



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
DOMAINE SCIENCES ET TECHNOLOGIES
MENTION BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES

* * * * *

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master II
PARCOURS : SYSTEMATIQUE ET GESTION DURABLE DE LA DIVERSITE VÉGÉTALE
(SY.GE.DUR)

**Diversité et répartition spatiale des épiphytes vasculaires
dans la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray,
District Moramanga, Région Alaotra Mangoro**



Présenté par HENINTSOA Rafalimanana Rollando

Soutenu publiquement le jj /mm/ aa, devant le jury composé de :

Présidente : Professeur Bako Harisoa Ravaomanalina
Rapporteur : Docteur HDR Mijoro Rakotoarinivo
Rapporteur : Professeur Hu Gwangwan
Examineur : Docteur Harison Rabarison



Photos de la page de couverture photographiées par Henintsoa Rafalimanana Rollando,
de gauche à droite :

- *Angraecum rubellum* Bosser (Février 2024, Analamahavery, NAP Aire Protégée d'Ambohidray)
- *Asplenium nidus* L. (Avril 2024, Andriambe, NAP Aire Protégée d'Ambohidray)
- *Peperomia disticha* Yunck. (Février 2024, Andriana, NAP Aire Protégée d'Ambohidray)

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
DOMAINE SCIENCES ET TECHNOLOGIES
MENTION BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master II
PARCOURS : SYSTEMATIQUE ET GESTION DURABLE DE LA DIVERSITE VÉGÉTALE
(SY.GE.DUR)

**Diversité et répartition spatiale des épiphytes vasculaires
dans la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray,
District Moramanga, Région Alaotra Mangoro**

Présenté par HENINTSOA Rafalimanana Rollando

Soutenu publiquement le jj/mm/aa, devant le jury composé de :

Présidente : Professeur [Bako](#) Harisoa Ravaomanalina
Rapporteur : Docteur HDR Mijoro Rakotoarinivo
Rapporteur : Professeur Hu Gwangwan
Examineur : Docteur Harison Rabarison

Remerciements

Je tiens tout d'abord à rendre grâce à Dieu pour sa divine providence qui m'a guidé tout au long de ce travail. Sa grâce infinie m'a fortifié et soutenu dans l'épreuve.

Aussi, je remercie vivement toutes les personnes qui m'ont soutenu pendant la réalisation de cette recherche, que ce soit moralement, financièrement ou par leurs conseils.

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements aux membres du jury :

- Professeur Bako Harisoa RAVAOMANALINA, Responsable du Parcours SYGEDUR au sein de la Mention Biologie et Ecologie Végétales du Domaine Sciences et Technologies e-la Faaulté des Sciences d'Antananarivo, qui malgré ses nombreuses responsabilités, a accepté de présider ce jury. Madame, veuillez trouver ici l'expression de mes respects les plus sincères.
- Docteur HDR Mijoro RAKOTOARINIVO, Responsable de la Mention Biologie et Ecologie Végétales, mon encadreur, pour son soutien inestimable et ses conseils avisés qui m'ont guidé tout au long de cette recherche.
- Professeur Hu GWANGWAN-~~Hu~~, mon Co encadreur,-(Co-encadreur), du Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Science et du Sino-Africa Joint Research Center, pour l'appui financier et matériel ainsi que les conseils académiques dont j'ai bénéficié.
- ~~À~~ Docteur Harison RABARISON, Maître de Ceonférences à la Mention Biologie et Ecologie Végétales du Domaine Sciences et Technologies, ~~Faaulté des Sciences~~ de l'Université d'Antananarivo, malgré ses lourdes obligations, m'anous fait l'honneur de siéger parmi les membres du jury et a accepté d'examiner ce travail et d'apporter des recommandations et améliorations du document. Merci infiniment.
- À tous les membres du groupe « Flora and taxonomy of Eastern Africa », notamment Docteur Guy Eric ONJALALAINA, pour leurs conseils dont j'ai bénéficié.

Mes témoignages de reconnaissance sont adressés :

À tous les enseignants du Domaine Sciences et Technologies e-la Faaulté des Sciences, notamment ceux de la Mention Biologie et Ecologie Végétales, qui m'nous ont transmis leurs connaissances et leurs expériences et m'nous ont conduit jusqu'au bout.

J'adresse mes plus vifs remerciements :

À mes co-équipiers dont les (étudiants de la promotion IRAY DIA) durant les travaux de terrain : MIHAJAHARIMANANA Dina Malala, RABESON Asafa Hary Andrianakanto Sarobidy, RAMANAMBITSOA Nivoniaina Fanevasoa, Malgré de nombreuses contraintes rencontrées, nous avons réussi à mener à bien nos recherches. Je vous remercie.

Remerciements

À tous les guides de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray : RAMANANJATOVO Jules (défunt Ndrina) et à RANDRIAMANANA Anjarasoa Niaina Tsifoïna (étudiant de la promotion IRAY DIA) ; qui ~~m'~~~~nous~~ ont beaucoup aidé lors de nos travaux de terrain.

À RAJAOVELONA Landy Rita et Docteur RABARISON Harison pour la détermination des spécimens d'herbiers.

À tous mes amis à l'université et les étudiants de la promotion « IRAY DIA » pour les collaborations et la solidarité tout au long de nos études à l'Université.

Enfin je tiens à remercier sincèrement : mes parents, mes sœurs, mes frères et ~~toutes~~ ~~maes~~ familles qui m'ont offert leurs appuis, conseils et leurs soutiens inconditionnels durant mes études. Veuillez trouver ici l'expression de l'estime et de l'affection que je vous porte au plus profond de moi.

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de mes études.

Merci sincèrement à tous !

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
LISTE DE CARTE.....	vi
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES PHOTOS	vi
LISTE DES ANNEXES	vi
ABREVIATIONS ET ACRONYMES	vii
GLOSSAIRE.....	viii
INTRODUCTION.....	1
Partie I : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE	3
I.1. Milieu abiotique	3
I.1.1. Situation géographique	3
I.1.2. Relief	3
I.1.3. Climat	3
I.1.4. Hydrographie	5
I.1.5. Pédologie et géologie.....	5
I.2. Milieu biotique.....	6
I.2.1. Flore et végétation	6
I.2.2. Faune	6
I.3. Milieu humain.....	7
I.3.1. Composition ethnique.....	7
I.3.2. Activités socio-économiques	7
I.3.3. Lieux sacrés	9
I.4. Pressions et menaces qui pèsent sur l'aire protégée d'Ambohidray	9
I.5. Statut et gestion de l'aire protégée d'Ambohidray	10
Partie II : MATERIELS ET METHODES.....	11

II.1. Généralités sur les épiphytes	11
II.1.1. Catégories écologiques des épiphytes vasculaires	11
II.2. Méthodes d'étude	11
II.2.1. Recherche préliminaire.....	11
II.2.1.1. Etude cartographique	11
II.2.2. Collecte de données.....	12
II.2.2.1. Phase de reconnaissance et échantillonnage des sites de relevé	12
II.2.2.2. Inventaire floristique	12
II.2.2.3. Collecte d'herbiers et conservation des spécimens.....	13
II.2.2.4. Extraction de la liste d'épiphytes vasculaires dans GBIF	13
II.2.2.5. Distribution spatiale des épiphytes vasculaires.....	14
II.2.2.6. Indice de biodiversité	17
Partie III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	18
III.1. Diversité des épiphytes vasculaires.....	18
III.2. Distribution horizontale des épiphytes dans les sites de relevé.....	22
III.2.1. Occurrence d'espèces dans les sites de relevé	22
III.2.2. Richesse spécifique des sites de relevé	23
III.2.3. Abondance d'épiphytes dans les sites d'inventaire	24
III.2.4. Comparaison de la diversité spécifique des épiphytes entre les transects	25
III.2.5. Répartition des épiphyte par classe de hauteur de phorophyte	26
III.2.6. Répartition des épiphytes en fonction des diamètres du phorophyte.....	<u>27</u> <u>26</u>
III.2.7. Relation spécifique entre épiphytes et phorophytes.....	<u>28</u> <u>27</u>
III.3. Distribution verticale des épiphytes sur leurs supports	<u>29</u> <u>28</u>
III.3.1. Présence des espèces sur les arbres.....	<u>29</u> <u>28</u>
III.3.2. Richesse spécifique et abondance d'épiphytes sur les zones d'arbres.....	<u>30</u> <u>29</u>
III.3.3. Dominance de groupe taxonomique sur les zones d'arbre	<u>31</u> <u>30</u>
III.3.4. Comparaison de la diversité spécifique entre les zones d'arbre	<u>32</u> <u>31</u>

Partie IV : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS.....	32
CONCLUSION.....	35
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	37
ANNEXES.....	I

Table des illustrations

LISTE DE CARTE

Carte 1 : Localisation de l'Aire protégée d'Ambohidray.....	4
---	---

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Diagramme ombrothermique de l'aire protégée d'Ambohidray selon GAUSSEN (1955).	4
Figure 2 : Dispositif du transect de Duvigneaud (1946)	13
Figure 3 : Subdivision verticale de phorophyte d'après Johansson (1974).....	16
Figure 4 : Carte factorielle de l'occurrence d'espèces dans les sites de relevé.....	22
Figure 5 : Richesse spécifique des épiphytes vasculaires dans les quatorze transects.....	23
Figure 6 : Abondance d'épiphyte vasculaire dans les quatorze transects	25 24
Figure 7 : Nombre d'espèce d'épiphytes selon la taille de phorophyte	27 26
Figure 8 : Richesse spécifique d'épiphytes par classe de diamètre du tronc	28 27
Figure 9 : Répartition d'espèces épiphytiques selon les arbres hôtes	29 28
Figure 10 : Carte factorielle d'occurrence d'espèces sur les subdivisions verticales de phorophyte	30 29
Figure 11 : Pourcentage de la richesse spécifique de chaque zone d'arbre	31 30
Figure 12 : Pourcentage de l'abondance d'épiphytes de chaque zone d'arbre.....	31 30
Figure 13 : Dominance des groupes taxonomiques sur les subdivisions de phorophytes.....	32 31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des espèces au sein des groupes taxonomiques.....	19
Tableau 2 : Répartition des espèces au sein des groupes taxonomiques (suite).....	20
Tableau 3 : Répartition des espèces au sein des groupes taxonomiques (suite).....	21
Tableau 4 : Valeurs d'indice de Shannon-Weaver (H') de chaque relevé.....	26 25
Tableau 5 : Valeurs d'indice de Shannon Weaver des zones d'arbres.....	32 31

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Chute d'eau à Andriambe	5
Photo 2 : Profil du sol à Ambenja	6
Photo 3 : Rizière à Andriana	8
Photo 4 : Doany à Andriana	9
Photo 5 : Déforestation à Andriambe	10
Photo 6 : Méthode d'obtention d'une liste floristique d'épiphyte vasculaire dans GBIF	14

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Précipitation (mm) et température (°C) de 2012 à 2021	I
Annexe II : Liste herpetofaune d'Ambohidray inventoriée par Madagascar Voakajy (2017).....	II

Table des illustrations

Annexe III : Carte des types de végétation de l'aire protégée d'Ambohidray	III
Annexe IV : Répartition des sites de relevé dans les trois zones- : (Zone tampon, zone écotouristique et , noyau dur) de la NAP Aire protégée d'Ambohidray.....	IV
Annexe V : Paramètres retenus pour chaque site de relevé	IV
Annexe VI : Liste d'espèces obtenue dans GBIF	V
Annexe VII : Fiche de relevé er de terrain	VI
Annexe VIII : Codes de collecte, noms scientifiques et phénologies	VI
Annexe IX : Occurrence des espèces à distribution restreinte dans les sites d'inventaire	XIX
Annexe X : Phorophytes présentant moins de 5 espèces	XIX
Annexe XI : Occurrence des espèces à distribution restreinte sur les zones de phorophytes	XIII XI

ABREVIATIONS ET ACRONYMES

MMA : Miara Mitsinjo Ambohidray

NAP : Nouvelle Aire Protégée

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

VOI : Vondron'Olona Ifotony

GBIF : Global Biodiversity Information Facility

~~Dhp~~DHP : Diamètre à hauteur de Poitrine

MBEV : Mention Biologie et Ecologie végétales

HIB : Herbarium Institute of Botany (Chine)

TAN : Herbarium de Tsimbazaza

QGIS : Quantum Geographic Information System

GPS : Global Positioning System

GLOSSAIRE

Doany : Lieu sacré dans la culture traditionnelle malgache, généralement associé à des rituels, des pratiques spirituelles et des cultes ancestraux [\(Référence, date\)](#).

Héliophile : Plantes qui recherchent la lumière du soleil et s’y développent [\(Référence, date\)](#).

Hygro-mésophiles : Organismes qui prospèrent dans des environnements modérément humides [\(Référence, date\)](#).

Hygrophiles : Organismes qui préfèrent ou nécessitent des environnements très humides ou aquatiques pour se développer [\(Référence, date\)](#).

Mésophiles : Organismes qui se développent dans des conditions d'humidité et de température modérées [\(Référence, date\)](#).

Phorophyte : Plante sur laquelle poussent les épiphytes [\(Référence, date\)](#).

Sciaphile : Organisme qui préfère ou tolère les environnements ombragés [\(Référence, date\)](#).

Shapefile : Format de fichier couramment utilisé en systèmes d'information géographique (SIG) pour stocker des données géospatiales [\(Référence, date\)](#).

Tavy : Méthode traditionnelle de culture sur brûlis à [Madagascar](#). Elle consiste à abattre et à brûler une partie de la végétation forestière, généralement dans des zones de forêts tropicales, pour créer des terres agricoles temporaires [\(Référence, date\)](#).

Xérophile : Organismes qui sont adaptés à des environnements où les ressources en eau sont limitées [\(Référence, date\)](#).

INTRODUCTION

Introduction

Les formations forestières couvrent près d'un tiers de la surface émergée de la planète ; parmi cette étendue, 45% correspondent à des forêts tropicales (FAO, 2021). Ces dernières remplissent des fonctions écologiques essentielles, telles que la séquestration du carbone, la régulation du climat et la fourniture de ressources naturelles vitales (UICN, 1995 ; http 1). Elles constituent également les principaux réservoirs de la biodiversité mondiale.

Les forêts tropicales humides, en particulier, abritent près de 70-% des espèces végétales connues (http 2). Elles sont également caractérisées par une **profusion** de plantes épiphytes, représentant environ 35-% d'espèces dans ces forêts (http 3 ; Gentry et Dodson, 1987). La présence et l'abondance des épiphytes sont l'une des particularités écologiques majeures des forêts tropicales humides (Schimper, 1903 ; Richards, 1964 ; Gradstein, 2003).

Les épiphytes peuvent être classées en deux groupes majeurs selon leurs anatomies : épiphytes non-vasculaires dont les **B**ryophytes et les **L**ichens, et les épiphytes vasculaires comme les **F**ougères, et les **S**permatophytes (Mangosongo et Griffiths, 2019).

Les épiphytes vasculaires représentent environ 10-% de la flore vasculaire mondiale, soit près de 31 300 espèces (Zotz *et al.*, 2021). Elles sont particulièrement diversifiées dans les forêts tropicales et subtropicales (Mohamed *et al.*, 2017), où elles peuvent représenter jusqu'à 50% de la diversité végétale locale, notamment en forêts tropicales de montagne (Kelly *et al.*, 2004).

Les épiphytes sont des groupes des plantes écologiquement importantes au sein des écosystèmes forestiers car ils fournissent des habitats et de la nourriture aux insectes et aux oiseaux (de la Rosa-Manzano *et al.*, 2017). De plus, elles sont utilisées par l'homme à des fins médicales, agricoles et horticoles (Nadkarni, 1992). Par ailleurs, elles fournissent des services écosystémiques en participant à la productivité primaire, à la biomasse et à la rétention d'eau (Mangosongo et Griffiths, 2019) ou à la régulation des flux des nutriments et à la modification ou l'amélioration du microclimat forestier (Getaneh et Gamo, 2016). En raison de leur sensibilité élevée aux variations des conditions climatiques, les épiphytes sont considérés comme des bio-indicateurs de la dégradation de l'habitat, de la pollution et du changement climatique (Getaneh et Gamo, 2016).

Malgré ces importances écologiques, les épiphytes sont encore relativement peu étudiées et les informations sur leur composition spécifique sont encore insuffisantes pour plusieurs régions du monde (Küper *et al.*, 2004), notamment en Afrique tropicale (Schaijes et Malaisse, 2001) y compris à Madagascar.

La connaissance approfondie de la biodiversité au sein d'une région donnée consitue un prérequis fondamental pour l'élaboration de stratégies de conservation efficaces. A cet égard, les données floristiques exhaustives, issues de recherches scientifiques, jouent un rôle déterminant **en**

Introduction

permettant de hiérarchiser les actions de protection, notamment en faveur des espèces endémiques, rares ou menacées (Hochkirch et *al.*, 2021). Pour le cas de la Nouvelle Aire protégée d'Ambohidray, les connaissances scientifiques sur la biodiversité végétale sont insuffisantes : les investigations floristiques et phytosociologiques restent rares et limitées (Rabary, 2018). En outre, la seule contribution récente consacrée aux épiphytes, réalisée par Randriamanana (2025), s'est limitée aux Orchidaceae, laissant les autres groupes d'épiphytes vasculaires inexplorés. ~~Cette lacunette carenee~~ Ce ~~documentaire~~ documentaire met en évidence la nécessité de conduire des recherches plus exhaustives sur la flore dans cette Nouvelle Aire Protégée. C'est dans ce contexte que la présente étude, intitulée « Diversité et répartition spatiale des épiphytes vasculaires dans la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray, District de Moramanga, Région Alaotra Mangoro », cherche à combler les lacunes sur les données floristiques de ces plantes, offrant ainsi des bases scientifiques solides pour leur conservation et leur gestion. Cette étude s'inscrit dans le projet « Flora and Taxonomy of Eastern Africa », une collaboration entre la Mention Biologie et Écologie Végétales de l'Université d'Antananarivo et l'Institut Wuhan Botanical Garden, University of China Academy of Sciences.

La question centrale de cette étude est : Comment la diversité et la répartition spatiale des épiphytes vasculaires varient-elles en fonction des facteurs environnementaux au sein de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray ?

L'objectif global de l'étude est d'analyser la composition floristique et la distribution spatiale des épiphytes vasculaires dans la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray.

Les objectifs spécifiques incluent : (i) réaliser des inventaires floristiques des épiphytes vasculaires dans différentes stations écologiques dans la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray, (ii) évaluer leur répartition spatiale dans ces stations, et (iii) analyser leur distribution sur les phorophytes (des plantes supports).

Trois hypothèses ont été formulées :

(1) les épiphytes vasculaires dans la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray sont plus diversifiées dans les écosystèmes peu dégradés,

(2) les épiphytes vasculaires dans la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray sont plus diversifiés sur les troncs d'arbres,

(3) la distribution des épiphytes vasculaires est influencée par des facteurs environnementaux.

Ce travail se divise en quatre parties : la première décrit le milieu d'étude, la deuxième présente les matériels et méthodes ainsi que les analyses des données, la troisième expose les résultats et leurs interprétations, et la quatrième est consacrée à la discussion.

Partie I : PRESENTATION DU MILIEU
D'ETUDE

Présentation du milieu d'étude

I.1. Milieu abiotique

I.1.1. Situation géographique

La Nouvelle²Aire Protégée d'Ambohidray est située dans la partie orientale de Madagascar (Carte 1). Elle s'étend entre les latitudes 18° 34' et 18° 37' Sud, et les longitudes 48° 17' et 48° 19' Est (Rabary, 2018). Sur le plan administratif, elle est rattachée au Fokontany d'Ambohidray, à la Commune Rrurale de Morarano Garaea, au District de Moramanga et à la Région d'Alaotra-Mangoro. Elle se situe à 40 km au Nord de Moramanga, le long de la route nationale 44 menant vers Ambatondrazaka.

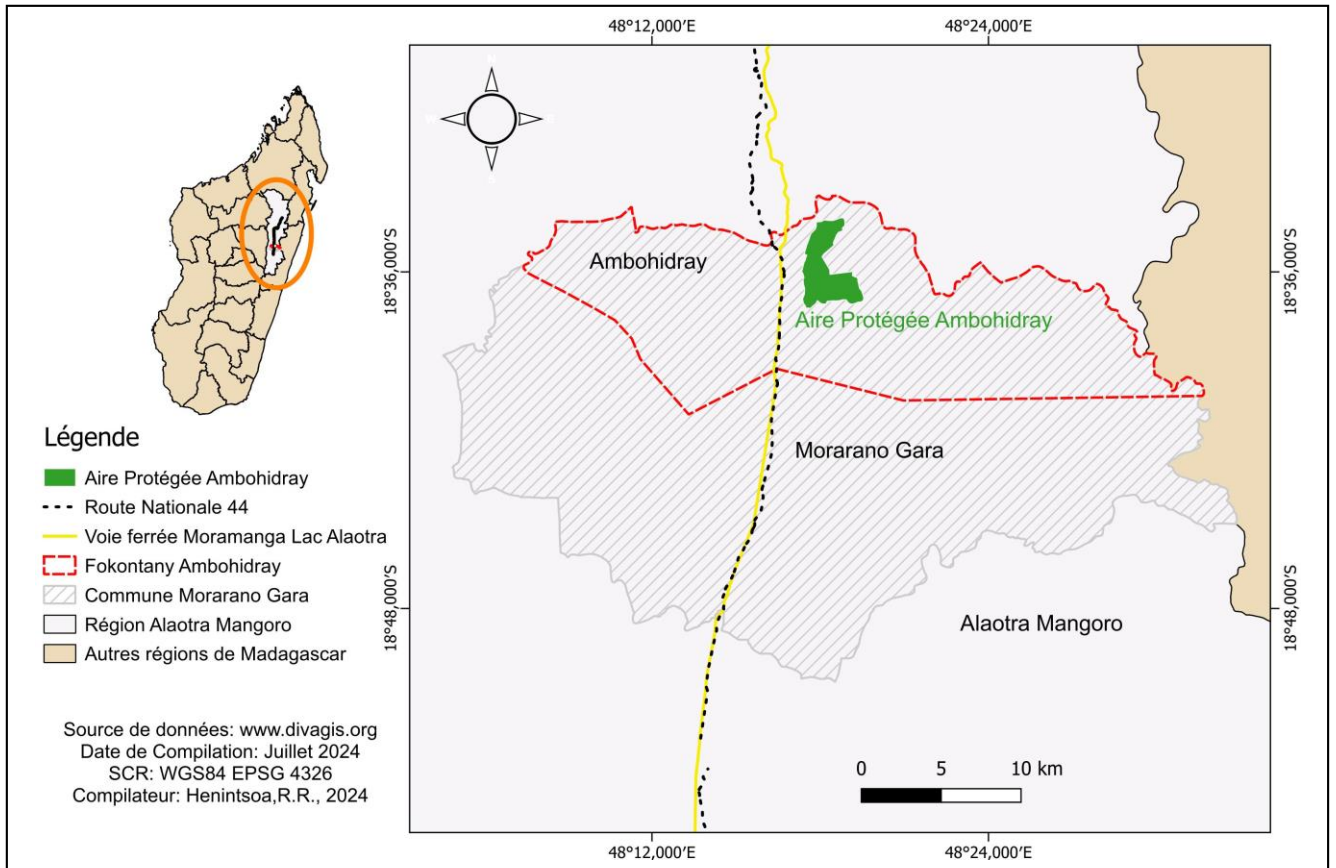
I.1.2. Relief

Le paysage de la Nouvelle²Aire Protégée d'Ambohidray présente une géomorphologie variée. Le relief est constitué de successions de collines entre 900 et 1 052 m d'altitude (Rabary, 2018). Ces collines sont souvent séparées par des vallées étroites, où l'on peut localiser par endroits des zones de bas-fonds humides, des zones marécageuses, des cours d'eau et du lac. Les plaines sont rares dans cette NAPaire protégée. A travers les variations topographiques du paysage, d'important phénomène d'érosion avec de formations de « lavaka » y est très remarquable (CREAM, 2013).

