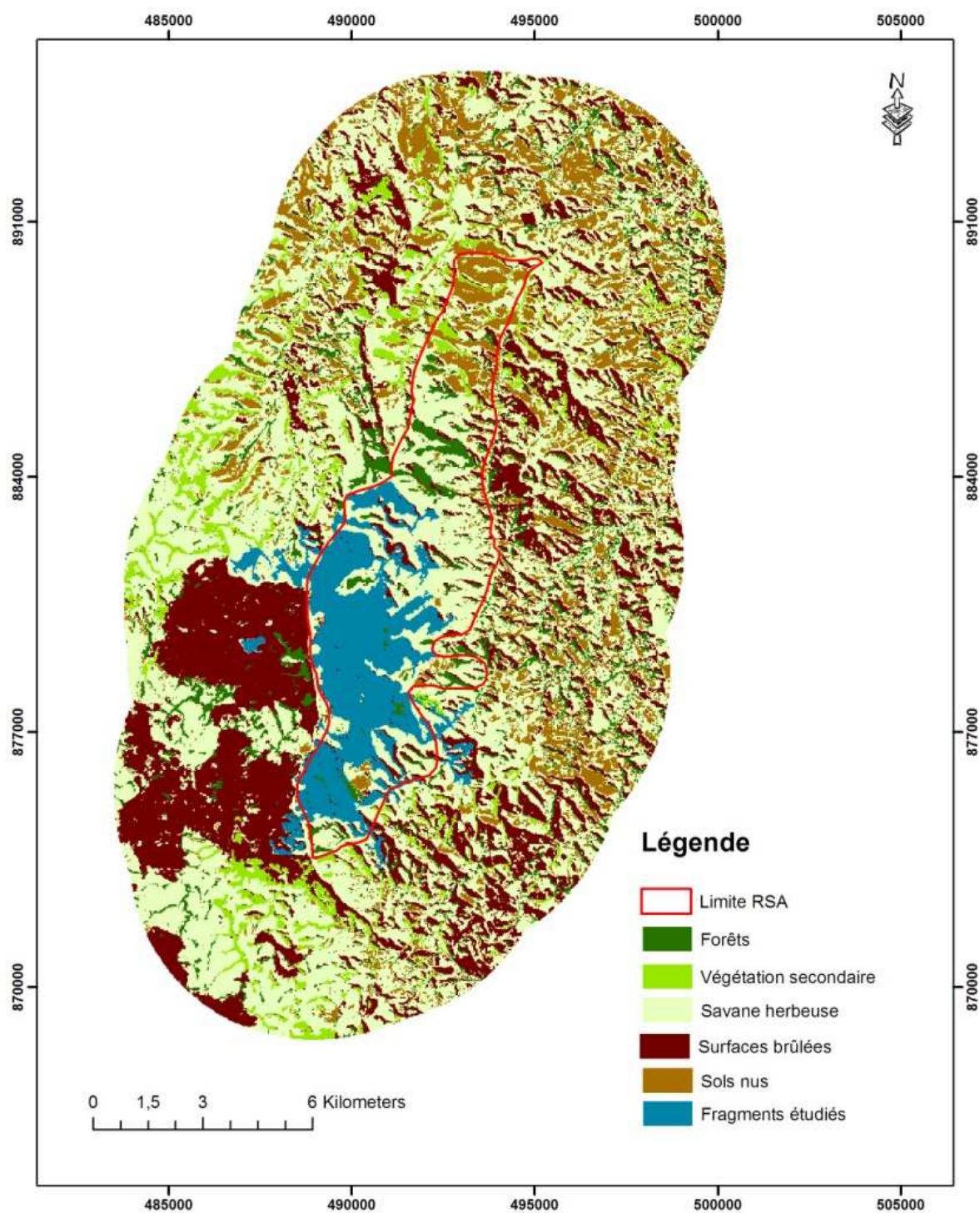


Image LandsatTM 2014
 Projection Hotine_Oblique_Mercator_Azimuth_Natural-Origin
 - GCS_Tananarive_1925
 Auteur: MILANTOSOANANDRASANA, Laboratoire SIG ESSA-Forêts, 2015

Carte 3: Fragments forestiers inventoriés

✓ Inventaire faunistique

Deux groupes de faune ont été choisis pour l'étude, ce sont les oiseaux et les lémuriers par leur capacité de dissémination de graines favorisant la formation et la résilience forestière. Cet inventaire s'est focalisé seulement sur la présence/absence d'espèces.

o Dénombrement des oiseaux

La méthode utilisée est la liste de Mac Kinnon consistant à recenser par observation ou écoute les espèces sur une durée précise et une vitesse de marche constante du recenseur (Mac Kinnon & Phillips, 1993). L'inventaire s'est fait à partir de 7h du matin pour que les espèces présentes dans le milieu aient la même chance d'être enregistrées. La vitesse de marche était de 0,25m/s durant 1h et 30 mn, en suivant des pistes pour le bloc mais pour les fragments, où il n'existe ni piste, ni layon, la marche s'est faite sur le périmètre du fragment et l'écoute des cris était très importante. La vitesse de marche était maintenue à l'aide d'un GPS en main.

o Inventaire des lémuriers

Pour les espèces de lémuriers, concernant le bloc forestier, des pistes sur lesquelles il y a de forte probabilité de rencontrer des espèces de lémuriers sont suivies. Les observations sont faites durant le jour, et la méthode d'inventaire utilisée est aussi celle de Mac Kinnon mais pour une durée d'observation de 2h, plus longtemps car dans les fragments «moyen» et «petit», les informations sur les zones d'occupation des lémuriers sont manquantes. Pour les fragments de classe «petite» et «moyenne», à part les observations, des entretiens auprès du responsable et quelques agents de réserve sont réalisés vu que l'accès dans ces forêts dépourvues de pistes ne soit pas facile pour la détection de ce groupe d'animaux.

✓ Inventaire floristique

Dans tout inventaire, la méthode est différente selon la finalité du travail, les moyens à la disposition ou la personne qui va réaliser les travaux d'inventaire. La plupart du temps, l'inventaire forestier se fait par échantillonnage à la limite de ces propos sus-cités. C'est le cas pour cette étude. Il est ainsi nécessaire de définir l'unité d'échantillonnage et expliquer par la suite la méthode utilisée pour son installation ainsi que la manière de collecte des données.

o Unité d'échantillonnage

L'individu statistique est constitué d'un fragment forestier. Un transect de 50 m de longueur et 5 m de largeur, soit 0,025 ha forme l'unité d'échantillonnage. Par la continuité des observations, le transect offre l'avantage de permettre une description précise de l'évolution des structures le long d'un profil (Rabenilalana, 2011). 45 transects sont installés et localisés, soit 15 transects par classe de fragment et 1,125 ha de superficie en tout (annexe 2, p. III). Leurs emplacements sont choisis pour la représentation de la diversité topographique qui existe dans le massif. Autrement dit, dans les fragments intervenus, chacun des éléments topographiques (crête, versant, bas-fond) existant a fait objet d'installation de placette (figure 3).

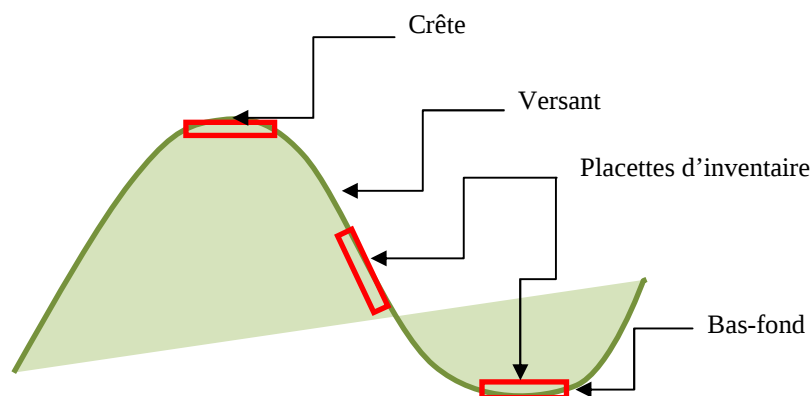


Figure 3: Dispositifs d'échantillonnage sur les éléments topographiques

✓ Délimitation du transect

Les matériels utilisés dans la délimitation et l'enregistrement des coordonnées géographiques des transects sont : un chevillière de 50 m pour le métrage, des cordes pour la matérialisation du périmètre, une boussole pour la perpendicularité du transect et un GPS pour l'enregistrement des coordonnées du point de départ du transect. Le transect de 50*5 m a été divisé en 10 placettes carrées de 5*5 m pour faciliter le comptage et garder la perpendicularité du transect (figure 4)

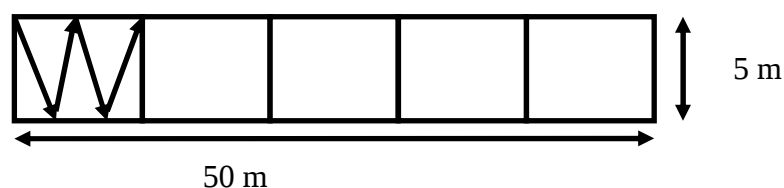


Figure 4 : Dispositif d'inventaire

o Collecte des données

Toutes les espèces ligneuses sont prises en considération dans le dénombrement quelque soit la strate où elles se trouvent. Les individus de chaque espèce sont comptés selon une fiche d'inventaire préétablie (annexe 3 p. IV.). Les individus de plus de 5cm de diamètre à hauteur de poitrine sont pris comme adultes. Le reste a constitué les régénérations naturelles, sauf, pour les espèces de sous-bois, avec lesquelles c'est la hauteur qui a fait la référence. En effet, l'individu est considéré comme adulte à une hauteur supérieure à 1m. La détermination des espèces et le comptage des individus sont faits en zig zag dans la placette carrée pour éviter l'omission (figure 4).

• Traitement des données

✓ Evaluation de la précision de la carte

Dans tous travaux de cartographie, il est essentiel de déterminer la fiabilité de la carte établie. L'évaluation de la qualité des classifications corrigées après le contrôle terrain est donnée par les calculs des deux indices suivants : la précision globale (pourcentage de pixels correctement classés par rapport à ceux mal classés) et l'indice de Kappa (rapport entre le nombre de pixels bien classés et le total des pixels sondés) selon Skupinski *et al.* en 2009.

o Matrice de confusion

Une matrice de confusion est un tableau à 2 dimensions dont les lignes expriment les résultats par rapport aux différentes classes thématiques définies dans l'image classifiée et les colonnes expriment les résultats par rapport aux zones de références délimitées qui servent à vérifier les résultats de la classification (Anwar, 2010). Elle permet donc une appréciation statistique de la précision de la classification obtenue. Pour obtenir les points sur la carte, l'outil « Random points » dans ArcGis, pour la sélection au hasard de 200 points est utilisé. La réalité du terrain est connue à travers l'image 2014 de « Google Hybrid ». Ce sont les résultats de classification de ces deux données qui ont abouti à la matrice de confusion.

o Indice de Kappa

L'indice de Kappa évalue dans la matrice de confusion l'accord entre les résultats obtenus (carte) et la vérité sur terrain (Chalifoux *et al.*, 2006). Il est malgré tout sensible aux erreurs de commission (Caloz & Collet, 2001) de la matrice de confusion. Cet indice constitue pour les télédéTECTEURS une mesure fiable dans l'évaluation des classifications thématiques (Stehman, 1996). Il s'étend de 0 à 1 et se divise en cinq catégories : excellent quand il est supérieur à 0.80; bon quand compris entre 0,80-0,61; modéré quand entre 0,60-0,21; mauvais quand il est compris entre 0,20-0,0 et très mauvais si inférieur à 0,0 (Rakotoarisoa, 2014) et d'après Oszwald *et al.*, en 2010, plus on remonte dans le temps, plus la qualité des images diminue, cela va décroître le degré de précision et donc entraîner des erreurs. L'indice de Kappa a été calculé selon la formule ci-après (Mama & Oloukoi, 2003) :

$$K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c}$$

Avec : P_0 pourcentage réel obtenu de la classification des éléments de l'occupation du sol ; P_c : Probabilité pour obtenir une classification correcte

✓ Evaluation de la transformation du paysage

La matrice de transition permet d'appréhender la dynamique paysagère (Usher, 1981 ; Turner, 1989 ; Cousins, 2001 ; Dale *et al.*, 2002 ; Pontius *et al.*, 2004). C'est un tableau à double entrée permettant d'obtenir des informations sur la modification du paysage. Elle contient le nombre et toutes les fréquences de conversion entre les différentes catégories d'occupation du sol pendant une période déterminée (Mama, 2013).

Pour chaque occupation du sol, elle donne la valeur de la superficie inchangée et les superficies converties en d'autres occupations. Cette matrice est établie, dans ce travail, sous le logiciel Idrisi 17.0 avec l'outil « Cross Tabulation ».

✓ Etablissement des caractéristiques des fragments

Les fragments, suivant la taille possèdent leurs propres caractéristiques au niveau de la faune et de la flore. A part la richesse faunistique, l'analyse de la végétation a également été réalisée en tenant compte de :

o Richesse floristique :

Elle résume la liste floristique des espèces par classe de fragment, ainsi que leurs familles d'appartenance.

o Abondance et Dominance

L'abondance est assignée à la densité de la végétation. La densité se traduit par le nombre d'individus à l'hectare. L'espèce inventoriée ayant le plus d'individus est considérée comme la plus dominante.

o Diversité floristique : Indice de régularité de Piélou

La régularité de la distribution des espèces (équitabilité en Français. evenness ou equitability en Anglais) est un élément important de la diversité. Une espèce représentée abondamment ou par un seul individu n'apporte pas la même contribution à l'écosystème (Marcon, 2014). L'indice de régularité de Piélou (1975) est représenté par la formule qui suit. L'indice de Piélou varie de 0 à 1. Une valeur 1 correspond à une répartition égale des individus inventoriés aux espèces.

$$R = \frac{H'}{\ln S}$$

Avec H' : indice de Shannon ; S : nombre d'espèces présentes

L'indice de diversité H' de Shannon-Weaver permet de déterminer la diversité effective au sein d'une communauté végétale. Il est calculé par la relation :

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Avec : $i = 1$ à S ; S : nombre total d'espèces présentes ; n_i : effectif de l'espèce i dans l'échantillon ; N : effectif total

o Peuplement d'avenir

C'est la régénération naturelle qui assure le repeuplement d'un peuplement forestier. Son abondance par classe de fragment, a été mise en évidence

✓ Comparaison des fragments

o Test de comparaison

Le test utilisé est le test de comparaison d'échantillons de Kruskal-Wallis. C'est l'équivalent non paramétrique du test ANOVA à variables indépendantes. Il est utilisé pour tester les différences significatives entre les médianes de plus de deux groupes et peut être appliqué à des données provenant d'expériences complètement classées (Waite, 2000). Ce test est utilisé en vue de comparer la densité, la richesse spécifique et la régularité du peuplement par classe de fragment. 5% est le seuil de confiance alpha utilisé. Le test de comparaison deux à deux de Mann-Whitney complète celui de Kruskal-Wallis pour trouver les classes de fragments ayant une différence significative entre elles selon les paramètres cités ci-dessus.

Synthèse de la démarche méthodologique



Figure 5 : Synthèse de la démarche méthodologique

2.2.5 Cadre opératoire de travail

Tableau 8 : Cadre opératoire de travail

Problématique	Hypothèse	Indicateur	Méthodologie	Activité
Comment ont évolué la Réserve spéciale d'Ambositantely et ses zones périphériques durant ces 22 dernières années ?	H1 : La superficie forestière est fonction décroissante du nombre de fragment	Superficie forestière Nombre de fragments	SIG Télédétection	Réalisation de cartes d'occupation du sol de 1992, 2002 et 2014 Evaluation de la fiabilité cartographique : Matrice de confusion et indice de kappa Détermination du nombre de tâche de plus de 0,5 ha (fragment)
Quelles caractéristiques et gradient spécifique existe-t-il entre les fragments forestiers de taille différente?	H2 : la composition spécifique** varie avec leur superficie fragments	Taille* Composition spécifique* Densité floristique* Diversité floristique* Abondance de la régénération naturelle*	SIG Télédétection Inventaires faunistique et floristique Analyse statistique	Choix des fragments d'inventaire Mise en place de 15 transects de 50*5m par classe de fragment Comptage des espèces de flore et faune Analyse de la différence des classes de fragments selon leur composition

* : des fragments

** : richesse spécifique, diversité floristique, abondance et régénération naturelle



RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1 Dynamique et fragmentation forestière

Les traitements d'images Landsat à partir des logiciels SIG et Télédétection ont permis l'obtention de trois cartes d'occupation du sol (carte 4) et de l'évolution des fragments forestiers entre les années 1992, 2002 et 2014. Six classes d'occupation sont exploitées : la classe « Forêts (F) », la classe « Savane Arborée (SA) », la classe « Savane Herbeuse (SH) », la classe « Surfaces Brûlées (SB) », la classe « Sols Nus (SN) » et la classe « Végétation secondaire (VS) ».

3.1.1 Occupations du sol de 1992, 2002 et 2014

Dans la conservation des écosystèmes et de la biodiversité, le suivi de l'évolution du paysage est primordial pour une prise de décision et pour mener à bien les actions à entreprendre. Les cartes d'occupation du sol d'Ambohitantely (carte 4) ont permis de connaître qu'en 1992, la RSA et sa périphérie de 5 km ont été couvertes de forêt à 25%. Une diminution évidente de la couverture forestière à 16% et une prolifération des « sols nus » occupant 17% de la surface sont constatées pour l'année 2002. L'année 2014, quant à elle, a été marquée par une réduction de la superficie forestière à 12% de l'occupation du sol, une disparition de la « savane arborée » et une apparition de la classe « végétation secondaire ». La répartition des occupations du sol par année (figure 6) illustre et donne de plus amples explications sur les caractéristiques des occupations du sol de la zone étudiée.

