

Zeitschrift: Boissiera : mémoires de botanique systématique
Herausgeber: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève
Band: 59 (2002)

Artikel: Description de la Réserve Spéciale de Manongarivo, Madagascar
Autor: Gautier, Laurent / Goodman, Steven M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-895403>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Chapitre 2. Description de la Réserve Spéciale de Manongarivo, Madagascar.

LAURENT GAUTIER & STEVEN M. GOODMAN

RÉSUMÉ

GAUTIER, L. & S. M. GOODMAN (2002). Description de la Réserve Spéciale de Manongarivo, Madagascar. *Boissiera* 59: 21-40.

Le massif de Manongarivo est situé dans le nord-ouest de Madagascar, à une trentaine de kilomètres au sud de la ville d'Ambanja. Il culmine à 1876 m et est constitué d'intrusions volcaniques entourées d'une auréole sédimentaire. Le climat y est humide, avec des précipitations moins abondantes d'avril à octobre. De nombreux cours d'eau prennent naissance dans le massif dans toutes les directions, et en particulier vers le sud au climat plus contrasté. La végétation est essentiellement constituée de forêts dont le type varie de la forêt dense ombrophile de basse altitude, en passant par de la forêt de montagne pour devenir une végétation sclérophylle éricoïde basse sur le point culminant. Dans cette région de Madagascar, particulièrement dans les zones de basse altitude, le peuplement humain est ancien et remonte au moins à 900 ans. L'impact humain s'est intensifié induisant une déforestation par les pratiques agricoles. Malgré la mise en défens d'une importante partie du massif par la création de la Réserve Spéciale de Manongarivo en 1956, la progression de la déforestation continue. Néanmoins, la plupart des pentes au-dessus de 600 m sont encore intactes. L'intérêt de cette réserve pour la compréhension de la biogéographie de Madagascar réside dans sa position clé aux confins des domaines phytogéographiques du Centre, du Sambirano et de l'Ouest.

ABRIDGED ENGLISH VERSION

GAUTIER, L. & S. M. GOODMAN (2002). Description of the Réserve Spéciale de Manongarivo, Madagascar. *Boissiera* 59: 21-40.

The Manongarivo Massif, which has its summit at 1876 m, is located about 30 km to the south of Ambanja. Geologically the mountain is formed from volcanic intrusions surrounded by a ring of sedimentary rock. The massif represents the western limit of a mountain complex that spans much of northern Madagascar and includes the important peaks of Tsaratanana (2876 m) and Marojejy (2133 m). A crest above 1000 m in elevation links the Manongarivo Massif to other mountains in this northern highland complex, and this crest forms the watersheds of the Sambirano and Sandrakota rivers draining towards the northwest and southwest, respectively.

The vegetation structure of the massif is a type of lowland rainforest that grades into montane forest at slightly higher elevations and finally terminates in a sclerophyllous ericoid plant community in the summital zone. The climate is humid with less precipitation falling during the months of April to October than during the other portions of the year.

On the basis of its extraordinary phytogeographic features, as a zone of transition between the Central, Sambirano, and Western Domains, the Manongarivo Massif was declared a Réserve Spéciale (RS) on 20 February 1956 (Decree No. 56-208). In principal, the protection of the area is total and it is forbidden to burn, cut, till, hunt, fish, or extract any natural products from the reserve. A portion of the western lowland side of the mountain that had

been largely destroyed as a result of slash-and-burn agriculture (*tavy*) was removed from the reserve on the basis of a boundary revision in 1977, thus reducing the protected area to 36,950 ha. Recently, the RS de Manongarivo was classified by a group of nearly 100 scientists gathered to assess conservation priorities as one of the “exceptional priorities” on the island.

In this chapter details are presented on the geology, topography, hydrogeography, climate, vegetation, biogeography, and human impact of the RS de Manongarivo and surrounding areas. This zone, particularly lowland areas, has been occupied by humans for at least 900 years and one of the earliest known large settlements on Madagascar, Mahilaka, dating from the 11th- to 14th-centuries, is at the foot of the massif. With its rich soils the region is agriculturally prosperous and produces important quantities of coffee, cacao, etc. The principal ongoing threat to the reserve is slash-and-burn agriculture largely for rice, but also exploitation of construction wood and production of charcoal continue to reduce the natural forests of the region. These pressures are largely confined to lowland areas and the forested slopes above 600 m remain largely intact.

KEY-WORDS: Réserve Spéciale de Manongarivo – Description – Madagascar.

Le Massif de Manongarivo

Situé au sud-ouest de la province d’Antsiranana, à une trentaine de kilomètres au sud de la ville d’Ambanja, le massif de Manongarivo culmine à 1876 m et représente le contrefort occidental de la zone de montagnes qui occupe la partie centrale du nord de l’île et qui comprend des massifs importants comme celui du Marojejy (2133 m) et du Tsaratanana (2876 m). Il est connecté à celle-ci par une crête d’altitude supérieure à 1000 m qui constitue la limite des bassins versants du Sambirano et de la Sandrakota. Au nord-ouest, la formation orographique auquel il appartient se prolonge par la presque île d’Ampasindava qui s’enfonce dans le canal du Mozambique (fig. 2-1).

Placé dans une situation biogéographiquement importante aux confins des domaines du Centre, du Sambirano et de l’Ouest (HUMBERT, 1965), il a suscité l’intérêt des naturalistes de l’époque coloniale qui y ont implanté un réseau de Forêts Classées pour protéger ce que Perrier de la Bâthie considérait comme un des plus beaux vestiges de la forêt qui peuplait autrefois l’ensemble des hauts plateaux du centre de Madagascar (JUMELLE & PERRIER DE LA BÂTHIE, 1910). Cette démarche débouchera finalement sur le transfert d’une importante partie du massif au statut de Réserve Spéciale (RS) le 20 février 1956 (Décret N° 56-208). En principe, la protection y est totale: la mise à feu, le défrichement, la culture du sol, le pâturage, la chasse, la pêche, la récolte de produits naturels et l’extraction de matériaux de toute nature y sont interdits (NICOLL & LANGRAND, 1989). Lors d’une révision des limites en 1977, la RS de Manongarivo a été amputée d’une partie des zones de basse altitude de son piedmont occidental, vouées à la pratique de la riziculture itinérante sur brûlis (*tavy*). Sa superficie est actuellement de 36.950 ha (C. Chatelain, com. pers.). Elle s’inscrit dans un carré d’une trentaine de kilomètres de côté, entre 13°52’ et 14°09’S et entre 48°14’ et 48°29’E. Elle a été récemment classée dans les zones représentant une biodiversité ayant une “priorité exceptionnelle” par un groupe d’une centaine de scientifiques réunis pour définir les priorités en matière de conservation à Madagascar (HANNAH & al., 1998).

Au-delà de la conservation des espèces et des milieux, l’importance de cette réserve est accrue par le fait qu’elle représente également un véritable château d’eau pour plusieurs bassins versants et tout particulièrement ceux de la rivière Manongarivo et de l’Andranomalaza, qui s’écoulent vers le sud-ouest en direction de régions à pluviométrie beaucoup plus faible et contrastée. La végétation forestière qu’elle abrite tamponne considérablement les variations

saisonnnières du régime hydrique en assurant une disponibilité en eau tout au long de l'année, capitale pour les populations en aval.

Géologie (d'après DONNOT, 1963)

Le cœur du massif du Manongarivo est constitué de chaînes syénitiques, granitiques et trachytiques, d'origine essentiellement éruptive de type sub-volcanique. L'ensemble éruptif présente une morphologie particulière dominée par des entablements et des escarpements successifs. Il comprend deux appareils éruptifs juxtaposés: celui du Bekolosy-Andaimpotsy qui est le principal et le plus central et celui de l'Antsatrotro qui est adventif. Le premier a une forme elliptique de grand axe NE-SW d'environ 20 Km, il est bien souligné par les deux arcs montagneux du Bekolosy d'une part et de l'Andaimpotsy et de l'Antsiefondroka d'autre part. Le second a la forme d'un fer à cheval de grand axe NNW-SSE d'environ 12 Km de long avec une concavité tournée vers le NNW.