I.1.3. Climat

La NAPaire protégée d'Ambohidray est soumis à un climat tropical de type humide tempéré (Koechlin et al., 1974). Les données climatiques obtenues dans WordClim (2025) entre 2012 et 2021 (Annexe I) montrent que la précipitation moyenne annuelle est de 1353 mm et que la température moyenne annuelle est de 20 °C. La courbe ombrothermique (Figure 1), établie selon la méthode de Gaussen (1955 ; P<2T), indique une période de quatre mois écosécs (août, Sseptembre, Ooctobre et Mmai) et des précipitations très abondantes de Novembre à Mars, avec un pic en Jjanvier (256 mm).

Présentation du milieu d'étude



Carte 1 : Localisation de la NAP Aire protégée d'Ambohidray

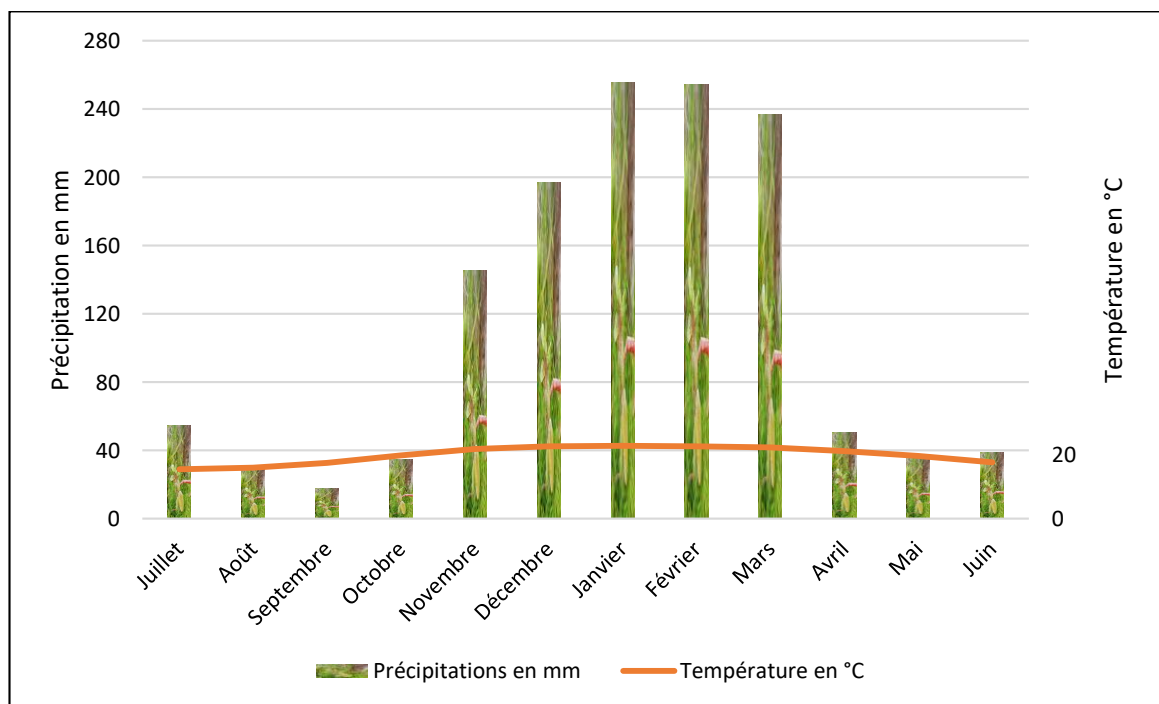


Figure 1 : Diagramme ombrothermique de la NAP aire protégée d'Ambohidray selon GAUSSEN (1955)

(Source : WordClim entre 2012 - 2021)

Présentation du milieu d'étude

I.1.4. Hydrographie

Le réseau hydrographique de la NAP²Aire protégée d'Ambohidray est dense. Un cours d'eau venant du lac d'Ambolobe, dans sa partie Nord rejoint le canal de Marofoza au Sud, formant la rivière Salagnary qui passe jusqu'au village d'Ambohidray (Ratianarinambinina, 2021).



Photo 1 : Chute d'eau à Andriambe

I.1.5. Pédologie et géologie

La zone d'Ambohidray repose sur le socle précambrien, principalement constitué de roches gneissiques métamorphisées (Besairie, 1946). Les sols sont de types ferralitiques **jaunes sur rouges ??**, influencés par l'apport en matières organiques et en humidité (Sibelet et *al.*, 2007). Le sol est plutôt épais suite à l'altération chimique du substrat géologique très avancée (Ratianarinambinina, 2021). Dans les zones marécageuses se développent des sols tourbeux (Rabary, 2018).

Présentation du milieu d'étude



Photo 2 : Profil du sol à Ambenja

I.2. Milieu biotique

I.2.1. Flore et végétation

Répartie entre 900 à 1052 m d'altitude, la zone appartient à la zone éco-floristique orientale de moyenne altitude (Faramalala et Rajeriarison, 1999). Cette région se compose de forêts naturelles, de savanes et de végétations dégradées dominées par des plantes exotiques comme *Psidium cattleianum* (Myrtaceae), *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) et *Pinus kesiya* (Pinaceae).

Le site d'étude abrite une forêt humide de montagne caractérisée par la prédominance de *Pterophylla* (anciennement *Weinmannia*, CUNONIACEAE) et *Tambourissa* (MONIMIACEAE). Cette forêt est riche en végétation basse de la strate inférieure (Humbert & Cours-Darne, 1965). Les sous-bois y sont denses et difficiles à traverser. Sur certains plateaux, les zones marécageuses sont dominées par des espèces hygrophiles comme *Typha latifolia* (Typhaceae) et *Pandanus vandamii* (Pandanaceae) (Rabary, 2018). Sur des savanes herbeuses, les espèces telles que *Aristida similis* (Poaceae), *Aristida rufescens* (Poaceae), *Hyparrhenia rufa* (Poaceae) et *Erica ventricosa* (Ericaceae) dominant (Ratianarinambinina, 2021).

I.2.2. Faune

La forêt, les vallées, les rivières et les lacs du site abritent une diversité importante d'espèces faunistiques (Rabary, 2018). Ces espèces jouent un rôle crucial dans l'intégrité écologique en favorisant la régénération des peuplements forestiers, tout en constituant des attractions touristiques naturelles. Cependant, les données disponibles sur l'étude de la faune dans ce site sont jugées

Présentation du milieu d'étude

insuffisantes ; les espèces ci-après sont des espèces endémiques fréquentes dans la forêt et citées par les habitants ainsi que les données herpétologiques de MADAGASIKARACAR VOAKAJY ou MAVOA en Février 2017 (Rabary, 2018 ; Ratianarinambinina, 2021) :

- **Reptiles** : MADAGASIKARACAR VOAKAJY a recensé 8 espèces de reptiles ; la liste de ces espèces est donnée dans l'Annexe II. Les reptiles d'Ambohidray sont endémiques de Madagascar et classées dans la catégorie à préoccupation mineure selon le statut de l'UICN. *Brookesia ramanantsoai* est la seule espèce en danger.
- **Batraciens** : Les espèces de batraciens ont des intérêts scientifiques et sont toutes endémiques de Madagascar. Vingt-sept espèces de batraciens ont été recensées par MADAGASIKARACAR VOAKAJY. Ces espèces sont citées dans l'Annexe II.
- **Oiseaux** : Les oiseaux sont moins nombreux. Les espèces les plus fréquentes sont *Streptopelia picturata* (Domohina), *Numida mitrata* (Akanga), *Alectroenas madagascariensis* (Finaingo maitso), *Vinago* sp. (Finaingo), *Margaroperdrix madagascariensis* (Tsimpo), *Coua caerulea* (Coua bleu) (Références, date ???).
- **Micromammifères** : Les espèces de micromammifères sont des gibiers tels que *Terenc ecaudatus* (Trandraka), *Setifer setosus* (Sokina) et *Potamoecherus larvatus* (Lambo) (Références, date ???).
- **Lémuriens** : Les lémuriens sont emblématiques de la région. Ils présentent une grande diversité et sont endémiques de Madagascar, à savoir *Microcebus lehilahitsara* (Tsitsy), *Cheirogaleus medius* (Matavirambo), *Propithecus candidus* (Simpona), *Indri indri* (Babakoto) (Références, date ???).

I.3. Milieu humain

I.3.1. Composition ethnique

La population se compose de plusieurs ethnies, la majorité étant les Bezanozano, l'ethnie autochtone (Sibelet et al., 2007). Cependant, d'autres ethnies telles que les Merina, Betsileo, Betsimisaraka, Antandroy et Sihanaka se sont intégrées à la population locale grâce aux mariages et à la recherche d'emploi. Les principaux immigrants proviennent d'Antsirabe, d'Ambatolampy, d'Antananarivo et de Manjakandriana (Rabary, 2018).

I.3.2. Activités socio-économiques

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

Présentation du milieu d'étude

I.3.2.1. Agriculture : riziculture et culture vivrière

Les principales activités économiques dans la région sont basées sur l'agriculture, notamment la riziculture irriguée en bas-fonds et les cultures vivrières sur les plateaux et les collines (Sibelet et *al.*, 2007). Ces pratiques agricoles impliquent près de 48—% de la population totale (Ratianarinambinina, 2021). Presque la quasi-totalité des ménages sont engagés en agriculture, notamment dans la riziculture et dans la culture vivrière (Sibelet et *al.*, 2007).



Photo 3 : Rizière à Andriana

I.3.2.2. Elevage

Presque tous les ménages pratiquent également l'élevage des volailles, des porcs et des zébus (Rabary, 2018). Les zébus sont principalement utilisés pour les travaux agricoles. L'élevage est une activité complémentaire à l'agriculture.

I.3.2.3. Artisanat

— L'artisanat local se concentre principalement sur la vannerie et la fabrication des meubles. La vannerie est généralement une activité pratiquée par les femmes, utilisant des matériaux tels que les feuilles des *Pandanus concretus* (Pandaneaceae), les tiges de quelques Cyperaceae (exemples : *Lepironia articulata*, *Cyperus ?*: *papyrus* et *Eleocharis dulcis*). Pour la fabrication des meubles, des essences ligneuses telles que *Pterophylla rutenbergii* (Cunoniaceae), *Entada louvelii* (Fabaceae), *Tambourissa thouvenotii* (Monimiaceae), *Dalbergia* sp. (Fabaceae), *Ocotea cymosa* (Lauraceae) et *Pinus kesiya* (Pinaceae) sont utilisées (Ratianarinambinina, 2021).

Présentation du milieu d'étude

I.3.2.4. Exploitation forestière et charbonnage

La fabrication de charbon de bois est une activité supplémentaire offrant un revenu rapide ou permanent à la population locale. Les producteurs de charbon représentent 18,7-% de la population, qui est majoritairement composée des migrants. Les espèces d'*Eucalyptus* sp. et de *Pinus kesiya* sont les plus utilisées pour cette activité (Rabary, 2018).

L'interdiction d'exploitation forestière dans les zones périphériques des Aires Protégées comme Zahamena, Mantadia et Vohimana contribue à expliquer l'arrivée massive des migrants à Ambohidray en ce qui concerne cette activité (Sibelet et al., 2007).

I.3.3. Lieux sacrés

Dans la NAP^{aire} protégée, il existe des endroits sacrés pour certaines populations ou des lieux ayant une histoire spécifique, tels que les doany à Ambolobe, Andriana et Andriambe.



Photo 4 : Doany à Andriana

I.4. Pressions et menaces qui pèsent sur la NAP^{aire} protégée d'Ambohidray

Plusieurs types de pressions et menaces pèsent sur la NAP^{aire} protégée d'Ambohidray. L'orpaillage dégrade les sols et pollue les cours d'eau environnants (Laker, 2023). Le charbonnage

Présentation du milieu d'étude

contribue à la déforestation (Chidumayo & Gumbo, 2013). Les coupures de bois et le tavy détruisent progressivement l'écosystème fragile de la forêt (Styger et al., 2007). Les feux de brousse incontrôlés menacent la biodiversité locale (Lange, 2023). De plus, la collecte illicite des flores rares menace l'équilibre délicat de l'environnement naturel de la NAP'aire protégée (http 4).



Photo 5 : Déforestation à Andriambe

I.5. Statut et gestion de la NAP'aire protégée d'Ambohidray

La NAP'aire protégée d'Ambohidray, d'une superficie de 1241 ha, a été obtenue son statut temporaire ~~erée~~ en 2015 (Décret 2015/8008). D'après la classification de l'UICN, elle est de catégorie V ou « paysages harmonieux protégés » (Rabary, 2018). Cette NAPaire protégée est constituée par des forêts primaires, des marais, un réseau des rivières et de lac. L'objectif principal de sa gestion est de préserver à long terme l'intégrité de la biodiversité, d'assurer la durabilité des fonctions écologiques et de maintenir la productivité des écosystèmes pour le bien-être des communautés locales, tout en favorisant l'utilisation durable des ressources naturelles. Le site est actuellement géré par l'Association DBEVa-MBEV de l'Université d'Antananarivo, en collaboration avec le VOI Miara Mitsinjo Ambohidray (MMA) (http 5)-. Le statut de conservation de la NAP est

Présentation du milieu d'étude

Vulnérable selon [Madagascar Protected Areas consortium partners, 2024](#)). En 2025, le Département de Biologie et Ecologie Végétales est désigné gestionnaire délégué de la NAP Ambohidray ([Arrêté 1658/2025](#)) son statut définitif.

Partie II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1. Généralités sur les épiphytes

Le terme « épiphyte » vient du grec « ἐπί = épi = sur » et « φυτόν = phyton = plante » qui désigne les végétaux qui se fixent sur les troncs et les branches des arbres, sans les parasiter (Buhendwa et *al.*, 2014). Elles se distinguent par leur capacité à ne pas endommager ni modifier l'écorce recouvrant les tissus vivants de leurs supports (Gorman et *al.*, 2019).

II.1.1. Catégories écologiques des épiphytes vasculaires

Les épiphytes vasculaires présentent une variété de stratégies d'adaptation à la vie sur d'autres plantes. Quatre catégories ont été définies en fonction de leur cycle de vie et leur dépendance au substrat aérien.

- **Hémi-épiphytes** : des plantes capables de passer de la vie épiphyte à la vie terrestre, et inversement (Prosperi, 1998). Il existe deux types d'hémi-épiphytes :

 Hémi-épiphytes primaires : ces plantes commencent leur vie sur un arbre ; elles développent plus tard des racines pivotantes qui atteignent jusqu'au sol, et finissent par s'établir en tant que plantes indépendantes (Prosperi, 1998).

 Hémi-épiphytes secondaires : des plantes qui germent au sol, mais grimpent sur des arbres et finissent par perdre tout contact avec le sol (Prosperi, 1998).

- **Épiphytes typiques** : des espèces inféodées à la vie épiphyte et dépendent des supports aériens.
- **Épiphytes éphémères** : Il s'agit d'épiphytes accidentels, la plupart des jeunes plants d'arbres ne parviennent pas à atteindre la phase de maturité dans leur position épiphyte et meurent à cause du manque de nutriments que le substrat ne peut en fournir (Oliver, 1930).
- **Épiphytes occasionnels** : des plantes normalement terrestres mais ils s'installent parfois sur des arbres où elles semblent prospérer jusqu'à la maturité (Oliver, 1930).

II.2. Méthodes d'étude

Cette section présente les approches adoptées pour répondre aux objectifs de l'étude. Deux principales méthodes ont été effectuées : l'étude préliminaire et la collecte de données.

II.2.1. Recherche préliminaire

Les recherches préliminaires ont pour objet de rassembler le maximum d'information autour du milieu d'étude et sur les épiphytes tels que la documentation des travaux de recherche sur la flore déjà effectués à Ambohidray et l'investigation dans les sites web pour enrichir la connaissance sur les épiphytes. Cette étape a permis aussi d'élaborer des méthodes adaptées pour les travaux de terrain.

II.2.1.1. Etude cartographique

La carte des végétations de ~~la NAP^{aire} protégée d'~~Ambohidray (Ratianarinambinina, 2021), (Annexe III) a été utilisée afin de localiser les différentes unités de végétation-~~;~~ (forêt humide

dégradée, forêt humide peu dégradée, forêt humide plus ou moins intacte, savane, etc.) de la zone d'étude. La connaissance de la localisation de ces unités de végétation est une guide stratégique d'échantillonnage, permettant d'éviter les zones non appropriées aux épiphytes comme les savanes herbeuses et donne une idée d'emplacement des inventaires floristiques dans les forêts naturelles.

II.2.2. Collecte de données

La collecte de données s'est faite à travers des inventaires floristiques pendant le mois de ~~F~~février 2024.

II.2.2.1. Phase de reconnaissance et échantillonnage des sites de relevé

Avant la mise en place des relevés, une prospection du milieu a été ~~effectuée~~ faite avec un guide local afin d'avoir un aperçu général du milieu d'étude.

Les inventaires ont été planifiés dans les trois zones distinctes de ~~la NAP'aire protégée~~ : la zone écotouristique, la zone tampon et le noyau dur. Compte tenu du temps prévu pour la réalisation des travaux, les sites d'inventaire sélectionnés pour mener l'étude dans chaque zone ont été choisis ~~selon que les sites présentent~~ en fonction de la présence des phorophytes avec un grand nombre d'épiphytes vasculaires.

Au total, 14 sites de relevés ont été réalisés dans les trois zones de ~~la NAP'aire protégée~~ d'Ambohidray, dont huit (8) dans le noyau dur, trois (3) dans la zone tampon et trois (3) dans la zone écotouristique (Annexe IV). Outre ces 14 sites, les relevés ont permis de recenser sept types de stations écologiques où les relevés ont été effectués : le bas versant, le mi-versant, le haut versant, le sommet, le ~~replat~~ ?, le long du ruisseau et l'entourage du lac.

II.2.2.2. Inventaire floristique

L'inventaire floristique est une opération qui consiste à évaluer la composition spécifique de la végétation dans un lieu donné (http 6). Cela englobe l'identification des espèces végétales, leur dispersion, leurs ~~traits morphologiques~~, leurs habitats et leurs interactions avec l'écosystème environnant (Gaston ~~et~~ Spicer, 2004). Pendant les travaux, le transect de Duvigneaud (1946) et la zonation de Johansson (1974) ont servi à recenser les épiphytes vasculaires.

- **Transect de Duvigneaud (1946)**

 Le transect de Duvigneaud (1946) consiste à faire une coupe au niveau de la végétation (~~F~~figure 2 ; http 6). Pour sa réalisation, une ligne de transect a été tendue à un mètre (1m) au-dessus du sol, au milieu du transect, pour une longueur de 25m. Ensuite, le transect a été subdivisé en 10 parcelles juxtaposés de 5m x 5m, placées à gauche et à droite de la corde. Toutes les espèces d'épiphytes vasculaires présentes sur les phorophytes dans chaque parcelle ont été inventoriées. Les

Matériels et méthodes

paramètres retenus sont les latitudes, les longitudes, les altitudes, les expositions, les orientations, noms des lieux et le type de station écologique (Annexe V).

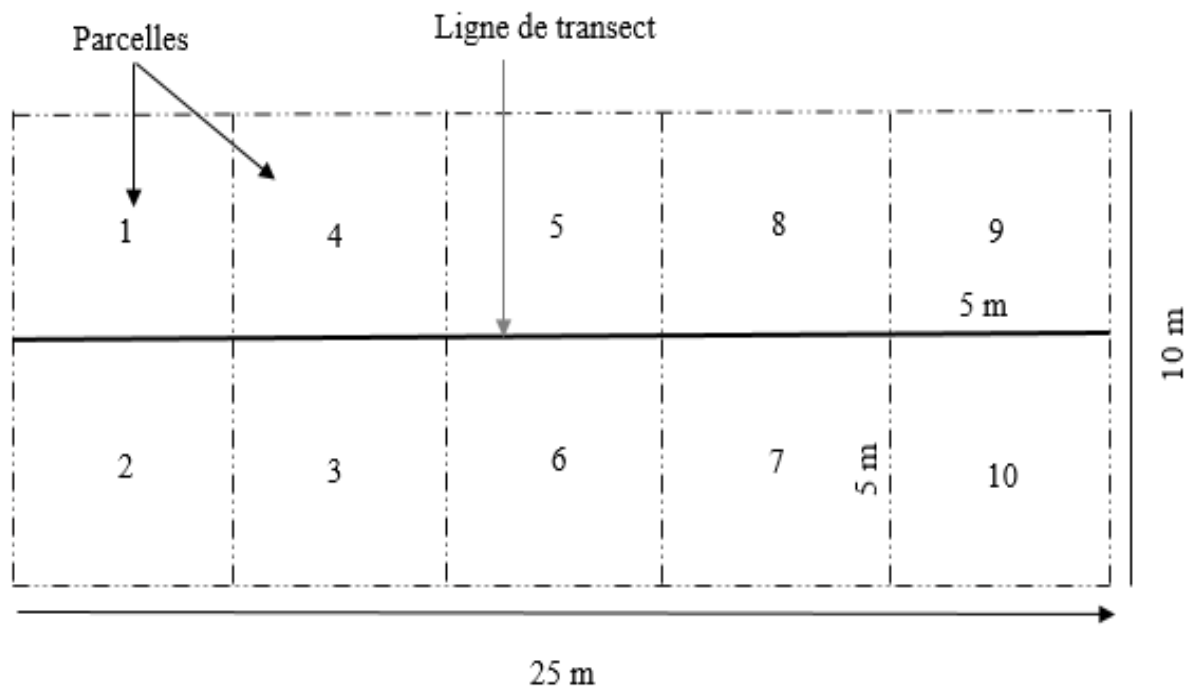


Figure 2 : Dispositif du transect de Duvigneaud (1946)

II.2.2.3. Collecte d'herbiers et conservation des spécimens

Deux spécimens d'herbiers de chaque espèce ont été collectés. Leurs identifications ont été effectuées avec les spécialistes en utilisant les ressources botaniques appropriées comme le livre : À la recherche des orchidées de Madagascar (Hervouet, 2018) et des plateformes en ligne comme : Tropicos (<https://www.tropicos.org>) et iNaturalist (<https://www.inaturalist.org>). Ces herbiers ont été aussi comparés avec les spécimens déjà identifiés et conservés dans l'herbarium TAN Tsimbazaza. Ils ont été ensuite déposés dans les herbaria de la MBEV à l'Université d'Antananarivo et du HIB, Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Chine.

