

CARACTERISATION ECOLOGIQUE ET ANALYSE STRUCTURALE DE LA FORET HUMIDE DE MOYENNE ALTITUDE DE ZAHAMENA (REGION ALAOTRA MANGORO)

Andriamalala F. ⁽¹⁾, S. Ranaivoarimanana ⁽²⁾, F. A. Rakotomalala ⁽²⁾, R. Edmond ⁽¹⁾, M. H. Faramalala ⁽¹⁾, S. Rakotondraompiana ⁽²⁾ & S. Rakotoniaina ⁽²⁾, B. Riera ⁽³⁾

⁽¹⁾ *Département de Biologie et Ecologie Végétales, Université d'Antananarivo ;*

⁽²⁾ *Laboratoire de Géophysique de l'Environnement et de Télédétection, Université d'Antananarivo ;*

⁽³⁾ *UMR 71 79 CNRS-Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.*

Résumé

La caractérisation des structures forestières et de la composition des forêts naturelles est toujours une tâche ardue et délicate mais essentielle aux études d'impacts environnementaux.

Les données de structures forestières sont nécessaires pour connaître l'état du milieu et son degré de dégradation ou pour estimer sa capacité de restauration. Ces données sont aussi essentielles dans le cadre des processus Redd et Redd + ; notamment pour les estimations des stocks de carbone et de leurs évolutions.

Une bonne connaissance de la composition floristique est aussi un excellent outil pour mettre en œuvre les décisions de protection.

L'observation des milieux a permis de réaliser des typologies de formations basées la composition floristique, la densité des individus, la surface foliaire, la surface terrière et la phytomasse.

Nous proposons de présenter des outils et des méthodes pour caractériser les milieux forestiers tant d'un point de vue structural que d'un point de vue dynamique ou floristique avec un regard particulier sur les limites de ces méthodes de calcul de densité, de diversité floristique, de surface terrière, de surface foliaire et de biomasse.

La végétation forestière de la forêt de moyenne altitude de Zahamena a été caractérisée par 11 relevés de surface et 13 mesures directes d'indice foliaire (LAI, "Leaf Area Index").

Mots clés : flore et végétation, structure de la végétation, écologie, Zahamena, Madagascar.

Introduction

La caractérisation des milieux forestiers est toujours une tâche ardue et délicate mais essentielle pour mettre en œuvre les décisions de protection. Une bonne connaissance de tous les aspects écologiques et physiologiques de la végétation est nécessaire pour connaître l'état du milieu et son degré de dégradation ou pour estimer sa capacité de restauration.

Nous présentons ici une partie des résultats de recherche sur la caractérisation écologique et analyse de la structure réalisée à Madagascar dans la forêt humide de Zahamena. Cette étude a permis de collecter des données sur des aspects floristiques, dendrométriques à partir des méthodes classiques de relevé telle que les relevés de surface et des données sur la structure de la végétation par des mesures directes d'indice foliaire (LAI, "Leaf Area Index").

Matériels et Méthodes

1-Descriptions de la zone d'études

Localisation

Située dans la région Alaotra-Mangoro, dans l'ancienne province de Toamasina, l'aire protégée de Zahamena (Figures 1 et 2) est à cheval entre le district d'Ambatondrazaka et celui de Vavatenina. Elle est limitée au Nord par la rivière de Maningory-Sahatavy et au Sud par le fleuve Onibe, la région se trouve à 50 km de l'Océan Indien et à 20 km du Lac Alaotra (Figure 1) entre 48°49'-49°03'EST et 17°30'-17°43' SUD, sur le rebord oriental de la falaise qui limite les « Hautes Terres » (Anonyme, 2006).

L'altitude est comprise entre 750 et 1512 m. La réserve bénéficie du statut de Réserve Naturelle depuis 1927. Depuis 1997, elle est constituée de deux parcelles une en « **Parc National** » et une autre parcelle en « **Réserve Naturelle Intégrale** ».

A partir de Vavatenina, le district le plus proche à l'Est, Zahamena se trouve à deux jours de marche tandis qu'à l'Ouest, la région est plus ou moins accessible par véhicule jusqu'à une distance de trois heures de marche séparant la route carrossable et l'entrée du parc.