Cet ensemble éruptif est généralement entouré par une auréole sédimentaire de grès de l'Isalo: Isalo mixtes à l'ouest du Bekolosy et Isalo inférieur probable sur la bordure orientale du massif, très élevée. Toutefois, dans la partie méridionale (bassin de l'Andranomalaza), il se prolonge par des hauts plateaux cristallins et basaltiques. Le cristallin en bordure des intrusions est composé de migmatites à quartz parfois rare avec biotites, amphibole et hypersthène. Les coulées basaltiques sont composées de basaltes à olivine, de tufs très fins rouge sang à quartz détritique et de brèches à blocs de cristallin.

Relief, Hydrographie (fig. 2-2)

La partie centrale du massif, qui constitue la frange sud-est de la réserve se présente sous la forme d'un vaste plateau d'une altitude comprise entre 1100 et 1600 m (fig. 2-3) où prennent naissance l'Andranomalaza, qui se jette dans la mer à Maromandia, et l'Antasahabe, affluent droit de la Sandrakota. Au nord-est, une crête d'altitude avoisinant les 1700 m sépare ces bassins versants de celui du Sambirano. Plusieurs affluents gauche de ce fleuve y ont leur source, le plus important étant l'Ambahatra (fig. 2-4) qui indente profondément le massif en sortant de la réserve à une altitude de 100 m. Le nord-ouest du massif est tributaire de la Djangoa qui coule vers le nord-ouest pour se jeter dans la baie d'Ampasindava. Son bassin versant est séparé de celui de l'Ambahatra à l'est par la crête de l'Andilandrano et de celui de la Manongarivo au sud-ouest par une crête comportant comme points culminants l'Andaimpotsy (1498 m) et l'Antsiefondroka (1625 m). Le bassin versant de la Manongarivo occupe plus de la moitié de la superficie de la réserve, au centre et à l'ouest, ainsi qu'au sud-ouest avec son affluent gauche l'Antsahankolana. Séparé du cœur du massif par une crête l'altitude dépassant en plusieurs points les 1800 m, le bassin versant de la Manongarivo est profondément entaillé par de nombreux torrents qui se rejoignent pour former la rivière Manongarivo. Celle-ci coule en direction de l'ouest au fond d'une gorge étroite (fig. 2-5) et sort du massif vers une altitude de 100 m. Elle oblique ensuite vers la gauche en direction du sud, contournant le massif granitique du Bekolosy qui culmine à 1487 m (fig. 2-6). Elle laisse à sa droite le Maromiandra (883 m) et passe par les villages de Beraty et d'Analanantsoa où elle est rejointe par l'Antsahankolana avant de poursuivre son cours vers le sud-ouest pour rejoindre l'Andranomalaza à Maromandia tout près de son exutoire à la mer. Le bassin versant de l'Antsahankolana (fig. 2-7) draine le sud-ouest de la réserve et est séparé de celui du cours supérieur de la Manongarivo par une crête qui part du Bekolosy en direction de l'est vers une altitude comprise entre 1100 et 1300 m, avant de monter jusqu'au point coté 1869 m. La tête du bassin versant est close par un cirque aux pentes exceptionnellement abruptes avec des falaises imposantes. La crête passe par les points cotés 1869 m; 1803 m; 1723 m et enfin par le point culminant de la réserve, le cône volcanique de l'Antsatrotro dont le sommet atteint

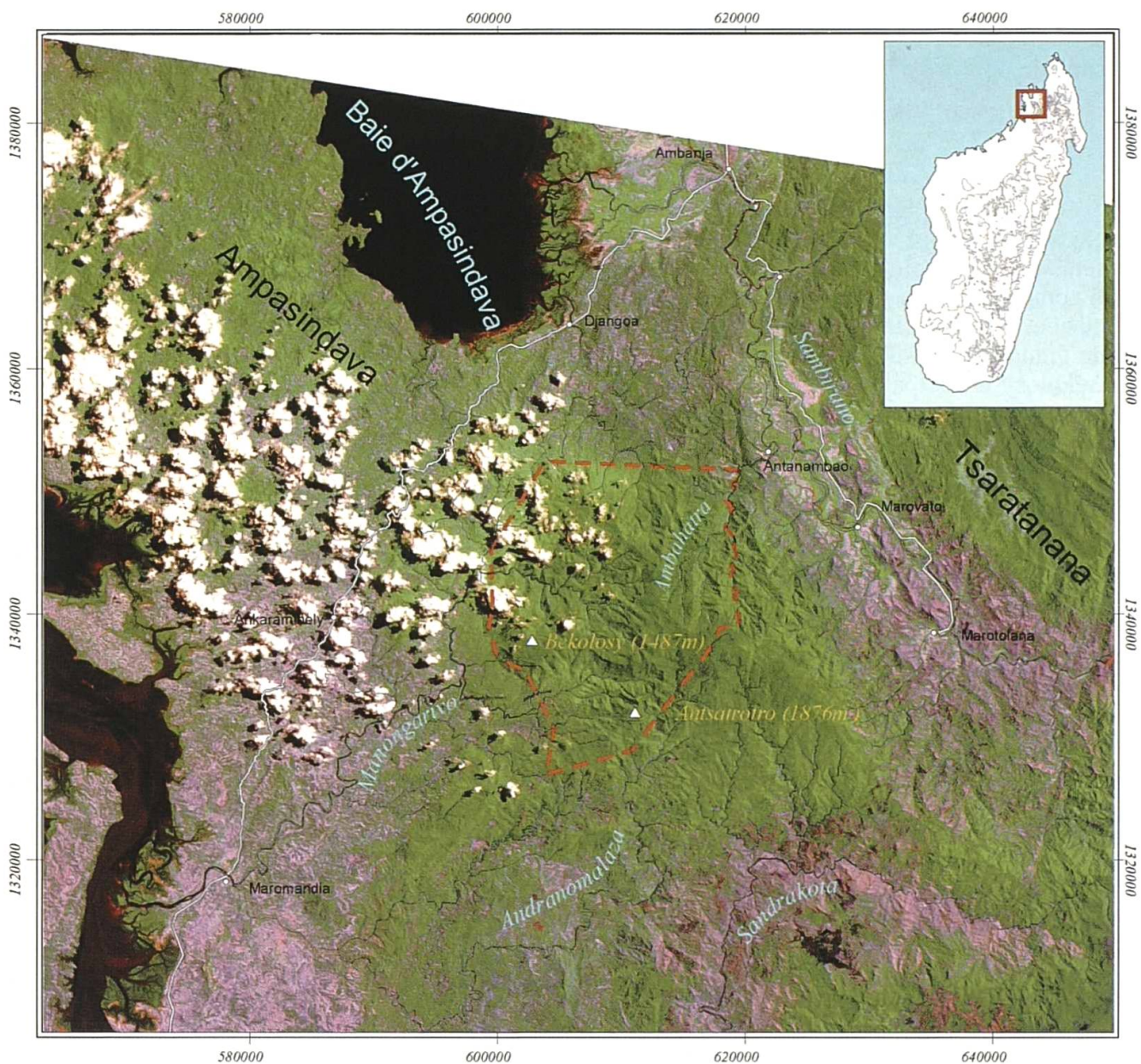


Fig. 2-1. – Situation du massif de Manongarivo avec limite de la Réserve Spéciale représentée sur l'image satellite Landsat ETM 159/70, 17.09.2000. — Location of the Manongarivo Massif showing the boundaries of the Réserve Spéciale on Landsat ETM 159/70, 17.09.2000 image. [carte: C. Chatelain].