II.2.2.4. Extraction de la liste d'épiphytes vasculaires dans GBIF

Les données floristiques provenant du GBIF (<https://gbif.org>) ont été utilisées afin d'obtenir une vue plus complète de la flore présente dans la NAP²aire protégée d'Ambohidray et ses environs. La liste a été obtenue en délimitant une surface sur la carte d'occurrence d'espèces géoréférencées de GBIF, incluant la NAP²aire protégée d'Ambohidray (Photo 6). Les paramètres retenus sont les noms scientifiques, les familles, les latitudes, les longitudes, les collecteurs et les dates de collecte (Annexe VI). A ce stade, les espèces inventoriées lors du travail de terrain ne sont pas encore intégrées à cette liste.

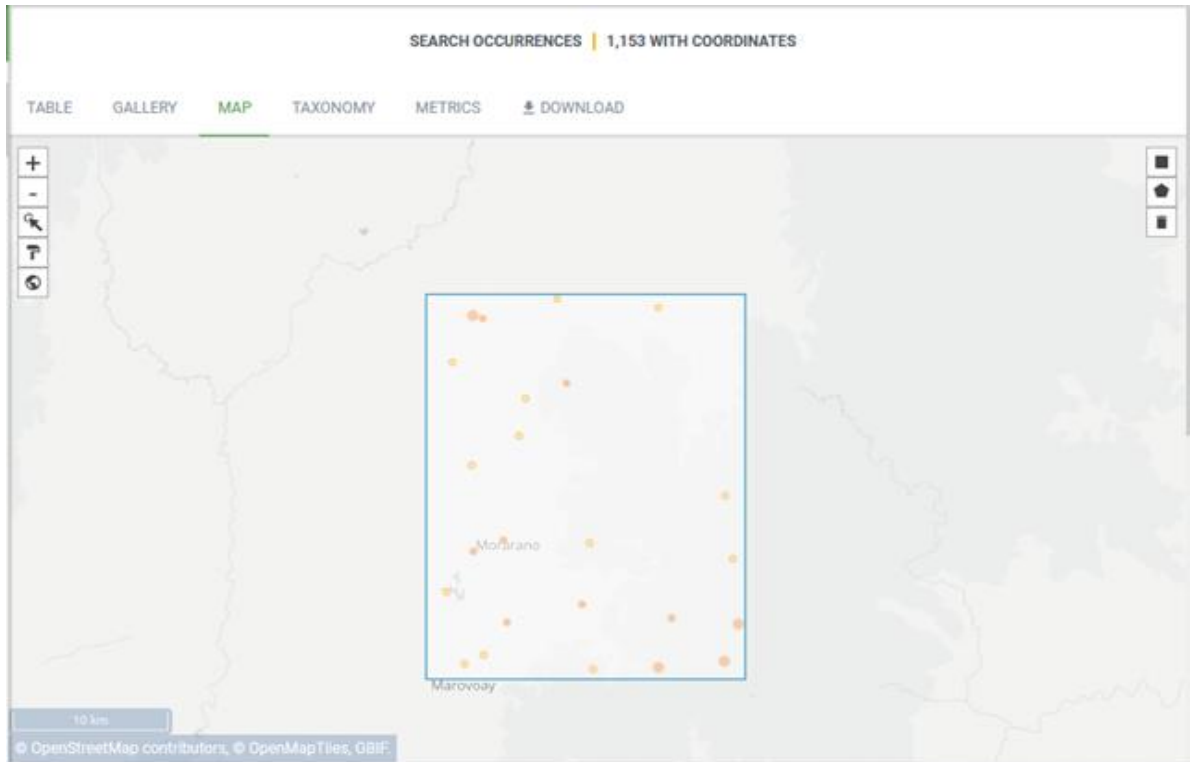


Photo 6 : Méthode d'obtention d'une liste floristique d'épiphyte vasculaire dans GBIF

II.2.2.5. Distribution spatiale des épiphytes vasculaires

L'étude de la distribution des épiphytes a été réalisée selon deux plans : la distribution horizontale et la distribution verticale.

II.2.2.5.1. Distribution horizontale des épiphytes

L'étude de la distribution horizontale a pour objectif d'évaluer la composition spécifique de la flore au sein des sept différentes stations écologiques. Cette analyse permet également de déterminer les facteurs environnementaux susceptibles d'influencer la répartition des épiphytes au sein de ces stations.

_____ Dans un premier temps, les phorophytes ont été classées en trois catégories selon leur hauteur (Lyons et *al.*, 2000) :

- Classe C1, phorophytes de moins de 10m de hauteur ;
- Classe C2, entre 10 et 20m de hauteur ;
- Classe C3 plus 20m de hauteur.

_____ La diversité des épiphytes a également été étudiée selon la taille des arbres. Pour ce faire, les diamètres à hauteur de poitrine (\overline{DHPDHP}) des phorophytes ont été regroupés en trois classes distinctes : [0–10 cm], [10–20 cm], et [20–30 cm], les noms et le nombre d'espèces dans chaque classe ont été enregistrés.

___ Enfin, une analyse des relations spécifiques entre les épiphytes et les espèces de phorophytes a été menée. L'objectif est de détecter d'éventuelles préférences pour certains types de substrats. L'identification de ces préférences peut révéler d'importantes interactions écologiques.

II.2.2.5.2. Distribution verticale des épiphytes

___ L'étude de la distribution verticale consiste à évaluer la répartition des espèces depuis la base du phorophyte jusqu'à sa couronne. Dans le cadre de cette étude, toutes les plantes (arbres, arbustes, lianes, ligneuses et non ligneuses, plantes mortes) portant des épiphytes rencontrées dans les placettes d'échantillonnage ont été inventoriées. Cette approche exhaustive vise à fournir une image complète des substrats utilisés par ces plantes.

L'étude de la répartition verticale a été réalisée à l'aide du zonage de leurs supports (Nieder **et** Zotz, 1998). Chaque phorophyte a été divisé en six zones verticales, en partant de bas vers le haut (Figure 3 ; Johansson en 1974).

Zone 1 : partie inférieure du tronc, à moins d'un mètre de hauteur

Zone 2 : partie médiane du tronc, zone non encore ramifiée jusqu'à environ 1,30m sous la première branche du tronc

Zone 3 : partie supérieure du tronc, située juste sous la première ramification

Zone 4 : partie inférieure de la couronne, constituée de branches

Zone 5 : partie médiane de la couronne, constituée de rameaux

Zone 6 : partie extérieure de la couronne, constituée de ramilles

La position de chaque espèce épiphytique sur la zonation de Johansson (1974) a été enregistrée dans une fiche de relevé (Annexe VII), le nombre d'individus de chaque espèce a été compté et leur **états** phénologiques ont été notés (Annexe VIII).

Il convient de noter que cette méthode n'a pas pu être appliquée à certains supports particuliers, notamment pour les arbres coupés ou les petits arbustes.

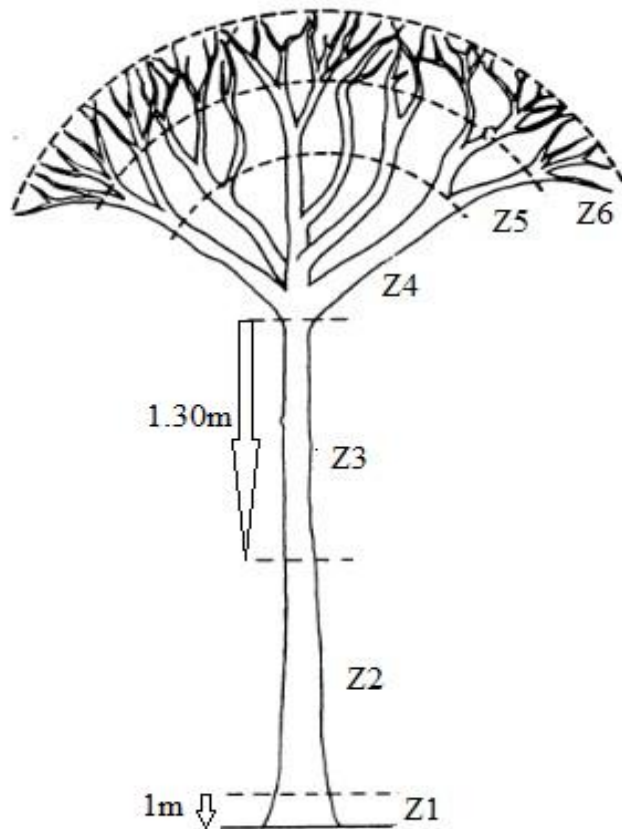


Figure 3 : Subdivision verticale de phorophyte d'après Johansson (1974)

Z1 : Zone du tronc inférieur à 1m, **Z2** : médiane du tronc, **Z3** : Zone supérieure du tronc jusqu'à la première ramification, **Z4** : bas du houppier, **Z5** : médiane du houppier, **Z6** : extérieure du houppier.

La répartition et le développement des épiphytes sont influencés par une combinaison de conditions environnementales dans leurs habitats. Parmi ces facteurs, le type de substrat, le degré d'humidité et la disponibilité de la lumière jouent un rôle déterminant.

En fonction de leurs besoins en matière de substrat, il existe deux catégories d'épiphytes : celles qui se développent sur l'écorce et celles qui ont besoin d'humus pour leur croissance (Went, 1940).

L'humidité constitue également un facteur déterminant. Selon Schnell (1952), les épiphytes peuvent être classées en quatre groupes écologiques :

1. Epiphytes hygrophiles : elles poussent à la base des troncs d'arbres
2. Epiphytes hygro-mésophiles : elles poussent dans la partie médiane des troncs d'arbres
3. Epiphytes mésophiles : elles poussent à la base et au milieu de la couronne
4. Epiphytes xérophiles : elles poussent sur la partie extérieure de la couronne. Enfin, la lumière joue un rôle crucial dans l'écologie des épiphytes (Grubb et al., 1963). Guillaumet (1967) distingue les groupes suivants :

Héliophile : épiphytes nécessitant la lumière directe du soleil pour pousser de manière optimale.

Mésophile : épiphytes qui ont besoin de conditions moyennes de la lumière, d'humidité et de température.

Sciaphile : épiphytes qui poussent dans des zones ombragées.

II.2.2.6. Indice de biodiversité

- **Indice de Shannon-Weaver (H')**

Pour évaluer la diversité des épiphytes vasculaires, l'indice de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1949) a été calculé avec le package « vegan » du logiciel Rstudio ([http 7](http://7)). Cet indice permet d'étudier la diversité locale, appelée « diversité intrazone », c'est-à-dire la diversité des espèces au sein d'une même zone ou d'un même habitat ([http 7](http://7)). Dans le cadre de cette étude, cet indice est utilisé spécifiquement pour analyser la diversité des espèces épiphytiques présentes dans chaque site d'inventaire et dans chacune des subdivisions de phorophyte. Sa formule est la suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Avec : **H'** : indice de biodiversité de Shannon-Weaver, **i** : une espèce du milieu d'étude, **p_i** : Proportion d'une espèce *i* comparée au nombre total d'espèce (S) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$p(i) = \frac{n_i}{N}$$

Où **n_i** est le nombre d'individu pour l'espèce *i* et **N** est l'effectif total (les individus de toutes les espèces) ([http 8](http://8)).

La valeur de H' varie de 0 à 5 ([http 7](http://7)). Un indice élevé correspond à des conditions du milieu favorable à l'installation de nombreuses espèces, c'est le signe d'une grande stabilité du milieu.

L'indice de diversité de Shannon est- :

* faible lorsque sa valeur est comprise entre 0 et 2, il est

* moyen si sa valeur est comprise entre 2 et 2,5 et

* élevé lorsque sa valeur est supérieure à 2,5 (Yaya et al, 2019).

Partie III : RESULTATS ET
INTERPRETATIONS

Résultats et interprétations

Les résultats de cette étude mettent en évidence les aspects sur la diversité des épiphytes vasculaires, leur répartition spatiale et les facteurs environnementaux susceptibles d'influencer leur distribution.

III.1. Diversité des épiphytes vasculaires

Au total, 105 espèces d'épiphytes vasculaires ont été recensées dans les 14 sites de relevé ainsi que dans la base de données de GBIF correspondant à la ~~NAP'Aire Protégée~~ d'Ambohidray. Ces espèces sont réparties dans 31 genres et 16 familles.

La diversité des espèces est répartie de manière inégale au sein des groupes taxonomiques. La famille des Orchidaceae est la plus représentée, avec environ de 64-% ~~avec(68 espèces)~~ de la totalité de la flore recensée. Au niveau générique, les genres *Angraecum* ~~(avec 27 espèces)~~ et *Bulbophyllum* ~~avec (24 espèces)~~ sont les plus représentés parmi les 11 genres recensés dans la famille des Orchidaceae. En outre, le genre *Aerangis* comprend 6 espèces, tandis que les genres *Aeranthes*, *Jumellea* et *Polystachya* comptent chacun deux espèces. Les autres genres de cette famille inventoriés sur le site ne sont représentés que par une seule espèce chacun.

Contrairement aux orchidées, les autres familles d'épiphytes présentent un très petit nombre d'espèces. La famille la plus représentée parmi elles est celle des Aspleniaceae, avec seulement sept espèces. Par ailleurs, plusieurs familles ne sont représentées que par une seule espèce.

Les épiphytes vasculaires d'Ambohidray peuvent être classés en trois groupes taxonomiques : les Monocotylédones, Les Ptéridophytes et les Dicotylédones. Le groupe des Monocotylédones est le plus riche en espèces (69 espèces). Ce groupe est dominé par les Orchidaceae, qui comptent à elles seules 68 espèces ; l'autre espèce de Monocotylédones étant *Pothos scandens* (Araceae). Les ~~P~~ptéridophytes arrivent en deuxième position en termes de richesse spécifique, avec 29 espèces réparties en 11 familles. Enfin, les ~~D~~dicotylédones ne sont représentées que par 7 espèces, appartenant à trois familles.

La répartition des espèces d'épiphytes vasculaires au sein de leurs groupes taxonomiques est présentée dans le tableau 1.

Résultats et interprétations

Tableau 1 : Répartition des espèces au sein des groupes taxonomiques

Familles	Genres	Espèces	Source de données
ARACEAE	<i>Pothos</i>	<i>Pothos scandens</i>	Sites de relevé
ASPENIACEAE	<i>Asplenium</i>	<i>Asplenium megalura</i>	Sites de relevé
		<i>Asplenium nidus</i>	Sites de relevé
		<i>Asplenium petiolulatum</i>	Sites de relevé
		<i>Asplenium aethiopicum</i>	Sites de relevé
		<i>Asplenium dregeanum</i>	GBIF
		<i>Asplenium gueinzianum</i>	GBIF
		<i>Asplenium rutifolium</i>	GBIF
BLECHNACEAE	<i>Blechnum</i>	<i>Blechnum attenuatum</i>	Sites de relevé
		<i>Blechnum simillimum</i>	Sites de relevé
CACTACEAE	<i>Rhipsalis</i>	<i>Rhipsalis baccifera</i>	Sites de relevé
DAVALLIACEAE	<i>Davallia</i>	<i>Davallia chaerophylloides</i>	Sites de relevé
DRYOPTERIDACEAE	<i>Elaphoglossum</i>	<i>Elaphoglossum lepervanchii</i>	GBIF
		<i>Elaphoglossum macropodium</i>	GBIF
		<i>Elaphoglossum subsessile</i>	GBIF
		<i>Elaphoglossum</i> sp.1	Sites de relevé
		<i>Elaphoglossum</i> sp.2	Sites de relevé
LOMARIOPSIDACEAE	<i>Lomariopsis</i>	<i>Lomariopsis pollicina</i>	Sites de relevé
LYCOPODIACEAE	<i>Phlegmariurus</i>	<i>Phlegmariurus megastachyus</i>	GBIF
	<i>Huperzia</i>	<i>Huperzia phyllantha</i>	Sites de relevé
MELASTOMATACEAE	<i>Medinilla</i>	<i>Medinilla humbertiana</i>	Sites de relevé
		<i>Medinilla johnii</i>	Sites de relevé
		<i>Medinilla sedifolia</i>	Sites de relevé
		<i>Medinilla mandrakensis</i>	GBIF
NEPHROLEPIDACEAE	<i>Nephrolepis</i>	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Sites de relevé
OLEANDRACEAE	<i>Oleandra</i>	<i>Oleandra distenta</i>	Sites de relevé
ORCHIDACEAE	<i>Aerangis</i>	<i>Aerangis</i> aff. <i>monantha</i>	Sites de relevé
		<i>Aerangis citrata</i>	Sites de relevé
		<i>Aerangis monantha</i>	Sites de relevé
		<i>Aerangis punctata</i>	Sites de relevé
		<i>Aerangis articulata</i>	GBIF
		<i>Aerangis stylosa</i>	GBIF

Résultats et interprétations

Tableau 2 : Répartition des espèces au sein des groupes taxonomiques (suite)

Familles	Genres	Espèces	Source de données
ORCHIDACEAE	<i>Aeranthès</i>	<i>Aeranthès</i> sp.1	Sites de relevé
		<i>Aeranthès neoperrieri</i>	GBIF
	<i>Angraecum</i>	<i>Angraecum</i> aff. <i>danguyanum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> aff. <i>didieri</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> aff. <i>multiflorum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> aff. <i>pectinatum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> aff. <i>rhynchoglossum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum arachnites</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum breve</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum calceolus</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum compactum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum umbrosum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum mauritianum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum rhynchoglossum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum rubellum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> sect. <i>lepervenchea</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> sect. <i>perrierangraecum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> sp.1	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> sp.2	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> sp.3	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> sp.4	Sites de relevé
		<i>Angraecum</i> sp.5	Sites de relevé
		<i>Angraecum viguieri</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum pauciramorum</i>	Sites de relevé
		<i>Angraecum alleizettei</i>	GBIF
	<i>Angraecum ankeranense</i>	GBIF	
	<i>Angraecum bicallosum</i>	GBIF	
	<i>Angraecum pterophyllum</i>	GBIF	
	<i>Angraecum rutenbergianum</i>	GBIF	
	<i>Bulbophyllum</i>	<i>Bulbophyllum</i> aff. <i>molossus</i>	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum auriflorum</i>	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum coriophorum</i>	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum longiflorum</i>	Sites de relevé
<i>Bulbophyllum occlusum</i>		Sites de relevé	
<i>Bulbophyllum percorniculatum</i>		Sites de relevé	
<i>Bulbophyllum protectum</i>		Sites de relevé	
<i>Bulbophyllum elliotii</i> var. <i>elliotii</i>		Sites de relevé	
<i>Bulbophyllum</i> sect. <i>loxosepalum</i>	Sites de relevé		

Résultats et interprétations

Tableau 3 : Répartition des espèces au sein des groupes taxonomiques (suite)

Familles	Genres	Espèces	Source de données
ORCHIDACEAE	<i>Bulbophyllum</i>	<i>Bulbophyllum</i> sect. <i>pantoblepharon</i>	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> sp.1	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> sp.2	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> sp.3	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> sp.4	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> sp.5	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> sp.6	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> sp.8	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> <i>toilliezeae</i>	Sites de relevé
		<i>Bulbophyllum</i> <i>francoisii</i>	GBIF
		<i>Bulbophyllum</i> <i>leptochlamys</i>	GBIF
		<i>Bulbophyllum</i> <i>molossus</i>	GBIF
		<i>Bulbophyllum</i> <i>occultum</i>	GBIF
		<i>Bulbophyllum</i> <i>sandrangatense</i>	GBIF
	<i>Bulbophyllum</i> <i>sulfureum</i>	GBIF	
	<i>Cynorkis</i>	<i>Cynorkis villosa</i>	GBIF
	<i>Grammangis</i>	<i>Grammangis ellisii</i>	Sites de relevé
	<i>Jumellea</i>	<i>Jumellea</i> sp.	Sites de relevé
		<i>Jumellea stenophylla</i>	Sites de relevé
	<i>Liparis</i>	<i>Liparis longicaulis</i>	GBIF
<i>Microcoelia</i>	<i>Microcoelia macrantha</i>	Sites de relevé	
<i>Oeonia</i>	<i>Oeonia rosea</i>	GBIF	
<i>Polystachya</i>	<i>Polystachya rosea</i>	Sites de relevé	
	<i>Polystachya cultriformis</i>	GBIF	
PIPERACEAE	<i>Peperomia</i>	<i>Peperomia disticha</i>	Sites de relevé
		<i>Peperomia trichophylla</i>	Sites de relevé
POLYPODIACEAE	<i>Lepisorus</i>	<i>Lepisorus excavatus</i>	GBIF
	<i>Loxogramme</i>	<i>Loxogramme abyssinica</i>	GBIF
	<i>Microsorium</i>	<i>Microsorium punctatum</i>	GBIF
		<i>Microsorium</i> aff. <i>punctatum</i>	Sites de relevé
	<i>Phymatosorus</i>	<i>Phymatosorus scolopendria</i>	Sites de relevé
PTERIDACEAE	<i>Vittaria</i>	<i>Vittaria elongata</i>	GBIF
		<i>Vittaria isoetifolia</i>	GBIF
	<i>Haplopteris</i>	<i>Haplopteris ensiformis</i>	Sites de relevé
TECTARIACEAE	<i>Arthropteris</i>	<i>Arthropteris orientalis</i>	Sites de relevé

III.2. Distribution horizontale des épiphytes dans les sites de relevé

III.2.1. Occurrence d'espèces dans les sites de relevé

La présence ou l'absence d'espèces sur les sites d'inventaire (Figure 4) montre que les espèces représentées en points bleus au centre du graphique (Annexe IX) contribuent peu, ce qui montre qu'elles sont présentes sur peu de sites. Certains de ces espèces sont considérées comme spécialisées, car elles sont recensées dans un seul type de site d'inventaire. En revanche, les espèces situées à la périphérie sont celles présentes sur plusieurs sites, ce qui indique une contribution plus importante à la structure floristique globale. En particulier, *Asplenium nidus* et *Rhizalis baccifera* sont largement réparties dans les différentes stations. De ce fait, ces deux espèces sont considérées comme généralistes car elles sont respectivement présentes dans près des deux tiers des sites de relevés.