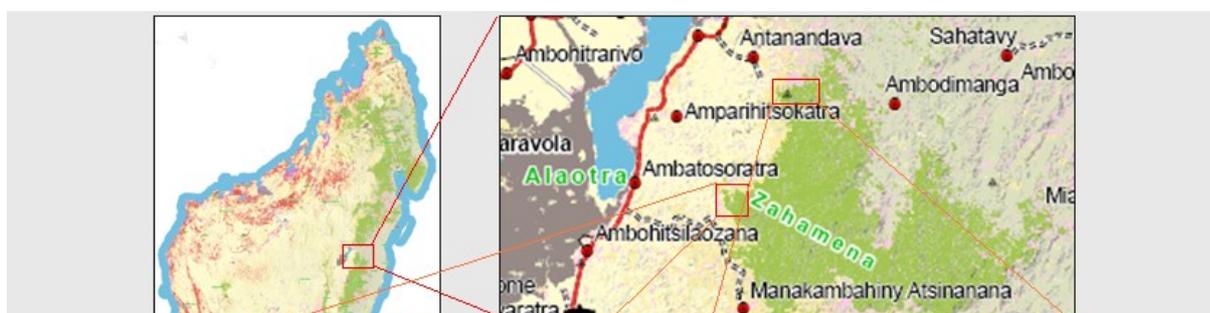


Figure 1 : La forêt de Zahamena et les zones d'étude

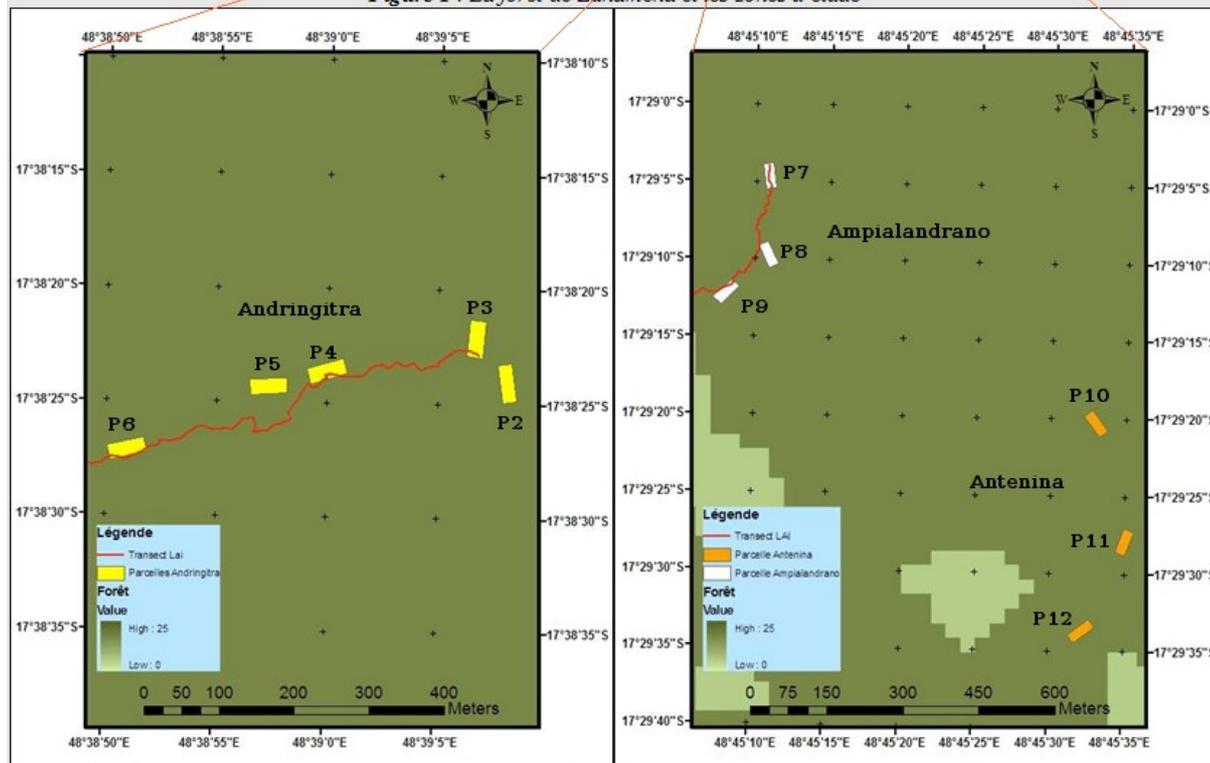


Figure 2 : Positionnement GPS des parcelles de relevé, et des mesures de LAI sur terrain effectuées le long des pistes