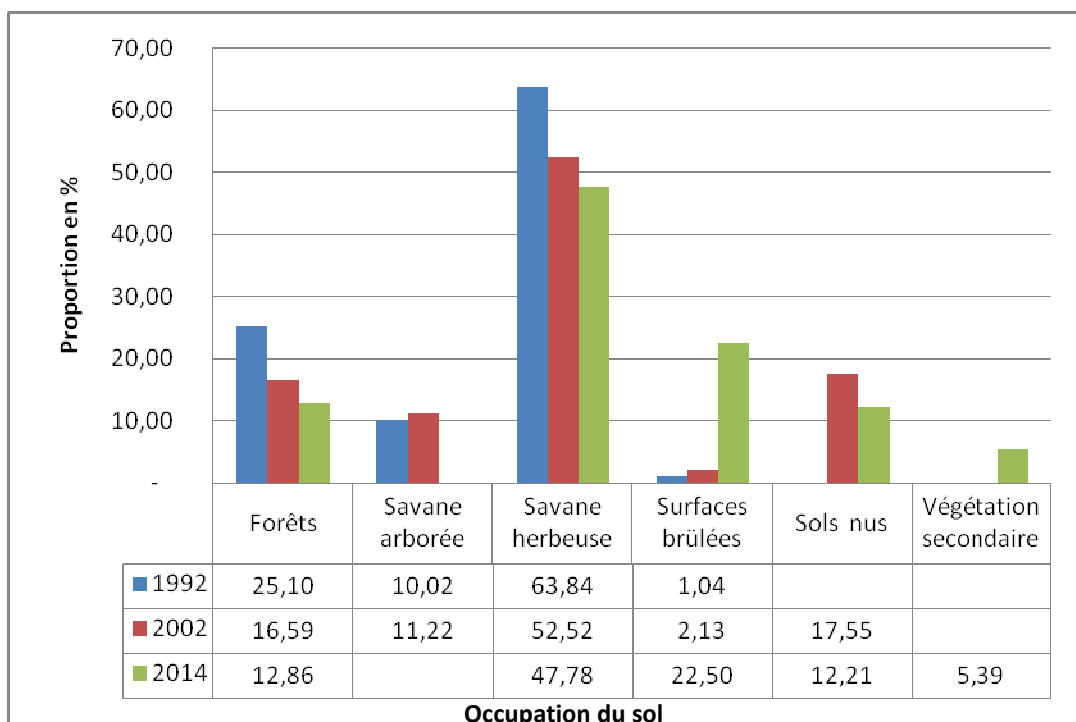


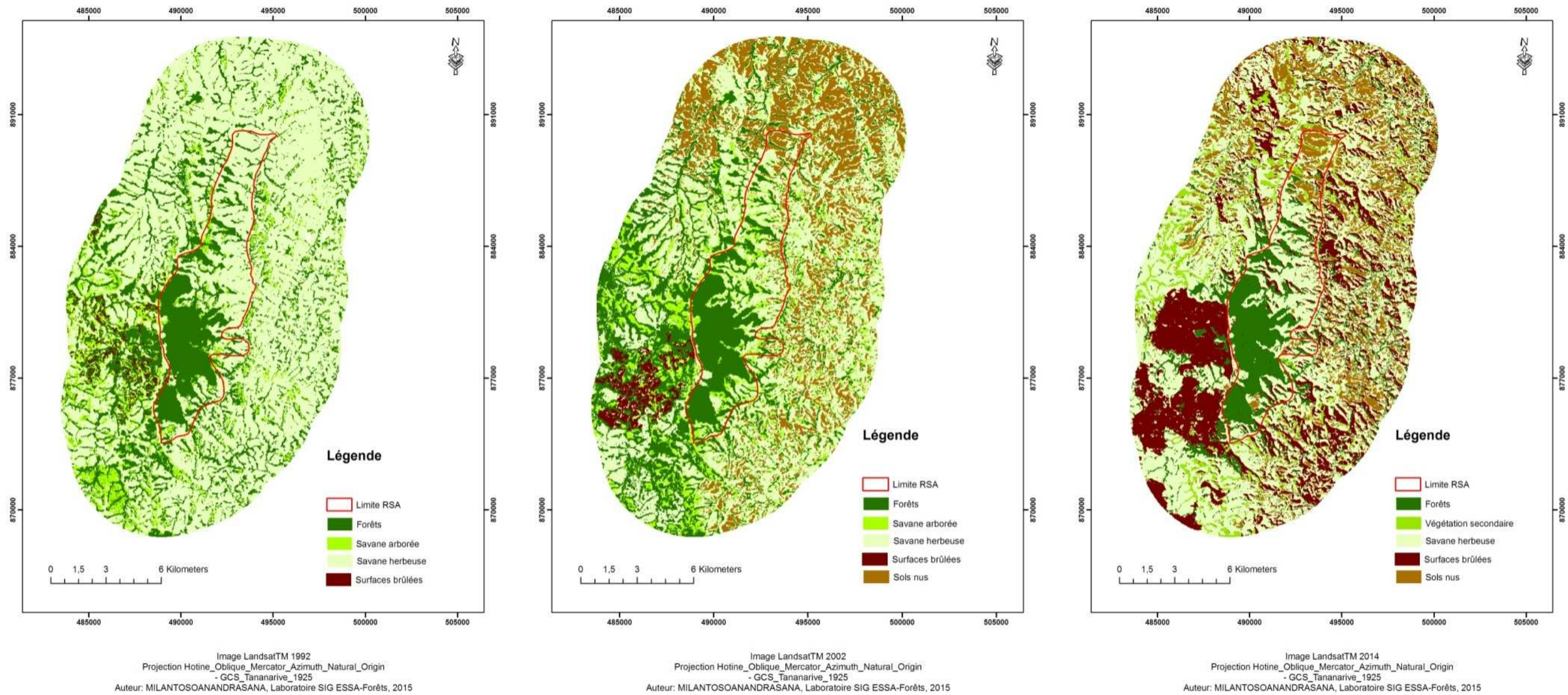
Figure 6 : Répartition des occupations du sol de 1992, 2002 et 2014

En 1992, il existait 4 occupations du sol (F, SA, SH, SB) à dominance de savane herbeuse (20 814ha). La classe « sols nus » est absente. La zone a donc été presque couverte de végétation.

En 2002, 5 occupations du sol (F, SA, SH, SB, SN) couvraient la zone car il y a eu apparition de la classe « sols nus ». La classe dominante est toujours la savane herbeuse (17 124 ha). Les surfaces brûlées présentent la superficie minimale (693 ha) puisque le feu a été maîtrisé.

En 2014, il y a eu 5 classes (F, SH, SB, SN, VS), marquée par la disparition de la savane arborée et l'apparition de la végétation secondaire. La savane herbeuse a la superficie maximale (15 577 ha) et la végétation secondaire présente la surface minimale. Cette dernière est due au fait que les impacts de la pratique du feu ne font que commencer. Dans le cas où les feux continueront à dévaster, cette classe augmentera certainement de superficie.

Les facteurs naturels et anthropiques sont les sources de dégradation des forêts et la diminution progressive de la savane herbeuse. Ces destructions sont principalement dues aux feux, ce qui explique l'accroissement des surfaces brûlées, l'apparition des sols nus à partir de 2002 et la végétation secondaire en 2014. La diminution de la couverture végétale a une conséquence probable au niveau de l'habitat de la faune et une accentuation du phénomène d'érosion dans la région. Ce phénomène peut engendrer l'ensablement des bas-fonds, la perte de la fertilité des sols en amont, l'éboulement des terrains entre autres.



Carte 4 : Occupation du sol en 1992, 2002 et 2014

3.1.2 Validation de la carte

La vérification de la fiabilité de la carte est importante dans la cartographie. Une carte peu fiable ne peut pas être utilisée car peut altérer des données. Ainsi, les 200 points prélevés au hasard sur la carte et sur l'image de « Google Hybrid » ont permis d'établir la matrice de confusion et d'aboutir à l'indice de Kappa qui sont des moyens de quantification de la fiabilité cartographique.

3.1.2.1 Matrice de confusion

Les rapports entre les points de contrôle sur terrain et les points issus de la classification sont à la base de la matrice de confusion (tableau 9). Elle contient également les erreurs de commissions dues à la mauvaise assignation des points de la classification à ceux du terrain et la précision globale qui est déduite à partir de la valeur de ces erreurs.

Tableau 9 : Matrice de confusion

		Points de contrôle sur le terrain					Total	Erreur de commission	Précision globale (%)
		F	SH	SB	SN	VS			
Classification	F	31	-	4	-	3		13,89	86,11
	SH	5	74	4	3	-	103	24,27	75,73
	SB	-	5	27	2	-		20,59	79,41
	SN	-	2	2	21	1	27	22,22	77,78
	VS	2	-	2	-	15			
Total		41	87	46	26	19	200	-	100,00
Erreur d'omission		24,39	10,34	41,30	19,23	21,05	154	200	0,79
Précision globale de la classification				75,49					
				Points bien classifiés					
				Points mal classifiés					

F= Forêts : SH= Savane herbeuse : SB=Surface brûlée : SN=Sols nus

La précision de la carte est de 75,49%. Parmi les 200 points sélectionnés pour la validation, 154 se trouvent dans la même classe que les points du terrain. La précision de chaque classe n'est pas éloignée car varie de 75,73 à 86,11%. La classe « savane herbeuse » a la valeur d'erreur de commission la plus élevée, soit 24,27%. Elle est souvent confondue avec deux classes que sont « savane herbeuse » et « sols nus ». La classe « forêts » est la moins erronée avec 13,89% d'erreur. Les valeurs de ces erreurs de commission sont assignées au nombre de points qui ne sont pas correspondants à leur classe. Cette non-correspondance émane du fait que la date d'acquisition de l'image satellite pour la classification est en début de la saison sèche qui est marquée par la pratique de feu (mois de mai) alors que pour la validation sur terrain, elle date du mois de novembre (saison humide). Une valeur comprise entre 50 et 75% de la précision globale signifie que la classification de l'occupation du sol est valable et utilisable selon Pontius (2000). Ainsi, la carte établie est acceptable.

3.1.2.2 Indice de Kappa

L'indice de Kappa présente une valeur de 0,67 pour la classification. Cela veut dire que 67% de l'occupation du sol sur terrain est bel et bien reflété par la carte. Cette valeur est en dessus de la moyenne, ainsi, la carte établie est valable et utilisable.

3.1.3 Dynamique spatio-temporelle du paysage

3.1.3.1 Dynamique forestière

Au cours du temps, une espace forestière peut subir une modification selon le degré de perturbation. La forêt est remplacée par un autre type d'occupation du sol (Bamba, 2010). Allant de 8 182 ha, sur une superficie près de 32 000 ha, la forêt d'Ambositantely est réduite jusqu'à 5 474 ha en 2002 (tableau 10). Le taux de déforestation était de 0,85% et 0,31% respectivement entre 1992-2002 et 2002-2014. La superficie de la forêt restante actuellement sur la zone d'étude est de 4 191 ha (carte 5).

Tableau 10 : évolution de la superficie forestière entre 1992 et 2014

Année	Superficie forestière (ha)
1992	8 182
2002	5 474
2014	4 191

3.1.3.2 Evolution des fragments forestiers

Le nombre des fragments de la région n'a cessé de se modifier (figure 7). Les forêts prises comme fragments sont celles qui constituent une superficie supérieure ou égale à 0,5 ha et le bloc forestier, origine des taches qui se sont éloignées en fait partie. Les fragments forestiers ont une variation de taille entre 0,54 ha et 1 863 ha (Bloc).

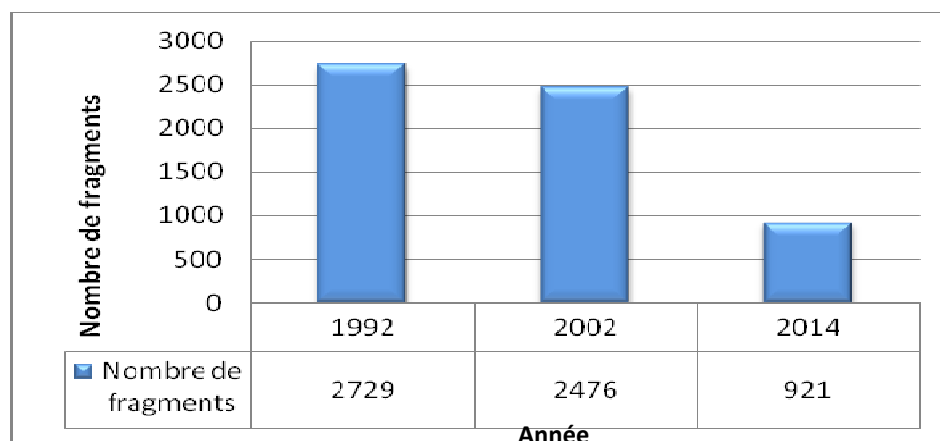
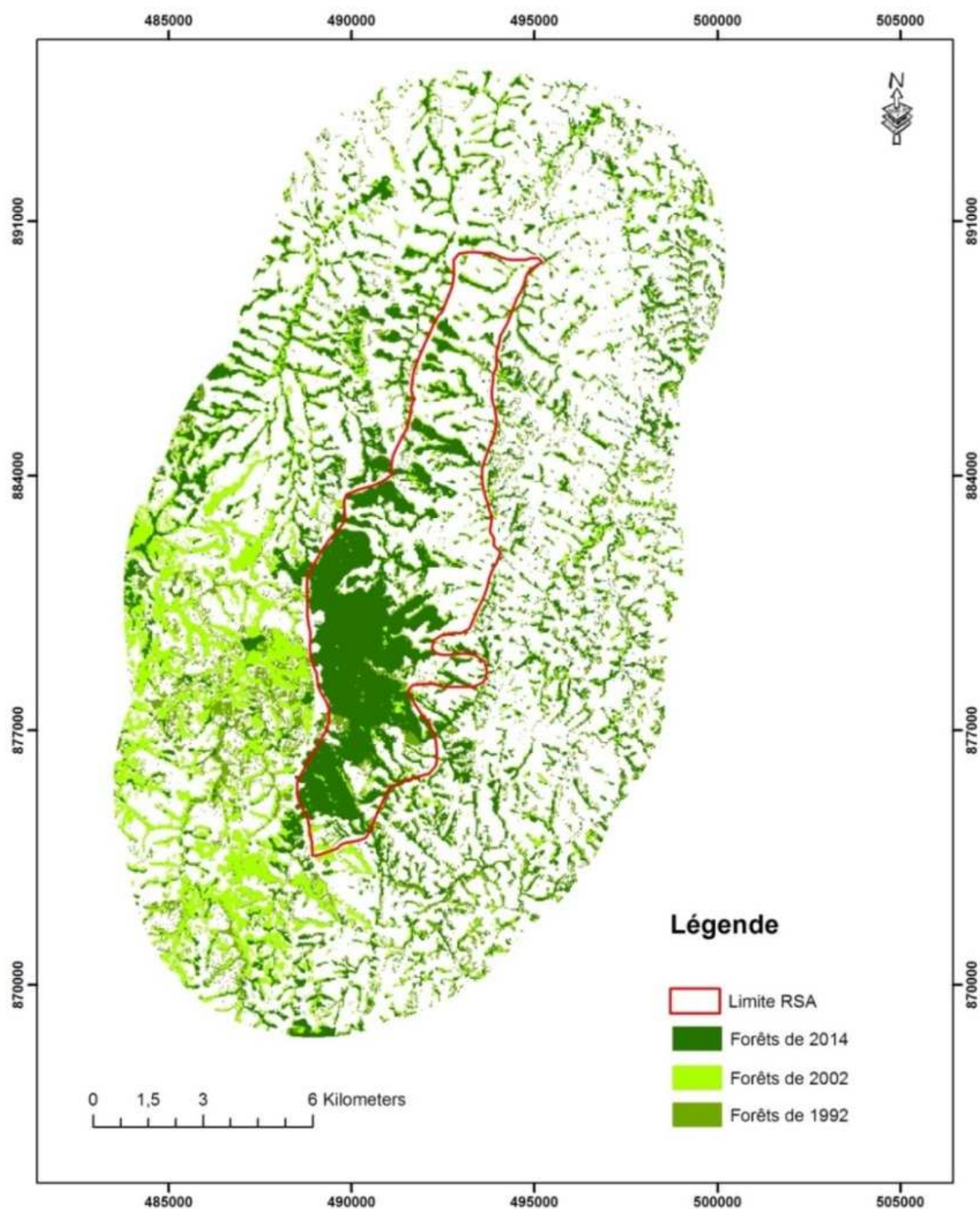


Figure 7: Fragments forestiers de 1992, 2002 et 2014

2 729 fragments sont détectés pour l'année 1992 et cette valeur est réduite à 921, soit 37% en 2014. La réduction de la couverture forestière avec une diminution du nombre de fragments entre les années d'étude peuvent s'expliquer sous l'action répétée du feu, étant le premier facteur de destruction écosystémique dans la région. Dans le cas où l'exploitation forestière serait la principale menace, le nombre des fragments n'aurait pas dû être réduit aussi considérablement. Les forêts sont brûlées et transformées en grande partie en végétation secondaire, formée surtout de plantes non-ligneuses pyrophiles comme les fougères.



Carte 5 : Dynamique forestière entre 1992, 2002 et 2014

3.1.3.3 Changement du paysage

Le nombre et la nature des occupations du sol ne sont pas identiques pour les trois périodes. Il existe donc une évolution importante des occupations du sol (figure 9) dans la zone d'étude. La matrice de transition (tableaux 10 et 11) est utilisée pour avoir une idée sur les modifications au niveau d'une matrice paysagère. Les superficies des classes ne présentant pas de changement de catégorie d'occupation du sol entre les deux dates se trouvent dans les diagonales. Ainsi, les changements d'occupation du sol sont seulement représentés par les éléments en dehors de la diagonale.

✓ Matrice de transition

Les matrices de transition qui donnent la modification en pour cent des occupations du sol (tableaux 11 et 12) permettent d'apprécier le changement du paysage et notamment l'évolution des forêts qui intéresse particulièrement cette étude

Tableau 11 : Matrice de transition pour 1992 et 2002

		1992				
		F (%)	SA (%)	SH (%)	SB (%)	Total (%)
2002	F (%)	12,32	1,38	2,69	0,20	16,59
	SA (%)	2,70	2,40	5,79	0,33	11,22
	SH (%)	9,12	5,70	37,38	0,33	52,52
	SB (%)	0,69	0,46	0,79	0,19	2,13
	SN (%)	0,27	0,08	17,19	0,00	17,55
Total (%)		25,10	10,02	63,84	1,04	100,00
Superficie inchangée						
Conversions remarquables						

F= Forêts ; SA= Savane arborée ; SH= Savane herbeuse ; SB=Surface brûlée ; SN=Sols nus

Entre 1992 et 2002, les forêts sont transformées, en grande partie, en savane herbeuse (2 972 ha). En effet, sous l'action du feu, les forêts sont probablement remplacées par une végétation secondaire plus riche en espèce. Cette richesse a progressivement diminué et a abouti à une couverture herbeuse dix ans après. Une quantité minimale (88 ha) de la conversion des forêts est pour les sols nus. Le processus est la même que pour celui de la savane herbeuse mais cette savane a disparu, à son tour, sous l'action du feu et les sols deviennent dénudés. La savane arborée est en grande partie convertie en savane herbeuse (1 857 ha). La valeur minimale de la modification de cette classe est affectée aux sols nus. Pour la savane herbeuse, 5 000 ha sont converties en sols nus et 25 692 ha en surfaces brûlées. A noter que sur ces surfaces brûlées, il y a apparition de savane herbeuse pendant la saison pluvieuse et qui sera brûlée à son tour pour la saison sèche suivante.