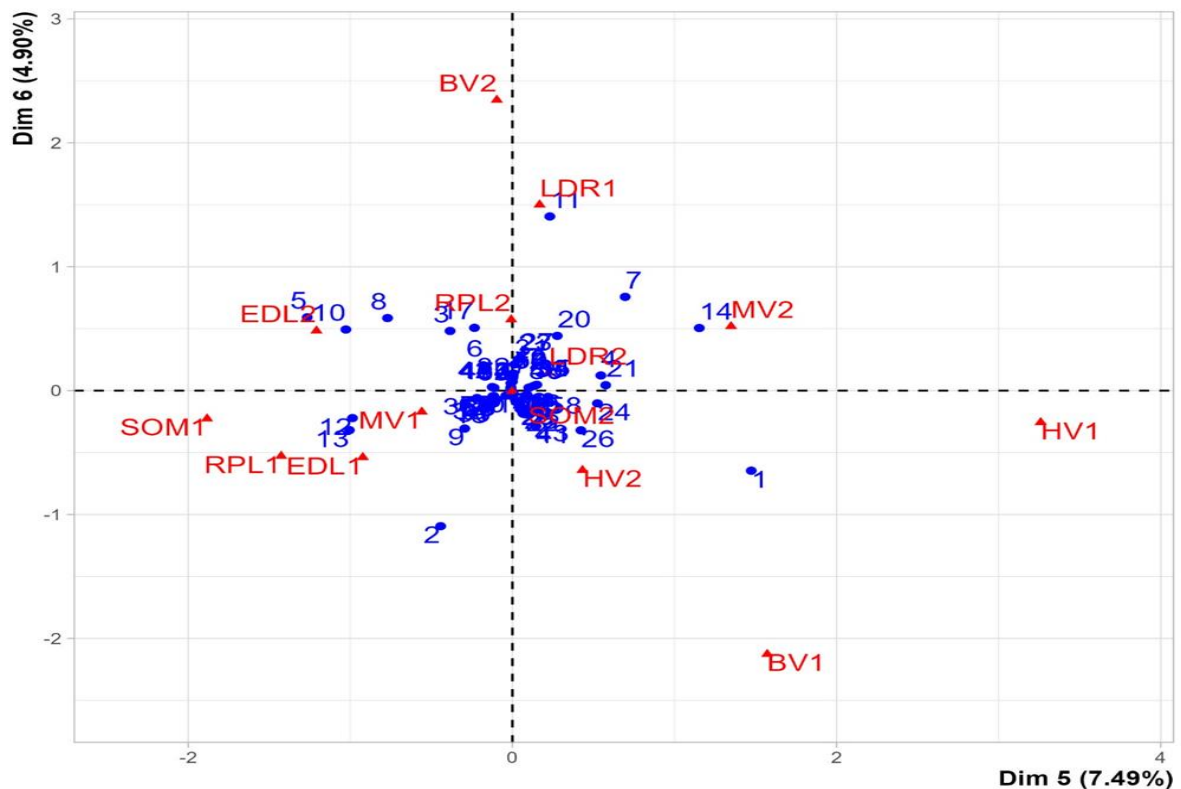


Figure 4 : Carte factorielle de l'occurrence d'espèces dans les sites de relevé

BV1 : Bas versant 1, **BV2** : Bas versant 2, **EDL1** : Entourage du lac 1, **EDL2** : Entourage du lac 2, **HV1** : Haut versant 1, **HV2** : Haut versant 2, **LDR1** : Long de ruisseau 1, **LDR2** : Long de ruisseau 2, **MV1** : Mi versant 1, **MV2** : Mi versant 2, **RPL1** : Replat 1, **RPL2** : Replat 2, **SOM1** : Sommet 1, **SOM2** : Sommet 2. 1: *Asplenium nidus*, 2: *Rhizalis baccifera*, 3: *Angraecum umbrosum*, 4: *Angraecum* aff. *rhynchoglossum*, 5: *Angraecum compactum*, 6: *Angraecum rhynchoglossum*, 7: *Jumellea stenophylla*, 8: *Haplopteris ensiformis*, 9: *Elaphoglossum* sp2, 10: *Lomariopsis pollicina*, 11: *Microsorium* aff. *punctatum*, 12: *Angraecum* aff. *multiflorum*, 13: *Aerangis monantha*, 14: *Polystachya rosea*, 20: *Bulbophyllum longiflorum*, 21: *Bulbophyllum sectpantoblepharon*, 24: *Medinilla johnii*, 26: *Peperomia disticha*.

Résultats et interprétations

Par ailleurs, les sites d'inventaire (acronymes en rouge) proches du centre sont ceux qui abritent un plus grand nombre d'espèces, tandis que les sites éloignés du centre sont relativement pauvres en diversité, confirmant leur faible richesse spécifique.

III.2.2. Richesse spécifique des sites de relevé

Le nombre d'espèces d'épiphytes vasculaires enregistrés dans les transects répartis dans les trois zones de la ~~NAP~~ aire protégée d'Ambohidray est montré sur la figure 5.

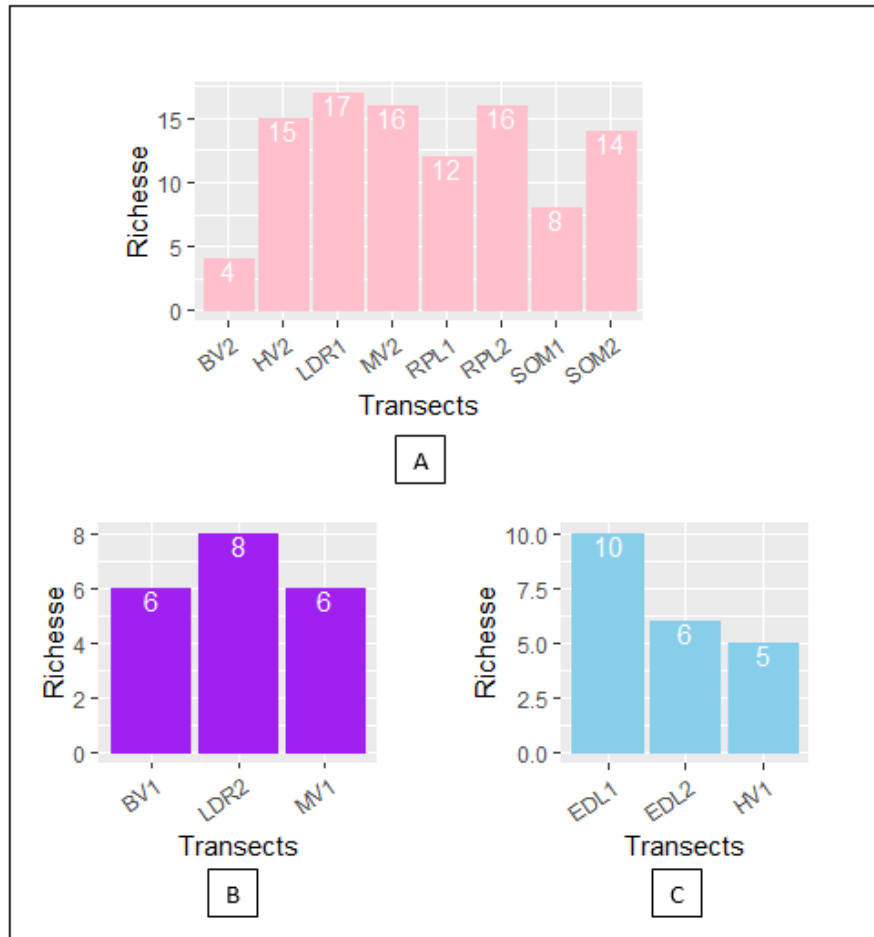


Figure 5 : Richesse spécifique des épiphytes vasculaires dans les quatorze transects

A : noyau dur, B : zone tampon, C : zone écotouristique, BV2 : Bas versant 2, SOM1 : Sommet 1, RPL1 : Replat 1, LDR1 : Long de ruisseau 1, SOM2 : Sommet 2, RPL2 : Replat 2, HV2 : Haut versant 2, MV2 : Mi versant 2, EDL1 : Entourage du lac 1, EDL2 : Entourage du lac 2, HV1 : Haut versant 1, BV1 : Bas versant 1, MV1 : Mi versant 1, LDR2 : Long de ruisseau 2.

Les épiphytes vasculaires sont plus riches dans le noyau dur, notamment dans les six sites de relevé suivants : le *long de ruisseau 1* (17 espèces), le *mi versant 2* (16 espèces), le *replat 2* (16 espèces), le *haut versant 2* (15 espèces), le *sommet 2* (14 espèces) et le *replat 1* (12 espèces). Cependant, faisant exception à cette tendance, le *bas versant 2* (4 espèces) et le *sommet 1* (8 espèces) sont moins riches en espèce.

Résultats et interprétations

Contrairement à l'abondance observée dans le noyau dur, les épiphytes sont relativement rares dans les sites de relevé localisés dans la zone tampon et dans la zone écotouristique, où la richesse en épiphytes par site ne dépasse pas 10 espèces.

III.2.3. Abondance d'épiphytes dans les sites d'inventaire

___ L'abondance d'épiphytes vasculaires inventoriés montre une différence notable entre les différents transects étudiés (Figure 6). En général, les sites de relevé dans le noyau dur se caractérisent par une forte abondance d'épiphytes, le site *Replat 2* atteignant un pic de 98 individus. D'autres sites du noyau dur (*Mi versant 2*, *Replat 1*, *Long de ruisseau 1*, *Sommet 2*, *Haut versant 2* et *le Sommet 1*) confirment cette tendance avec des nombres similaires d'épiphytes, allant de 42 à 74 individus. Seul le site *Bas versant 2*, dans cette zone présente une faible abondance d'épiphytes, ce qui pourrait s'expliquer par la moindre densité d'arbres hôtes, une humidité excessive et une luminosité réduite sur ce site, limitant ainsi les possibilités de colonisation des épiphytes.

___ Bien que l'abondance d'épiphytes soit globalement faible dans les deux autres zones de la ~~NAP~~a~~ire protégée~~, la zone écotouristique compte un nombre élevé d'épiphytes, atteignant 48 individus à l'*entourage du lac 1*. En revanche, l'abondance maximale n'est que de 28 individus dans le *long de ruisseau 2* dans la zone tampon.

Résultats et interprétations

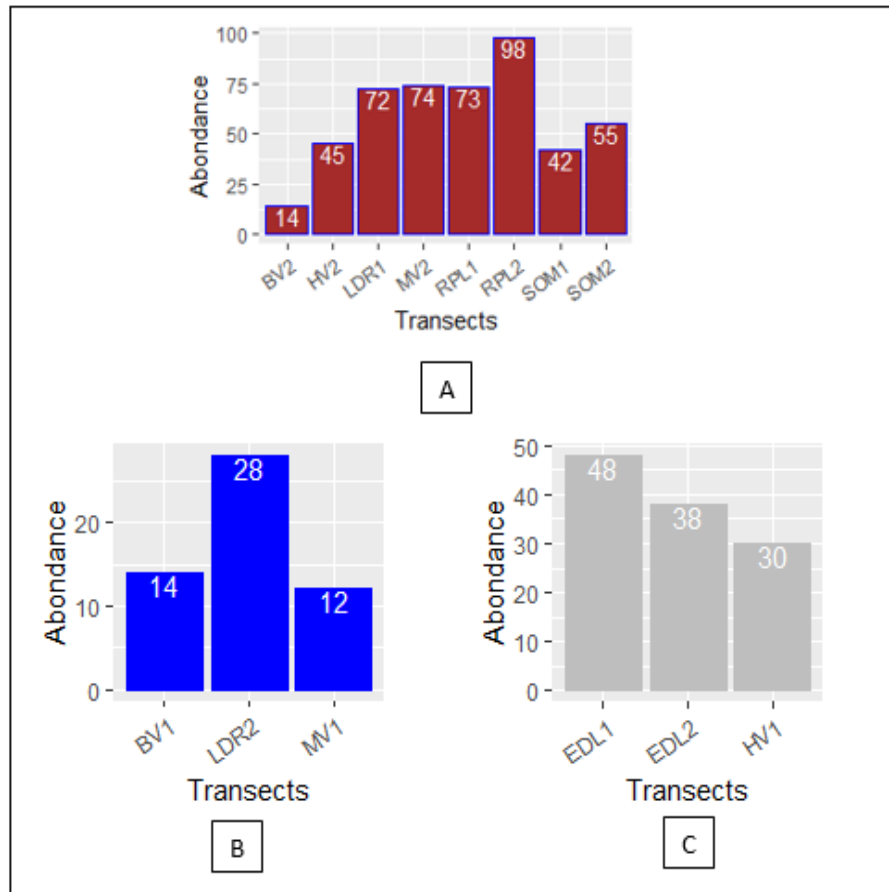


Figure 6 : Abondance d'épiphyte vasculaire dans les quatorze transects

A : noyau dur, B : zone tampon, C : zone écotouristique, BV2 : Bas versant 2, SOM1 : Sommet 1, RPL1 : Replat 1, LDR1 : Long de ruisseau 1, SOM2 : Sommet 2, RPL2 : Replat 2, HV2 : Haut versant 2, MV2 : Mi versant 2, EDL1 : Entourage du lac 1, EDL2 : Entourage du lac 2, HV1 : Haut versant 1, BV1 : Bas versant 1, MV1 : Mi versant 1, LDR2 : Long de ruisseau 2.

III.2.4. Comparaison de la diversité spécifique des épiphytes entre les transects

Un gradient des valeurs d'indice de Shannon (H') entre les différentes zones de la NAP^{aire} protégée et entre les sites d'inventaires est observé (Tableau 4). L'indice de Shannon moyen (entre 2 et 2,5) est principalement concentré dans le noyau dur, en particulier dans les sites suivants : *Replat 2* ($H'=2,12$), *Mi versant 2* ($H'=2,15$), *Sommet 2* ($H'=2,38$), *Long de ruisseau 1* ($H'=2,44$), et *Haut versant 2* ($H'=2,49$). Les valeurs moyennes d'indice de Shannon observées sur ces sites peuvent être liées à une perturbation moindre ou à une complexité structurale accrue offrant une variété de microhabitats qui fournissent des conditions écologiques favorables à l'installation des épiphytes.

Les sites d'inventaires situés dans les deux zones de la NAP^{aire} protégée ont tendance à présenter une faible diversité de Shannon (H' entre 0 et 2), avec des valeurs allant de 0,73 (*haut versant 1*) à 1,98 (*replat 1*). Ces faibles valeurs de diversité peuvent être liées aux habitats soumis à des contraintes environnementales, limitant le nombre d'espèces capables de s'y établir.

Résultats et interprétations

Tableau 4 : Valeurs d'indice de Shannon-Weaver (H') de chaque relevé

Zones de la NAP	Sites de relevé	Valeurs d'Indice de Shannon-Weaver (H')
Zone écotouristique	HV1	0.73
Noyau dur	BV2	1.12
Zone écotouristique	EDL2	1.32
Zone tampon	BV1	1.35
Noyau dur	SOM1	1.57
Zone tampon	MV1	1.58
Zone tampon	LDR2	1.73
Noyau dur	RPL1	1.98
Zone écotouristique	EDL1	2.11
Noyau dur	RPL2	2.12
Noyau dur	MV2	2.15
Noyau dur	SOM2	2.38
Noyau dur	LDR1	2.44
Noyau dur	HV2	2.49

BV2 : Bas versant 2, **SOM1** : Sommet 1, **RPL1** : Replat 1, **LDR1** : Long de ruisseau 1, **SOM2** : Sommet 2, **RPL2** : Replat 2, **HV2** : Haut versant 2, **MV2** : Mi versant 2, **EDL1** : Entourage du lac 1, **EDL2** : Entourage du lac 2, **HV1** : Haut versant 1, **BV1** : Bas versant 1, **MV1** : Mi versant 1, **LDR2** : Long de ruisseau 2.

III.2.5. Répartition des épiphyte par classe de hauteur de phorophyte

La distribution des espèces épiphytes en fonction de la classe de hauteur des phorophytes (Figure 7) révèle une prédominance marquée des espèces sur les arbres d'une hauteur inférieure à 10m (Classe de hauteur 1 : C1). Au total, 65 espèces y ont été repertoriées. Les arbres d'une hauteur intermédiaire, entre 10 et 20m (Classe de hauteur 2 : C2) présentent un nombre d'épiphytes faibles (34 espèces) comparés à celui de la classe C1. Les épiphytes vasculaires sont considérablement rares sur les arbres longs d'une hauteur supérieure de 20m (Classe de hauteur 3 : C3), avec seulement 4 espèces observées.

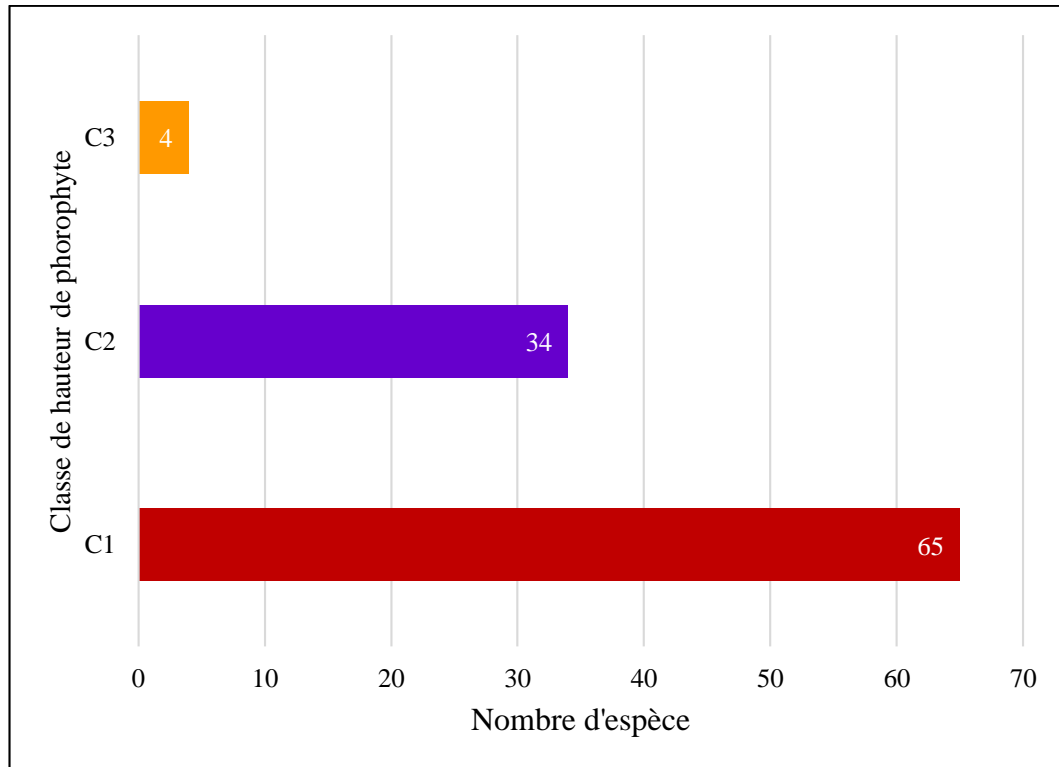


Figure 7 : Nombre d'espèce d'épiphytes selon la taille de phorophyte

C1 : Classe de hauteur de phorophyte inférieure à 10m, C2 : Classe de hauteur de phorophyte comprise entre 10m et 20m, C3 : Classe de hauteur de phorophyte supérieure à 20m.

III.2.6. Répartition des épiphytes en fonction des diamètres du phorophyte

Le nombre d'espèces épiphytiques sur un arbre varie en fonction du diamètre des phorophytes : les épiphytes sont moins fréquentes sur les grands arbres, tandis que le nombre d'espèces augmente au fur et à mesure que le diamètre diminue (Figure 8). Les arbres de ~~Dhp~~DHP compris entre 20-30cm comptent en moyenne 17 espèces d'épiphytes, tandis que le nombre d'espèces est d'environ 48 pour les arbres de ~~Dhp~~DHP 10 -20cm, et 49 pour ceux ayant un tronc inférieur à 10cm.

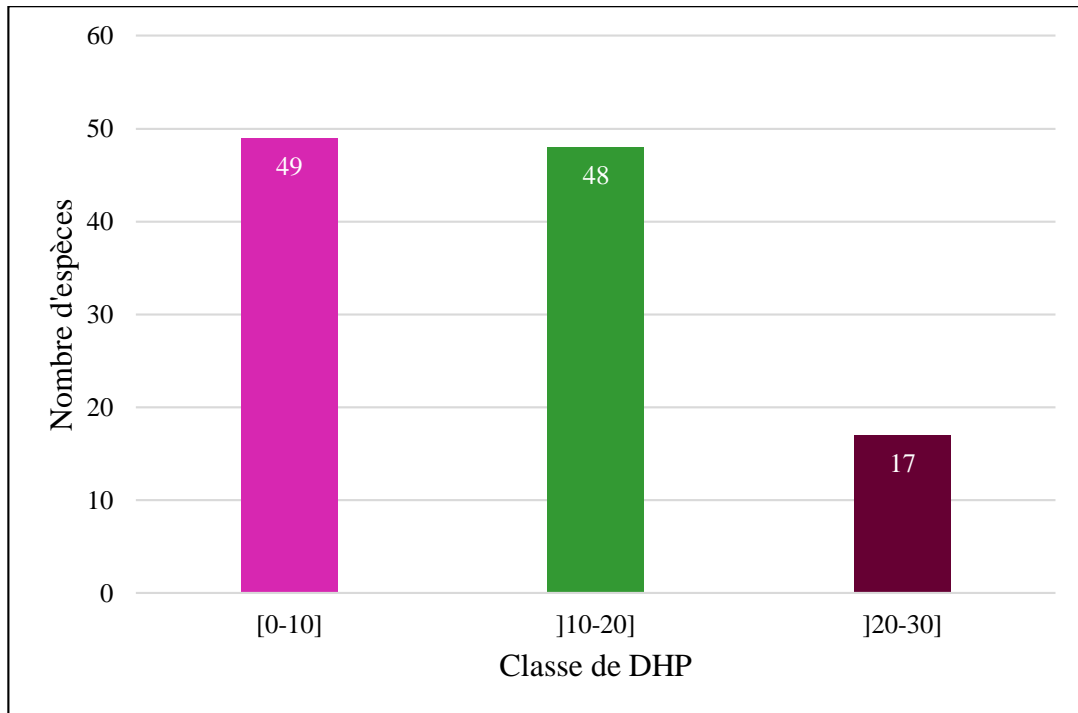


Figure 8 : Richesse spécifique d'épiphytes par classe de diamètre du tronc

III.2.7. Relation spécifique entre épiphytes et phorophytes

Au total, 44 espèces de phorophytes ont été recensées dans les 14 sites d'inventaire. Les épiphytes montrent une préférence marquée pour certains phorophytes (Figure 9). L'espèce *Sarcolaena multiflora* (Sarcolaenaceae), sur laquelle sont présentes 19 espèces, est la plus riche en épiphytes vasculaires dans la zone d'étude. Les espèces *Cryptocarya aromatica* (Lauraceae) et *Cryptocarya thouvenotii* (Lauraceae), supportant respectivement 15 et 12 épiphytes, figurent également parmi des phorophytes les plus riches en épiphytes.