Climat

Cornet (1974) distingue deux types de végétation en fonction de l'altitude. La végétation au dessous de 800 m est de type per-humide avec des températures moyennes comprises entre 15 à 20°C, des précipitations supérieures à 1500 mm et l'absence de saison sèche. Au dessus de 800 m, le climat est

de type humide avec des températures plus fraîches comprises en moyenne entre 10 et 15 °C et des précipitations supérieures à 1500 mm avec une saison sèche d'environ quatre mois (juin à septembre). A partir de 1200 m, les brouillards favorisent un type de forêt riche en Ptéridophytes.

Dans cette région, on assiste à deux saisons bien distinctes : hiver (Mai-Octobre) et été (Novembre-Avril).

- L'influence du vent d'Alizé en hiver : vent permanent et du secteur Sud-Est offre beaucoup de pluie ;
- L'arrivée de la Mousson en été : vent saisonnier de Nord-Ouest et pluvieux renforce la hauteur de pluie entre Novembre et Avril.

Le **tableau I** suivant montre les données pluviométriques dans cette zone sur trois années successives.

Tableau I : Données pluviométriques de las *Stations météorologiques d'Ambatomafana*.

<i>Année</i>	<i>Jan.</i>	<i>Fév.</i>	<i>Mar</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juillet</i>	<i>Août</i>	<i>Sept.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Déc.</i>	<i>Hauteur</i>
2000	109,8	185,2	198,8	13,3	2,8	10,9	15,1	7,3	3,2	1,1	19,3	196,5	763,3
2001	711,1	129,1	52,7	28,8	2,7	5,7	1,1	4,3	1,3	18,1	0,1	189,8	1144,8
2002	29,9	474,1	83,9	53,1	13,2	9,2	13,4	11,8	8,6	0,9	45,8	389,6	1133,5

Source : *Direction des exploitations météorologiques*

La température

La température la plus chaude coïncide avec la période de forte pluie (mois de Janvier). Lorsqu'on calcule la moyenne annuelle, nous constatons qu'elle reste supérieure à 20°C pendant ces trois années.

Données de végétation

Le travail a été réalisé entre 1000m à 1414 m. A cette altitude, on observe une forêt dense humide de moyenne altitude (Humbert et Cours-Darne, 1965). La taille et la hauteur des arbres de cette forêt diminuent avec l'altitude. Les épiphytes sont de plus en plus développées (Perrier de la Bâthie, 1932). Koechlin et al (1974) distingue la forêt à sous-bois herbacé (ou forêt dense humide de montagne) rencontrée entre 800 m et 1200 m d'altitude ; et la sylve à lichens (ou forêt sclérophylle de montagne) localisée entre 1200 m et 2000 m d'altitude.

On observe plusieurs types de végétation : Forêt sclérophylle, forêt naturelle de haut de pente, forêt de transition, forêt sur pente, forêt de bas pente, forêt de replat et recru après coupe. Cette zone est en bordure d'espaces où l'agriculture et les pâturages sont importants et constituent d'autres types de végétation aisément caractérisées par la télédétection.

Des relevées floristiques et de structures de végétation ont été réalisés sur des parcelles de 20 x 50 m. Les noms vernaculaires des individus et les mesures de diamètre à 1,3 de hauteur totale et du fut ont été réalisés en positionnant les individus.

Mesures d'indices foliaires

Les mesures ont été faites avec un capteur LAI léger développé pour des mesures rapides de terrain (Cournac et al, 2002 et 2003).

