

Typologie des habitats en fonction du gradient altitudinal : Cas du Parc National de Marojejy

Jacquis A. Tahinarivony

Association Famelona, BP 5147, Antananarivo 101,
Madagascar

E-mail : jacquis.tahinarivony@famelona.mg,
andonahary@yahoo.fr

Résumé

La reprise de l'investigation menée en 1996 a permis de décrire l'état actuel de la végétation naturelle, et de mesurer l'évolution des indicateurs biologiques de la flore et de la végétation du Parc National de Marojejy. L'analyse des données issues des dix relevés linéaires et neuf relevés de surface attestent la diminution de la hauteur des arbres et le diamètre à hauteur de poitrine lorsqu'on monte en altitude. La forêt dense humide sempervirente de basse altitude a le potentiel en bois le plus élevé même si celle de moyenne altitude est la plus riche en individus à dhp supérieur ou égal à 10 cm. Les forêts des versants sont les plus riches et diversifiées que celles des crêtes ou des plateaux. La diversité de Shannon peut varier de 3,2 à 3,6 dans la basse altitude et de 3,2 à 3,9 en moyenne altitude. Les résultats de cette étude corroborent la description de Messmer *et al.* (2000) sur la variation altitudinale des caractéristiques de la flore et de la végétation du Marojejy, et les analyses comparatives des données collectées en 1996 et 2021 amènent à conclure sur le maintien de la qualité des habitats dans les cinq sites d'études. Cependant, ces informations ne sont pas suffisantes pour conclure sur l'état de conservation de l'ensemble du Parc, mais permettent en tout cas de comprendre la capacité de résilience de la flore et de la végétation pendant ces 25 dernières années des milieux échantillonnés.

Mots clés : relevé, types de végétation, gradient altitudinal, Marojejy

Extended abstract

The Parc National de Marojejy is among Madagascar's protected areas that has been the subject of detailed studies of altitudinal variation of its biota. Herein we report on a vegetational study conducted at five sites between 450 and 1880 m in 2021 and which follows the same sites and field techniques as a parallel

study in 1996. In 2021, a total of 10 linear transect samples and nine 0.1 ha temporary plots were conducted to provide qualitative and quantitative data of habitats in the five altitudinal zones and to measure possible differences since the 1996 field research, a period of 25 years. Reference collections were made associated with the different transects and plots, as well as general collections. The physiognomic and floristic differences of each natural vegetation type are associated with the Marojejy Massif's considerable topographic variation and aspects such as slope and soil depth. The descriptive data of each forest vegetation type, including lowland and medium altitude moist evergreen forest and ericoid montane thickets show that the primary characteristics of the forest remain intact. The tallest forest, up to 30 m, occurs in the lowland areas at around 450 m. The highest density of trees was found in the medium altitude moist evergreen forest with a density of 120 to 140 individuals per 0.1 ha. This same zone has a high floral diversity and associated by the relative importance of epiphyte and herbaceous plants. Further, within this same zone, species richness are more diverse on slopes than on ridges.

The different habitat and vegetational parameters measured in 2021 and within the five altitudinal sites corroborate these aspects given by Messmer *et al.* (2000) based on the 1996 survey and confirmed that the integrity of the ecosystems of the protected area. However, as this work was conducted only along the eastern slopes of the Marojejy Massif, the state of other areas of the park it is not possible to evaluate, and underlines the importance of a spatial and landscape approaches to document the evolution of the habitat quality in the Parc National de Marojejy.

Keywords: linear sample, altitudinal transect, forest types, Marojejy

Introduction

La description de la végétation du Marojejy, dans la partie Nord-est de Madagascar, a été initiée principalement par Humbert (1955a), et suivie par plusieurs botanistes et forestiers. En matière de caractérisation des habitats, l'effet de l'altitude et de la topographie sur la distribution des espèces, la diversité biologique et la physionomie de la

végétation ont été abordées de manière détaillée par Messmer *et al.* (2000), grâce à l'utilisation de la méthode de relevé de Gautier *et al.* (1994). Par conséquent, la monographie (Goodman, 2000) a été considérée comme référence pour décrire le Parc National de Marojejy ainsi que ses composantes biologiques, notamment la faune et la flore. La végétation naturelle a été étudiée grâce aux mesures des descripteurs biologiques permettant d'apprécier la qualité des habitats comme les indices de diversité et les paramètres structuraux. Dans ce sens, la reproduction de l'étude et les approches adoptées en 1996 seraient ainsi un des meilleurs moyens pour mettre à jour les données biologiques de la zone.

Pour ces différentes raisons, la présente étude cherche à définir l'état actuel des habitats du parc, notamment à travers la description des données de la flore et de la végétation, tout en reprenant les mêmes approches que celles de Messmer *et al.* (2000). En effet, les mêmes sites ont été choisis ainsi que les méthodes de collecte et de traitement des données, dans le but de mettre en évidence l'évolution des données biologiques au terme de ces 25 dernières années. Dans les conditions idéales ou si l'intégrité biologique est maintenue, les habitats du Marojejy ont préservé ses caractéristiques climatiques, et les états des lieux observés en 2021 restent similaires à ceux décrits par Gautier (2018). Ainsi, les objectifs spécifiques sont d'améliorer le niveau de connaissance sur la flore et la végétation du Marojejy, d'actualiser les données biologiques, d'évaluer le niveau de résilience des écosystèmes, de décrire l'état de conservation par l'analyse des données de menaces et pressions avant de formuler des recommandations pour renforcer la protection et la valorisation des ressources naturelles du Parc.

Matériels et méthodes

Choix des sites

Les sites d'étude (Figure 1) choisis lors de l'investigation en 1996 sont maintenus, pour assurer l'uniformité des protocoles, tout en permettant d'identifier et d'évaluer les éventuels changements des composantes de l'écosystème (voir Goodman *et al.*, 2023, ici pour plus de détails).

Le principal critère d'échantillonnage est le gradient altitudinal. Il a permis de définir cinq sites (Tableau 1 et Figure 2) dont les trois premiers sont connus sous d'autres noms ou terminologies écotouristiques, à savoir Camp Mantella (480 m ou Camp 1), Camp Marojejya (750 m ou Camp 2) et Camp Simpona (1300 m ou Camp 3). Les deux derniers ou les Camp 4 (1550 m) et Camp 5 (1880 m) se trouvent à l'écart du circuit touristique principal et sont destinés principalement aux chercheurs.

Au sein de chaque site, le niveau topographique a été pris en compte pour décrire les différents types d'habitats et de mettre en évidence l'influence des facteurs écologiques sur la composition floristique et la physionomie de la végétation. Ainsi, les données stationnelles des relevés de Messmer *et al.* (2000) sont prises en compte et la méthode de Gautier *et al.* (1994) a été reproduite pour étudier la flore et la végétation.

La répartition des relevés le long du gradient altitudinal et au sein des sites est donnée dans le Tableau 1, montrant que cinq relevés sont étudiés pour décrire la forêt dense humide sempervirente de basse altitude (Figure 3) dont trois sont caractéristiques du Site 2 à 750 m (Figure 4). La caractérisation de la forêt de moyenne altitude est basée sur l'analyse des deux relevés de versants et deux sur crêtes, répartis entre 1226 à 1571 m d'altitude (Figure 5). Le Site 5, est étudié grâce à un relevé, mis en place dans une formation de fourré (Figure 6). Les prairies ne sont pas représentées, conformément aux approches adoptées par l'équipe de 1996.

Tableau 1. Description des relevés de végétation dans le Parc National de Marojejy.

Site	Nom du relevé	Altitude (m)	Niveau topographique	Type de forêt
Site 1	R1	511	Versant	Forêt dense humide sempervirente de basse altitude.
	R2	618	Plateau	
Site 2	R3	732	Versant	
	R4	765	Crête	
	R5	712	Plateau	
Site 3	R6	1294	Versant	Forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude.
	R7	1226	Crête	
Site 4	R8	1531	Versant	
	R9	1571	Crête	
Site 5	R10	1718	Versant	Fourré éricoïde de montagne.

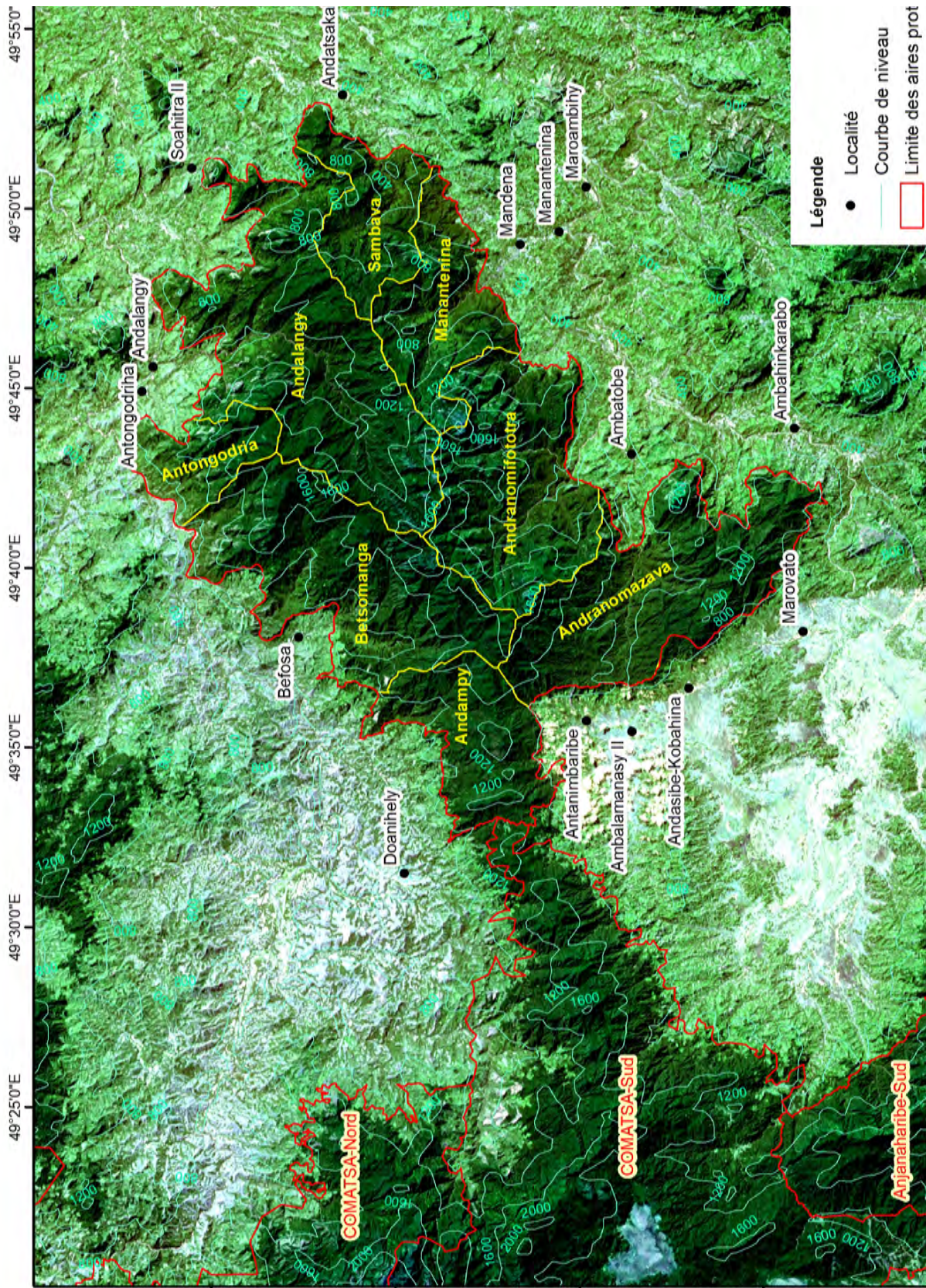


Figure 1. Vue d'ensemble sur le Parc National de Marojej, site d'études et les environs.

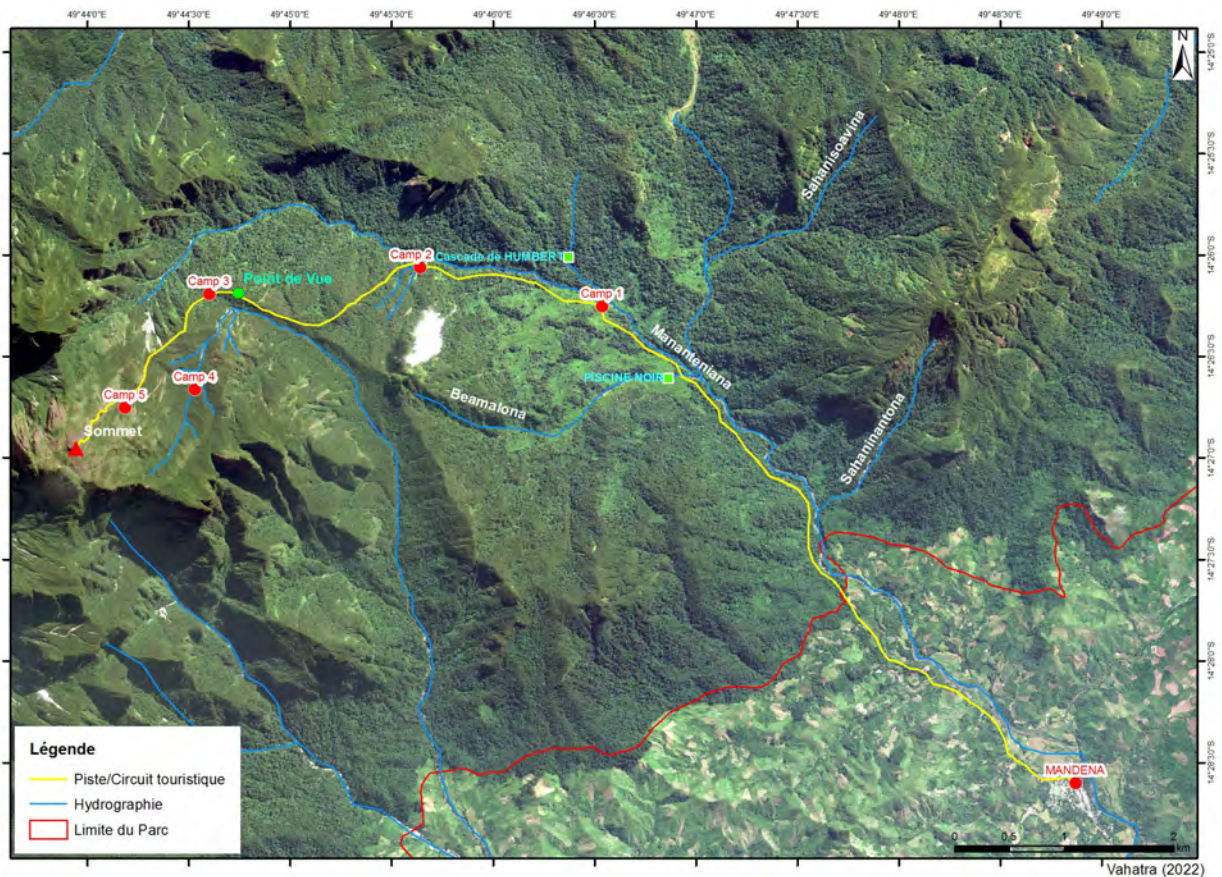


Figure 2. Localisation des sites d'études dans le Parc National de Marojejy par rapport aux infrastructures touristiques du parc.

Relevé linéaire

Dans une unité de végétation jugée homogène, une ligne de 100 m de long et d'azimut fixe a été installée. Le long de cette ligne et au niveau de chaque point de lecture, soit tous les mètres, le travail consiste à recenser tous les points de contact entre la masse végétale et le vertical. La hauteur de contact a été mesurée grâce à un jalon gradué de 8 m, puis estimée avec des mesures de calage au clinomètre. Pour chaque contact, les paramètres mesurés sont la hauteur et le nom de la plante. Les plantes non identifiées sur place ont été récoltées, étiquetées, pressées et séchées pour être ensuite déterminées dans les herbiers de TEF (FOFIFA Ambatobe, Antananarivo) ou et TAN (PBZT Tsimbazaza, Antananarivo).

Relevé de surface

Un relevé de surface de 0,1 ha a été utilisé pour décrire les données dendrométriques de la végétation. Il s'agit d'une parcelle de 10 x 100 m, traversée au milieu de sa longueur par la ligne de relevé linéaire. La parcelle est subdivisée en 10 placettes de 10 x 10 m pour faciliter le recensement

des individus semenciers ou à diamètre à hauteur de poitrine (dhp) supérieur ou égale à 10 cm. Pour chaque individu semencier, les paramètres mesurés sont le dhp, la hauteur du fût, la hauteur maximale et le nom de la plante. Un herbier a été pressé pour les spécimens non identifiés sur place.

Analyse des données

Données issues du relevé linéaire

Profil de végétation

Le profil de végétation a été établi à partir des données de contact entre les masses végétales et le vertical le long de la ligne de relevé. Il permet de visionner la structure verticale de la végétation et la disposition des différentes strates. C'est également une manière d'afficher sur le plan vertical la répartition ou la disposition des taxa caractéristiques de la végétation grâce à l'utilisation des symboles distinctifs.

Distribution verticale de la végétation

Les données de profil de végétation peuvent être présentées sous forme d'un diagramme horizontal pour décrire l'occurrence de la végétation et par

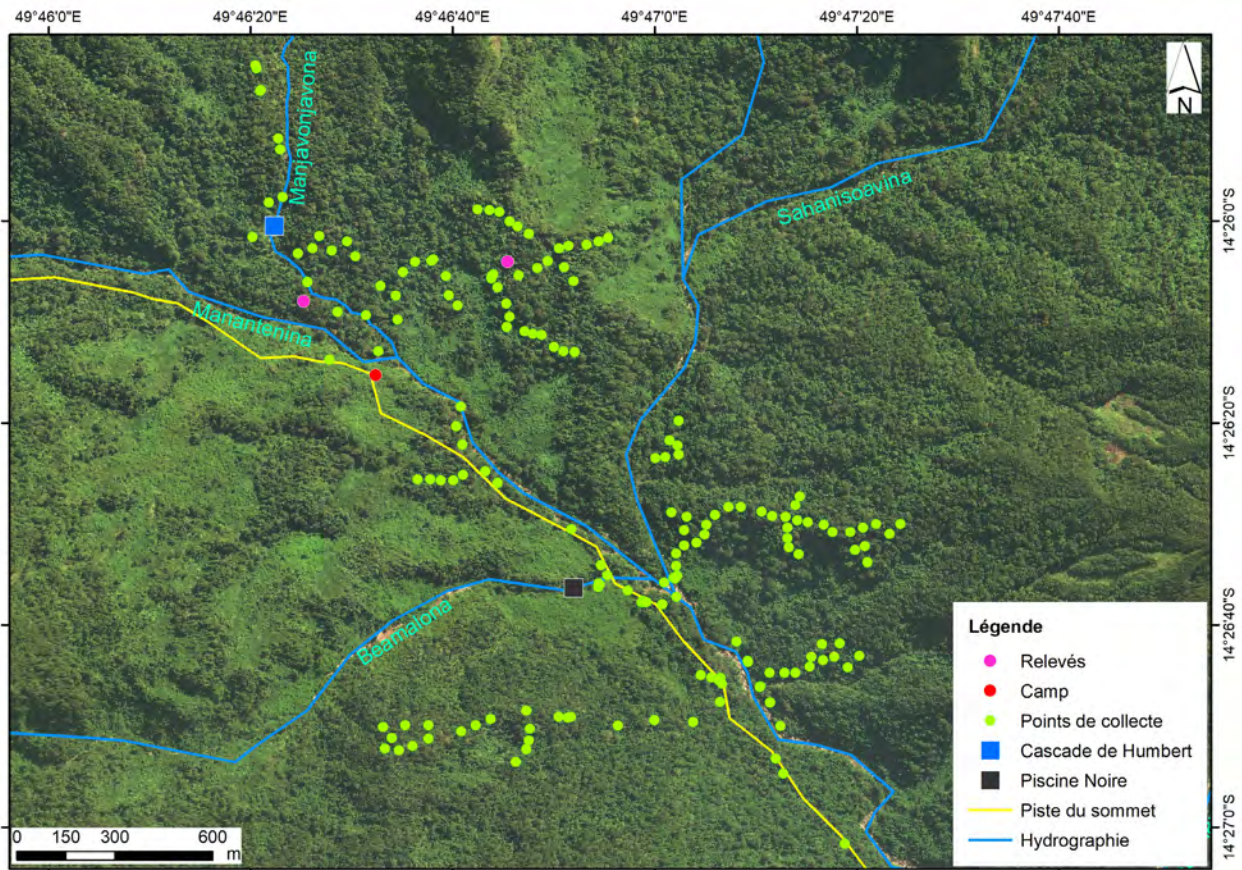


Figure 3. Localisation des relevés de végétation du Site 1 à 480 m dans le Parc National de Marojejy.

