



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

FACULTE DES SCIENCES

DOMAINE DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES

MENTION DE BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences de la Vie

PARCOURS : DIAGNOSTIC, SUIVI ECOLOGIQUE ET AMENAGEMENT DES  
ECOSYSTEMES ET DE L'ENVIRONNEMENT (DIASE)

**EVALUATION ET DYNAMIQUE ECOLOGIQUES DES  
FORMATIONS VEGETALES EN VUE D'UNE RESTAURATION  
ECOLOGIQUE : CAS DE L'AIRE PROTEGEE D'AMBOHIDRAY  
(MORARANO-GARE, REGION ALAOTRA MANGORO)**



Présenté par : **RATIANARINAMBININA Fleur Harielle**

Soutenu publiquement le 30 Août 2021 devant les membres du jury composés de :

Président de Jury : **Docteur RANIRISON Patrick**

Rapporteur : **Docteur RABARISON Harison**

Examineur : **Docteur ROGER Edmond**





UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

FACULTE DES SCIENCES

DOMAINE DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES

MENTION DE BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences de la Vie

PARCOURS : DIAGNOSTIC, SUIVI ECOLOGIQUE ET AMENAGEMENT DES  
ECOSYSTEMES ET DE L'ENVIRONNEMENT (DIASE)

**EVALUATION ET DYNAMIQUE ECOLOGIQUES DES  
FORMATIONS VEGETALES EN VUE D'UNE RESTAURATION  
ECOLOGIQUE : CAS DE L'AIRE PROTEGEE D'AMBOHIDRAY  
(MORARANO-GARE, REGION ALAOTRA MANGORO)**

Présenté par : **RATIANARINAMBININA Fleur Harielle**

Soutenu publiquement le 30 Août 2021 devant les membres du jury composés de :

Président du Jury : **Docteur RANIRISON Patrick**

Rapporteur : **Docteur RABARISON Harison**

Examineur : **Docteur ROGER Edmond**



Photos de couverture, photographiées par Ratianarinambinina, H., F. (2020)

Forêt naturelle au bord du lac d'Ambolobe (à gauche) et savane herbacée près du noyau dur (à droite)

***Je dédie ce mémoire à ma défunte mère pour lui rendre hommage. Je ne serais pas là où je suis sans son amour et son soutien inconditionnel.***

## **REMERCIEMENTS**

C'est avec un grand plaisir que je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Je cite particulièrement :

- **Docteur RANIRISON Patrick**, le président de jury, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de la Mention de Biologie et Ecologie Végétales, pour avoir fait partie des membres de jury et d'avoir suggéré de nombreuses remarques afin d'améliorer ce travail.
- **Docteur ROGER Edmond**, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de la Mention de Biologie et Ecologie Végétales, d'avoir accepté d'examiner ce travail avec des critiques et conseils qui ont aidé à l'amélioration du présent document.
- **Docteur RABARISON Harison**, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de la Mention de Biologie et Ecologie Végétales, d'avoir accepté d'encadrer aimablement ce travail. Vous avez apporté des conseils techniques et des remarques constructives sur le terrain et surtout au moment de la rédaction. Je suis très reconnaissante par les discussions, les conseils et l'encouragement que vous n'avez cessé de nous prodiguer.
- **Docteur RAVAOMANALINA Bako Harisoa**, HDR, Enseignant Chercheur, pour ses initiatives et dévouement, d'avoir fourni des appuis techniques et financiers indispensables dans le cadre du projet PEER pour la réalisation de ce travail d'étude effectué dans l'Aire Protégée d'Ambohidray.
- **Docteur TAHINARIVONY Andonahary Jacquis**, Chercheur au niveau de l'Association FAMELONA, pour son conseil et aide sur les traitements statistiques des données qui ont amélioré ce manuscrit.

Ainsi, nous ne saurions satisfaire sans remercier les personnes suivantes :

- **tous les enseignants** de la Faculté des Sciences, notamment ceux de la mention Biologie et Ecologie Végétales, qui nous ont fait part de leurs connaissances et de leurs expériences durant nos études ;
- **toute l'équipe sur terrain** : Clarisse et Rosette (mes trinômes), Ndriana et Henri (les guides sur terrain), Tovoherly (le Président du VOI Ambohidray) et le Maire du fokontany d'Ambohidray, pour leur soutien dans la réalisation des relevés et des enquêtes ;
- **toute la famille**, pour leur soutien et motivation ;
- **tous les amis**, pour leur aide et conseil dans la réalisation de ce travail. Je remercie du fond du coeur RANJAVAHO Besoa de m'avoir aidé dans la compilation des différentes cartes thématiques et mes meilleurs amis, RATOVONDRAZAKA Stéphane, RASAMINIRINA Fitiavana et RAVOHITSOA Lucie, qui m'ont toujours soutenu durant la réalisation de ce mémoire.
- **la promotion « Salotsa »**, pour les bons moments passés ensemble.

## **TABLE DES MATIERES**

LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX .....	v
LISTE DES PHOTOS.....	vi
LISTE DES ANNEXES .....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS .....	vii
GLOSSAIRE .....	viii
INTRODUCTION .....	1
I. ETATS DES CONNAISSANCES .....	1
I.1. APERCU PRELIMINAIRE.....	3
I.1.1. CONCEPT DE RESTAURATION ECOLOGIQUE .....	3
I.1.2. NOTION DE TENDANCE ECOLOGIQUE ET DYNAMIQUE DE LA VEGETATION .....	3
I.1.3. NOTION DE SUCCESSION VEGETALE .....	4
I.1.4. NOTION DE PIONNIER .....	4
I.1.5. NOTION DE CLIMAX.....	4
I.1.6. CONCEPT DE REUSSITE DE LA RESTAURATION ECOLOGIQUE .....	4
I.2. MILIEU D'ETUDE .....	5
I.2.1. MILIEU PHYSIQUE .....	5
I.2.2. MILIEU BIOLOGIQUE.....	7
II. METHODES D'ETUDE .....	1
II.1. ETUDES PRELIMINAIRES .....	11
II.1.1. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE .....	11
II.1.2. ETUDE CARTOGRAPHIQUE .....	11
II.1.3. PROSPECTION DU MILIEU.....	11
II.2. ENQUETES ETHNOBOTANIQUES .....	12
II.3. CHOIX DES SITES D'ETUDES .....	12
II.4. COLLECTE DE DONNEES PHYTOECOLOGIQUES .....	12
II.4.1. ETUDE DE LA VEGETATION ET FLORE .....	12
II.4.2. ETUDE PEDOLOGIQUE .....	14
II.5. COMPILATION, SYNTHESE ET TRAITEMENT DES DONNEES .....	14
II.5.1. ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNEES FLORISTIQUES ET ECOLOGIQUES .....	14
II.5.2. REGROUPEMENT DES RELEVES .....	16
II.5.3. EVALUATION DU NIVEAU DE DEGRADATION DE LA VEGETATION.....	18
II.5.4. CHOIX D'ESPECES CANDIDATES DE RESTAURATION ECOLOGIQUE.....	18

II.2.1.	ETABLISSEMENT D'UN ATLAS ET PLAN D'ACTION DE RESTAURATION ECOLOGIQUE..	19
III.	RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....	1
III.1.	CARACTERISTIQUES DES SITES D'ETUDE .....	21
III.2.	CARACTERISTIQUES DE LA FLORE.....	22
III.2.1.	RICHESSE ET COMPOSITION FLORISTIQUE .....	22
III.2.2.	AFFINITE BIOGEOGRAPHIQUE.....	23
III.2.3.	STATUT DE CONSERVATION .....	23
III.2.4.	SPECTRE BIOLOGIQUE .....	24
III.2.5.	ESPECES ENVAHISSANTES.....	25
III.3.	TYPOLOGIE DES FORMATIONS VEGETALES.....	26
III.4.	CARACTERISTIQUES DES FORMATIONS VEGETALES .....	27
III.4.1.	CARACTERISTIQUES FLORISTIQUES DES FORMATIONS VEGETALES.....	27
III.4.2.	CARACTERISTIQUES STRUCTURALES ET PEDOLOGIQUES DES FORMATIONS VEGETALES	31
III.5.	DYNAMIQUE HYPOTHETIQUE DE LA VEGETATION .....	32
III.6.	NIVEAU DE DEGRADATION DE LA VEGETATION.....	34
III.7.	ATLAS ET PLAN D' ACTIONS DE RESTAURATION ECOLOGIQUE DE L'AIRE PROTEGEE D'AMBOHIDRAY.....	34
III.8.	ESPECES CANDIDATES DE RESTAURATION ECOLOGIQUE .....	35
III.1.	IMPORTANCE ECOLOGIQUE DE LA FAUNE (SOUS SOL, SAVANICOLE ET FORESTIERE) DANS LA RESTAURATION ECOLOGIQUE.....	39
IV.	DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS .....	37
IV.1.	DISCUSSIONS SUR LA FLORE.....	42
IV.2.	DISCUSSION SUR LA DYNAMIQUE HYPOTHETIQUE DE LA VEGETATION .....	42
IV.3.	DISCUSSION SUR LES ESPECES CANDIDATES DE RESTAURATION ECOLOGIQUE ET PLAN D' ACTIONS DE RESTAURATION ECOLOGIQUE.....	43
IV.4.	RECOMMANDATIONS.....	44
CONCLUSION .....		37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....		46
ANNEXES.....		48

## LISTE DES CARTES

Carte 1 : Carte de localisation de l'Aire Protégée d'Ambohidray .....	5
Carte 2 : Atlas de restauration écologique de la NAP d'Ambohidray .....	35
Carte 3 : Carte pédologique de l'Aire Protégée d'Ambohidray .....	XXXIV
Carte 4 : Carte d'occupation du sol de l'Aire Protégée d'Ambohidray .....	XXXV

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Courbe ombrothermique du District de Moramanga entre 2011 et 2019 selon la méthode de Gaussen en 1955 (P=2T) .....	6
Figure 2: Représentation schématique du dispositif d'échantillonnage du transect de Duvigneaud .....	13
Figure 3 : Représentation schématique du dispositif d'échantillonnage du plateau de Braun Blanquet dans une forêt .....	13
Figure 4 : Exemple illustrant le regroupement de relevés à partir d'un dendrogramme .....	17
Figure 5 : Répartition des familles selon la fréquence des espèces (%) .....	22
Figure 6 : Distribution géographique des espèces recensées dans les sites étudiés .....	23
Figure 7: catégorie des espèces selon le niveau de conservation des espèces de l'UICN .....	24
Figure 8 : Types biologiques des espèces recensées dans l'Aire Protégée d'Ambohidray .....	25
Figure 9 : Dendrogramme des groupements végétaux par la méthode de CAH .....	26
Figure 10 : Dynamique hypothétique spatiale des formations végétales .....	33
Figure 11 : dendrogramme floristique des relevés de savane (2 classes) .....	XXVIII
Figure 12 : Dendrogramme structurale des relevés de savane (3 classes) .....	XXVIII
Figure 13 : Dendrogramme floristique des relevés de lisière forestière et recru forestier (2 classes) .....	XXIX
Figure 14 : Dendrogramme structurale des relevés de lisière forestière et recru forestier (3 classes) .....	XXIX
Figure 15 : Dendrogramme floristique des relevés de forêt (2 classes) .....	XXX
Figure 16 : Dendrogramme structurale des relevés de forêt (4 classes) .....	XXX

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Types biologiques des végétaux selon la classification de Raunkiaer .....	15
Tableau 2 : Caractéristiques stationnelles des sites d'étude .....	21
Tableau 3: Statut de conservation des espèces plus menacées (EN et VU) selon l'UICN .....	24
Tableau 4 : Liste des espèces envahissantes recensées .....	25
Tableau 5: Regroupement des groupements végétaux .....	27
Tableau 6 : Caractéristiques floristiques, structurales et écologiques stationnelles des formations végétales (valeurs moyennes) .....	29
Tableau 7 : Caractéristiques structurales et écologiques stationnelles des formations végétales (valeurs moyennes) .....	31
Tableau 8: Niveau de dégradation des formations végétales .....	34

Tableau 9: Types de restauration selon le niveau de dégradation des formations végétales .....	35
Tableau 10 : Caractéristiques des espèces candidates de restauration .....	36
Tableau 11 : Relation caractéristiques pédologiques et diversité de faune de sous-sol .....	39
Tableau 12 : Liste des espèces floristiques des sites d'étude .....	I
Tableau 13: Liste floristique de la formation végétale I .....	X
Tableau 14: Liste floristique de la formation végétale II .....	XI
Tableau 15 : Liste floristique de la formation végétale III.....	XII
Tableau 16 : Liste floristique de la formation végétale IV.....	XIV
Tableau 17 : Liste floristique de la formation végétale V .....	XVI
Tableau 18 : Liste floristique de la formation végétale VI.....	XIX
Tableau 19: Liste des espèces pionnières des habitats très dégradés et dégradés .....	XXIV
Tableau 20 : Espèces préforestières des habitats peu dégradés .....	XXIV
Tableau 21 : Liste des espèces forestières (habitats plus ou moins intacte).....	XXV
Tableau 22 : Relevés constitutifs des groupements floristiques suivant les sites d'études.....	XXXI
Tableau 23 : liste des espèces faunistiques participant à la restauration écologique .....	XXXIII
Tableau 24 : Données de températures annuelles entre 2010 et 2019 (°C).....	XXXIV
Tableau 25 : Données de précipitations annuelles entre 2010 et 2019 (mm).....	XXXIV
Tableau 26 : Fiche de relevé phytoécologique de plateau de Braun Blanquet.....	XXXI
Tableau 27 : Fiche de relevé pédologique et stationnel .....	XXXII
Tableau 28 : Fiche d'enquête sur les pressions anthropiques .....	XXXIII
Tableau 29 : Fiche de relevé faunistique .....	XXXIII

## **LISTE DES PHOTOS**

Photo 1 : Riziculture à l'Ouest du Noyau dur (à gauche) et au Nord du lac Ambolobe (à droite) .....	9
Photo 2 : Fabrication de charbon de bois (Eucalyptus robusta) au bord de l'Aire Protégée .....	9

## **LISTE DES ANNEXES**

ANNEXE 1 : Listes floristiques des sites d'étude et des formations végétales .....	I
ANNEXE 2 : Listes des espèces candidates de restauration écologique .....	XXIV
ANNEXE 3: Dendrogrammes et groupements végétaux (floristico-structuraux) des relevés de savane, lisière forestière et recru forestier et forêt .....	XXVIII
ANNEXE 4 : Liste faunistique.....	XXXIII
ANNEXE 5 : Tableau des données météorologiques du Moramanga .....	XXXIV
ANNEXE 6 : Fiches techniques de relevés.....	XXXI
ANNEXE 7 : Carte pédologique et carte de végétation de l'Aire Protégée d'Ambohidray....	XXXIV
ANNEXE 8 : Planches photographiques .....	XXXVI

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

<b>ACCE</b>	: Arongampanihy Communication, Culture et Environnement
<b>ANGAP</b>	: Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégée
<b>CAH</b>	: Classification Ascendante Hiérarchique
<b>CI</b>	: Conservation International
<b>DBH</b>	: Diamètre à Hauteur de Poitrine (diamètre à environ 1,30m du sol)
<b>EN</b>	: Endanger (En danger)
<b>FAPBM</b>	: Fondation pour les Aires Protégées et la Biodiversité de Madagascar
<b>GELOSE</b>	: Gestion Locale Sécurisée des ressources naturelles
<b>LC</b>	: Least Concern (Préoccupation mineure)
<b>MBEV</b>	: Mention de Biologie et Ecologie Végétales
<b>MEDD</b>	: Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
<b>MINAGRI</b>	: Ministère de l'Agriculture
<b>NAP</b>	: Nouvelle Aire Protégée
<b>NT</b>	: Near Threatened (Quasi-menacé)
<b>PEER</b>	: Program for Education for Emergencies and Reconstruction
<b>PCD</b>	: Plan Communal de Développement
<b>PWG</b>	: Policy Working Group
<b>R</b>	: Relevé phytoécologique
<b>ROSELT/OSS</b>	: Réseau d'Observatoires pour la Surveillance Ecologique à Long Terme de l'Observatoire du Sahara et du Sahel
<b>SAPM</b>	: Système des Aires Protégées de Madagascar
<b>SER</b>	: Society for Ecological Restoration
<b>UICN</b>	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
<b>VOI</b>	: Vondron'Olona Ifotony
<b>VU</b>	: Vulnerable (Vulnérable)
<b>WWF</b>	: World Wildlife Fund

## **GLOSSAIRE**

**Déforestation** : Perte de surface forestière au profit d'autres utilisation des terres ou la réduction importante du couvert forestier (WWF, 2021).

**Défrichement** : Transformation de l'état boisé d'un terrain pour mettre fin à sa destination forestière (Préfet de l'herault, 2021).

**Dynamique** : Transformation spontanée et lente, au cours de laquelle des groupements végétaux différents se succèdent en chaque point (Godron et *al.*, 1974).

**Erosion** : Enlèvement et transport des particules constituant les couches supérieures des sols résultant de l'action de l'eau, des vents ou autres dans le sol (aquaportail, 2021).

**Espèce autochtone** : Espèce originaire de l'aire considérée (Sastre et Bentata, 1997).

**Espèce endémique** : Espèce à distribution exclusive dans une aire considérée (Sastre et Bentata, 1997).

**Espèce exotique** : Espèce originaire d'une autre aire de répartition (Sastre et Bentata, 1997).

**Espèce envahissante ou invasive** : Espèce à immigration massive dans une aire considérée (Sastre et Bentata, 1997).

**Espèce héliophile** : Espèce ayant d'importants besoin en lumière pour se développer (wikipedia, 20/08/21).

**Espèce introduite** : Espèce originaire d'une autre aire de répartition et introduite volontaire ou involontairement dans une aire ou un milieu considéré (Sastre et Bentata, 1997).

**Espèce mésophile** : Espèce qui prospère au mieux dans des conditions de température modérée (wikipedia, 20/08/21).

**Espèce pionnière** : Espèce caractéristique des tous premiers stades de la succession dont les phases constituent l'histoire d'un peuplement (Sastre et Bentata, 1997).

**Espèce sciaphile** : Espèce qui ne peut croître que sous l'ombrage (wikipédia, 20/08/21).

**Fokontany** : Subdivision administrative de base dans la commune (wiktionary, 20/08/21).

**Formation végétale** : Ensemble des groupements végétaux (groupements floristiques et structuraux). Elle est caractérisée par une certaine physionomie et détermine un paysage caractéristique (wikipédia, 20/08/21).

**Groupement végétal** : Communauté d'individus d'espèces végétales, à caractéristiques floristiques, structurales et écologiques stationnelles à peu près similaires, qui s'intéragissent entre elles (Wikipédia, 2021).

**Lavaka** : Grande excavation en forme de cirque, creusée dans le flanc d'une colline due au processus d'érosion (Riquier, 1954).

**Pression** : Force externe active, anthropique ou naturelle, agissant d'une manière négative sur la biodiversité (Soarimalala et Raherilalao, 2008).

**Pseudoclimax** : Type de végétation ayant l'apparence d'un climax mais ne se maintenait pas grâce à l'action permanente des facteurs écologique particuliers, souvent humain (Premium plus, 2021).

**Succession végétale** : Transformation progressive du tapis végétal vers le plus haut degré de maturation que permettent localement le sol et le climat (Rameau, 2001).

# **INTRODUCTION**

Madagascar, la Grande Ile de l'océan indien, est classée parmi les pays hotspots de la biodiversité mondiale. Elle abrite environ 15 000 espèces de plantes dont 83% endémiques (Goodman et Benstead, 2005). Le taux d'endémisme est de 92% à 100% pour les espèces faunistiques terrestres et 52% à 60% chez les espèces faunistiques volantes (MEDD, 2019). Cependant, cette biodiversité est fortement menacée par la déforestation. Elle a pour origine principale la culture sur brûlis, l'exploitation forestière et l'exploitation minière (CI, 2011). Ainsi entre 1953 et 2014, Madagascar a perdu 44% de sa couverture forestière et la surface moyenne détruite chaque année est estimée à 100 000 ha entre 2010 et 2014 (Vieilledent et *al.*, 2020).

Appart les activités de conservation des écosystèmes, la restauration écologique est une solution complémentaire pour remédier à cette perte (Keenleyside et *al.*, 2013). Pour le cas de Madagascar, la restauration écologique s'était déjà mobilisée depuis 1950 dans différentes zones endommagées dans le pays (CI, 2011). De jour en jour, la superficie de ces zones augmente avec l'amplification de la déforestation d'où la nécessité d'inclure dans les projets de restauration écologique les zones nouvellement affectées. Parmi ces dernières se trouve l'Aire Protégée d'Ambohidray.

L'Aire Protégée d'Ambohidray a été créée en 2008 dans le but de la réalisation des objectifs de la Vision de Durban en 2003. Les principaux facteurs de sa dégradation sont les feux (volontaire ou involontaire), la surexploitation de bois pour le charbonnage et la fabrication de meubles, l'orpaillage et l'invasion des espèces envahissantes et/ou exotiques (Rabary, 2018). De plus, peu d'études ont y été réalisées du point de vue écologique et il n'y a pas encore de projet de restauration réalisé. C'est pourquoi, cette zone nécessite une intervention rapide. Afin d'assurer la restauration de l'Aire Protégée d'Ambohidray, l'étude de la dynamique écologique des formations végétales est exigée. Alors, la thématique de la présente étude est intitulée « Evaluation écologique des formations végétales en vue de restauration écologique : cas de l'Aire Protégée d'Ambohidray (Morarano-Gare, Région Alaotra-Mangoro) ».

Ainsi dans le cadre de ces travaux d'étude, l'objectif global est la restauration écologique des formations forestières dégradées de l'Aire Protégée d'Ambohidray et conservation à long terme de sa biodiversité. Et les objectifs spécifiques sont : 1) l'évaluation au niveau floristique, structural et pédologique des formations végétales de cette Aire Protégée détermination de la dynamique hypothétique spatiales des ces formations, 2) la détermination des espèces candidates de restauration écologique, 3) l'établissement d'un atlas cartographique représentant les unités écologiques à restaurer et 4) le plan d'action de restauration écologique de la zone d'étude. Suivant ces objectifs, trois hypothèses sont à vérifier : d'abord, les facteurs anthropiques tels la mise à feu et la coupe de bois participent à la dynamique de la végétation. Ensuite, les espèces pionnières préparent des

habitats dégradés pour l'installation des espèces préforestières et forestières. Et enfin, la formation forestière dégradée peut être restaurée quel que soit son niveau de cette dégradation.

Pour mieux cerner le sujet, le plan du travail est divisé en 5 parties :

- La première partie parle de l'état des connaissances sur le sujet ;
- La deuxième partie, les méthodes d'études ;
- La troisième partie, les résultats obtenus et leurs interprétations ;
- Et dans la quatrième partie qu'on discute les résultats et donne des recommandations.

# **I. ETATS DES CONNAISSANCES**

## **I.1. APERCU PRELIMINAIRE**

### **I.1.1. CONCEPT DE RESTAURATION ECOLOGIQUE**

« La restauration écologique est le processus qui assiste à l'autoréparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit ». C'est une action intentionnelle qui initie ou accélère l'autoréparation d'un écosystème en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable (SER, 2004).

Il existe trois types de restauration à choisir selon le niveau de dégradation de la zone à restaurer. Ce sont : la restauration active, la restauration passive assistée et la restauration passive proprement dite. La restauration active nécessite l'intervention humaine pour assister dans la remise en état de l'écosystème endommagé tandis que la restauration passive, sans action réparatrice additionnelle, assure sa régénération naturelle par l'élimination ou la réduction des facteurs dégradants (Suding et *al.*, 2011). La différence entre restauration passive assistée et restauration passive est que la restauration passive assistée nécessite encore un enrichissement de la végétation par plantation de quelques espèces cibles alors que la restauration passive reste sur l'élimination des facteurs dégradants.

### **I.1.2. NOTION DE TENDANCE ECOLOGIQUE ET DYNAMIQUE DE LA VEGETATION**

La diversité d'un paysage s'explique par une logique spatiale et une logique temporelle (Rameau, 2001). D'un côté, les compartiments stationnels du paysage varient suivant les conditions stationnelles du milieu (sol, topographie, etc.). De l'autre côté, les processus progressifs lents au sein du tapis végétal, les perturbations naturelles et les activités anthropiques les modifient au fil du temps ceux qui permettent la communauté végétale, les peuplements animaux et les conditions stationnelles d'évoluer.

Par définition, la dynamique c'est la transformation spontanée et lente, au cours de laquelle des groupements végétaux différents se succèdent en chaque point (Godron et *al.*, 1974).

Deux directions peuvent suivre la dynamique de la végétation : tendance progressive ou tendance régressive. Quand les conditions du milieu sont favorables, la végétation progresse vers la reforestation : stade pionnier vers stade forestier. Par contre, si des perturbations (inondation, incendie, invasion des espèces, etc.) ou des activités anthropiques non durables (feux, pâturage, etc.) surviennent, les étapes se renversent (Favier, 2003 ; Rameau, 2001).

### **I.1.3. NOTION DE SUCCESSION VEGETALE**

La succession végétale est la transformation progressive du tapis végétal vers le plus haut degré de maturation que permettent localement le sol et le climat (Rameau, 2001). Elle commence par les stades pionniers où se développent les espèces pionnières et se termine par le stade forestier structuré en majorité par des espèces forestières.

Whittaker (1975) a affirmé que « les espèces dominantes ou pionnières modifient le sol et le microclimat du milieu de manière qu'elles assurent l'installation des secondes espèces, qui deviennent dominantes et modifient l'environnement pour supprimer les premières et assurer l'entrée des troisièmes espèces, qui à leurs tours altèrent leurs environnements ».

### **I.1.4. NOTION DE PIONNIER**

Dans les stades de succession végétale, les espèces pionnières sont des espèces à croissance rapide qui s'installe après destruction d'une forêt. Elles sont généralement des espèces héliophiles pour assurer leur germination et le développement de semis. Elles sont capables de produire un grand nombre de graines mais à courte durée de vie. Spécifiquement, elles créent des conditions favorables à l'installation des autres espèces par l'amélioration des propriétés du sol et l'ambiance microclimatique engendrée (Rameau, 2001).

### **I.1.5. NOTION DE CLIMAX**

Le plus haut degré de maturation du tapis végétal dans la succession écologique est nommé Climax (Rameau, 2001). C'est l'état d'équilibre de la végétation avec son milieu (Favier, 2003).

Trois points, sous l'influence du temps, sont considérés dans la notion de climax. Premier point, il s'agit d'un état d'équilibre dynamique : les plantes poussent et meurent et sont remplacées par d'autres, etc. Le second est que le climax est l'état vers lequel tend le système et non l'état dans lequel on peut l'observer en un instant donné. Le troisième point est que le climax peut ne pas être atteint parce que le temps de développement de cette formation peut être plus long que le temps caractéristique de changement des conditions environnementales et donc de la nature de ce climax (Rameau, 2001).