Du sommet de l'Andringitra, à partir d'une zone brûlée, nous avons effectué un transect de LAI sur 1200m. Des points GPS ont été pris tous les 10m. Les mesures sont faites de 11h à 14h (la période

où les rayonnements lumineux sont plus ou moins perpendiculaires avec une situation zénithale du soleil au dessus de la voute forestière).

Sur les parcelles de 20m x 50m, des transects de LAI ont été réalisés suivant les longueurs avec une distance d'inter profilage de 2,5 m.

Dispositif expérimental

Les sites de relevé ont été choisis après analyse de carte typologique et prospection de terrain en tenant compte de la variation des types de forêt suivant la topographie. Après identification des sites de relevé, 11 parcelles de 20 m x 50 m ont été réalisées en forêt dont 5 à Andringitra, 3 à Ampialandrano et à 3 Antenina. Une autre parcelle de 10 m x 50 m a été installée dans une zone de végétation brûlée, en recru.

Collecte de données écologique sur le terrain

Les inventaires floristiques et structuraux ont été effectués dans les parcelles en comptant les individus de diamètre supérieur ou égal à 10 cm, et en mesurant leur diamètre à hauteur de poitrine (dhp), leur hauteur maximale (Hmax) et leur hauteur du fût (Hfût).

Cette méthode permet d'évaluer la richesse floristique, la diversité spécifique, la densité du peuplement, la distribution des individus par classes de diamètre et par classes de hauteur ainsi que la surface terrière et le biovolume.

Collecte de mesures de LAI sur le terrain

La structure forestière et le recouvrement global ont été évalués par des mesures directes d'indice foliaire (LAI, "Leaf Area Index") à Andringitra et Ampialandrano en 2010 à l'aide du LAI-mètre léger (Cournac et al 2002, 2003).

L'estimation détaillée de l'indice foliaire par télédétection optique fait l'objet de travaux complémentaires (XXXXX publication séparée (S. Ranaivoarimanana & al.).

Analyse des données

a) Données issues des inventaires floristiques

La richesse floristique (effectif des familles, des genres et des espèces) est évaluée sur les 11 relevés dans des parcelles de 0,1 ha par station.

La diversité floristique à été quantifiée par l'indice de diversité proposé par Shannon et Weaver

$$H' = - \sum_{i=1}^{...n} f_i * \log_2 f_i$$

(1949).

La densité du peuplement représente le nombre d'individus ayant un dhp ≥ 10 cm observés sur toute la surface de la parcelle. Elle est exprimée à l'hectare.

Les individus observés sur la parcelle ont été regroupés en classes de diamètre par intervalle de 10 cm.

La surface terrière de tous les arbres ayant un DHP ≥ 10 cm observés sur la parcelle a été calculée à partir des valeurs de dhp.

Le potentiel en bois de la forêt de la forêt a été estimé en calculant son biovolume à l'hectare. Il est obtenu par la formule de Dawkins (1958).

Les données concernant la richesse et diversité floristique, la densité du peuplement, la dendrométrie, les mesures de hauteur et le recouvrement global de la végétation ont été soumises à une classification ascendante hiérarchique (CAH) et à une analyse en composante principale (ACP) pour déterminer la structure des relations entre les différentes parcelles, les cortèges floristiques et les paramètres stationnels. Le tout a été réalisé à l'aide du logiciel R.

Résultats

Richesse floristique

La flore de cette forêt compte 192 espèces réparties dans 86 genres et 50 familles dont les plus représentées sont pour les familles les Lauraceae (10%), les Salicaceae (9,6 %), les Sapotaceae (6%), les Myrtaceae 5,7% les Rubiaceae (x%), ... (Tableau 1)

Famille	Total	%
LAURACEAE	78	10,10
SALICACEAE	74	9,59
SAPOTACEAE	46	5,96
MYRTACEAE	44	5,70
STERCULIACEAE	31	4,02
EUPHORBIACEAE	30	3,89
CLUSIACEAE	28	3,63