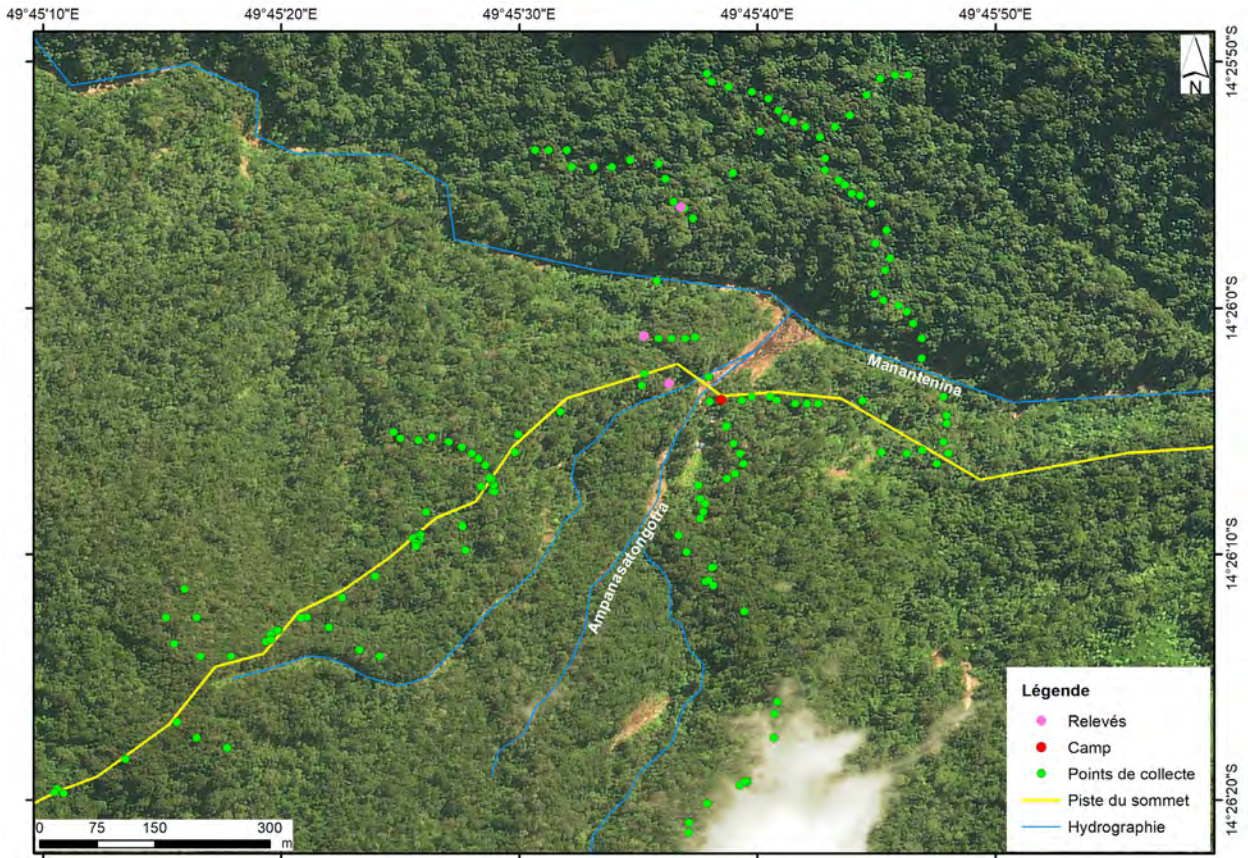


Figure 4. Localisation des relevés de végétation du Site 2 à 750 m dans le Parc National de Marojejy.

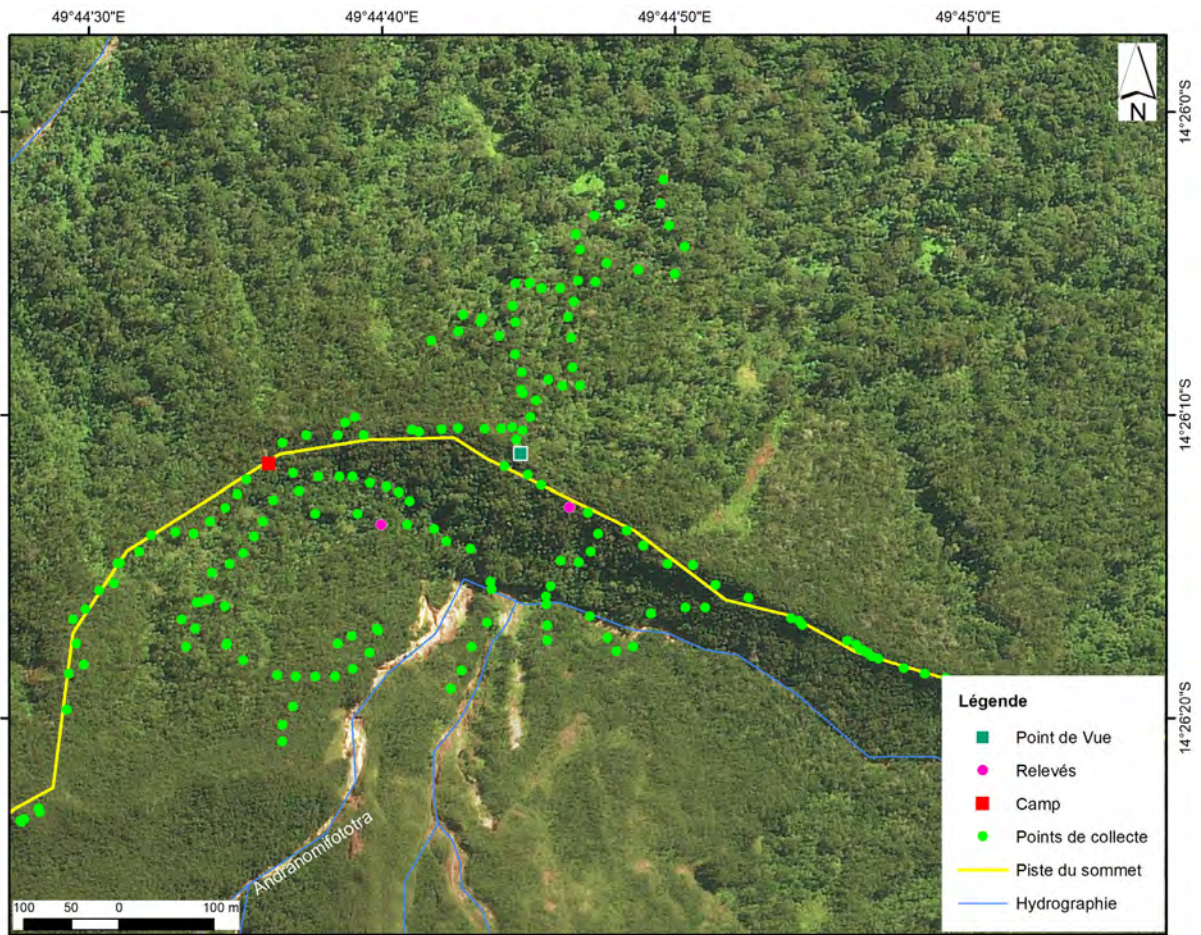


Figure 5. Localisation des relevés de végétation du Site 3 à 1300 m dans le Parc National de Marojejy.

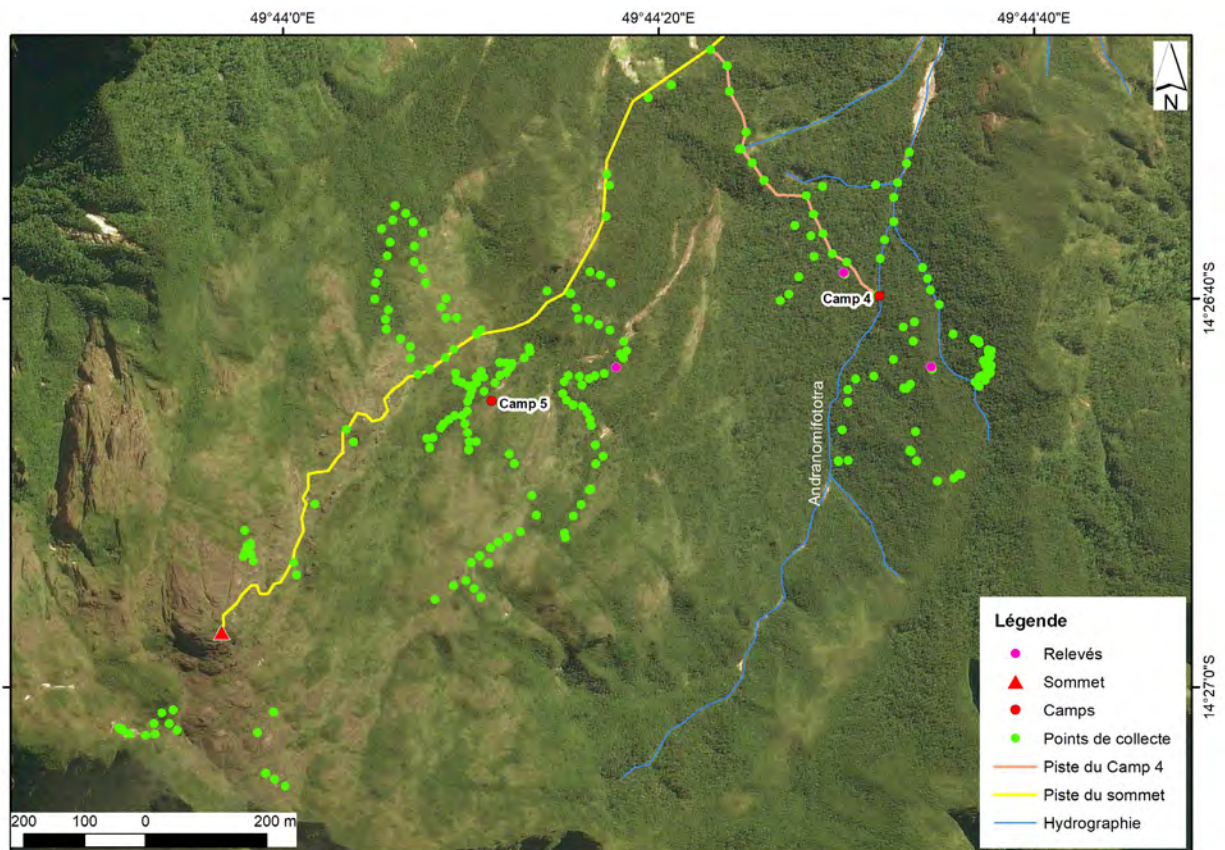


Figure 6. Localisation des relevés de végétation du Site 4 à 1550 m et du Site 5 à 1880 m dans le Parc National de Marojejy.

classe ou Intervalle de Hauteur (IDH). Pour ces raisons, les six classes d'IDH d'Emberger *et al.* (1968) ont été adoptées et le taux de recouvrement a été calculé.

Indice de saturation

L'indice de saturation est obtenu par le rapport entre le nombre de contacts et le nombre total d'individus d'un relevé (Tahinarivony, 2016). Il informe sur la typologie de la formation et l'architecture des individus qui la constituent. L'indice est égal à 1, si chaque individu n'a touché qu'une seule fois le vertical, et sous-entend que la formation est jeune ou du type secondaire. Par contre, sa valeur est grande quand la formation présente un certain nombre d'individus dominants ou à large diamètre du houppier, comme le cas des forêts primaires ou quasi intactes.

Recouvrement des espèces

Le recouvrement d'une espèce a permis de montrer son importance au sein des différentes strates de la formation. Ce recouvrement est l'équivalent du pourcentage de points à la verticale duquel une espèce est présente. Il est aussi influencé par le nombre d'individus qui représentent l'espèce. En effet, ce niveau de dépendance sépare les espèces dominantes de celles qui sont abondantes de par le nombre total d'individus d'une espèce et l'effectif total du nombre de contacts pour une espèce.

Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'entropie de Shannon (Shannon & Weaver, 1949) a été calculée pour mesurer la diversité floristique d'un relevé. Elle dépend principalement de la taille de l'échantillon et prend en considération la présence ou l'absence d'une espèce, l'importance de sa présence par le nombre d'individus et son recouvrement le long du relevé.

Indice de similarité de Horn (Ro)

La similarité entre deux communautés connues x et y peut être calculée grâce à l'indice Ro de Horn (1966). Il mesure les ressemblances dans la composition floristique en utilisant les informations contenues dans l'indice de diversité H_x et H_y des deux relevés. L'entropie est minimale lorsque les deux communautés sont identiques et devient maximale lorsque aucune espèce n'est partagée entre elles.

Données issues des relevés de surface

Aire basale

L'aire basale est la surface terrière, qui exprime la richesse en bois de la formation. Elle peut être calculée pour chaque famille ou chaque espèce dans le but de bien décrire les caractéristiques d'une formation.

Distribution des diamètres

Le paramètre tel que le diamètre à hauteur de poitrine des semenciers est utilisé non seulement pour décrire la structure horizontale d'un habitat, mais aussi pour illustrer la variation de la physionomie en fonction des facteurs du milieu comme l'altitude ou la topographie. Pour ces raisons, neuf classes de dhp par intervalle de 10 cm sont constituées et l'histogramme de distribution des individus a été élaboré pour décrire les données dendrométriques de la végétation.

Distribution des hauteurs

La distribution des individus semenciers en fonction de leur hauteur apporte des informations supplémentaires pour la description de la physionomie d'une formation. En effet, neuf classes de hauteur sont constituées (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40 et supérieur de 40 m), et le pourcentage d'individus par classe a été calculé et présenté sous-forme d'histogramme.

Indice de valeur d'importance des familles

L'Indice de Valeur d'Importance des Familles (« Family Importance Value ») ou FIV (Mori *et al.*, 1983) a été calculé pour mettre en évidence les familles caractéristiques de chaque type d'habitat. Il regroupe à lui seul toutes les informations recueillies sur le terrain concernant les familles représentées par les semenciers. Il informe également sur l'importance floristique de chaque famille, et a été obtenu par la somme de trois facteurs représentatifs des valeurs biométriques quantitatives du relevé de surface, à savoir :

- La dominance relative.
- La densité relative du peuplement.
- La diversité relative.

Indice de Valeur d'Importance des espèces

L'Indice de Valeur d'Importance (« Importance Value Index ») ou IVI de Cottam et Curtis (1956) est l'estimation de la diversité des espèces ligneuses et

à dhp supérieur ou égal à 10 cm dans le relevé de surface. Pour chaque espèce, il informe sur le nombre d'individus, sur leur distribution dans le relevé ainsi que sur leur importance en fonction de leur surface terrière. L'indice a permis de détecter les espèces les plus importantes grâce à la somme des trois facteurs représentatifs des valeurs biométriques quantitatives, à savoir : la dominance relative, la densité relative du peuplement et la fréquence relative de chaque espèce. A noter que pour un relevé de surface, la fréquence d'une espèce est l'équivalent du nombre de placettes dans laquelle elle a été inventoriée.

Caractérisation des menaces et pressions

Définition des zones sensibles aux menaces anthropiques

Des bases de données sont disponibles, permettant d'analyser et de décrire le niveau des menaces et pressions anthropiques qui pèsent sur un milieu donné. Pour le cas du Marojejy, deux images Landsat, de la scène numéro 158/070 ont été téléchargées. Elles sont datées de mars 1995 et de mai 2022, présentant une faible couverture nuageuse et une résolution de 30 x 30 m. Ces dernières ainsi que les données sur les points de feux en forêt, fournies par la plateforme Firecast ont été analysées et traitées pour localiser les zones sensibles aux menaces anthropiques. Les données observées sur le terrain, telles que les souches coupées, les pièges à lémuriers, les parcelles défrichées ou autres formes de dégradation qui ne seraient pas détectés par les satellites sont également prises en compte pour enrichir la carte des menaces et pressions (voir Tahinarivony 2023, ici pour plus les détails).

Alternatives d'atténuation ou de réduction des menaces et pressions

Des échanges ont eu lieu avec les représentants des communautés locales, les porteurs, les guides et les responsables au niveau de Madagascar National Parks-Marojejy pour discuter les enjeux de la conservation et les alternatives socio-économiques contre la dégradation des ressources naturelles. En fonction des informations obtenues et des réalités observées sur place, une analyse de synthèse a été apportée pour les transformer en un outil d'aide à la décision pour le gestionnaire et ses partenaires techniques et financiers.

Résultats

Typologie générale de la végétation du Marojejy

La végétation naturelle, comme définie par Gautier *et al.* (2018) est composée par des forêts denses humides sempervirentes, les fourrés éricoïdes de montagne et des prairies de montagne. Des variantes topographiques se rencontrent dans le paysage et constituent un ensemble d'écosystèmes à la fois complexe et riche en diversité. A cause des facteurs de dégradation, le paysage abrite également de la végétation modifiée, dont une grande partie se rencontre en basse altitude (inférieure à 800 m). Elle est composée principalement par :

- Les formations à bambous, dominées par des espèces naturalisées, à savoir : *Bambusa multiplex* et *Dendrocalamus strictus* (Poaceae).
- Les formations secondaires arbustives ou arborées, dominées par plusieurs groupes d'espèces, telles que :
 - Les espèces autochtones : *Aframomum angustifolium* (Zingiberaceae), *Harungana madagascariensis* (Hypericaceae) et *Trema orientalis* (Cannabaceae).
 - Les espèces introduites : *Albizia lebbek* (Fabaceae), *Clidemia hirta* (Melastomataceae) et *Hedychium coronarium* (Zingiberaceae).
 - Les espèces envahissantes : *Lantana camara* (Verbenaceae) et *Rubus apetalus* (Rosaceae).

En théorie, le processus de succession végétale serait suffisant pour garantir la régénération naturelle des forêts et l'autoréparation des habitats dégradés dans le Parc. Par contre, il est retardé voire inhibé par les bambous, ayant une structure racinaire qui s'étend sur plusieurs mètres, et de nature traçante ou leptomorpe (Isagi *et al.*, 2016).

Pour la végétation naturelle, la variation altitudinale de la physionomie de la végétation est synthétisée par la comparaison des valeurs des paramètres structuraux entre les sites, comme la hauteur, le dhp et la densité des semenciers par unité de surface (Figure 7). Une aperçue générale portée sur l'ensemble de ces informations a permis de décrire certaines caractéristiques, à savoir :

- Les forêts les plus hautes et les grands arbres dépassant 35 m de hauteur se rencontrent en basse altitude.
- La hauteur des arbres diminue lorsqu'on monte en altitude et atteint une moyenne de 4 m pour les fourrés éricoïdes de montagne.
- La densité des semenciers est plus importante en moyenne altitude pendant que le plus gros

diamètre est recensé dans la forêt de basse altitude.