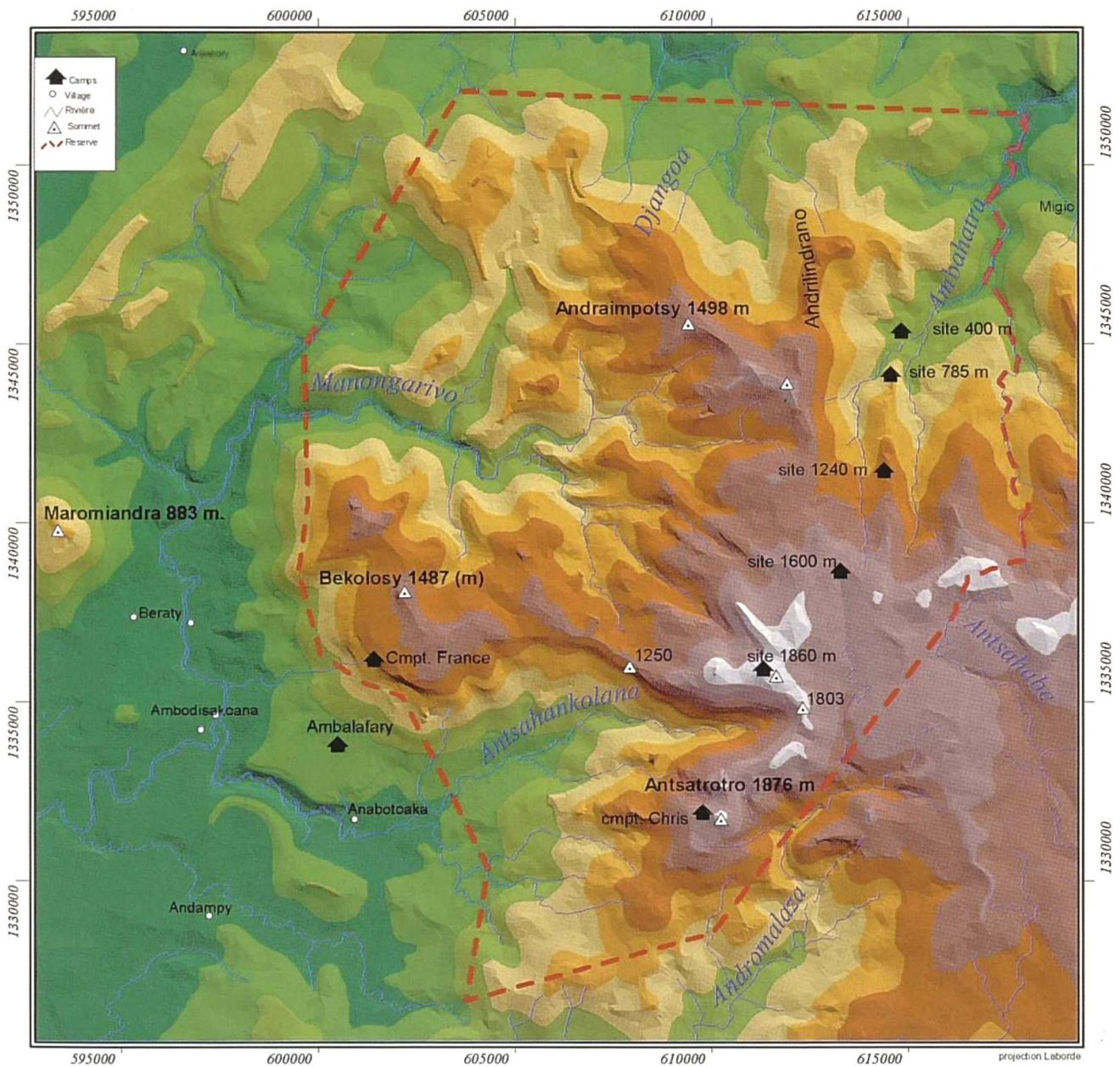


Fig. 2-2. – Relief et hydrographie du massif de Manongarivo, avec emplacement des principaux campements. — *Relief and hydrography of the Manongarivo Massif, with location of main camp sites.* [carte: C. Chatelain].

1876 m (fig. 2-8). De là, la séparation avec le bassin versant de l'Andranomalaza prend la forme d'une crête bosselée qui descend vers le sud-ouest.

Climat

En l'absence de station météorologique dans la réserve, on en est réduit à se référer aux données des stations d'Ambanja (30 Km au Nord) et de Hell-Ville sur l'île de Nosy Be (65 Km au nord) (tableau 2-1), situées toutes deux à des altitudes voisines du niveau de la mer. Ces données font apparaître une température moyenne de l'ordre de 26°C et des précipitations annuelles de 2096 mm répartis sur 121 jours de pluie pour Ambanja et de 2356 mm répartis sur 173 jours de pluie pour Hell-Ville. La saison des pluies est dans les deux cas centrée sur le mois de janvier. Seul le mois de juillet peut être considéré comme sec à Hell-Ville tandis que les données d'Ambanja font apparaître une saison sèche de juin à septembre.

Cette exception au sein des climats généralement plus secs et plus contrastés du versant occidental de l'île trouve son explication dans l'orographie de la partie nord de Madagascar, et en particulier dans la position du massif du Tsaratanana: les alizés sont déviés et atteignent la côte occidentale de l'île sur une largeur d'environ 100 Km (HUMBERT, 1965; DONQUE, 1972), de part et d'autre du massif de Manongarivo. En conséquence, cette région reçoit également des quantités appréciables de précipitations en dehors de la période de mousson, réduisant la durée et l'intensité de la saison sèche. Ce climat peut donc être considéré comme tropical chaud et humide. Si l'on se réfère au carton des bioclimats (LEGRIS & BLASCO, 1965) qui accompagne la feuille "Baie d'Ampasindava" de la carte du tapis végétal de Madagascar, il paraît raisonnable d'avancer que ce climat (entre 3 et 4 mois secs; $P > 2000$ mm; température moyenne du mois le plus frais $\geq 20^\circ\text{C}$) prévaut également au piedmont du massif de Manongarivo, du moins sur le versant du Sambirano, le versant occidental étant probablement plus sec. Dans le massif, l'effet de l'altitude fait baisser la température moyenne du mois le plus frais en-dessous de 20°C , puis de 15°C et diminue le nombre de mois secs par une baisse de l'évapotranspiration et l'existence de précipitations occultes.

RAND (1936, p. 196), qui a travaillé dans la forêt à proximité d'Andampy dans le piedmont sud du massif entre le 16 et le 28 janvier 1931 a noté les observations suivantes:

"Here we experienced really hard rains for the first time. It poured. The tent was useless. Everything was flooded, and the little streams near the village showed signs of having risen from three to five meters above their usual level... the natives said that probably the hard rains had just started."

Au cours des missions menées dans le massif en octobre/novembre 1998 et en février/mars 1999 (voir plus de détail sur le déroulement de ces missions dans le chapitre précédent) nous avons enregistré les températures minimale et maximale ainsi que les précipitations (tableau 2-2). Comme on peut s'y attendre, on note une nette diminution de la moyenne des températures minimales journalières avec l'augmentation de l'altitude: de $19,2^\circ\text{C}$ à 400 m jusqu'à $9,2^\circ\text{C}$ à 1600 m en 1998 et de $19,0^\circ\text{C}$ à 785 m jusqu'à $13,6^\circ\text{C}$ à 1600 m en 1999. Au cours de la mission de 1998, le site à 400 m a été étudié après celui à 1600 m et l'ordre d'acquisition des données est donc différent. Durant la mission de 1999, la moyenne des températures maximales journalières à 1240 m a été supérieure à celle de 785 m, avec quatre des huit mesures à 1240 m atteignant 26 à 27°C .

La comparaison des données de température des sites étudiés lors des deux missions démontre un accroissement clair de la température journalière minimale avec l'avancement de la saison des pluies. Pour chaque site, la moyenne de ces minima journaliers est au moins 2°C supérieure lors de la seconde mission. La température la plus froide enregistrée pendant la mission de fin 1998 à 1600 m s'est vue augmentée de 4°C en moyenne lors de la mission du début 1999. D'une manière générale, l'effet de la saison sur la moyenne des maxima journaliers est moins prononcé. Dans certains cas, cette valeur est même légèrement plus basse au début 1999 qu'à la

Tableau 2-1. – Données météorologiques de deux stations côtières à Ambanja et Nosy Be, entre 1951 et 1981 (Service Météorologique d'Antananarivo, cité dans RAHARIMALALA, 1991). Précipitations (mm), nombre de jours de pluie, température minimum (°C), température maximum (°C) et température moyenne (°C). — Meteorological data from two coastal weather stations, Ambanja and Nosy Be, between 1951 and 1981 (Service Météorologique d'Antananarivo, after RAHARIMALALA, 1991). Rainfall (mm), number of days per month with rain, minimum temperature (°C), maximum temperature (°C), and mean temperature (°C).