Tableau 12 : Matrice de transition pour 2002 et 2014

		2002					
		F (%)	SA (%)	SH (%)	SB (%)	SN (%)	Total (%)
2014	F	7,78	1,21	3,53	0,10	0,15	12,76
	SH (%)	3,09	5,94	28,55	0,54	9,30	47,43
	SB (%)	2,58		13,67	1,47	1,44	22,33
	SN (%)	0,17	0,42	5,01	0,01	6,51	12,12
	VS (%)	3,05	0,49	1,77	-	0,05	5,35
Total (%)		16,67	11,23	52,53	2,11	17,46	100,00
Superficie inchangée							
Conversions remarquables							

F= Forêts ; SH= Savane herbeuse ; SB=Surface brûlée ; SN=Sols nus ; VS= Végétation secondaire

Entre 2002 et 2014, la plupart des forêts sont converties en savane herbeuse (1 015 ha). Et une petite partie (56 ha) se transforme en sol nus ; 1 952 ha de savane arborée sont transformés en savane herbeuse et 138 ha en sols nus. Pour la savane herbeuse, il est constaté qu'elle est convertie majoritairement en surfaces brûlées (4 490 ha) et une petite partie (580 ha) est pour la végétation secondaire. Des conditions favorables pour le développement de plusieurs espèces ont eu certainement lieu et rendu une richesse floristique à la couverture savane. Les surfaces brûlées sont devenues savane herbeuse en majorité et une infime partie en est réduite en sols nus. Concernant les sols nus, il y a apparition de savane herbeuse sur une superficie importante (3 055 ha) et de végétation secondaire sur une petite partie (17 ha). Les matières minérales fournies par les végétations, après feux présentent un rôle non négligeable sur la résilience écologique et ont favorisé le développement de plusieurs espèces qui forment la végétation secondaire. Les feux répétés tous les ans sont donc les premiers responsables de la modification du paysage de la région.

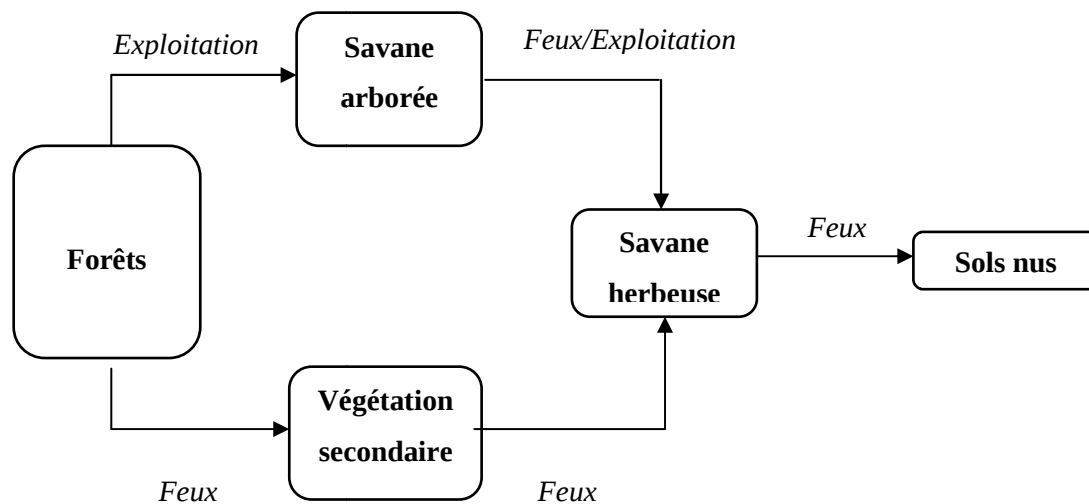


Figure 8 : Dynamique du paysage d'Ambohitantely selon la nature de la perturbation

✓ Modification nette du paysage

Chaque occupation du sol présente un gain ou une perte en superficie entre deux périodes. Ces deux figures sur le changement net du paysage d'Ambohitantely (figures 9 et 10) permettront de voir clairement en un coup d'œil la modification produite au cours du temps.

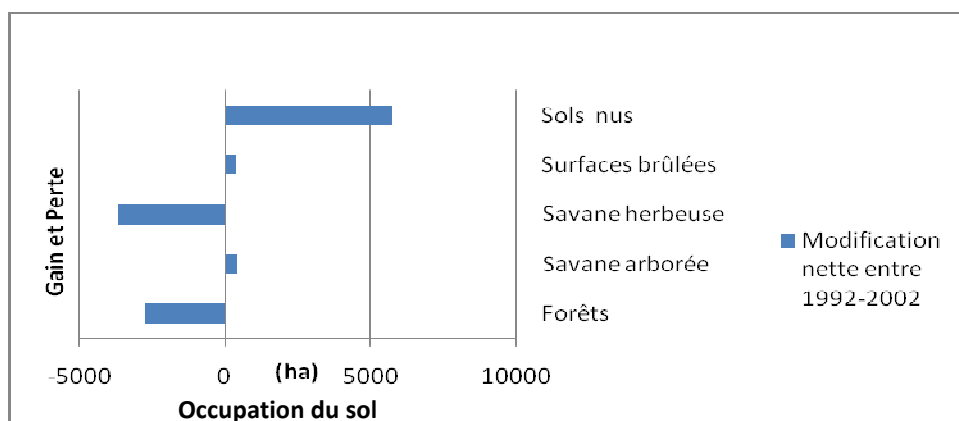


Figure 9 : Modification nette du paysage entre 1992 et 2002

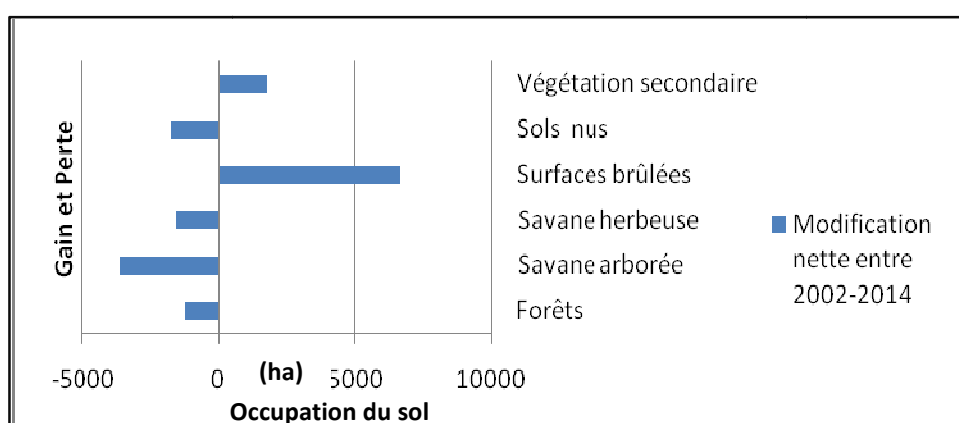


Figure 10 : Modification nette du paysage entre 2002 et 2014

Entre 1992 et 2002, une remarquable augmentation de la superficie des sols nus (5 721 ha) est constatée. Les sols nus sont les résultats finaux de la transformation du paysage et ils sont favorisés par le feu à Ambohitantely. Une diminution des forêts de 2 775 ha est aussi observée et une augmentation des sols nus de 5 721ha. Pour 2002-2014, une forte augmentation (6 641 ha) des surfaces brûlées est enregistrée et des pertes en forêts sont toujours observées (1 215 ha).

3.2 Gradient spécifique des fragments

3.2.1 Faune

Les observations ont permis de recenser une partie seulement des espèces d'oiseaux et de lémuriens existant dans le massif forestier d'Ambohitantely (annexe 4 p.IV), sachant qu'il contient une cinquantaine d'espèces d'oiseaux et trois espèces de lémuriens dont deux sont nocturnes (Rabemananjara, 2012). Néanmoins, les résultats issus de ces observations (tableau 13) reflètent la différence entre les classes de fragment. La seule espèce de lémurien recensée est *Eulemur fulvus fulvus*.

Tableau 13 : Richesse faunistique par taille de fragment

Classe de fragment	Nombre d'espèces d'oiseaux	Nombre d'espèces de lémuriens
Petite	13	1
Moyenne	20	0
Bloc	25	1

Le nombre maximal d'espèces d'oiseaux recensé est 25 pour le bloc forestier et 13 pour le petit fragment. Quant à *Eulemur fulvus fulvus*, le fragment « moyen » en est dépourvu.

D'après ce tableau, il existe, une différence confirmée du point de vue richesse faunistique au niveau des fragments. Selon Andrew, Bennet & Denis en 2010, les espèces montrent divers types de réponse face à la fragmentation de l'habitat, certaines sont avantagées et s'accroissent en abondance alors que d'autres se réduisent et s'éteignent. Les oiseaux et les lémuriens sont des espèces à forte capacité de déplacement. Ils ont besoin d'un habitat assez large. D'où la réduction des espèces suivant la restriction du fragment.

L'absence de cette espèce de lémurien dans le fragment « moyen » peut s'expliquer par le fait que ce fragment se trouve plus loin de leur zone d'occupation dans le bloc forestier (4 km environ) alors que le fragment « petit » inventorié se trouve à moins de 500 m.

26 espèces d'avifaune sont observées au total. Elles sont majoritairement diurnes, néanmoins une espèce nocturne (*Tyto alba*) a été enregistrée. 42% de ces espèces sont typiques des trois classes de fragment comme *Mirafraga hova* ou *Terpsiphone mutata* et il existe des espèces spécifiques des fragments selon leur catégories (tableau 14).

Tableau 14 : Espèces particulières selon la classe de fragment

Classe de fragment	Espèce spécifique	Habitat ou caractéristique	Explication
Petite	<i>Eurystomus glaucurus</i>	zone boisée et faiblement boisée (Langrand, 1995)	La densité des petits fragments qui est inférieure à celles des autres classes confère donc une aisance à cette espèce
	<i>Streptopelia picturata</i>	Forêts dégradées (Langrand, 2003)	Cette classe de fragment est plus dégradées que les deux autres car subie plus de perturbations (feu) et connaît une dégradation
Moyenne +Bloc	<i>Foudia madagascariensis</i>	Milieus naturels ouverts ou dégradés, savane (Langrand, 2003)	Cette espèce a été inventoriée sur les bords de ces classes de fragments
	<i>Leptosomus discolor</i>	La plupart des forêts originelles (Sinclair & Langrand, 1998)	Donc, il existe une possibilité que ces espèces puissent se trouver aussi dans les fragments « petits »
	<i>Nectarinia soimanga</i>	Toutes strates des forêts originelles, y compris les mangroves (IRD & CITE, 2007)	
	<i>Tyto alba</i>	Zones ouvertes, les lisières de forêts et clairières, les terres agricoles et les villes	Cette espèce a été enregistrée au niveau d'un layon dans le bloc et aux abords du fragment « moyen »
Bloc	<i>Acrocephalus newtoni</i>	Population stable en l'absence d'éléments de menaces importantes (BirdLife International, 2015)	Cette classe de fragment est le plus de stabilité par rapport aux pressions anthropiques (le fragment « petit » subi souvent le passage de feu)
	<i>Falco zoniventris</i>	Tous les milieux à l'exception des massifs forestiers intacts (Langrand, 2003)	C'est aux abords du bloc forestier que ces espèces ont été enregistrées
	<i>Margaropedrix madagascariensis</i>	Zones herbeuses ou buissonneuses ou défrichées et les cultures sèches.	

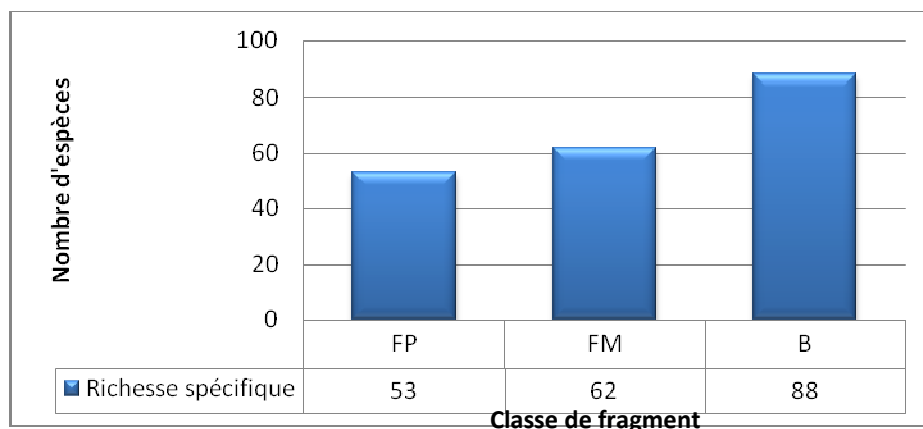
Bloc	<i>Merops superciliosus</i>	Espaces boisées à feuillage large (Sinclair et Langrand, 1994)	Le bloc forestier lui convient parfaitement, tant que celui-ci existe, il y a donc peu de probabilité qu'elle se retrouve dans les fragments de taille plus petite
	<i>Numida meleagr</i>	Bords des forêts, savane boisée	Cette espèce a été belle et bien vue sur le bord du bloc forestier
	<i>Pseudobias wardi</i>	Forêt primaire pluviale sur une altitude supérieure à 300 m (Langrand, 2003)	Cette espèce n'a pas de préférence particulière en rapport avec la taille de son habitat. Ainsi, elle peut aussi exister dans les deux autres classes
	<i>Zosterops maderaspatana</i>	Milieus boisés, forêts intacte et secondaires, bush, mangroves, parcs, villes et villages (Langrand, 2003)	Donc, cette espèce peut avoir comme habitat les trois classes de fragment

Ainsi, *Pseudobias wardi* et *Zosterops maderaspatana* puissent s'ajouter aux 46% d'espèces communes aux trois classes.

3.2.2 Flore

3.2.2.1 Richesse spécifique

L'installation des quarante-cinq parcelles d'inventaire a permis l'inventaire des espèces pouvant représenter chaque classe de fragment. Les placettes sont disposées d'une manière à ce que les espèces dans les différentes parties topographiques des fragments d'inventaire soient répertoriées. Les individus inventoriés se rapportent à 105 espèces réparties à travers 69 familles (annexe 5, p.V). La contenance spécifique minimale d'une parcelle est de 13 et le maximale 43 (annexe 6, p.IX)



FP : Fragment petit ; FM : Fragment moyen ; B : Bloc

Figure 11: Richesse spécifique par classe de fragment

Le nombre d'espèces est fonction croissante de la taille des fragments. Les résultats sont vraisemblablement différents pour les trois catégories. Néanmoins il est nécessaire de connaître si la

différence en espèces est significative entre les catégories de fragment et après le test non paramétrique de Kruskal-Wallis, voici le résultat :

Tableau 15 : Résultat du test de Kruskal-Wallis

K (Valeur observée)	23,287
K (Valeur critique)	0,103
DDL	2
p-value (bilatérale)	0,0001
Alpha	0,05

La valeur de p-value est inférieure à celle du seuil de signification alpha. Ainsi, l'hypothèse H_0 stipulant qu'il n'y a pas de différence significative entre les échantillons (densité par classe de fragment) est rejetée. La richesse spécifique des fragments n'est donc pas identique. Les tests de Mann-Whitney (tableau 15), appariés pour les trois classes de fragments présentent les résultats.

Tableau 16 : Résultat des tests de Mann Whitney

	FP	FM	B
U	3171,500	192,000	215,500
Espérance	112,500	112,500	112,500
Variance (U)	575,431	576,595	577,759
p-value (bilatérale)	0,013	0,001	0,0001
Alpha	0,05	0,05	0,05

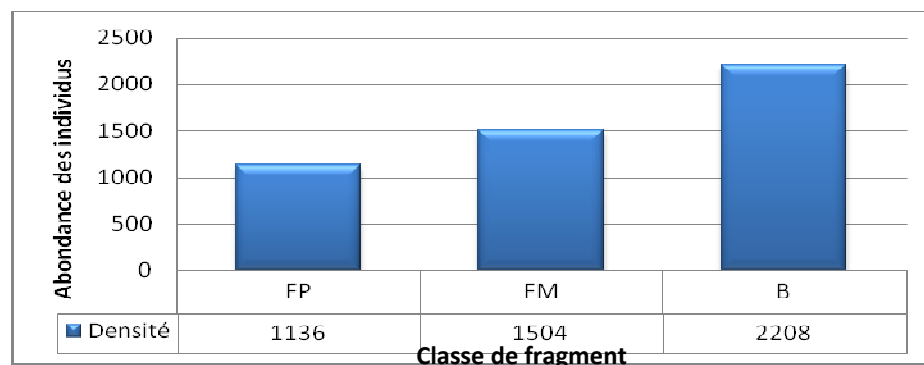
FP : Fragment petit ; FM : Fragment moyen ; B : Bloc

Pour un seuil de signification alpha de 0,05, la valeur de p-value est inférieure à celle-ci pour les trois classes de fragment. L'hypothèse H_0 est donc rejetée. Cette hypothèse annonce que la différence de position des échantillons n'est pas significativement différente de 0. Cela veut dire qu'il y a une différence significative entre les classes de fragment deux à deux. Ces tests permettent donc d'affirmer que la richesse spécifique des trois classes de fragment se différencie significativement deux à deux.

3.2.2.2 Abondance et Dominance

▪ Abondance

L'abondance est traduite par la densité floristique. C'est le nombre d'individus inventoriés rapporté à l'hectare.



FP : fragment petit ; FM : Fragment moyen ; B : Bloc

Figure 12 : Densité floristique par classe de fragment

Une différence évidente est trouvée sur la densité des trois catégories. Le bloc par exemple contient deux fois plus d'individus par rapport au fragment petit.

Tout de même, des tests statistiques (tableaux 16 et 17) sont réalisés pour mettre la cause sur l'importance de cette différence

Tableau 17 : Résultat du test de Kruskal-Wallis

K (Valeur observée)	11,904
K (Valeur critique)	5,991
DDL	2
p-value (bilatérale)	0,003
Alpha	0,05

La valeur de p-value est inférieure à celle du seuil de signification alpha. Ainsi, l'hypothèse H_0 stipulant qu'il n'y a pas de différence significative entre les échantillons (densité par classe de fragment) est rejetée. La densité floristique des fragments n'est donc pas identique. Et cela est vrai pour au moins deux des trois classes. Afin d'être sûr, il est indispensable de faire les tests de Mann-Whitney, deux à deux pour les trois classes de fragments.