- Au-dessus de 1600 m d'altitude, les grands arbres se font rares et le diamètre maximal dépasse à peine 20 cm.

La hauteur de la forêt et la densité des masses végétales s'associent pour définir les strates ou les caractéristiques des intervalles de hauteur (IDH). Le taux de recouvrement de chaque IDH forme un bon descripteur pour décrire la variation de la physionomie en fonction de l'altitude. Parmi les caractéristiques observées :

- L'IDH de 0-2 m est ouvert à peu fermé en basse altitude et devient de plus en plus dense et fermé en niveau topographique supérieur. L'élévation est corrélée avec l'abondance des herbacées et se traduit par un taux de recouvrement de 90 % vers 1531 m d'altitude (relevé R 8) et de 100 % au niveau du Site 5, représenté par le relevé R10 (1718 m d'altitude).
- L'IDH de 2-4 m est ouvert pour les forêts de basse altitude et fermé à 100 % pour les fourrés éricoïdes de montagne.
- Vers 1200 m d'altitude, l'IDH de 4-8 m présente un taux de recouvrement supérieur à 80 % et devient 60 % vers 1718 m (R10).

L'IDH 16-32 m est caractéristique de la forêt dense humide de basse altitude. Il est dominé par les grands arbres typiques du Domaine de l'Est, à savoir : *Anthostema madagascariense* (Euphorbiaceae), *Canarium* spp. (Burseraceae), *Mauloutchia* (Myristicaceae), *Sloanea rhodanta* (Elaeocarpaceae) et *Uapaca* (Phyllanthaceae). Au-dessus de 1200 m

d'altitude, l'IDH est ouvert à très ouvert, défini par un taux de recouvrement de 20 à 30 %.

Structure verticale

Végétation du Site 1 (480 m)

La végétation climacique est une forêt dense humide sempervirente de basse altitude. Elle est pluristratifiée et présente une densité de 193 à 213 individus par 100 m linéaire. La forêt est plus dense au niveau des versants que sur les crêtes (Figure 8). Les taxa dominants sont *Canarium ferrugineum*, *C. longistipulatum*, *Tina thouarsiana* (Sapindaceae), *Dialium unifoliolatum* (Fabaceae), *Gambeya boiviniana* (Sapotaceae), *Mauloutchia chapelieri*, *Sloanea rhodanta* et *Uapaca littoralis*. Ces derniers sont munis de contreforts ou des racines échasses, et se font remarquer grâce à un fût droit de 20 à 30 m de hauteur et un houppier de 15 à 30 m de diamètre.

Le sous-bois est clair à assez-dense, composé par des graminées, des plantules et des fougères. Les strates moyennes sont composées par des arbustes et des jeunes arbres dont les plus caractéristiques sont *Diospyros* spp. (Ebenaceae), *Dracaena reflexa* (Asparagaceae), *Erythroxylum* spp. (Erythroxylaceae), *Trophis montana* (Moraceae) et *Oncostemum* spp. (Primulaceae). La canopée est fermée à bien fermée et se trouve entre 20 à 30 m au-dessus du sol. Les émergents dépassent 35 m de hauteur, dont *Dialium unifoliolatum*, *Sloanea rhodantha* et *Canarium* spp.

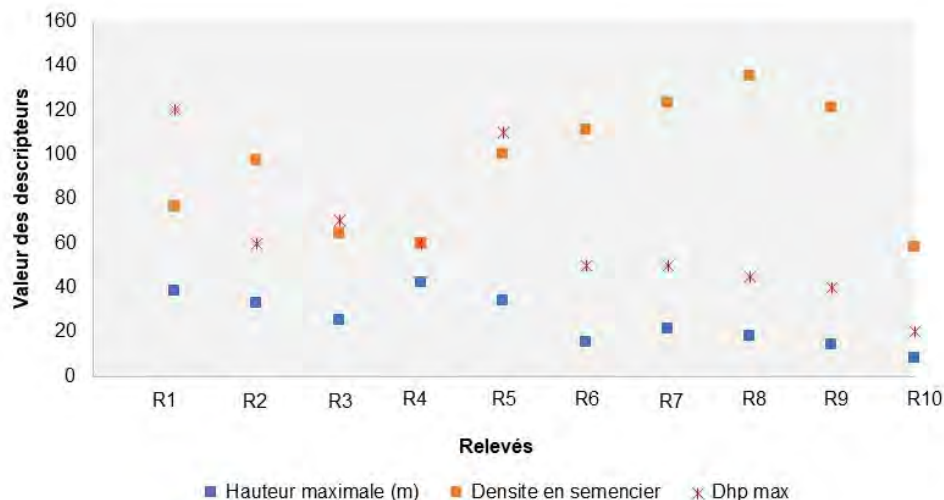


Figure 7. Variation de la typologie des forêts en fonction de l'altitude dans le Parc National de Marojejy.

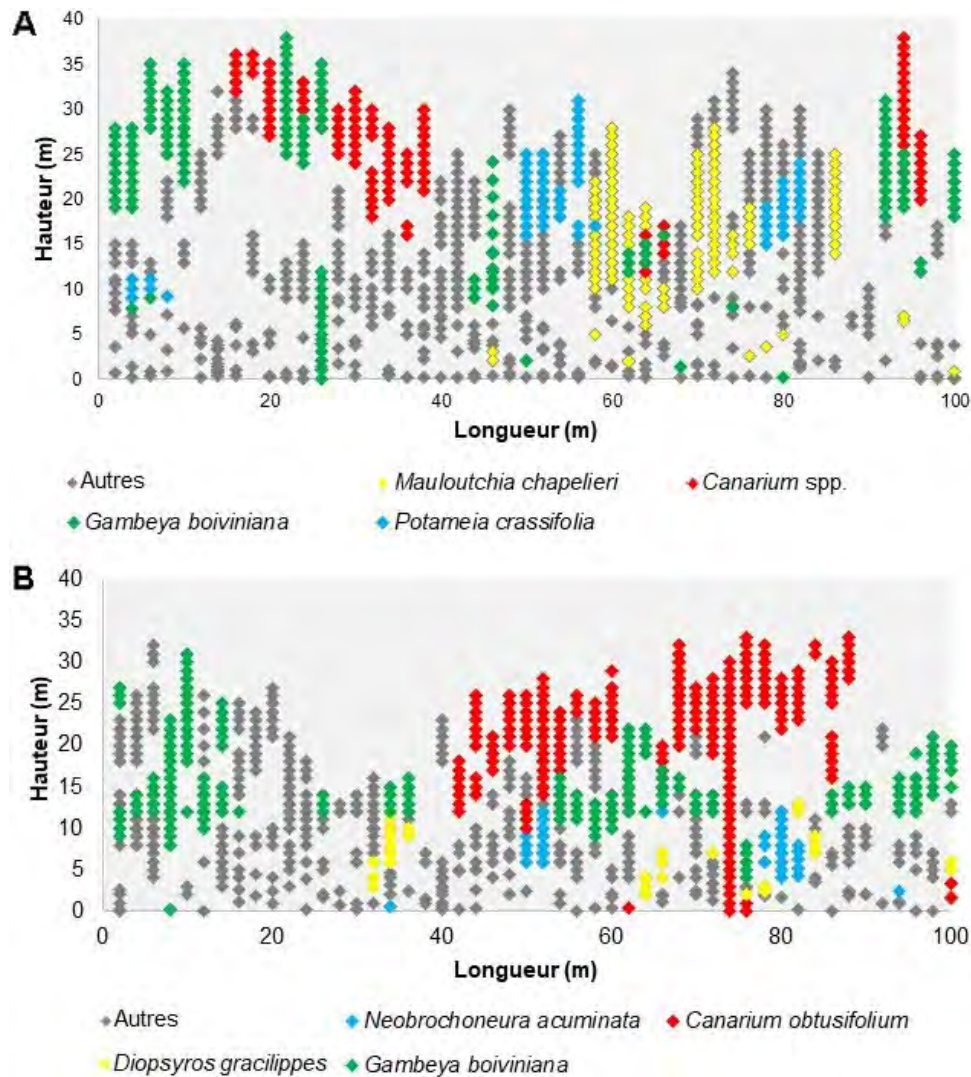


Figure 8. Profils structuraux et dispositions des taxa caractéristiques des formations sur **A)** versant et **B)** plateau du Site 1 (480 m) dans le Parc National de Marojejy.

Végétation du Site 2 (750 m)

La végétation est une variante de forêt dense humide sempervirente de basse altitude. Elle est haute et pluristratifiée et à canopée fermée. La densité la plus élevée mesure 211 individus par 100 m linéaire et caractérise la forêt sur plateau (R5). Son indice de saturation est d'une valeur de 1,4 ; obtenue grâce à la présence des taxa dominants tels que : *Canarium* spp., *Sarcolaena multiflora* (Sarcolaenaceae) et *Uapaca* spp. Son substrat à sol profond a permis l'installation et le développement d'un sous-bois riche en *Cyathea* (Cyatheaceae), *Dyopsis* (Arecaceae), *Pandanus* (Pandanaeae) et d'autres arbustes.

Au niveau des versants (R3), s'installe une végétation dense, dépassant 30 m de haut. Elle a une densité de 198 individus par 100 m linéaire, moins importante que celle des plateaux à cause de la pente assez forte et la présence des rochers. Son indice de saturation est de 1,39 et les taxa dominants

sont : *Cryptocarya* spp. (Lauraceae), *Dillenia triquetra* (Dilleniaceae), *Mauloutchia chapelieri* et *Sloanea rhodantha*.

Au niveau des crêtes (R4), se rencontre une végétation assez dense qui ne dépasse pas 25 m de hauteur et à sous-bois ouvert. Sa densité linéaire est de 190 individus par 100 m, pour un indice de saturation de 1,37, qui correspond à la plus faible valeur du Site 2.

L'importance de certaines espèces dans chaque type de formation est illustrée sur les profils structuraux (Figure 9). En général, le sous-bois est clair et dominé par des plantules et des monocotylédones de la famille des Arecaceae, Asparagaceae, Liliaceae, Orchidaceae, Pandanaeae et Poaceae. Les strates moyennes sont assez-denses à denses, composées par : *Diospyros*, *Dyopsis*, *Marojejya* (Arecaceae), *Noronhia* (Oleaceae) et *Vepris* (Rutaceae). La canopée se trouve entre 20 à 30 m du sol et dominée

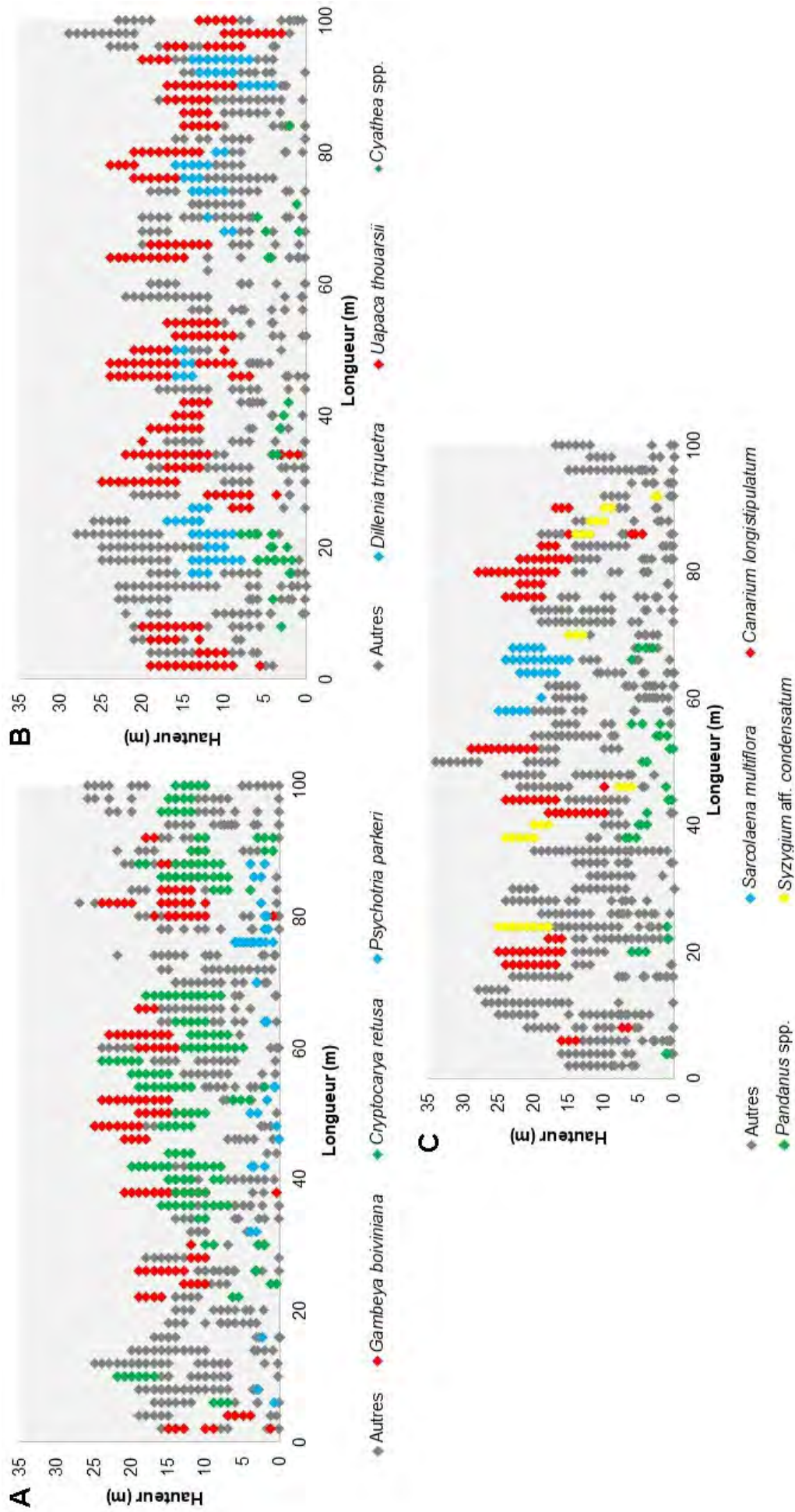


Figure 9. Types de profils structuraux et dispositions des taxa caractéristiques des formations sur **A**) versant, **B**) crête et **C**) plateau du Site 2 (750 m) dans le Parc National de Marojejy.

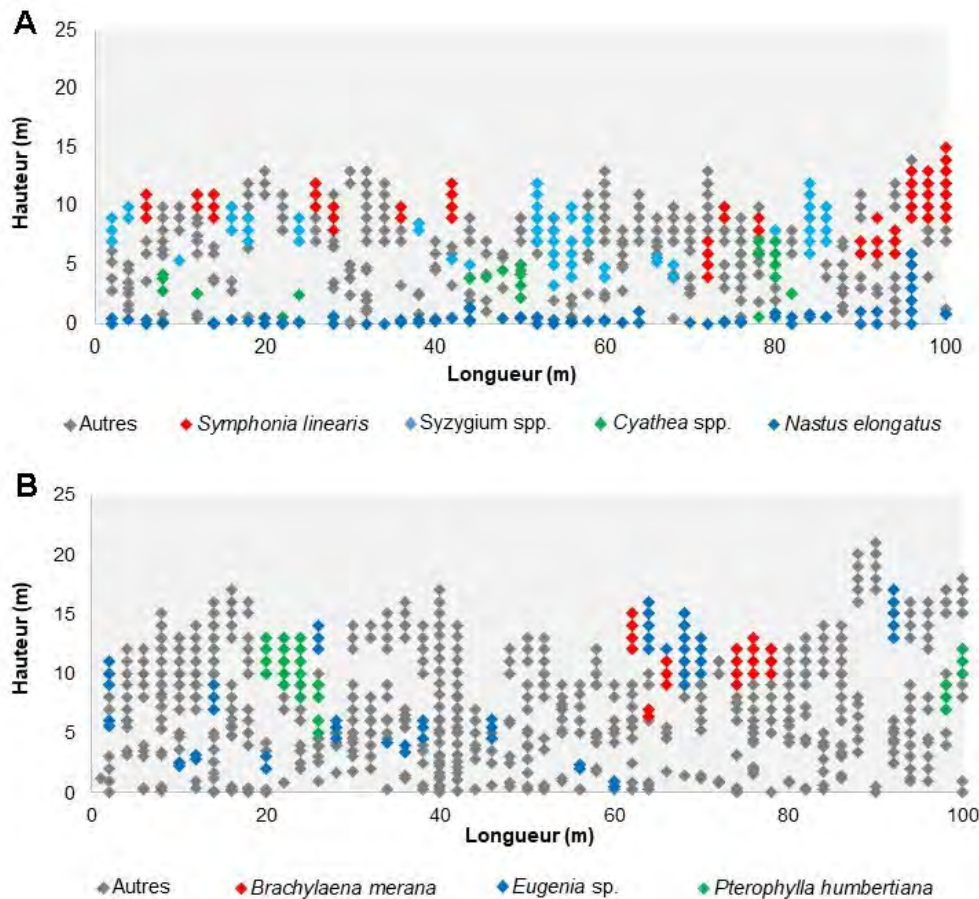


Figure 10. Types de profils structuraux et disposition des taxa caractéristiques de formations sur **A)** versant et sur **B)** crête du Site 3 (1300 m) dans le Parc National de Marojejy.

par : *Anthostema madagascariense*, *Mauloutchia humblotii* et *M. chapelierii*.

Végétation du Site 3 (1300 m)

Ce niveau altitudinal est marqué par l'abondance des bryophytes aussi bien en hauteur qu'au niveau du sol. La végétation s'adapte aux conditions édaphiques du milieu, le relief et les facteurs climatiques, et affiche par la suite certaines caractéristiques particulières comme l'architecture tortueuse des ligneux, la réduction de la surface foliaire et la taille limitée des arbres.

La physionomie de la forêt varie entre les niveaux topographiques (Figure 10). La végétation est dense et haute dans les vallons et sur les versants à sol profond (R6), et devient de plus en plus basse au niveau topographique supérieur. Sa densité peut s'élever jusqu'à 218 individus par 100 m linéaire au niveau des versants contre 199 pour les crêtes (R7). A cause de la taille des arbres et l'abondance des arbustes, son indice de saturation est faible et ne dépasse pas 1,23.

La strate herbacée est peu fermée au niveau des crêtes (86 %) et fermée pour les forêts sur versant (92 %). Elle est riche en diversité floristique, dont les familles les plus représentées sont les Acanthaceae, les Balsaminaceae, les Bignoniaceae, les Melastomataceae et les Pandanaceae.

L'IDH de 2 à 4 m est ouverte (64 à 66 %). Au niveau des crêtes, les taxa caractéristiques sont : *Cyathea* spp., *Dichaetanthera* spp. (Melastomataceae) et *Oncostemum* spp. et *Polyscias* et *Schefflera* (Araliaceae). Pour les forêts de versant, la strate moyenne est dominée par : *Diospyros*, *Tambourissa* (Monimiaceae), et des arbustes de la famille des Clusiaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae et Rubiaceae. Pour ces deux niveaux topographiques, les strates supérieures sont occupées par *Cryptocarya* spp. et *Potameia* spp. (Lauraceae), *Syzygium* spp. (Myrtaceae), *Tambourissa* spp. et *Uapaca* spp. Quelques taxa caractéristiques de l'étage moyenne altitude sont également inventoriés, dont *Dillenia triquetra* et *Dilobeia thouarsii* (Proteaceae).