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	totaux
Ambanja (40 m)													
Pluviométrie (mm)	513,8	441,4	283,5	146,0	47,7	27,9	29,6	29,7	36,7	67,4	162,4	308,6	2094,7
Nombre de jours de pluies	19,9	18,5	15,7	10,7	4,4	3,8	4,7	4,5	5,0	6,0	11,0	16,4	120,6
Témperture minimum (°C)	22,1	22,3	22,4	21,8	20,4	18,4	17,2	17,2	18,8	20,4	21,7	22,2	
Témperture maximum (°C)	31,5	31,6	31,9	32,1	31,7	30,6	30,5	30,9	31,6	32,6	32,3	32,1	
Témpérature moyenne (°C)	26,8	27,0	27,2	27,0	26,0	24,5	23,9	24,0	25,2	26,2	27,0	27,1	26,0
Nosy Be (9 m)													
Pluviométrie (mm)	497,8	469,6	318,6	157,2	68,8	43,0	38,8	41,4	45,3	67,2	155,2	351,6	2254,6
Nombre de jours de pluies	24,1	22,6	20,9	14,7	9,7	7,5	7,4	8,5	9,4	11,1	15,4	21,4	172,7
Témperture minimum (°C)	22,7	22,8	22,9	22,5	21,1	19,2	18,3	18,2	19,3	20,0	22,1	22,6	
Témperture maximum (°C)	30,8	30,8	31,4	31,6	30,8	29,6	29,3	29,5	30,6	31,6	31,8	31,3	
Témpérature moyenne (°C)	26,8	26,8	27,2	27,1	25,9	24,4	23,8	23,8	24,9	26,2	26,9	26,9	25,9



Fig. 2-3. – La partie centrale du massif: un vaste plateau entre 1100 et 1600 m d'altitude. *The central part of the massif consists of a vast plateau between 1100 and 1600 m of elevation.* [photo L. Gautier].

Fig. 2-4. – Bassin versant de l'Ambahatra. — *Ambahatra watershed.* [photo L. Gautier].

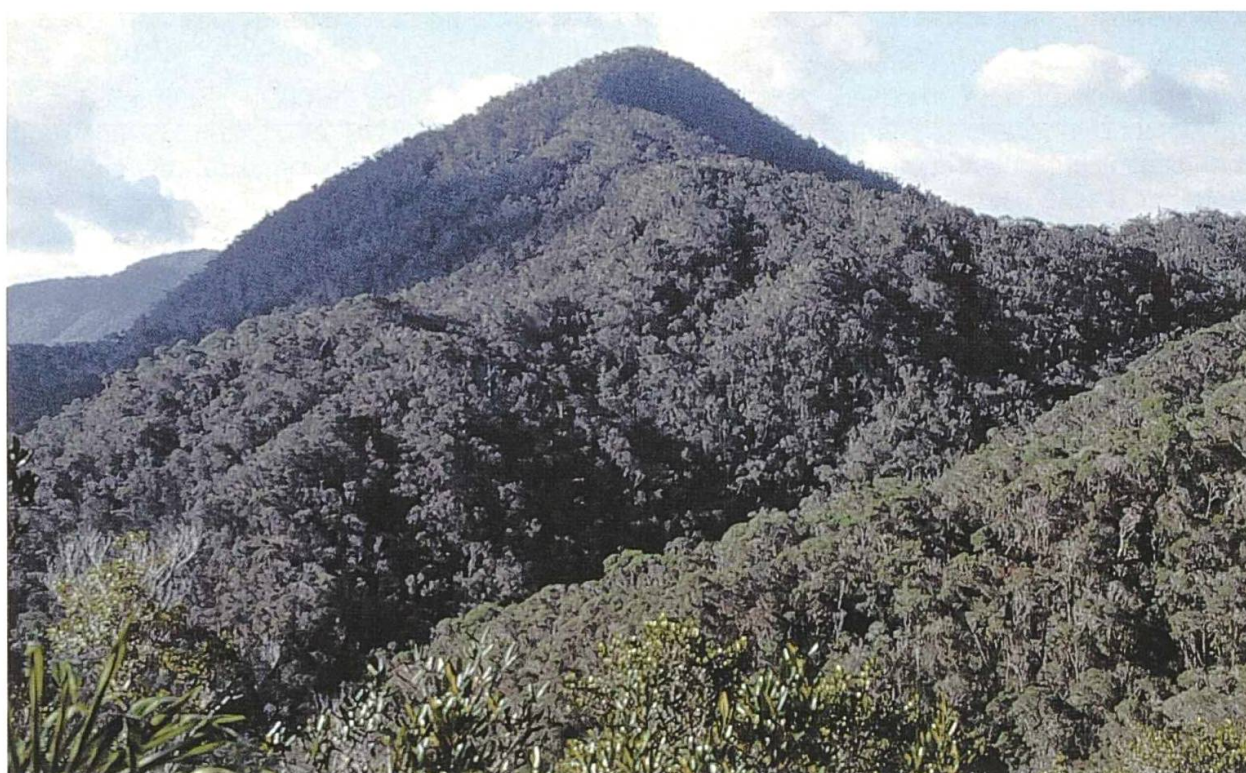


Fig. 2-5. – Le cours moyen de la rivière Manongarivo à une altitude de 310 m. — *The central portion of the Manongarivo River at 310 m elevation.* [photo L. Gautier].

Fig. 2-6. – Le sommet du Bekolosy (1487 m). *The summit of Bekolosy (1487 m).* [photo L. Gautier].

Tableau 2-2. – Résumé des températures minimales et maximales, et des précipitations enregistrées au cours des missions de fin 1998 et début 1999 dans la RS de Manongarivo. — Summary of minimum and maximum temperatures and precipitation during the late 1998 and early 1999 expeditions to the RS de Manongarivo.

Durée des mesures à chaque site <i>Periods of measurement at each site</i>		Temp. (°C)* Minimale <i>Temp. (°C)* Minimum</i>	Temp. (°C)* Maximale <i>Temp. (°C)* Maximum</i>	Précipitations (mm) + <i>Rainfall (mm)+</i>
400 m	8 - 13 nov. 1998	6 / 17-20 19,2 ± 1,07	5 / 32-34 32,8 ± 0,75	0
785 m	9 - 17 oct. 1998	9 / 15-18 16,9 ± 1,09	9 / 23-26 24,6 ± 1,07	1 / 0,7
	28 fév.- 6 mars 1999	6 / 17-21 19,0 ± 1,53	6 / 23-25 24,2 ± 0,83	5 / 5,0-41,4 21,9 ± 15,84
1240 m	18 - 26 oct. 1998	9 / 14-16 14,9 ± 0,57	9 / 20-26 23,8 ± 1,98	1 / 0,2
	7 - 15 mars 1999	8 / 15-18 17,1 ± 1,17	8 / 22-27 25,1 ± 1,69	8 / 5,0-35,0 14,4 ± 8,50
1600 m	27 oct. -7 nov. 1998	11 / 7-13 9,8 ± 1,80	11 / 20-28 22,9 ± 2,15	1 / 0,2
	16 - 23 mars 1999	8 / 12-15 13,6 ± 0,86	8 / 19-26 21,6 ± 2,34	8 / 12,0-83,0 33,8 ± 25,6

* Les données sont présentées dans l'ordre suivant: nombre de mesures / amplitude des valeurs et moyenne ± déviation standard.
+ Les données sont présentées dans l'ordre suivant: nombre de jours de pluie / amplitude des valeurs et moyenne ± déviation standard.
* Data are presented as number of records / range, and mean ± standard deviation.
+ Data are presented as number of days with rain / range, and mean ± standard deviation.

fin 1998. Ceci pourrait être dû à l'effet de la couverture nuageuse et aux importantes précipitations de l'après-midi qui ont eu lieu régulièrement lors de la mission du début 1999 et qui ont vraisemblablement limité l'élévation de la température au cours de la journée.