Tableau 18 : Résultat des tests de Mann Whitney

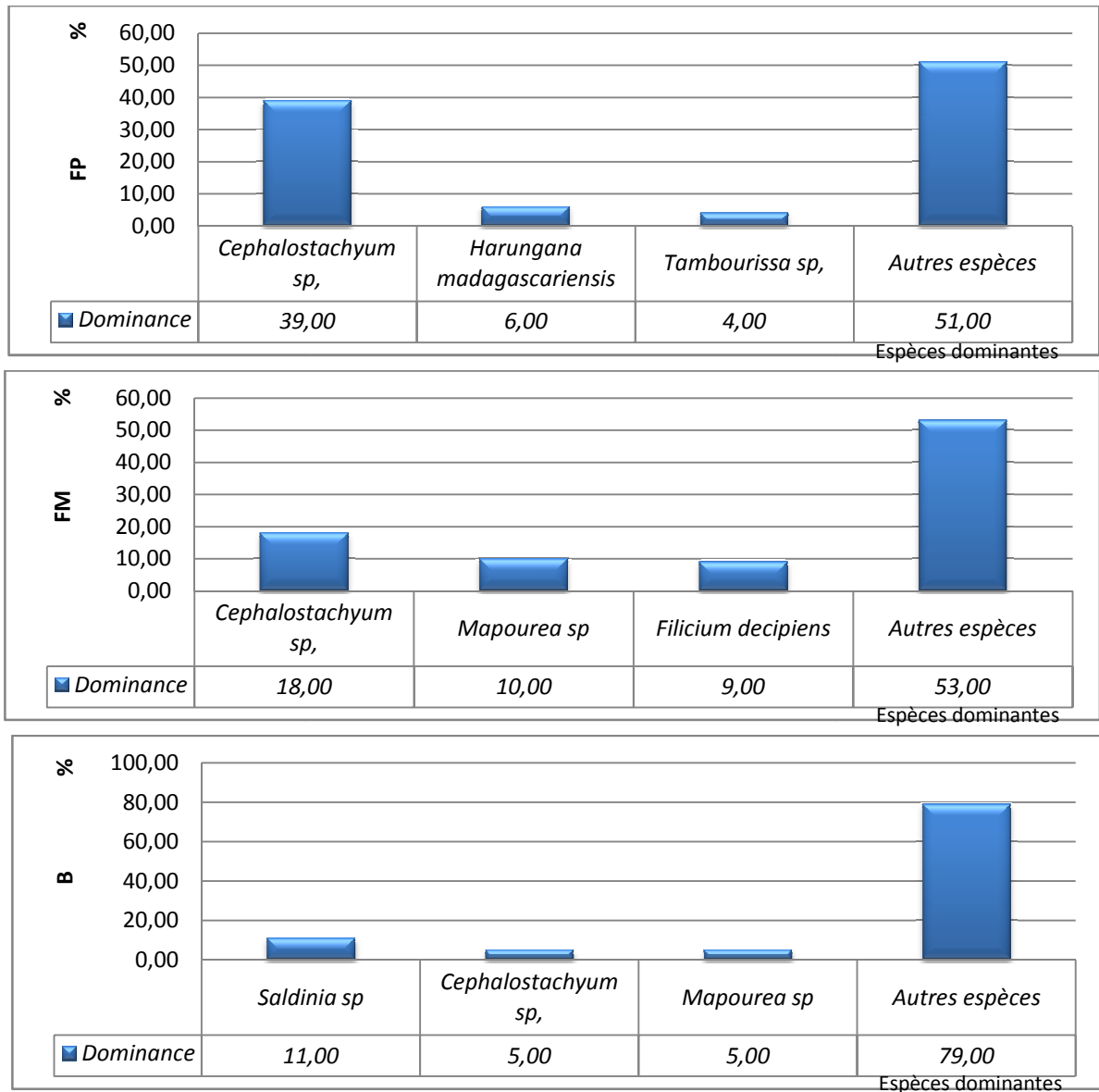
	FP/FM	FM/B	B/FP
U	31 614,000	47 744,000	63 616,000
Espérance	35 691,500	56 192,500	65 747,500
Variance (U)	2877 509,817	6029 743,736	7579 704,496
p-value (bilatérale)	0,016	0,001	0,039
Alpha	0,05	0,05	0,05

FP : fragment petit : FM : Fragment moyen : B : Bloc

Pour un seuil de signification alpha de 0,05, la valeur de p-value est inférieure à celle-ci pour les trois classes. L'hypothèse H_0 est donc rejetée. Cette hypothèse annonce que la différence de position des échantillons n'est pas significativement différente de 0. Ces tests permettent d'affirmer que la densité des trois classes de fragment se différencie significativement deux à deux. Ce qui induit qu'en termes d'habitat naturel, chacune de ces classes pourront abriter des espèces adaptées à l'abondance ou au volume du bois en elle.

▪ Dominance

Une espèce est dominante dans un peuplement forestier lorsqu'elle se trouve en nombre élevés par rapport aux autres espèces, c'est-à-dire elle a le plus d'individus. Ce sont les trois espèces les plus dominantes (figure 13) qui sont mises en évidence ici.



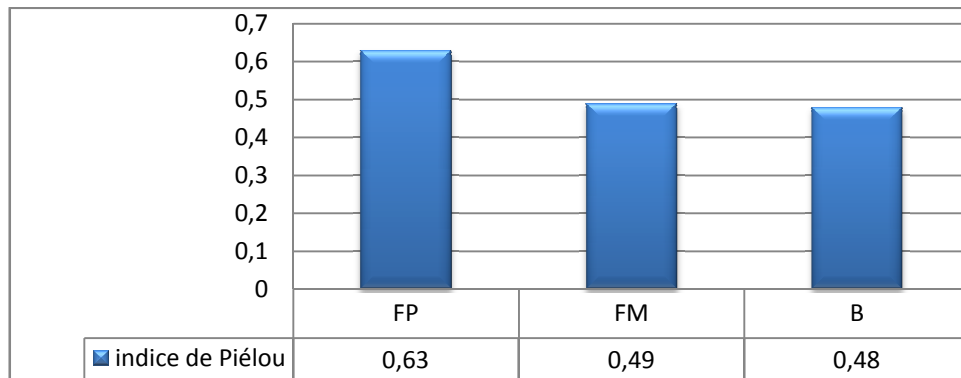
FP : fragment petit ; FM : Fragment moyen ; B : Bloc

Figure 13 : Abondance et Dominance des espèces par classe de fragment

Chacune des trois classes de fragment a ses propres caractéristiques en termes de dominance spécifique. Mais il est noté que la proportion de dominance de l'espèce la plus dominante est fonction décroissante de la taille du fragment. Donc, dans un fragment forestier de taille plus grande, les individus sont mieux répartis dans les espèces. Ce qui indique plus de stabilité écologique et entraîne un épanouissement parallèle de toutes les espèces présentes. Et pour toutes les classes de fragment, *Cephalostachyum sp* est en proportion importante. C'est une espèce supportant mal la lumière et la chaleur et favorable à une humidité élevée (80% ou plus) (Ramanankavana & Rakitriniaina, 2004 in Rakotoarivelo, 2012). Cette espèce est abondante puisque les forêts denses humides d'Ambositantely lui confèrent ses exigences écologiques par l'humidité sous l'ombre des arbres et de la fermeture de la canopée.

3.2.2.3 Diversité floristique

Avec l'indice de Piélou, la diversité du peuplement : richesse et équitabilité est déterminée. Plus sa valeur est proche de 1, plus mieux répartis entre les espèces sont donc les individus.



FP : fragment petit ; FM : Fragment moyen ; B : Bloc

Figure 14: Indice de régularité de Piélou par classe de fragment

Il est nettement observé que la régularité est fonction décroissante de la taille des fragments. Néanmoins la valeur de l'indice est autour de 0,5 pour les trois fragments. Les individus sont donc moyennement répartis entre les espèces. Mais le fragment petit est plus avantageux. Dans le cas où il aurait une perturbation du peuplement (exploitation, feu par exemples), les espèces dans ce type de fragment ont plus de chance de survivre, autrement dit, la perte par extinction sera inférieure par rapport aux deux autres.

3.2.3 Peuplement futur

La dynamique d'un peuplement forestier se caractérise par sa régénération naturelle. L'individu considéré comme régénération est celui à diamètre inférieur à 5cm ou à moins d'un mètre de hauteur pour les arbres du sous-bois (fréquemment de faible diamètre).

3.2.3.1 Richesse spécifique

La valeur de la richesse spécifique est identique pour les deux premières classes de fragment. Il existe un nombre important d'espèces pour lesquelles les individus adultes sont absents pour les trois catégories dont *Ixora sp* est la plus dominante pour les classes « petite » et « moyenne » et *Michrorychia tsiramiramy* pour le bloc (annexe 7, p. X).

Tableau 19 : Richesse spécifique de la régénération

Classe	Nombre d'espèce	Nombre de famille	Nombre d'espèces propres à la régénération naturelle
FP	78	44	25
FM	78	42	17
B	94	53	7

Le nombre d'espèces au niveau des trois classes devrait être différent tel qu'il est constaté pour les individus adultes. Dans le cas où la taille de l'échantillon aurait été augmentée, cette égalité n'avait certainement pas eu lieu.

Au total, 37 espèces appartiennent seulement à la régénération naturelle. La majorité (18,92%) de ces espèces dont il était possible de connaître leur tempérament (annexe 8, p. XII) est constitué par des essences sciaphiles, suivies des semi-héliophiles (13,51%) et des héliophiles pionniers (10,81%) (figure15). Il est ainsi probable que ces espèces d'ombre se sont installées grâce à l'humidité et la fermeture du peuplement. Par contre, par une entrée d'une certaine quantité de lumière à travers les organes végétatifs aériens des arbres en place, il y a apparition progressive des essences semi-sciaphiles et héliophiles.

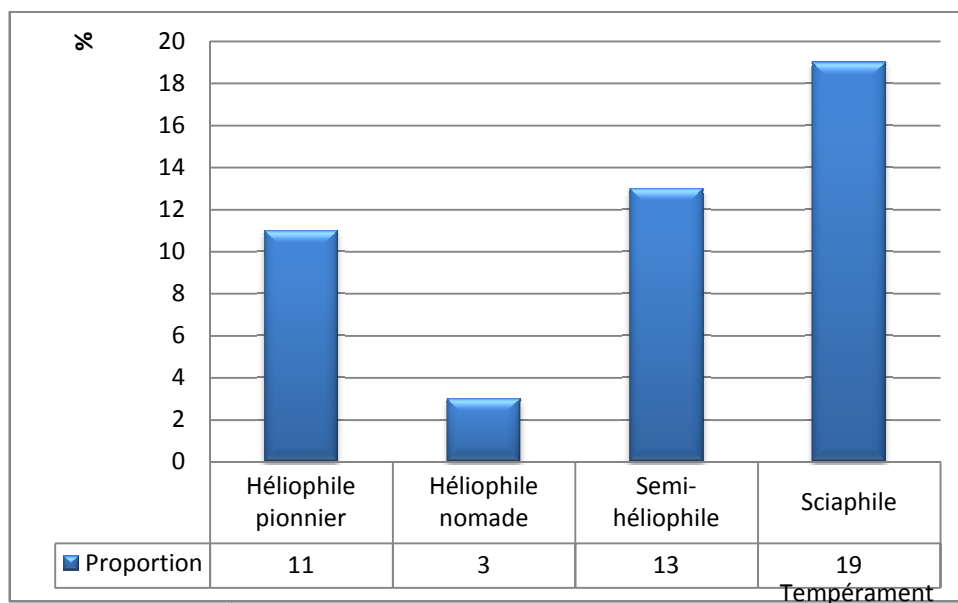


Figure 15 : Proportion des espèces propres à la régénération selon le tempérament

3.2.3.2 Abondance et Dominance

L'abondance de la régénération (figure 16) est dans la caractéristique générale d'une forêt secondaire (FAO, 2009). Le taux de régénération est conditionné par deux facteurs dont la lumière, qui dépend des arbres en place (densité et hauteur notamment), l'humidité et l'environnement qui dépendent des conditions stationnelles et de la végétation concurrente (CRPF, 2009).

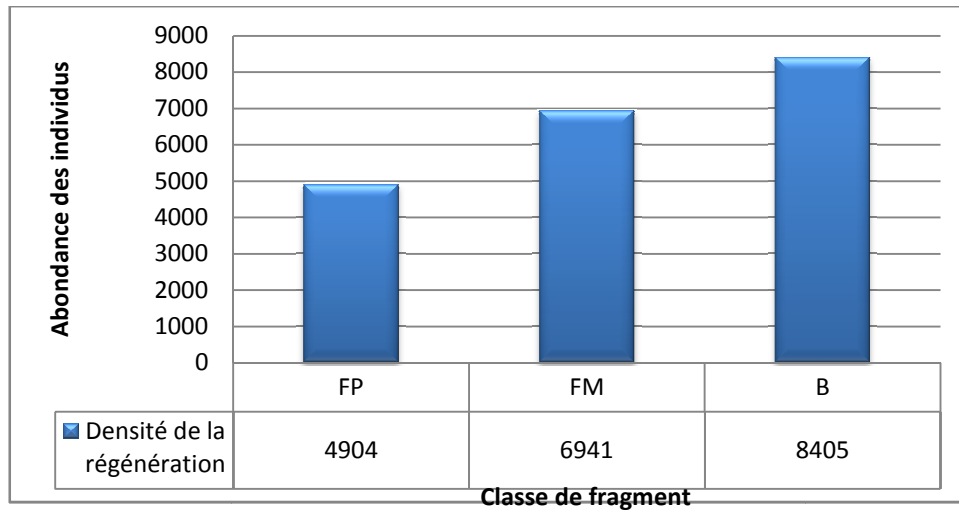
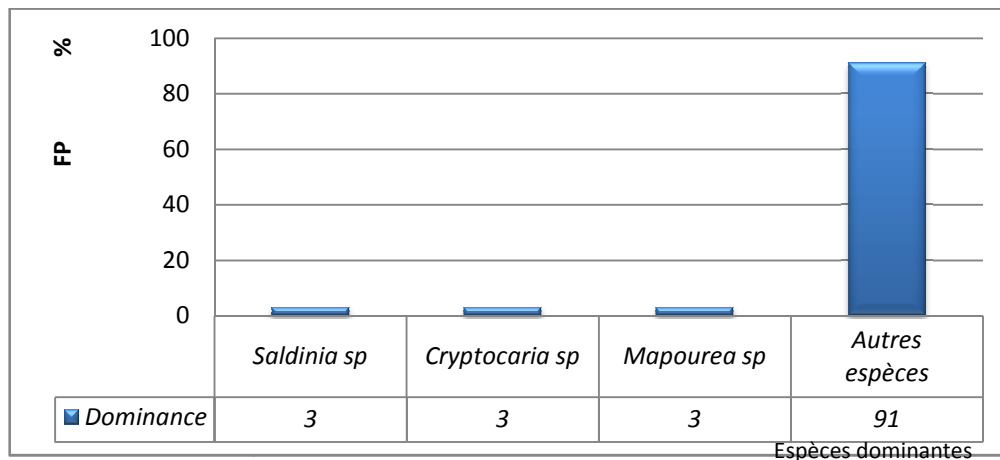
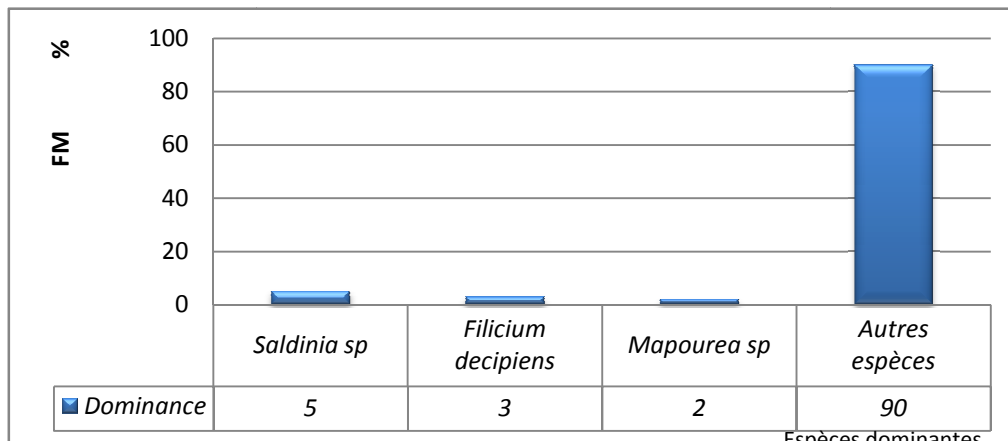


Figure 16 : Densité de la régénération naturelle

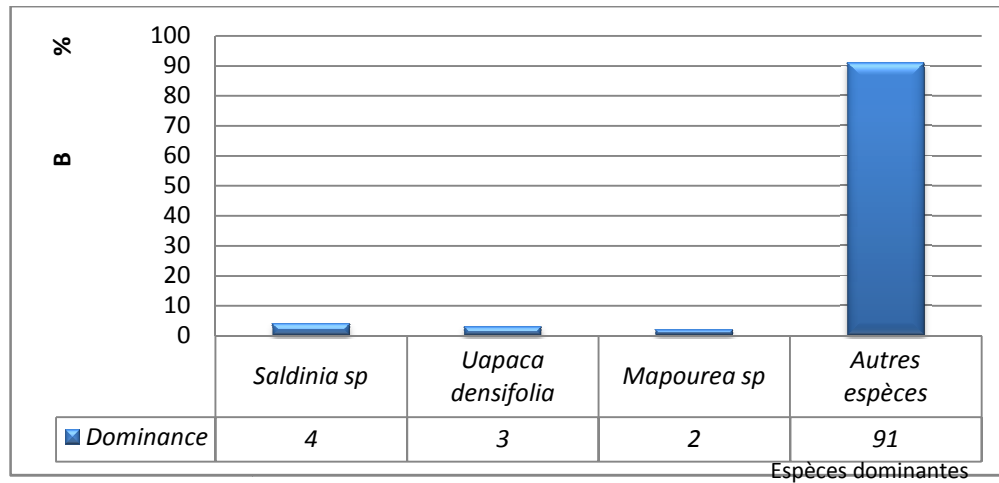
Il est constaté ici que la taille des fragments influence le taux de régénération d'une manière croissante. Puisque dans le bloc forestier et le fragment « moyen », dans les zones inventoriées, l'accès à la lumière des sous-bois est faible par la densité élevée de la végétation, la deuxième condition d'influence de la régénération (humidité) semble expliquer la valeur du taux de celle-ci par rapport à la taille du fragment.



Espèces dominantes



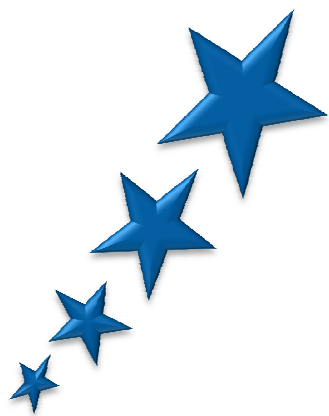
Espèces dominantes



FP : fragment petit ; FM : Fragment moyen ; B : Bloc

Figure 17 : Abondance et Dominance de la régénération naturelle

Pour la dominance (figure 17), *Saldinia sp.* domine dans les trois classes de fragment, suivie de *Cryptocaria sp.* pour le fragment « petit », *Filicium decipiens* pour le fragment « moyen » et *Uapaca densifolia* pour le bloc forestier. A noter que *Filicium decipiens* est la seule espèce héliophile parmi ces espèces dominantes (Rajoelison, 2005 ; Robisoa, 2010). Il est en déduit que les peuplements ont une couverture assez fermée, fournissant de l'ombre et favorable à la croissance et au développement des espèces sciaphiles. Ce qui explique leur abondance mais également le fait que leurs individus sont encore des régénérations naturelles.



DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

4 DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1 Discussions

4.1.1 Sur les méthodes de travail

4.1.1.1 Acquisition de l'imagerie satellitaire

Certaines des images disponibles, procurées par USGS présentaient beaucoup de nuage et ont accentué la correction manuelle en affectant aux surfaces en dessous des nuages les classes appropriées. Pour l'image de 2014 dont la date d'acquisition est en mois de mai, elle a permis de ressortir les occupations du sol de la saison sèche sur quoi la savane est observée. Pourtant, les constatations sur terrain ont opiné à des surfaces brûlées à leur place peu avant la saison pluvieuse. Des forêts ont connu également une dévastation par le feu et ce postérieurement à la date d'acquisition. Ce sont les informations sur terrain qui ont permis la correction de cette erreur. Erreur qui a fait que certains des fragments préétablis pour les inventaires sont parmi ceux qui sont détruits et ont dû être substitués par d'autres étant exempts de feu.

4.1.1.2 Méthode d'inventaire faunistique

L'insécurité sur le lieu n'a pas permis d'effectuer des déplacements pour les observations de lémuriens ou d'oiseaux nocturnes. Cela constituait une limite de l'étude étant donné que ces taxons faisaient partis des objectifs au début du travail, avant les travaux de terrain. Additionnellement, la méthode utilisée (Mac Kinnon, sans répétition), a fait que les résultats sur les catégories de fragment ne pouvaient pas être testés statistiquement pour voir la significativité de la différence.

4.1.2 Sur les résultats

4.1.2.1 Dynamique et fragmentation de la forêt

Madagascar (58 704 000 ha) était couverte de 9,7 millions d'hectares de forêt naturelle en 2000. Cette surface n'est plus que 9,5 millions d'hectares en 2005. Une perte annuelle d'environ 65000 hectares de forêt naturelle est observée (Harper *et al.* 2007). La superficie forestière de la zone étudiée (5,4% de la superficie de Madagascar) est réduite de 0,85% par an entre 1992 et 2002 de 0,31% par an pour 2002-2014. Ainsi il y a conversion des forêts en d'autres occupations du sol. Plusieurs auteurs affirment qu'avec le phénomène de fragmentation, il y a augmentation du nombre de tâches (fragments) (Wilcove *et al.*, 1986 ; Barima, 2009 ; Bamba, 2010 ; Mama, 2013). Or pour la zone d'étude, le nombre des fragments de forêt est diminué. Cette diminution provient de la conversion de certaines occupations du sol forêts en végétation secondaire après feu et selon, Thompson & Ronce en 2010, la fragmentation qui se manifeste sous plusieurs manières (figure 18) peut présenter en effet une réduction du nombre de tâches.

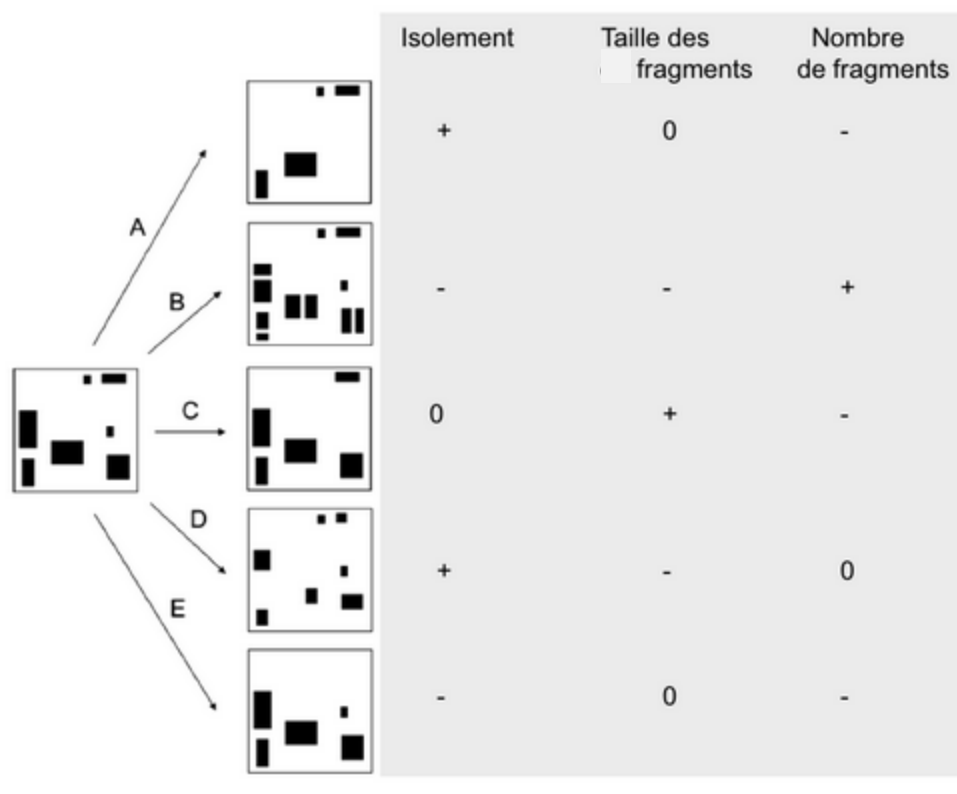


Figure 18 : Processus multiformes de la fragmentation de la forêt (source : Thompson et Ronce, 2010)

Dans le cas d'une analyse de l'isolement de la taille des fragments et du nombre de fragments en se référant à l'étude de Thompson et Ronce en 2010 pour déterminer les manifestations du phénomène de fragmentation, la forêt d'Ambohitantely constitue un autre cas (figure 19) puisqu'elle connaît à la fois une réduction globale à travers la diminution du nombre de fragment et une restriction de leur taille par l'action du feu notamment.

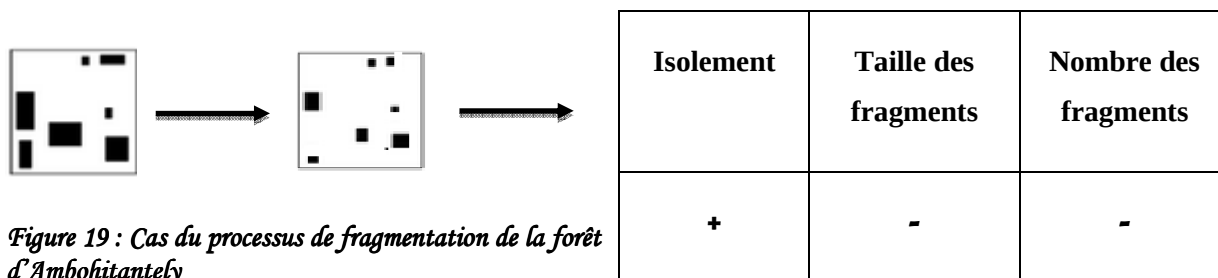


Figure 19 : Cas du processus de fragmentation de la forêt d'Ambohitantely

Concernant les classes d'occupation du sol, l'évolution importante des occupations du sol dans la région a fait que le nombre de classe ne pouvait pas être identique entre les années d'étude. D'où la différence entre le nombre de ligne et le nombre de colonne des matrices de transitions.

4.1.2.2 Effets de la fragmentation sur les espèces

Ce travail a abouti aux résultats que la taille des fragments, occasionnés par le processus de fragmentation est fonction croissante de la richesse spécifique (faune et flore), de la densité floristique et du taux de la régénération naturelle. Seul le paramètre diversité floristique est en corrélation négative avec la taille des fragments.

Des études effectuées par CI en 2011 ont eu la même réplique en énonçant que multiples sont les effets néfastes de ce phénomène. Parmi tant d'autres: la réduction au niveau de l'abondance, de la richesse spécifique et de la composition floristique des fragments pour la flore, l'extinction locale pour la faune dont les oiseaux se trouvent parmi les plus sensibles. Rabenilalana (2011) a également avancé que la fragmentation réduit le nombre des espèces et modifie la composition des communautés à la suite d'une diminution de la superficie forestière. En outre, Hanski & Gilpin (1997) ; Diamond (1984) ; Schoener & Spiller (1995) et Rabenilalana (2011) ont montré que le processus de fragmentation de l'habitat crée des problèmes pour les organismes qui y vivent en limitant leur capacité de dispersion due à l'augmentation du degré d'isolement et en réduisant la taille de la population puisque l'habitat devient plus petit, la probabilité d'extinction des populations augmente.

4.1.2.3 Potentialités des petits fragments d'Ambohitantely

Par la diversité floristique et le taux de la régénération naturelle qui assurera le peuplement d'avenir des fragments de taille petite, la potentialité de cette classe est prouvée. En outre, durant les inventaires, aucune trace de perturbation comme la coupe n'est constatée et la forêt était presque inaccessible par l'abondance de la régénération. En ce moment, la seule perturbation imminente est donc le feu, son éradication s'avère impossible. D'où le besoin de protection de ces fragments qui se trouvent en dehors de l'aire protégée.

4.1.3 Sur les hypothèses

Pour l'hypothèse 1 stipulant que **la superficie forestière diminue avec une croissance du nombre de fragment**, les indicateurs utilisés afin de la vérifier sont les superficies forestières des années 1992, 2002 et 2014 ainsi que le nombre des fragments forestiers pour chacune de ces périodes. La valeur de ces indicateurs est issue de la cartographie des images satellitaires. Les résultats ont montré que la forêt d'Ambohitantely connaît une diminution en termes de superficie mais les fragments forestiers ne s'augmentent pas, ils diminuent par année d'observation (ce cas se trouve parmi les cas du phénomène de fragmentation). Ainsi, la première hypothèse est partiellement vérifiée. Quant à l'Hypothèse 2, émettant que **la densité et la composition spécifique de chaque fragment varie selon la superficie des fragments**, les indicateurs pour la vérification de cette hypothèse sont les paramètres : « richesses faunistique et floristique », « densité floristique », « diversité floristique » et « taux de la régénération naturelle ». Chacun de ces paramètres est comparé pour les trois classes de fragments et d'après les résultats, augmentent avec la taille du fragment forestier. Quant à la diversité spécifique, elle ne suit pas cette logique car la taille l'influence d'une manière négative. La deuxième hypothèse est donc entièrement vérifiée.

4.2 Recommandations

4.2.1 Méthodologie de travail

En vue d'éviter des éventuels problèmes au niveau de l'étude cartographique et la réalité du terrain, une considération des saisons existantes est indispensable en vue de voir la différenciation possible des occupations du sol selon la saison. En outre, une reconnaissance préalable du terrain est importante peu avant la descente proprement dite pour corriger les erreurs possibles au cours de la conception cartographique et la série de décision qui y est relative. Concernant la méthode d'inventaire de la faune, pour une étude de comparaison comme celle-ci il est préférable d'opter pour des méthodes à répétition dans le but d'une possibilité de réalisation de tests statistiques appropriés afin de distinguer d'une manière certaine les différences.

4.2.2 Perspectives d'aménagement et solutions au feu

Les fragments situant dans la RSA et ses alentours présentent des valeurs écologiques importantes comme la fixation des sols qui évite l'ensablement des rizières des bas-fonds. Ils sont pourtant victimes du passage de feu chaque année, une pratique habituelle de la population locale. Des actions de restauration sont recommandées ainsi que des alternatives aux problèmes de la population qui sont en relation étroite avec la dégradation des forêts et de l'environnement en général.

4.2.2.1 Restauration écologique des fragments brûlés

Durant les travaux de terrain, il a été constaté que très rares sont les fragments hors de la RSA exemptes de feu. Le reste est soit, entièrement détruit et il y existe une succession de végétation par des espèces herbacées, soit partiellement perturbée, c'est-à-dire une certaine superficie du fragment est brûlée avec sa flore et certainement d'espèces faunistiques. Mais comme ces fragments présentent une importance écologique non négligeable, leur restauration devrait être une priorité. L'objectif de la restauration est de recréer des écosystèmes autonomes caractérisés par une interdépendance entre les communautés animales et végétales et par la capacité de réparer eux-mêmes les méfaits dus aux perturbations anthropiques. En conséquence, un enrichissement pour les fragments partiellement détruits et une reforestation pour ceux dont la végétation initiale a disparu devront se faire. Cela en choisissant les espèces autochtones comme essences à utiliser, allant des espèces héliophiles pionnières (*Dombeya lucida*, *Harungana madagascariensis*, *Tambourissa* sp. etc.), passant par les héliophiles nomades (*Canarium madagascariensis*, *Prothorus thouarsii* etc.) jusqu'aux sciaphiles (*Uapaca densifolia*, *Cryptocaria* sp., *Chrysophyllum boivinianum*, *Saldinia* sp. etc.)

La réussite de ce projet est assurée par l'implication de la population locale à travers la valorisation de la main d'œuvre locale et le renforcement de capacité (formations en pépinière); l'utilisation d'espèces locales (CI, 2011) et l'application des soins sylvicoles appropriés aux moments convenables.

4.2.2.2 Reconnexion des fragments forestiers avec le grand Bloc

Les inventaires biologiques effectués au cours des 30 dernières années ont indiqué qu'une proportion importante des espèces endémiques ne bénéficiait pas de la protection offerte par les aires protégées (PNUD, 2011). Certes, des efforts sur l'extension des aires protégées sont effectués via la vision Durban de 2003 à travers la création des Nouvelles Aires protégées (Rabenilalana, 2011). Par contre, plus d'actions feront plus de résultats en matière de conservation de la biodiversité et réduction des surfaces déboisées puisque des fragments forestiers aux environs de la RSA disposent d'une richesse et d'une diversité non négligeables. Au cours de la dernière décennie, plusieurs inventaires biologiques ont été réalisés sur le Plateau Central et qui ont clairement montré que grâce aux habitats naturels restants, une riche diversité biologique est toujours maintenue (Stephenson *et al.*, 1994 ; Langrand & Wilmé, 1997; Goodman *et al.*, 1998 ; Rakotondravony & Goodman 1998 ; Vallan, 1999; Rabenilalana, 2011 ; Rakotomanga, 2013). Une restauration par le biais de l'installation de peuplement forestier à partir d'espèces pionnières locales comme *Harungana madagascariensis*, *Grewia apetala* ou *Tambourissa sp.* est essentielle. Cette action permet une reconstitution et un agrandissement de l'habitat naturel pour aboutir à un développement de la phytosociologie et de la zoosociologie.

4.2.2.3 Propositions d'alternatives aux problèmes de la population

Ce sont les pays du Sud à économie faible et à population du secteur primaire élevé qui sont les plus dépendants des ressources naturelles pour leur survie. Leurs populations s'en prennent aux ressources et l'exploitent de plus en plus avec l'augmentation de la demande par l'accroissement démographique. Elles s'en prennent aux ressources forestières qui sont un élément crucial du cycle de la vie sur terre par ses multiples fonctions écologiques. Certes, des informations, éducations sont offertes à la population environnante du massif forestier d'Ambohitantely par les organismes œuvrant dans cette région au niveau de la protection environnementale telle que MNP ou MBG. Pourtant, ces actions restent en vain si les problèmes liés à la survie de la population ne sont pas résolus. Alors, d'autres options leur sont à orienter dans le but de les détacher peu à peu de l'irrationnelle dévastation qu'ils exercent et qui engendrent des pressions sur les ressources.

✓ Augmentation du rendement agricole

Comme pour le cas de beaucoup de régions de Madagascar, les terres fertiles manquent et la production est faible, la région d'Ambohitantely n'y est pas épargnée. La pauvreté qui se manifeste par le pouvoir faible de subvenir aux besoins quotidiens de la famille constitue souvent une raison de l'insécurité. Ainsi, la solution est basée sur l'augmentation de la production. Cela consiste à améliorer la qualité du sol par l'utilisation de techniques efficaces (utilisation d'engrais verts : compost, jachère améliorée etc., pratique d'agroforesterie : association/rotation culturale, écobuage, etc.) et de semences améliorées. La sécurité alimentaire occasionnée constituera des solutions aux problèmes écologiques locaux par la réduction de l'expansion des terrains agricoles et l'insécurité qui présentent une influence sur les ressources naturelles forêts.

- ✓ Implication effective de la population dans la conservation

Madagascar National Parks travaille déjà avec la population riveraine des AP. C'est le cas pour la RSA. Le partenariat se trouve surtout au niveau des activités de patrouille réalisées d'une façon rotative par les hommes des fokontany environnants de la réserve qui sont payés journalièrement. Cette action d'implication s'avère insuffisante. Ainsi, la relance des activités écotouristiques pourrait accentuer ce partenariat en leur créant plus de travail, en tant que guides touristiques par exemple. Il est aussi observé que la RSA présente une certaine potentialité touristique qui sera accrue dans le cas où il y aura quelques aménagements : agrandissement de la piscine naturelle existante dont la source en eau provient de la RSA ; installations de bâtiments d'accueil et d'hébergement des écotouristes à l'extérieur de la RSA. Des formations de guidage peuvent être dispensées aux populations motivées et d'autres peuvent vendre leur main d'œuvre dans les travaux de construction.

4.2.3 Perspective de recherche

Beaucoup d'études ont été effectuées dans la région d'Ambohitantely, dans le cadre de la fragmentation. Ces études concernent une espèce ou un taxon déterminé dans la plupart des cas, pourtant des recherches poussées sur l'ensemble de la flore et la faune en rapport avec le phénomène devraient être entreprises. Cela avec des échantillons bien représentatifs et en considération de tous les taxons pour appuyer le présent travail qui vise à fournir des informations indispensables à la prise de décision de conservation par une approche écosystémique, génétique ou spécifique.