### **I.1.6. CONCEPT DE REUSSITE DE LA RESTAURATION ECOLOGIQUE**

Un écosystème est dit restauré s'il fournit l'ensemble de services écologiques, socio-économiques, culturels et touristiques de l'écosystème de référence (ROSELT/OSS, 2004). Un écosystème de référence est un écosystème ciblé parmi plusieurs états alternatifs et choisi à atteindre

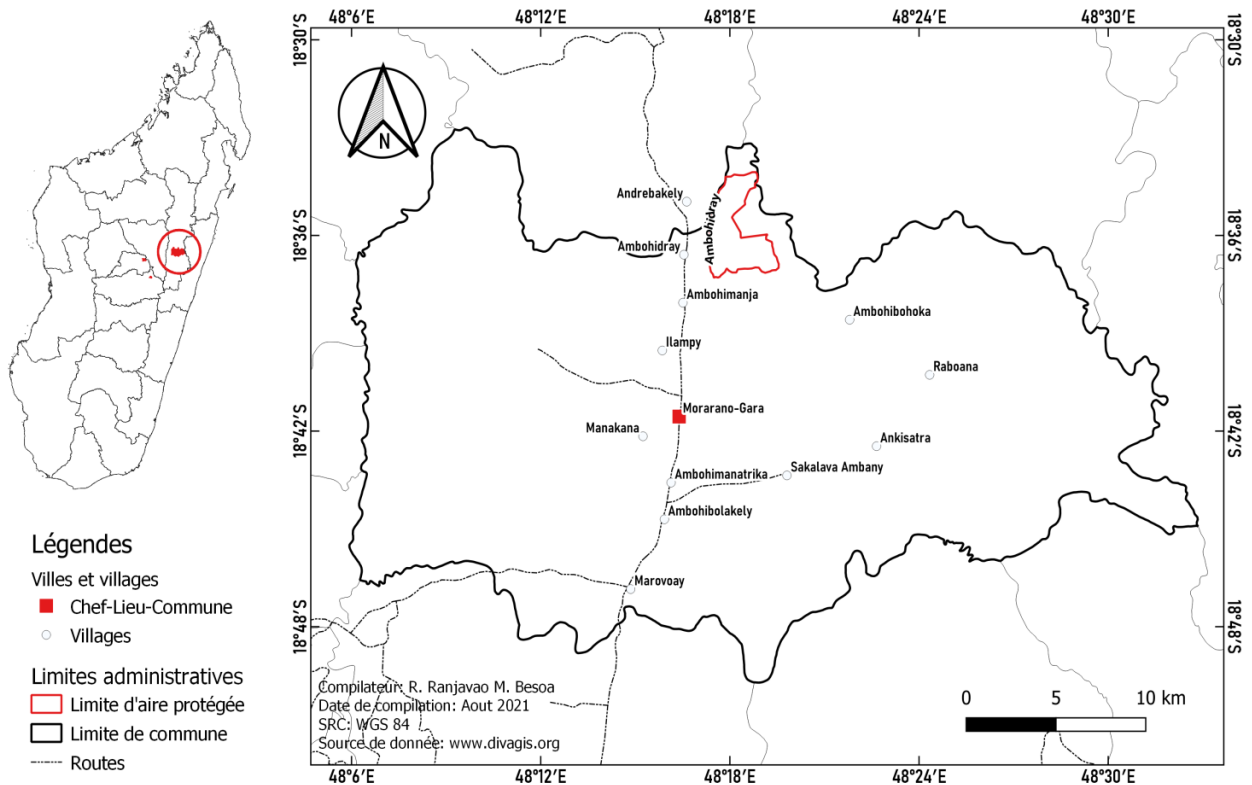
dans la restauration écologique selon le stade de dégradation actuelle de l'écosystème (Le Floch & Aronson, 1995). Il peut être le même écosystème à restaurer avant qu'elle soit endommagée.

## **I.2. MILIEU D'ETUDE**

### **I.2.1. MILIEU PHYSIQUE**

#### ***I.2.1.1. Situation géographique***

L'Aire Protégée d'Ambohidray se trouve dans le fokontany d'Ambohidray qui appartient à la Commune Rurale de Morarano-Gare, Région Alaotra Mangoro et Ex-Province de Toamasina. Dans la partie Est de Madagascar, elle se situe à 40 km au Nord de Moramanga sur la route nationale numéro 44 vers Ambatondrazaka. Avec sa superficie de 1 241 hectares (Goodman et al., 2018), elle est localisée entre 18°34' à 18° 37' de latitude Sud et 48°17' à 48°19' de longitude Est (Rabary, 2018).



**Carte 1: Carte de localisation de l'Aire Protégée d'Ambohidray**

#### ***I.2.1.2. Relief***

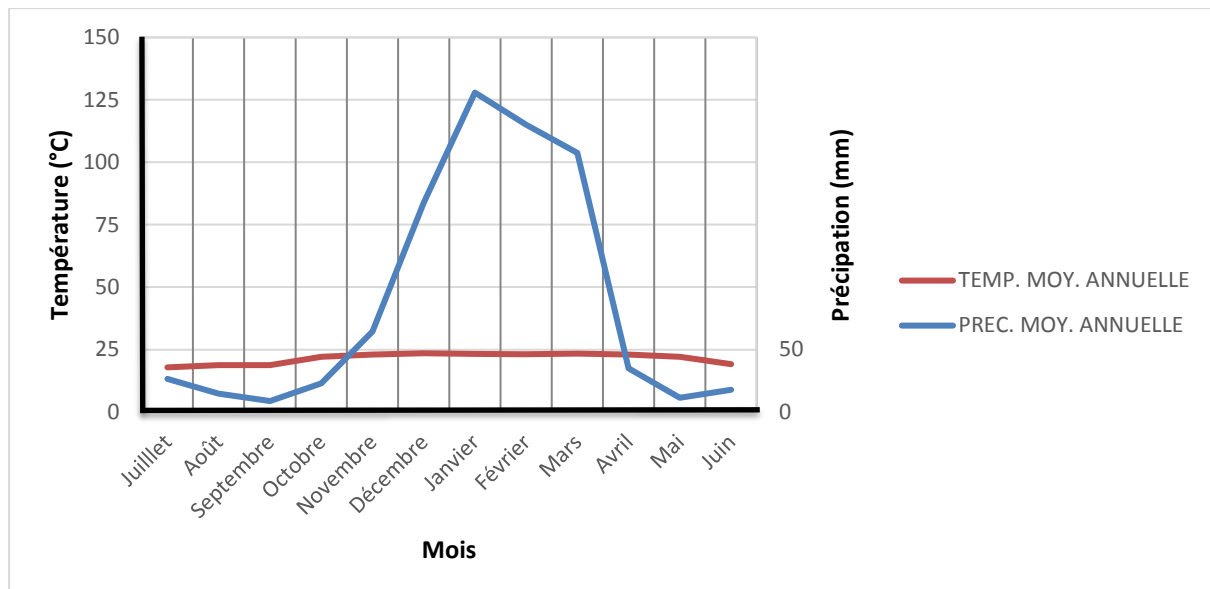
Le relief du paysage écologique de l'Aire Protégée d'Ambohidray est constitué de succession de collines entre 900 et 1 052 m d'altitude (Rabary, 2018). Les vallées sont étroites et les plaines sont rares. De nombreuses rivières sillonnent les villages d'Ambohidray (Sibelet et al., 2007). Au niveau

des différentes toposéquences du paysage, le phénomène de "lavaka" y est très alarmant (MINAGRI, 2001).

### **1.2.1.3. Climat**

La zone d'étude est soumise à un climat tropical de type humide tempéré ((Koechlin et *al.*, 1974). D'après les données climatiques du District de Moramanga enregistrées par le service météorologique d'Ampandrianomby pendant les années 2011 jusqu'à 2019 (Annexe 5), la précipitation et température moyennes annuelles sont respectivement : 1063,02 mm et 21,45°C.

La courbe ombrothermique établie selon la méthode de Gaussen montre 6 mois écossecs (Avril à Octobre) et une précipitation très abondante entre Novembre et Mars dont le pic est observé en mois de Janvier (255,87 mm).



**Figure 1 : Courbe ombrothermique du District de Moramanga entre 2010 et 2019 selon la méthode de Gaussen en 1955 ( $P=2T$ )**

### **1.2.1.4. Hydrographie**

Le réseau hydrographique est relativement dense, surtout dans la partie ouest de l'Aire Protégée. Une rivière appelée Salanary unit deux affluents, l'un provenant du lac d'Ambolobe dans la partie Nord de l'Aire Protégée et l'autre de Marofoza, dans la partie Sud. Cette rivière s'écoule jusqu'au village d'Ambohidray qui se situe au sud-ouest de l'Aire Protégée. Un lac appelé lac d'Ambolobe est situé au Nord.

### **1.2.1.5. Géologie et sol**

La Commune Rurale de Morarano-Gare incluant le Fokontany d'Ambohidray s'installe sur de socle précambrien malagasy. D'une manière générale, elle est constituée par des roches gneissiques plus ou moins métamorphisées (Besairie, 1946).

Cette zone fait partie des régions forestières à sols évolués de type ferralitique. Il s'agit des sols à horizons superficiels rouges et jaunes sur rouges. L'altération chimique du substrat géologique est très poussée et entraîne une importante épaisseur du sol. Les sols sont conditionnés par un apport important de matières organiques et de l'humidité. Dans les zones marécageuses se développent des sols tourbeux, riches en sulfure (Koechlin et *al.*, 1974).

## **I.2.2. MILIEU BIOLOGIQUE**

### **I.2.2.1. VEGETATION ET FLORE**

L'Aire Protégée d'Ambohidray est composée de forêts naturelles, de savanes plus étendues, de zones dégradées, de peuplements boisés d'*Eucalyptus* sp. et de *Pinus* sp., de marais et lacs.

Elle fait partie du Domaine du Centre de la Région Orientale malagasy (Humbert, 1965). Le milieu appartient à la zone éco-floristique orientale de moyenne altitude de 800 à 1 800 m (Faramalala et Rajeriarison, 1999). L'aire protégée d'Ambohidray présente une forêt dense humide ombrophile de la Série à *Weinmannia* (CUNONIACEAE) et *Tambourissa* (MONIMIACEAE). C'est une forêt complexe sempervirente riche en essences ligneuses, arbres et arbustes, et plus riche en plantes basses de la strate inférieure (Humbert, 1965). Les sous-bois sont aussi plus abondants, plus denses et plus difficiles à pénétrer. Plusieurs espèces de fougères arborescentes et épiphytes y sont assez fréquentes. Sur quelques plateaux, des savanes occupant des superficies considérables caractérisées par, *Aristida rufescens* Steud. et *Hyparrhenia rufa* Stapf, et des peuplements d'*Erica* sp. sont observées. Les formations marécageuses sont dominées par les espèces hygrophiles telles que *Typha latifolia* L. et *Pandanus vandamii* Parkinson.

### **I.2.2.2. FAUNE**

La forêt d'Ambohidray, les vallées, les rivières ainsi que les lacs abritent beaucoup d'espèces faunistiques qui assurent un multiple rôle sur l'intégrité écologique surtout sur la régénération du peuplement forestier et jouent le rôle d'un attrait touristique sur le milieu (Rabary, 2018). Il n'y a pas encore d'étude approfondie sur la faune d'Ambohidray mais les espèces ci-après sont des espèces endémiques fréquentes dans la forêt.

#### **➤ Reptiles :**

*Brookesia ramanantsoai*, *Calumma nasutum*, *Ebenavia inunguis*, *Liopholidophis doliocercus*, *Mantidactylus melanopleura*, *Ithycyphus perineti*, *Sanzinia madagascarensis*, *Uroplatus phantasticus* et *Brookesia ramanantsoai*. Cette dernière est une espèce en danger de disparition selon l'UICN.

➤ **Batraciens :**

*Mantella crocea* est en danger (EN) et *Scaphiophryne marmorata* vulnérable (VU). Elles ont des intérêts scientifiques

➤ **Oiseaux :**

*Streptopelia picturata*, *Numida mitrata*, *Alectroenas madagascariensis*, *Vinago* sp., *Margaroperdrix madagascariensis* et *Coua caerulea*.

➤ **Micromammifères/Mammifères :**

*Tenrec ecaudatus*, *Setifer setosus* et *Potamochoerus larvatus*. Ce sont des gibiers.

➤ **Lémuriens :**

*Microcebus lehilahitsara*, *Cheirogaleus medius*, *Propithecus candidus* et *Indri indri*. Elles sont emblématiques de la Région.

### **1.2.2.3. MILIEU HUMAIN**

➤ **Composition ethnique**

La population d'Ambohidray appartient au groupe ethnique de Bezanozano. Pourtant, 20% de la population locale sont des migrants provenant des quatre coins de l'île, composés de Merina, Betsileo, Betsimisaraka, Antandroy et Sihanaka par le biais de mariage et d'amélioration de vie. En 2019, le Fokontany d'Ambohidray abrite 3719 habitants (PCD Morarano-Gare, 2020).

➤ **Activités socio-économiques**

Les activités socio-économiques de la population locale sont : l'agriculture, le charbonnage, l'élevage, la vannerie, le commerce et la charpenterie (Rabary, 2018).

- **Agriculture :**

Presque la moitié de la population sont des agriculteurs (47,97 % de la population totale), surtout des riziculteurs. La surface cultivée à Ambohidray atteint 4200 ha sur 8860 ha cultivable (PCD Morarano-Gare, 2020). C'est la source de revenu principale pour la population.



*Photo 1 : Riziculture à l'Ouest du Noyau dur (à gauche) et au Nord du lac Ambolobe (à droite)*

- **Charbonnage :**

La fabrication de charbon de bois est une activité supplémentaire à revenu rapide pour la population locale mais certains la font comme première source de revenu. Les producteurs de charbon représentent 18,7 % de la population qui est en majorité des migrants. Les bois d'*Eucalyptus* sp. et de *Pinus* sp. sont les plus utilisés.



*Photo 2 : Fabrication de charbon de bois (Eucalyptus robusta) au bord de l'Aire Protégée*

- **Elevage :**

En moyenne, 15,45 % de la population d'Ambohidray sont des fermiers qui élèvent des volailles, des porcs et rarement des zébus. C'est une activité supplémentaire de l'agriculture.

- **Artisanat :**

L'artisanat est constitué par la vannerie et la fabrication de meubles. Les artisans représentent 12,2 % de la population. En général, la vannerie est une activité féminine. Les matériels utilisés sont les feuilles de *Pandanus madagascariensis* (Vakoana), les tiges de *Cyperus latifolius* (Herana), de *Lepironia articulata* (Penjy), de *Cyperus papyrus* (Zozoro) et d'*Eleocharis dulcis* (Harefo). Pour la fabrication de meubles, les espèces aux essences ligneuses à savoir *Weinmannia rutenbergii* (Lalona),

*Entada louvelii* (Sevalahy), *Tambourissa thouvenotii* (Ambora), *Dalbergia* sp., *Ocotea cymosa* (Varongy) et *Pinus kesyia* (Kesika) sont les plus utilisées.

- **Commerce et charpenterie :**

Les commerçants et charpentiers ne représentent que 5,68 % des gens.

**1.5.1.1. STATUT ET GESTION DE L'AIRE PROTEGEE D'AMBOHIDRAY**

La création de l'Aire Protégée d'Ambohidray a été dans le but de poursuivre la promesse de Durban (2003) et de Sydney (2014) sur l'augmentation de la création des Aires Protégées à Madagascar. Selon la classification de l'UICN, l'Aire Protégée d'Ambohidray est un paysage terrestre protégé gérée principalement dans le but d'assurer la conservation du paysage et à des fins récréatives : Catégorie cinq.

Au début, l'Aire Protégée d'Ambohidray était encore une forêt domaniale. La loi GELOSE, Gestion Locale Sécurisée des ressources, a permis de donner sa gestion à la communauté de base appelée Vondron'Oloha Ifotony Miara-mitsinjo ny Ala an'Ambohidray en 2007. Entre 2008 et 2015, elle devenait une forêt classée et gérée par l'association Arongampanihy Communication, Culture et Environnement (ACCE) avec l'aide financière de la Conservation International (CI) et la Fondation pour les Aires Protégée et la Biodiversité de Madagascar (FAPBM). Après sa mise en protection temporaire le 05 mai 2015 par le décret 2015-808, elle devient une Nouvelle Aire Protégée (NAP). Depuis 2018, la Mention de Biologie et Ecologie Végétales de l'Université d'Antananarivo prend sa gestion avec le VOI.

## **II. METHODES D'ETUDE**

## **II.1. ETUDES PRELIMINAIRES**

### **II.1.1. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE**

L'étude bibliographique a pour objectif principal de recueillir un maximum d'informations sur la zone d'étude et les méthodes de collecte et d'analyse de données adaptées à la présente étude avant la descente sur terrain.

Il s'agit d'une consultation d'ouvrages et de documents concernant le sujet tels que :

- des études antérieures effectuées dans l'Aire Protégée d'Ambohidray permettant d'avoir les données biotiques (flore et végétation, faune), les données abiotiques (localisation, climat, hydrographie, sol, etc.) et les documents cartographiques du milieu (carte de zonage, carte de végétation, carte de feu, carte géologique, carte pédologique, etc.) ;
- des études antérieures traitant la restauration écologique, la dynamique écologique, le feu et les autres pressions ainsi que les types de lisière et recrû forestier.

Ensuite, un appui bibliographique et webographique a été effectué après les travaux sur le terrain afin de sélectionner et de traiter les données recueillies. Les informations obtenues sont recoupées avec celles issues des enquêtes et relevés. Ce type d'investigation a été effectué selon l'objectif de déterminer les caractéristiques écologiques des espèces inventoriées (distribution géographique, statut de conservation, mode de dispersion, etc.).

### **II.1.2. ETUDE CARTOGRAPHIQUE**

L'étude cartographique a été effectuée pour faciliter le choix des sites d'étude avant la descente sur le terrain. Il s'agit d'un établissement d'une pré-carte par superposition d'une carte de végétation, d'une carte pédologique et d'une carte de feu de la zone d'étude permettant d'avoir un aperçu général des différents types de formations végétales et les zones exposées au feu.

Ensuite, une carte de végétation montrant les différents types de formations végétales a été établie après les études sur le terrain. Dans le logiciel QGIS 3.16, les coordonnées géographiques (altitude, longitude et latitude) des formations végétales étudiées ont été couplées avec les données cartographiques issues du WCS. Le but est de mettre en évidence les types de restauration écologique pour chaque type de végétation.

### **II.1.3. PROSPECTION DU MILIEU**

La prospection du milieu donne un aperçu général de la zone d'étude. En arrivant sur le terrain, elle est prioritaire dans le but de déterminer les sites de relevés par l'observation des types de

formations végétales existants (climaciques ou secondaires) et les différentes pressions présentes à l'intérieur de l'Aire Protégée.

## **II.2. ENQUETES ETHNOBOTANIQUES**

Le but des enquêtes est d'obtenir des informations sur les pressions pesant sur la végétation de l'Aire Protégée et l'âge des formations végétales primaires et secondaires dans l'Aire Protégée d'Ambohidray. Les personnes interrogées sont des guides locaux et personnes âgées (membres de VOI et patrouilleurs) ainsi que le président du Fokontany.

Les questions posées sont orientées sur les points suivants :

- l'utilisation des forêts et leur type d'exploitation ;
- la localisation et l'âge ou date de dernier défrichement des formations végétales subies par les feux ou coupe de bois ainsi que leur nombre de répétition;
- les espèces faunistiques participant à la dispersion des graines.

L'âge de certaines formations végétales a été estimé par les guides locaux en observant l'aspect structural général de la végétation.

## **II.3. CHOIX DES SITES D'ETUDES**

La stratification des différentes cartes de l'Aire Protégée d'Ambohidray telles que la carte de végétation, la carte pédologique et la carte de feu, la prospection du milieu et les enquêtes ont permis de choisir les sites d'études.

Le critère de choix des sites est l'âge des formations végétales disponible dans l'Aire Protégée et la fréquence de feu afin de déterminer la succession écologique des formations végétales de la zone d'étude après dégradation (feux, coupes de bois et autres).

## **II.4. COLLECTE DE DONNEES PHYTOECOLOGIQUES**

### **II.4.1. ETUDE DE LA VEGETATION ET FLORE**

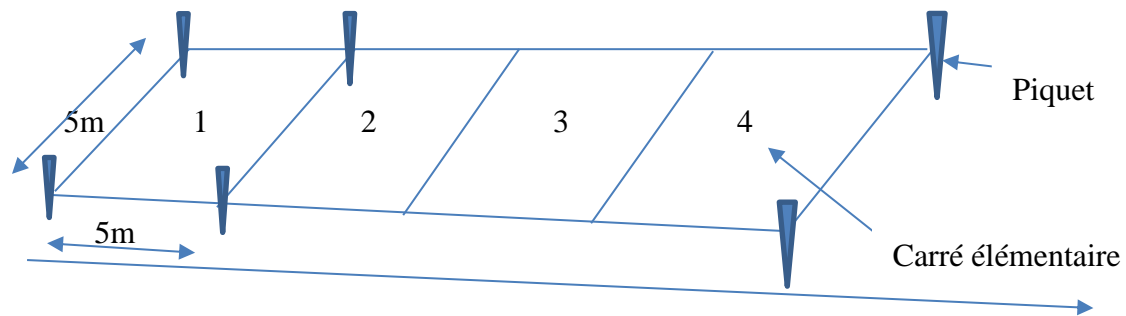
L'étude de la végétation et flore a été effectuée à partir des dispositifs de relevé suivant les méthodes de transect de Duvigneaud (1980) et de placeau de Braun blanquet (1965). Le transect a été pratiqué pour mettre en évidence le gradient de formations végétales et leurs composantes floristiques. Et le placeau a permis d'étudier les aspects structuraux et floristiques et les caractéristiques des stations écologiques.

#### **- Etude qualitative de la végétation**

La méthode de transect de Duvigneaud (1980) a été réalisée sur de végétation hétérogène composée de différentes formations (savane, lisière forestière, recrû forestier et/ou forêt) afin de

délimiter la variation floristique et structurale du milieu. La longueur de transect varie suivant la profondeur des formations végétales présentes. L'inventaire a été fait tous les 1m le long du transect. Une gaule a été utilisée pour mesurer la hauteur des espèces ligneuses.

Les paramètres considérés sont les paramètres floristiques (présence/absence) et paramètres structuraux : hauteur totale et diamètre maximal (Annexe 6).

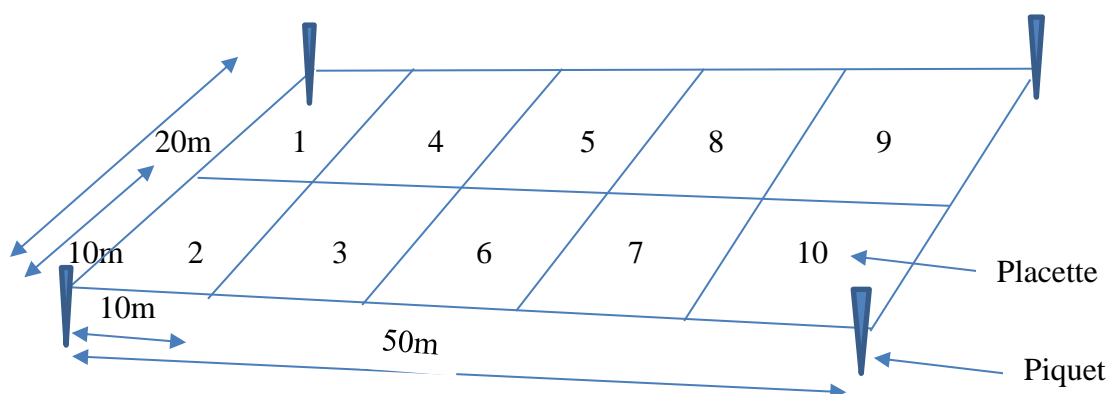


*Figure 2: Représentation schématique du dispositif d'échantillonnage du transect selon Duvigneaud*

**- Etude qualitative et quantitative de la végétation**

Après avoir observé et identifié les différents types de formations végétales suivant le dispositif de relevé transect, des placeaux de dimension variable ont été placés dans des formations végétales jugées comme étant relativement homogènes selon les critères structuraux et physiologiques, floristiques et stations écologiques apparentes (critères phytosociologiques) afin de collecter les différents paramètres étudiés.

Concernant la délimitation du placeau, des piquets ont été utilisés et au niveau desquels se fixent des fanions fluorescents. Ensuite, le dispositif est entouré de ficelles pour délimiter les quatre coins de relevé. La dimension de placeau est 20 m x 50 m subdivisé en placette de 10 m x 10 m pour la forêt, 10 m x 10 m subdivisé en placette de 5 m x 5 m pour la savane et 20 m x 10 m subdivisé en placette de 5 m x 5 m pour les autres types de végétation. Egalement, les quatre angles des placettes sont matérialisés par des piquets et fanions fluorescents.



*Figure 3: Représentation schématique du dispositif d'échantillonnage de placeau selon Braun Blanquet*

Dans chaque placette, les paramètres étudiés sont :

- paramètres floristiques : nom vernaculaire et nom scientifique, présence- absence, abondance spécifique, phénologie et forme biologique ;
- paramètres structuraux : diamètre maximal ou DBH, hauteur totale, nombre de strates et stratification et recouvrement ;
- paramètres écologiques stationnels : âge de végétation, importance de litière, pente et situation topographique, exposition, présence de différents aspects d'érosion de sols, coordonnées géographiques (latitude, longitude et altitude).

La fiche d'inventaire est résumée en annexe 6.

## **II.4.2. ETUDE PEDOLOGIQUE**

Afin de décrire les différents horizons du sol, une fosse pédologique de dimension d'environ 40cm x 40cm avec une profondeur variable (40 cm à 60 cm) a été montée sur chaque unité de végétation où les relevés ont été effectués. Les paramètres étudiés au niveau des horizons du sol sont : couleur (Munsell Color Charte), épaisseur, texture, pH (la concentration en ion H<sup>+</sup> dans le sol) et en particulier la faune de sous-sol ou microfaune présente.

La mesure de pH a été confirmée par des mesures au laboratoire. Le sol est dit acide quand le pH est inférieur à 7, par contre le sol est basique quand le pH est supérieur à 7.

## **II.5. COMPILATION, SYNTHÈSE ET TRAITEMENT DES DONNÉES**

### **II.5.1. ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNÉES FLORISTIQUES ET ÉCOLOGIQUES**

#### **II.5.1.1. ETUDE FLORISTIQUE**

L'analyse des données floristiques a pour objectif principal de choisir les espèces candidates de restauration écologique.

#### **- Richesse floristique**

La richesse floristique a été établie pour l'ensemble des sites d'études et les différents types de formations végétales obtenues. La richesse floristique a été calculée au niveau de l'espèce, du genre et/ou de la famille à l'aide de la formule de fréquence de Greig-Smith (1964).

$$F_i = \frac{n_i}{N}$$

Avec  $F_i$  : fréquence de l'espèce /genre /famille  $i$

$n_i$  : nombre d'individus appartenant à l'espèce/genre/famille  $i$

$N$ : nombre total de tous les individus appartenant à toutes les espèces/ genres/ familles présentes.