Les autres phorophytes indiqués dans la Figure 9 servent de support à des épiphytes au nombre de 5 à 9 espèces. Par ailleurs, les phorophytes non présentés sur cette figure présentent moins de 5 espèces (Annexe X).

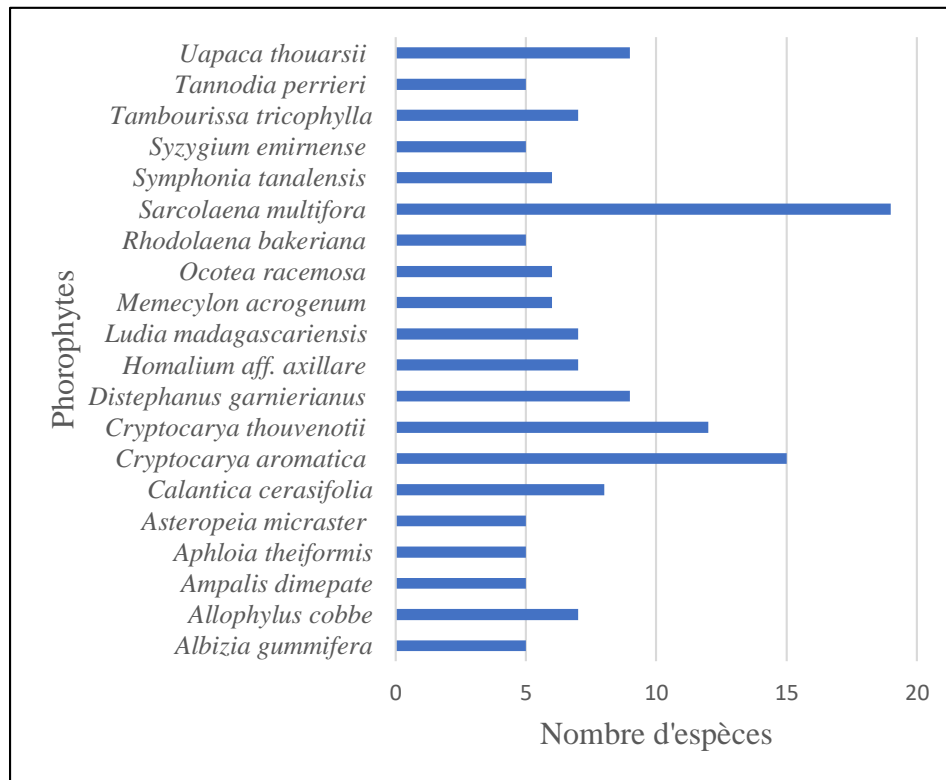


Figure 9 : Répartition d'espèces épiphytiques selon les arbres hôtes

III.3. Distribution verticale des épiphytes sur leurs supports

Les résultats de la distribution verticale mettent en évidence la distribution des épiphytes, leur abondance et le niveau de diversification des espèces sur les six subdivisions de phorophytes.

III.3.1. Présence des espèces sur les arbres

Les données relatives à la présence/absence (Figure 10) des espèces épiphytiques dans les différentes zones d'arbres (Zones 1 à 6) ont montré que peu d'espèces, marquées en points bleus loin du centre du graphique, ont une répartition plus large le long du gradient vertical du tronc jusqu'à l'houpplier, tandis que la plupart des épiphytes, listés dans l'Annexe XI, sont confinées à des zones spécifiques du phorophyte (points bleus agrégés autour du centre du graphique). En particulier, deux orchidées : *Angraecum compactum* et *Jumellea stenophylla* ont un spectre relativement large en termes de colonisation de l'habitat, ces espèces généralistes étant présentes de la base du tronc à la cime (Zone 1 à 5).

Par ailleurs, les différentes parties du phorophytes (Zones 1 à 3 ; acronymes en rouge) situées près du centre contiennent un plus grand nombre d'espèces, reflétant une plus grande diversité spécifique, tandis que les zones d'arbres (Zones 4 et 5) situées loin du centre du graphique ont une richesse spécifique moindre.

Résultats et interprétations

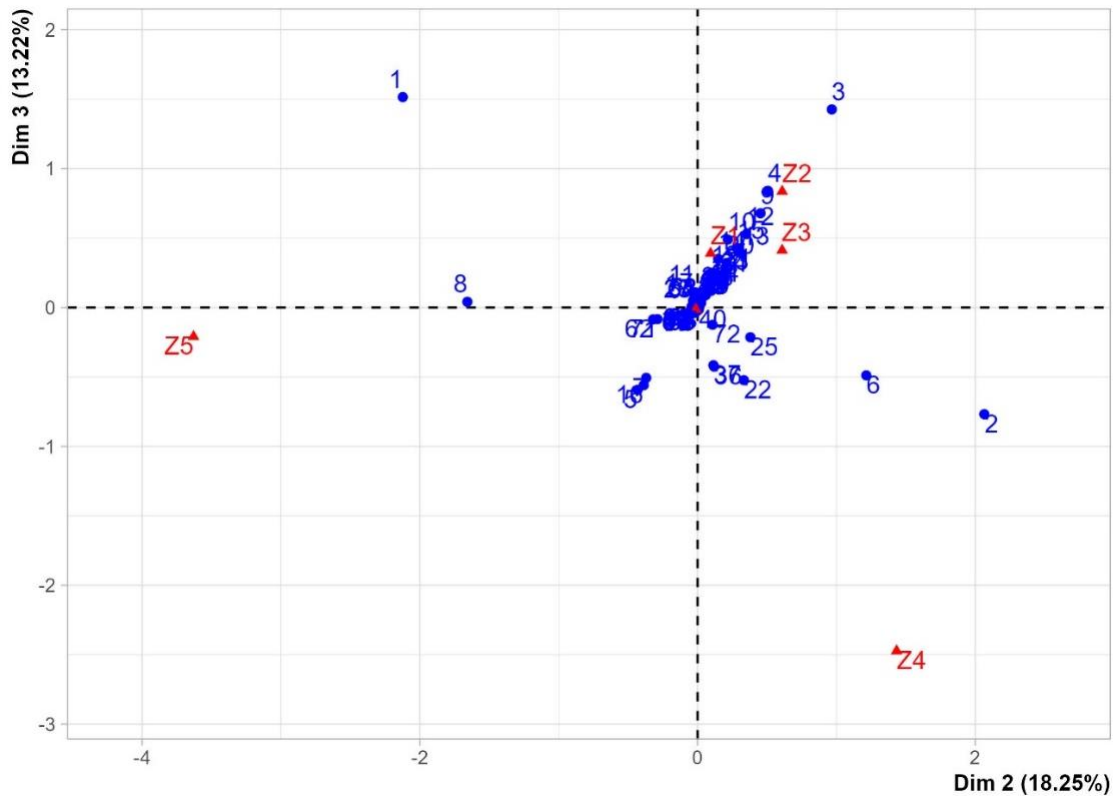


Figure 10 : Carte factorielle d'occurrence d'espèces sur les subdivisions verticales de phorophyte

Z1 : partie basse du tronc, **Z2** : médiane du tronc, **Z3** : partie supérieure du tronc, **Z4** : base du houppier, **Z5** : médiane du houppier. 1: *Angraecum compactum*, 2: *Jumellea stenophylla*, 3: *Rhopsalis baccifera*, 4: *Asplenium nidus*, 6: *Angraecum rhynchoglossum*, 8: *Haplopteris ensiformis*, 10: *Lomariopsis pollicina*, 14: *Polystachya rosea*, 22: *Medinilla humbertiana*, 25: *Medinilla sedifolia*, 36: *Angraecum* sp1, 40: *Angraecum* sp5, 62: *Bulbophyllum* sp5, 72: *Asplenium aethiopicum*

III.3.2. Richesse spécifique et abondance d'épiphytes sur les zones d'arbres

La richesse spécifique et l'abondance d'épiphytes diminuent significativement au niveau vertical, de la base de l'arbre jusqu'au houppier (Figures et 12-11; figure-12).

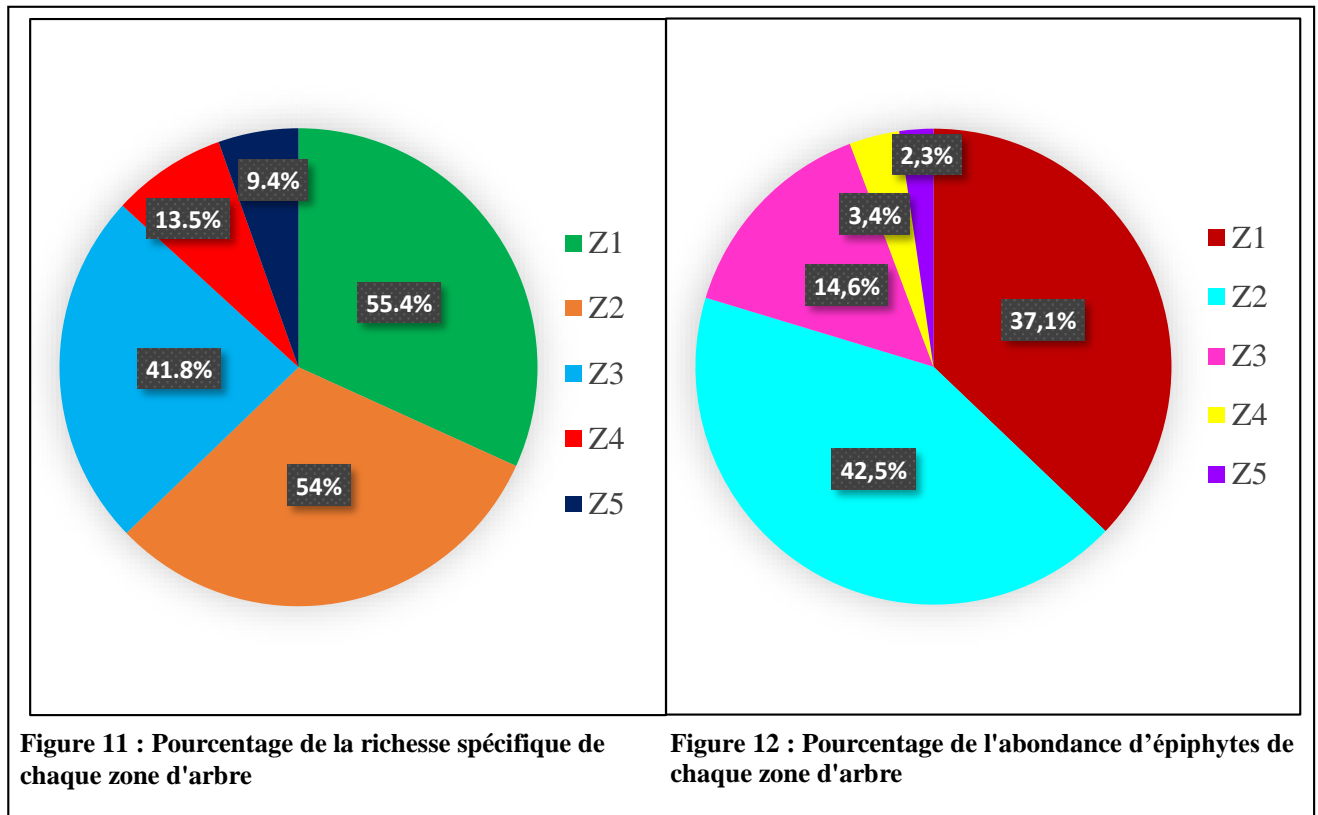
En termes de richesse spécifique, les parties inférieure (Z1) et médiane (Z2) du tronc présentent une richesse élevée de 54 - 55% (40 et 41 espèces), tandis que la partie supérieure du tronc (Z3) compte moins d'espèces (31 espèces, soit 41%). La diminution de la richesse spécifique est particulièrement marquée dans les couronnes : seulement 10 espèces (13%) à la base du houppier (Z4) et 7 espèces (9%) dans la partie médiane (Z5), avec une absence totale dans la partie externe (Z6).

En termes d'abondance, 643 individus d'épiphytes ont été recensés, la majorité étant concentrée dans les parties inférieure et médiane du tronc (Z1 et Z2), représentant environ 37 - 40% du total (239 et 273 individus respectivement). L'abondance diminue vers le sommet du tronc (Z3) avec environ 14% (94 individus) et devient très faible dans les couronnes : environ 3% (22 individus)

Résultats et interprétations

à la base (Z4), environ 2% (15 individus) au milieu (Z5) et complètement absente dans la partie externe (Z6).

Ces résultats expliquent la prédominance d'espèces hygrophiles, sciaphiles, hygro-mésophiles et mésophiles dans les sites d'étude.



Z1 : Zone du tronc inférieur à 1m, Z 2 : médiane du tronc, Z3 : Zone supérieure du tronc jusqu'à la première ramification, Z4 : bas du houppier, Z5 : médiane du houppier, Z6 : extérieur du houppier.

III.3.3. Dominance de groupe taxonomique sur les zones d'arbre

Chaque zone du phorophytes est relativement dominée par un groupe taxonomique (Figure 13). En général, les orchidées sont présentes à tous les niveaux (Zones 1 à 5), avec une fréquence très élevée sur les sections Z1, Z2 et Z3 du tronc. Ensuite, les Pptéridophytes montrent une préférence pour les parties inférieures du tronc (Z1 et Z2), avec une légère augmentation de leurs fréquences dans la partie centrale de la couronne (Z5). Les Dicotylédones, qui sont relativement rares, sont peu représentées dans toutes les zones, avec un léger pic dans la partie supérieure du tronc (Z3).

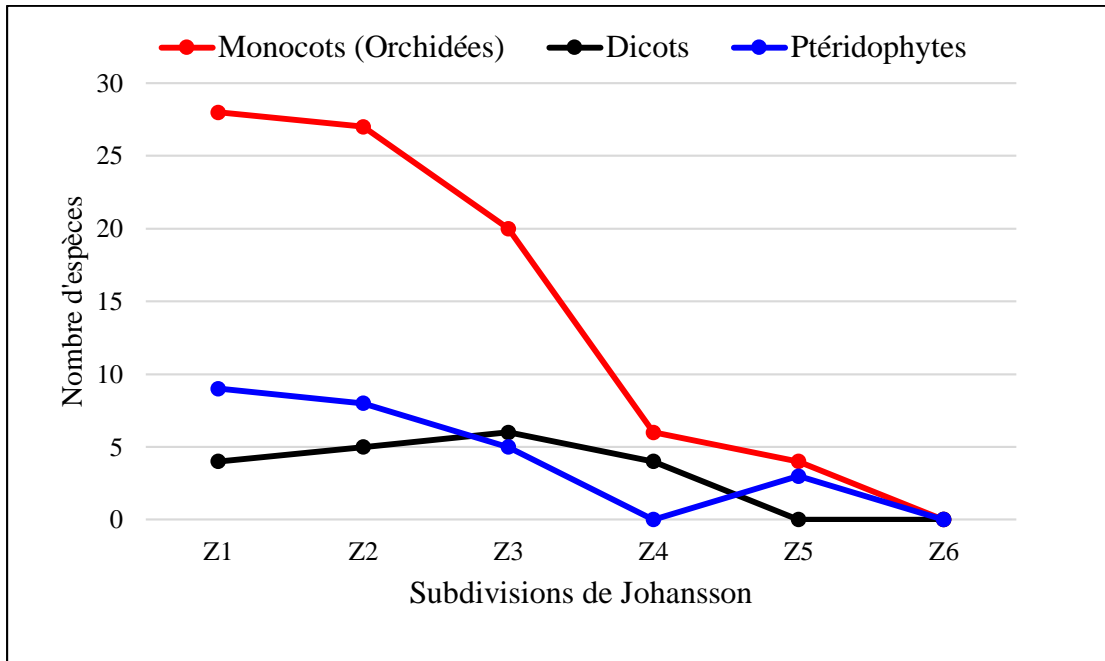


Figure 11 : Dominance des groupes taxonomiques sur les subdivisions de phorophytes

Z1 : Zone du tronc inférieur à 1m, **Z-2** : médiane du tronc, **Z3** : Zone supérieure du tronc jusqu'à la première ramification, **Z4** : bas du houppier, **Z5** : médiane du houppier, **Z6** : extérieur du houppier.

III.3.4. Comparaison de la diversité spécifique entre les zones d'arbre

Les valeurs des indices de diversité de Shannon-Weaver (H') diminuent de la base du tronc vers l'houppier (Tableau 5). Le tronc constitue la zone la plus favorable à l'installation des épiphytes, les valeurs de H' y sont les plus élevées ($Z1=3.29$, $Z2=3.19$, $Z3=3.15$). Inversement, l'houppier offre généralement un milieu peu propice à l'établissement des épiphytes, comme l'indiquent les faibles valeurs de H' ($Z4=2.15$, $Z5=1.68$), en particulier dans la zone 6 où aucune espèce n'a été observée ($H'=0$).

Tableau 5 : Valeurs d'indice de Shannon Weaver des zones d'arbres

Subdivisions de Johansson	Valeurs d'indice de Shannon-Weaver (H')
Z1	3.29
Z2	3.19
Z3	3.15
Z4	2.15
Z5	1.68
Z6	0

Z1 : partie du tronc inférieur à 1m, **Z2** : médiane du tronc, **Z3** : partie supérieure du tronc, **Z4** : bas du houppier, **Z5** : médiane du houppier, **Z6** : extérieure du houppier

Partie IV : DISCUSSION ET
RECOMMANDATIONS

Discussion et recommandations

Cette recherche a permis d'identifier 105 espèces d'épiphytes dans les forêts d'Ambohidray. Ces épiphytes sont principalement constituées d'orchidées et de **P**ptéridophytes. Cette tendance floristique coïncide avec les résultats de recherche effectués par Zapfack et Engwald (2008) dans la forêt humide du Cameroun, où ils ont recensé 148 espèces dont 105 orchidaceae et 29 **P**ptéridophytes. Dans la Réserve **S**spéciale d'Analamazaotra, une forêt humide située plus au Sud d'Ambohidray, 203 espèces ont été répertoriées dont 121 orchidées et 57 **P**ptéridophytes ([http 9](http://9)). À plus grande échelle, Johansson (1974) a souligné que la flore épiphytisque vasculaire en Afrique est principalement composée d'orchidées et de **P**ptéridophytes. Cette prédominance s'explique principalement par les caractéristiques de leurs diaspores, en particulier leur taille réduite et leur légèreté, qui facilitent leur dispersion anémophile sur de longues distances (Lönnell, 2011). Cette stratégie de dispersion efficace leur permet de coloniser rapidement les microhabitats disponibles sur les phorophytes (Hoeber & Zotz, 2022).

L'analyse de la diversité floristique révèle une richesse moyenne (indice de Shannon H' entre 2 et 2,5) dans la plupart des transects réalisés dans le noyau dur, tandis qu'elle est faible (H' entre 0 et 2) dans la zone tampon et la zone écotouristique. Ces résultats mettent en évidence la différence de diversité floristique en fonction du niveau de perturbation de la forêt. Cette tendance apporte un appui empirique à l'hypothèse de départ selon laquelle les épiphytes se développent préférentiellement dans des environnements relativement préservés. Ces résultats peuvent être attribués à la sensibilité des épiphytes aux changements microclimatiques résultant des activités humaines, telles que la réduction du couvert forestier ou la création de clairières, qui diminuent l'humidité et augmentent la température et la lumière directe, désavantageant ainsi les espèces sciaphiles et hygrophiles telles que les orchidées et les fougères (Krömer & Gradstein, 2003 ; Krömer *et al.*, 2014). Les résultats indiquent une plus grande diversité d'épiphytes sur les arbres de petit à moyen diamètre (**DHPDHP** < 20 cm). En revanche, la diversité est moindre sur les arbres de plus grand diamètre (**DHPDHP** 20–30 cm). Cependant, d'autres études ont montré que les arbres de grand diamètre peuvent constituer d'excellents supports pour les épiphytes car leur circonférence importante peut accueillir un grand nombre d'épiphytes (Bocko *et al.*, 2017). Ce contraste pourrait s'expliquer par le fait que l'accumulation d'épiphytes avec la taille de l'arbre n'est pas simplement due à un effet de surface, mais plutôt à une interaction complexe de plusieurs facteurs écologiques supplémentaires tels que la disponibilité d'autres microhabitats favorables sur les troncs, comme par exemple la disponibilité de tapis de mousse (Woods, 2017 ; Birindwa *et al.*, 2023), qui peuvent compenser les limitations imposées par un tronc de petit diamètre.

Discussion et recommandations

La répartition des épiphytes varie considérablement en fonction de la hauteur des arbres : la plus grande diversité est observée sur les arbres de moins de 10m de haut. Cette observation corrobore la théorie de Krömer et *al.* (2007) selon laquelle les forêts caractérisées par la dominance de petits arbres et des arbustes, créent des conditions microclimatiques spécifiques favorables à l'établissement et à la croissance des épiphytes. En effet, ces formations végétales génèrent un environnement humide et modérément lumineux, qui limite les variations d'eau et de température (Niinemets & Valladares, 2006). Ces conditions sont particulièrement bénéfiques pour les espèces épiphytes qui ont besoin d'un ensoleillement réduit et d'une humidité constante pour assurer un développement optimal (Gehrig-Downie et *al.*, 2011).

Cette étude souligne que la plus grande diversité d'épiphytes vasculaires dans la **NAP'aie protégée** d'Ambohidray se rencontre sur *Sarcolaena multiflora*. Ce résultat peut être attribué à plusieurs caractéristiques morphologiques et écologiques propres à cette espèce, en particulier la texture fissurée de son écorce, chez les individus matures. Ce caractère donne à l'écorce une texture plus structurée et hétérogène, ce qui représente un avantage écologique significatif pour l'installation des épiphytes. Selon Mohamed et *al.* (2017), une écorce à texture prononcée augmente la diversité et la disponibilité des micro-niches. Ce phénomène favorise la rétention des fines particules de litière et l'accumulation d'humidité, de matière organique et de nutriments. Ces éléments sont essentiels à la germination des graines et au développement du système racinaire des épiphytes. De plus, la présence de microcavités dans le substrat peut fournir un abri protecteur aux graines et plantules contre le dessèchement et les dommages mécaniques (Tay et *al.*, 2023).