4.2.4 Plan d'action

Tableau 20 : Plan d'action sur les recommandations

Objectif 1: Augmenter la superficie forestière**Objectif spécifique 1.1** : Enrichir les fragments partiellement détruits et reforester les fragments à végétation secondaire

Résultats attendus	Activités	Responsables	Indicateurs	Source de vérification	Echéance
Les fragments partiellement détruits sont enrichis et les fragments à végétation secondaire sont reforestés	Concevoir un plan de restauration	Ingénieur forestier (DREEMF)	Plan de restauration	Document de restauration	TCT
	Choisir les espèces	Ingénieur forestier (DREEMF)	Liste des espèces à utiliser	Observation sur terrain	TCT
	Installer la pépinière	Personnes formées de la population locale	Nombre de plants Liste des espèces en pépinière	Observation sur terrain, photos, rapport	TCT
	Reboiser	Techniciens (DREEMF) et Population locale	Nombre des individus plantés	Observation sur terrain, photos, rapport	TCT
	Evaluer le reboisement	Technicien forestier (DREEMF)	Taux de réussite	Observation sur terrain, photos, rapport	TCT
	Faire le regarnissage	Population locale	Nombre de plants utilisés	Observation sur terrain, photos, rapport	TCT

A : Année ; TCT : très court terme (< 3ans)

Objectif spécifique 1.2 : reconnecter les fragments au bloc forestier

Résultats	Activités	Responsables	Indicateurs	Source de vérification	Echéance
Les fragments sont reconnectés au bloc forestier	Concevoir un plan de restauration	Ingénieur forestier (DREEMF)	Plan de restauration	Document de restauration	TCT
	Choisir les espèces	Ingénieur forestier (DREEMF)	Liste des espèces à utiliser	Observation sur terrain	TCT
	Installer la pépinière	Personnes formée de la population locale	Nombre de plants Liste des espèces en pépinière	Observation sur terrain, photos, rapport	TCT
	Nettoyer de la zone	Techniciens (DREEMF) et Population locale	Plantes indésirables retirées	Observation sur terrain, photos, rapport	TCT
	Réaliser le premier Reboisement : espèces pionnières	Techniciens (DREEMF) et Population locale	Nombre des individus plantés	Observation sur terrain, photos, rapport	TCT
	Réaliser le deuxième Reboisement : espèces nomades				CT
	Réaliser le troisième Reboisement : espèces sciaphiles édifcatrices				MT
	Réaliser le quatrième Reboisement : espèces sciaphiles de sous-bois				LT

; A : Année ; TCT : très court terme (< 3ans) ; CT : court terme (< 5ans) ; MT : moyen terme (< 10ans); LT : long terme (> 10ans)

Objectif 2: Réduire la pratique des feux

Objectif spécifique 2.1 : Sensibiliser et informer les locaux

Résultats attendus	Activité	Responsables	IOV	Source de vérification	Echéance
Les personnes locales sont sensibilisées et informées	Pratiquer d'IEC et de formations	Techniciens forestiers (DREEMF)	Nombre des intéressés	Liste des intéressés	TCT

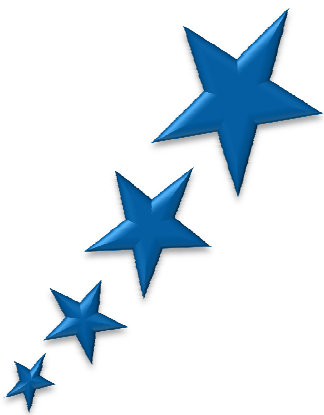
Objectif spécifique 2.2 : Résoudre les problèmes socio-économiques de la population locale

Résultats attendus	Activités	Responsables	IOV	Source de vérification	Echéance
Les problèmes socio-économiques de la population locale sont résolus	Vulgariser les techniques d'amélioration du sol	Techniciens agroforestiers (DREEMF)	Taux du rendement des prochaines récoltes	Entretien avec les locaux, rapport	TCT
	Approvisionner les paysans en semences améliorées	Techniciens agricoles (DRDR)	Taux du rendement des prochaines récoltes	Entretien avec les locaux, rapport	TCT
	Approvisionner les paysans en graines (espèces d'engrais verts)	DREEMF	Taux du rendement des prochaines récoltes	Entretien avec les locaux, rapport	TCT

Objectif spécifique 2.3 : Impliquer effectivement les locaux dans les activités de conservation

Résultats attendus	Activités	Responsables	IOV	Source de vérification	Echéance
Les locaux sont impliqués effectivement dans les activités de conservation	Donner des formations de guidage	formateurs de guides touristiques (MNP)	Période des formations	Calendrier des formations	TCT
	Inciter des écoles environnantes pour la classe verte	Agents de réserve (MNP)	Nombre des écoles locales à réaliser la classe verte	liste des écoles locales à réaliser la classe verte	TCT

A= Année ; TCT : très court terme (< 3ans)



CONCLUSION

5 CONCLUSION

La perte d'habitat est considérée comme la principale menace affectant la biodiversité dans le monde. Elle est causée par la déforestation et représente un danger pour la survie des espèces et le maintien des services écologiques aussi bien locaux comme la protection des ressources hydriques que globaux tels que la séquestration de carbone. De nombreuses raisons sont à l'origine de cette déforestation, entre autres, la culture sur brûlis, l'exploitation forestière, le pâturage. Ces facteurs sont favorisés par l'accroissement démographique. La fragmentation est une modification du paysage par la formation de plusieurs tâches qui s'éloignent peu à peu du bloc original. Et c'est un impact de ce phénomène de déforestation lutté depuis longtemps à travers le monde. En effet, la déforestation engendre des conséquences graves sur le domaine écologique et socio-économique. Elle affecte beaucoup l'habitat des espèces, modifie leurs conditions de vie et conduit même à leur extinction. Malgré la connaissance de la gravité des impacts des activités de l'Homme sur les ressources naturelles, la région d'Ambohitantely, tout comme les autres régions malagasy est sujet à la dégradation des forêts. Les forêts de cette zone connaissent une perte tous les ans, notamment par le feu. Ainsi, il a été essentiel de connaître la dynamique de la forêt ainsi que les impacts de la fragmentation forestière sur la biodiversité. C'est son évolution entre 1992 et 2014 qui a fait objet de cette étude à travers des traitements d'imagerie satellite par le biais de logiciels de SIG et télédétection. Pour les conséquences du phénomène sur la composition et la structure des fragments forestiers, ces derniers sont catégorisés en trois classes suivant leur taille. Ainsi, des inventaires forestiers sur la flore, les oiseaux et les lémuriens sont réalisés dans ces classes de fragment pour voir la différence existant entre eux. D'abord, cette étude a fait ressortir que d'une part, le taux de déforestation de la zone d'étude était de 0,85% entre 1992 et 2002 et 0,31% entre 2002 et 2014. Une nouvelle occupation du sol est apparue pour chaque année d'étude : « Sols nus » et « Végétation secondaire » dont une partie non négligeable de la classe « forêt » est convertie en cette dernière pour 2014, due aux feux. Il est aussi découlé qu'il y a diminution progressive du nombre des fragments à partir de 1992. D'autre part, le phénomène de fragmentation influe sur la composition spécifique des fragments de taille différente. Il y a une relation entre la superficie des fragments et leur composition. La richesse spécifique et la densité floristique sont fonctions croissantes de la superficie du fragment mais pour la diversité, elle décroît avec la taille du peuplement. Aussi, des changements notables au niveau des occupations du sol existent. Par contre, l'étude démontre que les fragments (petits) ne faisant pas objet de conservation présentent des potentialités et devraient être considérés dans la conservation en leur incluant dans l'aire protégée et en essayant de les reconnecter au grand bloc à travers une restauration active dont la reforestation à partir des espèces autochtones. Les fragments victimes du feu et qui connaissent une destruction partielle sont également à enrichir par des espèces locales pour appuyer la résilience écologique. Il a été constaté que le feu constitue la principale cause de déforestation dans cette région et qu'il peut être diminué dans le cas où des alternatives aux problèmes de la population locale sont mises en œuvre y compris leur implication dans les activités de restauration et de conservation.

Les résultats de l'étude fournissent des informations sur l'évolution des forêts d'Ambohitantely et additionnent celles des caractéristiques spécifiques des fragments suivant leur superficie notamment pour la flore. Ces données contribueraient à une décision dans la conservation et un nouveau plan d'aménagement du massif forestier. Comme la forêt d'Ambohitantely est le restant de ce qui est forêt dans la partie centrale malagasy, elle mérite une considération et une valorisation.

Ce travail n'est qu'un début sur l'établissement de connaissances à propos du processus de fragmentation, car elle est limitée sur quelques taxons au niveau de la faune, et surtout de ses impacts sur les écosystèmes et la biodiversité pour le massif forestier d'Ambohitantely. Toutefois, des études plus poussées en vue d'une restauration et des priorités de conservation sont incitées pour cette région.



REFERENCES *BIBLIOGRAPHIQUES*

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANDREN H. (1994), "Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different portions of Suitable Habitat", *Oikos*, **71**: 355-366
2. ANDREW F., BENNET H. & DENIS A. (2010), *habitat fragmentation and landscape change*, In Conservation Biology for all, Sohdi & Ehrlich, Oxford, 338p.
3. ANDRIAMIHAJA M. (2011), *Evaluation des stocks de carbone de la litière, de la biomasse hypogée et du sol suivant les modes d'utilisation des terres et la position topographique dans la région d'Ambohitantely*, Mémoire d'ingénieur en sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, 68p.
4. ANDRIANJAKA M. (2000), *Etudes phénologiques de quelques espèces ligneuses de la forêt d'Ambohitantely*, Monographie de la forêt d'Ambohitantely, 29-35.
5. ANWAR M. (2010), *Classification d'image satellitaire par l'algorithme Séparateur à Vaste Marge " SVM "*, 80p.
6. BAMBA I. (2010), *Anthropisation et dynamique spatio-temporelle de paysages forestiers en République Démocratique du Congo*, Thèse de doctorat en Sciences, Université de Bruxelles, 189p.
7. BARIMA Y. (2009), *Dynamique, fragmentation et diversité végétale des paysages forestiers en milieux de transition forêt-savane dans le département de Tanda (Côte d'Ivoire)*, Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique
8. BOGAERT J., CEULEMANS R., SALVADOR V., EYSENRODE D. (2004), "Decision Tree Algorithm for Detection of Spatial", Springer-Verlag New York Inc, *Environmental Management* **33**: 62-73
9. CALOZ R. & COLLET C. (2001), *Précis de télédétection: traitements numériques d'images de télédétection*, Presses Polytechniques du Québec, Canada, 386p.
10. CDB (2012), Préambule
11. CHALIFOUX S., NASTEV M., LAMONTAGNE C., LATIFOVIE R. & FERNANDES R. (2006), "Cartographie de l'occupation et de l'utilisation du sol par imagerie satellitaire Landsat en hydrogéologie", *Télédétection*, **6** : 9-17
12. CONSERVATION INTERNATIONAL (2011), *Restauration Forestière à Madagascar : Document de capitalisation des expériences en vue de l'élaboration d'un Plan d'Action de Restauration*, 69p.
13. COUSINS S. (2001), "Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs", *Landscape Ecology*, **16**: 41-5
14. DALE V., FORTES D. & ASHWOOD L. (2002), *A landscape-transition matrix approach for land management*, In Integrating Landscape Ecology into Natural Resource Management, Liu J. and Taylor, Cambridge University Press, USA, 265-293

15. DBRAIM S. (2009), *Méthodes d'extraction de l'information spatiale et de classification en imagerie de télédétection : Applications à la cartographie thématique de la région d'Agadir*, Thèse, Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace, Université Med V-Agdal et Université Paul Sabatier de Toulouse, 142p.
16. DE HAULLEVILLE T. (2012), *Etude de la fragmentation d'un paysage : cas de la forêt de Uapaca bojeri. Madagascar*, PhD Thesis, Université de Gembloux Agro Bio-Tech, 43p.
17. DIAMOND, J. (1984). Normal extinctions of isolated populations : extinctions. University of Chicago Press, 191-246.
18. DUBOIS H. (2011), *Petit dictionnaire d'un forestier*, La Manufacture, France, 318p.
19. DUCROT, D. (2005), *Méthodes d'analyse et d'interprétation d'images de Télédétection multi-sources. Extractions des caractéristiques du paysage*, Habilité à diriger des recherches, INP, Toulouse, 210p.
20. EL GAROUANI A., CHEN H., Lewis L, TRIBAK A., AB-HAROOUR M. (2009), *Cartographie de l'utilisation du sol et de l'érosion nette à partir d'images satellitaires et du SIG Idrisi au Nord-Est du Maroc*, Scientifiques GB, 201p.
21. FAO (1984), *Tropical forest resources assessment project*, Technical Report 2, 67p.
22. FAO (1999), *Techniques de gestion des écosystèmes forestiers tropicaux: état de l'art*, Document de travail préparé pour la Banque mondiale "Forest Policy Implementation Review and Strategy", FAO Forestry Policy and Planning Division, Rome, 132p.
23. FAO (2009), *Situation des forêts du monde*, Organisation des nations Unies pour l'Agriculture et l'Agriculture, 89p.
24. FAO (2010), *Global forest resources assessment*, main report, FAO forestry paper, Rome, 340p.
25. GANZHORN J., GOODMAN S., RAMANAMANJATO J., RALISON J., RAKOTONDRAVONY D. & RAKOTOSAMIMANANA. B. (2000), *Effects of forest fragmentation and assessing minimum viable populations of lemurs in Madagascar*. In "Isolated vertebrate populations in tropical forests", *Zoologische Monographien* **64**: 265-272.
26. GOODMAN S. & WILME L. (2003), "Nouveaux résultats d'inventaires biologiques faisant référence à l'altitude dans la région des massifs montagneux de Marojejy et d'Anjanaharibe-Sud", *Recherches pour le Développement*, Série Sciences biologiques **19**: 1-302
27. GOODMAN S., RAKOTONDRAVONY D, OLSON. L., RAZAFIMAHATRATRA E. & SOARIMALALA V. (1998), "Les insectivores et les rongeurs Recherches pour le Développement", *Série Sciences biologiques* **13**: 80-93
28. HANSKI, I. & GILPIN, M. (1997), *Metapopulation Biology: Ecology, genetics, and evolution*. San Diego, Academic

29. HARPER G., MARC J., STEININGER K COMPTON. J., JUHN D. & HAWKINS F. (2007), "Fifty Years of Deforestation and Forest Fragmentation in Madagascar", *Environmental Conservation* **34**: 325-333
30. IRD & CITE (2007), *Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation*, MYE Madagascar, Randriamasimanana Sahondra, 308p.
31. IRD (2000), *Qu'est-ce qu'un système d'information géographique ?* France Institut de Recherche pour le Développement.
32. JACQUEMOUD S. (2002), *Fonctionnement des écosystèmes terrestres - Modélisation et apports de la télédétection dans l'extraction des propriétés biogéophysiques caractérisant les surfaces naturelles*, Habilitation à diriger des recherches, Université de Paris, 735 p.
33. KARDEVAN P. (2007), "Reflectance spectroradiometry—a new tool for environmental mapping" *Earth and Environmental Sciences*, **2**: 29-38
34. KILLMAN W. & SCHONE D. (2003), *Principles and process of harmonizing forested related definitions for use by various stakeholders*, XII World Forestry Congress, Quebec, Canada
35. KUPFER J. (2012), "Landscape ecology and biogeography: Rethinking landscape metrics in a post-FRAGSTATS landscape", *Progress in Physical Geography*, **36**: 400-420
36. LANGRAND O. (1995), *Guide des oiseaux de Madagascar*, Paris, Delachaux et Niestlé, 415p.
37. LANGRAND O. & WILMÉ L. (1997), *Effects of forest fragmentation on extinction patterns of the endemic avifauna on the Central High Plateau of Madagascar*. In GOODMAN S. & PATTERSON B., *Natural change and human impact in Madagascar*, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C, 280-305
38. LANGRAND O. (2003), *Birds of the Indian Ocean Islands Madagascar, Mauritius, Reunion, Rodrigues, Seychelles and the Comoros*, Struik publishers, South Africa, Peter Joyce, 184p.
39. LANGRAND O. (2008), *Paysages naturels et Biodiversité de Madagascar*, S. M. Goodman, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 694p.
40. LILLESAND T. & KIEFER R. (1994), *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley and Sons, Toronto, 750p.
41. MACKINNON J. & PHILLIPS, K. (1993), *A Field Guide to the Birds of Sumatra, Java and Bali*, Oxford University Press, Oxford, 491p.
42. MADAGASCO CORP SARL. (2005), *Plan d'aménagement de la station forestière de Manankazo*, Version finale, 35p.
43. MAMA A. (2013), *Anthropisation des paysages au Bénin: dynamique, fragmentation et développement agricole*, Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, 198p.
44. MAMA V., & OLOUKOI J. (2003), "Evaluation de la précision des traitements analogiques des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol", *Télédétection*, **3** : 429-441

45. MARCON E. (2014), *Mesure de la diversité*, 118p.
46. MATSUSHITA B., YANG W., CHEN J., ONDA Y. & QUI G., 2007, "Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Topographic Effects: A Case Study in High-Density Cypress Forest ", *Sensors*, **7**: 2636-2651
47. MCGARIGAL K. & MARKS B. (1994), *Fragstats spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*, Colorado, 134p.
48. MONNIER Y. (1988), *L'homme et la forêt*, France, Laboratoire d'Écologie Humaine et d'Anthropologie, 374p.
49. NANJA F. (2010), *Dimensionnement d'un sonar pour la télédétection*, Mémoire de fin d'étude en télécommunication, Université d'Antananarivo, 121p.
50. NICOLL, M. & LANGRAND, O. (1989), *Madagascar: Revue de la conservation et des Aires Protégées*, Gland, Switzerland, 374p.
51. OIBT (2005), *Critères et indicateurs révisés de l'OIBT pour l'aménagement durable des forêts tropicales*, Modèle de rapport sur les C&I inclus, Série OIBT: Politique forestière n° 15, Yokohama, 38p.
52. OSZWALD J., LEFEBVRE A., DE SARTRE X., THALES M., GOND V. (2010), "Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de Maçaranduba (Para, Brésil) entre 1997 et 2006", *Télédétection*, **9** : 97-111
53. PAQUITA B. (2011), *Fundraising Strategies for Environmental Funds*, RedLAC, Rio de Janeiro, 64p.
54. PICARD G. (2002), *Modélisation radar des couverts végétaux applicables à la télédétection des couverts forestiers et agricoles*, Thèse de doctorat, université Paul Sabatier, Toulouse, 200p.
55. PNUD (2011), *Réseau d'Aires Protégées de ressources naturelles gérées*, document de projet, 235p.
56. PONTIUS G., SHUSAS E. & MCEACHERN M. (2004), "Detecting important categorical land changes while accounting for persistence", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **101**: 251-268
57. PONTIUS J. (2000), "Quantification error versus location in comparison of categorical maps", *Photogrammetric engineering and remote sensing*, **66**:1011-1016.
58. PRIMACK P. & RATSIRARSON J. (2005), *Principe de base de la conservation de la biodiversité*, Rapport de projet, Foundation McArthur, ESSA&CITE, Antananarivo, 294p.
59. RABELOHATAONA T. (2009). *Contribution à l'étude de l'effet saison sur la composition chimique des huiles essentielles de Cinnamosma fragrans dans la région Boeny et Cinnamosma madagascariensis dans les forêts de Tampolo et d'Ambohitantely*, Mémoire d'ingénieur en sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, 93p.