Au niveau des formations végétales, les espèces les plus fréquentes sont considérées comme leurs espèces caractéristiques.

**- Affinité Biogéographique**

L'affinité biogéographique d'une espèce exprime son appartenance à un ou plusieurs ensembles géographiques dans le monde. Elle a été déterminée afin de mettre en évidence la représentativité de chaque catégorie phytogéographique. La distribution géographique des espèces a été tirée via le site-web du Tropicos et d'autres sources telles que Tohiravina 1, 2 et 3.

**- Types biologiques**

Les types biologiques des végétaux sont déterminés selon la classification de Raunkiaer (1905) qui a été adaptée par Lebrun (1947) pour les pays tropicaux. Ils désignent l'ensemble des dispositifs anatomiques et morphologiques qui caractérisent les végétaux selon leurs adaptations au milieu où ils vivent. L'objectif en est de déterminer le type d'adaptation des espèces floristiques du milieu.

*Tableau 1 : Types biologiques des végétaux selon la classification de Raunkiaer*

Types biologiques		Caractéristiques
PHANEROPHYTES	Plantes pérennes ayant des bourgeons situés à 0.5 m au-dessus du sol	
	Mésophanérophytes (Mp)	Hauteur $\geq$ 8 m
	Microphanérophytes (mp)	2 m < Hauteur < 8 m
	Nanophanérophytes (np)	0,5 m < Hauteur < 2 m
CHAMEPHYTES (Ch)		Plantes à bourgeons qui se situent entre 0 et 0,5 m du sol
HEMICRYPTOPHYTES (Hc)		Plantes à bourgeons persistants au ras du sol
CRYPTOPHYTES	Géophyte (G)	Plantes à organes persistants dans le sol (tubercules et rhizomes)
	Hydrophytes (Hd)	Plantes à appareils végétatifs immergés ou émergés
THEROPHYTES (Th)		Plantes annuelles qui passent les mauvaises saisons sous forme de graines
EPIPHYTES (E)		Plantes non enracinées dans le sol, fixées sur une plante hôte servant uniquement de support
LIANES (L)		Plantes grimpantes enracinées dans le sol mais dépourvues de tronc.

- **Statut de conservation**

La liste rouge de l'UICN définit le statut de conservation des espèces. Le site-web du Red List de l'UICN a permis d'établir le statut de conservation des espèces inventoriées dans l'Aire Protégée d'Ambohidray.

Les espèces critiqueusement en danger (CR), en danger (EN) et vulnérable (VU) sont choisies principalement pour être candidates de restauration pour assurer leur survie.

**II.5.1.2. ETUDES STRUCTURALE ET PEDOLOGIQUE**

La moyenne des valeurs des données obtenues sur la structure verticale (hauteur totale, niveau de stratification), structure horizontale (diamètre maximal, densité et recouvrement des espèces par rapport à la surface du sol) et la pédologie (recouvrement de litière et épaisseur de la couche d'humus, pH du sol) de chaque formation végétale a été calculée dans le logiciel Excel. Le but est de déterminer la dynamique structurale et pédologique des formations végétales.

- La **densité** est le nombre d'individus recensés par unité de surface (Guinochet, 1973). Elle est calculée à partir de la formule suivante :

$$D = \frac{N}{S}$$

Avec  $D$  : densité (nombre d'individus par ha) ;

$N$  : abondance numérique d'individus ;

$S$  : surface de relevé en hectare (ha).

**II.5.2. REGROUPEMENT DES RELEVES**

Les relevés phytoécologiques ayant la composition floristique, structure et pédologique similaires ont été regroupés par la méthode de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) afin d'obtenir une base d'information sur la végétation étudiée. La CAH est une méthode de classification d'objets permettant d'obtenir des groupes plus homogènes que sont les relevés. À l'aide du logiciel Xlstat version 2016, le regroupement s'est fait par la méthode de dissimilarité de Horn.

Le degré de dissimilarité entre les relevés est calculé par l'indice de  $R_o$  de Horn dont la formule est la suivante :

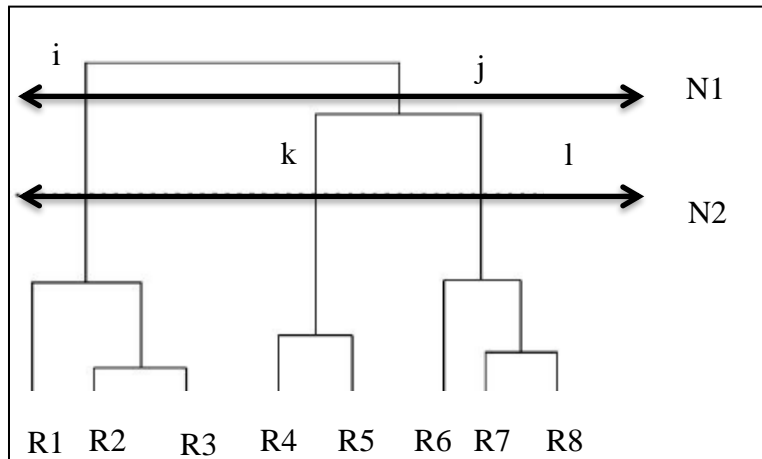
$$R_o = \frac{\sum (x_i + y_i) \log (s_i + y_i) - \sum x_i \log x_i - \sum y_i \log y_i}{(X + Y) \log (X + Y) - X \log X - Y \log Y}$$

Avec X, Y : population X et population Y

i : espèce i

$x_i$  et  $y_i$  : fréquence de l'espèce i dans la population X et la population Y.

Une matrice est formée à partir de la valeur de Ro entre les relevés prises 2 à 2. Elle permet de créer un dendrogramme montrant la hiérarchie de partition et le regroupement progressif des relevés. Plus le degré de dissimilarité est grand, plus les relevés se ramifient rapidement dans le dendrogramme.



**Figure 4 : Exemple illustrant le regroupement de relevés à partir d'un dendrogramme**

R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 et R8 : relevés à regrouper

N1 et N2 : niveau de partition 1 et 2

i, j, k et l : classes obtenues

Pour la présente étude, le traitement de données obtenues a été fait en deux étapes : un traitement préalable de données brutes issues des relevés et un traitement typologique de végétation basé sur des données de synthèse. Les 245 relevés effectués ont été regroupés selon les caractères floristiques et structuraux de végétation. Le regroupement a été effectué suivant les différentes unités de végétation apparente et la dimension des relevés : savane, formation secondaire (recrû forestier et lisière forestière) et forêt. Puis, les groupements végétaux ainsi déterminés ont été rassemblés selon les critères pédologiques (recouvrement de litière, épaisseur d'humus, présence d'érosion et/ou de lessivage) pour mettre en évidence les différents types de formations végétales des sites d'étude.

Pour l'éventuelle interprétation, les groupements végétaux se trouvant sur la base du dendrogramme sont des groupes à caractéristiques floristiques et structurales très différents et ceux qui se trouvent à l'extrémité sont ceux qui en ont les plus proches.

### **II.5.3. EVALUATION DU NIVEAU DE DEGRADATION DE LA VEGETATION**

Le niveau de dégradation de la végétation est obtenu à partir de l'évaluation des résultats d'enquêtes et des observations sur le terrain concernant les différents aspects floristiques, structuraux et physiologiques et les conditions écologiques stationnelles. Ces différents aspects de dégradation sont en général d'origine anthropique, caractérisés par l'impact du passage de feux de brousse, perturbation et dégradation de structures de végétation, présence des différentes formes d'érosion de sol, présence des espèces envahissantes, etc.

A partir de la moyenne de recouvrement des individus d'espèces envahissantes (RME) et d'espèces forestières (RMF) par rapport à la surface du sol, le niveau de dégradation d'une formation végétale est déterminé comme suit :

- Formation Très dégradée : RME > 25% et absence d'espèces forestières ;
- Formation Dégradée : RME > 15% et RMF < 30% ;
- Formation Peu dégradée : RME > 5% et RMF > 60% ;
- Formation Plus ou moins intacte : RME < 5% et RMF > 90% ;
- Formation Non dégradée : absence d'espèces envahissantes et RMF 100%.

### **II.5.4 CHOIX D'ESPECES CANDIDATES DE RESTAURATION ECOLOGIQUE**

Les espèces candidates de restauration ont été choisies selon les critères écologiques et socio-économiques de la population locale. Elles doivent être des espèces :

- Caractéristiques des habitats primaires (sciaphiles) ;
- Caractéristiques des habitats peu dégradés (pionnières et mésophiles) ;
- Caractéristiques des habitats dégradés (pionnières et héliophiles) ;
- Autochtones et/ou endémiques de Madagascar ;
- Consommées par la faune (oiseux et lémuriens) afin de faciliter sa dispersion ;
- Menacées de disparition selon le statut de conservation de l'UICN
- Antiérosives et fixatrices d'azote ;
- Médicinales et
- Utilisées pour la fabrication de meubles.

La majorité d'informations concernant ces critères sont consultées via les sites-web du Tropicos et du Red List de l'UICN et d'autres sources comme Tohiravina ainsi que déterminés à partir de la fréquence des espèces au sein des formations végétales.

### **II.2.1. ETABLISSEMENT D'UN ATLAS ET PLAN D'ACTION DE RESTAURATION ECOLOGIQUE**

Des analyses cartographiques couplées avec la vérité terrain a permis de mettre en évidence les différents niveaux de dégradation de la végétation de l'Aire Protégée d'Ambohidray. Dans le module de traitement QGIS, une carte de végétation montrant les différents types de végétation a été fabriquée suivant une méthode de classification non supervisée à l'aide d'une image Landsat prétraitée. Avant les descentes sur le terrain, une image classifiée de la végétation avec des classes préliminaires suivant la distance minimum entre la valeur de réflectance de chaque pixel a été effectuée. Puis, le nombre de classes est réduit en fonction des observations et connaissances sur la zone d'étude.

Suivant ces différents niveaux de dégradation de végétation, un arrangement phytoécologique a permis de classer la végétation forestière en différents états ci-après : végétation très dégradée (savane), végétation dégradée (lisière et recrû forestier), végétation peu dégradée (forêt écrémée) et végétation plus ou moins intacte (forêt naturelle).

Ces différents états de végétation peuvent être mis en relation avec les approches et techniques de restauration écologique à mettre en œuvre tout en tenant compte les efforts indispensables alloués pour faire revenir la végétation climacique.

### **III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

### III.1. CARACTERISTIQUES DES SITES D'ETUDE

Durant ces travaux d'étude, sept sites ont été travaillés dont les caractéristiques sont figurées dans le tableau 2 ci-après.

Comme il a été mentionné, les critères âge, flore, physionomie et structure et les conditions écologiques stationnelles ont été retenus pour caractériser ces sites d'étude. Ainsi, les types de formations végétales suivants ont été ciblés pour mettre en œuvre la restauration écologique : savane, formation secondaire (lisière forestière et recrû forestier) et forêt (forêt écrémée et forêt naturelle). En général, ces différentes stations écologiques se trouvent dans une bande d'altitude variant de 947 à 1047 m.

*Tableau 2 : Caractéristiques stationnelles des sites d'étude*

Sites d'étude	Age des formations Végétales	Fréquence de feu	Localisation	Coordonnées géographiques
<b>Site 1</b>	Savane de moins de 2 ans	Feu répété	Andriana ouest	S 18° 35' 29,8'' E 048° 17' 25,1''
	Lisière d'un an	Une fois		
	Forêt écrémée de 20 ans	Une fois		
<b>Site 2</b>	Savane de moins de 2 ans	Feu répété	Andriana ouest	S 18° 35' 33,5'' E 048° 17' 23,8''
	Recrû forestier de 2 ans	Une fois		
<b>Site 3</b>	Savane de moins de 2 ans	Feu répété	Andriana ouest	S 18° 35' 32,1'' E 048° 17' 23,4''
	Recrû forestier de 7 ans	Une fois		
<b>Site 4</b>	Savane de moins de 2 ans	Feu répété	Andriana ouest	S 18° 35' 21,4'' E 048° 17' 26,8''
	Lisière de 5 mois	Une fois		
	Recrû forestier de 15 ans	Une fois		
<b>Site 5</b>	Savane de moins de 2 ans	Feu répété	Andriana est	S 18° 35' 30,3'' E 048° 17' 38,6''
	Lisière de 2 ans	Une fois		
	Forêt naturelle	Sans feu		
<b>Site 6</b>	Savane de moins de 2 ans	Feu répété	Ambolobe ouest	S 18° 34' 19,7'' E 048° 17' 48,1''
	Forêt écrémée de 30 ans	Une fois		
<b>Site 7</b>	Savane de moins de 2 ans	Feu répété	Ambolobe sud-ouest	S 18° 34' 38,8'' E 048° 17' 39,1''
	Recrû forestier de 4 ans	Une fois		

### III.2. CARACTERISTIQUES DE LA FLORE

#### III.2.1. RICHESSE ET COMPOSITION FLORISTIQUE

Au total, 159 espèces réparties dans 134 genres et 66 familles ont été inventoriées durant les études effectuées dans l'Aire Protégée d'Ambohidray. Les genres les plus représentés en termes de nombre d'espèces sont *Cryptocarya* et *Ficus* avec 4 espèces (2,5 %) chacun et les familles caractéristiques sont les ASTERACEAE, les FABACEAE et les RUBIACEAE avec une fréquence spécifique totale de 22,92%.

La répartition des familles selon la fréquence des espèces est présentée dans le diagramme suivant :

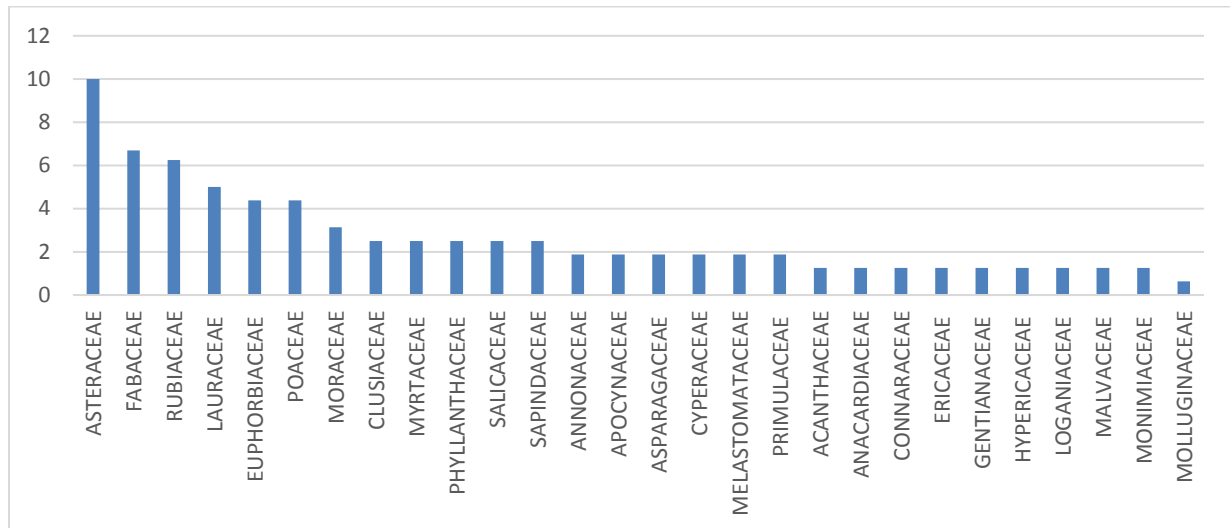


Figure 5 : Répartition des familles selon la fréquence des espèces (%)

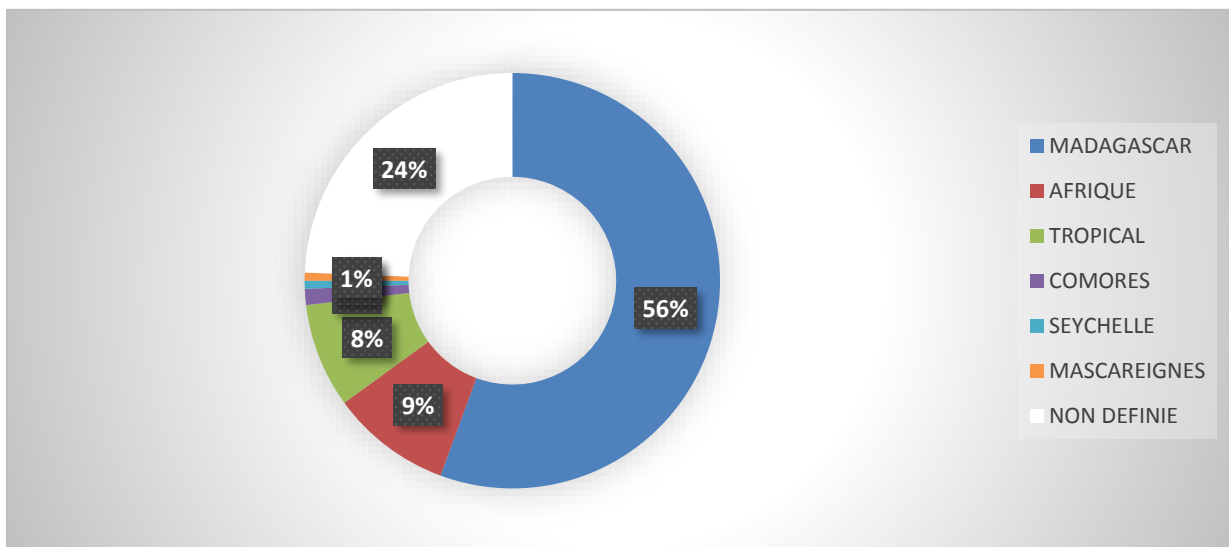
Le diagramme montre que la famille des ASTERACEAE, des FABACEAE et des RUBIACEAE sont les plus représentées par une fréquence élevée d'espèces de 10 %, 6,67 % et 6,25 % respectivement. Et viennent ensuite les LAURACEAE (5 %), les EUPHORBIACEAE (4,38 %), les POACEAE (4,38 %) et les MORACEAE (3,13 %).

Les familles non représentées dans le diagramme sont des familles qui ne présentent qu'une seule espèce (0,63 %) : APHLOIACEAE, AQUIFOLIACEAE, ARALIACEAE, ARECACEAE, ASPHODELACEAE, BIGNONIACEAE, BURSERACEAE, CANNABACEAE, CELASTRACEAE, COMBRETACEAE, CUNONIACEAE, CLUSIACEAE, DENNSTAEDTIACEAE, EBENACEAE, ERYTHROXYLACEAE, FLAGELLARIACEAE, ICACINACEAE, LORANTHACEAE, LAMIACEAE, MARATIACEAE, OLACACEAE, OLEACEAE, OROBANCHACEAE, OSMUNDACEAE, PANDANACEAE, PINACEAE, PITTOSPORACEAE, RANUNCULACEAE, RHAMNACEAE, RUTACEAE, SAPOTACEAE,

SMILACACEAE, SOLANACEAE, STRILITZIACEAE, THELYPTERIDACEAE, THYMELAEACEAE, URTICACEAE et VERBENACEAE.

### III.2.2. AFFINITE BIOGEOGRAPHIQUE

Parmi les 159 espèces dénombrées au cours des descentes sur le terrain, l'origine des 121 espèces a été précisée : 89 espèces, soit 56 % sont endémiques de Madagascar, 15 espèces (9%) présente une affinité africaine, 13 espèces (8%) pantropicales, 2 espèces (1%) prennent leur origine aux Iles des Comores, une espèce (1%) provient de Seychelles et une (1%) de Mascareignes. L'origine des 39 espèces restantes (24 %) est non définie. La figure 6 montre le nombre d'espèces observées suivant leur distribution géographique.



*Figure 6 : Distribution géographique des espèces recensées dans les sites étudiés*

### III.2.3. STATUT DE CONSERVATION

Le statut de conservation de plus de la moitié des espèces recensées (82 espèces) s'affiche dans la liste rouge des espèces menacées d'extinction de l'UICN. Leurs fréquences sont les suivantes : 2 % en danger de disparition dans leur milieu de vie (EN), 3 % vulnérables (VU), 6 % quasi menacées (NT) et 40 % à préoccupation mineure (LC). Les autres espèces (49 %) restent non définies. La figure 8 donne la distribution des espèces selon le statut de conservation de l'UICN.

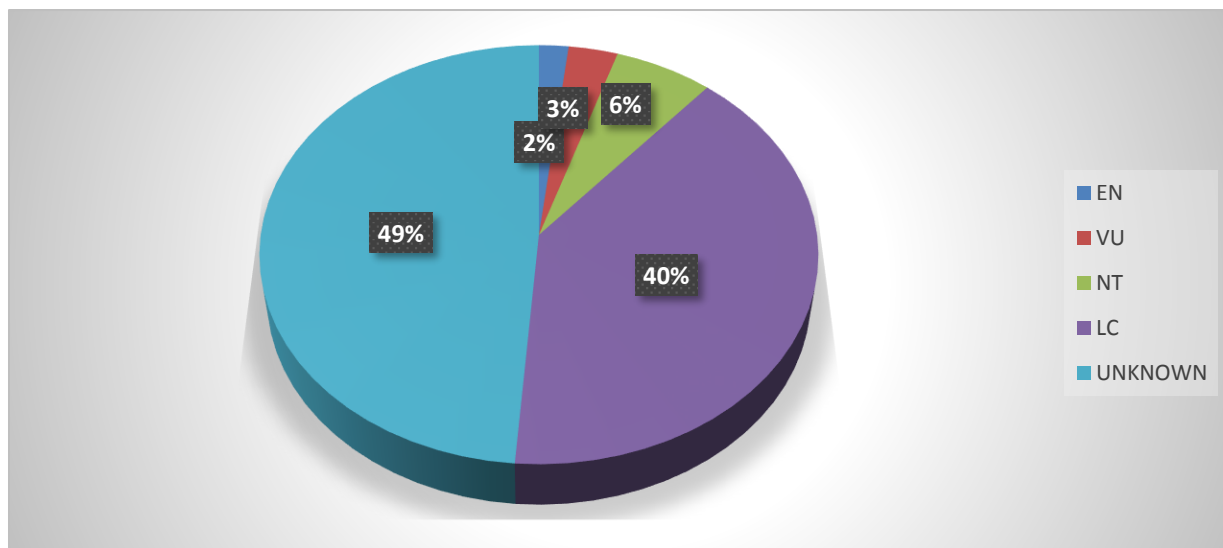


Figure 7: catégorie des espèces selon le niveau de conservation des espèces de l'UICN

Le nom et statut des espèces les plus menacées figurent dans le tableau 3.

Tableau 3: Statut de conservation des espèces plus menacées (EN et VU) selon l'UICN

Nom scientifique	Auteur(s)	Catégorie de la liste rouge de l'UICN	Année de publication dans Red List
<i>Canarium madagascariense</i>	Engl.	En danger (EN)	2019
<i>Memecylon acrogenum</i>	R.D. Stone	En danger (EN)	2020
<i>Pyrostria madagascariensis</i>	Lecomte	En danger (EN)	2020
<i>Dalbergia baronii</i>	Baker	Vulnérable (VU)	1998
<i>Dalbergia madagascariensis</i>	Vatke	Vulnérable (VU)	2019
<i>Symphonia fasciculata</i>	Jum. & H. Perrier	Vulnérable (VU)	2020
<i>Tannodia perrieri</i>	(Leandri) Radcl.-Sm	Vulnérable (VU)	2020
<i>Terminalia tetrandra</i>	(Danguy) Capuron	Vulnérable (VU)	2019

#### III.2.4. SPECTRE BIOLOGIQUE

La végétation de l'Aire protégée d'Ambohidray est dominée par les Phanérophytes avec un taux égal à 62,67 % du spectre biologique (figure 8). Cette proportion explique généralement l'appartenance des formations à des forêts plus ou moins dégradées. Parmi les Phanérophytes, les Mésophanérophytes et les Microphanérophytes sont les plus abondants avec de taux respectifs de 30 % et 24 %. Le reste est représenté par quelques espèces seulement : les Chaméphytes (8,67 %), les

Thérophytes (8,67 %), les Lianes (8 %), les Hémicryptophytes (7,37 %), les Géophytes (4 %) et l'Epiphyte par une seule espèce (0,67 %).

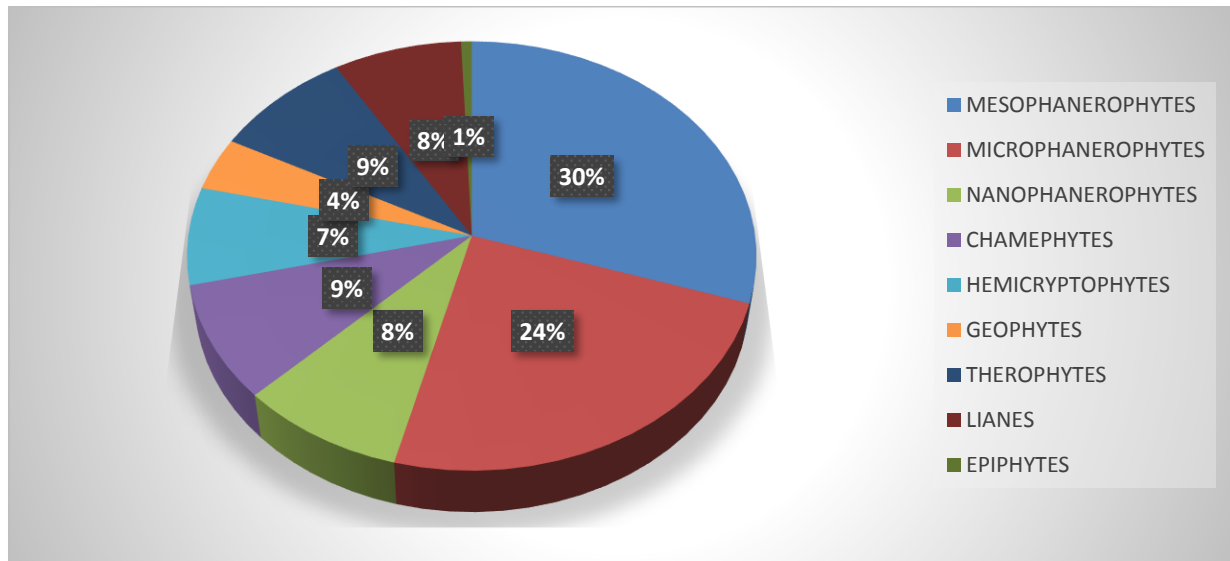


Figure 8 : Types biologiques des espèces recensées dans l'Aire Protégée d'Ambohidray

### III.2.5. ESPECES ENVAHISSANTES

Dans les sept sites d'étude où nous avons fait les relevés, 9 espèces envahissantes (6% des espèces présentes) ont été recensées. Elles appartiennent à six familles différentes. La liste est donnée dans le tableau ci-après.