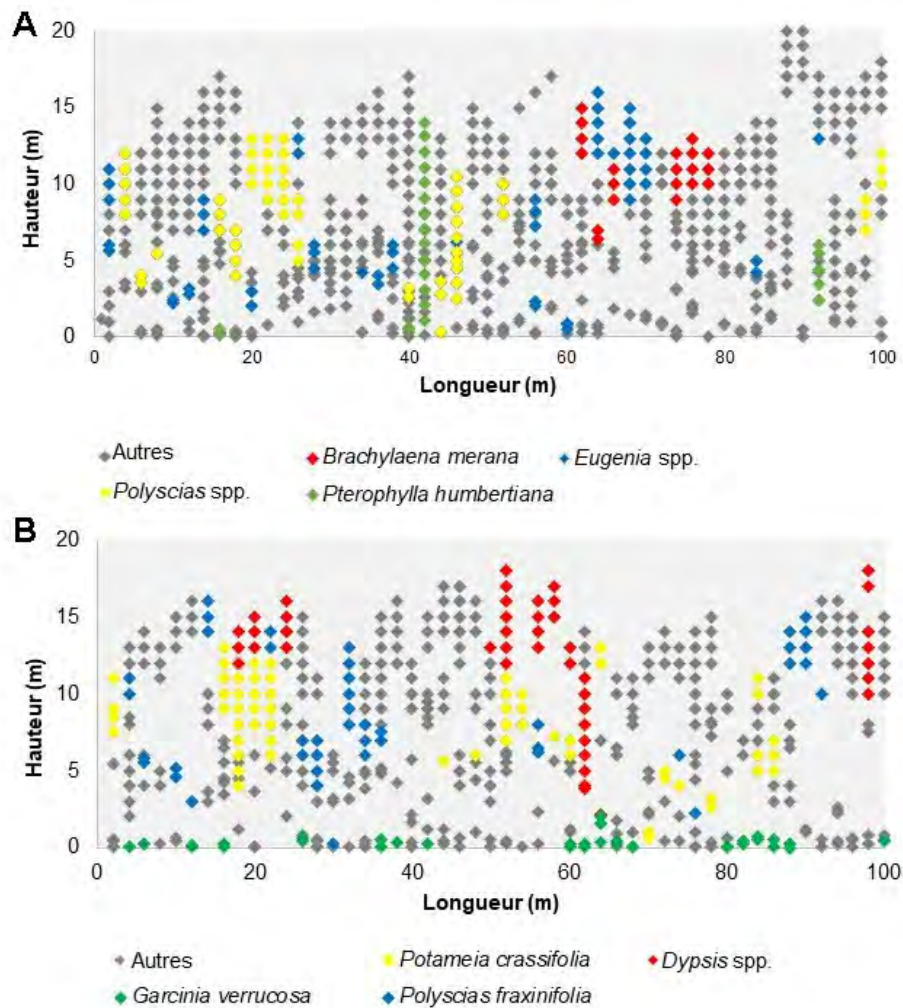


Figure 11. Profil structural et disposition des taxa caractéristiques de formations sur **A)** versant et sur **B)** crête Site 4 (1550 m) dans le Parc National de Marojejy.

Végétation du Site 4 (1550 m)

Vers 1550 m d'altitude, le sol est mince et le substrat est rocailleux. Ces conditions du milieu sont accentuées par un relief accidenté d'une pente de 30-45 %, une faible durée d'insolation journalière, des brouillards et crachins intermittents pour favoriser d'une part, l'installation et la prolifération des bryophytes et d'autre part la réduction de la taille des arbres. Les bryophytes recouvrent le sol, enrobent les troncs d'arbres et stockent une grande quantité d'eau pour préserver une humidité permanente toute l'année. Par conséquent, la végétation observée est assez similaire à celle du Site 3 (1300 m), mais marquée par l'intensité ou l'importance de certains paramètres descriptifs :

- Une abondance remarquable d'épiphytes, dont les familles les plus représentées sont : Araliaceae, Asphodelaceae, Aspleniaceae, Melastomataceae, Orchidaceae et Piperaceae.
- Une réduction de la surface foliaire.

- Une ramification plus prononcée des arbres et la faible hauteur du fut.
- L'absence des grands arbres à fût droit et haut.

Les variantes topographiques de la formation sont mises en évidence par la caractérisation des habitats sur versant et sur plateau. Le relevé de bas-versant (R8) décrit une formation à densité linéaire de 187 individus par 100 m et un indice de saturation de 1,28. La hauteur moyenne des arbres est de 11,8 m, alors que les plus grands dépassent 20 m (Figure 11). Les familles dominantes sont : Araliaceae, Asteraceae, Monimiaceae et Myrtaceae.

La formation est composée de quatre strates et a un sous-bois fermé (92 %). La strate moyenne inférieure est ouverte (48 %), tandis que celle de la moyenne-supérieure est dense, assez fermée (80 %) et occupée par les jeunes arbres. La strate supérieure est dense et a un taux de recouvrement de 96 %. Ses espèces caractéristiques sont : *Ocotea cymosa* et *Potameia crassifolia*, *Pterophylla*

humbertiana (Cunoniaceae), *Syzygium emirnense* et *Tambourissa madagascariensis*.

Au niveau des crêtes (R9), les arbres ont une hauteur moyenne de 11,3 m et une maximale de 18 m. La formation présente une physionomie assez similaire à celle des versants mais composée d'une flore moins diversifiée. Les familles les plus riches sont : Araliaceae, Arecaceae, Clusiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae et Rubiaceae. Le sous-bois est fermé à 90 % et riche en *Impatiens* spp. (Balsaminaceae) et *Begonia* spp. (Begoniaceae). Les strates moyennes sont dominées par des arbustes et des jeunes arbres dont : *Polyscias* et *Schefflera*, *Garcinia* (Clusiaceae) et *Syzygium*. La canopée est fermée à bien fermée, avec un taux de recouvrement supérieur à 94 %. En plus des grands arbres, la canopée abrite des lianes et des épiphytes dont : *Impatiens*, *Kalanchoe* (Asphodelaceae), *Piper* (Piperaceae) et plusieurs espèces d'Orchidaceae.

Végétation du Site 5 (1880 m)

Le Site 5 est composé d'une mosaïque de plusieurs types d'habitats dont les plus caractéristiques sont les fourrés éricoïdes et prairies des montagnes. Les forêts denses humides de moyenne altitude sont limitées dans les vallons profonds pendant que les prairies occupent des milieux à sol mince et superficiel. La formation herbeuse est entrecoupée par des rochers et sont dominées par les Cyperaceae, les Poaceae et quelques dicotylédones de la famille des Asteraceae. Les caractéristiques issues des données du relevé linéaire R10 (Figure 12) montrent que :

- La formation a une hauteur moyenne de 2,31 m, et les émergents dépassent 4 m.
- La densité linéaire s'élève à 241 individus par 100 m et constitue la formation la plus dense du Marojejy.
- Son indice de saturation est de 1,06 stipulant qu'un très faible nombre d'individus peut avoir un diamètre du houppier supérieur à 1 m, l'équivalent de l'intervalle entre deux points de lecture.
- La stratification n'est pas nette. Entre 0 à 4 m, la végétation est fermée, avec un taux de recouvrement de 100 %. Les familles dominantes sont : Araliaceae, Asteraceae, Ericaceae, Melastomataceae, Myrsinaceae et Myrtaceae.
- Au-dessus de 4 m de hauteur, se rencontrent quelques individus de la famille des Arecaceae, Asparagaceae, Ericaceae, Clusiaceae, Calophyllaceae et Monimiaceae.

Données dendrométriques

Distribution des individus par classe de diamètre

Les mesures dendrométriques effectuées dans les dix relevés de surface révèlent que le plus grand arbre du Marojejy est un *Canarium*, avec un dhp de 143 cm, une hauteur du fût de 22 m et une hauteur maximale de 32 m. Ces valeurs diminuent lorsqu'on monte en altitude, et seuls un petit nombre d'individus ont atteint un dhp de 20 cm vers 1800 m d'altitude. La répartition des individus par classe de diamètre (Figure 13) a mis en évidence les caractéristiques suivantes :

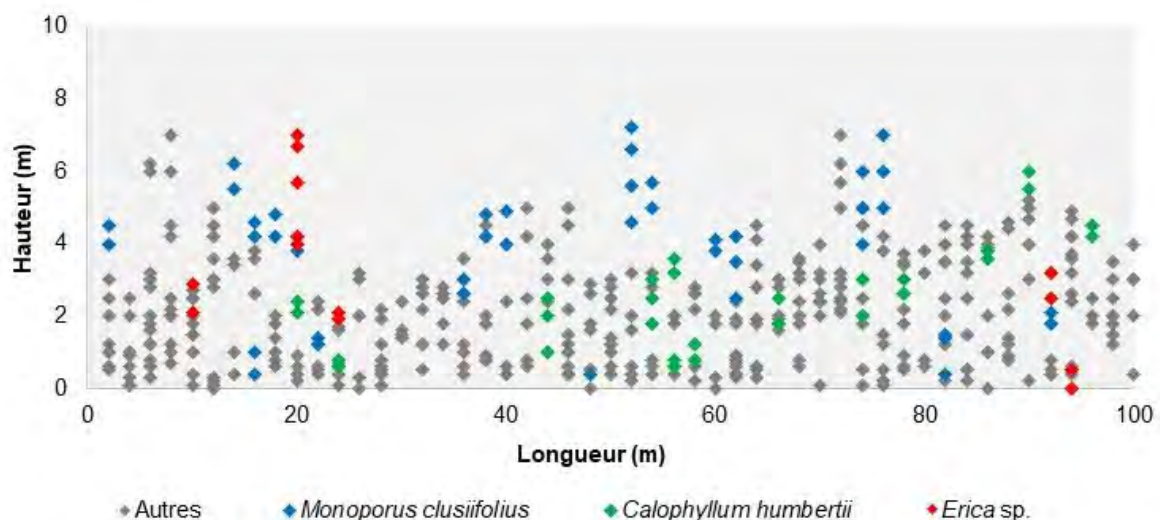


Figure 12. Profil structural du relevé R10 du Site 5 dans le Parc National de Marojejy.

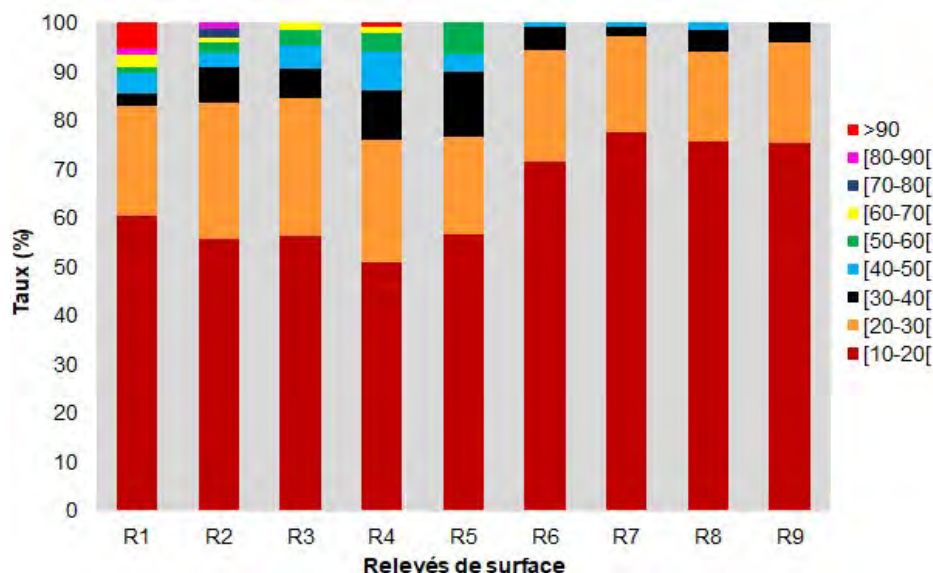


Figure 13. Répartition des individus par classe de diamètre dans les quatre zones forestières du transect entre 480 et 1550 m dans le Parc National de Marojejy.

- Au Site 1 (480 m), toutes les classes de diamètres sont représentées. Vers 750 m d'altitude ou au Site 2, les plus grands arbres se rencontrent au niveau des crêtes (dhp > 90 cm), pendant que la valeur maximale ne dépasse pas 75 cm au niveau des versants et des plateaux.
- Dans la forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude, les semenciers sont répartis dans trois à quatre classes et le plus gros diamètre ne dépasse pas 50 cm.
- La densité des individus de 10-20 cm de dhp est un des descripteurs prépondérants, permettant de décrire les différents types d'habitats du Marojejy. En effet, en basse altitude, cette classe représente moins de 60 % des semenciers, et dépasse un taux de 80 % pour les formations du Site 3 et du Site 4.
- Dans la partie basse altitude, les individus de gros diamètre se rencontrent dans les différents niveaux topographiques, alors qu'ils se limitent dans les vallons et les bas-versants pour le cas des Sites 3 et 4.

Distribution des individus par classe de hauteur

Les données des relevés de surface illustrent une variation de 3 à 35 m, la hauteur des semenciers.

Cette variation est irrégulière au sein et entre les habitats (Figure 14) et montre que :

- En dessous de 800 m d'altitude, les semenciers sont dominés par les individus de 15 à 20 m, avec un taux de 25 à 47 %. En moyenne altitude, la classe la plus représentée est celle de 10 à 15 m de (59 à 78 %).
- Les forêts les plus hautes appartiennent au Site 1 et se rencontrent au niveau des versants, comme le cas du relevé de surface R1 (511 m d'altitude).
- En moyenne altitude les forêts sur crêtes (R9, 1571 m d'altitude) sont riches en individus de 15 à 20 m de haut, et représentent plus de 80 % des semenciers.
- Les semenciers peuvent avoir une hauteur inférieure à 5 m, comme mesurés dans les fourrés éricoïdes de montagne. En effet, cette classe représente 10 % des semenciers de la formation, une caractéristique qui n'a pas été mesurée dans les habitats en basse altitude.

Potentiel en bois des formations

La végétation naturelle du Marojejy a une aire basale de 23 à 70 m²/ha (Tableau 2). En dehors des fourrés (non représentés par les relevés de surface), la plus

Tableau 2. Aire basale et biovolume des différents relevés de surface dans le Parc National de Marojejy.

Relevé	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Aire basale (m ² /ha)	70	57	32	63	30	34	23	37	31
Biovolume (m ³ /ha)	329	433	199	373	160	149	168	150	121

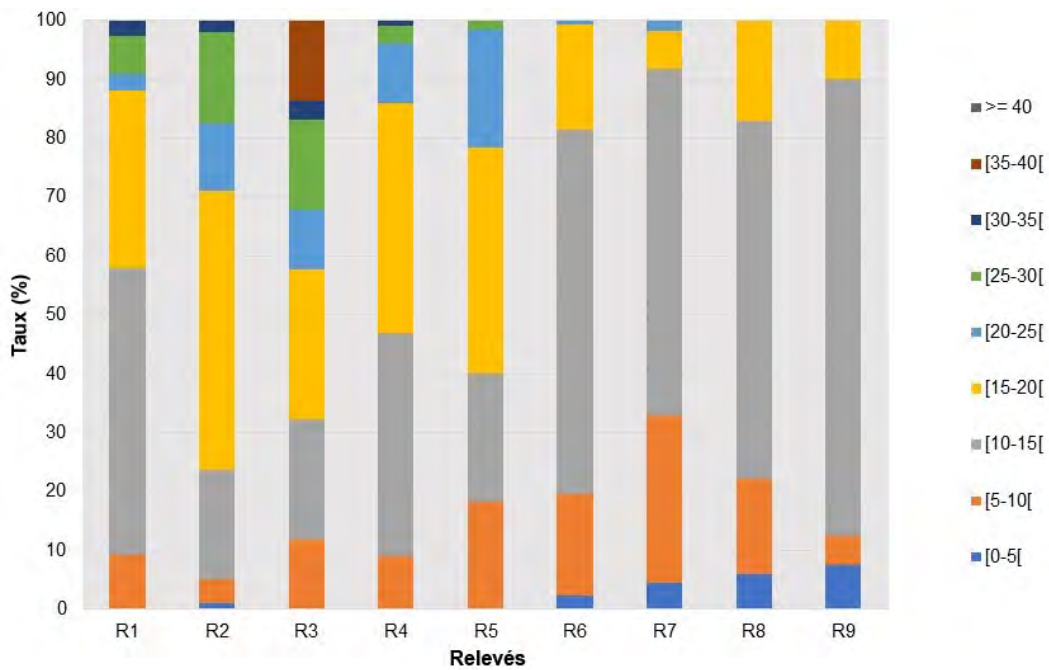


Figure 14. Distribution des semenciers par classe de hauteur dans le Parc National de Marojejy.

faible aire basale est attribuée à la classe de forêt dense humide de moyenne altitude et sur crête, comme le cas du relevé R7 (1226 m), alors que la plus grande valeur caractérise la forêt sur versant du Site 1 (R1, 511 m). Pour le biovolume, qui est un produit entre l'aire basale et la hauteur des arbres, il varie de 121 à 433 m³/ha dont le plus faible potentiel en bois est mesuré vers 1571 m d'altitude et appartient à une forêt dense humide de moyenne altitude et sur crête. Grâce à la présence et l'abondance des grands arbres dans la forêt de basse altitude, la valeur maximale pour Marojejy est attribuée à la forêt sur crête, ici représenté par le relevé R2 (618 m).

Similarité structurale entre les habitats

La confrontation de toutes les données physiologiques a permis de visualiser le niveau de similarité entre les relevés (Figure 15). En effet, l'altitude a une influence majeure sur la typologie de la végétation et a confirmé la présence de deux groupes caractéristiques :

- Le premier se rencontre en dessous de 800 m d'altitude, définie par une formation haute, pluristratifiée, à canopée fermée et riche en bois.
- Au-dessus de 1200 m d'altitude, le deuxième groupe est marqué par une hauteur moyenne inférieur à 13 m, un dhp maximal ne dépassant pas 70 cm et un sous-bois dense à très dense.

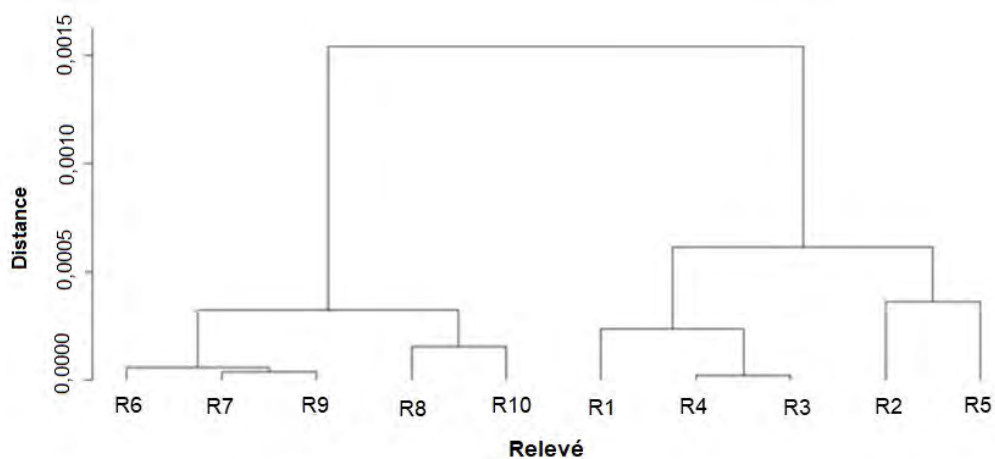


Figure 15. Niveau de ressemblance des relevés en fonction des paramètres structuraux dans le Parc National de Marojejy.