60. RABEMAMPIANDRA Z. (2012), *Contribution à l'évaluation de la mise en œuvre du Plan d'Aménagement et de Gestion de la Réserve Spéciale d'Ambohitantely. District d'Ankazobe. Région Analamanga*, Mémoire de fin d'études en études d'impacts environnementaux, Université Antananarivo, 63p.
61. RABEMANANJARA M. (2012), *Evaluation des menaces des feux de brousse : cas de la Réserve Spéciale d'Ambohitantely*, Mémoire de fin d'études en études d'impacts environnementaux, Université Antananarivo, 54p.
62. RABENILALANA F. (2011), *Fragmentation et dynamique du paysage de la forêt dense humide de basse altitude cas de Manompana-nord-est de Madagascar*. Thèse de Doctorat en Science Agronomique, Université Antananarivo, 190p.
63. RAFENOMANANA E. (2009), *Contribution à l'étude d'évaluation de l'état actuel ou COSAP par rapport à la conservation de la biodiversité et au développement dans les zones périphériques à Ambohitantely*, mémoire de fin d'étude en sociologie, Université Antananarivo, 80p.
64. RAHAGALALA T. (2003), *Typologie d'une formation forestière rictuelle des Hautes Terres : Cas de la réserve Spéciale d'Ambohitantely*, Mémoire de DEA en Ecologie des plantes, Université d'Antananarivo ; 76p.
65. RAKOTOARISOA A. (2014), *Apport de la géomatique (télédétection et modélisation) a l'étude de la dynamique forestière: cas du corridor Marojejy-Tsaratanàna (COMATSA)*, mémoire de fin d'étude, Université d'Antananarivo, 65p.
66. RAKOTOARIVELO J. (2012), *Etude des espèces de bambous, espèces alimentaires des espèces de lémurien du genre Hapale dans le Parc National d'Andringitra*, Mémoire de DEA en Biologie végétale, Université de Toliara, 75p.
67. RAKOTOMANGA Z. (2013), *Analyse de la résilience écologique de l'habitat de Mantella aurantiaca face au processus de fragmentation dans la nouvelle aire protégée Mangabe-Ranomana-Sasarotra*, Mémoire d'ingénieur en sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, 48p.
68. RAKOTONDRAMANANA C. (2004), *Etude de l'influence de la fragmentation et de la dégradation des forêts naturelles des hautes terres sur les activités des microchiroptères : cas de la forêt d'Ambohitantely*, Mémoire de DEA en Foresterie-Développement-Environnement, Université d'Antananarivo, 61p.
69. RAKOTONDRAVONY D. & GOODMAN S. (1998), "Inventaire biologique Forêt d'Andranomay Anjozorobc", *Recherches pour le Développement*, Série Sciences biologiques **13**: 3-8

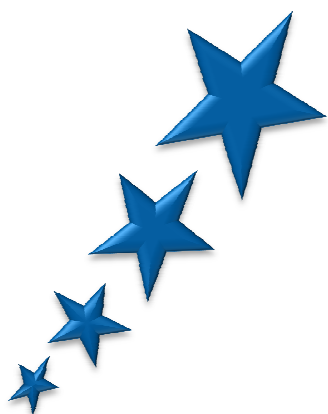
70. RALAIVAO, M. (2009), *La stratégie de conservation et de développement initiée par Madagascar National Parks dans les Zones Périphériques d'Ambohitantely-Ankazobe*, mémoire de fin d'étude en sociologie, Université Antananarivo, 128p.
71. RAMAMONJISOA B., RAMIARANTSOA H., CASSE T., 2012, la loi GELOSE et le transfert des ressources naturelles à Madagascar, *Cahiers d'Outre-Mer*, **257** : 5-10
72. RANTOANINA A. (2004), *Contribution à l'étude sur l'utilisation des lisières par les Microchiroptères cas de la Reserve Spéciale d'Ambohitantely*, 46p.
73. RATOVOSON A. (2011). *Analyse de la dynamique spatiotemporelle des paysages dans la Région d'Analanjirofo*, Mémoire de DEA en Foresterie-Développement-Environnement, Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, 72p.
74. RATOVOSON A. (2012), *Dynamique et modélisation spatiale des mangroves du littoral Maintirano dans le cadre de la Réduction des Emissions dues à la Déforestation et Dégradation des Forêts (REDD+)*, Mémoire de DEA en Foresterie-Développement-Environnement, Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, 67p.
75. RATSIRARSON J. & GOODMAN S. (2000), Monographie de la forêt d'Ambohitantely, *Recherches pour le Développement, Série Sciences biologiques* **16**: 75-86.
76. RAVAOARIMALALA A. (2009), *Les parasites sanguins et leur les parasites sanguins et leurs vecteurs chez les oiseaux de vecteurs chez les oiseaux de la forêt d'Ambohitantely*, Mémoire de DEA en Biologie, Ecologie et Conservation Animales, Université d'Antananarivo, 67p.
77. RAVELOJAONA T. (2013), *Analyse spatiotemporelle de la dynamique du paysage des milieux urbains, périurbains et ruraux : cas du grand Antananarivo*, Mémoire de fin d'étude en sciences agronomiques, université d'Antananarivo, 59p.
78. RAVOKATRA T. (2011), *Etude de la dynamique spatio-temporelle de la couverture corallienne du Nord-Ouest de Tuléar*, Mémoire d'ingénieur en sciences agronomiques, Université d'Antananarivo, 66p.
79. RAZAFY F., (2010), *Restauration des paysages forestiers ; cinq ans de réalisation à Fandriana-Marolambo*, 90p.
80. ROBISOA M. (2010), *Etudes des successions végétales des forêts brûlées du Tampoketsa d'Ankazobe pour la restauration de la forêt d'Ankafobe*, DEA en Foresterie-Environnement et Développement, Université d'Antananarivo, 112p.
81. SCHILL S. & RABER G. (2011), *Outils pour zones protégées (Protected Area Tools - PAT) pour ArcGIS 10 Version 4.0 Manuel d'utilisation et tutoriel*, The Nature Conservancy, 80p.
82. SCHOENER, T. & SPILLER, D. (1995), Effect of predators and area on invasion: an experiment with island spiders. *Science*, 267 : 1811-1813.

83. SEHEN L. (2011), “Analyses floristique et structurale des habitats de deux espèces de lémurien nocturnes (*Microcebus murinus* J. F. Miller et *M. ravelobensis* Zimmerman et al.) dans le parc national d’Ankarafantsika (nord-ouest de Madagascar”, Thèse de doctorat en Biologie et écologie végétale, Université d’Antananarivo, 118p.
84. SHIPPERS C. (2007), *Développement d’un système d’information géographique dans le cadre de la mise en place de forêts communautaires au Nord-Est du Gabon*, Travail de fin d’étude, faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, 115p.
85. SINCLAIR I. & LANGRAND O. (1998), *Birds of the Indian Ocean Island*, CapeTown, Struik, 144p.
86. SINCLAIR I. (1994), *Birds of Southern Africa*, Struik Publishers, South Africa
87. STAR J. & ESTES J. (1990), *Geographic Information Systems. An introduction*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., 46p.
88. STEHMAN S. (1996), “Estimating the Kappa coefficient and its variance under stratified random sampling”, *Photogrammetric Engineering & remote sensing*, **62**: 401-407.
89. STEPHENSON P., RANDRIAMAHAZO H., RAKOTOARISON N. & RACEY P. (1994), “Conservation of mammalian species diversity in Ambohitantely Special Reserve”, *Madagascar. Biological Conservation* **69**: 213-218
90. TURNER M. (1989), “The effect of Pattern on Process. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics”, *Landscape Ecology*, **20**: 171-197.
91. USHER M. (1981), “Modelling ecological succession with particular reference to Markovian models”, *Vegetatio*, **46**: 11-18
92. VALLAN D. (1999), *Consequences of degradation and fragmentation of the Malagasy rainforests on amphibian communities*. Ph.D. thesis, Zoologisches Institut der Universität Bern, 742p.
93. VANDEWALLE V. (2010), *Estimation et sélection en classification semi-supervisée*, Thèse de doctorat en sciences, université de Lille 1, 156p.
94. WAITE S. (2000), *Statistical ecology in practice - A guide to analysing environmental and ecological field data*, Prentice Hall, New York, 414p.
95. WILCOVE D., MCLELLAN C. & DOBSON A. (1986), *Habitat fragmentation in the temperate zone*. In: *Conservation Biology*, M.E. Soulé, Sinauer, Sunderland, MA, 237-256

7 RÉFÉRENCES WEBGRAPHIQUES :

1. ANDRIAMBOLOLONARIVO T. (2014), Environnement : Madagascar atteint la Vision Durban”, *ledaily*, URL : <http://ledaily.mg/environnement-madagascar-atteint-la-vision-durban/>
2. BELGIAN BIODIVERSITY PLATFORM, 2009, URL : http://projects.biodiversity.be/brcap/pages/specimen_show/366018, on 23/04/2015

3. BIRDLIFE INTERNATIONAL (2015) Species factsheet: *Acrocephalus newtoni*, URL: <http://www.birdlife.org> on 21/04/2015
4. BIRDLIFE INTERNATIONAL (2015) Species factsheet: *Eurystomus glaucurus*, URL: <http://www.birdlife.org> on 21/04/2015
5. CRPF (2009), *La régénération naturelle*, URL : www.crpflimousin.com/sources/files/la%20regeneration%20naturelle.pdf on 23/02/2015
6. SKUPINSKI G., DON, B., T. et WEBER, C. (2009), “Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l’étude du changement urbain et suburbain. Le cas de la basse vallée de Bruche (Bas-Rhin)”, *European Journal of Geography*, URL: <http://cybergeog.revues.org/21995>; DOI : 10.4000/cybergeog.21995. France
7. THIVOYON R. (2014), *Regard sur la pauvreté de Madagascar*, URL : <http://les-enfants-du-soleil-madagascar.org/regard-pauvrete-madagascar/> on 26/02/2015
8. THOMPSON J et RONCE O. (2010), *Fragmentation des habitats et dynamique de la biodiversité*, URL : <http://www.sfecologie.org/regards/2010/11/18/regards-6-thompson-ronce/>, on 23/04/2015



ANNEXES

Annexe 1: Caractéristiques physiques et biologiques de la zone d'étude

- Caractéristiques pédologiques

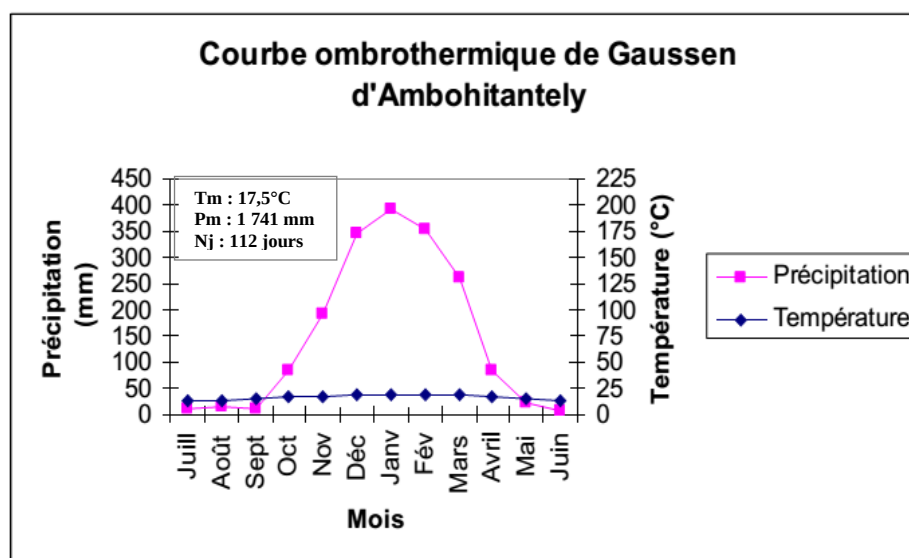
Les sols sont ferralitiques de type limono-argilo-sableux, acide et pauvre chimiquement (Ratsirarson & Goodman, 2000). La litière est moins abondante sur les versants. Par contre, elle devient plus épaisse en rejoignant le bas fond. Cette situation est le résultat de l'effet de pente (Rabemampandra, 2012)

- Présence hydrographique

La plupart des rivières qui prennent leur source dans la forêt d'Ambohitantely coulent dans la rivière Manankazo qui est affluent de l'Ikopa, lui-même un affluent de la Betsiboka. Toutes les rivières d'Ambohitantely sont pérennes (Langrand, 2008).

- Conditions climatiques

La pluviométrie moyenne annuelle est de 1741mm répartie sur 112 jours. Janvier est le mois le plus pluvieux (386mm) et Juin le mois le plus sec (7mm). La température moyenne annuelle est de 17,5°C avec un maximum de 26°C au mois de novembre. Août constitue le mois le plus frais pouvant atteindre un minimum de 7,9°C (Andriamihaja, 2011). Il est soumis aux influences des alizés indiens et marqué par une saison sèche de Mai à Septembre (Rabelohataona, 2009). La courbe ombrothermique de Gaussen informe sur la précipitation et la température de la région. Ainsi, le climat est de type tropical d'altitude.



Tm= température moyenne ; Pm= Précipitation moyenne annuelle ; Nj= nombre de jours de répartition de la pluviométrie

Figure: Courbe ombrothermique de Gaussen (station de Manankazo) (Source : Rabelohataona, 2009 modifié)

▪ Composition floristique

La Réserve Spéciale d'Ambohitantely est constituée de plusieurs écosystèmes: strate supérieure et moyenne, sous-bois. Elle renferme par conséquent la flore spécifique aux forêts des hautes terres. Mais l'espèce la plus typique de la forêt galerie est *Dypsis decipiens* (Rantoanina, 2004).

▪ Ressources faunistiques

D'après Rabemananjara (2012), les animaux rencontrés dans la Réserve sont: les invertébrés comme les chenilles, les crabes: *Hydrothelfusa sp* les Oiseaux qui sont représentés par 35 Familles et 50 Espèces. Il n'existe pas d'espèce d'oiseau endémique d'Ambohitantely, par contre une espèce qui y existait auparavant a disparu : *Lophotibis cristata*; les Reptiles comme *Brookesia therezieni*, *Leioheterodon madagascariensis*, les Amphibiens comme *Boophis goudoti*. *Mantella betsileo*, les Poissons ne sont pas très riches. Le piégeage d'anguilles est pratiqué dans les cours d'eau de l'aire protégée. Les Mammifères sont représentés par les lémurien diurnes: *Eulemur fulvus fulvus*; les lémurien nocturnes *Microcebus rufus*, *Avahi laniger laniger*; les insectivores: *Tenrec ecaudatus*, *Suncus murinus*; trois espèces de Microgale: *M. dobsoni*, *M. pusilla*, *M. cowani*; les rongeurs: *Rattus rattus*; la civette: *Viverricula indica*; le sanglier: *Potamochoerus larvatus*. Les espèces cibles de conservation sont *Eulemur fulvus* et *Dypsis decipiens*.

▪ Milieu humain

La région a une faible densité démographique avec une densité de 17 habitants/km² (Madagascar CORP. Sarl, 2005). La population est jeune. L'élevage et l'agriculture sont les principales activités des villageois (Robisoa, 2010). L'action de l'homme sur la forêt est fortement ressentie dans cette région, en particulier la mise à feu. La préfecture d'Ankazobe a été classée en premier rang dans tout Madagascar pour la superficie de terrain brûlé (forêt, savane, tanety) chaque année (Schnyder, 1997 in Ratsirarson et Goodman, 2000).

Annexe 2: Caractéristiques topographiques des parcelles d'étude

Classe de fragment	N° du Transect	Pente en %	Position topographique	Coordonnées	
				X	Y
Petite	1	8	Versant	487421	881114
	2	8	Versant	487413	881113
	3	8	Versant	487410	881117
	4	8	Versant	487396	881113
	5	8	Versant	487371	881085
	6	5	Marécage	487379	881080
	7	6	Marécage	487373	881065
	8	6	Marécage	487325	881074
	9	45	Versant	489704	883203
	10	50	Versant	489708	883195
	11	50	Versant	489708	883190
	12	45	Versant	489708	883186
	13	55	Versant	489712	883178
	14	55	Versant	489712	883173
	15	55	Versant	489712	883173
Moyenne	1	15	Mi-Versant	490852	883666
	2	15	Mi-Versant	490810	883616
	3	40	Mi-Versant	490862	883547
	4	8	Mi-Versant	490876	883558
	5	8	Mi-Versant	490882	883547
	6	8	Mi-Versant	490886	883508
	7	35	Versant	490895	883709
	8	3	Versant	490926	883652
	9	12	Versant	490929	883614
	10	35	Versant	490938	883577
	11	7	Versant	490920	883529
	12	28	Bas-Fond	490909	883474
	13	45	Mi-Versant	490741	883574
	14	45	Mi-Versant	490769	883537
	15	45	Mi-Versant	490742	883583
Bloc	1	0	Plateau	489704	877581
	2	5	Plateau	489729	877566
	3	0	Plateau	489738	877574
	4	2	Crête	489880	877740
	5	6	Crête	489911	877725
	6	0	Crête	489612	877513
	7	0	Crête	489675	877521
	8	15	Versant	488911	878894
	9	8	Versant	488755	875332
	10	8	Versant	488625	875365
	11	13	Versant	488850	875323
	12	13	Versant	488890	875523
	13	10	Bas-Fond	488952	875512
	14	9	Versant	488956	875407
	15	12	Versant	488898	875403

Annexe 3: Fiche d'inventaire

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	Abondance adulte	Abondance régénération

Annexe 4: Liste faunistique par fragment

N°	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	FP	FM	Bloc
1	Vorombararata	<i>Acrocephalus newtoni</i>	ACROCEPHALIDAE			×
2	Foningo	<i>Alectronas madagascariensis</i>	COLOMBIDAE	×	×	×
3	Bobaka	<i>Aviceda madagascariensis</i>	ACCIPITRIDAE	×	×	×
4	Itatra	<i>Copsycus albospectularis</i>	TURDIDAE	×	×	×
5	Boloky	<i>Coracopsis nigra</i>	PSITTACIDAE	×	×	×
6	Taotaokafo	<i>Cuculus rochii</i>	CUCULIDAE	×	×	×
7	Railovy	<i>Dicrurus forficatus</i>	DICRURIDAE	×	×	×
8	Hitsikitsika	<i>Falco zoniventris</i>	FALCONIDAE			×
9	Fody	<i>Foudia madagascariensis</i>	PLOCEIDAE		×	×
10	Tsakorovana	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	PYCNONOTIDAE	×	×	×
11	Vorondreo	<i>Leptosomus discolor</i>	LEPTOSOMIDAE		×	×
12	Tsipoy	<i>Margaropedrix madagascariensis</i>	PHASIANIDAE			×
13	Kiriomanga	<i>Merops superciliosus</i>	MEROPIDAE			×
14	Sorihotra	<i>Mirafraga hova</i>	ALAUDIDAE	×	×	×
15	Sohihy	<i>Nectarinia notata</i>	NECTARINIIDAE	×	×	×
16	Soimanga	<i>Nectarinia soimanga</i>	NECTARINIIDAE		×	×
17	Jijy	NI				×
18	Mitomanitailatsaka	NI				×
19	Akanga	<i>Numida meleagris</i>	PHASIANIDAE			×
20	Tsintsina	<i>Phyllastrephus zosterops</i>	PYCNONOTIDAE	×	×	×
21	Angavo	<i>Pseudobias wardi</i>	MONARCHIDAE			×
22	Siketry	<i>Terpsiphone mutata</i>	MONARCHIDAE	×	×	×
23	Tararaka	<i>Tyto alba</i>	TYTONIDAE		×	×
24	Ramanjerika	<i>Zosterops maderaspatana</i>	ZOSTEROPIDAE			×
25	Gadragadra	<i>Eurystomus glaucurus</i>	CORACIIDAE	×		
26	Domoina	<i>Streptopelia picturata</i>	COLOMBIDAE	×		