Tableau 4 : Liste des espèces envahissantes recensées

Familles	Genres et Espèces	Noms vernaculaires
ASTERACEAE	<i>Erigeron naudinii</i>	Maitsoririnina
	<i>Bidens pilosa</i>	Tsipolotra
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>	Apanga
MELASTOMATACEAE	<i>Clidemia hirta</i>	Mazambody
MYRTACEAE	<i>Psidium cattleianum</i>	Goavitsinoa
	<i>Psidium guajava</i>	Goavy
	<i>Eucalyptus robusta</i>	Kininina
PINACEAE	<i>Pinus kesiya</i>	Kesika
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	Radriaka

### III.3. TYPOLOGIE DES FORMATIONS VEGETALES

Les observations et appréciations visuelles effectuées sur le terrain ont permis d'identifier trois grands types de végétation naturels et modifiés (forêt, formation secondaire et savane).

Le regroupement des 245 relevés effectués dans ces trois différents types de végétation mentionnés, suivant les caractéristiques floristiques et structurales, par la méthode de traitement CAH a donné 10 groupements végétaux qui sont : GS1, GS2, GS3, GL1, GL2, GL3, GF1, GF2, GF3 et GF4. Les relevés constitutifs et les dendrogrammes présentant ces groupements végétaux et se trouvent en annexe 3.

Ainsi, l'analyse et rassemblement de ces 10 groupements végétaux a permis de parvenir à six formations végétales qui sont mis en évidence dans le dendrogramme (figure 9) ci-après.

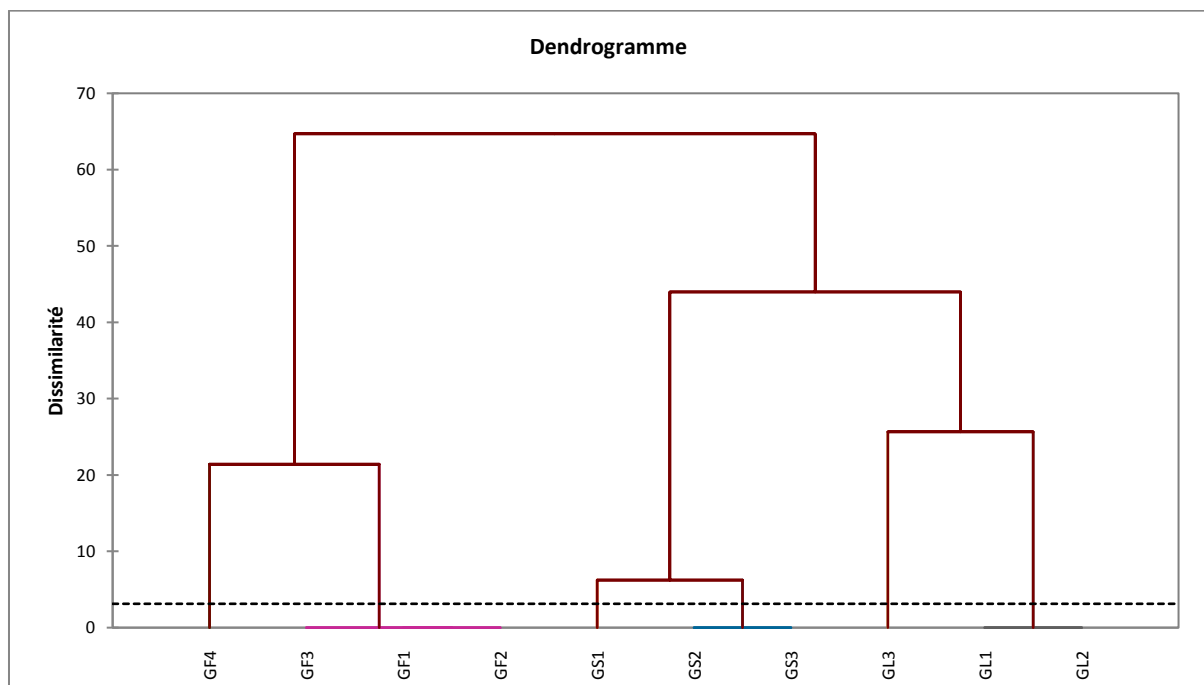


Figure 9 : Dendrogramme des groupements végétaux par la méthode de CAH

Le tableau 5 suivant montre les six formations végétales déterminées avec leurs groupements végétaux caractéristiques et leurs types de végétation.

Tableau 5: Regroupement des groupements végétaux

Formations végétales	Formation végétale I	Formation végétale II	Formation végétale III	Formation végétale IV	Formation végétale V	Formation végétale VI
Groupements végétaux constitutifs	Groupement GS1	Groupements GS2 et GS3	Groupements GL1 et GL2	Groupement GL3	Groupements GF1, GF2 et GF3	Groupement GF4
Types des formations végétales	Savane à <i>Erica</i> sp.	Savane herbacée et arbustive	Lisière forestière et recru forestier	Recrû forestier	Forêt écrémée	Forêt primaire

### III.4. CARACTERISTIQUES DES FORMATIONS VEGETALES

Différentes caractéristiques des formations végétales basées sur certains descripteurs comme la richesse et composition floristique, la fréquence d'espèces envahissantes, la structure de la végétation et la description écologique stationnelle ont été étudiées.

#### III.4.1. CARACTERISTIQUES FLORISTIQUES DES FORMATIONS VEGETALES

##### III.4.1.1. Caractéristiques floristiques de la formation végétale I (GS1)

La formation végétale I est représentée par de savanes à *Erica* sp. d'environ 1 à 3 m de hauteur. Elle est la moins riche en espèces de toutes les formations végétales étudiées, composée de 17 espèces regroupées dans 17 genres et 14 familles. Les familles les mieux représentées sont les POACEAE (2 espèces : *Aristida rufescens* et *Hyparrhenia rufa*) et les ASTERACEAE (2 espèces : *Vernonia garnieriana* et *Helichrysum gymnocephalum*).

La fréquence de l'espèce caractéristique, *Erica* sp. (ERICACEAE), est de 60,17 %.

Le recouvrement des espèces envahissantes (*Pteridium aquilinum* et *Clidemia hirta*), est suffisamment importante : 25%.

##### III.4.1.2. Caractéristiques floristiques de la formation végétale II (GS2 et GS3)

La formation végétale II est constituée par de savanes herbeuses et arbustives avec des touffes de 0,3 à 0,7 m de hauteur. Elle présente 20 espèces réparties dans 19 genres et 13 familles. Elle est plus riche que la formation végétale I.

Les familles les mieux représentées sont les POACEAE (5 espèces) et les ASTERACEAE (3 espèces) et les espèces ligneuses fréquentes sont *Erica* sp. (43,32 %), *Vernonia garnieriana* (14,05 %), *Pteridium aquilinum* (13,57 %) et *Weinmannia rutenbergii* (10,92 %).

La végétation est perturbée par la présence de certaines espèces envahissantes (*Pteridium aquilinum*, *Psidium guajava*, *Pinus kesiya* et *Clidemia hirta*) avec un taux de 30% des espèces présentes.

#### **III.4.1.3. Caractéristiques floristiques de la formation végétale III (GL1 et GL2)**

Comme il s'agit de lisière et végétation à recrû forestier, ce type de végétation est plus hétérogène avec une structure perturbée et irrégulière, de hauteur variant de 0,7 à 2,5 m. La richesse est de 36 espèces réparties dans 31 genres et 20 familles. Cette formation végétale III est plus riche en espèces que la formation végétale II. Elle est dominée par les familles des : ASTERACEAE (10 espèces), des POACEAE (7 espèces), des MYRTACEAE (2 espèces), des FABACEAE (2 espèces) et des ERICACEAE (2 espèces).

Les espèces ligneuses les plus fréquentes sont : *Weinmannia rutenbergii* (31%) et *Erica* sp. (14,87%), *Dichrostachys tenuifolia* (11,72%) et *Vernonia garnieriana* (10,78%).

Cette formation végétale abrite des espèces envahissantes comme *Pteridium aquilinum*, *Psidium cattleianum*, *Pinus kesiya*, *Psidium guajava* et *Clidemia hirta*. Leurs fréquences de 15% expliquent que le niveau de dégradation de cette formation est moins élevé que celui de la formation végétale II.

#### **III.4.1.4. Caractéristiques floristiques de la formation végétale IV (GL3)**

La présente formation végétale IV est constituée d'un groupement végétal plus de peuplement ligneux en espèces forestières à structure encore hétérogène de 3 à 5 m de hauteur. Elle est composée de 33 espèces, 31 genres et 25 familles dont les familles les plus importantes par leur richesse spécifique sont les : ASTERACEAE (4 espèces), ERICACEAE (2 espèces), FABACEAE (2 espèces), HYPERICACEAE (2 espèces), MYRTACEAE (2 espèces) et POACEAE (2 espèces).

Les espèces les plus fréquentes sont : *Weinmannia rutenbergii* (26 %), *Erica* sp. (13,18 %) et *Cassinopsis madagascariensis* (10,75%). Elle est moins riche que la formation végétale III.

Tableau 6 : Caractéristiques floristiques, structurales et écologiques stationnelles des formations végétales (valeurs moyennes)

Formations végétales	Formation végétale I	Formation végétale II	Formation végétale III	Formation végétale IV	Formation végétale V	Formation végétale VI
<b>Nombre de relevés</b>	17	100	55	11	45	17
<b>Localisation</b>	Andriana ouest	Andriana est Andriana ouest, Ambolobe ouest et Ambolobe sud-ouest	Andriana ouest et Ambolobe sud-ouest	Andriana ouest	Andriana ouest Ambolobe ouest	Andriana est
<b>Altitude</b>	982 à 989 m	947 m à 1047 m	962 m à 996 m	947 m à 989 m	961 m à 1047 m	961 m à 1000 m
<b>Espèces caractéristiques</b>						
<b>Espèces fréquentes (%)</b>	<i>Erica</i> sp. (60,17) et <i>Weinmannia rutenbergii</i> (13,85)	<i>Erica</i> sp. (43,32) et <i>Vernonia garnieriana</i> (14,05)	<i>Weinmannia rutenbergii</i> (31,01) et <i>Erica</i> sp. (14,87)	<i>Weinmannia rutenbergii</i> (25,98) et <i>Erica</i> sp. (13,18)	<i>Dichrostachys tenuifolia</i> (19,51) <i>Weinmannia rutenbergii</i> (14,7)	<i>Erythroxylum nitidulum</i> (7,38) et <i>Psychotria parkeri</i> (4,6)
<b>Recouvrement des espèces forestières</b>	0	0	5	10	23	90
<b>Recouvrement des espèces envahissantes (%)</b>	25	30	15	13	07	0,6
<b>Richesses floristiques</b>						
<b>Nombre de familles</b>	13	13	20	25	37	51
<b>Nombre de genres</b>	17	19	31	31	54	81
<b>Nombre d'espèces</b>	17	20	36	33	56	95
<b>Caractères structuraux</b>						
<b>H<sub>t</sub> (m)</b>	3,36	2	3,74	4,60	6,33	16,47
<b>D<sub>max</sub> (cm)</b>	3,37	1,5	3	4,20	10,33	14,24
<b>Densité spécifique (ind/ha)</b>	12329,41	6892,31	14219,35	15914,89	10916,67	5017,65
<b>Recouvrement</b>	50	88	81	43	64	67
<b>Caractères écologiques stationnelles</b>						
<b>Épaisseur de la couche d'humus (cm)</b>	Nulle	Mince	Peu épaisse	Moins épaisse	Épaisse	Épaisse
<b>Présence de griffes d'érosion et/ou lessivage</b>	+	-	+	+	-	-
N.B. : + : présence et - : absence						

Les espèces envahissantes trouvées dans la formation végétale III (*Pteridium aquilinum*, *Psidium cattleianum*, *Psidium guajava*, *Pinus kesiya* et *Clidemia hirta*) persistent encore dans le groupement végétal IV mais de fréquence (13%) moins élevée que celle de la formation végétale III.

**III.4.1.5. Caractéristiques floristiques de la formation végétale V (GF1, GF2 et GF3)**

Cette formation végétale est caractérisée par de forêt écrémée, à structure forestière et régulière avec un certain degré de dégradation physiologique, de hauteur variant de 6 à 10m de hauteur. La formation V est composée de 56 espèces incluses dans 54 genres et 37 familles. Ces valeurs montrent qu'elle est plus riche que la formation végétale IV. Elle est composée des familles représentatives suivantes : POACEAE (6 espèces), ASTERACEAE (5 espèces), FABACEAE (4 espèces), RUBIACEAE (3 espèces), APOCYNACEAE (2 espèces), ASPARAGACEAE (2 espèces), EUPHORBIACEAE (2 espèces), ERICACEAE (2 espèces), MYRTACEAE (2 espèces) et HYPERICACEAE (2 espèces).

Deux espèces y sont fréquentes : *Dichrostachys tenuifolia* (19,51 %), *Weinmannia rutenbergii* (14,7 %) et *Nuxia oppositifolia* (14,27 %).

Les espèces envahissantes présentent une fréquence totale de 07% qui est moins perturbé par rapport aux formations végétales mentionnées au-dessous.

**III.4.1.6. Caractéristiques floristiques de la formation végétale VI (GF4)**

C'est la formation végétale « pseudo-climax » et considérée comme la plus riche au niveau d'espèces forestières (forêt plus ou moins intacte). Au total, 95 espèces ont été recensées. Elles appartiennent à 81 genres et 51 familles. Les familles les plus riches sont : LAURACEAE (8 espèces), EUPHORBIACEAE (6 espèces), MORACEAE (5 espèces), RUBIACEAE (5 espèces), FABACEAE (5 espèces), ASTERACEAE (4 espèces), SALICACEAE (4 espèces), ANNONACEAE (3 espèces), ASPARAGACEAE (3 espèces), CLUSIACEAE (3 espèces), SAPINDACEAE (3 espèces), ACANTHACEAE (2 espèces), ANACARDIACEAE (2 espèces), CONNARACEAE (2 espèces), LOGANIACEAE (2 espèces), MONIMIACEAE (2 espèces) et ERYTHROXYLACEAE (2 espèces).

Les espèces suivantes y sont fréquentes : *Erythroxylum nitidulum* (7,38 %), *Psychotria parkeri* (4,6 %), *Syzygium emirensis* (4,48 %), *Chrysophyllum boivinianum* (4,36 %), *Cryptocarya* sp. (4,24 %), *Hypoestes* sp. (3,63 %), *Macphersonia gracilis* (3,63 %), *Dichrostachys tenuifolia* (3,51%), *Cryptocarya thovenotii* (3,27%), *Plagioscyphus jumelii* (3,15%), *Cryptocaria aromatica* (2,78%),

*Symphonia fasciculata* (2,78%), *Dypsis pinnatifrons* (2,54 %), *Strychnos myrtoïdes* (2,42 %), *Garcinia verrucosa* (2,3) et *Canthium medium* (2,18 %).

Une espèce envahissante est trouvée dans cette formation végétale, *Erigeron naudinii*, d'une fréquence peu significative de 0,6 %. Dans d'autres termes, la végétation n'est pas perturbée.

### III.4.2. CARACTERISTIQUES STRUCTURALES ET PEDOLOGIQUES DES FORMATIONS VEGETALES

Les caractéristiques structurales et écologiques stationnelles des six formations végétales, d'après les observations sur terrain et l'analyse de données sur le logiciel Excel, sont décrites dans le tableau 7.

**Tableau 7 : Caractéristiques structurales et écologiques stationnelles des formations végétales (valeurs moyennes)**

Caractéristiques	H <sub>t</sub> (m)	D <sub>max</sub> (cm)	Nb. de strate	Densité (ind./ha)	Rec. (%)	Rec. de litière (%)	Eps. d'humus (cm)	Griffes d'érosion et/ou lessivage
Formations végétales								
Formation végétale I	2,36	2,37	2	12329,41	50	15	0	+
Formation végétale II	0,5	0,5	2	6892,31	88	5	0,5	-
Formation végétale III	1,74	2	2	14219,35	81	60	3	+
Formation végétale IV	4,60	4,20	2	15914,89	43	70	5	+
Formation végétale V	6,33	6	3	10916,67	64	85	7	-
Formation végétale VI	16,47	14,24	3 Emergents	5017,65	67	100	15	-
<b>N.B :</b> <b>H<sub>t</sub></b> : hauteur totale ; <b>D<sub>max</sub></b> : diamètre maximal ; <b>Rec.</b> : recouvrement des herbacées ; <b>Eps.</b> : épaisseur ; + : présence ; - : absence								

Au niveau structural, les formations végétales I, II, III et IV présentent deux strates : strate inférieure herbacée et strate supérieure arbustive. Pour les formations végétales I, II et III, la strate inférieure herbacée est de 0 à 1m de hauteur et la strate supérieure arbustive de 1 à 3 m. La strate supérieure arbustive de la formation IV est de 1 à 5m. La hauteur moyenne (0,5 m) et le diamètre moyen (0,5 cm) de la formation végétale II (savane) sont plus faibles par rapport à ceux des autres formations végétales. Par contre, son recouvrement pour les espèces herbacées est très élevé (88%).

La formation végétale IV (recrû forestier) est la plus dense en termes d'individus de toutes les formations étudiées avec une densité spécifique moyenne de 15914,89 individus / ha. Elle est aussi la formation la moins couvrante au niveau du sol (43 %). La formation végétale V (forêt écrémée) a trois strates : strate inférieure (0 à 1m), strate moyenne (1 à 6m) et strate supérieure (6 à 10m). En plus des trois strates, la formation végétale VI (forêt plus ou moins intacte) présente des émergents pouvant atteindre de 12 à 18m. Cette formation végétale VI présente une densité relativement faible (5017,65 individus / ha) par rapport aux autres formations végétales étudiées.

En ce qui concerne les caractéristiques écologiques stationnelles, pour la formation végétale VI forestière, on note un recouvrement important de litière soit presque à 100% avec une couche d'humus très marquée (15cm). Cela montre un sol riche et fertile. Par contre, ces aspects pédologiques sont relativement médiocres et plus ou moins infertiles pour les formations I et II (savane). Le phénomène d'érosion de sol, en particulier le lessivage et la formation de lavaka, sont observés dans les stations des formations I, III et IV (savane à *Erica* sp., lisière forestière et recrû forestier jeune et mature).

### **III.5. DYNAMIQUE HYPOTHETIQUE DE LA VEGETATION**

L'étude floristique des formations végétales, les enquêtes et les observations des situations écologiques stationnelles ont permis d'établir la tendance de la succession végétale de la zone d'étude au fil du temps tenant compte les enjeux de pressions anthropiques mis en jeu. Ainsi, les étapes de développement (progressive ou régressive) de végétation sont fonction de l'intensité, de la fréquence et de l'âge de pressions anthropiques. Et elles peuvent être mentionnées comme suit si les pressions (feux de brousse, exploitation forestière, défrichement de végétation, coupes de bois forestiers, etc.) pesées sur la végétation sont éliminées : sol à végétation herbeuse et en partie dénudé de savane à *Erica* sp., suivie par la savane arbustive et/ou herbacée, la formation secondaire de lisière et recrû forestier, la formation mixte à recrû forestier plus mature, la formation préforestière à forêt écrémée puis la formation climacique (forêt naturelle). La figure 5 présente le schéma sur la dynamique hypothétique de la végétation.

## Résultats et interprétations

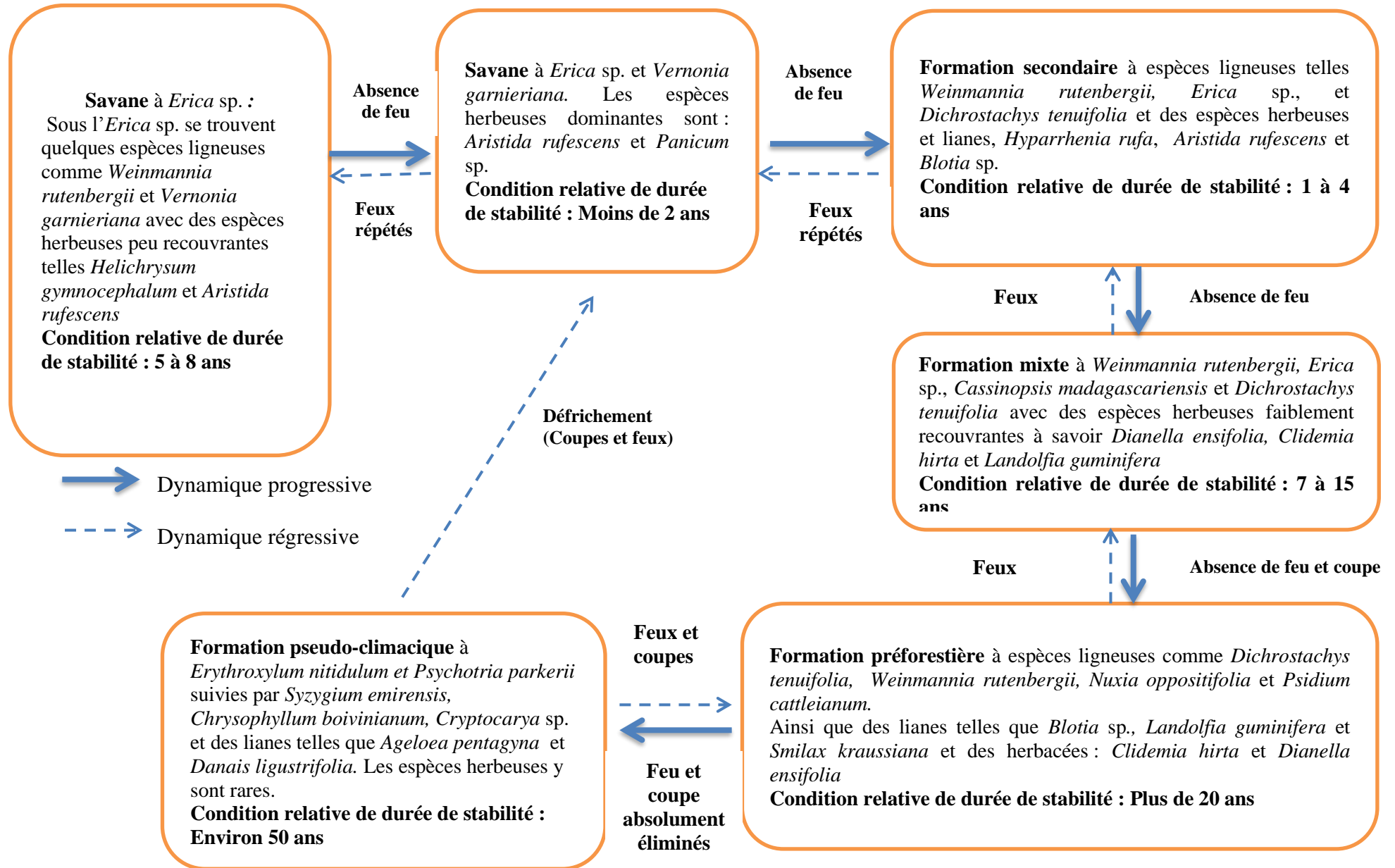


Figure 10 : Dynamique hypothétique spatiale des formations végétales

### III.6. NIVEAU DE DEGRADATION DE LA VEGETATION

Les résultats d'enquêtes et la prospection de l'Aire Protégée d'Ambohidray a permis de constater que la végétation de l'Aire Protégée est en majeure partie dégradée. Les parties ouest et nord-ouest de l'Aire Protégée sont les plus touchées. Les causes principales en sont l'exploitation forestière et les feux de brousse. Les gens exploitent illicitement les bois forestiers pour la fabrication de charbon et de meubles. Ce genre d'approche d'exploitation est devenu une source de revenu facile et rapide pour la population locale. Ils choisirent plutôt les espèces à bois plus ou moins durs pour avoir de bénéfice. De l'autre côté, la mise à feu sur la savane et la forêt est devenue une mauvaise habitude pour eux même sans raison bien fondées.

D'après les analyses statistiques des données floristiques, structurales et pédologiques, les formations végétales sont classifiées selon leur niveau de dégradation afin d'établir l'atlas de restauration écologique de l'Aire Protégée d'Ambohidray.

Tableau 8: Niveau de dégradation des formations végétales

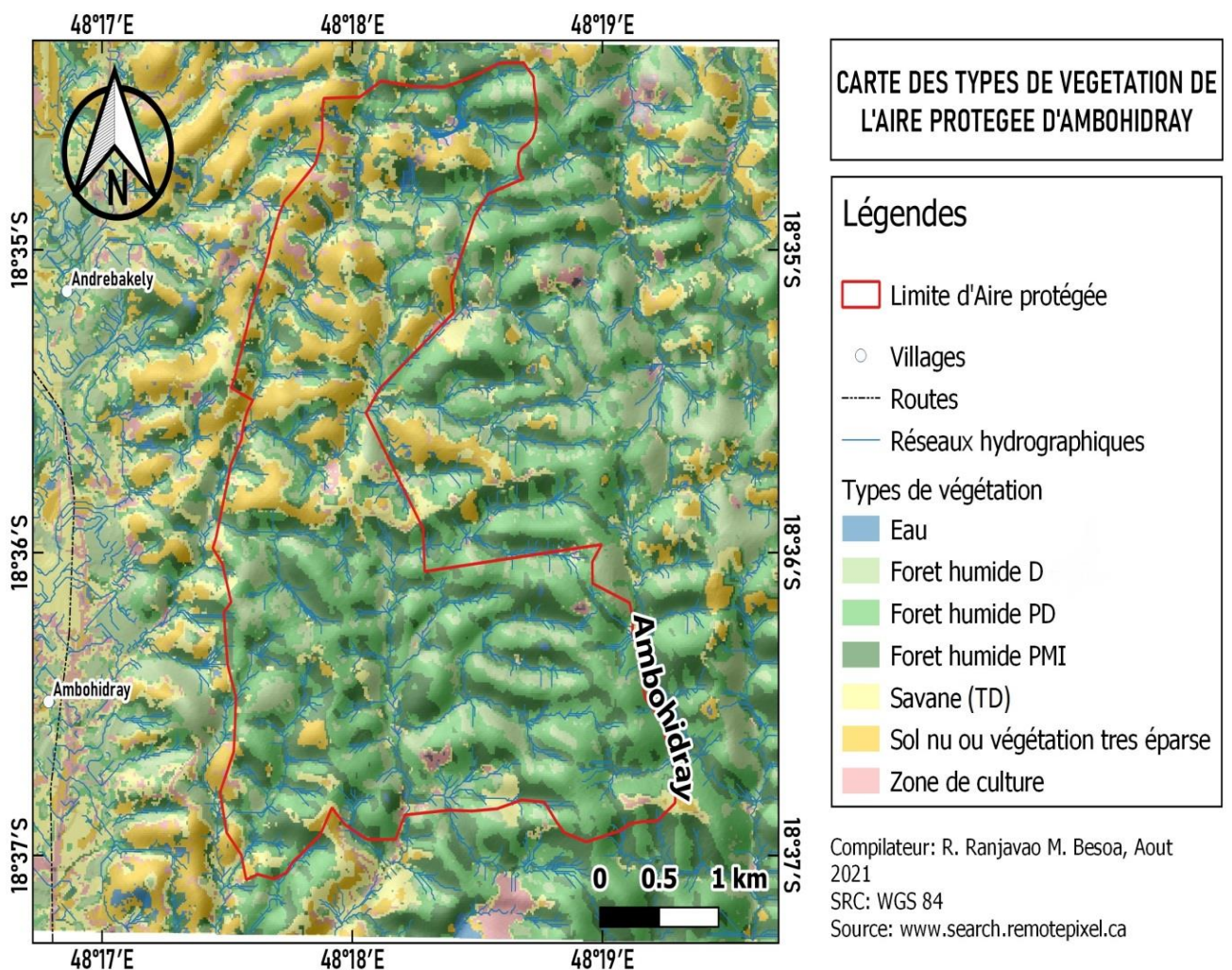
Niveau de dégradation	Très dégradées		Dégradées		Peu dégradée	Plus ou moins intacte
Formations végétales	Formation végétale I	formation végétale II	Formation végétale III	Formation végétale et IV	Formation végétale V	Formation végétale VI
Types de végétation	Savane <i>Erica</i> sp.	Savane herbeuse arbustive	Lisière Forestière et recrû forestier	Recrû forestier	Forêt écrémée	Forêt naturelle
Recouvrement des espèces forestières (%)	0	0	5	10	23	90
Recouvrement des espèces envahissantes (%)	25	30	15	13	7	0,6

### III.7. ATLAS ET PLAN D' ACTIONS DE RESTAURATION ECOLOGIQUE DE L'AIRE PROTEGEE D'AMBOHIDRAY

L'atlas de restauration écologique est un outil ou support cartographique permettant de mettre en évidence les différentes unités écologiques à restaurer avec les approches techniques de restauration écologique. Les types de restauration écologique à mettre en œuvre sur les formations végétales sont à choisir selon leur niveau de dégradation. D'abord, toutes les formations à restaurer exigent l'éradication des espèces exotiques envahissantes après de bonnes sensibilisations et/ou éducations de la population locale à propos des impacts des activités anthropiques (feux de

végétation, coupes de bois, etc.) sur la biodiversité. Ensuite, les formations très dégradées de la savane, formations végétales I et II, nécessitent la restauration active qui a besoin d'intervention sur la plantation des espèces pionnières candidates. Vu que les formations dégradées composées de lisière et recrû forestier, formations végétale III et IV, présentent déjà quelques espèces préforestières et forestières, elles n'ont besoin que d'être restaurées passivement avec un enrichissement en espèces cibles choisies dans la liste des espèces candidates. Et la formation végétale V et VI, forêt écrémée et forêt plus ou moins intacte, demandent la restauration passive où la plantation d'espèces cibles n'est plus essentielle. L'intervention s'arrête sur l'élimination des espèces invasives.