Cette recherche a mis en évidence une diminution de la richesse des épiphytes entre la base et la cime. Cette observation soutient la deuxième hypothèse, qui anticipait une concentration de la richesse floristique dans la zone basale de phorophytes. De ce fait, à mesure que l'on monte vers la canopée, l'exposition à la lumière augmente, mais l'humidité diminue souvent en raison d'une plus grande exposition au vent et au soleil (Sterck & Bongers, 2001). Les troncs, surtout à leur base, offrent une humidité plus constante et une accumulation de matière organique, souvent due à un épaissement et à la texture de l'écorce (Chomba, 2014). Ces conditions sont idéales pour de nombreuses espèces, en particulier celles qui sont sensibles au dessèchement. Le tronc est idéal pour l'ancrage des épiphytes de plus grandes tailles et plus lourdes (Flores-Palacios & García-Franco, 2006). Il constitue généralement un point d'entrée pour la colonisation des propagules d'épiphytes, en raison de sa proximité au sol, où se trouvent les sources de dissémination telles que les animaux disséminateurs (González-M & Franco, 2020). De plus, certaines espèces pourraient avoir des stratégies de dispersion qui favorisent la colonisation des parties inférieures de l'arbre, par exemple

Discussion et recommandations

par les éclaboussures d'eau contenant des diaspores (Nadkarni & Wheelwright, 2000). La présence d'une diversité élevée d'épiphytes sur le tronc pourrait créer un microhabitat plus complexe, favorisant l'établissement de nouvelles espèces (Nadkarni, 1984). Les diaspores des épiphytes sont susceptibles d'atteindre et de s'établir sur le tronc mais ils ont moins de chance de s'établir dans la couronne en raison des vents et des conditions microclimatiques défavorables à certaines espèces (Winkler et al., 2009). Au contraire, les branches fines de la couronne sont plus sujettes au mouvement (vent), aux chutes de branches, et parfois le substrat organique y est moins abondant (balayé par le vent ou la pluie). Elles sont également confrontées à une plus grande concurrence avec les feuilles pour la lumière et les ressources, ce qui peut limiter l'établissement d'un grand nombre d'épiphytes (Gentry & Dodson, 1987). Ces éléments confirment la troisième hypothèse, selon laquelle les facteurs environnementaux influencent de manière significative la distribution des épiphytes vasculaires.

Recommandations

Certaines contraintes ont été rencontrées au cours des travaux, notamment pour accéder à la cime des grands arbres, en raison du manque d'équipements (jumelles, cordes d'escalade). Quelques suggestions sont donc formulées afin de renforcer et de développer efficacement les méthodes d'inventaire.

Afin de pallier le caractère incomplet des inventaires basés uniquement sur les observations au sol, il serait opportun d'intégrer des méthodes d'observation de la canopée. L'utilisation de techniques telles que l'escalade sécurisée à l'aide de cordes et l'utilisation de dispositifs d'observation à distance, comme les jumelles, permettrait de mieux caractériser la diversité des espèces présentes dans les cimes, ainsi que de faciliter le comptage des individus ou des espèces regroupées dans les parties supérieures des arbres. Afin de surmonter les difficultés liées à l'identification des espèces stériles, il est également recommandé d'intégrer des analyses moléculaires, ~~(par exemple le DNA barcoding)~~ des échantillons afin de confirmer leur identité exacte.

CONCLUSION

Conclusion

Les épiphytes vasculaires constituent un groupe fonctionnel clé dans les écosystèmes tropicaux, non seulement en raison de leur rôle écologique dans la structuration verticale de la forêt, la rétention d'eau et la fourniture de microhabitats, mais aussi en tant qu'indicateurs fiables de l'état de la santé de l'environnement. Dans ce contexte, l'objectif principal de cette étude menée dans la NAP²Aire Protégée d'Ambohidray est d'analyser la diversité floristique et la distribution spatiale des épiphytes vasculaires, tant horizontalement (entre les sites) que verticalement (sur les phorophytes), tout en identifiant les facteurs influençant cette distribution.

À travers deux méthodologies principales : les transects de Duvigneaud et la méthode de Johansson, cette recherche a permis de dresser des données détaillées de la flore épiphytisque étudiée. La combinaison d'une analyse comparative entre sites (indice de Shannon-Weaver) a généré des résultats solides sur la structuration de la communauté épiphytisque. Au total, 14 transects répartis sur trois zones dans la NAP²aire protégée (.: le noyau dur, la zone tampon et la zone écotouristique.) ont été sélectionnés pour mener l'inventaire floristique.

Les résultats révèlent une richesse floristique remarquable, avec 74 espèces d'épiphytes vasculaires, regroupées dans 24 genres et 16 familles, parmi lesquelles les Orchidaceae dominent avec plus de 60% des espèces. Trois grands groupes taxonomiques ont été identifiés : les monocotylédones (principalement représentées par les orchidées), les ptéridophytes, et les dicotylédones. La diversité en espèce est nettement plus élevée dans le noyau dur, confirmant l'hypothèse initiale selon laquelle la diversité des épiphytes est positivement corrélée à l'intégrité écologique des habitats forestiers.

Sur le plan vertical, les troncs des phorophytes présentent une richesse spécifique élevée. Cette tendance s'explique par la présence de conditions microclimatiques particulièrement propices au développement des épiphytes, telles qu'un substrat propice, une disponibilité en eau et en ombrage. Ces résultats confirment la deuxième hypothèse, selon laquelle les épiphytes vasculaires de la NAP²aire protégée d'Ambohidray présentent une diversité plus élevée sur les troncs d'arbres.

Par ailleurs, il a été démontré que la répartition des épiphytes vasculaires dépend de plusieurs facteurs tels que la hauteur des phorophytes, leur diamètre à hauteur de poitrine (DHPDHP) et la texture d'écorce. Ce qui confirme également la dernière hypothèse, selon laquelle la distribution des épiphytes est façonnée par une combinaison de facteurs biotiques et abiotiques.

La connaissance scientifique apportée dans cette étude est multiple. Sur le plan scientifique, elle enrichit les bases de données floristiques sur les épiphytes vasculaires. Sur le plan pratique, les résultats de cette recherche offrent une base scientifique utile pour orienter les actions de conservation dans la NAP²aire protégée d'Ambohidray. Ils permettent d'identifier des zones prioritaires à

préservé, notamment les forêts à forte intégrité structurelle et de limiter les impacts des activités humaines dans les habitats sensibles.

Cependant, cette étude présente quelques limites, notamment la contrainte temporelle : l'échantillonnage s'est déroulé sur une période restreinte et ne prend pas en compte les variations saisonnières. De plus, les paramètres environnementaux tels que l'humidité relative et la luminosité n'ont pas été mesurés de manière quantitative, ce qui limite la capacité à interpréter avec précision les facteurs écologiques contribuant à la distribution des espèces. Des perspectives de recherche peuvent donc être suggérées afin d'améliorer les travaux futurs :

- Il serait pertinent de mener des études complémentaires sur des périodes plus longues, incluant les saisons sèches et humides.
- Il serait utile de quantifier précisément les facteurs environnementaux tels que la (température, pH de l'écorce, lumière, humidité) à l'aide d'instruments adaptés, et d'utiliser des modèles statistiques pour analyser leurs relations avec la diversité et l'abondance des épiphytes, en vue de mieux comprendre les mécanismes écologiques qui les régissent.
- L'exploration d'autres sites ou étages d'altitude de la région (par exemple forêts de basse altitude comparée à la forêt de moyenne altitude) aiderait à cartographier la répartition spatiale des épiphytes à plus grande échelle.
- Une recherche future pourrait approfondir l'impact spécifique des activités anthropiques telles que (tavy, exploitation forestière, charbonnage) sur la diversité et la dynamique des populations d'épiphytes. Cette étude pourrait inclure des comparaisons temporelles (suivi à long terme) ou spatiales avec d'autres aires protégées pour évaluer les effets des pressions anthropiques et proposer des stratégies de restauration écologique ciblées.
- Une recherche future pourrait également se concentrer exclusivement sur la canopée en utilisant des techniques comme l'escalade sécurisée, les drones ou les plateformes d'observation pour inventorier les épiphytes dans ces microhabitats. Cette étude pourrait révéler des différences dans la composition floristique et des adaptations écologiques des épiphytes dans la canopée par rapport au tronc, en explorant des conditions microclimatiques spécifiques telles que l' (exposition au vent, lumière intense et la, faible humidité).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Besairie, H. 1946. La Géologie de Madagascar. Office de la Recherche Scientifique Coloniale, Paris, 27p.
- Bocko, Y.E., Ifo, A. et Jean Joël Loumeto, J.J. 2017. Quantification des stocks de carbone de trois pools clés de carbone en Afrique Centrale : Cas de la forêt marécageuse de la Likouala (Nord Congo). *European Scientific Journal*, 13(5): 1857–7881.
- Birindwa, B., Cubaka, A., Cirimwami, L., Katusi, R. et Mangambu, J.D.D. 2023. Relation entre ptéridophytes épiphytes et leurs phorophytes en zone de montagne du rift albertin : cas du Parc national de Kahuzi-Biega en RD Congo. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 23(1): 1–28.
- Buhendwa, A.M., Biringanine, E.M., Mapenzi, N.A., Mwangamwanga, I. et Igugu, C.A.Y. 2014. Epiphyte study in the oriental region of the Kivu lake, especially Lwiro area and its surroundings. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 6 (3): 477–487.
- Chidumayo, E.N. et Gumbo, D.J. 2013. The environmental impacts of charcoal production in tropical ecosystems of the world: a synthesis. *Energy for sustainable development*, 17(2): 86–94.
- Chomba, C. 2014. Do Epiphytes in Drier Climates Select Host Tree Substrates between Rough and Smooth Bole Textures and Crown and Stem, Vertical and Upright Stems? What Are the Implications for Water Catchment and Forest Management? *Open Journal of Ecology*, 4(12): 763–777.
- CREAM, 2013. Monographie de la région Alaotra Mangoro. CREAM, Antananarivo, 230p.
- de la Rosa-Manzano, E., Guerra-Pérez, A., Mendieta-Leiva, G., Mora-Olivo, A., Martínez-Ávalos, J.G. et Arellano-Méndez, L.U. 2017. Vascular epiphyte diversity in two forest types of the “El Cielo” Biosphere Reserve. *Mexico Botany*, 95: 599–610.
- FAO. 2021. Évaluation des ressources forestières mondiales 2020 : Rapport principal. FAO, Rome, 170p.
- Faramalala, M.H. et Rajeriarison, C. 1999. Nomenclature des formations végétales de Madagascar. ANGAP et Conservation Internationale, Antananarivo, 43p.
- Flores-Palacios, A. et García-Franco, J.G. 2006. The relationship between tree size and epiphyte species richness: testing four different hypotheses. *Journal of Biogeography*, 33(2): 323–330.
- Gaston, K.J. et Spicer, J.I. 2004. Biodiversity: An Introduction. Blackwell Publishing, Hoboken, 304p.
- Gehrig-Downie, C., Gradstein, S.R. et Obermayer, W. 2011. Epiphyte biomass and canopy microclimate in the tropical lowland cloud forest of French Guiana. *Biotropica*, 43(5): 591–596.

Références bibliographiques

- Gentry, A.H. et Dodson, C.H. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74(2): 205–233.
- Getaneh, Z.A. et Gamo, F.W. 2016. Vascular epiphytes in Doshke and Kurpaye: A comparative study, Gamo Gofa, Ethiopia. *International Journal of Biodiversity*, 9482057. doi.org/10.1155/2016/9482057.
- González-M, J.A., et Franco, A. 2020. Ecology of epiphyte dispersal and colonization mechanisms in tropical forests. *Ecological Research*, 35(6): 1123–1132.
- Gorman, A.J., Kerhoulas, L. P. et Polda, W. T. 2019. Epiphyte diversity, abundance, and distribution in an old Sitka spruce crown. *Evansia*, 36 (1): 12–21.
- Gradstein, S.R. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of Vascular and non-vascular epiphyte diversity of Tropical rain forests. *Selbyana*, 24(1): 105–111.
- Grubb, P.J., Lloyd, J.R., Pennington, T.D. et Whitmore, T.C. 1963. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador I, The forest structure, physiognomy, and floristics. *The Journal of Ecology*, 51 (3): 567– 601.
- Guillaumet, J.L. 1967. Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally (Côte-d'Ivoire). *IRD Editions*, 20: 136–206.
- Hervouet, J.-M., 2018. A la recherche des orchidées de Madagascar : sur les traces d'Henri Perrier de la Bâthie. Biotope, France, 504p.
- Hochkirch, A., Samways, J.G., Böhm, M., Williams, P.C., Cumberlidge, P.J.S., Seddon, M.B., Clausnitzer, P.A.V.B., Mueller, G.M., Pearce, P.K., Raimondo, D.C., Danielczak, A., Dijkstra, K.-D.B. 2021. A strategy for the next decade to address data deficiency in neglected biodiversity. *Conservation biology*, 35 (2): 502–509.
- Hoerber, V. et Zotz, G. 2022. Accidental epiphytes. *Ecological monographs*, 92 (4): 1–26.
- Humbert, H. et Cours-Darne, G. 1965. Description des types de végétation. *Notice de la carte de Madagascar*. Institut Français de Pondichéry, Inde, 162p.
- Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. Uppsala University, Suède, 136p.
- Kelly, D.L., O'Donovan, G., Feehan, J., Murphy, S., Drangeid, S.O. et Marcano-Berti, L. 2004. The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora. *Journal of Tropical Ecology*, 20 (6): 643–666.
- Koechlin, J., Guillaumet, J. L. et Morat, P. 1974. Flore et Végétation de Madagascar. Cramer, J., Vaduz-Liechtenstein, 687p.

Références bibliographiques

- Krömer, T. et Gradstein, S.R. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana*, 24: 190–195.
- Krömer, T., Kessler, M. et Gradstein, S.R. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant ecology*, 189 (2): 261–278.
- Krömer, T., Gracia-Franco, J.G. et Toledo-Aceves, T. 2014. Vascular epiphytes as bioindicators of forest quality: anthropogenic impact on their diversity and composition. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*, 29: 605–623.
- Küper, W., Kreft, H., Nieder, J., Köster, N. et Barthlott, W. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*, 31: 1477–1487.
- Laker, M.C. 2023. Environmental impacts of gold mining—with special reference to South-Africa. *Mining*, 3(2): 205–220.
- Lange, M. 2023. Bushfire, prescribed burning, and non-human protection. *Geographical research*, 61 (2): 123–137.
- Lönnell, K. 2011. Wind dispersal of spores with focus on bryophytes. *Plant ecology*, 3: 1–37.
- Lyons, B., Nadkarni, N.M. et North, M.P., 2000. Spatial distribution and succession of epiphytes on *Tsuga heterophylla* (Western hemlock) in an old-growth Douglas-fir forest. *Canadian Journal of Botany*, 78: 957–968.
- Mangosongo, H.M. et Griffiths, M. 2019. Species composition, diversity and distribution of vascular epiphytes in the Kihansi Gorge Forest, Tanzania. *Tanzania Journal of Science*, 45(2): 216–225.
- Mohamed, E., Kebebew, M. et Awas, T. 2017. Diversity of vascular epiphytes in Wondo Genet natural forest, Southern Ethiopia. *International Research Journal of Biological Sciences*, 6(2): 5–15.
- Nadkarni, N.M. et Wheelwright, N.T. 2000. Rain-mediated dispersal of epiphyte diaspores in a tropical montane forest. *Biotropica*, 32(4) : 584–591.
- Nadkarni, N.M. 1984. Epiphyte biomass and nutrient capital of a Neotropical elfin cloud forest. *Biotropica*, 16(3): 249–256.
- Nadkarni, N.M. 1992. The conservation of epiphytes and their habitats: Summary of a discussion at the international symposium on the biology and conservation of epiphytes. *Selbyana* 13: 140–142.

Références bibliographiques

- Nieder Zotz, G., 1998. Methods of analyzing the structure and dynamics of vascular epiphyte communities. *Ecotropica*, 4: 33–39.
- Niinemets, Ü. Et Valladares, F., 2006. Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs. *Ecological monographs*, 76(4): 521–547.
- Oliver, W.R.B., 1930. New Zealand epiphytes. *The Journal of Ecology*, 18(1): 1–50.
- Proserpi, J., 1998. Biologie du développement des héli-épiphytes ligneux. Thèse de Doctorat, Biologie des systèmes intégrés-Agronomie et environnement, Université Montpellier II, 285p.
- 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, Université d'Antananarivo, 48p.
- Randriamanana, A.N.T., 2025. Caractéristiques écologiques des populations d'orchidées épiphytes dans la forêt humide de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray (District Moramanga, Région Alaotra-Mangoro). Mémoire de Master, Université d'Antananarivo, 50p.
- Ratanarinambinina, F.H., 2021. Évaluation et dynamique écologiques des formations végétales en vue d'une restauration écologique : cas de l'aire protégée d'Ambohidray (Morarano-Gara, région Alaotra Mangoro). Mémoire de Master, Université d'Antananarivo, 46p.
- Richards, P.W., 1964. The tropical rain forest. Cambridge University Press, Cambridge, 450p.
- Schimper, A.F.W., 1903. Plant geography upon a physiological basis. Clarendon press, Oxford, 839p.
- Schnell, R., 1952. Végétation et flore de la région montagneuse du Nimba : Afrique occidentale française. Institut français d'Afrique noire, Dakar, 604p.
- Schajjes, M., Malaisse, F., 2001. Diversity of Upper Katanga Epiphytes (Mainly Orchids) and Distribution in Different Vegetation Units. *Systematics and Geography of Plants*, 71(2): 575–584.
- Shannon, C.E. et Weaver, W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana IL, 117p.
- Sibelet, N., Mutel, M. et Montagne, P., 2007. Une forêt encore peu touchée : bois et charbon fournissent de l'argent aux migrants. CIRAD, Montpellier, 40p.
- Sterck, F.J. et Bongers, F., 2001. Crown development in tropical rain forest trees: patterns with tree height and light availability. *Journal of Ecology*, 89: 1–13.
- Styger, E., Rakotondramasy, H.M., Pfeffer, M.J., Fernandes, E.C.M. et Bates, D.M., 2007. Influence of slash-and-burn farming practices on fallow succession and land degradation in the rainforest region of Madagascar. *Agriculture, ecosystems & environment*, 119 (3-4): 257-269.

Références bibliographiques

- Tay, J.Y.L., Zotz, G. et Einzmann, H.J.R. 2023. Smoothing out the misconceptions of the role of bark roughness in vascular epiphyte attachment. *New Phytologist*, 238(3): 983–994.
- UICN, 1995. La conservation de la diversité biologique dans les forêts tropicales aménagées. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni, 248p.
- Went, F.W. 1940. Soziologie der Epiphyten eines tropischen Urwaldes. *Annales Jardin Botanica de Buitenz*, 50: 1–98.
- Winkler, M., Hietz, P. et Zotz, G. 2009. Herbarium records support rapid colonization of treetops by epiphytes. *Journal of Tropical Ecology*, 25(5): 565–572.
- Woods, C.L., 2017. Primary ecological succession in vascular epiphytes: The species accumulation model. *Biotropica*, 49(4):452–460.
- Yaya, I.M., Ismaïla, T.I. et Djalilou, M.A. 2019. Caractérisation de la dégradation à travers la diversité floristique et la structure de la végétation dans le bassin moyen de la Sota au Nord-Bénin. *International Journal of Progressive Sciences and Technologie*, 18 (1): 53–70.
- Zapfack, L. et Engwald, S. 2008. Biodiversity and spatial distribution of vascular epiphytes in two biotopes of the Camerounian semi-deciduous rain forest. *Plant ecology*, 195 (1): 117– 130.
- Zotz, G., Weigelt, P., Kessler, M., Kreft, H. et Taylor, A., 2021. EpiList 1.0: A global checklist of vascular epiphytes. *Ecology*, 102(6): 1–102.

Webographies

- http 1 : FPS Foreign Affairs. (2018). *12 raisons pour lesquelles les forêts sont importantes*. <https://diplomatie.belgium.be/fr:politique/themes-politiques/sous-la-loupe/12-raisons-pour-lesquelles-les-forêts-sont-importantes>. Accédé le 07/01/2025.
- http 2 : Vikidia. (2024). *Forêt tropicale humide*. https://fr.vikidia.org/wiki/For%C3%AAt_tropicale_humide. Accédé le 24/08/2024.
- http 3 : humides Bio-Scène. (2015). *Les foret tropicales et subtropicales humides*. <https://www.bio-scene.org/article/les-for%C3%AAts-tropicales-et-subtropicales-humides>. Accédé le 18/07/2024.
- http 4 : UNCTAD (2016). *Illegal trade accelerates wild plant extinctions, more transparency needed*. <https://unctad.org/es/node/1420#:~:text=Illegal%20trade%20is%20accelerating%20the,conference%20on%20the%20wildlife%20trade>. Accédé le 13/10/2024.
- http 5 : Université d'Antananarivo. *Aire protégée d'Ambohidray*. <https://mbev.univ-antananarivo.mg/Ambohidray.php>. Accédé le 21/12/2023.

Références bibliographiques

- http 6 : AquaPortail. *Relevé floristique*.
<https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/8532/releve-floristique>. Accédé le 25/04/2025.
- http 7 : Sciviews. (2021). *Science des données biologiques II*. <https://wp.sciviews.org/sdd-umons2-2020/>. Accédé le 10/10/2023.
- http 8 : Lagrandepoubelle. (2008). *Indice de Shannon*.
http://www.lagrandepoubelle.com/wikibis/ecologie/indice_de_shannon.php. Accédé le 12/10/2023.
- http 9 : Tropicos (2025). *Catalogue of the Plants of Madagascar*.
<http://legacy.tropicos.org/Project/Madagascar>. Accédé le 21/12/2024.