Au sein des grands groupes, s'illustrent quelques variantes telles que :

- Vers 500 m d'altitude, les forêts sur versant se différencient de celles des crêtes de par leur hauteur de la canopée, la densité de la population, et le potentiel en bois.
- A partir de 1200 m d'altitude, se développent plusieurs types de formations. Dans ces milieux, l'altitude n'est plus déterminante pour définir avec certitude la limite théorique entre les différentes classes de végétation naturelle à cause des effets simultanés du type de substrat, de la topographie

Richesse et diversité floristique

Données générales sur la flore

Les méthodes de relevé ont permis de recenser 424 espèces et morpho-espèces réparties dans 159 genres et 89 familles (Annexe 1). Les familles les plus diversifiées (Figure 16) sont : Rubiaceae (32), Melastomataceae (25) et Arecaceae (22). Ces dernières ont une large distribution dans le parc et sont représentées dans les cinq sites d'étude. Au total, quatre des cinq familles endémiques sont inventoriées, à savoir : *Asteropeiaceae* (*Asteropeia amblyocarpa*, *A. rhopaloides*), *Physenaceae* (*Physena madagascariensis*), *Sarcolaenaceae* (*Sarcolaena multiflora*, *Xyloolaena richardii*) et *Sphaerosepalaceae* (*Rhopalocarpus macrorhamnifolius*). La famille des *Barbeuiaceae* a une occurrence dans le parc mais n'a pas été inventoriée dans les relevés.

Quelques espèces menacées sont également inventoriées dans les relevés :

- Quatre espèces En danger critique (CR).
- 11 espèces En danger (EN).
- 28 espèces Vulnérables (VU).

Richesse et diversité floristique des habitats

La densité spécifique de la végétation naturelle varie de 53 à 95 espèces par 100 m linéaire (Figure 17). La grande diversité floristique est mesurée en moyenne altitude et au sein de l'habitat R6 (1294 m). Au Site 4, un faible écart de la densité linéaire spécifique est mesuré entre les habitats de versant (R8) et de crête (R9), une valeur qui est similaire à celle du relevé de fourré ou R10. De plus, entre les habitats d'un même niveau altitudinal, les formations sur versant restent les plus riches comparées à celles des crêtes ou des plateaux.

Les indices de diversité sont calculés et présentés dans le Tableau 3, montrant que les formations les plus riches et diversifiées en flore appartiennent à l'étage moyenne altitude. Entre les différents habitats étudiés, la maximale pour la diversité de Shannon (3,89) est mesurée dans une forêt dense humide de moyenne altitude à 1226 m et sur crête, dont son indice de diversité de Simpson est supérieur à 0,96. L'indice de Simpson, qui donne plus de poids aux espèces abondantes a une valeur de 0,96 pour les formations au-dessus de 1200 m d'altitude (R7, R8, R9 et R10), alors qu'elle est de 0,91 pour une forêt de basse altitude sur plateau (R5).

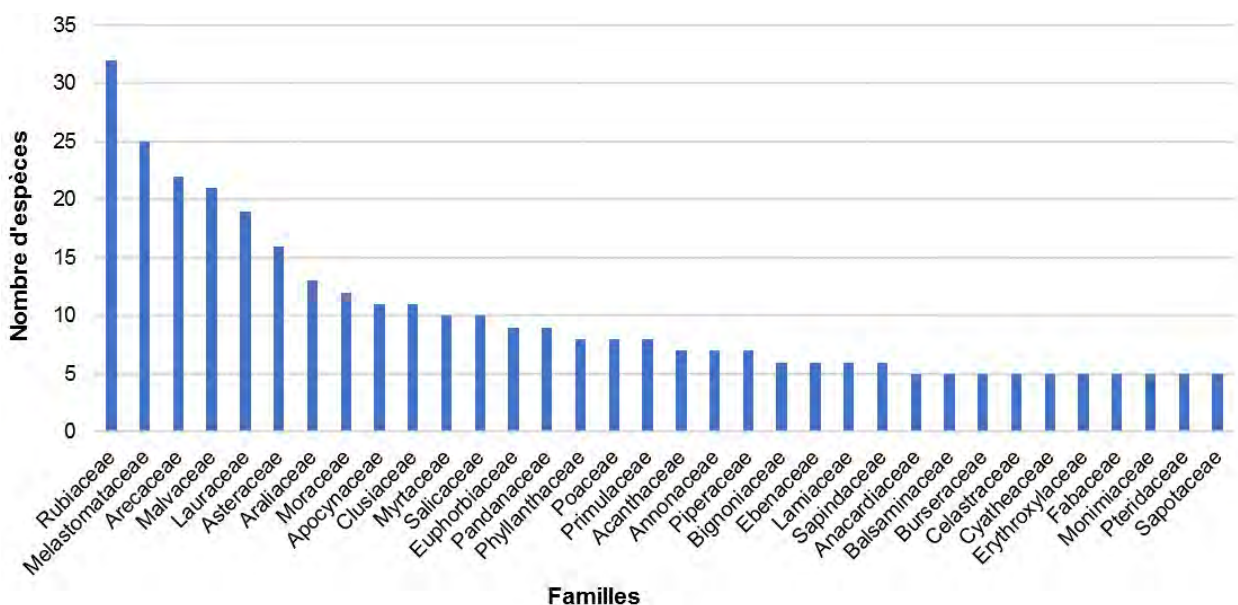


Figure 16. Familles les plus riches inventoriées dans les relevés de végétation dans le Parc National de Marojejy.

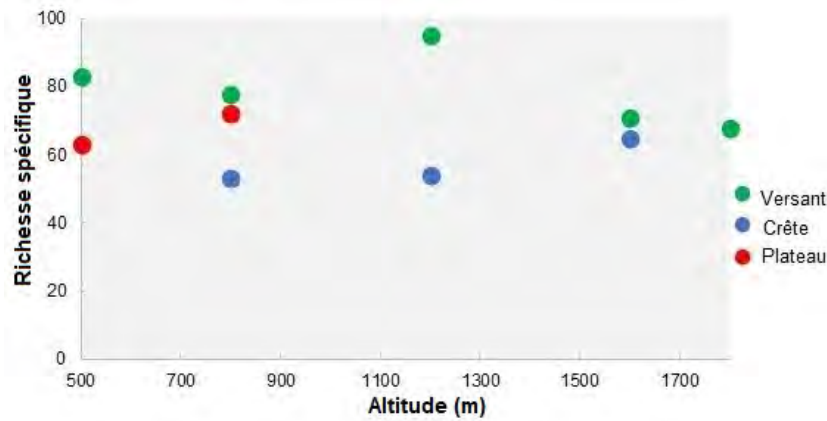


Figure 17. Diversité spécifique de la flore dans les différents niveaux topographiques du gradient altitudinal du Parc National de Marojejy.

Tableau 3. Données des indices de diversité de plantes dans le Parc National de Marojejy.

Relevés	Diversité de Shannon	Equitabilité de Piélou	Diversité de Simpson
R1	3,411	0,054	0,945
R2	3,462	0,042	0,943
R3	3,231	0,061	0,933
R4	3,652	0,051	0,955
R5	3,463	0,044	0,915
R6	3,231	0,061	0,929
R7	3,891	0,041	0,961
R8	3,674	0,056	0,961
R9	3,782	0,053	0,967
R10	3,675	0,054	0,960

Richesse et composition floristique des peuplements ligneux

Seules les données de relevés de surface sont tenues en compte pour décrire la flore des peuplements ligneux (Tableau 4). Elles définissent une densité spécifique de 20 à 38 espèces et une moyenne de 31 espèces par 0,1 ha. La forêt du Site 3 sur versant (R6) est marquée par une densité maximale de 38 espèces, dont les familles les plus représentés sont : Araliaceae, Cunoniaceae, Lauraceae, Monimiaceae, Myrtaceae et Phyllanthaceae. Au niveau du genre, 17 à 34 par 0,1 ha sont recensés et répartis dans 14 à 25 familles, justifiant encore une fois la richesse et diversité élevée de la forêt dense humide de moyenne altitude.

Tableau 4. Richesse et diversité floristique des relevés de surface dans le Parc National de Marojejy.

Relevés	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Nombre d'espèces	36	31	33	21	32	38	25	33	31
Nombre de genres	31	30	32	17	29	34	23	29	28
Nombre de familles	24	22	25	14	22	25	15	19	18

Au sein du parc, certaines familles ont une large répartition et sont inventoriées depuis le piémont jusqu'au sommet. Ce sont : Araliaceae, Arecaceae, Clusiaceae, Elaeocarpaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Malvaceae, Monimiaceae, Moraceae, Myrtaceae, Phyllanthaceae et Rubiaceae. Quelques familles ont une distribution bien définie ou sont caractéristiques de certains gradients altitudinaux :

- Anisophylleaceae, Canellaceae, Dilleniaceae, Myristicaceae, Sarcolaenaceae et Sphaerosepalaceae sont caractéristiques des forêts en dessous de 800 m d'altitude.
- La forêt de basse altitude est également marquée par la présence des Asparagaceae à dhp supérieur à 15 cm, représentées par *Dracaena reflexa*.
- Les Ericaceae sont caractéristiques des forêts de montagne. Des individus semenciers, ayant un dhp de 12 à 20 cm sont inventoriés au Site 4.
- Les Burseraceae sont abondantes en basse altitude et deviennent moins fréquentes vers 1200 m d'altitude. Vers 1600 m d'altitude, aucun individu de la famille n'a été inventorié dans les relevés.
- Les grands arbres de la famille des Cunoniaceae (*Pterophylla* [anciennement *Weinmannia*]) s'observent à partir de 800 m d'altitude.

Niveau d'importance des espèces (IVI) par type de formation

L'IVI (Tableau 5) a mis en évidence les espèces caractéristiques des neuf relevés de surface :

- Pour le Site 1, *Sloanea rhodantha* et *Gambeya boiviniana* sont les plus importantes des forêts sur plateau, et ont un IVI de 57,74 et 40,69. Au niveau des versants, les deux espèces les plus

Tableau 5. IVI des espèces caractéristiques des relevés de surface dans le Parc National de Marojejy.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
<i>Brachylaena merana</i>	-	-	-	-	-	11,25	-	-	-
<i>Mauloutchia chapelieri</i>	18,83	16,47	-	-	-	-	-	-	-
<i>Canarium longistipulatum</i>	22,35	-	-	36,75	-	-	-	-	-
<i>Cryptocarya retusa</i>	-	-	-	-	12,19	-	-	-	-
<i>Cryptocarya pervillei</i>	-	-	12,18	-	77,12	-	-	-	-
<i>Ocotea racemosa</i>	-	-	-	-	27,88	20,65	-	-	-
<i>Dillenia triquetra</i>	-	-	31,75	-	-	-	-	-	-
<i>Dyopsis</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	11,29	14,32	-
<i>Syzygium emirnense</i>	-	-	-	24,48	-	43,36	89,71	-	42,39
<i>Eugenia</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	25,00	49,35
<i>Gambeya boiviniana</i>	21,14	40,69	-	-	74,56	-	-	-	-
<i>Garcinia goudotiana</i>	-	-	30,58	12,64	-	-	-	14,06	14,90
<i>Garcinia lowryi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	14,80
<i>Streblus dimepate</i>	-	-	-	-	14,49	-	-	-	-
<i>Oncostemum</i> sp. 1	-	16,91	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xyloolaea richardii</i>	-	-	-	14,41	-	-	-	-	-
<i>Xylopia perrieri</i>	-	-	13,48	-	-	-	-	-	-
<i>Polyscias nossibensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	27,86	-
<i>Polyscias leandriana</i>	-	-	-	-	-	-	-	15,17	-
<i>Polyscias aculeata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	15,57
<i>Potameia antevatrata</i>	-	12,63	-	-	-	-	9,86	-	-
<i>Potameia obtusifolia</i>	14,98	-	-	-	-	12,48	9,51	-	-
<i>Neocussonia</i> aff. <i>halleana</i>	-	-	-	-	-	-	-	14,84	-
<i>Sloanea rhodantha</i>	-	57,74	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symphonia louvelii</i>	-	-	-	-	-	-	18,41	-	-
<i>Uapaca louvelii</i>	16,78	-	36,55	78,00	-	19,04	-	-	-

importantes sont *Canarium* aff. *lamianum* et *G. boiviniana* avec un IVI de 22,35 et 21,14.

- Au Site 2, quelques espèces sont caractéristiques, à savoir *Beilschmiedia* spp. et *Ocotea* spp. (Lauraceae), *Canarium* spp., *Dillenia triquetra*, *G. boiviniana* et *Uapaca* spp. Entre les différents niveaux topographiques, on note l'importance de *U. louvelii* (36,55) et *D. triquetra* (31,75) au niveau des versants et *Beilschmiedia velutina* (77,12) et *G. boiviniana* (74,56) sur les plateaux. Au niveau des crêtes, les deux espèces les plus importantes sont *U. louvelii* (78,00) et *Canarium* aff. *bullatum* (36,75).

La composition floristique du Site 3 est différente de celle observée dans les forêts de basse altitude. Les relevés de surface informent l'importance de certaines espèces telles qu'*Eugenia* spp. et *Syzygium* spp., *Ocotea* spp. et *Symphonia* spp. (Clusiaceae). *Syzygium* aff. *emirnense* est largement distribuée dans ce niveau altitudinal et caractérise ainsi la flore des crêtes (89,71) et des versants (43,36). *Symphonia urophylla* (18,41) est la deuxième espèce caractéristique des crêtes contre *Ocotea racemosa* (20,65) pour les versants. La forêt du Site 4 est marquée par la présence de quelques familles caractéristiques des forêts de montagne, à savoir : Araliaceae, Clusiaceae, Myrsinaceae et Myrtaceae. Le calcul de l'IVI montre que les espèces les plus importantes des versants sont

Polyscias aff. *humbertiana* (27,86) et *Eugenia* sp. (25,00). Au niveau des crêtes, *Eugenia* sp. (49,39) et *Garcinia* sp. (42,39) sont identifiées comme les plus caractéristiques de la formation.

Niveau d'importance des familles (FIV) par type de formation

Les familles caractéristiques de la flore de l'Est sont bien représentées à Marojejy. Plusieurs d'entre elles sont observées depuis le piedmont jusqu'au sommet du massif, à savoir : Clusiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Myrtaceae, Phyllanthaceae, et Sapotaceae, pendant que d'autres sont typiques d'un certain niveau altitudinal. A titre d'illustration, la famille des Myristicaceae restent en dessous de 800 m d'altitude et les Burseraceae peuvent aller jusqu'en dessus de 1200 m d'altitude. Les Strelitziaceae n'ont pas été inventoriées dans les Site, Site 3, Site 4 et Site 5, alors que certains individus de la famille peuvent atteindre une hauteur supérieure à 20 m dans le domaine de basse altitude.

Les résultats du calcul de l'indice FIV sont présentés dans le Tableau 6 et montrent que :

- La famille des Lauraceae appartient aux trois familles les plus importantes de la végétation naturelle du Marojejy.
- Quelques familles ont une large répartition dans le Marojejy et présentent un FIV assez important

Tableau 6. FIV de certaines familles caractéristiques de chaque relevé de surface dans le Parc National de Marojejy.

Familles	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Anacardiaceae	6	-	4	-	-	3	8	-	-
Anisophylleaceae	-	-	-	-	13	-	-	-	-
Annonaceae	6	25	3	-	23	-	-	-	-
Aphloiaceae	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Apocynaceae	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Araliaceae	5	-	-	-	-	20	17	28	25
Arecaceae	4	-	7	7	26	18	19	22	26
Asparagaceae	9	-	-	-	-	-	-	-	-
Asteraceae	-	-	-	-	-	21	-	4	-
Bignoniaceae	-	-	3	-	-	6	-	-	-
Burseraceae	16	21	37	7	8	10	11	-	-
Calophyllaceae	-	-	8	-	-	3	-	14	-
Canellaceae	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Celastraceae	-	-	-	-	5	-	-	4	-
Clusiaceae	6	12	28	23	49	17	40	40	65
Cunoniaceae	-	-	-	-	-	7	12	-	8
Cyatheaceae	13	4	-	-	6	3	-	-	-
Dilleniaceae	-	-	5	-	26	-	-	-	-
Ebenaceae	12	-	7	7	7	3	-	-	-
Elaeocarpaceae	54	10	-	-	-	-	-	-	5
Ericaceae	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Erythroxylaceae	7	8	-	-	-	-	4	8	-
Euphorbiaceae	-	6	4	8	5	11	6	11	11
Fabaceae	4	15	-	17	12	-	4	-	-
Flacourtiaceae	-	-	-	-	-	7	-	4	4
Lamiaceae	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Lauraceae	22	52	18	120	27	47	37	8	27
Malvaceae	-	5	-	-	5	13	13	3	20
Melastomataceae	-	6	3	-	11	-	-	-	-
Menispermaceae	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Monimiaceae	8	4	-	-	5	3	-	11	12
Moraceae	11	33	-	15	14	-	4	-	3
Myristicaceae	12	30	4	7	-	-	-	-	-
Myrsinaceae	17	6	4	-	-	5	-	-	-
Myrtaceae	-	6	27	-	5	47	91	86	41
Oleaceae	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Pandanaceae	-	-	12	-	-	3	-	-	-
Phyllanthaceae	4	13	71	8	32	14	-	5	6
Rubiaceae	10	-	-	7	-	15	-	16	21
Rutaceae	-	-	7	-	-	-	-	-	-
Salicaceae	-	-	-	7	-	-	16	16	7
Sapindaceae	4	8	-	-	-	-	-	4	7
Sapotaceae	41	20	-	61	5	3	-	3	-
Sarcolaenaceae	-	-	21	-	5	-	-	-	-
Sphaerosepalaceae	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Strelitziaceae	17	-	3	-	-	-	-	-	-

au sein de chaque classe de végétation naturelle. Parmi eux, les plus remarquées sont : Arecaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Myrtaceae et Phyllanthaceae.

- Les Myrtaceae dominent la forêt dense humide de moyenne altitude et présentent une valeur de FIV de 40 à 90 dans le Site 3.
- Les familles les plus importantes du Site 1 sont : Elaeocarpaceae (54), Lauraceae (52) et Sapotaceae (41).
- Vers 750 m d'altitude ou au Site 2, les familles les plus importantes sont : Lauraceae (120), Phyllanthaceae (71) et Sapotaceae (61).

- Au Site 3, les familles caractéristiques sont : Myrtaceae (91), Lauraceae (47) et Clusiaceae (40).
- La flore du Site 4 et du Site 5 se distingue de celle des autres sites par l'importance des Araliaceae (28), Clusiaceae (65) et Myrtaceae (86).

Similarité floristique entre les relevés

Les analyses de similarité attestent que le niveau altitudinal est un facteur prépondérant dans la définition des différentes classes de végétation naturelle du Marojejy. Au sein du domaine de basse altitude, un certain niveau de dissimilarité est mesuré

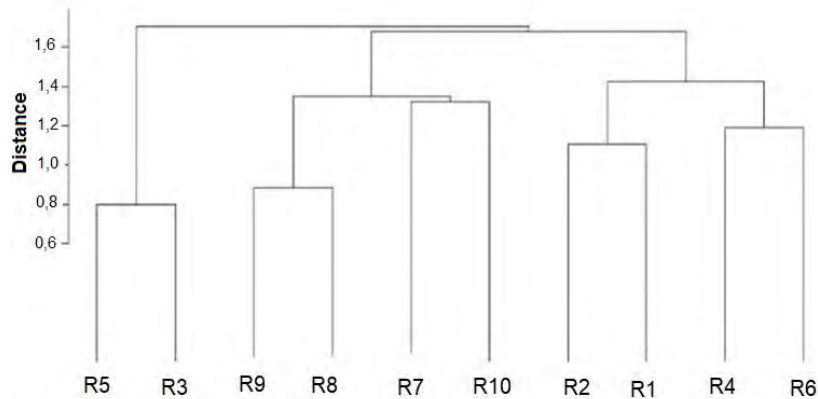


Figure 18. Niveau de similarité floristique entre les relevés dans le Parc National de Marojejy.

entre la flore du Site 1 et celle du Site 2. En moyenne altitude, une forte similarité est observée entre les habitats des différents niveaux topographiques (versant et crête). De plus, la Figure 18 montre la présence des espèces partagées entre le Site 2 et le Site 3. En effet, ceci est dû à la transition entre les forêts de basse et de moyenne altitude et aux caractéristiques écophysiologiques de certaines espèces de la forêt humide.