La carte 2 donne une indication sur la localisation de ces types de formation et d'autres types de végétation dans l'Aire Protégée d'Ambohidray nécessitant une restauration.



TD: très dégradée ; D: Dégradée (lisière forestière et recrû forestier) ; PD: peu dégradée (forêt écrémée); PMI: plus ou moins intacte (forêt naturelle);

**Carte 2 : Atlas de restauration écologique de l'Aire Protégée d'Ambohidray**

Voici un tableau récapitulatif du plan d'actions de restauration :

**Tableau 9: Types de restauration selon le niveau de dégradation des formations végétales**

<b>Types de restauration écologique</b>	<b>Restauration active</b>	<b>Restauration passive assistée</b>	<b>Restauration passive</b>
Niveau de dégradation de la végétation	Très dégradé	Dégradé	Peu dégradé et plus ou moins intact
Types de végétation	Savane (formations végétales I et II)	Lisière forestière et recru forestier (formations végétales III et IV)	Forêt écrémée et forêt naturelle (formations végétales V et VI)
Effort d'intervention	<b>3 étapes :</b> <b>a-</b> Education et sensibilisation de la population locale pour diminuer les pressions <b>b-</b> Elimination des espèces envahissantes ; <b>c-</b> Plantation et/ou restauration de groupes d'espèces candidates (espèces pionnières)	<b>3 étapes :</b> <b>a-</b> Education et sensibilisation de la population locale pour diminuer les pressions <b>b-</b> Elimination des espèces envahissantes <b>d-</b> Opportunité d'enrichissement en espèces cibles (espèces préforestières et forestières)	<b>2 étapes :</b> <b>a-</b> Education et sensibilisation de la population locale pour diminuer les pressions <b>b-</b> Eradication des espèces exotiques envahissantes
Mesures d'accompagnement	-Suivi écologique et gestion des pressions	- Suivi écologique et gestion des pressions	-Suivi écologique et gestion des pressions

### **III.8. ESPECES CANDIDATES DE RESTAURATION ECOLOGIQUE**

A partir des données floristiques des formations végétales étudiés et les critères de choix des espèces candidates de restauration écologique citées dans la méthode d'étude, 98 espèces ont été sélectionnées et 10 d'entre elles sont considérées comme pionnières (espèces propres des habitats très dégradés et dégradés), 12 espèces préforestières (caractéristiques des habitats peu dégradés) et 75 espèces forestières (caractéristiques des habitats plus ou moins intacte). La liste de ces espèces candidates se trouve en annexe 1.

## Résultats et interprétations

Tableau 10 : Caractéristiques des espèces candidates de restauration

Noms scientifiques des espèces candidates	Caractéristiques des habitats dégradés	Caractéristiques des habitats peu dégradés	Caractéristiques des habitats naturels	Endémiques et/ou autochtones	Médicinales et pour la fabrication de meubles	Menacées (UICN)	Fixatrices d'azote et antiérosives	Consommées par lémuriens et oiseaux
<i>Abrahamia ditimena</i>			S	E				D
<i>Acalypha cuspidata</i>			S					
<i>Ambavia gerrardii</i>			S	E				D
<i>Aphloia theiformis</i>	H			A	Md			D
<i>Anthocleista amplexicaulis</i>	H			E				D
<i>Anthospermum emirnense</i>			S	E				
<i>Anthospermum spathulatum</i>			S	E				
<i>Albizia gummifera</i>	H			A	M		FA	
<i>Brachylaena ramiflora</i>		Ms		A	M			
<i>Brachylaena merana</i>			S	E	M			
<i>Bathiorhamnus macrocarpus</i>			S	E				D
<i>Canarium madagascariense</i>			S	E		EN		D
<i>Craspidospermum verticillatum</i>			S	E				
<i>Cassine aethiopica</i>	H			A	Md			
<i>Croton nitidulus</i>			S	E				
<i>Cassinopsis madagascariensis</i>	H			E	Md			D
<i>Cryptocarya sp.</i>			S		M			D
<i>Cryptocarya thouvenotii</i>			S	E				D
<i>Cryptocarya massoy</i>			S					D
<i>Cryptocarya sp.</i>			S					D
<i>Canthium medium</i>			S	E				D
<i>Calophyllum milvum</i>			S	E	M			D
<i>Calantica cerasifolia</i>			S	E	Md			
<i>Chrysophyllum boivinianum</i>			S	E	Md			D
<i>Cerondendron sp.</i>	H							
<i>Dichaetanthera oblongifolia</i>			S	E				
<i>Dalbergia baronii</i>			S	E	Md/M	VU	FA	
<i>Dalbergia chapelieri</i>			S	E	M		FA	
<i>Dalbergia madagascariensis</i>			S	E	M	VU	FA	
<i>Dypsis pinnatifrons</i>			S	E				D
<i>Dracaena xiphophylla</i>			S	E				D
<i>Dracaena reflexa var. angustifolia</i>			S	E	Md			D
<i>Dichrostachys tenuifolia</i>		Ms		E	M		FA	

### Résultats et interprétations

<i>Dombeya lucida</i>			S	E	M			
<i>Diospyros perrieri</i>			S	E				
<i>Erythroxylum nitidulum</i>			S	E				D
<i>Euphorbia tetraptera</i>			S	E				
<i>Entada louvelii</i>			S	E	M		FA	
<i>Ficus megapoda</i>			S	E	Md			
<i>Ficus lutea</i>			S	A				
<i>Ficus pachyclada</i>			S	E				
<i>Ficus reflexa</i>			S	NE				
<i>Garcinia verrucosa</i>			S	E				D
<i>Harungana madagascariensis</i>		Ms			M			
<i>Hypoestes</i> sp.			S	E				
<i>Homalium involucratum</i>			S	E				
<i>Homalium axillare</i>			S	E				
<i>Ilex mitis</i>		Ms		A				D
<i>Isolona madagascariensis</i>			S	E				D
<i>Laportea humblotii</i>			S	E				
<i>Ludia ludiifolia</i>			S	E				D
<i>Macphersonia radlkoferi</i>		Ms		E				
<i>Macaranga obovata</i>		Ms		E				D
<i>Macaranga boutonioides</i>			S					D
<i>Maesa lanceolata</i>			S		Md			D
<i>Memecylon acrogenum</i>			S	E		EN		D
<i>Noronhia humbertiana</i>			S	E				D
<i>Neocussonia</i> sp.			S					D
<i>Nuxia oppositifolia</i>		Ms						
<i>Oncostemum botryoides</i>			S	E				
<i>Olax</i> sp.			S					D
<i>Ocotea racemosa</i>			S	E				D
<i>Ocotea cymosa</i>			S	E	M			D
<i>Ophiocolea floribunda</i>			S	E				D
<i>Plagioscyphus jumellei</i>			S	E				D
<i>Phylloxylon xylophyloides</i>			S	E	Md		FA	
<i>Psorospermum ferrovestitum</i>	H			E	M			D
<i>Pandanus utilis</i>			S					D
<i>Petalodiscus bojerianus</i>			S					D
<i>Pittosporum ochrosiifolium</i>		Ms		E	Md			D
<i>Psychotria parkeri</i>			S	E				

### Résultats et interprétations

<i>Pyrostria madagascariensis</i>			S	E	M	EN		D
<i>Pauridiantha paucinervis</i>			S	A				D
<i>Psiadia altissima</i>	H			E	Md			
<i>Radamaea montana</i>			S	E				
<i>Ravensara floribunda</i>			S	E				D
<i>Ravensara retusa</i>			S	E				D
<i>Ravenala madagascariensis</i>			S	E	Md			
<i>Rhus taratana</i>		Ms		E	Md/M			D
<i>Securinega serigeii</i>			S					
<i>Symphonia tanalensis</i>			S	E	M			D
<i>Strychnos myrtoides</i>			S		Md			D
<i>Streblus dimepate</i>			S	E				D
<i>Syzygium emirense</i>			S	E	.			D
<i>Symphonia fasciculata</i>			S	E	M	VU		D
<i>Tambourissa religiosa</i>			S	E				D
<i>Terminalia tetrandra</i>			S	E		VU		
<i>Trema orientalis</i>		Ms		A	Md			D
<i>Tannodia perrieri</i>			S	E		VU		
<i>Tambourissa thouvenotii</i>			S	E	M			D
<i>Tina conjugata</i>			S	E				D
<i>Vaccinium secundiflorum</i>		Ms		E	Md			D
<i>Vernonia garnieriana</i>	H				Md			
<i>Vepris nitida</i>		Ms		E	M			
<i>Weinmannia rutenbergii</i>	H			E	M			
<i>Wielandia mimosoides</i>			S	E				
<i>Xylopi buxifolia</i>			S	E	M			

**N.B. :** **H** : héliophile et/ou cicatricielle ; **Ms** : mésophile ; **S** : sciaphile ; **E** : endémique ; **A** : autochtone ; **Md** : médicinale ; **EN** : en danger ; **VU** : vulnérable ; **FA** : fixatri d'azote et antiérosive ; **D** : consommée par la faune afin d'être dispersée ; **M** : utilisée pour la fabrication de meubles

### **III.1. IMPORTANCE ECOLOGIQUE DE LA FAUNE (SOUS SOL, SAVANICOLE ET FORESTIERE) DANS LA RESTAURATION ECOLOGIQUE**

Certains animaux participent à la restauration écologique des écosystèmes en tant que disséminateurs de fruits et graines et/ou facilitateurs de germination. Les oiseaux, les lémuriers, les mammifères et micromammifères et la faune pédologique (microfaune) accélèrent la dissémination des diaspores et la fertilité du sol.

Environ 34 espèces faunistiques ont été recensées dans les sites d'étude durant les études sur le terrain : 22 espèces d'oiseaux, 7 espèces de lémuriers, 3 espèces de mammifères et 2 espèces de micromammifères. D'un côté, les oiseaux et les lémuriers sont généralement des granivores, frugivores et folivores (94%). Ils assurent la dispersion des graines. De l'autre côté, les mammifères et micromammifères sont des insectivores, de taux de 6%, favorisent la formation d'humus par leurs excréments

En ce qui concerne la faune de sous-sol (microfaune), elle constitue un bioindicateur potentiel de la fertilité et amélioration des conditions physico-chimiques du sol. Le tableau 11 montre la microfaune caractéristique du sol de chaque type de végétation.

*Tableau 11 : Relation caractéristiques pédologiques et diversité de faune de sous-sol*

<b>Type de végétation et sol correspondant</b>	<b>Importance de la litière et humus</b>	<b>Texture et pH moyen</b>	<b>Faune spécifique (famille et/ou sous-famille)</b>	<b>Observation sur le terrain</b>
Savane sur sol latéritique peu ou moins lessivé	Nulle	Argilo-sableuse pH 4,5	FORMICIDAE (Formicinae)	Plus ou moins occulte
Lisière et recrû forestier à végétation mixte subligneuse et herbeuse	Peu important	Argilo-sableuse pH 5	-FORMICIDAE (Formicinae et Myrmicinae) -LUCANIDAE	Peu fertile
Forêt écrémée sur sol latéritique peu lessivé	Peu important	Argilo-sableuse pH 5	-FORMICIDAE -SCARABEIDAE -CICADELLIDAE	Moins fertile
Forêt naturelle sur sol latéritique non lessivé	Important	Argilo-sableuse pH 5,7	-FORMICIDAE (Myrmicinae et Ponerinae) -MYRIAPODE -LUMBRICIDAE -MELOLONTHIDAE -ARACHNIDE -SCARABEIDAE -LUCANIDAE -GRYLLOTALPIDAE -NABIDAE -CICADELLIDAE	Plus ou moins fertile

D'après les observations sur terrain, le sol plus ou moins dénudé à végétation savanicole est plus ou moins occulte. La litière et l'humus ainsi que la microfaune sont presque absents. Seul, les fourmis de la sous famille des Formicinae (FORMICIDAE) peuvent y vivre. Par contre, la fertilité de sol est bonne quand certaines espèces faunistiques telles les vers de terre (LUMBRICIDAE), les insectes (LUCANIDAE, GRYLLOTALPIDAE, NABIDAE, CICADELLIDA, etc.) et autres microfaune collaborent à la décomposition des matières organiques du sol (litière) dont la végétation est de plus en plus couverte et riche en espèce. Ces espèces rendent le sol humifère et l'acidité du sol diminue.

## **IV. DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS**

Cette partie permet de comparer les résultats obtenus dans l'étude des différentes formations végétales de l'Aire Protégée d'Ambohidray avec ceux des autres études effectuées à Madagascar. Ensuite quelques recommandations sont à proposer pour pallier certaines problématiques et assurer la réussite de la restauration écologique.

#### **IV.1. DISCUSSIONS SUR LA FLORE**

Dans l'ensemble des relevés, 159 espèces réparties dans 134 genres et 66 familles ont été recensées dans les sept sites d'étude dans l'Aire Protégée d'Ambohidray. Cette richesse floristique est plus élevée par rapport à celle inventoriée par Rabary en 2008 (146 espèces, 110 genres et 53 familles) dans cette zone. La différence est due au fait que la méthode utilisée s'étend sur des formations végétales autres que la forêt : savane, lisière forestière et recrû forestier. Par contre, cette richesse est moins élevée par rapport à celles inventoriées par Hasiniaina (2007) dans la formation végétales de la Réserve de Vohimana (forêt primaire, forêt secondaire et savoka), une formation forestière de moyenne altitude de l'Est de Madagascar. Ces formations présentes 305 espèces composés dans 178 genres et 75 familles.

#### **IV.2. DISCUSSION SUR LA DYNAMIQUE HYPOTHETIQUE DE LA VEGETATION**

Deux directions peuvent suivre la dynamique de la végétation : la dynamique progressive et la dynamique régressive. Il a été démontré que les formations végétales très dégradées et dégradée peuvent évoluer en pseudo-climax si les différents types de pression (feux de végétation, coupes de boiset, espèces exotiques envahissantes, etc.) dégradant la forêt sont éliminés (Hasiniaina, 2007 ; Robisoa, 2010 ; Rasoanaivo, 2014 ; Rajemison, 2010; Andrianotahiananahary ; ). Les espèces pionnières qui sont héliophiles et à croissance rapide comme *Weinmannia rutenbergii*, *Vernonia garnieriana* et *Psorospermum ferrovestitum* s'installent sur le milieu dégradé en modifiant les caractéristiques du milieu (sol, éclairage, etc.) afin de permettre aux espèces préforestières (*Harungana madagascariensis*, *Trema orientalis*, ect.) et forestières (*Abrahamia dintimena*, *Cryptocarya* sp., etc.) de se placer. Par contre, les formations forestières subies par la dégradation se régressent en savane si les pressions continues et s'intensifient comme le cas des feux répétés (Rajemison, 2010). Les causes en sont : le feu rend difficile la germination des espèces ligneuses et donc la dominance des espèces herbeuses dans la formation brûlée et défrichée (Hasiniaina, 2007). De plus, à cause de la capacité élevée de dissémination et de germination des espèces exotiques envahissantes s'installant sur les formations dégradées, les espèces autochtones sont étouffées et s'écartent peu à peu jusqu'à la disparition et laissent leur place aux espèces adaptées (Vincent, 2008; Razafindrazaka, 2014 ; Raharinaivo, 2012).

Au niveau pédologique, les feux répétés et touchant les horizons pédologiques engendrent la dégradation du sol et la disparition de la faune pédologique. La richesse en espèce est élevée dans la forêt, faible dans la savane arbustive et herbacée et presque absente dans le sol plus ou moins dénudé à végétation maigre (savane à *Erica* sp.). Ces espèces (vers de terre, insectes, etc.) participent directement ou indirectement à l'amélioration des caractéristiques morphologiques, physique chimiques, biochimiques et biologiques des sols et surtout à la dégradation et l'humification des litières (Bachelier).

Semblable aux résultats obtenus par Rasoanaivo en 2014, la richesse floristique augmente avec l'âge des formations végétales, excepté la formation secondaire de la lisière et jeune recrû forestier où cette richesse est plus élevée que celle du recrû forestier mature. C'est dû au fait que ce type de formation est en plein dynamisme à cause de la dégradation qu'elle subie. De même, la hauteur totale et le diamètre maximal des formations âgées sont moyennement supérieurs à ceux des formations jeunes. Par contre, la fréquence des espèces envahissantes diminue avec le rétablissement de la végétation très dégradée et dégradée et la densité spécifique de la forêt primaire est plus faible (5017,65 individus / ha) que les formations végétales subies par la forte dégradation. Essentiellement, cette densité est encore faible que celle de la forêt primaire d'Amipasindava dite Ala velogno (6625 individus / ha).

#### **IV.3. DISCUSSION SUR LES ESPECES CANDIDATES DE RESTAURATION ECOLOGIQUE ET PLAN D' ACTIONS DE RESTAURATION ECOLOGIQUE**

Seulement, les espèces ligneuses et non envahissantes sont prises en compte dans le choix des espèces candidates de restauration écologique. Trois pouls d'espèces candidates ont été déterminés suivant leurs adaptation au milieu de vie (éclairage, litière et humus du sol) : les espèces des habitats très dégradés et dégradés, celles des habitats peu dégradés et des habitats plus ou moins intacts. Les espèces pionnières sont capables de se développer dans des habitats modifiés par les pressions afin de cicatriser le milieu (Whittaker, 1975 ; Rameau, 2001).

Les formations végétales étudiées sont à restaurer selon leur niveau de dégradation : restauration active des savanes, restauration passive assistée des lisières forestières et recrûs forestiers et restauration passive des forêts écrémées et forêts plus ou moins intactes. Pourtant, il ne s'agit pas de recouvrir le paysage par la forêt car l'objectif n'est pas de rétablir le paysage intact mais de renforcer sa résilience afin de conserver la biodiversité et d'améliorer les qualités des services écosystémiques qu'il fournisse (Strategie national, 2017 ; MEF, 2014). Donc, la priorisation des

zones offrant des services écosystémiques et promouvant la conservation de la biodiversité est à privilégier.

#### **IV.4. RECOMMANDATIONS**

Afin d'assurer la restauration de certaines formations forestières dégradées de la NAP d'Ambohidray, quelques recommandations sont avancées sur le plan de gestion de pressions (anthropiques et naturelles) et plan d'actions de restauration.

**- Sur la gestion des pressions :**

Vu le niveau de dégradation avancé de la végétation de l'Aire Protégée d'Ambohidray et l'insuffisance de responsabilité de la population locale, l'éducation et la sensibilisation répétées à propos des conséquences et impacts des pressions (feux de brousse, défrichage de végétation, coupes de bois forestiers et plantation et dissémination d'espèces envahissantes) exercées sur la biodiversité doivent être appuyer suffisamment. Par exemple, la projection de film environnemental en grande salle, appuyer l'éducation environnementale à l'école étant donné que les élèves peuvent partager leurs connaissances à leurs parents, etc.

La communication entre les gestionnaires, le VOI et la population locale doit être renforcée pour faciliter l'application de la réglementation et du « dina ». En addition, il faut mettre à la disposition du VOI de matériel adéquat (matériel de patrouille et de communication) dans le but d'accomplir leurs travaux.

Grâce à la technologie, le suivi de feu par télédétection est possible afin de prendre une décision à temps.

Pour diminuer la dépendance de la population locale à la forêt, il faut leur fournir des formations professionnelles offrant de source de revenu rapide comme la pisciculture, le guide touristique, la vannerie, la culture vivrière (manioc, patates douces, maïs, etc.).

**- Sur la restauration écologique :**

Les relevés phytoécologiques sont procédés dans trois unités de formations végétales différentes à savoir la savane, la formation secondaire (lisière forestière et recrû forestier) et la forêt (naturelle et modifiée). Or, certaines unités écologiques comme le marais et d'autres unités de

végétation naturelle nécessitent d'être évaluées au niveau floristique, structural et écologique. Par exemple, le marais subi par des activités anthropiques telles l'orpaillage et l'abattage d'espèces caractéristiques du milieu (*Pandanus vandamii*) et la forêt naturelle se trouvant près du lac d'Ambolobe.

La technique de restauration écologique à utiliser dépend de la densité des espèces candidates de restauration dans les formations forestières. Certaines espèces sont disponibles en graines et en propagules dans les forêts et sont prêtes à planter directement (*Weinmannia rutenbergii*, *Cryptocarya* sp., etc.) en période de pluie. D'autres espèces nécessitent de multiplication ou achat en pépinière (*Diospyros perrieri*, *Canarium madagascariense*, *Dalbergia madagascariensis*, etc.). La connaissance de l'aspect physique et biologique du sol est indispensable avant la plantation d'espèces pionnières. La plantation est recommandée sur de sol à pH moins acide et plus riche en humus afin de favoriser la vitesse de la restauration écologique.

Encore, l'étude de sol dans la présente étude est limitée sur les observations et études superficielles des horizons du sol alors que la restauration écologique nécessite la compréhension des caractéristiques pédologiques pour connaître les exigences des espèces. C'est pourquoi il est important de faire des analyses qualitatives et quantitatives approfondies des horizons du sol sur la teneur en éléments minéraux constitutifs (Ca, P, Mg, K) et sur la faune pédologique (microfaune).

# **CONCLUSION**

## Conclusion

L'évaluation floristiques, structurales et écologiques stationnelles des différents types de végétation a été entreprise dans l'Aire Protégée d'Ambohidray. Cette dernière appartient à la Zone Ecolofloristique de moyenne altitude de la Région Orientale de Madagascar (800 à 1200 m). La végétation présente différentes unités écologiques : forêt naturelle, forêt écrémée, forêt dégradée, peuplements ligneux d'espèces exotiques (*Pinus kesiya* et *Eucalyptus robusta*) et de groupe d'espèces invasives, savane, marais et lacs.

La présente étude a permis d'obtenir des informations sur les caractéristiques floristiques, structurales et écologiques stationnelles des formations forestières et non forestières de l'Aire Protégée d'Ambohidray qui ont été subies par différents types de pressions (feux de brousse, coupes de bois, espèces envahissantes) et de déterminer des groupes d'espèces candidates de restauration écologique suivant leur adaptation au niveau de dégradation du milieu. De plus, un atlas cartographique de restauration (Restauration active, Restauration passive assistée et Restauration passive) et plan d'action de restauration écologique ont été établis afin de permettre la réussite de restauration des formations forestières dégradées dans l'Aire Protégée d'Ambohidray.

La richesse floristique de la végétation de l'Aire Protégée d'Ambohidray atteint 159 espèces appartenant à 134 genres et 66 familles, avec un taux élevé d'endémisme d'espèces de 56 %. Les familles caractéristiques de la forêt plus ou moins intacte sont les familles des LAURACEAE (8 espèces) et des EUPHORBIACEAE (6 espèces). En ce qui concerne la structure, ce type de formation présente trois strates dont la hauteur moyenne est de 16 m avec quelques émergents atteignant jusqu'à 18 m. Sa densité est faible (5017,65 individus/ha) avec un taux de recouvrement des herbacées de 67 %.

Six types de formations végétales de critères floristiques, structuraux et pédologiques différents ont été identifiés par la méthode de traitement CAH. Ce sont : savane à *Erica* sp. sur sol plus ou moins dénudé, savane herbeuse et arbustive, lisière et recrû forestiers, recrû forestier mature et forêt écrémée et forêt primaire plus ou moins intacte. La première hypothèse est vérifiée, les facteurs anthropiques et naturels (feux de brousse, coupes de bois, espèces envahissantes, sol) entraînent la dynamique de la végétation.

L'identification de trois groupes d'espèces candidates de restauration écologique issues des différents niveaux de dégradation d'habitats a permis de vérifier la deuxième hypothèse que les espèces pionnières, héliophiles et cicatricielles, préparent les habitats dégradés pour l'installation des espèces préforestières et forestières. Les trois groupes d'espèces sont : les espèces caractéristiques des habitats très dégradés et dégradés (savane à *Erica* sp., savane herbeuse et arbustive, lisière forestière

## ***Conclusion***

et recrû forestier), les espèces caractéristiques des habitats peu dégradés (forêt écrémée) et celles des habitats plus ou moins intacts (forêt naturelle).

L'atlas de restauration a mis en évidence les différents types de restauration écologique suivant le niveau de dégradation de ces formations végétales. La restauration active est à appliquer dans les habitats très dégradés comme la savane. Les habitats dégradés (lisière forestière et recrû forestier) nécessitent la restauration passive assistée tandis que la restauration passive proprement dite est destinée aux habitats peu dégradés (forêt écrémée) et plus ou moins intacts (forêt naturelle). La troisième hypothèse est vérifiée, la formation forestière dégradée peut être restaurée quel que soit le niveau de dégradation.