La pluie est tombée pratiquement chaque jour lors de la mission de 1999: plus de 80% des jours à 785 m et 100% des jours à 1240 et à 1600 m. A très peu d'exceptions près, les précipitations sont tombées en après-midi et en soirée. La hauteur de ces précipitations a été de 109,5 mm durant six jours au site à 785 m, de 115 mm en 8 jours au site à 1240 m et de 270,5 mm en 8 jours à 1600 m. Les pluies les plus fortes sont tombées à la fin mars avec 70 mm le 20 et 83 mm le 21. A titre de comparaison, les précipitations lors de la mission de fin 1998 ont été minimales, atteignant à peine une averse par site, avec jamais plus de 1 mm de pluie. Une importante rosée matinale a néanmoins été observée.

Physionomie de la végétation

Dans l'ensemble, la végétation de la RS de Manongarivo est essentiellement composée de forêts. Les données sur la superficie totale de l'aire protégée par tranche altitudinale sont présentées dans le tableau 2-3. Sur la base de ces données, la tranche altitudinale correspondant à la forêt dense ombrophile de basse altitude (<800 m) représente un peu plus de 28% de la superficie de la réserve, celle de la forêt dense humide de montagne (entre 800 et 1600 m) représente à peu près 60% et celle de la forêt d'altitude (entre 1600 et 1876 m) environ 11%. C'est la forêt dense ombrophile de basse altitude qui a le plus souffert de l'agriculture itinérante sur brûlis.

Tableau 2-3. – Superficie totale et pourcentage d'habitat naturel par tranche altitudinale dans la RS de Manongarivo (données fournies par l'Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées [ANGAP], Plan de Gestion du Réseau National des Aires Protégées). — Total area and percentage of natural habitat per altitudinal interval in the Réserve Spéciale de Manongarivo (data from Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées [ANGAP], Plan de Gestion du Réseau National des Aires Protégées).

	0-400 m	400-800 m	800-1200 m	1200-1600 m	1600-2000 m
Superficie totale par bande altitudinale (km ²)					
<i>Total area per altitudinal interval (km²)</i>	13,8	70,8	90,7	91,7	33,6
Habitat naturel par bande altitudinale (%)					
<i>Natural habitat per altitudinal interval (%)</i>	76,1	93,5	99,1	100,0	100,0

La forêt dense ombrophile de basse altitude présente une canopée fermée aux environs de 25 m avec quelques émergents pouvant atteindre 35, voire 40 m (fig. 2-9). Les lianes sont nombreuses et puissantes avec des diamètres dépassant souvent 10 cm à la base. Le sous-bois est relativement clair et la strate herbacée largement discontinue. Cette formation peut être rattachée à la série à *Sarcolaenaceae*, *Myristicaceae* et *Anthostema* de HUMBERT (1965).

Il faut également signaler la présence sur la rive gauche du cours moyen de l'Ambahatra d'une formation plus sèche sur colluvions grossiers, qui peut être assimilée à une forêt décidue (fig. 2-10).

Entre 800 et 1200 m, une transition commence à s'observer, particulièrement sur les portions convexes des crêtes et les sommets exposés. La canopée est moins fermée, les émergents disparaissent, les lianes deviennent moins importantes, le sous-bois tend à être plus dense et la strate herbacée devient localement abondante, composée souvent de bambous-lianes (*Cephalotachyum*, *Nastus*) et d'*Acanthaceae* (*Mimulopsis*). Sur les versants et les portions concaves des crêtes, la forêt reste du type ombrophile avec une haute stature.

En certains endroits, comme en amont de la chute de la rivière Bekolosy, des affleurements rocheux font apparaître une végétation saxicole (fig. 2-11) avec des *Cyperaceae* en touffes, *Aloe capitata* et diverses orchidées terrestres. Sur les surfaces rocheuses où l'eau suinte en saison des pluies, on trouvera parmi un tapis bryophytique: *Burmannia madagascariensis*, *Utricularia* spp., et d'autres épiphytes.

En dessus de 1200 m, la transformation de la forêt (réduction en taille, ouverture de la canopée, etc.) devient manifeste également sur les versants (fig. 2-12). On est ici de plain-pied dans le Domaine du Centre avec une formation qui se rattache à la Forêt à sous-bois herbacé de PERRIER DE LA BÂTHIE (1921) ou à la série à *Tambourissa-Weinmannia* de moyenne altitude de HUMBERT (1965). Les crêtes les plus exposées développent une végétation plus basse qu'on peut assimiler à la silve des lichens de PERRIER DE LA BÂTHIE (1921) (fig. 2-13) et on y observe une tendance à la sclérophylie dans les espèces de la strate arborée. Localement, les Usnées pendent en abondance et les troncs et les branches des arbres sont souvent lourdement chargés de mousses et de lichens, avec de nombreux phanérogames épiphytes (*Orchidaceae*, *Melastomataceae*), ainsi que des hémiparasites (*Bakerella* spp., *Viscum* spp.). Par endroits, la présence de fourrés éricoïdes bas avec des fougères comme *Pteridium aquilinum* ou *Dicranopteris linearis* peut vraisemblablement s'expliquer par l'action de la foudre. Au cœur du massif, vers 1500-1600 m, ces portions de crêtes très ouvertes prennent par endroit une telle importance qu'elles deviennent jointives au point d'apparaître sous forme de réseau sur les photographies