Menaces et pressions

La maîtrise des menaces et pressions anthropiques reste un grand défi pour le gestionnaire du Parc et ses parties prenantes. La plateforme Firecast renseigne la présence des points de feux à l'intérieur du Parc. Le secteur le plus menacé est celui d'Andalangy, situé dans la partie Nord-est du parc. De plus, les données sur les feux dans le parc évoluent de manière irrégulière :

- Un seul point de feu a été enregistré en 2001 contre neuf en 2008.
- Le nombre de points de feux est faible entre les années 2008 et 2016. En effet, pendant cette

période, les paysans avaient quasi délaissé le secteur agricole et la pratique de *tavy* à cause de l'activité d'exploitation de bois de rose.

- Ces cinq dernières années, les feux en forêt sont devenus de plus en plus fréquents, avec un nombre maximal de 11 pour l'année 2020. Les causes suspectées seraient le niveau d'application des règles de gestion et l'efficacité du plan ou des mesures de sauvegarde sociale et environnementale. Sa valeur est passée de 1 à 11 entre 2016-2021 et dont les secteurs les plus touchés sont Andalangy, Soahitra et Ambatobe (Figure 19).

Les informations sur le feu corroborent les résultats des analyses cartographiques de la déforestation (Figure 20). Entre 1996 et 2022, plus de 200 ha de forêts sont détruites, dont les zones les plus touchées par le *tavy* se trouvent dans les secteurs d'Ambatobe et de Doanihely. La coupe sélective et l'exploitation des bois sont également observées dans le parc. Une grande partie des produits est destinée pour les marchés régionaux et dont les catégories les plus exploitées sont le bois

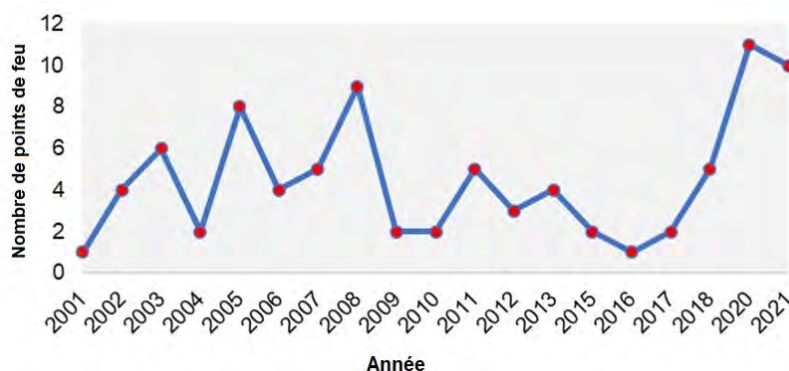


Figure 19. Evolution du nombre de feux enregistrés dans le Parc National de Marojejy.

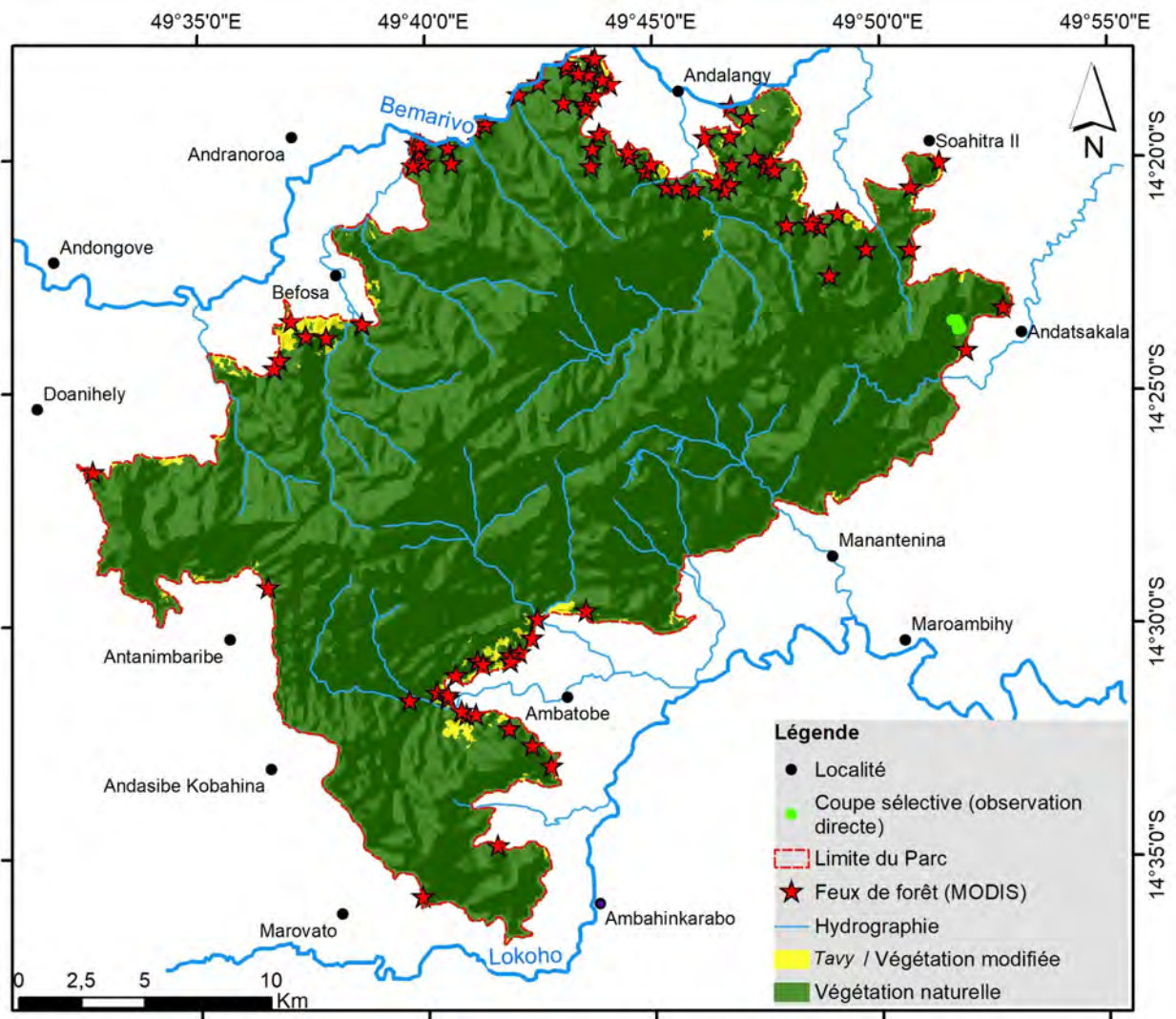


Figure 20. Localisation des points de feux et les zones touchées par le tavy entre 1996 et 2021 dans le Parc National de Marojejy.

de construction et le bois d'œuvre. Parmi les zones sensibles, on cite Andatsakala et Ambodiangezoka.

Principales causes ou origines des menaces anthropiques

Parmi les causes de la persistance des menaces et des pressions dans le Parc National de Marojejy, on cite :

- L'assentiment et l'adhérence des populations locales aux systèmes et pratiques destructives, notamment le tavy.
- Les contraintes du développement économique pour certaines.
- L'impératif de survie pour les plus démunies, les forçant à pratiquer la chasse ou la collecte des produits forestiers ligneux et non ligneux.
- La mauvaise gestion des revenus au niveau des ménages.
- L'appauvrissement et la dégradation des ressources naturelles dans les zones non protégées ou aux alentours du parc.
- Le faible niveau d'éducation de la majorité de la population.
- La qualité de la mise en œuvre ou l'application des règles et outils de gestion par le gestionnaire et ses parties prenantes.
- La pertinence du plan de sauvegarde social et environnemental (PSSE) : application et optimisation par les bénéficiaires (directs ou indirects) des services, techniques, matériels et autres alternatives apportées par le projet de conservation.

Pour une aire protégée telle que Marojejy, créée depuis 1952, les règles de gestion, ainsi que les cibles d'interdiction sont supposées comme connues par les communautés riveraines, mais n'ont pas pu stopper le développement des menaces et pressions

anthropiques. Ainsi aucune solution n'est magique ou permettrait de contrôler définitivement ces menaces de manière efficace et permanente si les problèmes et causes suscités ne sont pas traités.

Alternatives identifiées à l'issue des échanges avec les parties prenantes de base

Développement de la filière de rente et professionnalisation des paysans producteurs

Pour les populations locales, la culture de vanille est considérée comme la première filière porteuse de développement économique et leur permettrait de garantir un avenir meilleur. Les principaux obstacles rencontrés sont l'irrégularité du prix au niveau du marché, le non maîtrise des techniques de culture et de traitement des vanilles vertes. La présence d'une maladie a été mentionnée par les personnes enquêtées, et à l'origine de la baisse de production ces dernières années. Pour ces raisons et afin de traiter les problèmes rencontrés, le parc et ses partenaires pourraient :

- Mobiliser des techniciens agricoles et des experts pour encadrer et appuyer les paysans producteurs.
- Faciliter l'accès aux intrants agricoles.
- Sensibiliser et inviter les paysans bénéficiaires des appuis apportés par le gestionnaire et ses partenaires à s'engager dans les activités de protection et de conservation des ressources naturelles du parc.
- Former et appuyer les paysans à restaurer les milieux dégradés en dehors du parc grâce à des pratiques agroécologiques dans le but d'augmenter la superficie des parcelles favorables à la culture de rente.

Formations en bonne gestion/utilisation des revenus

La bonne gestion des revenus est un obstacle au développement économique de certains ménages qui vivent aux alentours du Parc National de Marojejy. Les preuves sont la stagnation de leur niveau de vie après le phénomène de bois de rose (2009-2014), ou pendant et après la montée du prix du kilo de la vanille (2015-2020). Leurs revenus sont utilisés ou dépensés de manière abusive pour des objets et besoins de luxe et au détriment d'une épargne ou d'un investissement promoteur de développement économique durable.

Ces situations justifient ainsi la nécessité des formations ou des renforcements des capacités des

ménages ou des femmes en matière de gestion des revenus. C'est un des moyens les plus faciles à réaliser ou à mettre en œuvre par le gestionnaire et ses parties prenantes afin de réduire les menaces et pressions anthropiques et d'améliorer le niveau de vie des communautés locales.

Développement de l'agroforesterie et valorisation des milieux dégradés

La déforestation est pratiquée depuis plusieurs décennies et a contribué au développement des formations dégradées. Les parcelles inappropriées au tavy sont abandonnées par les paysans et occupées par des plantes exotiques et invasives. Par contre, la valorisation de ces dernières peut améliorer la source de revenue des paysans et contribue à la gestion durable des terres et d'autres ressources naturelles. Une manière ou technique de valorisation est le développement de l'agroforesterie, par la plantation des espèces ligneuses non invasives et à potentiel économique considérable. Parmi les filières qu'on peut développer aux alentours du parc :

- La plantation des *bilahy* : espèces autochtones de la famille des agrumes ou Rutaceae (*Vepris* et *Melicope*), capables de fixer le sol contre l'érosion et très recherchées par les paysans pour la fermentation des rhums locaux et par certains projets de production d'huile essentielle. Les produits secondaires sont utilisés comme bois de chauffe et peuvent être valorisés dans la construction ou la fabrication des outils.
- Redynamisation de la filière café par le rajeunissement des pieds et production des jeunes plants.
- Production des jeunes plants de certaines espèces de la famille des Fabaceae, utilisées comme ombrières pour le café et la vanille.
- Plantation des espèces ligneuses non-invasives, antiérosives, fertilisantes et utilisées comme bois de chauffe et des bois de construction.

Effectif des agents du Parc

Le Parc National de Marojejy s'appuie sur un suivi assuré par huit agents pour sécuriser toute sa superficie. Ce ratio d'un agent par 7000 ha de forêts est inéquitable et classifié comme insuffisant pour contrôler ou limiter les menaces et pressions. Pour ces raisons, le gestionnaire devrait multiplier ou tripler l'effectif des agents afin d'assurer la gestion durable de l'aire protégée.

Régularisation du système de suivi-communautaire

Le système mis en place, à savoir l'implication des communautés locales du parc ou CLP dans les activités de suivi et de patrouille a connu des succès pendant une certaine période. Il a permis de :

- Limiter la pratique des activités illicites dans le parc.
- Améliorer le revenu des personnes ou populations impliquées dans les activités du CLP.
- Générer un sentiment d'appropriation au niveau des communautés locales et d'entretenir leur engagement et leur responsabilité dans la gestion et la protection des ressources naturelles.

A causes des périodes difficiles traversées par les aires protégées, la relation entre le gestionnaire et les CLP s'est dégradée et le système de suivi communautaire est devenu compromettant. En effet, des membres du CLP sont identifiés comme auteurs de certaines infractions à cause de la dégradation du système instauré et la perte des confiances mutuelles entre les parties prenantes. Ainsi, le renouvellement du système est capital et à la fois urgent, et dont les moyens et les méthodes d'y parvenir sont ci-dessous :

- Dotation d'équipement de protection individuelle aux membres du CLP.
- Amélioration et coordination des activités du CLP et régularisation du système de paiement des indemnités de suivi.
- Formations et renforcement des capacités des CLP en matière de suivi et d'application des règles de gestion.
- Considération et traitement des rapports fournis par les CLP.
- Implication et responsabilisation des CLP dans toutes les activités socio-économiques proposées ou entreprises par le gestionnaire et ses partenaires.
- Priorisation des membres du CLP lors des recrutements ou autres personnels employés par le parc (guide, agent, pépiniériste, gardien, assistant de recherche, autres).

Diversification des cibles de valorisation : Rapport entre superficie du parc et infrastructures touristiques

Les cibles de valorisation du Parc National de Marojejy se focalisent sur quelques espèces phares ou emblématiques de la faune et de la flore ainsi que quelques habitats uniques et spectaculaires. Concernant les infrastructures existantes et bien

connues par le monde du tourisme, elles apportent des avantages directs à un certain nombre de populations surtout avant la pandémie. Pour le relancement du tourisme et afin de rendre la filière porteuse de développement économique, le parc devrait faire beaucoup d'efforts pour améliorer la qualité de ses services et ses infrastructures, et de diversifier les centres d'intérêts :

- Entretenir les infrastructures existantes : pistes, ponts, cabanes, sanitaires, point de vue, panneaux d'indication, dispositifs de sécurité, autres.
- Diversifier les cibles de valorisation et identifier les nouveaux sujets d'attraction (ex : circuits pour observation des espèces animales nocturnes, ouverture des nouveaux circuits dans les autres secteurs du parc, aménagement des stations de repos, piscines naturelles et des cascades, diversification des activités pour attirer les différentes catégories de visiteurs).
- Améliorer les structures et faciliter l'organisation des porteurs et des guides.
- Capitaliser les expériences acquises pendant la période de pandémie.

Discussion

Nomenclature des différentes classes de végétation du massif de Marojejy

Dans le Domaine phytogéographique de l'Est de Madagascar (Humbert, 1955b), la nomenclature des principales classes de végétation a été proposée par des biologistes, écologistes et phytogéographes dont nombreux se sont focalisés sur l'utilisation du gradient altitudinal comme facteur prépondérant. Pour le cas des principales montagnes, à savoir : Tsaratanàna (2876 m), Andringitra (2658 m), Ankaratra (2643 m), Marojejy (2133 m) et Anjanaharibe-Sud (2064 m), ces nomenclatures sont synthétisées par Messmer *et al.* (2000) dans leur analyse synoptique de la classification de la végétation humide en fonction de l'altitude. Toutes ces données et informations sont pertinentes et peuvent servir de cadre général pour une classification simplifiée (Gautier & Goodman, 2008), mais confrontent des difficultés pour décrire les limites exactes de chaque classe de formation végétale. Dans sa description de la végétation du Marojejy, Gautier (2018) stipule que l'altitude est considérée comme une limite théorique pour différencier les principales classes observées, à savoir la forêt dense humide sempervirente de basse altitude (inf. 800 m), la forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude (800-1800 m) et

le fourré éricoïde et la prairie de montagnes (à partir de 1800 m d'altitude).

Face à ces différentes nomenclatures, seules les données biologiques sont capables de démystifier la subtilité de la classification de la végétation, surtout à l'échelle locale, comme le cas du Marojejy. Elles fournissent des éléments susceptibles d'étayer ou de préciser la classification utilisée et, ou les terminologies les plus appropriées aux caractéristiques des écosystèmes observés. A cet effet, les travaux de Messmer *et al.* (2000) et les résultats de la présente étude ont permis de préciser et de décrire les principales classes de végétation du Parc National de Marojejy.

Données des indicateurs biologiques et niveau des menaces et pressions

Entre les deux dates choisies et pour les cinq sites d'études, les principaux indicateurs permettant d'évaluer le niveau de la conservation sont le taux de couverture de la forêt, les données sur le feu et le *tavy*, la collecte des produits forestiers ligneux et non-ligneux, la chasse, la qualité des services rendus par l'écosystème et les données biologiques sur les taxa (faune et flore) caractéristiques du milieu.

Pour le cas de la flore, les deux espèces les plus célèbres et recherchées par les visiteurs sont *Marojejya insignis* et *Takhtajania perrieri* (Winteraceae). La première, homonyme du Site 2 reste abondante dans son habitat naturel, observée aussi bien en état juvénile qu'en individu semencier. *Takhtajania perrieri* a été observé en fruit en octobre 2021, étayant son bon état de santé et de régénération naturelle, malgré sa faible occurrence observée dans l'aire protégée. De plus, les arbres les plus exploités dans le parc, à savoir *Dalbergia* spp. (Fabaceae), regroupant les bois de rose et les palissandres ; et *Vepris* et *Melicope* connus sous le nom local de *bilahy*, sont également inventoriés dans le parc. Ces situations justifient ainsi que l'écosystème et les espèces ont une capacité de résilience importante leur permettant de survivre ou de se reconstituer à condition que les menaces et les pressions soient maîtrisées à temps.

Les indicateurs de dégradation cités plus haut ne sont pas observés dans les cinq sites d'étude. Aucune trace de coupe, de feu ou de chasse n'a été constatée dans ces cinq zones, contrairement aux autres sites visités par l'autre équipe de l'Association Vahatra travaillant sur un projet différent. En effet :

- Des activités de coupe et d'exploitation des bois sont observées à Antanimbaribe, Andasibe-Kobahina et Andatsakala
- Des pièges à lémuriens sont également identifiés dans le secteur d'Antanimbaribe et d'Andatsakala.
- Des activités de pêche sont signalées dans le parc par les assistants de recherche et par certains membres de la communauté locale.

De plus, les feux en forêt enregistrés par MODIS justifient également la persistance des menaces et des pressions dans les secteurs assez reculés ou faiblement surveillés par les responsables. Pour ces raisons, les résultats de la présente étude, basés sur la caractérisation de ces cinq sites sont limités et ne permettraient pas au gestionnaire d'avoir des informations suffisantes et détaillées sur toutes les menaces et les pressions anthropiques du parc.

Données et évolution des indicateurs biologiques entre 1999 et 2021

En 1996, la flore de Marojejy était encore très mal connue comparée à son état actuel. De plus, entre 1996 et 2021, plusieurs collectes botaniques ont été effectuées et des nouvelles informations sont publiées et stockées dans les bases de données dont le catalogue des plantes vasculaires de Madagascar (<http://legacy.tropicos.org/Project/Madagascar>). Ainsi, les résultats de la présente étude sont présentés avec un minimum de morpho-espèces et par conséquent, plus précis pour décrire la richesse et la composition floristique des habitats.