Les connaissances scientifiques apportées par cette étude devraient permettre de restaurer les formations végétales dégradées et de gérer à long terme les différentes pressions anthropiques et naturelles de la végétation de l'Aire Protégée d'Ambohidray.

# **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Andrianotahiananahary, H. Caractérisation de la diversité interparcellaire des savoka betsileo mitoyennes du corridor Ranomafana-Andringitra. *Tohiravina*, 1, 138-149.
- Bachelier, G. Faune des sols et termites.3, 107-142.
- Blais, J.-G. (1994). Compte rendu de [De Ketele, J.-M. et Roegiers, X. (1993). Méthodologie du recueil d'informations. Bruxelles : De Boeck (Collection Pédagogie en développement, Méthodologie de la recherche). *Revue des sciences de l'éducation*, 20(3), 602–603.
- Besairie, H. (1946). *La Géologie de Madagascar*. Office de la Recherche Scientifique Coloniale, Paris, 27p.
- Braun-Blanquet, J. (1965). *The study of plant communities. Plant sociology*. Masson, New York and London, 439p.
- Ministère de l'Environnement et des Forêts. 2014. *Cinquième rapport national de la Convention sur la Diversité Biologique – Madagascar*. 137p.
- CI (2011). *Restauration forestière à Madagascar : Capitalisation des expériences en vue de l'élaboration d'un Plan d'Action de Restauration*. 69 p.
- Duvigneaud, P. (1980). *La synthèse écologique*. Dion. Paris, 380p.
- Faramalala, M. H., et Rajeriarison, C. (1999). *Nomenclature des formations végétales de Madagascar*. ANGAP et Conservation Internationale, Madagascar, 43p.
- Favier, C (2003). *Hommes, Savanes, Forêts : modélisation de systèmes dynamiques liant l'homme à son environnement*. Ecologie et Environnement. Université de Paris. Paris, 201p.
- Goodman, S. M. et Benstead, J. P. (2005). Short Communication: Updated estimates of biotic diversity and endemism for Madagascar. *Oryx*, Vol 39(1), 73–77.
- Goodman, S. M., Raherilalao, M. J. et Wohihauser, S. (2018). *Les Aires Protégées terrestres de Madagascar: Leur histoire, description et biote / The terrestrial protected areas of Madagascar: Their history, description, and biota*. Association Vahatra, Antananarivo.
- Greig-Smith, P. (1964). *Quantitative plant ecology 2nd ed*. Butterworth. London. 256p.
- Gausson, H. (1955). Détermination des climats par les méthodes des courbes ombrothermiques. *Compt. Rend. Heb. Séances Acad. Sc.*, 240, 642-643.
- Gounot, M. (1969). *Méthode d'étude quantitative de la végétation*. Masson et compagnie, Paris, 314p.
- Godron, M. et Daget, P. (1974). *Vocabulaire d'écologie*. Hachette. Paris, 273p.
- Guinochet M. (1973). *La phytosociologie. Collection d'écologie I*. Masson, Paris, 227p-Hasiniaina M. (2007). *Inventaire et typologie des formations végétales de Vohimana en vue d'une restauration écologique*. Mémoire de DEA, Département de Biologie et Ecologie Végétales, Université d'Antananarivo, Antananarivo. 89p.
- Humbert, H. (1965). Description des types de végétation. *In Notice de la carte de Madagascar* (H. Humbert & G. Coursdarne). Institut Français de Pondichéry. 162p.
- Keenleyside, K. A., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C. M. et Stolton, S. (2013). *Restauration écologique pour les aires protégées : Principes, lignes directrices et bonnes pratiques*. Gland, Suisse : UICN. 120p.

- Koechlin, J., Guillaumet, J. L. et Morat P. (1974). *Flore et Végétation de Madagascar*. Cramer, J., Vaduz, 687p.
- Lebrun, J. (1947). A propos des formes biologiques en région tropicale. *Bull. Sc. Ac. Royal des sciences de l'outre-mer* : 926-937.
- Le Floch, E. et Aronson, J. (1995). Ecologie de la restauration : Définition de quelques concepts de base. *Natures, Sciences et Sociétés*, hors-série, 29-35.
- MEDD (2019). *6ème Rapport national sur la diversité biologique de Madagascar*. 214 p.
- MINAGRI (2001). *Monographie de la Région du moyen-est*. 246p.
- Plan communal de développement de la Commune Rurale de Morarano-Gare (2015). *Des richesses naturelles dans une bonne gouvernance et recevabilité sociale* 142p.
- Rabary, T. (2018). *Proposition d'un plan d'aménagement et de gestion de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray (District Moramanga, Région Alaotra-Mangoro, Madagascar)*. Mémoire de Master, Mention Biologie et Ecologie végétale, Parcours DIASE, Antananarivo. 50p.
- Raharinaivo, R. (2012). *Etat de l'art sur les espèces envahissantes dans les régions bioclimatiques de Madagascar*. Mémoire de ISA, Département des Eaux et Forêts, Université d'Antananarivo, Antananarivo.68p.
- Raunkiaer, C. (1905). *Types biologiques pour la géographie botanique*. Bulletin Scientifique Académique et lettre. Danemark. 437 p.
- Riquier, J. (1954). Etudes sur le “ lavaka “. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar, Serie D - Tome-VI*, 170-189.
- Roger, E., Rajeriarison, C. et Rakouth, B. (2005). Recueil de documents pour le suivi écologique du programme environnemental. *Tohiravina*, 1, 524p.
- Roger, E., Rajeriarison, C. et Rakouth, B. (2007). Recueil de documents pour suivi écologique du programme environnemental. *Tohiravina*, 2, 468p.
- Roger, E., Rajeriarison, C. et Rakouth, B. (2014). Recueil de documents pour suivi écologique du programme environnemental. *Tohiravina*, 3, 361p.
- Rajemison, A., H. (2010). *Typologie de la végétation rémanente en vue d'une restauration écologique. Cas du site d'Ankafobe- Tampoketsa – Haute Terre Centrale de Madagascar*. Mémoire de DEA, Département des Eaux et Forêts, Université d'Antananarivo, Antananarivo. 63p.
- Rameau, J., C. (2001). Fonctionnement des écosystèmes et préservation : Dynamique des écosystèmes terrestres. *La jaune et la rouge*, 566, 8-16.
- Randriambanona H.,A, Akpo E.L., Rajeriarison C. et Carrière S., M. (2007). Dynamique de la végétation post-culturelle dans et autour du corridor forestier (Fianarantsoa, Madagascar). *Journal des Sciences et Technologies*, 5 (1), 56-71.

- Rasoanaivo, N., S. (2014). *Les successions post-culturelles dans la Presqu'île d'Ampasindava, Domaine du Sambirano, nord-ouest de Madagascar*. DEA, Mention Biologie et Ecologie végétale, Option Ecologie Végétale, Antananarivo. 89p.
- Razafindrazaka R., J., Jeannoda, V. et Brown, K. (2014). Evaluation du rôle du parc national de Ranomafana dans le maintien de l'intégrité de la diversité végétale. *Tohiravina*, 3, 109-119.
- Robisoa M., A. (2010). *Etude des successions végétales des forêts brûlées du Tampoketsa d'Ankazobe pour la restauration de la forêt d'Ankafobe*. Mémoire de DEA, Département des Eaux et Forêts, Université d'Antananarivo, Antananarivo. 77p.
- ROSELT/OSS. (2004). *Indicateurs écologiques : Une première approche méthodologique pour la surveillance de la biodiversité et des changements environnementaux*. Collection ROSELT/OSS, Document scientifique 4, Montpellier, 50 p.
- Sastre C. et Bentata V. (1997). Glossaire : Propositions de définitions pour les termes biogéographiques utilisés. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 344/345, 111 -114.
- SER et PWG (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. 15p
- Sibelet, N., Montagne, P. et Mutel, M. (2007). *Une forêt encore peu touchée : bois et charbon fournissent de l'argent aux migrants. Fonctions économiques et sociales des espèces végétales forestières Village d'Ambohidray, Madagascar*. 23p.
- Soarimalala, V. et Raheirilalao, M., J. (2008). Pressions et menaces dans la région forestière sèche malgache. Dans les forêts sèches de Madagascar. eds. S. M. Goodman & L. Wilmé. *Malagasy Nature*, 1, 157-161.
- 2017. *Stratégie nationale sur la restauration des paysages forestiers et des infrastructures vertes à Madagascar*. 72p.
- Suding, K., N. (2011). Toward an Era of Restoration in Ecology: Successes, Failures, and Opportunities Ahead. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42, 465–487.
- Vieilledent, G., Allnutt, T., F., Grinand, C., Pedrono, M., Razafimpahanana, A. et Rakotoarijaona, J., R. (2020). *Scénarios de la biodiversité sous l'effet conjoint du changement climatique et de la déforestation à Madagascar*. 53p.
- Vincent, F., B. (2008). *Ecologie des forêts tropicales de l'Île Maurice et impacts des espèces introduites envahissantes*. Thèse de Doctorat, Université de La Réunion.
- Whittaker, R., H. (1975). *Communities and ecosystems*. 2d. ed. New York. 385p.
- Radimbison, R., A. (1990). *Les différents types de lisière de la forêt d'Ambohitantely*. Thèses de Doctorat 3<sup>e</sup> cycle de Sciences Biologiques Appliquées, Etablissement d'Enseignement Supérieur des Sciences, Université d'Antananarivo

Références webographiques:

-[www.aquaportail.com/](http://www.aquaportail.com/) 21/04/21

-[www.firecast.conservation.org](http://www.firecast.conservation.org/) /30/05/20

-[www.herault.gouv.fr/](http://www.herault.gouv.fr/) 21/04/21

-[www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/) 02/08/20

-[www.ser.org/](http://www.ser.org/) 02/08/20

-[www.tropicos.org/](http://www.tropicos.org/) 10/12/20

-[fr.wiktionary.org/](http://fr.wiktionary.org/) 20/08/21

-[www.wwf.fr/](http://www.wwf.fr/) 16/08/21

-[www.btb.termiumplus.gc.ca/](http://www.btb.termiumplus.gc.ca/)10/09/21

# **ANNEXES**

**ANNEXE 1 : Listes floristiques des sites d'étude et des formations végétales**

*Tableau 12 : Liste des espèces floristiques des sites d'étude*

<b>Familles</b>	<b>Noms scientifiques</b>	<b>Auteur(s)</b>	<b>Noms vernaculaires</b>
ACANTHACEAE	<i>Hypoestes</i> sp.		Beloalitra
	<i>Mendoncia cowanii</i>	(S. Moore) Benoist	Vahy
AIZORACEAE	<i>Mollugo nudicaulis</i>	Lam.	Aferontany
ANACARDIACEAE	<i>Rhus taratana</i>	(Baker) H. Perrier	Voretra
	<i>Abrahamia ditimena.</i>	(Hperrier) Randriar	Dintimena
ANNONACEAE	<i>Xylopia buxifolia</i>	Baill.	
	<i>Isolona madagascariensis</i>	(A.DC.) Engl.	Tsimahamasantsokina
	<i>Ambavia gerrardii</i>	(Baill.) Le Thomas	
APHLOIACEAE	<i>Aphloia theiformis</i>	(Vahl) Benn.	Fandramanana
APOCYNACEAE	<i>Landolphia gummifera</i>	(Lam.) K. Schum.	Vahintsokina
	<i>Plectaneia thouarsii</i>	Roem. & Schult.	
	<i>Craspidospermum verticillatum</i>	<i>Bojer ex Decne.</i>	
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex mitis</i>	(L.) Radlk.	Hazondrano
ARALIACEAE	<i>Neocussonia</i> sp.		Voantsilana
ARECACEAE	<i>Dypsis pinnatifrons</i>	Mart.	Tsirika, Tsiriboalavo
ASPARAGACEAE	<i>Asparagus madecassus</i>	H. Perrier	Arivoravina
	<i>Dracaena xiphophylla</i>	Baker	Hasinaberavina
	<i>Dracaena reflexa var. angustifolia</i>	Baker	Hasina

ASPHODELACEAE	<i>Dianella ensifolia</i>	(L.) DC.	Voamasonomby
ASTERACEAE	<i>Brachylaena ramiflora</i>	(DC.) Humbert	Hazotokana
	<i>Vernonia</i> sp.		Famotsimasonomby
	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	(Benth.) S. Moore	Anandramby
	<i>Emilia citrina</i>	DC.	Siontsiona
	<i>Psiadia altissima</i>	(DC.) Drake	Dingadingana
	<i>Vernonia garnieriana</i>	Klatt	Ramanjavona
	<i>Helichrysum gymnocephalum</i>	(DC.) Humbert	Rambiazina
	<i>Senecio faugasioides</i>	Baker	Anadraisoa
	<i>Lactuca sativa</i>	L.	Simotsimo
	<i>Crepis</i> sp.		
	<i>Crepis</i> sp.		
	<i>Brachylaena merana</i>	(Baker) O. Hoffm.	Hazotokana
	<i>Erigeron naudinii</i>	(Bonnet) Humbert	Maitsoririnina
	<i>Crepis</i> sp.		
	<i>Helichrysum</i> sp.		Matanando
	<i>Bidens pilosa</i>	L.	Tsipolotra
	BIGNONIACEAE	<i>Ophiocolea floribunda</i>	(Bojer ex Lindl.) Perrier
BURSERACEAE	<i>Canarium madagascariense</i>	Engl.	Ramy
CANNABACEAE	<i>Trema orientalis</i>	(L.) Blume	Tsivakimbaratra

CELASTRACEAE	<i>Cassine aethiopica</i>	Thunb.	Fanazava
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum milvum</i>	P.F.Stevens	Vintanina
	<i>Symphonia tanalensis</i>	Jum. & H. Perrier	Kija
	<i>Symphonia fasciculata</i>	(Noronha & Thouars) Vesque	Kija
	<i>Garcinia verrucosa</i>	Jum. & H.Perrier	Kija
COMBRETACEAE	<i>Terminalia tetrandra</i>	(Danguy) Capuron	
CONNARACEAE	<i>Agelaea pentagyna</i>	(Lam.) Baill.	Vahimainty
	<i>Cnestis polyphylla</i>	Lam.	Sangasanganakoholahy
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia rutenbergii</i>	Engl.	Lalona
CYPERACEAE	<i>Cladium mariscus</i>	(L.) Pohl	Tsierankerana
	<i>Cyperus</i> sp.		
	<i>Pycneus flavidus</i>	(Retz.) T.Koyama	
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>	(L.) Kuhn	Apanga
EBENACEAE	<i>Diospyros perrieri</i>	Jum.	Hazomainty
ERICACEAE	<i>Erica</i> sp.	Thunb.	Anjavidy
	<i>Vaccinium secundiflorum</i>	Hook.	Varamontsina
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum nitidulum</i>	Baker	Menahihy/Menalaingo

EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea</i> sp.		
	<i>Acalypha cuspidata</i>	Jacq.	Tsimboloatra
	<i>Croton nitidulus</i>	Baker	
	<i>Euphorbia tetraptera</i>	Baker	Samata
	<i>Macaranga boutonioides</i>	Baill.	Mokaranana
	<i>Macaranga obovata</i>	Boivin ex Baill.	Mokaranana
	<i>Tannodia perrieri</i>	(Leandri) Radcl.-Sm	Hazondomohina
FABACEAE	<i>Acacia</i> sp.		
	<i>Abrus aureus</i>	R.Vig.	
	<i>Albizia gummifera</i>	(J.F.Gmel.) C.A.Sm	Volomborona/ Maroampototra
	<i>Dalbergia madagascariensis</i>	Vatke	Silisily
	<i>Dalbergia chapelieri</i>	Baill.	Sovika/ Voamboanasovika
	<i>Dalbergia baronii</i>	Baker	Voamboana
	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>	Benth.	Famehilambo
	<i>Entada louvelii</i>	(R.Vig.) Brenan	Sevalahy
	<i>Eriosema procumbens</i>	Baker	Tsilavondrivotra
	<i>Phylloxylon xylophyloides</i>	(Baker) "Du Pu Labat & Schrire"	Harahara
	<i>Stylosanthes fruticosa</i>	(Retz.) Alston	Ahitromby

FLAGELLARIACEAE	<i>Flagellaria indica</i>	L.	Vahimpika/ Tsongovolo
GENTIANACEAE	<i>Anthocleista amplexicaulis</i>	Baker	Lendemy
	<i>Tachiadenus longiflorus</i>	Griseb.	Tsifelampelana
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>	Lam. ex Poir.	Harongana
	<i>Psorospermum ferrovestitum</i>	Baker	Harongampanihy
ICACINACEAE	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>	Baill.	Mangidisetroka
LAMIACEAE	<i>Clerodendron</i> sp.		Vanginambo
LAURACEAE	<i>Cryptocarya</i> sp.		Tavolo
	<i>Cryptocarya thouvenotii</i>	(Danguy) Kosterm.	tavolopigna
	<i>Cryptocarya massoy</i>	(Oken) Kosterm.	Tavolomanitra
	<i>Cryptocarya</i> sp.		Tavolo
	<i>Ocotea racemosa</i>	(Danguy) Kosterm.	Varongifotsy
	<i>Ocotea cymosa</i>	(Nees) Palacky	Varongy
	<i>Ravensara floribunda</i>	Baill.	Tavolomenalaingo
	<i>Ravensara retusa</i>	(Willd. ex Nees) v. der Werff	Tavolosary
LOGANIACEAE	<i>Nuxia oppositifolia</i>	(Hochst.) Benth.	Valanirana
	<i>Strychnos myrtoides</i>	Gilg & Busse	Marovelo
LORANTHACEAE	<i>Bakerella clavata</i>	(Desr.) Balle	

MALVACEAE	<i>Dombeya lucida</i>	Baill.	Hafotramena
	<i>Urena lobata</i>	L.	
MARATIACEAE	<i>Marattia</i> sp.		Apanganala
MELASTOMATACEAE	<i>Clidemia hirta</i>	(L.) D. Don	Mazambody
	<i>Dichaetanthera oblongifolia</i>	Baker	
	<i>Memecylon acrogenum</i>	R.D. Stone	Longotra
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa thouvenotii</i>	Danguy	Ambora
	<i>Tambourissa religiosa</i>	(Tul.) A. DC.	Ambora
MORACEAE	<i>Ficus megapoda</i>	Baker	
	<i>Ficus reflexa</i>	Thunb.	Nonoka
	<i>Ficus lutea</i>	Vahl	Nonokaberavina
	<i>Ficus pachyclada</i>	Baker	Voara
	<i>Streblus dimepate</i>	(Bureau) C.C. Berg	Tsipatika
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus robusta</i>	Sm.	Kininina
	<i>Psidium cattleianum</i>	Afel. ex Sabine	Goavitsinoa
	<i>Psidium guajava</i>	L.	Goavy
	<i>Syzygium emirense</i>	(Baker) Labat & Schatz	Vanakana
OLACACEAE	<i>Olox</i> sp.		
OLEACEAE	<i>Noronhia humberiana</i>	H.Perrier	Tsilaitra
OROBANCHACEAE	<i>Radamaea montana</i> Benth.		
OSMUNDACEAE	<i>Osmunda regalis</i> L.		Apangarangotra

PANDANACEAE	<i>Pandanus utilis</i> Bory		Aravana
PRIMULACEAE	<i>Maesa lanceolata</i>	Forssk.	Voarafitra
	<i>Oncostemon</i> sp.		
PHYLLANTHACEAE	<i>Blotia</i> sp.		Karakantoloha
	<i>Petalodiscus bojerianus</i>	(Baill.) ined.	Fotsinanahary
	<i>Securinega seyrigii</i>	Leandri	Ranga
	<i>Wielandia mimosoides</i>	(Baill.) Petra Hoffm. McPherson	Fanjavala
PINACEAE	<i>Pinus kesiya</i>	Royle ex Gordon	Kesika
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum ochrosiifolium</i>	Bojer	Maimbovitsika/ Ambovitsika
POACEAE	<i>Alloteropsis</i> sp.		Ahitragisa
	<i>Aristida rufescens</i>	Steud.	Bozaka/ Horona
	<i>Cynodon dactylon</i>	(L.) Pers.	
	<i>Imperata cylindrica</i>	(L.) Raeusch.	Tenina
	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Stapf	Vero
	<i>Panicum</i> sp.		Fandrotrarana
	<i>Panicum</i> sp.		Totoka
PRIMULACEAE	<i>Oncostemum botryoides</i>	Baker	
RANUNCULACEAE	<i>Clematis mauritiana</i>	Lam.	Vahimbalanirana
RHAMNACEAE	<i>Bathiorhamnus macrocarpus</i>	(Capuron) Callm., Phillipson & Buerk	Taolankavitro

RUBIACEAE	<i>Anthospermum emirnense</i>	Baker	
	<i>Anthospermum spathulatum</i>	Spreng.	Kijejilahy
	<i>Canthium medium</i>	(A. Rich. ex DC.) Capuron	Fantsikahitra
	<i>Danais ligustrifolia</i>	Baker	Vahimantsina
	<i>Oldenlandia affinis</i>	(Roem. & Schul) DC.	
	<i>Pauridiantha paucinervis</i>	(Hiern) Bremek.	Tsiandrova
	<i>Psychotria parkeri</i>		Solokofika
	<i>Psychotria</i> sp.		
	<i>Pyrostria madagascariensis</i>	Lecomte	Molompangady
	<i>Pyrostria</i> sp.		
RUTACEAE	<i>Vepris nitida</i>	(Baker) I. Verd.	
SALICACEAE	<i>Calantica cerasifolia</i>	(Vent.) Tul.	Maintiampototra
	<i>Homalium involucratum</i>	(DC.) O. Hoffm.	
	<i>Homalium axillare</i>	(Lam.) Benth.	Hazoambo
	<i>Ludia ludiifolia</i>	(H. Perrier) Capuron & Sleumer	Fantsikala
SAPINDACEAE	<i>Filicium decipiens</i>	(Wight & Arn.) Thwaites	Hazomboay
	<i>Macphersonia radlkoferi</i>	Choux	
	<i>Plagioscyphus jumellei</i>	(Choux) Capuron	Elatrangidina
	<i>Tina conjugata.</i>	Thouars ex Radlk	Hazompoza
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	(Pierre) Baehni	Famelona

SMILACACEAE	<i>Smilax anceps</i>	Willd.	Havitro
SOLANACEAE	<i>Solanum</i> sp.	Aiton	
STRELITZIACEAE	<i>Ravenala madagascariensis</i>	Sonn.	Ravinala
THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris confluens</i>	(Thunb.) Morton	C. V Apanganamalona
URTICACEAE	<i>Laportea humblotii</i>	(Baill.) Friis	Ampy
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	L.	Taindelotsinoa

**Tableau 13: Liste floristique de la formation végétale I**

<b>Familles</b>	<b>Noms scientifiques</b>
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>
	<i>Helichrysum gymnocephalum</i>
	<i>Vernonia garnieriana</i>
APHLOIACEAE	<i>Aphloia theaeformis</i>
ANACARDIACEAE	<i>Rhus taratana</i>
APOCYNACEAE	<i>Landolfia guminifera</i>
CYPERACEAE	<i>Cladium mariscus</i>
	<i>Cyperus</i> sp.
CUNONNIACEAE	<i>Weinmannia rutenbergii</i>
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>
ERICACEAE	<i>Erica</i> sp.
FABACEAE	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>
ICACINACEAE	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>
LOGANIACEAE	<i>Nuxia pseudodentata</i>
POACEAE	<i>Aristida rufescens</i>
	<i>Hyparrhenia rufa</i>
SMILACACEAE	<i>Smilax kraussiana</i>

**Tableau 14: Liste floristique de la formation végétale II**

<b>Familles</b>	<b>Noms scientifiques</b>
APOCYNACEAE	<i>Landolphia gummifera</i>
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i>
	<i>Helichrysum gymnocephalum</i>
	<i>Vernonia</i> sp.
	<i>Vernonia garnieriana</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i> sp.
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia rutenbergii</i>
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>
ERICACEAE	<i>Erica</i> sp.
FABACEAE	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>
HYPERICACEAE	<i>Psorospermum ferrovestitum</i>
MELASTOMATACEAE	<i>Clidemia hirta</i>
MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i>
OSMUNDACEAE	<i>Osmunda regalis</i>
POACEAE	<i>Aristida rufescens</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Panicum</i> sp.
	<i>Hyparrhenia rufa</i>
	<i>Imperata cylindrica</i>
PINACEAE	<i>Pinus kesiya</i>

**Tableau 15 : Liste floristique de la formation végétale III**

<b>Familles</b>	<b>Noms scientifiques</b>
APHLOIACEAE	<i>Aphloia theiformis</i>
APOCYNACEAE	<i>Landolphia gummifera</i>
ASPHODELACEAE	<i>Dianella ensifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Crepis</i> sp.
	<i>Crepis</i> sp.
	<i>Crassocephalum crepidioide</i>
	<i>Emilia citrina</i>
	<i>Helichrysum gymnocephalum</i>
	<i>Helichrysum</i> sp.
CYPERACEAE	<i>Cladium mariscus</i>
	<i>Pycnus flavidus</i>
CUNNONIACEAE	<i>Weinmannia rutenbergii</i>
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>
ERICACEAE	<i>Vaccinium secundiflorum</i>
	<i>Erica</i> sp.
FABACEAE	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>
	<i>Eriosema procumbens</i>
GENTIANACEAE	<i>Tachiadenus longiflorus</i>
ICACINACEAE	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>
LOGANIACEAE	<i>Nuxia oppositifolia</i>
MELASTOMATACEAE	<i>Clidemia hirta</i>

MYRTACEAE	<i>Psidium cattleianum</i>
	<i>Psidium guajava</i>
OSMUNDACEAE	<i>Osmunda regalis</i>
PINACEAE	<i>Pinus kesiya</i>
POACEAE	<i>Alloteropsis</i> sp.
	<i>Aristida rufescens</i>
	<i>Cynodon dactylo</i>
	<i>Panicum</i> sp.
	<i>Panicum</i> sp.
	<i>Hyparrhenia rufa</i>
	<i>Imperata cylindrica</i>
PHYLLANTHACEAE	<i>Blotia</i> sp.
RANUNCULACEAE	<i>Clematis mauritiana</i>
SMILACACEAE	<i>Smilax anceps</i>

**Tableau 16 : Liste floristique de la formation végétale IV**

<b>Familles</b>	<b>Noms scientifiques</b>
APHLOIACEAE	<i>Aphloia theiformis</i>
ASTERACEAE	<i>Psiadia altissima</i>
	<i>Helichrysum gymnocephalum</i>
	<i>Vernonia garnieriana</i>
	<i>Vernonia sp.</i>
APOCYNACEAE	<i>Landolphia gummifera</i>
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex mitis</i>
ASPHODELACEAE	<i>Dianella ensifolia</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus sp.</i>
CELASTRACEAE	<i>Cassine aethiopica</i>
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia rutenbergi</i>
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>
ERICACEAE	<i>Erica sp.</i>
ERICACEAE	<i>Vaccinium secundiflorum</i>
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxyllum nitidulum</i>
FABACEAE	<i>Albizia gummifera</i>
FABACEAE	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>
GENTIANACEAE	<i>Anthocleista amplexicaulis</i>
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>
HYPERICACEAE	<i>Psorospermum ferrovestitum</i>
ICACINACEAE	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>
LOGANIACEAE	<i>Nuxia oppositifolia</i>