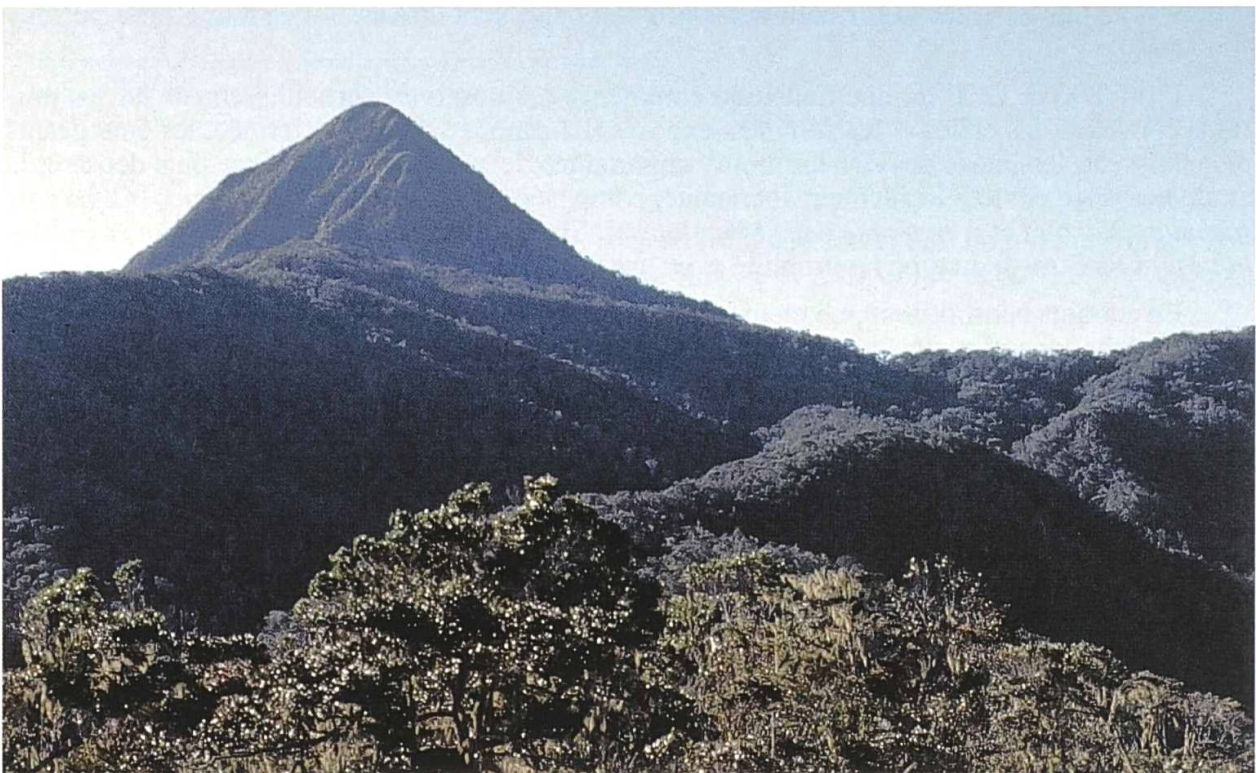
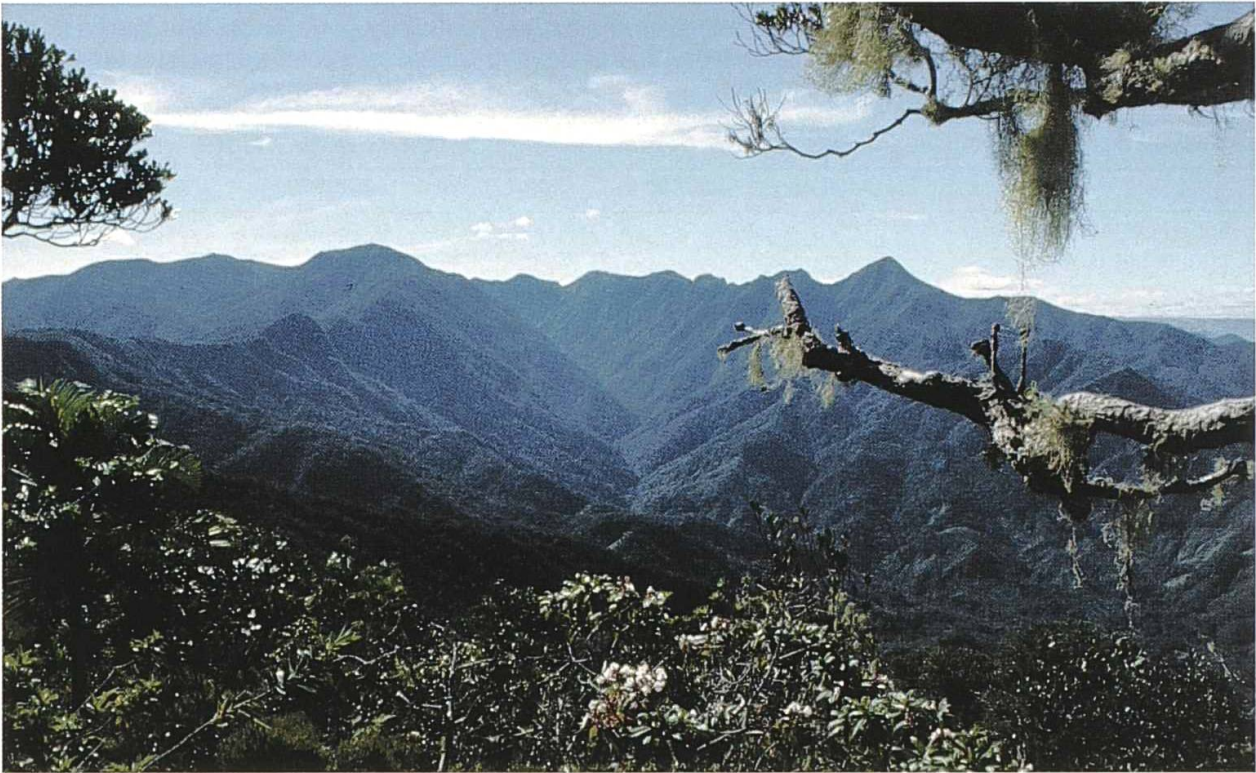


Fig. 2-7. – Bassin versant de l'Antsahankolany. — *Antsahankolany watershed*. [photo L. Gautier].

Fig. 2-8. – Le point culminant de la Réserve: l'Antsatrotro (1876 m). — *The highest peak in the reserve: Antsatrotro (1876 m)*. [photo L. Gautier].



Fig. 2-9. – Forêt dense ombrophile de basse altitude (bassin versant de l'Ambahatra, alt. 800 m). — *Lowland evergreen rain forest (Ambahatra watershed, 800 m elevation).* [photo L. Gautier].



Fig. 2-10. – Forêt décidue sur colluvions grossiers de la rive droite du cours moyen de l'Ambahatra, alt. 300 m. — *Deciduous forest found on rough colluvial deposits on the right-hand bank of Ambahatra River, at 300 m elevation.* [photo L. Gautier].

aériennes. Les bas de pente sont souvent encaissés et abritent de nombreuses fougères arborescentes. En certains endroits, comme à la source de l'Andranomalaza, le fond des vallons est au contraire relativement ouvert: les ruisseaux y coulent dans un entrelacs de bambous, entourés d'une ceinture de forêt naine à *Erica* spp.

Les deux endroits les plus élevés du massif de Manongarivo: le point côté 1869 m et le sommet de l'Antsatrotro (1876 m) abritent des formations très différentes l'une de l'autre. Sur le cône sommital de l'Antsatrotro on a affaire à une végétation sclérophylle basse (2 à 4 m) et dense qui correspond à la Broussaille éricoïde de PERRIER DE LA BÂTHIE (1921) ou à la végétation buissonnante éricoïde de HUMBERT (1965) (fig. 2-14). On y trouve des espèces du cortège des Hautes montagnes de Madagascar avec entre autres *Gentianothamnus madagascariensis*. Le point côté 1869 m présente, quant à lui, un plateau sommital assez vaste et abrite une véritable forêt dont la stature (15-25 m) surprend à cette altitude.

Impact anthropique

La région du Sambirano est une des premières régions de Madagascar à avoir eu une implantation humaine conséquente. La ville de Mahilaka, qui nous est connue par des restes archéologiques, est parmi les plus anciennes connues de l'île (VERIN, 1972; DEWAR & WRIGHT, 1993; RADIMILAHY, 1997). Elle est située près de l'exutoire d'une des branches du Sambirano, sur la côte de la baie d'Ampasindava. Cet endroit était un important port islamique entre les XI^e et XIV^e siècles, représentant un poste d'échange important entre le Moyen-Orient, l'Océan Indien et l'Extrême-Orient. Cette époque de présence humaine importante est confirmée par des informations issues de carottes prélevées dans le lac d'Amparihibe, sur une île de la région du Sambirano au large de Nosy Be (BURNEY, 1999). La partie inférieure d'une carotte de 4 m indique un âge de 1820 ± 60 ans BP, suivie d'une couche datée de 1130 ± 50 ans BP qui, sur la base de macrofossiles végétaux, montre un accroissement abrupt des niveaux de charbon. Ce changement marque le commencement des activités humaines dans le défrichage par le feu de la végétation. Aucun site subfossile n'est connu dans la région du Sambirano et on ne sait rien de l'extinction possible d'espèces animales suite à l'implantation humaine.

Il est vraisemblable que les habitants de Mahilaka faisaient pousser diverses cultures sur les riches sols de la région. D'après les amasements d'ossements mis à jour sur le site, il est clair que diverses espèces animales domestiques (bovins, chèvres, moutons, cochons, poulets, pigeons) avaient déjà été introduites à Madagascar à cette époque et que les habitants exploitaient aussi les poissons des environnements marins et d'eau douce, de même que la faune sauvage terrestre (RAKOTOZAFY, 1996). De plus, depuis de plusieurs siècles, la vallée du Sambirano a été un important carrefour de routes terrestres et maritimes et des documents historiques attestent de l'exploitation des ressources naturelles dans la région (e.g., NOËL, 1843).

Au cours du dernier siècle, l'intensification de la population a amené un besoin croissant en terres arables pour les cultures vivrières. Avec le développement massif des plantations de rente (café, cacao, poivre, ylang-ylang) dans la plaine, les cultures vivrières ont été repoussées vers le piedmont des massifs environnants, dont celui du Manongarivo.