Le maintien de l'intégrité écologique ou l'absence des menaces et des pressions dans les cinq sites se transforment par une augmentation des valeurs des indicateurs mesurés, comme le biovolume, la densité des semenciers et autres. Entre 1996 et 2021, la dynamique de la végétation se caractérise par le recrutement des semenciers et l'augmentation du potentiel en bois de la formation. Il est donc naturel que les données mesurées en 2021 soient plus grandes que celles de l'année 1996, comme illustrent les cas cités suivants :

- Pour les formations à 500 m d'altitude, Messmer *et al.* (2000) avaient mesuré une densité de 38 à 66 individus semenciers par 0,1 ha, alors que ces valeurs s'élèvent jusqu'à 96 en 2021. La présence de ces recrues est surtout vérifiée par l'importance des classes de dhp de 10 à 20 cm et 20 à 30 cm.
- En altitude, le recrutement des individus semenciers est faiblement remarqué. En effet, la croissance en hauteur et en diamètre des arbres

serait beaucoup plus lente dans ces milieux qu'en basse altitude à cause des influences des facteurs écologiques. Pour le cas des formations sur versant et à 1600 m d'altitude, la densité des semenciers était de 116 par 0,1 ha en 1996 contre 135 en 2021.

Conclusion

La richesse biologique et la particularité des habitats du Parc National de Marojejy sont confirmées grâce aux résultats et informations fournis par les inventaires biologiques et la caractérisation écologique des principaux habitats de l'aire protégée. L'étude a mis en évidence des nouveaux éléments permettant d'apporter des précisions sur la typologie des habitats et la nomenclature des grandes classes de végétation du parc. A cet effet, le paysage complexe et à la fois extraordinaire du Marojejy, composé d'une forêt dense humide sempervirente de basse altitude, d'une forêt dense humide sempervirente de moyenne altitude, des fourrés et des prairies de montagne, n'est autre que l'effet simultané de plusieurs facteurs écologiques et climatiques.

La reproduction des approches adoptées en 1996 a permis de vérifier la pertinence de certains paramètres utilisés pour apprécier les changements perçus dans un milieu donné. Cette démarche peut être appliquée dans toutes les aires protégées pour apprécier et décrire les changements au niveau de la composition et de la diversité de la faune, de la flore, ainsi que les caractéristiques des habitats. En quelque sorte, l'étude peut être considérée comme un suivi des composantes biologiques pour fournir des nouvelles données au gestionnaire et ses parties prenantes. C'est également une occasion pour les spécialistes de recollecter les spécimens mal connus et d'approfondir les études taxonomiques et phylogénétiques.

Pour la flore, la liste présentée dans cette étude illustre les espèces inventoriées dans les relevés. Cependant, les données des collectes itinérantes ne sont pas encore disponibles et les travaux d'identification sont en cours. La méthode a permis de collecter plus de 2400 spécimens d'herbiers dont certains sont mal connus et susceptibles de compléter les éléments manquants pour des analyses phylogénétiques. Des spécimens sont également collectés pour appuyer et finaliser la description des espèces suspectées nouvelles pour la science. Pour donner une meilleure idée de l'augmentation importante de la flore connue de Marojejy, entre 1988 et fin 2022, 14 espèces de

Ptérédiphytes et 97 espèces d'Angiospermes ont été désignées comme nouvelles pour la science et pour lesquelles de spécimens types ou de spécimens référencés utilisés pour leur description et cités dans des publications ont été recueillis sur le massif du Marojejy et ses environs immédiats.

Références bibliographiques

- Cottam, G. & Curtis, J. T. 1956.** The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37: 451-460.
- Emberger, L., Godron, M. & Daget, P. 1968.** *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*. Edition CNRS, Paris.
- Gautier, L. 2018.** Site 19, Marojejy: végétation / vegetation. Dans *Les aires protégées terrestres de Madagascar : Leur histoire, description et biote / The terrestrial protected areas of Madagascar: Their history, description, and biota*, eds. S. M. Goodman, M. J. Raheirilalao & S. Wohlhauser, pp. 706-707. Association Vahatra, Antananarivo.
- Gautier, L. & Goodman, S. M. 2008.** Introduction à la flore. Dans *Paysages naturels et biodiversité à Madagascar*, ed. S. M. Goodman, pp. 103-139. Editions Scientifiques du Muséum, Paris.
- Gautier, L., Chatelain, C. & Spichiger, R. 1994.** Presentation of a releve method for vegetation studies based on high resolution satellite imagery. In *Proceedings of XIIIth plenary meeting of AETFAT*, eds. J. H. Seyani & A. C. Chikuni, pp. 1339-1350. National Herbarium and Botanic Gardens of Malawi, Zomba.
- Gautier, L., Tahinarivony, J. A., Ranirison, P. & Wohlhauser, S. 2018.** Végétation / Vegetation. Dans *Les aires protégées terrestres de Madagascar : Leur histoire, description et biote / The terrestrial protected areas of Madagascar: Their history, description, and biota*, eds. S. M. Goodman, M. J. Raheirilalao & S. Wohlhauser, pp. 207-242. Association Vahatra, Antananarivo.
- Goodman, S. M. (ed.) 2000.** A floral and faunal inventory of the Parc National de Marojejy, Madagascar: With reference to elevational variation, ed. S. M. Goodman. *Fieldiana: Zoology*, new series, 97: 1-286.
- Goodman, S., Raselimanana, A. P. & Tahinarivony, J. A. 2023.** Description of the Parc National de Marojejy, Madagascar, and the 2021 biological inventory of the massif. In *A floral and faunal inventory of the Parc National de Marojejy: Altitudinal gradient and temporal variation*, eds. S. M. Goodman & M. J. Raheirilalao. *Malagasy Nature*, 17: 5-31.
- Horn, H. S. 1966.** Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *American Naturalist*, 100: 419-424.
- Humbert, H. 1955a.** Une merveille de la nature à Madagascar. Première exploration botanique du massif du Marojejy et ses satellites. *Mémoires Institut Scientifique de Madagascar, Série B, Biologie Végétale*, 6: 1-272.

- Humbert, H. 1955b.** Les territoires phytogéographiques de Madagascar. *Année Biologique*, série 3 (31): 439-448.
- Isagi, Y., Oda, T., Fukushima, K., Lian, C., Yokogawa, M. & Kaneko, S. 2016.** Predominance of a single clone of the most widely distributed bamboo species *Phyllostachys edulis* in East Asia. *Journal of Plant Research*, 129 (1): 21-27.
- Messmer, N., Rakotomalaza, P. J. & Gautier, L. 2000.** Structure and floristic composition of the vegetation of the Parc National de Marojejy, Madagascar. In A floral and faunal inventory of the Parc National de Marojejy, Madagascar: With the reference to elevational variation, ed. S. M. Goodman. *Fieldiana: Zoology*, new series, 97: 41-104.
- Mori, S. A., Boom, B. M., De Carvalino, A. M. & Dos Santos, T. S. 1983.** Ecological importance of Myrtaceae in an eastern Brazilian wet forest. *Biotropica*, 15 (1): 68-70.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. 1949.** *The mathematical theory of communication*. The University of Illinois Press, Urbana.
- Tahinarivony, J. A. 2016.** Spatialisation des données écologiques de la végétation pour l'identification des zones potentielles pour la conservation dans la péninsule d'Ampasindava. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.
- Tahinarivony, J. A. 2023.** Etude descriptive de l'évolution de la végétation du Parc National du Marojejy entre 1995 et 2022. In A floral and faunal inventory of the Parc National de Marojejy: Altitudinal gradient and temporal variation, eds. S. M. Goodman & M. J. Raherilalao. *Malagasy Nature*, 17: 73-87.

Annexe

Num	Famille	Taxa
1	Acanthaceae	Acanthaceae sp.
2	Acanthaceae	<i>Hypoestes diclipteroides</i> Nees
3	Acanthaceae	<i>Hypoesthes</i> sp. 1
4	Acanthaceae	<i>Hypoesthes</i> sp. 2
5	Acanthaceae	<i>Hypoesthes</i> sp. 3
6	Acanthaceae	<i>Hypoesthes</i> sp. 4
7	Acanthaceae	<i>Ruellia heterosepala</i> Benoist
8	Anacardiaceae	<i>Abrahamia ditimena</i> (H. Perrier) Randrian. & Lowry
9	Anacardiaceae	<i>Abrahamia lenticellata</i> Randrian. & Lowry
10	Anacardiaceae	<i>Abrahamia</i> sp. TAJ941
11	Anacardiaceae	<i>Rhus thouarsii</i> (Engl.) H. Perrier
12	Anacardiaceae	<i>Sorindeia madagascariensis</i> DC.
13	Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea schatzii</i> Li Bing Zhang
14	Annonaceae	<i>Ambavia gerrardii</i> (Baill.) Le Thomas
15	Annonaceae	<i>Fenerivia ghesquiereana</i> (Cavaco & Keraudren) R.M.K. Saunders
16	Annonaceae	<i>Fenerivia oligosperma</i> (Danguy) R.M.K. Saunders
17	Annonaceae	<i>Isolona ghesquierei</i> Cavaco & Keraudren
18	Annonaceae	<i>Xylopia beananensis</i> Cavaco & Keraudren
19	Annonaceae	<i>Xylopia perrieri</i> Diels
20	Annonaceae	<i>Xylopia ravelonarivoi</i> D.M. Johnson & N.A. Murray
21	Aphloiaceae	<i>Aphloia theiformis</i> (Vahl) Benn.
22	Apocynaceae	<i>Alafia</i> sp.
23	Apocynaceae	<i>Alafia vallium</i> Pichon
24	Apocynaceae	<i>Alafia thouarsii</i> Roem. & Schult.
25	Apocynaceae	<i>Carissa spinarum</i> L.
26	Apocynaceae	<i>Landolphia myrtifolia</i> (Poir.) Markgr.
27	Apocynaceae	<i>Mascarenhasia arborescens</i> A. DC.
28	Apocynaceae	<i>Petchia erythrocarpa</i> (Vatke) Leeuwenb.
29	Apocynaceae	<i>Petchia madagascariensis</i> (A. DC.) Leeuwenb.
30	Apocynaceae	<i>Petchia erythrocarpa</i> (Vatke) Leeuwenb.
31	Apocynaceae	<i>Plectaneia thouarsii</i> Roem. & Schult.
32	Apocynaceae	<i>Secamone</i> cf. <i>linearis</i> Klack.
33	Aquifoliaceae	<i>Ilex mitis</i> (L.) Radlk.
34	Araceae	<i>Pothos scandens</i> L.
35	Araliaceae	<i>Neocussonia fosbergiana</i> (Bernardi) Lowry, G.M. Plunkett, Gostel & Frodin
36	Araliaceae	<i>Neocussonia halleana</i> (Bernardi) Lowry, G.M. Plunkett, Gostel & Frodin
37	Araliaceae	<i>Polyscias amplifolia</i> (Baker) Harms
38	Araliaceae	<i>Polyscias aubrevillei</i> (Bernardi) Bernardi
39	Araliaceae	<i>Polyscias leandriana</i> (Bernardi) Lowry & G.M. Plunkett
40	Araliaceae	<i>Polyscias muraliana</i> Bernardi
41	Araliaceae	<i>Polyscias</i> sp. 1
42	Araliaceae	<i>Polyscias aculeata</i> (Decne. & Planch.) Harms
43	Araliaceae	<i>Polyscias anacardium</i> Bernardi
44	Araliaceae	<i>Polyscias andrearum</i> Bernardi
45	Araliaceae	<i>Polyscias aubrevillei</i> (Bernardi) Bernardi
46	Araliaceae	<i>Polyscias humbertiana</i> (Bernardi) Lowry & G.M. Plunkett
47	Araliaceae	<i>Polyscias ornifolia</i> (Baker) Harms
48	Arecaceae	<i>Dypsis andapae</i> Beentje
49	Arecaceae	<i>Dypsis bonsai</i> Beentje
50	Arecaceae	<i>Dypsis lastelliana</i> (Baill.) Beentje & J. Dransf.
51	Arecaceae	<i>Dypsis occidentalis</i> (Jum.) Beentje & J. Dransf.
52	Arecaceae	<i>Dypsis pilulifera</i> (Becc.) Beentje & J. Dransf.
53	Arecaceae	<i>Dypsis pinnatifrons</i> Mart.
54	Arecaceae	<i>Dypsis</i> sp. 1
55	Arecaceae	<i>Dypsis</i> sp. 2
56	Arecaceae	<i>Dypsis</i> sp. 3
57	Arecaceae	<i>Dypsis</i> sp. 4
58	Arecaceae	<i>Dypsis</i> sp. 5
59	Arecaceae	<i>Dypsis</i> sp. 6
60	Arecaceae	<i>Dypsis</i> sp. 7
61	Arecaceae	<i>Dypsis tsaravoasira</i> Beentje
62	Arecaceae	<i>Dypsis cookei</i> J. Dransf.
63	Arecaceae	<i>Dypsis perrieri</i> (Jum.) Beentje & J. Dransf.
64	Arecaceae	<i>Marojejya insignis</i> Humbert
65	Arecaceae	<i>Masoala madagascariensis</i> Jum.
66	Arecaceae	<i>Ravenea dransfieldii</i> Beentje
67	Arecaceae	<i>Ravenea madagascariensis</i> Becc.

Num	Famille	Taxa
68	Arecaceae	<i>Ravenea robustior</i> Jum. & H. Perrier
69	Arecaceae	<i>Ravenea sambiranensis</i> Jum. & H. Perrier
70	Asparagaceae	<i>Dracaena reflexa</i> Lam.
71	Asparagaceae	<i>Dracaena reflexa</i> var. <i>angustifolia</i> Baker
72	Asphodelaceae	<i>Dianella ensifolia</i> (L.) Redouté
73	Aspleniaceae	<i>Asplenium nidus</i> L.
74	Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp. 1
75	Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp. 2
76	Astaraceae	<i>Vernonia rubicunda</i> Klatt
77	Asteraceae	<i>Apodocephala multiflora</i> Humbert
78	Asteraceae	Asteraceae sp. 1
79	Asteraceae	Asteraceae sp. 2
80	Asteraceae	Asteraceae sp. 3
81	Asteraceae	<i>Brachylaena merana</i> (Baker) Humbert
82	Asteraceae	<i>Gymnanthemum chapelieri</i> (Drake) H. Rob.
83	Asteraceae	<i>Helichrysum leucocladum</i> Humbert
84	Asteraceae	<i>Oliganthes simihetorum</i> Humbert
85	Asteraceae	<i>Psiadia lucida</i> (Cass.) Drake
86	Asteraceae	<i>Senecio geniorum</i> Humbert
87	Asteraceae	<i>Senecio melastomifolius</i> Baker
88	Asteraceae	<i>Senecio multidenticulatus</i> Humbert
89	Asteraceae	<i>Senecio saboureaui</i> Humbert
90	Asteraceae	<i>Vernoniopsis</i> sp. 1
91	Asteraceae	<i>Vernoniopsis</i> sp. 2
92	Asteropeiaceae	<i>Asteropeia rhopaloides</i> (Baker) Baill.
93	Asteropeiaceae	<i>Asteropeia amblyocarpa</i> Tul.
94	Balsaminaceae	<i>Impatiens benitae</i> Eb. Fisch. Wohlh. & Raheliv.
95	Balsaminaceae	<i>Impatiens betsomangae</i> Eb. Fisch. & Raheliv.
96	Balsaminaceae	<i>Impatiens decaryana</i> H. Perrier
97	Balsaminaceae	<i>Impatiens echinosperma</i> H. Perrier
98	Balsaminaceae	<i>Impatiens fuchsioides</i> H. Perrier
99	Bignoniaceae	<i>Phyllarthron multiflorum</i> H. Perrier
100	Bignoniaceae	<i>Phyllarthron suarezense</i> H. Perrier
101	Bignoniaceae	<i>Rhodocolea humbertii</i> Callm. & Phillipson
102	Bignoniaceae	<i>Rhodocolea magnifica</i> Callm. & Phillipson
103	Bignoniaceae	<i>Rhodocolea humbertii</i> Callm. & Phillipson
104	Bignoniaceae	<i>Rhodolaena coriacea</i> G.E. Schatz Lowry & A.-E. Wolf
105	Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp. 1
106	Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp. 2
107	Blechnaceae	<i>Stenochlaena</i> sp. 1
108	Blechnaceae	<i>Stenochlaena tenuifolia</i> (Desv.) T. Moore
109	Burseraceae	<i>Canarium bullatum</i> (Leenh.) Daly Raharim. & Federman
110	Burseraceae	<i>Canarium ferrugineum</i> Daly Raharim. & Federman
111	Burseraceae	<i>Canarium longistipulatum</i> Daly Raharim. & Federman
112	Burseraceae	<i>Canarium obtusifolium</i> Scott Elliot
113	Burseraceae	<i>Protium madagascariense</i> Engl.
114	Calophyllaceae	<i>Calophyllum humbertii</i> P.F. Stevens
115	Calophyllaceae	<i>Mammea bongo</i> (R. Vig. & Humbert) Kosterm.
116	Calophyllaceae	<i>Mammea perrieri</i> (R. Vig. & Humbert) P.F. Stevens
117	Canellaceae	<i>Cinnamosma madagascariensis</i> Danguy
118	Capparaceae	<i>Crateva</i> aff. <i>excelsa</i> Bojer
119	Celastraceae	<i>Brexia</i> aff. <i>humbertii</i> H. Perrier
120	Celastraceae	Celastraceae sp. 1
121	Celastraceae	Celastraceae sp. 2
122	Celastraceae	Celastraceae sp. 2
123	Celastraceae	<i>Polycardia</i> sp.
124	Clusiaceae	<i>Garcinia lowryi</i> Z.S. Rogers & P. Sweeney
125	Clusiaceae	<i>Garcinia</i> sp. 1
126	Clusiaceae	<i>Garcinia</i> sp. 2
127	Clusiaceae	<i>Garcinia tsaratananensis</i> (H. Perrier) P. Sweeney & Z.S. Rogers
128	Clusiaceae	<i>Garcinia tsimatimia</i> P. Sweeney & Z.S. Rogers
129	Clusiaceae	<i>Garcinia goudotiana</i> (Planch. & Triana) P. Sweeney & Z.S. Rogers
130	Clusiaceae	<i>Garcinia verrucosa</i> Jum. & H. Perrier
131	Clusiaceae	<i>Symphonia linearis</i> H. Perrier
132	Clusiaceae	<i>Symphonia louvelii</i> Jum. & H. Perrier
133	Clusiaceae	<i>Symphonia</i> sp. 1
134	Clusiaceae	<i>Symphonia</i> sp. 2
135	Clusiaceae	<i>Symphonia</i> sp. TAJ 938