MYRTACEAE	<i>Psidium cattleianum</i>
MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i>
MELASTOMATACEAE	<i>Clidemia hirta</i>
OSMUNDACEAE	<i>Osmunda regalis</i>
PHYLLANTHACEAE	<i>Blotia</i> sp.
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum ochrosiifolium</i>
PINACEAE	<i>Pinus kesiya</i>
POACEAE	<i>Aristida rufescens</i>
	<i>Hyparrhenia rufa</i>
RUBIACEAE	<i>Danais ligustrifolia</i>
SMILACACEAE	<i>Smilax anceps</i>

**Tableau 17 : Liste floristique de la formation végétale V**

<b>Familles</b>	<b>Noms scientifiques</b>
APHLOIACEAE	<i>Aphloia theiformis</i>
ANACARDIACEAE	<i>Rhus taratana</i>
APOCYNACEAE	<i>Landolphia gummifera</i>
	<i>Plectaneia thouarsii</i>
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex mitis</i>
ASTERACEAE	<i>Brachylaena ramiflora</i>
	<i>Helichrysum gymnocephalum</i>
	<i>Psiadia altissima</i>
	<i>Senecio faugasioides</i>
	<i>Vernonia garnieriana</i>
ASPHODELACEAE	<i>Dianella ensifolia</i>
ASPARAGACEAE	<i>Asparagus madecassus</i>
	<i>Dracaena reflexa var. angustifolia</i>
CYPERACEAE	<i>Cyperus sp.</i>
CANNABACEAE	<i>Trema orientalis</i>
CELASTRACEAE	<i>Cassine aethiopica</i>
CONNARACEAE	<i>Agelaea pentagyna</i>
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia rutenbergii</i>
DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>
ERICACEAE	<i>Erica sp.</i>
	<i>Vaccinium secundiflorum</i>
EUPHORBIACEAE	<i>Macaranga boutonoides</i>

	<i>Macaranga obovata</i> Boivin
FABACEAE	<i>Albizia gummifera</i>
	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>
	<i>Eriosema procumbens</i>
	<i>Phylloxylon xylophylloides</i>
HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>
	<i>Psorospermum ferrovestitum</i>
ICACINACEAE	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>
LAURACEAE	<i>Cryptocarya</i> sp.
LOGANIACEAE	<i>Nuxia oppositifolia</i>
MYRTACEAE	<i>Psidium cattleianum</i>
MORACEAE	<i>Streblus dimepate</i>
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa thouvenotii</i>
MELASTOMATAACEAE	<i>Clidemia hirta</i>
OSMUNDACEAE	<i>Osmunda regalis</i>
OROBANCHACEAE	<i>Radamaea montana</i>
PHYLLANTHACEAE	<i>Blotia</i> sp.
PINACEAE	<i>Pinus kesiya</i>
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum ochrosiifolium</i>
POACEAE	<i>Aristida rufescens</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Hyparrhenia rufa</i>
	<i>Imperata cylindrica</i>

	<i>Panicum</i> sp.
	<i>Panicum</i> sp.
RANUNCULACEAE	<i>Clematis mauritiana</i>
RUTACEAE	<i>Vepris nitida</i>
RUBIACEAE	<i>Danais ligustrifolia</i>
	<i>Pyrostria madagascariensis</i>
	<i>Psychotria parkeri</i>
SAPINDACEAE	<i>Macphersonia radlkoferi</i>
SMILACACEAE	<i>Smilax anceps</i>
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>

**Tableau 18 : Liste floristique de la formation végétale VI**

<b>Familles</b>	<b>Noms scientifiques</b>
ACANTHACEAE	<i>Hypoestes</i> sp.
	<i>Mendoncia cowanii</i>
ANACARDIACEAE	<i>Abrahamia ditimena</i>
	<i>Rhus taratana</i>
ANNONACEAE	<i>Ambavia gerrardii</i>
	<i>Isolona madagascariensis</i>
	<i>Xylopia buxyfolia</i>
APHLOIACEAE	<i>Aphloia theaeformis</i>
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex mitis</i>
ARALIACEAE	<i>Neocussonia</i> sp.
ARECACEAE	<i>Dypsis pinnatifrons</i>
ASPARAGACEAE	<i>Asparagus madecassus</i>
	<i>Dracaena reflexa</i> var. <i>angustifolia</i>
	<i>Dracaena xyphophylla</i>
ASPHODELACEAE	<i>Dianella ensifolia</i>
ASTERACEAE	<i>Craspidospermum verticillatum</i>
	<i>Erigeron naudinii</i>
	<i>Psiadia altissima</i>
	<i>Vernonia garnieriana</i>
	<i>Vernonia</i> sp.
BIGNONIACEAE	<i>Ophiocolea floribunda</i>
BURSERACEAE	<i>Canarium madagascariense</i>

CALLOPHYLLACEAE	<i>Callophyllum milvum</i>
CELASTRACEAE	<i>Mystroxylon aethiopicum</i>
CLUSIACEAE	<i>Garcinia verrucosa</i>
	<i>Symphonia fasciculata</i>
	<i>Symphonia tanalensis</i>
CONNARACEAE	<i>ageloea pentagyna</i>
	<i>Cnetis polyphylla</i>
CUNONNIACEAE	<i>Weinmannia rutenbergii</i>
EBENACEAE	<i>Diospyros perrieri</i>
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxyllum nitidulum</i>
	<i>Erythroxyllum xylophylloides</i>
EUPHORBIACEAE	<i>Acaphyla cuspidata</i>
	<i>Blotia</i> sp.
	<i>Domohinea perrieri</i>
	<i>Euphorbia tetraptera</i>
	<i>Macaranga boutonoides</i>
	<i>Securinega serigeii</i>
FABACEAE	<i>Dalbergia baronii</i>
	<i>Dalbergia chapelieri</i>
	<i>Dalbergia madagascariensis</i>
	<i>Dichrostachys tenuifolia</i>
	<i>Entada louvelii</i>
FLAGELLARIACEAE	<i>Flagellaria indica</i>

HYPERICACEAE	<i>Harungana madagascariensis</i>
ICACINACEAE	<i>Cassinopsis madagascariensis</i>
LAURACEAE	<i>Cryptocarya</i> sp.
	<i>Cryptocarya</i> sp.
	<i>Cryptocaria aromatica</i>
	<i>Cryptocarya thovenotii</i>
	<i>Ocotea cymosa</i>
	<i>Ocotea racemosa</i>
	<i>Ravensara floribunda</i>
	<i>Ravensara retusa</i>
LOGANIACEAE	<i>Nuxia pseudodentata</i>
	<i>Strychnos myrtoides</i>
LORANTHACEAE	<i>Bakerella clavata</i>
MALVACEAE	<i>Dombeya lucida</i>
MELASTOMATACEAE	<i>Memecylon acrogenum</i>
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa thouvenotii</i>
	<i>Tambourissa religiosa</i>
MORACEAE	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
	<i>Ficus lutea</i>
	<i>Ficus megapoda</i>
	<i>Ficus pachyclada</i>
	<i>Streblus dimepate</i>
MYRSINACEAE	<i>Maesa lanceolata</i>

MYRTACEAE	<i>Syzygium emirensis</i>
OLACACEAE	<i>Olax</i> sp.
OLEACEAE	<i>Noronhia humbertiana</i>
OSMUNDACEAE	<i>Osmunda regalis</i>
PANDANACEAE	<i>Pandanus utilis</i>
PHYLLANTHACEAE	<i>Petalodiscus bojerianus</i>
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum ochrosiaefolium</i>
RANUNCULACEAE	<i>Clematis mauritiana</i>
RHAMNACEAE	<i>Bathiramnus macrocarpus</i>
RUBIACEAE	<i>Danais ligustrifolia</i>
	<i>Canthium medium</i>
	<i>Pauriantha paucinervis</i>
	<i>Psychotria parkeri</i>
	<i>Pyrostria madagascariensi</i>
RUTACEAE	<i>Vepris nitida</i>
SALICACEAE	<i>Calantica cerasifolia</i>
	<i>Homalium involucratum</i>
	<i>Homalium humblotii</i>
	<i>Ludia ludiifolia</i>
SAPINDACEAE	<i>Macphersonia gracilis</i>
	<i>Plagioscyphus jume</i>
	<i>Tinopsis conjugata</i>
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum boivinianum</i>

SMILACACEAE	<i>Smilax kraussiana</i>
SOLANACEAE	<i>Solanum</i> sp.
STRLITZIACEAE	<i>Ravenala madagascariensis</i>
ULMACEAE	<i>Trema orientalis</i>
VACCINACEAE	<i>Vaccinium secundiflorum</i>

**ANNEXE 2 : Listes des espèces candidates de restauration écologique**

**Tableau 19: Liste des espèces pionnières des habitats très dégradés et dégradés**

<b>Espèces pionnières</b>	<b>Noms vernaculaires</b>
<i>Aphloia theiformis</i>	Fandramanana
<i>Albizia gummifera</i>	Volomborona
<i>Anthocleista amplexicaulis</i>	Lendemy
<i>Cassinopsis madagascariensis</i>	Mangidisetroka
<i>Cassine aethiopica</i>	Fanazava
<i>Clerodendron sp.</i>	Vanginambo
<i>Psorospermum ferrovestitum</i>	Harongampanihy
<i>Psiadia altissima</i>	Dingadingana
<i>Vernonia garnieriana</i>	Ramanjavona/ Fotsiavadika
<i>Weinmannia rutenbergii</i>	Lalona

**Tableau 20 : Espèces préforestières des habitats peu dégradés**

<b>Espèces pionnières</b>	<b>Noms vernaculaires</b>
<i>Brachylaena ramiflora</i>	Hazotokana
<i>Dichrostachys tenuifolia</i>	Famehilambo
<i>Harungana madagascariensis</i>	Harongana
<i>Ilex mitis</i>	Hazondrano
<i>Macphersonia radlkoferi</i>	
<i>Macaranga obovata</i>	Mokaranana
<i>Nuxia oppositifolia</i>	Valanirana
<i>Pittosporum ochrosiifolium</i>	Maimbovitsika/ Ambovitsika
<i>Rhus taratana</i>	Voretra
<i>Trema orientalis</i>	Tsivakimbaratra
<i>Vaccinium secundiflorum</i>	Varamontsina
<i>Vepris nitida</i>	

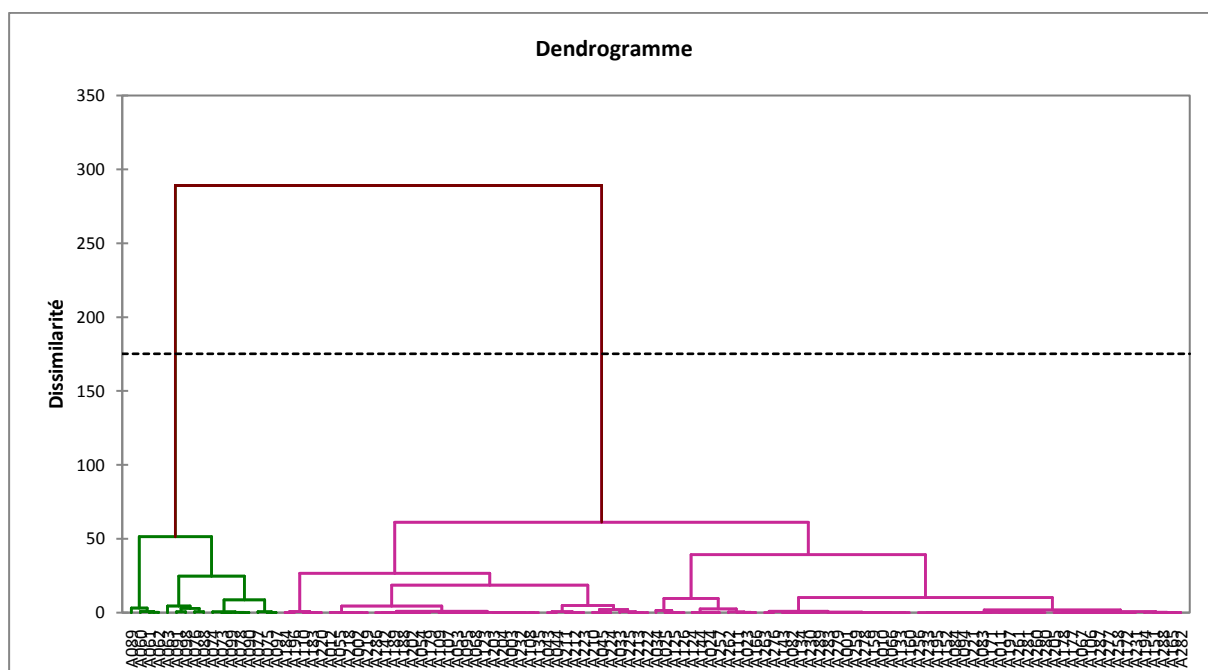
**Tableau 21 : Liste des espèces forestières (habitats plus ou moins intacts)**

<b>Espèces forestières</b>	<b>Noms vernaculaires</b>
<i>Abrahamia ditimena</i>	Dintimena
<i>Acalypha cuspidata</i>	Tsimboloatra
<i>Ambavia gerrardii</i>	
<i>Anthospermum emirnense</i>	
<i>Anthospermum spathulatum</i>	Kijeilahy
<i>Brachylaena merana</i>	
<i>Bathiorhamnus macrocarpus</i>	Taolankavitro
<i>Canarium madagascariense</i>	Ramy
<i>Craspidospermum verticillatum</i>	
<i>Calophyllum milvum</i>	Vitanina
<i>Croton nitidulus</i>	
<i>Cryptocarya</i> sp.	Tavolo
<i>Cryptocarya thouvenotii</i>	Tavolopigna
<i>Cryptocarya massoy</i>	Tavolomanitra
<i>Cryptocarya</i> sp.	Tavolomenalaingo
<i>Canthium medium</i>	Fantsikahitra
<i>Calantica cerasifolia</i>	Maintiampototra
<i>Chrysophyllum boivinianum</i>	Famelona
<i>Dichaetanthera oblongifolia</i>	
<i>Dalbergia baronii</i>	Voamboana
<i>Dalbergia chapelieri</i>	Sovika/Voamboanasovika
<i>Dalbergia madagascariensis</i>	Silisily
<i>Dypsis pinnatifrons</i>	Tsirika/Tsiriboalavo
<i>Dracaena xiphophylla</i>	Hasinaberavina
<i>Dracaena reflexa</i> var. <i>angustifolia</i>	Hasina
<i>Dombeya lucida</i>	Hafotramena
<i>Diospyros perrieri</i>	Hazomainty
<i>Erythroxylum nitidulum</i>	Menahihy/Menalaingo
<i>Euphorbia tetraptera</i>	Samata
<i>Entada louvelii</i>	Sevalahy

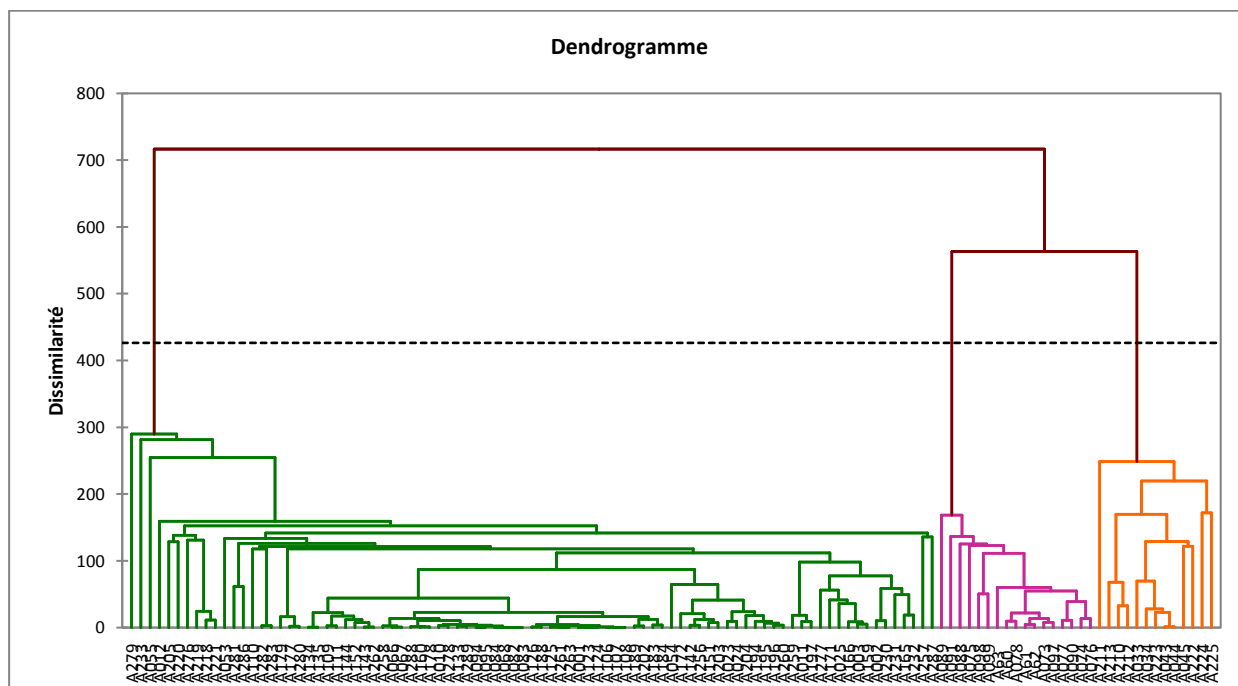
<i>Ficus megapoda</i>	
<i>Ficus lutea</i>	Nonoka
<i>Ficus pachyclada</i>	Nonokaberavina
<i>Garcinia verrucosa</i>	
<i>Hypoestes</i> sp.	Beloaitra
<i>Homalium involucratum</i>	
<i>Homalium axillare</i>	Hazoambo
<i>Isolona madagascariensis</i>	Tsimahamasantsokina
<i>Laportea humblotii</i>	Ampy
<i>Ludia ludiifolia</i>	Fantsikala
<i>Macaranga boutonoides</i>	Mokaranana
<i>Maesa lanceolata</i>	Voarafitra
<i>Memecylon acrogenum</i>	Longotra
<i>Noronhia humbertiana</i>	Tsilaitra
<i>Neocussonia</i> sp.	Voantsilana
<i>Oncostemum botryoides</i>	
<i>Olax</i> sp.	
<i>Ocotea racemosa</i>	Varongifotsy
<i>Ocotea cymosa</i>	Varongy
<i>Ophiocolea floribunda</i>	Reharehankazo
<i>Plagioscyphus jumellei</i>	Elatrangidina
<i>Phylloxylon xylophyloides</i>	Harahara
<i>Pandanus utilis</i>	Aravana
<i>Petalodiscus bojerianus</i>	Fotsinanahary
<i>Plectaneia thouarsii</i>	
<i>Psychotria parkeri</i>	Solokofika
<i>Pyrostria madagascariensis</i>	Molopangady
<i>Pauridiantha paucinervis</i>	Tsiandrova
<i>Radamaea montana</i>	
<i>Ravensara floribunda</i>	Tavolomenalaingo
<i>Ravensara retusa</i>	Tavolosary
<i>Ravenala madagascariensis</i>	Ravinala
<i>Securinega serigeii</i>	Ranga

<i>Symphonia tanalensis</i>	Kija
<i>Strychnos myrtoides</i>	Marovelo
<i>Streblus dimepate</i>	Tsipatika
<i>Syzygium emirense</i>	Vanakana
<i>Symphonia fasciculata</i>	Kija
<i>Tambourissa religiosa</i>	Ambora
<i>Tambourissa thouvenotii</i>	Ambora
<i>Tannodia perrieri</i>	Hazondomohina
<i>Terminalia tetrandra</i>	
<i>Tina conjugata</i>	Hazompoza
<i>Wielandia mimosoides</i>	Fanjavala
<i>Xylopi buxifolia</i>	

**ANNEXE 3: Dendrogrammes et groupements vegetaux (floristico-structurales) des relevés de savane, lisiere forestière et recrû forestier et forêt**



*Figure 11 : dendrogramme floristique des relevés de savane (2 classes)*



*Figure 12 : Dendrogramme structurale des relevés de savane (3 classes)*

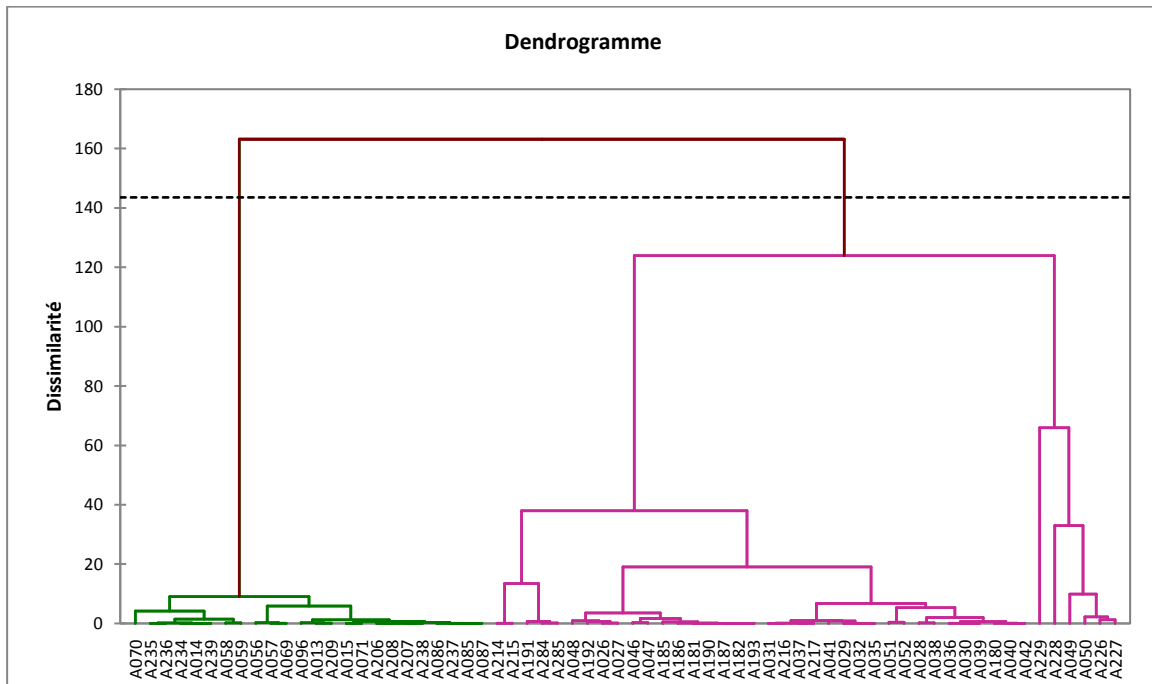


Figure 13 : Dendrogramme floristique des relevés de lisière forestière et recru forestier (2 classes)

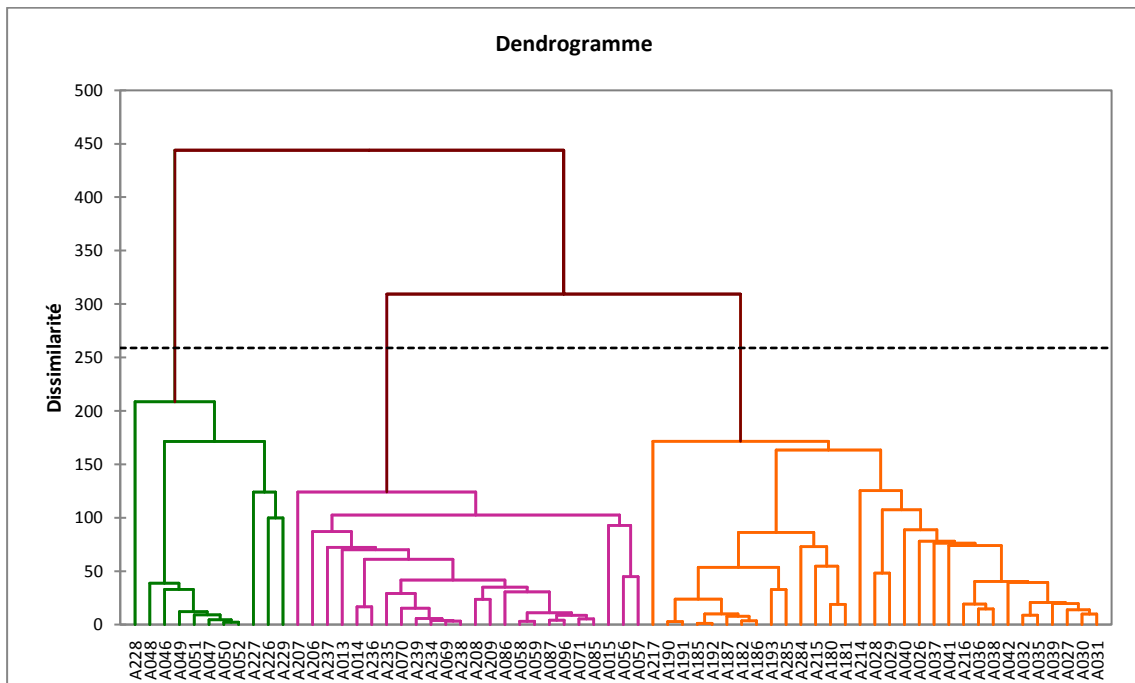


Figure 14 : Dendrogramme structurale des relevés de lisière forestière et recru forestier (3 classes)