La principale menace qui pèse actuellement sur la RS de Manongarivo est la riziculture itinérante sur brûlis, appelée "tavy" en Malgache. Dès la fin de la saison des pluies, une parcelle de dimensions de l'ordre de grandeur de l'hectare est défrichée, soit en forêt primaire, soit en végétation secondaire. Si une faible partie des arbres est laissée sur pied, le reste est abattu et laissé à sécher. En fin de saison sèche, vers le mois de novembre, cette matière morte est mise à feu. Le riz est ensuite semé à la volée dès que l'augmentation de la pluviométrie se fait sentir. Le riz croîtra pendant la saison humide pour être récolté vers le mois de mai. La parcelle sera ensuite soit laissée en jachère, soit cultivée une seconde année, après quoi elle sera abandonnée à son tour (RANAIVONASY, 1998). Les différentes étapes des successions secondaires qui suivront peuvent être brièvement caractérisées ainsi:

- 1 à 2 ans de jachère: “*matrangy*”. Végétation dense et basse (1 à 2 m), constituée des rejets de souche des arbres abattus avec des herbacées annuelles (*Poaceae*; *Cyperaceae*), puis des plantes suffrutescentes à cycle court (*Solanum* spp.; *Aframomum angustifolium*) et des herbacées lianescentes (*Neyraudia arundinacea*; *Panicum malacotrichum*).
- 3 à 8 ans de jachère: “*trematrema*”. Développement d’une jeune forêt secondaire constituée d’arbustes pionniers (*Trema orientalis*; *Harungana madagascariensis*; *Mussaenda pervillei*; *Grewia* spp.) et des rejets des arbres abattus qui forment une canopée homogène vers 8 m. Emergence à partir de graines de jeunes arbres d’espèces de forêt.
- 9 à 20 ans de jachère: “*savoka*”. Sénescence des espèces du stade arbustif pionnier, dominance des espèces de forêt issues des rejets comme des germinations apparues au stade précédent. La canopée formée au stade précédent est surcimée par des individus isolés devenant jointifs, formant une nouvelle canopée assez homogène entre 10 et 15 m, caractéristique d’une forêt secondaire mûre.

Les parcelles ayant atteint ce stade seront le plus souvent remises en culture. Toutefois, en fonction de la pression de la population et de la demande en terre arable, la durée du cycle de jachère est fréquemment raccourcie à 10 voire 5 ans. Une dérive dans les successions peut alors intervenir avec une réduction de l’élément ligneux au profit des herbacées, constituant un risque croissant d’incendie. En fonction du voisinage direct de la parcelle, celle-ci pourra brûler plusieurs années de suite, entraînant sa dérive vers des formations de prairies secondaires très pauvres appelées “*hiaka*”. De plus en plus, particulièrement dans les bassins versants côté Sambirano, les champs de riz sont convertis en plantations pérennes de rente par la mise en place de caféières ou de cacaoyères sous ombrage de légumineuses à croissance rapide (*Albizia* spp.; *Samanea saman*).

Une autre menace pour la forêt est le commerce illégal du bois destiné à la construction ou à la production de charbon. Toutefois, l’accès difficile a largement limité ce type d’activité et la plupart des arbres exploités le sont pour une consommation locale.

Si la chasse semble occasionnelle, la pêche à l’anguille est en revanche systématiquement pratiquée au sein de la réserve, dans les principales rivières.

NICOLL & LANGRAND (1989) ont estimé que sur le flanc ouest de la réserve, la forêt a subi un retrait de 4 Km équivalent à 7800 ha. RAHARIMALALA (1991) indique l’existence au nord de la réserve de grandes zones déboisées jusqu’à une altitude de 650 m. Dans une étude par interprétation d’une séquence d’images satellites, GAUTIER & al. (1999) montrent que la déforestation a spectaculairement augmenté dans les dix dernières années. Sur tous les flancs de la réserve, à l’exception du bassin versant de l’Andranomalaza, le front de déforestation pénètre à l’intérieur de la zone protégée. Elle procède principalement en remontant les principaux cours d’eau. Les fonds de vallée où l’on trouve les pentes les plus faibles sont d’abord défrichés, puis les flancs avec des champs installés sur des pentes atteignant parfois 90%. L’altitude n’apparaît pas comme un facteur limitant le défrichement, mais plutôt la distance aux agglomérations de l’extérieur de la réserve où les produits sont écoulés.

Toutefois, dans l’ensemble, le massif de Manongarivo reste encore remarquablement bien conservé au-dessus de 600 m, ce qui peut être vraisemblablement attribué à son accès difficile et à une population environnante qui est restée longtemps assez clairsemée.

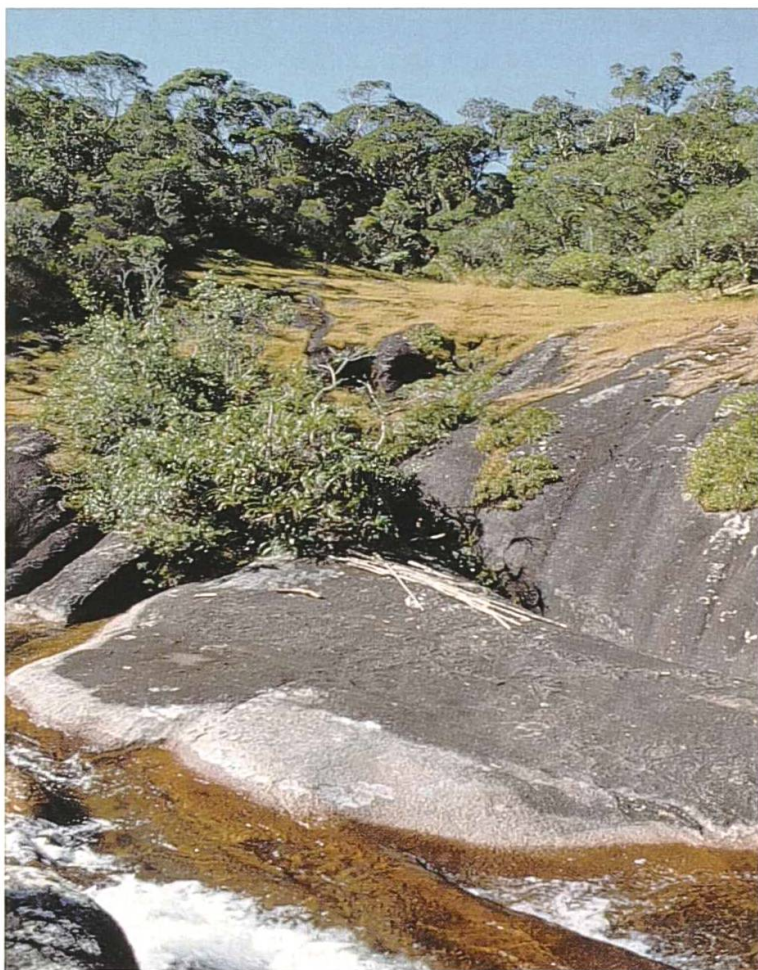


Fig. 2-11. – Végétation saxicole sur les escarpements rocheux bordant le cours supérieur de la rivière Bekolosy, alt. 1100 m. — *Saxicolous vegetation on rocky escarpments fringing the upper portion of the Bekolosy River, 1100 m elevation.* [photo L. Gautier].

Fig. 2-12. – Forêt claire de moyenne altitude, avec sous-bois herbacé (partie centrale du massif, alt. 1680 m). — *Mid-altitude open forest with a herbaceous understory (central part of massif, 1680 m elevation).* [photo L. Gautier].





Fig. 2-13. – Silve à lichens des crêtes et sommets de moyenne altitude (partie centrale du massif, alt. 1720 m). *Lichen forest found on mid-altitude ridges and summits (central part of massif, 1720 m elevation).* [photo L. Gautier].