FP : Fragment petit ; FM : Fragment moyen, NI : non identifié

Annexe 5: Liste floristique des fragments

N°	Nom vernaculaire	Espèce	Famille	Fragment Petit	Fragment Moyen	Bloc
1	Vahamainty	<i>Agelaena pentagyna</i>	CONNARACEAE			✕
2	Angavodia	<i>Agauria salicifolia</i>	ERICACEAE			✕
3	Volomborona	<i>Albizzia sp</i>	FABACEAE			✕
4	Tolonampotsy	<i>Anterospermum</i>	RUBIACEAE	✕	✕	✕
5	Lendemy	<i>Anthocleistamadagascariensis</i>	GENTIANANCEAE			✕
6	Voafotsy	<i>Aphloia theiformis</i>	FLACOURTIACEAE	✕	✕	✕
7	Hazotokana	<i>Brachylaena ramiflora</i>	ASTERACEAE	✕	✕	✕
8	Ranga	<i>Brexia ilicifolia</i>	CELASTRACEAE	✕	✕	✕
9	Tsiafakomby	<i>Caesalpinia sepiaria</i>	CAESALPINACEAE		✕	✕
10	Vintanina	<i>Calophyllum milvum</i>	CLUSIACEAE		✕	✕
11	Ramy	<i>Canarium madagascariensis</i>	BURCERACEAE	✕	✕	✕
12	Pitsikahitra	<i>Canthium sp</i>	RUBIACEAE	✕	✕	✕
13	Taolanomby	<i>Carissa obovata</i>	APOCYNACEAE		✕	✕
14	Hazomalefaka	<i>Casearia sp</i>	SALICACEAE			✕
15	Fandrianakanga	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>	ICACINACEAE	✕		✕
16	Bararata	<i>Cephalostachyum</i>	BAMBOUGEACEAE	✕	✕	✕
17	Vaomilintaona	<i>Chassalia sp</i>	RUBIACEAE			✕
18	Famelona	<i>Chrisophylum sp</i>	SAPOTACEAE	✕	✕	✕
19	Mandravasaroetra	<i>Cinamosma fragrans</i>	CANELACEAE	✕	✕	✕
20	Vandrika	<i>Clerodendrum sp</i>	VERBENACEAE	✕	✕	✕
21	Ambovitsika	<i>Craspidospermum</i>	APOCYNACEAE	✕	✕	✕
22	Andriambolafotsy	<i>Croton catatti</i>	EUPHORBIACEAE			✕
23	Tavolo	<i>Cryptocaria sp</i>	LAMIACEAE	✕	✕	✕
24	Voambona	<i>Dalbergia sp</i>	FABACEAE		✕	✕
25	Trotrokala	<i>Dichaetanthera</i>	MELASTOMATACEAE	✕		✕
26	Vivaona	<i>Dilobeia thouarsii</i>	PROTEACEAE	✕	✕	✕
27	Hazomainty	<i>Diospiros aplostelis</i>	EBENACEAE	✕	✕	✕
28	Hazomainty	<i>Diospiros tampoketsensis</i>	EBENACEAE	✕	✕	✕

N°	Nom vernaculaire	Espèce	Famille	Fragment	Fragment	Bloc
29	Afotra	<i>Dombeya lucida</i>	MALVACEAE	✕	✕	✕
30	Afotra	<i>Dombeya mollus</i>	MALVACEAE			✕
31	Hasina	<i>Dracaena sp</i>	LILIACEAE	✕	✕	✕
32	Besofina	<i>Dypsis decipiens</i>	ARECACEAE	✕		✕
33	Menahihy	<i>Erythroxylum corimbosum</i>	ERYTHROXYLACEAE	✕	✕	✕
34	Menahihy	<i>Erythroxylum sphaerantum</i>	ERYTHROXYLACEAE			✕
35	Rotra	<i>Eugenia emerinsensis</i>	MYRTIACEAE	✕	✕	✕
36	Rotra	<i>Eugenia evaluefolia</i>	MYRTIACEAE		✕	✕
37	Rotra	<i>Eugenia gossipium</i>	MYRTIACEAE	✕	✕	✕
38	Rotra	<i>Eugenia jambolana</i>	MYRTIACEAE	✕		
39	Rotrala	<i>Eugenia vacciniifolia</i>	MYRTIACEAE	✕	✕	✕
40	Fanalasopatra	<i>Euphorbia tetraptera</i>	EUPHORBIACEAE	✕	✕	✕
41	Hazombaratra	<i>Faurea sp</i>	PROTEACEAE		✕	✕
42	Nonoka	<i>Ficus indica</i>	MORACEAE	✕		
43	Nonoka	<i>Ficus soroceoides</i>	MORACEAE	✕		
44	Elatrangidina	<i>Filicium dessipiens</i>	SAPINDACEAE	✕	✕	✕
45	Avoha	<i>Gnidia danguyana</i>	THYMELAEACEAE			✕
46	Sely	<i>Grewia sp</i>	MALVACEAE	✕	✕	✕
47	Harongana	<i>Harungana madagascariensis</i>	CLUSIACEAE	✕		
48	Hazombato	<i>Homalium nudiflorum</i>	FLACOURTIACEAE		✕	✕
49	Hazondrano	<i>Ilex mitis</i>	RHIZOFORACEAE	✕		✕
50	Fatraina	<i>Evodea fatrai</i>	RUTACEAE	✕	✕	✕
51	NI	<i>Ixora sp</i>	RUBIACEAE	✕	✕	✕
52	Ranendo	<i>Kaliphora</i>	KALIPHORACEAE	✕	✕	✕
53	Anjananjana	<i>Leptolaena multiflora</i>	SARCOLAENANCEAE		✕	✕
54	Mokaranana	<i>Macaranga arnifolia</i>	EUPHORBIACEAE	✕	✕	✕
55	Ampangaravina	<i>Machphersonia sp</i>	SAPINDACEAE	✕	✕	✕
56	Amndriamanamora	<i>Malleastrum sp</i>	MELIACEAE	✕	✕	✕
57	Bararaka	<i>Mapouria</i>	RUBIACEAE	✕	✕	✕
58	Tsiramiramy	<i>Michronychia tsiramiramy</i>	ANACARDIACEAE			✕

N°	Nom vernaculaire	Espèce	Famille	Fragment Petit	Fragment Moyen	Bloc
59	Valanirana	<i>Nixia capitata</i>	LOGANIACEAE	✕	✕	✕
60	Kija	<i>Ochrocarpos parvifolus</i>	CLUSIACEAE	✕	✕	✕
61	Varongy fotsy	<i>Ocotea levie</i>	LAURACEAE		✕	
62	Varongy	<i>Ocotea madagascariensis</i>	LAURACEAE		✕	✕
63	Manarimbintana	<i>Olax emerinesis</i>	OLACACEAE		✕	✕
64	Vazanomby	<i>Olea lancea</i>	OLEACEAE			✕
65	Hazotoa	<i>Oncostenum sp</i>	MYRSINACEAE	✕	✕	✕
66	Akondroala	<i>Ophiocolea sp</i>	BIGNONIACEAE	✕	✕	✕
67	Kabokala	<i>Pandaca debrai</i>	APOCYNACEAE	✕	✕	✕
68	Vakoana	<i>Pandanus madagascariensis</i>	PANDANACEAE	✕	✕	✕
69	Vakoana	<i>Pandanus vandani</i>	PANDANACEAE	✕		✕
70	Menalaingo	<i>Petchia livera</i>	APOCYNACEAE	✕	✕	✕
71	Antohiravina	<i>Phyllartrion madagascariensis</i>	BIGNONIACEAE			✕
72	Maimbovitsika	<i>Pittosporum verticillatum</i>	PITTOSPORACEAE			✕
73	Bongambarika	<i>Plagiosciphus jumelii</i>	SAPINDACEAE			✕
74	Hetatra	<i>Podocarpus madagascariensis</i>	PODOCARPACEAE			✕
75	Ambavy	<i>Polyalthia emmarginata</i>	ANNONACEAE	✕	✕	✕
76	Betondro	<i>Polyscias briquetuanis</i>	ARALIACEAE	✕	✕	✕
77	Dintimena	<i>Prothorus dintimena</i>	ANACARDIACEAE	✕	✕	✕
78	Maharavolona	<i>Protorus thouarsii</i>	ANACARDIACEAE		✕	
79	Dingadingana	<i>Psiadia altissima</i>	ASTERACEAE		✕	✕
80	Harongampanihy	<i>Psorospermum sp</i>	CLUSIACEAE	✕	✕	✕
81	Anivony	<i>Ravenea madagascariensis</i>	ARECACEAE	✕	✕	✕
82	NI	<i>Rhus tarantana</i>	ANACARDIACEAE	✕	✕	✕
83	NI	<i>Rhizophyllum sp</i>	ASPLENIACEAE		✕	
84	Vaomialintana	<i>Saldinia sp</i>	RUBIACEAE	✕	✕	✕
85	Vondrozana	<i>Sarcolaena multifolia</i>	APOCYNACEAE		✕	✕
86	Voantsilana	<i>Schefflera bojeri</i>	ARALIACEAE	✕		
87	Voantsilana	<i>Schefflera longestipitata</i>	ARALIACEAE	✕	✕	✕
88	Avoatra	<i>Smilax crosseana</i>	SMILACACEAE			✕

N°	Nom vernaculaire	Espèce	Famille	Fragment Petit	Fragment Moyen	Bloc
89	Voanana	<i>Sloanea rhodantha</i>	ELAEocarpaceae			×
90	aucune donnée	<i>Stephanodaffnae sp</i>	Thymelaeaceae			×
91	Kijimboalavo	<i>Symphonia clusoides</i>	Clusiaceae	×	×	×
92	Ambora	<i>Tambourissa sp</i>	Monimiaceae	×	×	×
93	Andraregina	<i>Trema orientali</i>	Asteraceae	×	×	
94	Tina	<i>Tina dasicarpa</i>	Sapindaceae	×	×	×
95	Voapaka	<i>Uapaca densifolia</i>	Euphorbiaceae	×	×	×
96	Voaramantsana	<i>Vaccinium emirnense</i>	Ericaceae	×	×	×
97	Mampody	<i>Vepris macrophyla</i>	Rutaceae	×		×
98	Mampody	<i>Vepris pilosa</i>	Rutaceae		×	×
99	Fotsiavadika	<i>Vernonia sp</i>	Asteraceae	×		×
100	Befelantanana	<i>Vitex bojeri</i>	Verbenaceae			×
101	Lalona	<i>Weinmannia rutenbergii</i>	Cunoniaceae			×
102	Amaninomby	<i>Xylopia flexiosa</i>	Annonaceae			×
103	Tsianimposa	<i>Zanthoxylum corimbosum</i>	Rutaceae		×	
104	Tsianimposa	<i>Zanthoxylum madagascariensis</i>	Rutaceae	×	×	

Annexe 6: Richesse spécifique par parcelle et par classe de fragment

Classe	Parcelle	Nombre d'espèce
FM	P24	10
FM	P19	11
FP	P1	13
FP	P11	14
FP	P13	14
FP	P2	14
FP	P8	14
FP	P14	15
FP	P5	15
FP	P7	16
FP	P12	17
FP	P3	17
FM	P30	17
FP	P4	17
FP	P6	17
FP	P15	18
FM	P29	18
FM	P20	19
FM	P22	19
FM	P25	19
FM	P27	19
B	P45	19
FM	P21	20
B	P39	20
B	P41	20
B	P43	20
FP	P10	21
FM	P28	21
FM	P16	22
FM	P26	22
B	P44	22
FM	P18	23
FM	P23	24
FM	P17	25
B	P40	25
FP	P9	25
B	P42	30
B	P35	31
B	P37	32
B	P33	34
B	P34	38
B	P31	40
B	P32	41
B	P38	41
B	P36	43

FP : Fragment petit ; FM : Fragment moyen ; B : Bloc

Annexe 7: Liste des espèces propres à la régénération par fragment

N°	Nom vernaculaire	Espèce	Famille	Fragment Petit	Fragment Moyen	Bloc
1	Lendemy	<i>Antocleista</i>	GENTIANANCEAE			✕
2	Lendemy	<i>Anthocleistamadagascariensis</i>	GENTIANANCEAE	✕		
3	Vintanina	<i>Calophyllum mIlvum</i>	CLUSIACEAE		✕	
4	Pitsikahitra	<i>Canthium sp</i>	RUBIACEAE	✕		
5	Taolanomby	<i>Carissa oboveta</i>	APOCYNACEAE	✕		
6	Hazomalefaka	<i>casearia sp</i>	SALICACEAE			✕
7	Fandrianakanga	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>	ICACINACEAE		✕	
8	Famelona	<i>Chrisophylum sp</i>	SAPOTACEAE		✕	
9	Mandravasaroitra	<i>Cinamosma fragrans</i>	CANELACEAE	✕	✕	
10	Andriambolafotsy	<i>Croton catatti</i>	EUPHORBIACEAE			✕
11	Vivaona	<i>Dilobeia thouarsii</i>	PROTEACEAE		✕	
12	Hazomainty	<i>Diospiros tampoketsensis</i>	EBENACEAE	✕	✕	
13	Afotra	<i>Dombeya mollus</i>	MALVACEAE	✕		
14	Besofina	<i>Dypsis decipiens</i>	ARECACEAE	✕		
15	Menahihy	<i>Erythroxylum sphaerantum</i>	ERYTHROXYLACEAE	✕		
16	Rotra	<i>Eugenia emerinsensis</i>	MYRTIACEAE	✕		
17	Rotra	<i>Eugenia evaluefolia</i>	MYRTIACEAE	✕		
18	Rotra	<i>Eugenia jambolana</i>	MYRTIACEAE	✕		
19	Sely	<i>Grewia sp</i>	MALVACEAE	✕		
20	Harongana	<i>Harungana madagascariensis</i>	CLUSIACEAE			✕
21	Hazombato	<i>Homalium nudiflorum</i>	FLACOURTIACEAE	✕		
22	Fatraina	<i>Evodea fatrai</i>	RUTACEAE	✕		
23	NI	<i>Ixora sp</i>	RUBIACEAE	✕	✕	
24	Anjananjana	<i>Leptolaena multiflora</i>	SARCOLAENANCEAE	✕		

N°	Nom vernaculaire	Espèce	Famille	Fragment Petit	Fragment Moyen	Bloc
25	Amndriamanamora	<i>Malleastrum sp</i>	MELIACEAE	✕		
26	tsiramiramy	<i>Michronychia tsiramiramy</i>	ANACARDIACEAE	✕		✕
27	Varongy	<i>Ocotea madagascariensis</i>	LAURACEAE	✕		
28	Manarimbintana	<i>Olex emericensis</i>	OLACACEAE		✕	
29	Akondroala	<i>Ophiocolea sp</i>	BIGNONIACEAE		✕	
30	Vakoana	<i>Pandanus vandani</i>	PANDANACEAE		✕	
31	Bongambarika	<i>Plagiosciphus jumelii</i>	SAPINDACEAE	✕	✕	✕
32	Maharavolona	<i>Protorus thouarsii</i>	ANACARDIACEAE	✕		
33	Andraregina	<i>Trema orientali</i>	ASTERACEAE		✕	
34	Mampody	<i>Vepris macrophyla</i>	RUTACEAE	✕	✕	
35	Mampody	<i>Vepris pilosa</i>	RUTACEAE	✕		
36	Fotsiavadika	<i>Vernonia sp</i>	ASTERACEAE		✕	
37	Amaninomby	<i>Xylopia flexiosa</i>	ANNONACEAE	✕		

Annexe 8: Tempérament des espèces propres à la régénération

Espèce	Tempérament	Source
<i>Antocleista madagascariensis</i>	Sciaphile	
<i>Calophyllum mllvum</i>	semi-héliophile	(Rajoelison, 2005)
<i>Canthium sp</i>	NI	
<i>Carissa oboveta</i>	NI	
<i>Casearia sp</i>	Sciaphile	(Beina, 2011)
<i>Cassinopsis madagascariensis</i>	NI	
<i>Chrisophyllum sp</i>	Sciaphile	
<i>Cinamosma fragrans</i>	NI	
<i>Croton catatti</i>	Héliophile	(FAO, 1984)
<i>Dilobeia thouarsii</i>	NI	
<i>Diospiros tampoketsensis</i>	NI	
<i>Dombeya mollus</i>	Héliophile	
<i>Dypsis decipiens</i>	Héliophile	
<i>Erythroxylum sphaerantum</i>	NI	
<i>Eugenia emerinesis</i>	semi-sciaphile à semi-héliophile	(Rajoelison, 2005)
<i>Eugenia evaluefolia</i>	semi-sciaphile à semi-héliophile	(Rajoelison, 2005)
<i>Eugenia jambolana</i>	semi-sciaphile à semi-héliophile	(Rajoelison, 2005)
<i>Grewia sp</i>	Pionnier	(Robisoa, 2016)
<i>Harungana madagascariensis</i>	Pionnier	(Robisoa, 2010)
<i>Homalium nudiflorum</i>	Sciaphile	(Beina, 2011)
<i>Ivodea fatrai</i>	NI	
<i>Ixora sp</i>	semi-héliophile	(Belgian Biodiversity Platfrm, 2009)
<i>Leptolaena multiflora</i>	NI	
<i>Malleastrum sp</i>	NI	
<i>Michronychia tsiramiramy</i>	NI	
<i>Ocotea madagascariensis</i>	Sciaphile	(Rajoelison, 2006)
<i>Olax emerinesis</i>	Sciaphile	
<i>Ophiocolea sp</i>	Sciaphile	(Beina, 2011)
<i>Pandanus vandani</i>	NI	
<i>Plagiosciaphus jumelii</i>	NI	
<i>Protorus thouarsii</i>	Nomade	(Rajaonera et al, 2008)
<i>Trema orientali</i>	Pionnier	(Robisoa, 2010)
<i>Vepris macrophyla</i>	NI	
<i>Vepris pilosa</i>	NI	
<i>Vernonia sp</i>	NI	
<i>Xylopia flexiosa</i>	Pionnier	(Beina, 2011)

NI : non identifié