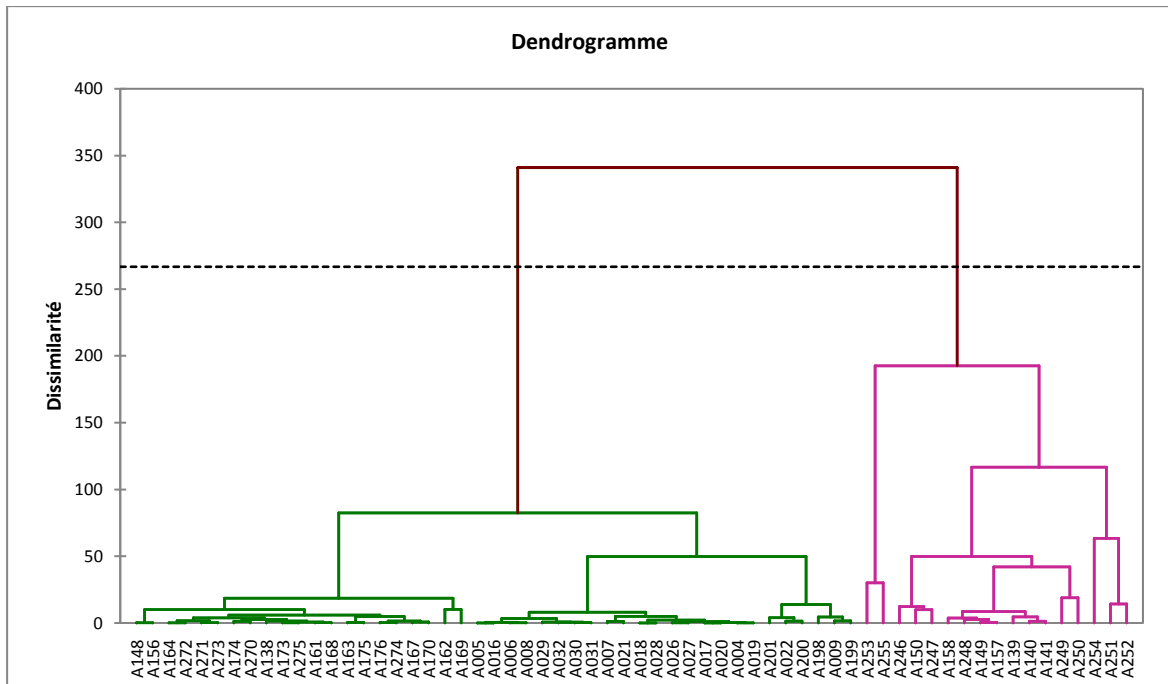


Figure 15 : Dendrogramme floristique des relevés de forêt (2 classes)

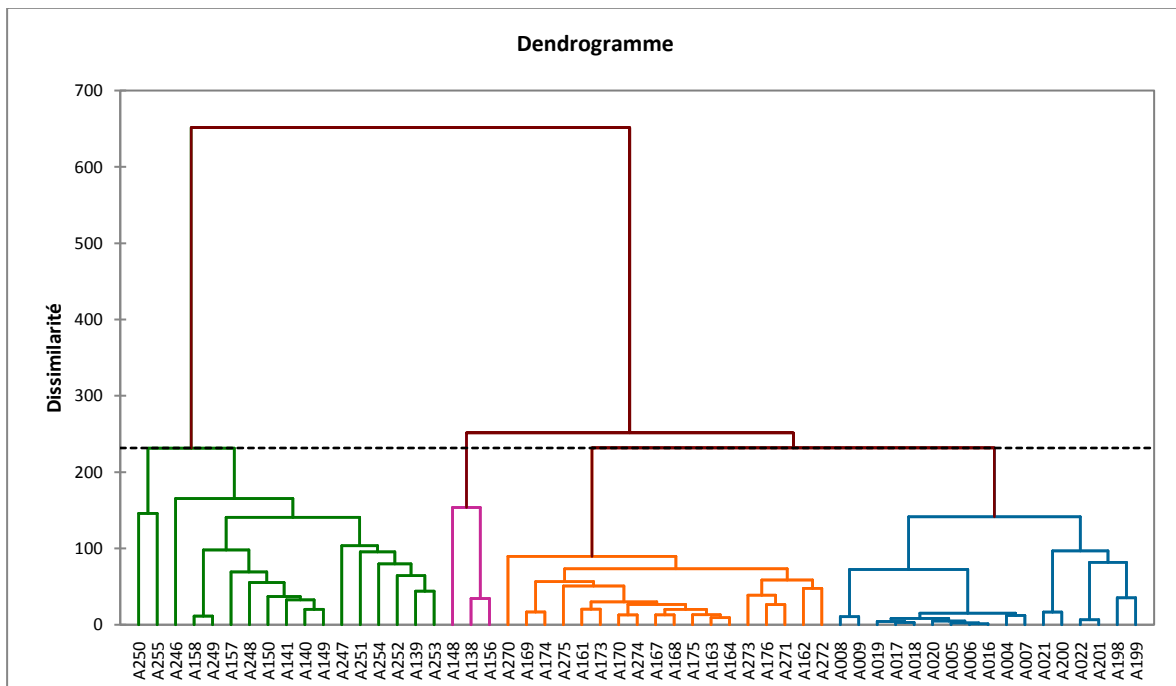


Figure 16 : Dendrogramme structurale des relevés de forêt (4 classes)

*Tableau 22 : Relevés constitutifs des groupements floristiques suivant les sites d'études*

<b>Groupements végétaux</b>	<b>Relevés constitutifs</b>
GS1	<b>Site 4:</b> A060, A061, A062, A063, A073, A074, A075, A076, A077, A078, A088, A089, A090, A091, A097, A098, A099
GS2	<p><b>Site 1:</b> A001, A002, A003, A010, A011, A012, A194, A195, A196, A197, A202, A203, A204, A205</p> <p><b>Site 2:</b> A023, A024, A025, A218, A219, A220, A221</p> <p><b>Site 4:</b> A053, A054, A055, A066, A067, A068, A082, A083, A084, A094, A095, A106, A107, A108, A109, A110, A111, A123, A124, A125, A126, A230, A231, A232, A233</p> <p><b>Site 5:</b> A133, A134, A135, A142, A143, A144, A151, A152, A256, A257, A258, A259, A260, A261, A262, A263</p> <p><b>Site 6:</b> A159, A160, A165, A166, A171, A172, A276, A277, A278, A279</p> <p><b>Site 7:</b> A177, A178, A179, A183, A184, A188, A189, A280, A281, A282, A283, A286, A287, A288, A289</p>
GS3	<p><b>Site 2:</b> A033, A034, A210, A211, A212, A213</p> <p><b>Site 3:</b> A043, A044, A045, A222, A223, A224, A225</p>
GL1	<p><b>Site 1:</b> A013, A014, A015, A206, A207, A208, A209,</p> <p><b>Site 4:</b> A056, A057, A058, A059, A069, A070, A071, A085, A086, A087, A096, A234, A235, A236, A237, A238, A239</p>
GL2	<p><b>Site 2:</b> A026, A027, A028, A029, A030, A031, A032, A035, A036, A037, A038, A039, A040, A041, A042, A214, A215, A216, A217</p> <p><b>Site 7:</b> A180, A181, A182, A185, A186, A187, A190, A191, A192, A193, A284, A285</p>

GL3	<b>Site 3:</b> A046, A047, A048, A049, A050, A051, A052, A226, A227, A228, A229
GF1	<b>Site 1:</b> A004, A005, A006, A007, A008, A009, A016, A017, A018, A019, A020, A021, A022, A198, A199, A200, A201 <b>Site 2:</b> A026, A027, A028, A029, A030, A031, A032
GF2	<b>Site 6:</b> A161, A162, A163, A164, A167, A168, A169, A170, A173, A174, A175, A176, A270, A271, A272, A273, A274, A275
GF3	<b>Site 5 :</b> A138, A148, A156
GF4	<b>Site 5 :</b> A139, A140, A141, A149, A150, A157, A158, A246, A247, A248, A249, A250, A251, A252, A253, A254, A255

## ANNEXE 4 : Liste faunistique

Tableau 23 : liste des espèces faunistiques participant à la restauration écologique

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Rôles et intervention sur restauration écologique
<b>Oiseaux (22 espèces) :</b>			Granivore et/ou frugivore
ALAUDIDAE	<i>Mirafra hova</i>	Sorohitra	
ALCEDINIDAE	<i>Alcedo vintsioides</i>	Vintsy	
COLUMBIDAE	<i>Streptopelia picturata</i>	Domohina	
	<i>Alectroenas madagascariensis</i>	Finengo	
CORVIDAE	<i>Corvus albus</i>	Goaika	
CUCULIDAE	<i>Culcus poliocephalus</i>	Totokafo	
	<i>Coua caerulea</i>	Mariaha	
CISTICOLIDAE	<i>Cisticola cherina</i>	Tsintsina	
DICRURIDAE	<i>Dicrurus forficatus</i>	Railovy	
NUMIDIDAE	<i>Numida meleagris</i>	Ankanga	
PHASIANIDAE	<i>Margaropedrix madagascariensis</i>		
PLOCEIDAE	<i>Foudia madagascariensis</i>	Fody	
PYCNONOTIDAE	<i>Hypsipetes madagascariensis</i>	Tsokorevo	
PTEROPODIDAE	<i>Pteropus rufus</i>	Fanihy, Ramanavy	
	<i>Rousettus madagascariensis</i>		
PSITTACIDAE	<i>Coracopsis vasa</i>	Boeza, Boloky	
STURNIDAE	<i>Acridotheres tristis</i>		
STRIGIDAE	<i>Otus rutilus</i>	Tontoroko	
THRESKIORNITHIDAE	<i>Lophotibis cristata</i>	Ankohon'ala, Lampira	
TRERONIDAE	<i>Vinago australis</i>	Finaingo	
TURNICIDAE	<i>Turnix nigricollis</i>	Kibobo	
ZOSTEROPIDAE	<i>Zosterops maderaspatana</i>	Ramanjerika	
<b>Lémuriens (7 espèces) :</b>			Granivore et/ou frugivore
CHEIROGALEIDAE	<i>Microcebus rufus</i>	Antsidy	
	<i>M. lehilahitsara</i>		
	<i>Cheirogaleus medius</i>		
LEMURIDES	<i>Varecia variegata</i>	Varikandana	
INDRIIDAE	<i>Propithecus candidus</i>	Simpona	
	<i>Indri indri</i>	Babakoto	
	<i>Avahi laniger</i>	Fotsife	
<b>Mammifères et micromammifères (5 espèces) :</b>			Insectivore, frugivore et granivore
EUPLERIDAE	<i>Cryptoprocta ferox</i>	Fosa	
TENRECIDAE	<i>Tenrec ecaudatus</i>	Trandraka	
	<i>Setifer setosus</i>	Sora	
ASFARVIRIDES	<i>Potamochoerus larvatus</i>	Lambo	
BOVIDAE	<i>Bos taurus indicus</i>	Omby	

## ANNEXE 5 : Tableau des donnees meteorologiques du Moramanga

*Tableau 24 : Données de températures annuelles entre 2010 et 2019 (°C)*

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2010	23,09	22,88	23,17	21,69	20,45	18,16	16,02	16,68	18,62	21,19	21,5	23
2011	22,78	22,8	22,53	22,95	20,62	19,01	17,89	18,69	19,33	21,51	23,37	24,03
2012	22,83	22,88	22,11	22,08	19,79	17,67	16,84	17,47	18,15	20,71	22,58	23,37
2013	23,78	23,26	22,56	21,39	19,68	16,31	16,1	16,34	18,85	20,71	23,34	23,14
2014	22,82	22,65	22,48	21,43	19,53	18,19	17,07	18,11	18,75	22,87	23,41	24,14
2015	23,3	22,71	22,43	22,58	20,33	18,78	17,38	17,6	18,93	21,5	22,66	24,15
2016	23,5	23,76	23,69	21,7	18,54	16,63	16,01	17,4	18,02	21,36	22,77	23,63
2017	23,61	23,77	23,16	22,07	20,38	18,46	17,29	17,95	19,67	21,71	22,56	23,48
2018	22,58	22,76	22,17	21,38	19,6	17,68	15,82	17,23	18,51	20,58	22,67	23,08
2019	23,81	24,15	29,92	33,11	32,24	31,42	28,53	30,49	19,33	29,61	24,7	23,35
<b>M. A.</b>	<b>23,21</b>	<b>23,16</b>	<b>23,42</b>	<b>23,04</b>	<b>21,12</b>	<b>19,23</b>	<b>17,89</b>	<b>18,80</b>	<b>18,82</b>	<b>22,17</b>	<b>22,96</b>	<b>23,54</b>

Source : Service météorologique d'Ampandrianomby, Antananarivo, Madagascar

*Tableau 25 : Données de précipitations annuelles entre 2010 et 2019 (mm)*

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2010	341,58	81,67	321,21	10,80	10,56	11,46	18,00	16,67	2,99	12,88	44,59	93,8
2011	172,30	215,94	143,84	38,62	11,64	4,52	6,29	13,47	6,67	32,34	35,69	170,91
2012	227,72	295,42	155,87	85,24	15,85	11,55	9,49	8,61	11,36	34,83	85,85	86,68
2013	189,56	256,11	163,85	13,57	9,18	15,22	23,79	15,06	14,14	29,74	64,09	189,19
2014	239,21	176,59	90,68	1,26	8,50	16,94	46,90	14,38	6,12	9,85	50,25	268,64
2015	345,15	379,85	233,69	24,37	18,56	26,60	32,16	19,23	6,47	6,82	40,82	227,78
2016	240,51	253,24	176,63	17,37	9,88	20,86	27,04	17,28	5,26	39,56	55,06	57,05
2017	81,56	193,73	287,82	48,54	8,52	27,01	42,16	21,12	12,25	24,55	122,45	222,49
2018	347,97	212,65	223,16	27,00	9,01	20,15	34,30	12,54	5,53	23,90	55,83	134,90
2019	374,16	235,92	279,05	82,12	13,36	25,16	24,72	8,51	17,01	15,36	91,30	223,41
<b>M. A.</b>	<b>255,97</b>	<b>230,11</b>	<b>207,58</b>	<b>34,89</b>	<b>11,51</b>	<b>17,95</b>	<b>26,48</b>	<b>14,69</b>	<b>8,78</b>	<b>22,98</b>	<b>64,59</b>	<b>167,48</b>

Source : Service météorologique d'Ambandrianomby, Antananarivo, Madagascar



**Tableau 27 : Fiche de relevé pédologique et stationnel**

Localité : Date : Relevé n° : Placeau n° : Placette n° :	<b>Paramètres écologiques</b>	<b>Paramètres pédologiques</b>
	Orientation :	Recouvrement de litière/ surface de relevé (RL)
	Exposition :	Epaisseur (Eps)
	Niveau topographique :	Couleur
	Pente :	Humidité édaphique ambiante (Hum)
	Coordonnées géographiques (altitude, latitude et longitude) :	Texture
		Présence de griffes d'érosion et/ou lessivage (Prs érosion/lessivage)

Horizons du sol	RL (%)	Eps (cm)	Couleur	Hum (Très/Moins/ Peu)	Texture	Prs érosion / lessivage
A00 (litière)						
A0 (humus)						
A						
B						
C						

**Tableau 28 : Fiche d'enquête sur les pressions anthropiques**

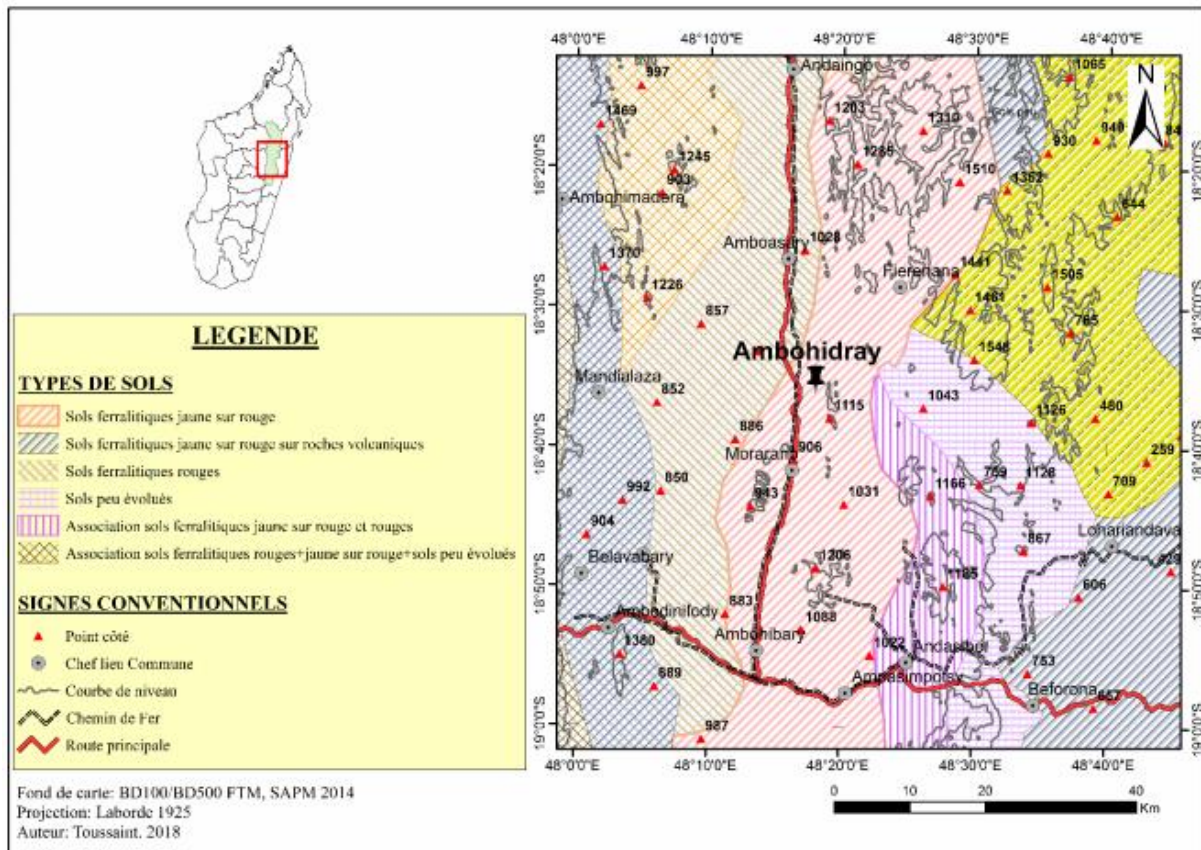
Type de végétation		Pression		Age de la végétation
Végétation primaire	Végétation modifiée	Type de pression	Fréquence	

**Tableau 29 : Fiche de relevé faunistique**

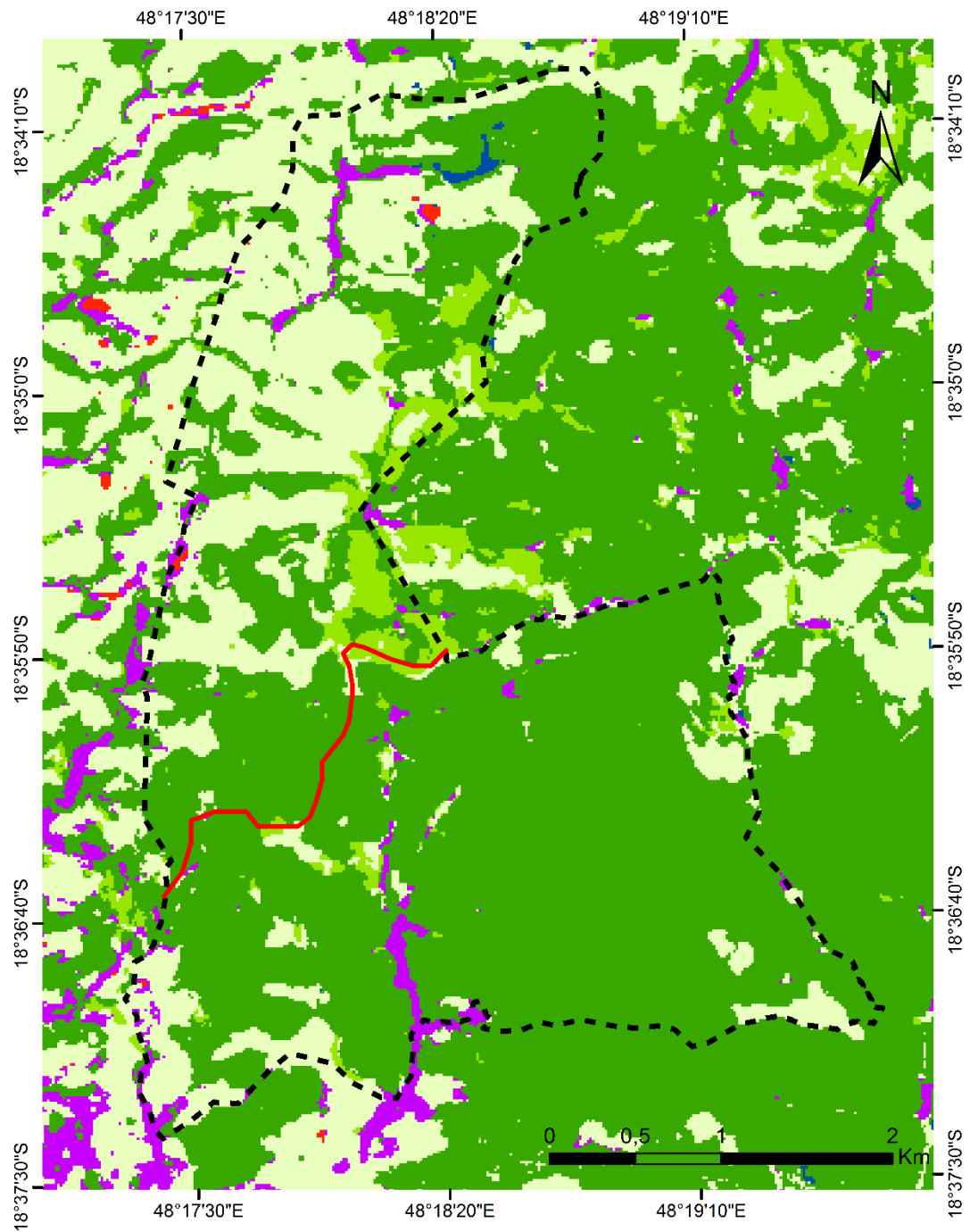
Localité : Date : Relevé n° : Placeau n° : Placette n° :	Paramètres écologiques	Paramètre faunistique
	Orientation :	Nom scientifique (Ns) et nom vernaculaire (Nv)
	Exposition :	Présence/ absence (+/-)
	Niveau topographique : Pente : Coordonnées géographiques (altitude, latitude et longitude) :	Rôles (Disséminatrice, pollinisatrice, décomposant de matières organiques, autres) autres

Ns	Nv	+/-	Rôles	Autres

## ANNEXE 7 : Carte pédologique et carte de végétation de l'Aire Protégée d'Ambohidray











Carte 3 : Carte pédologique de l'Aire Protégée d'Ambohidray



Source : Landsat 8, capteur OLI  
 Date d'acquisition de l'image : 28 Mars 2018  
 Projection : WGS84 UTM  
 Auteur : ToussaintR. 2018

**Légende**

- |  |   |  |
|--|---|--|
|  Route            |  Savane et zones dégradées |  Peuplement d'Eucalyptus |
|  Limite de la NAP |  Culture                   |  Sol nu                  |
|  Lac              |  Forêt naturelle           |  |

*Carte 4 : Carte d'occupation du sol de l'Aire Protégée d'Ambohidray*

## ANNEXE 8 : Planches photographiques

### Paysage naturel de l'Aire Protégée d'Ambohidray



Succession de collines montrant la forêt des bas fonds



Lac d'Ambolobe



Chute d'eau dans la partie Est de l'Aire Protégée



L'équipe sur le terrain avec certains membres du VOI dans le village d'Ambohidray

## Planches photographiques (suite)

Types de pressions observées dans l'Aire Protégée d'Ambidray



Transformation d'un bas fond en riziculture



Feu de brousse près d'une forêt naturelle



Trace laissée par la fabrication de charbon à l'intérieur de l'Aire Protégée



Transport de charbon de bois vers le village d'Ambohidray

**Thème : Evaluation des formations végétales en vue de Restauration écologique : cas de l'Aire Protégée d'Ambohidray**

**Auteur : RATIANARINAMBININA Fleur Harielle**

**Encadreur : RABARISON Harison**

## **RESUME**

Les formations végétales de l'Aire Protégée d'Ambohidray sont actuellement confrontées à des pressions anthropiques et naturelles telles que les feux de brousse et feux de forêt, coupes de bois, espèces invasives et formation de lavaka. L'objectif de ce travail est de mettre en évidence les différentes unités écologiques dégradées sous forme d'un atlas ou support cartographique de végétation pour la planification de restauration écologique. Pour mieux décrire et caractériser la flore, les structures et les stations écologiques des différentes unités de végétation subies par ces pressions, les méthodes d'inventaires phytoécologiques de Braun Blanquet et de Duvigneaud et l'observation de la fosse pédologique ont été adoptées.

La présente étude a permis de déterminer la succession végétale de l'Aire Protégée d'Ambohidray ainsi que les caractéristiques structurales et écologiques stationnelles des formations forestières et non forestières étudiées. Ainsi avec la méthode de CAH, six types de formations végétales ont été identifiées par la combinaison des groupements floristiques et structuraux. A partir des études floristiques de ces formations végétales, trois groupes d'espèces candidates de restauration caractéristiques des habitats très dégradés et dégradés (savane, lisière forestière et recrû forestier), peu dégradés (forêt écrémée) et plus ou moins intacte (forêt naturelle) ont été déterminés. Le niveau de dégradation de la végétation a permis d'établir un atlas de restauration de l'Aire Protégée d'Ambohidray : restauration active pour les formations végétales très dégradées, restauration passive assistée pour celles dégradées et enfin restauration passive proprement dite pour les formations peu dégradées et plus ou moins intacte.

Ainsi, les études des caractéristiques écologiques de ces formations végétales ont permis de choisir les types de restauration écologique appropriés ainsi que de déterminer les mesures de gestion des pressions afin d'assurer la conservation durable de la biodiversité de ce paysage naturel.

**Mots clés** : Restauration écologique, Espèces candidates, Dynamique de végétation, Sol-végétation, , Pressions anthropiques, CAH, Ambohidray.

**Theme: ECOLOGICAL AND DYNAMIC ASSESSMENT OF VEGETATION WITH A VIEW TO ECOLOGICAL RESTORATION: CASE OF AMBOHIDRAY PROTECTED AREA**

**Autor: RATIANARINAMBININA Fleur Harielle**

**ABSTRACT**

The vegetation of the Ambohidray Protected Area are currently facing anthropogenic and natural pressures such as bush and forest fires, logging, invasive species and lavaka formation. The objective of this work is to highlight the various degraded ecological units in the form of an atlas or cartographic support of vegetation for the planning of ecological restoration. To better describe and characterize the flora, structures and ecological stations of the different vegetation units undergone by these pressures, the phytocological inventory methods of Braun Blanquet and Duvigneaud and the observation of the soil pit were adopted.

This study has allowed fixing the plant succession of the Ambohidray Protected Area as well as the structural and ecological characteristics of the sites of the forest and no-forest formations studied. Thus, with the CAH method, six types of plant formations were identified by the combination of floral and structural groups. From the floristic studies of these plant formations, three groups of candidate species for ecological restoration characteristic of very degraded habitats (savannah), degraded and little degraded (forest edge and forest regrowth and skimmed forest) as well as more or less intact (natural forest) have been determined. The level of vegetation degradation made it possible to establish an atlas of restoration of the Ambohidray Protected Area: active restoration for much degraded plant formations, assisted passive restoration for degraded and slightly degraded ones and finally passive restoration for more or less intact.

Thus, studies of the ecological characteristics of plant formations in this Protected Area have made it possible to choose the appropriate types of ecological restoration as well as to determine the measures for the sustainable conservation of the biodiversity of this natural landscape.

**Keywords:** Ecological restoration, Candidate species, Vegetation dynamics, Soil-vegetation, Anthropogenic pressures, CAH, Ambohidray.