Num	Famille	Taxa
136	Connaraceae	<i>Agelaea pentagyna</i> (Lam.) Baill.
137	Cunoniaceae	<i>Pterophylla humbertiana</i> (Bernardi) J. Bradford & Z.S. Rogers
138	Cunoniaceae	<i>Pterophylla humblotii</i> (Baill.) J. Bradford & Z.S. Rogers
139	Cunoniaceae	<i>Pterophylla stenostachya</i> (Baker) J. Bradford & Z.S. Rogers
140	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp. 1
141	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp. 2
142	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp. 3
143	Cyatheaceae	<i>Cyathea approximata</i> Bonap.
144	Cyatheaceae	<i>Cyathea similis</i> C. Chr.
145	Cyperaceae	<i>Cyperus rufostriatus</i> C.B. Clarke ex Cherm.
146	Cyperaceae	<i>Scleria hilsenbergii</i> Ridl.
147	Davalliaceae	<i>Davallia chaerophylloides</i> (Poir.) Steud.
148	Dennstaedtiaceae	<i>Blotiella</i> sp.
149	Dennstaedtiaceae	<i>Dennstaedtia</i> sp. 1
150	Dennstaedtiaceae	<i>Microlepia</i> sp. 1
151	Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum leucosia</i> (Spreng.) Engl.
152	Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum madagascariense</i> Poir.
153	Didymochlaenaceae	<i>Didymochlaena</i> sp. 1
154	Dilleniaceae	<i>Dillenia triquetra</i> (Rottb.) Gilg
155	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp. 1
156	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp. 2
157	Ebenaceae	<i>Diospyros boivinii</i> Hiern
158	Ebenaceae	<i>Diospyros haplostylis</i> Boivin ex Hiern
159	Ebenaceae	<i>Diospyros lokohensis</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry
160	Ebenaceae	<i>Diospyros parvifolia</i> Hiern
161	Ebenaceae	<i>Diospyros squamosa</i> Bojer ex A. DC.
162	Ebenaceae	<i>Diospyros velutipes</i> (H. Perrier) G.E. Schatz & Lowry
163	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea rhodantha</i> (Baker) Capuron
164	Ericaceae	<i>Erica</i> sp. 1
165	Ericaceae	<i>Erica</i> sp. 2
166	Ericaceae	<i>Vaccinium secundiflorum</i> Hook.
167	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp. 1
168	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp. 2
169	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum sphaeranthum</i> H. Perrier
170	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> aff. <i>sphaeranthum</i> H. Perrier
171	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum ferrugineum</i> Cav.
172	Euphorbiaceae	<i>Acalypha leonii</i> Baill.
173	Euphorbiaceae	<i>Acalypha magistri</i> l. Montero & Cardiel
174	Euphorbiaceae	<i>Argomuellera</i> aff. <i>integra</i> McPherson
175	Euphorbiaceae	<i>Claoxylopsis perrieri</i> Leandri
176	Euphorbiaceae	<i>Croton argyrodaphne</i> Baill.
177	Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp. 1
178	Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp. 2
179	Euphorbiaceae	<i>Drypetes madagascariensis</i> (Lam.) Humbert & Leandri
180	Euphorbiaceae	<i>Tannodia grandiflora</i> Radcl.-Sm.
181	Fabaceae	<i>Cynometra commersoniana</i> Baill.
182	Fabaceae	<i>Cynometra pervilleana</i> Baill.
183	Fabaceae	<i>Dalbergia madagascariensis</i> Vatke
184	Fabaceae	<i>Dialium occidentale</i> (Capuron) Du Puy & R. Rabev.
185	Fabaceae	<i>Mucuna paniculata</i> Baker
186	Fabaceae	<i>Senna lactea</i> (Vatke) Du Puy
187	Gentianaceae	<i>Anthocleista madagascariensis</i> Baker
188	Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm. f.) Underw.
189	Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.
190	Hypericaceae	<i>Psorospermum versicolor</i> H. Perrier
191	Lamiaceae	<i>Clerodendrum baronianum</i> Oliv.
192	Lamiaceae	<i>Clerodendrum kamhyoae</i> Phillipson & L. Allorge
193	Lamiaceae	<i>Clerodendrum roseiflorum</i> Moldenke
194	Lamiaceae	<i>Plectranthus emirnensis</i> (Baker) Hedge
195	Lamiaceae	<i>Premna decaryi</i> Moldenke
196	Lamiaceae	<i>Vitex cauliflora</i> Moldenke
197	Lauraceae	<i>Aspidostemon</i> sp. 1
198	Lauraceae	<i>Beilschmiedia velutina</i> (Kosterm.) Kosterm.
199	Lauraceae	<i>Cryptocarya</i> sp. 2
200	Lauraceae	<i>Cryptocarya retusa</i> (Willd. ex Nees) van der Werff
201	Lauraceae	<i>Cryptocarya pervillei</i> Baill.
202	Lauraceae	<i>Ocotea cymosa</i> (Nees) Palacky
203	Lauraceae	<i>Ocotea humblotii</i> Baill.

Num	Famille	Taxa
204	Lauraceae	<i>Ocotea racemosa</i> (Danguy) Kosterm.
205	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. 2
206	Lauraceae	<i>Ocotea cymosa</i> (Nees) Palacky
207	Lauraceae	<i>Ocotea racemosa</i> (Danguy) Kosterm.
208	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. 1
209	Lauraceae	<i>Potameia</i> sp. 1
210	Lauraceae	<i>Potameia</i> sp. 2
211	Lauraceae	<i>Potameia antevavatra</i> Kosterm.
212	Lauraceae	<i>Potameia crassifolia</i> Kosterm.
213	Lauraceae	<i>Potameia obtusifolia</i> van der Werff
214	Lauraceae	<i>Potameia thouarsiana</i> (Baill.) Capuron
215	Lauraceae	<i>Ravenea madagascariensis</i> Becc.
216	Lindsaeaceae	<i>Lindsaea</i> sp. 1
217	Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis</i> aff. <i>christensenii</i> Rakotondr.
218	Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis</i> aff. <i>longicaudata</i> (Bonap.) Holttum
219	Loranthaceae	<i>Bakerella perrieri</i> Balle
220	Lycopodiaceae	<i>Huperzia megastachya</i> (Baker) Tardieu
221	Malvaceae	<i>Dombeya andapensis</i> Arènes
222	Malvaceae	<i>Dombeya marojejensis</i> Arènes
223	Malvaceae	<i>Dombeya</i> sp. 1
224	Malvaceae	<i>Dombeya</i> sp. 2
225	Malvaceae	<i>Dombeya</i> sp. 3
226	Malvaceae	<i>Dombeya andapensis</i> Arènes
227	Malvaceae	<i>Dombeya marojejensis</i> Arènes
228	Malvaceae	<i>Grewia cuneifolia</i> Juss.
229	Malvaceae	<i>Grewia radula</i> Baker
230	Malvaceae	<i>Grewia</i> sp. 1
231	Malvaceae	<i>Macaranga cuspidata</i> Boivin ex Baill.
232	Malvaceae	<i>Macaranga echinocarpa</i> Baker
233	Malvaceae	<i>Macaranga grallata</i> McPherson
234	Malvaceae	<i>Macaranga</i> sp. 2
235	Malvaceae	Malvaceae sp. 1
236	Malvaceae	<i>Nesogordonia</i> sp.
237	Malvaceae	<i>Nesogordonia normandii</i> Capuron
238	Malvaceae	<i>Noronhia grandifolia</i> H. Perrier
239	Malvaceae	<i>Noronhia humblotiana</i> (H. Perrier) Hong-Wa
240	Malvaceae	<i>Noronhia louvelii</i> H. Perrier
241	Malvaceae	<i>Noronhia verticillata</i> H. Perrier
242	Melastimataceae	<i>Rousseauxia marojejensis</i> Jacq.-Fél.
243	Melastomataceae	<i>Dichaetanthera articulata</i> Endl.
244	Melastomataceae	<i>Dichaetanthera cordifolia</i> Baker
245	Melastomataceae	<i>Dichaetanthera reticulata</i> Cogn.
246	Melastomataceae	<i>Dichaetanthera</i> sp. 1
247	Melastomataceae	<i>Dichaetanthera</i> sp. 2
249	Melastomataceae	<i>Dionycha triangularis</i> Jum. & H. Perrier
250	Melastomataceae	<i>Gravesia hirtopetala</i> H. Perrier
251	Melastomataceae	<i>Gravesia rubra</i> (Jum. & H. Perrier) H. Perrier
252	Melastomataceae	<i>Lijndenia</i> sp. 1
253	Melastomataceae	<i>Medinilla cordifolia</i> Baker ex H. Perrier
254	Melastomataceae	<i>Medinilla papillosa</i> Baker
255	Melastomataceae	<i>Memecylon perditum</i> R.D. Stone
256	Melastomataceae	<i>Memecylon planifolium</i> Jacq.-Fél.
257	Melastomataceae	<i>Memecylon</i> sp. 1
258	Melastomataceae	<i>Memecylon</i> sp. 2
259	Melastomataceae	<i>Memecylon</i> sp. 3
260	Melastomataceae	<i>Memecylon</i> sp. 4
261	Melastomataceae	<i>Memecylon</i> cf. <i>rubiflorum</i> Jacq.-Fél.
262	Melastomataceae	<i>Tristemma</i> sp. 3
263	Melastomataceae	<i>Tristemma mauritianum</i> J.F. Gmel.
264	Melastomataceae	<i>Tristemma</i> sp. 1
265	Melastomataceae	<i>Tristemma</i> sp. 2
266	Melastomataceae	<i>Warneckea</i> sp. 1
267	Melastomataceae	<i>Warneckea</i> sp. 2
268	Meliaceae	<i>Malleastrum</i> sp.
269	Menispermaceae	<i>Burasaia madagascariensis</i> DC.
270	Menispermaceae	Menispermaceae sp. 1
271	Menispermaceae	<i>Strychnopsis thouarsii</i> Baill.
272	Menispermaceae	<i>Triclisia jumelliana</i> Diels

Num	Famille	Taxa
273	Monimiaceae	<i>Ehippiandra madagascariensis</i> (Danguy) Lorence
274	Monimiaceae	<i>Tambourissa madagascariensis</i> Cavaco
275	Monimiaceae	<i>Tambourissa rakotozafyi</i> Lorence & Jérémie
276	Monimiaceae	<i>Tambourissa thouvenotii</i> Danguy
277	Monimiaceae	<i>Tambourissa trichophylla</i> Baker
278	Moraceae	<i>Ficus bivalvata</i> H. Perrier
279	Moraceae	<i>Ficus politoria</i> Lam.
280	Moraceae	<i>Ficus polyphlebia</i> Baker
281	Moraceae	<i>Ficus reflexa</i> Thunb.
282	Moraceae	<i>Ficus</i> sp. 1
283	Moraceae	<i>Ficus</i> sp. 2
284	Moraceae	<i>Ficus tiliifolia</i> Baker
285	Moraceae	<i>Streblus dimepate</i> (Bureau) C.C. Berg
286	Moraceae	<i>Streblus</i> sp. 1
287	Moraceae	<i>Streblus mauritanus</i> (Jacq.) Blume
288	Moraceae	<i>Trilepisium madagascariense</i> DC.
289	Moraceae	<i>Trophis montana</i> (Leandri) C.C. Berg
290	Myristicaceae	<i>Mauloutchia chapelieri</i> (Baill.) Warb.
291	Myrtaceae	<i>Eugenia quillotii</i> Hochr.
292	Myrtaceae	<i>Eugenia schatzii</i> J.S. Mill.
293	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 1
294	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 2
295	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 3
296	Myrtaceae	<i>Syzygium condensatum</i> (Baker) Labat & G.E. Schatz
297	Myrtaceae	<i>Syzygium emirnense</i> (Baker) Labat & G.E. Schatz
298	Myrtaceae	<i>Syzygium</i> sp. 1
299	Myrtaceae	<i>Syzygium</i> sp. 2
300	Myrtaceae	<i>Syzygium</i> sp. 3
301	Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott
302	Oleaceae	<i>Jasminium</i> sp.
303	Oleandraceae	<i>Oleandra distenta</i> Kunze
304	Orchidaceae	Orchidaceae sp. 1
305	Orchidaceae	Orchidaceae sp. 2
306	Pandanaceae	<i>Pandanus alveolatus</i> Huynh
307	Pandanaceae	<i>Pandanus bipyramidatus</i> Martelli
308	Pandanaceae	<i>Pandanus humberitii</i> Laivao Callm. & Buerki
309	Pandanaceae	<i>Pandanus linguiformis</i> B.C. Stone
310	Pandanaceae	<i>Pandanus pseudobathiei</i> Pic. Serm.
311	Pandanaceae	<i>Pandanus pseudocollinus</i> Pic. Serm.
312	Pandanaceae	<i>Pandanus pygmaeus</i> Thouars
313	Pandanaceae	<i>Pandanus linguiformis</i> B.C. Stone
314	Pandanaceae	<i>Pandanus tabellarius</i> Huynh
315	Passifloraceae	<i>Paropsia edulis</i> Noronha ex Thouars
316	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus humberitii</i> (Leandri) Petra Hoffm. & McPherson
317	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus lichenisilvae</i> (Leandri) Petra Hoffm. & McPherson
318	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> sp. 1
319	Phyllanthaceae	<i>Uapaca densifolia</i> Baker
320	Phyllanthaceae	<i>Uapaca littoralis</i> Denis
321	Phyllanthaceae	<i>Uapaca louvelii</i> Denis
322	Phyllanthaceae	<i>Uapaca</i> sp. 1
323	Phyllanthaceae	<i>Uapaca thouarsii</i> Baill.
324	Physenaceae	<i>Physena madagascariensis</i> Thouars ex Tul.
325	Piperaceae	<i>Peperomia robusta</i> G. Mathieu
326	Piperaceae	<i>Peperomia rotundilimba</i> C. DC.
327	Piperaceae	<i>Peperomia terebinthina</i> G. Mathieu
328	Piperaceae	<i>Peperomia truncicola</i> C. DC.
329	Piperaceae	<i>Piper capense</i> L. f.
330	Piperaceae	<i>Piper pachyphyllum</i> Baker
331	Piperaceae	<i>Piper umbellatum</i> L.
332	Pittosporaceae	<i>Pittosporum verticillatum</i> Bojer
333	Poaceae	<i>Dendrocalamus</i> aff. <i>strictus</i> (Roxb.) Nees
334	Poaceae	<i>Leptaspis zeylanica</i> Nees
335	Poaceae	<i>Nastus elongatus</i> A. Camus
336	Poaceae	<i>Nastus</i> sp. 1
337	Poaceae	<i>Nastus</i> sp. 2
338	Poaceae	<i>Panicum subalbidum</i> Kunth
339	Poaceae	Poaceae sp.
340	Poaceae	<i>Valiha diffusa</i> S. Dransf.

Num	Famille	Taxa
341	Podocarpaceae	<i>Podocarpus madagascariensis</i> Baker
342	Polypodiaceae	<i>Pyrosia lanceolata</i> (L.) Farw.
343	Primulaceae	<i>Monoporus</i> aff. <i>spathulatus</i> Mez
344	Primulaceae	<i>Monoporus clusifolius</i> H. Perrier
345	Primulaceae	<i>Oncostemum</i> sp. 1
346	Primulaceae	<i>Oncostemum</i> sp. 2
347	Primulaceae	<i>Oncostemum</i> sp. 3
348	Primulaceae	<i>Oncostemum</i> sp. 4
349	Primulaceae	<i>Oncostemum</i> sp. 5
350	Primulaceae	Primulaceae sp. 1
351	Proteaceae	<i>Dilobeia thouarsii</i> Roem. & Schult.
352	Pteridaceae	<i>Adiantum phanerophlebium</i> (Baker) C. Chr.
353	Pteridaceae	Pteridaceae sp. 1
354	Pteridaceae	Pteridaceae sp. 2
355	Pteridaceae	<i>Pteris remotipinna</i> Bonap.
356	Pteridaceae	<i>Pteris</i> sp.
357	Rhamnaceae	<i>Gouania tiliifolia</i> subsp. <i>glandulosa</i> (Boivin ex Tul.) Buerki, Phillipson & Callm.
358	Rhizophoraceae	<i>Macarisia pyramidata</i> Thouars
359	Rubiaceae	<i>Antirhea borbonica</i> J.F. Gmel. var. <i>borbonica</i>
360	Rubiaceae	<i>Chassalia</i> sp. 1
361	Rubiaceae	<i>Coffea leroyi</i> A.P. Davis
362	Rubiaceae	<i>Coffea pustulata</i> A.P. Davis & Rakotonas.
363	Rubiaceae	<i>Coffea tricalysioides</i> J.-F. Leroy
364	Rubiaceae	<i>Danais</i> sp. 1
365	Rubiaceae	<i>Danais tsaratananensis</i> Homolle
366	Rubiaceae	<i>Gaertnera macrostipula</i> Baker
367	Rubiaceae	<i>Gaertnera obovata</i> Baker
368	Rubiaceae	<i>Gaertnera</i> sp. 1
369	Rubiaceae	<i>Gaertnera</i> sp. 2
370	Rubiaceae	<i>Ixora clandestina</i> De Block
371	Rubiaceae	<i>Ixora crassipes</i> Boivin ex De Block
372	Rubiaceae	<i>Ixora cremixora</i> Drake
373	Rubiaceae	<i>Ixora</i> sp.
374	Rubiaceae	<i>Paracarpalea kirondron</i> (Baill.) Razafim., Ferm, B. Bremer & Kårehed
375	Rubiaceae	<i>Peponidium marojejense</i> (Cavaco) Razafim., Lantz & B. Bremer
376	Rubiaceae	<i>Psychotria deflexiflora</i> C.M. Taylor
377	Rubiaceae	<i>Psychotria homolleae</i> Bremek.
378	Rubiaceae	<i>Psychotria marojejensis</i> Bremek.
379	Rubiaceae	<i>Psychotria paradoxalis</i> (Bremek.) A.P. Davis & Govaerts
380	Rubiaceae	<i>Psychotria cephaloides</i> A.P. Davis & Govaerts
381	Rubiaceae	<i>Psychotria parkeri</i> Baker
382	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.
383	Rubiaceae	<i>Razafimandimbisonia humblotii</i> (Drake) Kainul. & B. Bremer
384	Rubiaceae	Rubiaceae sp. 1
385	Rubiaceae	Rubiaceae sp. 2
386	Rubiaceae	Rubiaceae sp. 3
387	Rubiaceae	<i>Sabicea diversifolia</i> Pers.
388	Rubiaceae	<i>Sabicea marojejensis</i> Razafim. & J.S. Mill.
389	Rubiaceae	<i>Schismatoclada rubra</i> Homolle
390	Rubiaceae	<i>Tricalysia</i> aff. <i>ambrensis</i> Randriamb. & De Block
391	Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> L.
392	Rutaceae	<i>Vepris ampody</i> H. Perrier
393	Rutaceae	<i>Vepris</i> sp. 1
394	Salicaceae	<i>Calantica cerasifolia</i> (Vent.) Tul.
395	Salicaceae	<i>Homalium cauliflorum</i> H. Perrier
396	Salicaceae	<i>Homalium planiflorum</i> (Boivin ex Tul.) Baill.
397	Salicaceae	<i>Homalium</i> sp. 1
398	Salicaceae	<i>Homalium</i> sp. 2
399	Salicaceae	<i>Homalium</i> sp. 3
400	Salicaceae	<i>Homalium</i> sp. 4
401	Salicaceae	<i>Homalium oppositifolium</i> (Tul.) Baill.
402	Salicaceae	Salicaceae sp. 1
403	Salicaceae	<i>Tisonia coriacea</i> Scott Elliot
404	Sapindaceae	<i>Allophylus masoalensis</i> Capuron ex Gereau & G.E. Schatz
405	Sapindaceae	<i>Plagioscyphus jumellei</i> (Choux) Capuron
406	Sapindaceae	Sapindaceae sp. 1
407	Sapindaceae	<i>Tina</i> aff. <i>urschii</i> (Capuron) Callm. & Buerki
408	Sapindaceae	<i>Tina chapelieriana</i> (Cambess.) Kalkman

Num	Famille	Taxa
409	Sapindaceae	<i>Tina thouarsiana</i> (Cambess.) Capuron
410	Sapotaceae	<i>Faucherea</i> sp. 1
411	Sapotaceae	<i>Faucherea parvifolia</i> Lecomte
412	Sapotaceae	<i>Gambeya boiviniana</i> Pierre
413	Sapotaceae	<i>Labramia costata</i> (M.M. Hartog ex Baill.) Aubrév.
414	Sapotaceae	<i>Mimusops ankaibeensis</i> Capuron ex Aubrév.
415	Sarcolaenaceae	<i>Sarcolaena multiflora</i> Thouars
416	Sarcolaenaceae	<i>Xyloolaena richardii</i> (Baill.) Baill.
417	Smilacaceae	<i>Smilax anceps</i> Willd.
418	Sphaerosepalaceae	<i>Rhopalocarpus macrorhamnifolius</i> Capuron
419	Strelitzeaceae	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.
420	Thymeleaceae	<i>Stephanodaphne geminata</i> H. Perrier ex Leandri
421	Violaceae	<i>Rinorea arborea</i> (Thouars) Baill.
422	Violaceae	<i>Rinorea longipes</i> (Tul.) Baill.
423	Vitaceae	<i>Leea guineensis</i> G. Don
424	Zingiberaceae	<i>Aframomum angustifolium</i> (Sonn.) K. Schum.