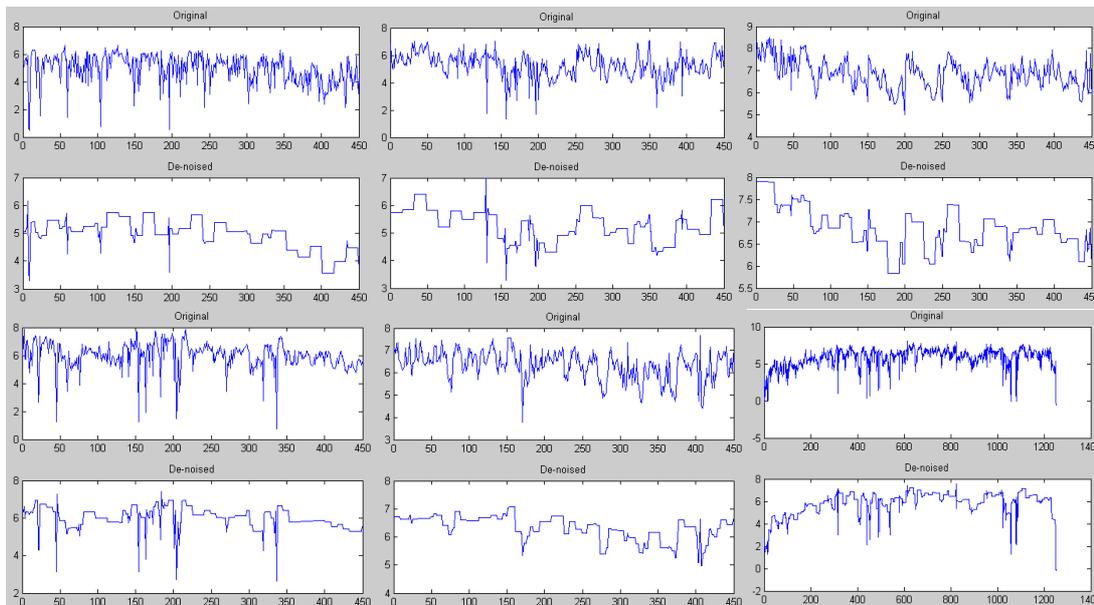
L'importance des genres et des espèces varie en fonction des différentes familles comme suit :

-
-
-

Résultats

Parcelles	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Diamètre max	33,44	33,44	85,35	65,45	65,61	47,45	50,00	49,36
Diamètre moyen	14,34	16,51	21,01	20,73	22,28	15,06	17,84	17,39
G	2,01	3,67	5,01	4,44	5,85	4,22	3,66	3,61
N	116	155	110	100	116	146	113	116
H max	15,00	16,00	25,00	33,00	33,00	23,00	26,00	27,00
H moy	7,80	9,88	15,99	14,67	17,54	11,99	13,07	15,18
Dx	-4,14	-2,89	-2,43	-2,24	-2,07	-2,34	-2,82	-2,45
Lai Moyen	3,552	4,23	6,847	4,296	5,716	5,709	6,371	5,004
Lai Max	6,637	7,096	8,502	7,838	7,663	7,964	7,781	8,119
Lai Min	0,467	1,365	4,978	0,755	3,768	3,454	4,961	1,889
Ecartype Lai	4,363	4,052	0,642	5,009	2,754	0,901	0,656	0,903
Pente Lai	-0,01	-0,01	-0	-0,01	-0	-0,020	-0,015	-0,019
Diam Arbre Moyen	16,00	21,60	25,26	23,76	27,29	23,17	21,59	21,44
Nombre espèces								
Indice Shanon								

Les données d'indices foliaires



Principaux groupements

Les parcelles 2 (sur crête) 3 haut de pente et 4 milieux de pente montrent bien une évolution des populations (Tableau 2) avec es espèces communes dans les traitements de l'IVI.

Nom scientifique	P2	P3	P4
Hibiscus sp	9,73		
Callophyllum cf inophyllum	5,99		
Polyscias sp2	5,72		
Uapaca thouarsii	5,56		
Memecylon longipetalum	5,29		
sp 64	5,20		
Vitex bojeri	5,07	8,06	4,88
Ludia sp	7,18	8,19	
Weinmannia sp	11,03	19,07	
Tarenna sp	12,69	5,30	
Memecylon cotinifolium		11,66	
Symphonia fasciculata		10,83	
Albizia mamea		7,33	
Ocotea sp2		4,69	
Anisophyllea fallax		4,59	
Chrysophyllum boivinianum			15,99
Khaya madagascariensis			12,24
Ocotea cymosa			11,40
Dombeya oblongifolia			9,85
Macaranga grillata			7,49
Canarium madagascariense			6,96
Ficus brachyclada			5,20