ANNEXES

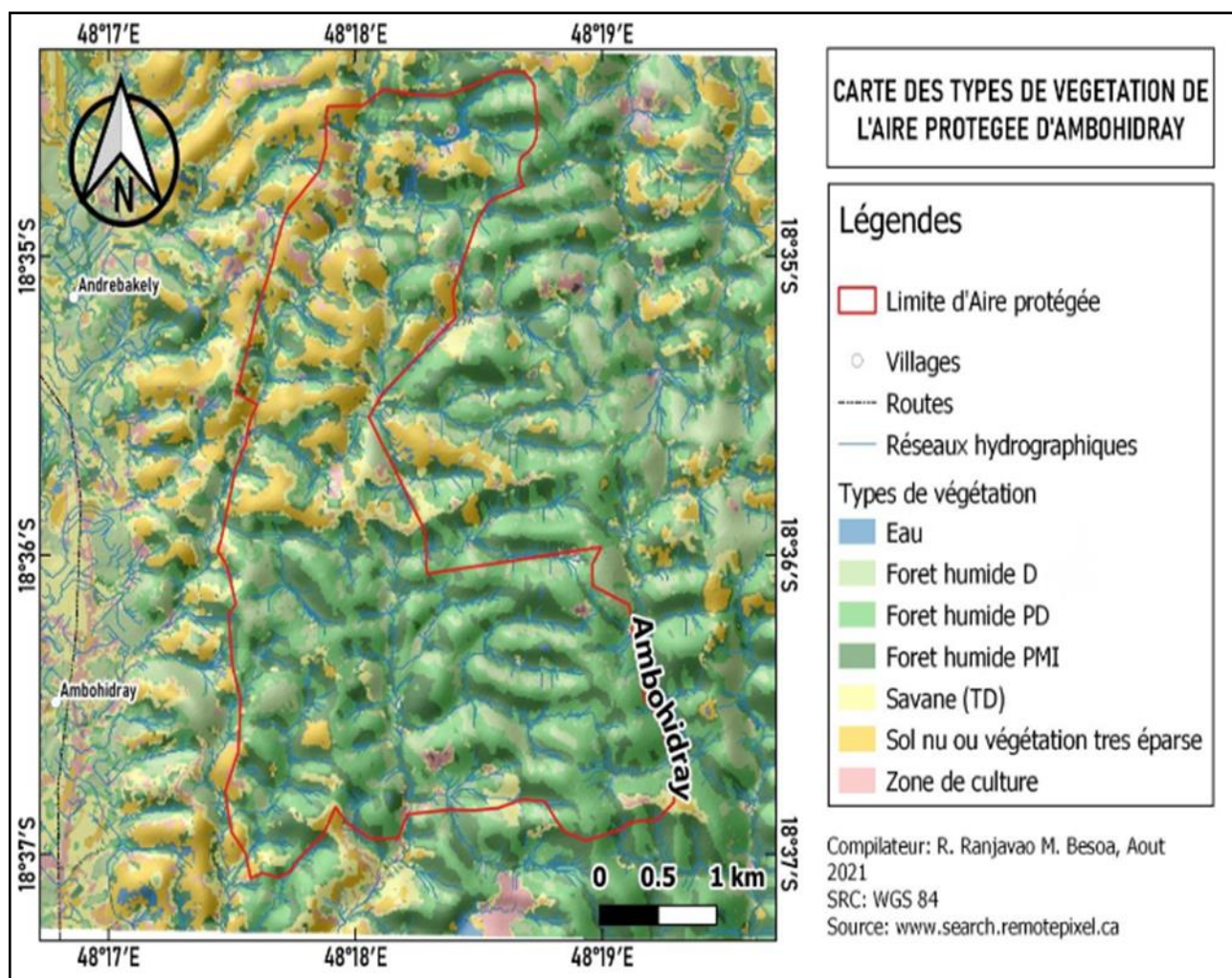
Annexe I : Précipitation (mm) et température (°C) de 2012 à 2021 (WordClim 2025)

2012												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tmin (°C)	18	18	17	16	14	12	11	11	12	13	16	17
Tmax (°C)	27	28	27	26	26	24	20	21	23	26	28	28
Précipitation (mm)	251,60	441,90	164,90	143,20	38,70	34,70	29,20	20,90	29,90	29,20	139,10	146,60
2013												
Tmin (°C)	18	18	17	16	13	11	11	10	12	13	16	17
Tmax (°C)	28	28	27	26	25	23	20	20	23	26	28	28
Précipitation (mm)	298,10	214,10	251,90	39,60	53,30	27,30	18,80	23,40	7,00	52,30	101,90	212,20
2014												
Tmin (°C)	18	18	17	16	13	12	11	11	12	14	16	17
Tmax (°C)	28	28	27	26	26	24	20	21	23	26	28	28
Précipitation (mm)	273,70	194,10	235,90	23,30	23,10	36,80	97,00	18,60	13,90	52,30	247,20	195,80
2015												
Tmin (°C)	18	17	17	16	14	12	11	11	12	14	16	18
Tmax (°C)	28	27	27	27	26	24	21	21	23	26	28	29
Précipitation (mm)	270,60	319,30	167,20	15,70	49,00	37,40	22,30	50,70	17,50	49,00	84,70	250,40
2016												
Tmin (°C)	18	18	18	16	13	11	10	11	12	14	16	17
Tmax (°C)	28	28	28	27	25	23	20	21	23	26	28	28
Précipitation (mm)	265,70	143,90	265,00	30,90	46,70	90,10	33,40	19,40	11,70	12,00	74,50	65,10
2017												
Tmin (°C)	18	18	18	16	14	13	11	11	12	14	16	17
Tmax (°C)	28	28	28	27	26	24	21	21	23	26	28	28
Précipitation (mm)	117,90	155,20	304,70	28,90	28,90	49,90	97,10	87,00	36,50	49,40	238,40	263,90
2018												
Tmin (°C)	17	17	17	16	14	12	11	12	12	13	16	18
Tmax (°C)	27	27	27	26	26	24	20	22	23	26	28	28
Précipitation (mm)	366,90	290,70	328,70	19,40	24,90	24,90	143,60	12,20	14,50	21,00	109,90	152,60
2019												
Tmin (°C)	18	18	18	16	13	12	11	11	12	14	16	18
Tmax (°C)	28	28	28	27	26	23	21	21	23	27	28	29
Précipitation (mm)	270,60	246,60	279,60	45,80	60,00	19,70	11,90	33,30	14,70	14,70	164,70	173,00
2020												
Tmin (°C)	18	18	17	16	14	12	11	11	12	14	15	17
Tmax (°C)	28	28	27	26	26	24	20	21	23	26	27	28
Précipitation (mm)	284,20	322,10	205,70	87,90	19,70	29,90	39,20	11,50	12,00	41,40	146,30	258,80
2021												
Tmin (°C)	18	18	18	16	14	12	11	11	12	13	16	17
Tmax (°C)	28	28	28	27	26	23	20	21	23	26	28	28
Précipitation (mm)	156,30	215,30	160,90	70,50	22,80	37,80	52,30	36,40	21,40	23,20	146,30	254,50

Annexe II : Liste herpetofaune d'Ambohidray inventoriée par Madagasikara~~car~~ Voakajy (2017)

Localité	Habitat	Classes	Espèces	Statut IUCN	Latitude	Longitude	Altitude
Ampototra	Forêt dégradée	Reptiles	<i>Brookesia ramanantsoai</i>	En danger	-18,6323	48,33162	993 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Mantella crocea</i>	En danger	-18,6323	48,33162	993 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Mantidactylus aff.betsileanus</i>		-18,6323	48,33162	993 m
Ampototra	Forêt dégradée	Reptiles	<i>Calumma nasutum</i>	Préoccupation mineure	-18,6323	48,33162	993 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Boophis goudoti</i>	Préoccupation mineure	-18,6326	48,33161	991 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Boophis tephraeomystax</i>	Préoccupation mineure	-18,6331	48,33168	991 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Boophis luteus</i>	Préoccupation mineure	-18,6334	48,33155	991 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Mantella baroni</i>	Préoccupation mineure	-18,6333	48,33153	992 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Mantidactylus melanopleura</i>	Préoccupation mineure	-18,6333	48,33153	992 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Boophis tasymena</i>	Préoccupation mineure	-18,6333	48,33153	992 m
Ampototra	Forêt dégradée	Reptiles	<i>Ebenavia inunguis</i>	Préoccupation mineure	-18,6331	48,33048	1002 m
Ampototra	Forêt dégradée	Amphibiens	<i>Plethodontohyla mihanika</i>	Préoccupation mineure	-18,633	48,33134	1001 m
Ampototra	Forêt non dégradée	Amphibiens	<i>Mantella crocea</i>	En danger	-18,6302	48,33639	992 m
Ampototra	Forêt non dégradée	Amphibiens	<i>Boophis erythroductylus</i>	Préoccupation mineure	-18,6302	48,33639	992 m
Ampototra	Forêt non dégradée	Amphibiens	<i>Mantidactylus melanopleura</i>	Préoccupation mineure	-18,6305	48,36609	996 m
Ampototra	Forêt non dégradée	Amphibiens	<i>Mantidactylus aff.femoralis</i>		-18,6305	48,36609	996 m
Ampototra	Forêt non dégradée	Amphibiens	<i>Gephyromantis boulengeri</i>	Préoccupation mineure	-18,6307	48,33603	1011 m
Ampototra	Forêt non dégradée	Amphibiens	<i>Ptychadena mascareniensis</i>	Préoccupation mineure	-18,6307	48,33603	1011 m
Ampototra	Forêt non dégradée	Reptiles	<i>Liopholidophis doliocercus</i>	Préoccupation mineure	-18,6307	48,33603	1011 m
Ampototra	Forêt perturbée	Amphibiens	<i>Heterixalus betsileo</i>	Préoccupation mineure	-18,6316	48,33112	984 m
Ampototra	Forêt perturbée	Amphibiens	<i>Guibemantis liber</i>	Préoccupation mineure	-18,6316	48,33112	984 m
Ampototra	Forêt perturbée	Amphibiens	<i>Guibemantis tornieri</i>	Préoccupation mineure	-18,6316	48,33112	984 m
Ampototra	Forêt perturbée	Amphibiens	<i>Boophis viridis</i>	Préoccupation mineure	-18,6296	48,33033	990 m
Ampototra	Forêt perturbée	Amphibiens	<i>Mantidactylus aff.femoralis</i>		-18,6296	48,33033	990 m
Ampototra	Forêt perturbée	Amphibiens	<i>Guibemantis aff. albolineatus</i>		-18,6296	48,33033	990 m
Ampototra	Forêt perturbée	Amphibiens	<i>Boophis guibei</i>	Préoccupation mineure	-18,6327	48,33179	992 m
Ampototra	Forêt perturbée	Amphibiens	<i>Scaphiophryne marmorata</i>	Vulnérable	-18,6327	48,33179	992 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Boophis pyrrhus</i>	Préoccupation mineure	-18,6131	48,32684	1036 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Mantidactylus aff.femoralis</i>		-18,6131	48,32684	1036 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Mantella crocea</i>	En danger	-18,6131	48,32684	1036 m
Andriambe	cours d'eau	Reptiles	<i>Mantidactylus melanopleura</i>	Préoccupation mineure	-18,6132	48,32711	1036 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Guibemantis liber</i>	Préoccupation mineure	-18,6134	48,32726	1035 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Spinomantis aglavei</i>	Préoccupation mineure	-18,6137	48,32784	1035 m
Andriambe	cours d'eau	Reptiles	<i>Ithycyphus perineti</i>	Préoccupation mineure	-18,6137	48,32784	1035 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Mantella crocea</i>	En danger	-18,6144	48,32809	1035 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Mantella baroni</i>	Préoccupation mineure	-18,6144	48,32809	1035 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Guibemantis liber</i>	Préoccupation mineure	-18,6144	48,32809	1035 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Boophis madagascarensis</i>	Préoccupation mineure	-18,6144	48,32809	1035 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Boophis luteus</i>	Préoccupation mineure	-18,613	48,3264	1036 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Aghyptodactylus madagascarensis</i>	Préoccupation mineure	-18,6122	48,32856	1037 m
Andriambe	cours d'eau	Amphibiens	<i>Heterixalus betsileo</i>	Préoccupation mineure	-18,6122	48,32856	1037 m
Andriambe	cours d'eau	Reptiles	<i>Sanzinia madagascarensis</i>	Préoccupation mineure	-18,6122	48,32856	1037 m
Andriambe	Forêt	Amphibiens	<i>Scaphiophryne marmorata</i>	Vulnérable	-18,6181	48,31773	1109 m
Andriambe	Forêt	Amphibiens	<i>Blommersia wittei</i>	Préoccupation mineure	-18,6181	48,31773	1109 m
Andriambe	Forêt	Amphibiens	<i>Mantidactylus opiparis</i>	Préoccupation mineure	-18,6181	48,31773	1109 m
Andriambe	Forêt	Amphibiens	<i>Aghyptodactylus madagascarensis</i>	Préoccupation mineure	-18,6181	48,31773	1109 m
Andriambe	Forêt	Amphibiens	<i>Heterixalus betsileo</i>	Préoccupation mineure	-18,6181	48,31773	1109 m
Andriambe	Forêt	Amphibiens	<i>Mantella crocea</i>	En danger	-18,6174	48,31858	1115 m
Andriambe	Forêt	Amphibiens	<i>Blommersia aff.grandisonae</i>		-18,6174	48,31858	1115 m
Andriambe	Vallée	Amphibiens	<i>Boophis madagascarensis</i>	Préoccupation mineure	-18,6132	48,32428	1039 m
Andriambe	Vallée	Amphibiens	<i>Boophis goudoti</i>	Préoccupation mineure	-18,6128	48,32609	1039 m
Andriambe	Vallée	Amphibiens	<i>Mantella crocea</i>	En danger	-18,6109	48,32515	1040 m
Andriambe	Vallée	Amphibiens	<i>Boophis pyrrhus</i>	Préoccupation mineure	-18,6108	48,32543	1039 m
Andriambe	Vallée	Amphibiens	<i>Guibemantis aff. albolineatus</i>		-18,6106	48,3254	1038 m
Andriambe	Vallée	Reptiles	<i>Uroplatus phantasticus</i>	Préoccupation mineure	-18,6108	48,32538	1037 m

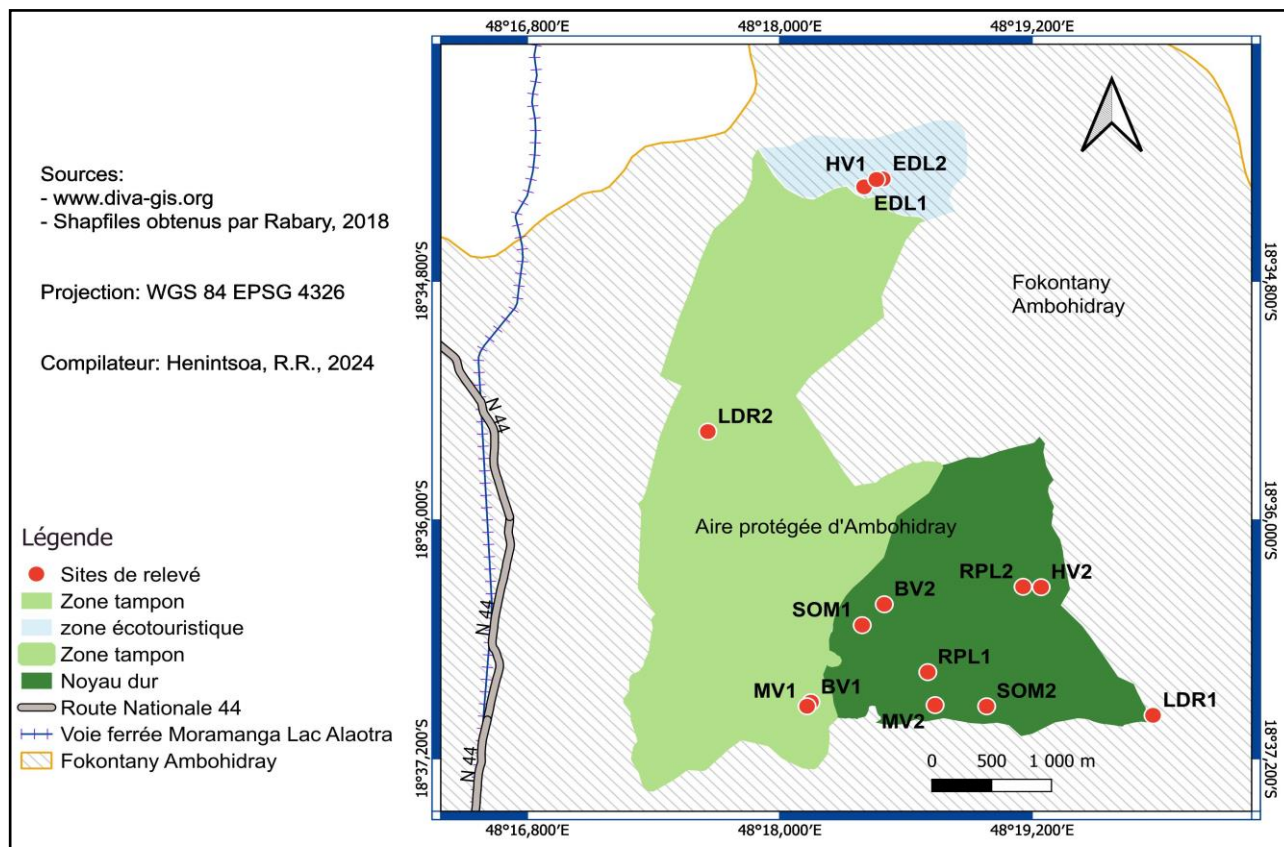
Annexe III : Carte des types de végétation de la Nouvelle Aire protégée d'Ambohidray



(Source : Ratianarinambinina, 2021)

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

Annexe IV : Répartition des sites de relevé dans les trois zones- : (Zone tampon, zone écotouristique et, noyau dur) de la Nouvelle Aire Protégée d'Ambohidray



BV2 : Bas versant 2, SOM1 : Sommet 1, RPL1 : Replat 1, LDR1 : Long de ruisseau 1, SOM2 : Sommet 2, RPL2 : Replat 2, HV2 : Haut versant 2, MV2 : Mi versant 2, EDL1 : Entourage du lac 1, EDL2 : Entourage du lac 2, HV1 : Haut versant 1, BV1 : Bas versant 1, MV1 : Mi versant 1, LDR2 : Long de ruisseau 2.

Annexe V : Paramètres retenus pour chaque site de relevé

Noms des lieux	Sites de relevé	Longitudes	Latitudes	Altitudes	Expositions	Orientations
Ambodivato	BV1	48°18'8.9028"	18°36'54.9648"	955m	Nord-Est	Vers Sud-Ouest
Ankasina	BV2	48°18'29.82"	18°36'25.44"	1026m	Sud-Est	Vers Nord-ouest
Ambolobe	EDL1	48°18'24.06"	18°34'19.56"	1015m	Sud	Vers Nord
Ambolobe	EDL2	48°18'29.4"	18°34'17.16"	1014m	Sud-Est	Vers Nord-Est
Ambolobe	HV1	48°18'27.6"	18°34'17.34"	1035m	Sud-Est	Vers Nord-ouest
Analamahavery	HV2	48°19'14.58"	18°36'20.28"	1075m	Est	Vers Ouest
Andriambe	LDR1	48°19'46.5"	18°36'58.92"	1054m	Nord-Est	Vers Sud-Ouest
Andriana	LDR2	48°17'39.48"	18°35'33.36"	928m	Sud-Ouest	Vers Nord-Est
Ambodivato	MV1	48°18'7.794"	18°36'56.1852"	1035m	Nord-Est	Vers Sud-Ouest
Ambenja	MV2	48°18'28.2"	18°37'1.74"	1006m	Ouest	Vers Est
Bemoara	RPL1	48°18'42.24"	18°36'45.9"	1079m		Vers Ouest
Analamahavery	RPL2	48°19'9.42"	18°36'20.16"	1121m		Vers Nord-ouest
Ankasina	SOM1	48°18'23.52"	18°36'31.74"	1058m		Vers Est
Ambenja	SOM2	48°18'59.0292"	18°36'56.1996"	1117m		Vers Ouest

BV2 : Bas versant 2, SOM1 : Sommet 1, RPL1 : Replat 1, LDR1 : Long de ruisseau 1, SOM2 : Sommet 2, RPL2 : Replat 2, HV2 : Haut versant 2, MV2 : Mi versant 2, EDL1 : Entourage du lac 1, EDL2 : Entourage du lac 2, HV1 : Haut versant 1, BV1 : Bas versant 1, MV1 : Mi versant 1, LDR2 : Long de ruisseau 2.

Annexe VI : Liste d'espèces obtenues dans GBIF

Noms scientifiques	Familles	Latitudes	Longitudes	Collecteurs
<i>Asplenium dregeanum</i>	Aspleniaceae	-18.769722	48.362222	Rakotovao, C., 2012
<i>Asplenium gueinzianum</i>	Aspleniaceae	-18.779722	48.354167	Rakotovao, C., 2012
<i>Asplenium rutifolium</i>	Aspleniaceae	-18.56278	48.25127	Laverick, M. et al., 2023
<i>Elaphoglossum lepevanchii</i>	Dryopteridaceae	-18.746111	48.410278	Antilahimena P. et Razafindrahaja V., 2012
<i>Elaphoglossum macropodium</i>	Dryopteridaceae	-18.779167	48.357778	Rakotovao, C., 2012
<i>Elaphoglossum subsessile</i>	Dryopteridaceae	-18.746111	48.410278	Antilahimena P. et Razafindrahaja V., 2012
<i>Phlegmariurus megastachyus</i>	Lycopodiaceae	-18.773056	48.370556	Rakotovao, C., 2012
<i>Medinilla mandrakensis</i>	Melastomataceae	-18.773056	48.393333	Antilahimena, P., 2020
<i>Aerangis articulata</i>	Orchidaceae	-18.7725	48.393333	Ramandimboisa, B. et al., 2020
<i>Aerangis stylosa</i>	Orchidaceae	-18.779722	48.354167	Rakotovao, C., 2012
<i>Aeranthes neoperrieri</i>	Orchidaceae	-18.769444	48.403056	Antananarivo Shade House, 2020
<i>Angraecum alleizettei</i>	Orchidaceae	-18.769444	48.403056	Simon, V., 2022
<i>Angraecum ankeranense</i>	Orchidaceae	-18.770556	48.393056	Ramandimboisa, B. et al., 2020
<i>Angraecum bicallosum</i>	Orchidaceae	-18.769444	48.403056	Antananarivo Shade House, 2020
<i>Angraecum pterophyllum</i>	Orchidaceae	-18.7825	48.31388	Andriantiana, J., 2008
<i>Angraecum rutenbergianum</i>	Orchidaceae	-18.772222	48.393333	Antananarivo Spirit Collection, 2022
<i>Bulbophyllum francoisii</i>	Orchidaceae	-18.779722	48.354167	Rakotovao, C., 2012
<i>Bulbophyllum leptochlamys</i>	Orchidaceae	-18.769444	48.403056	Antananarivo Shade House, 2020
<i>Bulbophyllum molossus</i>	Orchidaceae	-18.77	48.403056	Ramandimboisa, B. et al., 2020
<i>Bulbophyllum occultum</i>	Orchidaceae	-18.771667	48.393333	Ramandimboisa, B. et al., 2020
<i>Bulbophyllum sandrangatense</i>	Orchidaceae	-18.773056	48.36	Rakotovao, C., 2012
<i>Bulbophyllum sulfureum</i>	Orchidaceae	-18.77	48.402778	Ramandimboisa, B. et al., 2020
<i>Cynorkis villosa</i>	Orchidaceae	-18.771111	48.405833	Ramandimboisa, B. et al., 2020
<i>Liparis longicaulis</i>	Orchidaceae	-18.747778	48.406667	Antilahimena P. et Razafindrahaja V., 2012
<i>Oeonia rosea</i>	Orchidaceae	-18.771111	48.402778	Ramandimboisa, B. et al., 2020
<i>Polystachya cultriformis</i>	Orchidaceae	-18.771389	48.406111	Antananarivo Shade House, 2020
<i>Lepisorus excavatus</i>	Polypodiaceae	-18.769722	48.362222	Rakotovao, C., 2012
<i>Loxogramme abyssinica</i>	Polypodiaceae	-18.779722	48.354167	Rakotovao, C., 2012
<i>Microsorium punctatum</i>	Polypodiaceae	-18.7675	48.364167	Rakotovao, C., 2012
<i>Vittaria elongata</i>	Pteridaceae	-18.779722	48.354167	Rakotovao, C., 2012
<i>Vittaria isoetifolia</i>	Pteridaceae	-18.779722	48.354167	Rakotovao, C., 2012

Annexe VII : Fiche de relevé de terrain

Localisation du transect : / Phorophyte N° : / ~~Dhp~~DHP : (Cm) /
 Nom : / Hauteur de phorophyte :(m) / Hfût : (m)
 Parcelles N° : / Relevé de (nom station) : N° : / Exposition : /
 Altitude : / Observateur :,
 Texture d'écorce : / Date : /Pente :°
 Présence d'humus: 0 ou 1/ phénologies : floraison, fructification, végétative

Subdivisions de Johansson	z1	z2	z3	z4	z5	z6

Annexe VIII : Codes de collecte, noms scientifiques et phénologies

Codes de collecte	Noms scientifiques	Phénologies
HRRO01	<i>Aerangis</i> aff. <i>monantha</i> Schltr.	Végétative
HRRO02	<i>Aerangis citrata</i> (Thouars) Schltr.	Floraison
HRRO04	<i>Aerangis monantha</i> Schltr.	Floraison
HRRO03	<i>Aerangis punctata</i> J. Stewart	Floraison
HRRO05	<i>Aeranthus</i> sp.1	Végétative
HRRO06	<i>Angraecum</i> aff. <i>danguyanum</i> H. Perrier	Végétative
HRRO07	<i>Angraecum</i> aff. <i>didieri</i> (Baill. ex Finet) Schltr.	Végétative
HRRO08	<i>Angraecum</i> aff. <i>multiflorum</i> Thouars	Fructification
HRRO09	<i>Angraecum</i> aff. <i>pectinatum</i> Thouars	Végétative
HRRO10	<i>Angraecum</i> aff. <i>rhynchoglossum</i> Schltr.	Végétative
HRRO11	<i>Angraecum arachnites</i> Schltr.	Végétative

Annexe VIII : Codes de collecte, noms scientifiques et phénologies (suite)

Codes de collecte	Noms scientifiques	Phénologies
HRRO12	<i>Angraecum breve</i> Schltr.	Végétative
HRRO13	<i>Angraecum compactum</i> Schltr.	Fructification
HRRO14	<i>Angraecum umbrosum</i> P.J.Cribb	Végétative
HRRO15	<i>Angraecum mauritianum</i> (Poir.) Frapp.	Floraison
HRRO16	<i>Angraecum rhynchoglossum</i> Schltr.	Floraison
HRRO17	<i>Angraecum</i> sect. <i>lepervenchea</i>	Végétative
HRRO18	<i>Angraecum</i> sect. <i>pPerrierangraecum</i>	Végétative
HRRO19	<i>Angraecum</i> sp.1	Végétative
HRRO20	<i>Angraecum</i> sp.2	Végétative
HRRO21	<i>Angraecum</i> sp.3	Végétative
HRRO22	<i>Angraecum</i> sp.4	Végétative
HRRO23	<i>Angraecum</i> sp.5	Végétative
HRRO24	<i>Angraecum calceolus</i> Thouars	Fructification
HRRO25	<i>Angraecum rubellum</i> Bosser	Floraison
HRRO26	<i>Angraecum viguieri</i> Schltr.	Végétative
HRRO27	<i>Angraecum pauciramosum</i> Schtr.	Végétative
HRRO28	<i>Arthropteris orientalis</i> (J.F. Gmel.) Posth.	Reproduction
HRRO31	<i>Asplenium megalura</i> Hieron.	Reproduction
HRRO29	<i>Asplenium nidus</i> L.	Reproduction
HRRO30	<i>Asplenium petiolulatum</i> Mett.	Reproduction
HRRO32	<i>Blechnum attenuatum</i> (Sw.) Mett.	Croissance
HRRO33	<i>Blechnum simillimum</i> (Baker) Diels	Croissance
HRRO34	<i>Bulbophyllum</i> aff. <i>molossus</i> Rchb. f.	Végétative
HRRO35	<i>Bulbophyllum auriflorum</i> H. Perrier	Fructification
HRRO36	<i>Bulbophyllum coriophorum</i> Ridl.	Fructification
HRRO37	<i>Bulbophyllum longiflorum</i> Thouars	Floraison
HRRO38	<i>Bulbophyllum oclusum</i> Ridl.	Floraison
HRRO39	<i>Bulbophyllum percorniculatum</i> H. Perrier	Floraison
HRRO40	<i>Bulbophyllum protectum</i> H. Perrier	Floraison
HRRO41	<i>Bulbophyllum elliotii</i> var. <i>elliotii</i>	Floraison
HRRO42	<i>Bulbophyllum</i> sect. <i>loxosepalum</i>	Végétative
HRRO43	<i>Bulbophyllum</i> sect. <i>pantoblepharon</i>	Végétative
HRRO44	<i>Bulbophyllum</i> sp.1	Végétative

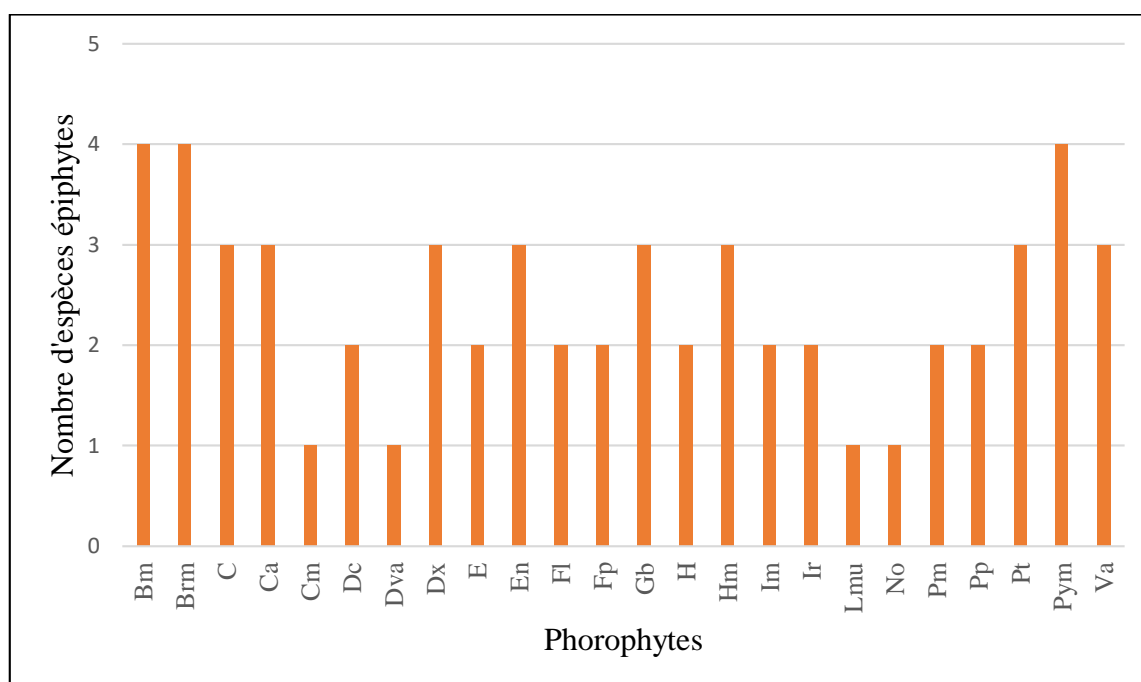
Annexe VIII : Codes de collecte, noms scientifiques et phénologies (suite)

Codes de collecte	Noms scientifiques	Phénologies
HRRO45	<i>Bulbophyllum</i> sp.2	Végétative
HRRO46	<i>Bulbophyllum</i> sp.3	Végétative
HRRO47	<i>Bulbophyllum</i> sp.4	Végétative
HRRO48	<i>Bulbophyllum</i> sp.5	Végétative
HRRO49	<i>Bulbophyllum</i> sp.6	Végétative
HRRO50	<i>Bulbophyllum</i> sp.8	Végétative
HRRO51	<i>Bulbophyllum toilliezeae</i> Bosser	Floraison
HRRO52	<i>Davallia chaerophylloides</i> (Poir.) Steud.	Croissance
HRRO53	<i>Elaphoglossum</i> sp.1	Croissance
HRRO54	<i>Elaphoglossum</i> sp.2	Croissance
HRRO55	<i>Grammangis ellisii</i> (Lindl.) Rehb. f.	Végétative
HRRO56	<i>Jumellea</i> sp.	Fructification
HRRO57	<i>Jumellea stenophylla</i> (Frapp. ex Cordem.) Schltr.	Végétative
HRRO58	<i>Lomariopsis pollicina</i> (Willemet) Mett. ex Kuhn	Croissance
HRRO59	<i>Medinilla humbertiana</i> H. Perrier	Fructification
HRRO61	<i>Medinilla johnii</i> Kottaim.	Végétative
HRRO60	<i>Medinilla sedifolia</i> Jum. & H. Perrier	Végétative
HRRO62	<i>Microcoelia macrantha</i> (H. Perrier) Summerh.	Floraison
HRRO63	<i>Microsorium</i> aff. <i>punctatum</i> (L.) Copel.	Croissance
HRRO64	<i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm.f.) Pic.Serm.	Reproduction
HRRO65	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Reproduction
HRRO66	<i>Oleandra distenta</i> Kunze	Croissance
HRRO67	<i>Peperomia disticha</i> Yunck.	Fructification
HRRO68	<i>Peperomia trichophylla</i> Baker	Végétative
HRRO69	<i>Huperzia phyllantha</i> (Hook. & Arn.) Holub	Fructification
HRRO70	<i>Asplenium aethiopicum</i> (Burm.fil.) Bech.	Croissance
HRRO71	<i>Polystachya rosea</i> Ridl.	Floraison
HRRO72	<i>Pothos scandens</i> L.	Fructification
HRRO73	<i>Rhipsalis baccifera</i> (Sol.) Stearn	Fructification
HRRO74	<i>Haplopteris ensiformis</i> (Sw.) E.H. Crane	Croissance

Annexe IX : Occurrence des espèces à distribution restreinte dans les sites d'inventaire

Nombre de site	Espèces à distribution restreintes
Dans un seul site	<i>Aerangis</i> aff. <i>monantha</i> , <i>Aerangis citrata</i> , <i>Aerangis punctata</i> , <i>Angraecum</i> aff. <i>danguyanum</i> , <i>Angraecum</i> aff. <i>didieri</i> , <i>Angraecum</i> aff. <i>multiflorum</i> , <i>Angraecum arachnites</i> , <i>Angraecum calceolus</i> , <i>Angraecum</i> sect. <i>lepervenchea</i> , <i>Angraecum</i> sect. <i>perrierangraecum</i> , <i>Angraecum</i> sp1, <i>Angraecum</i> sp2, <i>Angraecum</i> sp3, <i>Angraecum</i> sp4, <i>Angraecum</i> sp5, <i>Angraecum viguieri</i> , <i>Angrecum pauciramsum</i> , <i>Arthropteris orientalis</i> , <i>Asplenium megalura</i> , <i>Asplenium petiolulatum</i> , <i>Blechnum attenuatum</i> , <i>Blechnum simillimum</i> , <i>Bulbophyllum</i> aff. <i>molossus</i> , <i>Bulbophyllum auriflorum</i> , <i>Bulbophyllum elliotii</i> var. <i>elliotii</i> , <i>Bulbophyllum oclusum</i> , <i>Bulbophyllum percorniculatum</i> , <i>Bulbophyllum protectum</i> , <i>Bulbophyllum</i> sect. <i>loxosepalum</i> , <i>Bulbophyllum</i> sp1, <i>Bulbophyllum</i> sp2, <i>Bulbophyllum</i> sp3, <i>Bulbophyllum</i> sp4, <i>Bulbophyllum</i> sp5, <i>Bulbophyllum</i> sp6, <i>Bulbophyllum</i> sp8, <i>Bulbophyllum toilliezeae</i> , <i>Davallia chaerophylloides</i> , <i>Elaphoglossum</i> sp1, <i>Grammangis ellisii</i> , <i>Huperzia phyllantha</i> , <i>Jumellea</i> sp., <i>Microsorium</i> aff. <i>punctatum</i> , <i>Nephrolepis biserrata</i> , <i>Oleandra distenta</i> , <i>Peperomia trichophylla</i> , <i>Phymatosorus scolopendria</i> .
Dans deux sites	<i>Angrecum breve</i> , <i>Aeranthes</i> sp1, <i>Angrecum mauritianum</i> , <i>Angrecum rubellum</i> , <i>Bulbophyllum coriophorum</i> , <i>Bulbophyllum longiflorum</i> , <i>Bulbophyllum</i> sect. <i>pantoblepharon</i> , <i>Medinilla humberiana</i> , <i>Microcoelia macrantha</i> , <i>Medinilla johnii</i> , <i>Medinilla sedifolia</i> , <i>Peperomia disticha</i> , <i>Pothos scandens</i>
Dans trois sites	<i>Angrecum</i> aff. <i>multiflorum</i> , <i>Aerangis monantha</i> , <i>Polystachya rosea</i>
Dans quatre sites	<i>Haplopteris ensiformis</i> , <i>Elaphoglossum</i> sp.2, <i>Lomariopsis pollicina</i> , <i>Microsorium</i> aff. <i>punctatum</i>
Dans cinq sites	<i>Angrecum</i> aff. <i>rynchoglossum</i> , <i>Angrecum compactum</i> , <i>Angrecum rynchoglossum</i> , <i>Jumellea stenophylla</i>
Dans six sites	<i>Angrecum umbrosum</i>

Annexe X : Phorophytes présentant moins de 5 espèces



Bm: *Bathiorhannus macrocarpus*, **Brm:** *Brachylaena merana*, **C :** *Capurodendron* sp., **Ca :** *Cryptocarya acuminata*, **Cm:** *Canarium madagascariense*, **Dc:** *Dalbergia chapelieri*, **Dva :** *Dracaena reflexa* var. *angustifolia*, **Dx :** *Dracaena xiphophylla*, **E :** *Eugenia* sp., **En :** *Erythroxylum nitidulum*, **Fl:** *Ficus lutea*, **Fp:** *Ficus pachyclada*, **Gb:** *Gambeya boiviniana*, **H:** *Homalium* sp., **Hm:** *Hyperacanthus madagascariensis*, **Im :** *Ilex mitis*, **Ir :** *Ixora regalis*, **Lmu:** *Leptolaena multiflora*, **No:** *Nuxia oppositifolia*, **Pm:** *Pyrostria media*, **Pp:** *Pyrostria perrieri*, **Pt :** *Plectaneia thouarsii*, **Pym :** *Pyrostria madagascariensis*, **Va :** *Viguieranthus alternans*.

Annexe XI : Occurrence des espèces à distribution restreinte sur les zones de phorophytes

Nombre de zones d'arbres	Espèces trouvées
Dans quatre zones	<i>Aeranthès</i> sp1, <i>Angraecum rhynchoglossum</i> , <i>Asplenium nidus</i> , <i>Medinilla sedifolia</i> , <i>Rhipsalis baccifera</i>
Dans trois zones	<i>Angraecum aff. multiflorum</i> , <i>Angraecum breve</i> , <i>Angraecum umbrosum</i> , <i>Bulbophyllum longiflorum</i> , <i>Elaphoglossum</i> sp2, <i>Jumellea</i> sp, <i>Aerangis punctata</i>
Dans deux zones	<i>Aerangis citrata</i> , <i>Aerangis monantha</i> , <i>Angraecum sect. lepervenchea</i> , <i>Angraecum</i> sp3, <i>Bulbophyllum coriophorum</i> , <i>Bulbophyllum sect. pantoblepharon</i> , <i>Davallia chaerophylloides</i> , <i>Elaphoglossum</i> sp1, <i>Lomariopsis pollicina</i> , <i>Medinilla humbertiana</i> , <i>Medinilla johnii</i> , <i>Microcoelia macrantha</i> , <i>Peperomia disticha</i> , <i>Polystachya rosea</i> , <i>Haplopteris ensiformis</i>
Dans une seule zone	<i>Angraecum aff. danguyanum</i> , <i>Angraecum aff. didieri</i> , <i>Angraecum aff. pectinatum</i> , <i>Angraecum aff. rhynchoglossum</i> , <i>Angraecum arachnites</i> , <i>Angraecum calceolus</i> , <i>Angraecum compactum</i> , <i>Angraecum mauritianum</i> , <i>Angraecum sect. lepervenchea</i> , <i>Angraecum sect. perrierangraecum</i> , <i>Angraecum</i> sp1, <i>Angraecum</i> sp2, <i>Angraecum</i> sp4, <i>Angraecum</i> sp5, <i>Angraecum viguieri</i> , <i>Angraecum pauciramsum</i> , <i>Arthropteris orientalis</i> , <i>Asplenium megalura</i> , <i>Asplenium petiolulatum</i> , <i>Blechnum attenuatum</i> , <i>Blechnum simillimum</i> , <i>Bulbophyllum aff. molossus</i> , <i>Bulbophyllum auriflorum</i> , <i>Bulbophyllum oclusum</i> , <i>Bulbophyllum percorniculatum</i> , <i>Bulbophyllum protectum</i> , <i>Bulbophyllum sambiranense</i> , <i>Bulbophyllum sect. loxosepalum</i> , <i>Bulbophyllum</i> sp1, <i>Bulbophyllum</i> sp2, <i>Bulbophyllum</i> sp3, <i>Bulbophyllum</i> sp4, <i>Bulbophyllum</i> sp5, <i>Bulbophyllum</i> sp6, <i>Bulbophyllum</i> sp8, <i>Bulbophyllum toilliezeae</i> , <i>Grammangis ellisii</i> , <i>Jumellea stenophylla</i> , <i>Microsorium aff. punctatum</i> , <i>Microsorium scolopendria</i> , <i>Nephrolepis biserrata</i> , <i>Oleandra distenta</i> , <i>Peperomia trichophylla</i> , <i>Phlegmariurus phyllanthus</i> , <i>Pothos scandens</i> , <i>Aerangis aff. monantha</i> , <i>Asplenium aethiopicum</i>

Title : Diversity and spatial distribution of vascular epiphytes in Ambohidray protected area, district of Moramanga, Alaotra Mangoro region.

Author : HENINTSOA Rafalimanana Rollando

E-mail : rafalyrollando@gmail.com

ABSTRACT

Vascular epiphytes are a key component of tropical forests, contributing to biodiversity, providing food and habitat for animals, playing a crucial role in the carbon and water cycle, and used by humans for health, and ornamentation. This research focuses on the floristic composition of vascular epiphytes and their spatial distribution in the Ambohidray protected area. The study was carried out at 14 sites across the core zone, the buffer zone and in the ecotourism zone. The methodologies adopted were the Duvignaud transect (25m x10m) and the Johansson method. The data collected during fieldwork were processed and analyzed using MS Excel, Qgis and Rstudio. The Shannon-Weaver diversity index for each site and Johansson subdivision was determined. A total of 74 species, 24 genera and 16 families were recorded during fieldwork. The orchidaceae is the richest of species. Three groups of vascular epiphytes were identified: Orchidaceae (monocotyledons) are the most abundant, followed by pteridophytes and dicotyledons are less represented. This research revealed that epiphytes are abundant and diverse in less disturbed sites (core zone), but poor in individuals and less diverse in disturbed sites (buffer zone and ecotourism zone). Vascular epiphytes in Ambohidray are more abundant and diverse on trunks, but are rare in the canopy. The distribution of vascular epiphytes is controlled by various factors such as phorophyte height, identity of support trees, ~~Dhp~~**DHP** of the trunk, bark texture, availability of water and shade in the forest.

Keywords: Ambohidray protected area, diversity, distribution, vascular epiphytes, phorophytes, tropical forests.

Advisors : - Dr. HDR Mijoro RAKOTOARINIVO

- Professor Hu Gwangwan

Titre : Diversité et distribution spatiale des épiphytes vasculaires dans ~~la NAp'aire protégée~~ d'Ambohidray, district Moramanga, région Alaotra Mangoro.

Auteur : HENINTSOA Rafalimanana Rollando

E-mail : rafalyrollando@gmail.com

RESUME

Les épiphytes vasculaires représentent un élément clé des forêts tropicales, contribuant à la diversité biologique, fournissant des nourritures et des habitats aux animaux, jouant un rôle crucial dans le cycle de carbone et de l'eau, et utilisés par l'homme à la santé et l'ornementation. Cette présente recherche se concentre sur la composition floristique des épiphytes vasculaires et leur distribution spatiale dans l'aire protégée d'Ambohidray. L'étude a été menée dans quatorze sites d'inventaires repartis dans le noyau dur, dans la zone tampon et dans la zone écotouristique. Les méthodologies adoptées sont le transect de Duvignaud et la méthode de Johansson. Les données recueillies sur le terrain ont été traitées et analysées dans MS Excel, QGIS et RStudio. L'indice de diversité de Shannon-Weaver a été déterminée pour chaque site de relevés et pour les subdivisions de Johansson. Au total, 74 espèces regroupées dans 24 genres et 16 familles ont été recensées. La famille Orchidaceae est la plus riche en espèces. Trois groupes taxonomiques d'épiphytes vasculaires ont été identifiés dont les Monocotylédones sont plus abondants, suivis par les Ptéridophytes et les Dicotylédones sont moins représentées. Cette recherche a révélé que les épiphytes sont abondantes et diversifiées dans les sites moins perturbés (noyau dur) mais pauvres en individus et moins diversifiées dans les sites perturbés (zone tampon et zone écotouristique). Puis les épiphytes vasculaires d'Ambohidray sont plus abondantes et diversifiées sur les troncs de phorophytes, mais ils sont rares au niveau de la couronne. La distribution des épiphytes vasculaires est contrôlée par différents facteurs tels que la hauteur des phorophytes, identité des arbres-soutiens, ~~Dhp~~DHP du tronc, texture de l'écorce, disponibilité de l'eau et de l'ombrage dans la forêt.

Mots clés : Aire protégée d'Ambohidray, diversité, répartition, épiphytes vasculaires, phorophytes, forêt tropicale.

Rapporteurs : - Dr. HDR Mijoro RAKOTOARINIVO
- Professeur Hu Gwangwan