Cryptocarya accuminata			5,15
Eugenia sp			5,12

Nom scientifique	P4	P5	P6
Macaranga grallata	7,49		
Ficus brachyclada	5,20		
Eugenia sp	5,12		
Vitex bojeri	4,88		
Chrysophyllum boivinianum	15,99	7,09	29,63
Cryptocarya accuminata	5,15	14,30	11,40
Ocotea cymosa	11,40	10,31	13,22
Khaya madagascariensis	12,24	8,50	
Dombeya oblongifolia	9,85	22,79	
Canarium madagascariense	6,96	7,77	
Bembicia axillaris		29,23	
Lasiodiscus perrieri		18,15	
Eugenia sp		11,16	
Memecylon cotinifolium		8,55	
Croton sp		7,52	
Albizia gummifera			19,31
Cryptocarya sp			10,80
Syzygium parkeri			8,85
Garcinia perrieri			7,48
sp 20			6,60
Macaranga obovata			4,17

Nom scientifique	P7	P9	P2	P4
Homalium albiflorum	18,01			
Dombeya oblongifolia	12,43			9
Scolopia madagascariensis	10,42			
Weinmannia sp	9,09		11,03	
Faucherea sp1	8,01			
Melanophylla modestei	6,65			
Noronhia emarginata	6,53			
Cryptocarya thouvenotii	6,01			
Ocotea floribunda	13,63	8,70		

<i>Abrahamia sericea</i>	5,74	8,97		
<i>Ilex mitis</i>		20,14		
<i>Allophylus trichodesmus</i>		15,12		
<i>Abrahamia grandidieri</i>		12,85		
<i>Syzygium bernieri</i>		10,31		
<i>Erythroxyllum excelsum</i>		8,59		
<i>Homalium planiflorum</i>		7,78		
<i>Dalbergia sp</i>		7,18		
<i>Canarium madagascariense</i>		7,17		6
<i>Memecylon longipetalum</i>		5,68	5,29	

Remerciements

Ce travail a été mené avec le soutien de l'Institut Français de la Biodiversité dans le cadre du projet : "Analyse spatiale des milieux et de la biodiversité pour une gestion durable de l'environnement régional : région Alaotra-Mangoro (Madagascar) et île de Mohéli (Comores)". Les collectes et analyses de données ont été effectuées par l'équipe du Département de Biologie et Ecologie Végétales, l'équipe du Laboratoire de Géophysique de l'Environnement et de Télédétection, tous de l'Université d'Antananarivo et du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Références bibliographiques

- ANONYME, 2006, Inventaire des fougères de Zahamena, Madagascar. Eds. Missouri Botanical Garden and Madagascar Research Conservation Programm, version pdf, 120 p
- COURNAC, L. DUBOIS, M., CHAVE J. & B. RIERA. 2002. Fast determination of light availability and leaf area index in tropical forests. *Journal of Tropical Ecology*, 18 : 295-302.
- COURNAC, L.; DUBOIS, MA A.; RIERA, B. (2003) : Rapids methods for characterizing forest structure in Madagascar, pp. 96-103. in *The Natural History of Madagascar*, Goodman, S. & Benstead, J. (Eds).
- HUMBERT, H., et COURS DARNE, G., 1965. Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Institut Français du Pondichery, Paris.
- KOECHLIN, J., GUILLAUMET J. L., et MORAT P., 1974. Flore et végétation de Madagascar. J. Cramer, Vaduz, 687p.
- NZIENGUI, M. ; NEZRY, E. ; RIERA, B. ; RUDANT, J.-P. et ROPIVIA, M.-L., 2007. Estimation de l'indice foliaire des couverts forestiers du Gabon par Télédétection Optique.
- PERRIER DE LA BÂTHIE H., 1932. Distribution dans l'île de Madagascar. In : Christensen C. ; *The Pteridophyta of Madagascar*. *Dansk. Bot. Ark.*, 80 : 1-253.