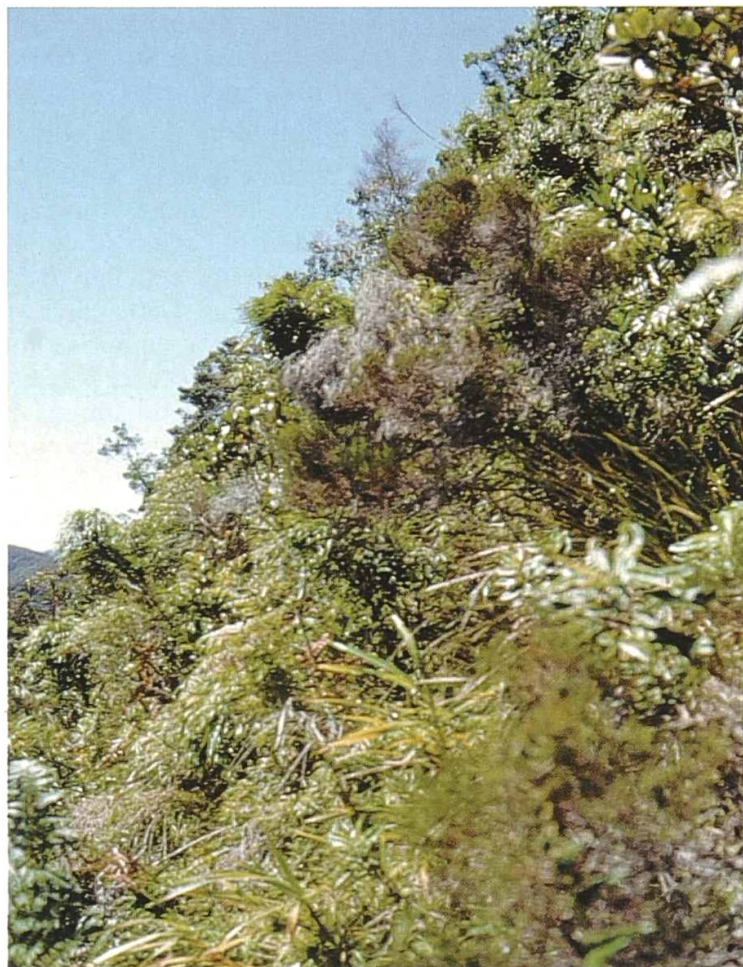


Fig. 2-14. – Broussaille éricoïde des hautes altitudes sur le sommet de l'Antsatrotro. — *High elevation ericoid thicket on the summit of Antsatrotro.* [photo L. Gautier].

Importance du massif de Manongarivo dans la compréhension de la biogéographie de Madagascar

Depuis quelques années, nous disposons de plus en plus d'informations sur la distribution des êtres vivants à Madagascar, tant sur le plan faunistique que floristique. De ce fait, le schéma classique de la biogéographie de Madagascar basé sur les données floristiques (PERRIER DE LA BÂTHIE, 1921; HUMBERT, 1955, 1965) et les récentes remises en question dont il a été l'objet tant de la part des zoologistes (RAXWORTHY & NUSSBAUM, 1996, 1997) que des botanistes (LOWRY & al., 1997) doivent être réexaminées à la lumière de ces nouvelles informations.

D'une part, suite à des travaux récents, il apparaît que les forêts d'altitude de la partie nord de Madagascar (Marojejy et Anjanaharibe-Sud) ont une composition faunistique différente de celles des hauts plateaux du centre et du sud (FISHER & GIRMAN, 2000; GOODMAN & al., 2000). Cette zone, qui comprend la région entre les massifs du Marojejy et du Manongarivo, est séparée des principaux hauts plateaux du centre par une région d'altitude relativement faible et pour cette raison CARLETON & GOODMAN (1998) l'ont considérée comme une entité biogéographique distincte. Malheureusement, la rareté des habitats naturels limite le nombre de données accessibles. Le massif de Manongarivo présente à ce titre un intérêt particulier de par son état intact dans les hautes altitudes et de par sa position géographique extrême, au Nord-Ouest de la chaîne centrale de l'île.

D'autre part, la présence dans la partie occidentale de l'île d'une région de basse altitude au climat humide abritant de la forêt dense, pose la question de son affinité par rapport aux milieux homologues rencontrés tout au long de la côte orientale de l'île. Cette région a été baptisée par PERRIER DE LA BÂTHIE (1921): "Domaine du Sambirano". Une certaine confusion règne encore actuellement sur l'acceptation de ce terme chez les biogéographes au point qu'il paraît utile de rappeler ici la définition qu'en donne HUMBERT (1965, pp. 55-56) dans sa présentation de l'Etage de basse altitude (<800 m):

"Ce Domaine forme une enclave dans la partie N W du Domaine de l'Ouest. Il doit son climat à la déviation que les hautes montagnes du Nord imposent aux vents humides de S E dont l'action se fait sentir jusqu'au littoral du canal de Mozambique, sur une largeur n'excédant guère une centaine de kilomètres, divisant la Région occidentale en deux parties très inégales. Cette enclave correspondant au bassin du Sambirano et à la portion de la côte N W comprise entre la baie d'Ambaro et la baie de Sahamalazo, en englobant l'île de Nossi-Be [=Nosy Be] (...) Le degré hygrométrique est constamment élevé. Ces données climatiques diffèrent peu de celles du Domaine de l'Est; au-dessus de 800 m. d'altitude, sur les contreforts des massifs du Tsaratanana et du Monongarivo [=Manongarivo], le climat est à peu près celui du Domaine du Centre, dans le Secteur qui confine au Domaine du Sambirano."

Il apparaît donc clairement dans sa définition, que ce domaine phytogéographique ne concerne que les portions situées en dessous de 800 m. La confusion actuelle vient du fait que plusieurs auteurs ont utilisé le terme "Sambirano" pour désigner l'ensemble du bassin versant du fleuve du même nom, en englobant même parfois la totalité des massifs du Tsaratanana et du Manongarivo.

Même si actuellement les forêts denses ombrophiles de basse altitude du Sambirano et de l'est apparaissent comme séparées par les zones plus froides de la chaîne centrale, les fluctuations climatiques du quaternaire récent ont certainement eu une influence importante sur la distribution des êtres vivants entre ces deux formations homologues, avec des périodes d'isolation plus ou moins intenses, ayant pu entraîner des phénomènes d'extinction locale et de spéciation allopatriques qui expliquent l'existence d'un élément endémique local dans les êtres vivants des basses altitudes du Sambirano.

Tester la validité de la conception de Humbert et de Perrier de la Bâthie concernant le Domaine du Sambirano revient à se poser deux questions. Premièrement, les particularités faunistiques et floristiques de la région (endémisme local) méritent-elles d'en faire une entité biogéographiquement séparée? Deuxièmement, la circonscription géographique de l'entité est-elle satisfaisante? La présence dans le massif du Manongarivo de portions encore importantes de piedmont intact doit permettre d'apporter des éléments de réponse à la première question. Le fait qu'on y trouve un gradient altitudinal de milieux naturels comparable à celui du massif du Marojejy au nord-est devrait permettre de répondre à la deuxième.

BIBLIOGRAPHIE

- BURNEY, D. A. (1999). Rates, patterns, and processes of landscape transformation and extinction in Madagascar. In: MACPHEE, R. D. E. (ed.), *Extinctions in near time: Causes, contexts, and consequences*: 145-164. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- CARLETON, M. D. & S. M. GOODMAN (1998). New taxa of Nesomyinae rodents (Muroidea: Muridae) from Madagascar's northern highlands, with taxonomic comments on previously described forms: 163-200. In: GOODMAN, S. M. (ed.), *A floral and faunal inventory of the Réserve Spéciale d'Anjanaharibe-Sud, Madagascar: With reference to elevational variation. Fieldiana: Zoology, new series*, 90: 1-246.
- DEWAR, R. E. & H. T. WRIGHT (1993). The culture history of Madagascar. *J. World Prehistory* 7:417-466.
- DONNOT, M. (1963). *Les complexes intrusifs alcalins de la province pérographique d'Ampasindava et leurs minéralisations*. Rapport TAN-63/A.1. Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Madagascar.
- DONQUE, G. (1972). The climatology of Madagascar. In: BATTISTINI, R. & G. RICHARD-VINDARD (eds.), *Biogeography and ecology in Madagascar*: 87-144. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- FISHER, B. L. & D. J. GIRMAN (2000). Biogeography of ants in eastern Madagascar. In: LOURENÇO, W. R. & S. M. GOODMAN (eds.), *Diversité et Endémisme à Madagascar*: 331-344. Mémoires de la Société de Biogéographie, Paris.
- GAUTIER, L., C. CHATELAIN & R. SPICHIGER (1999). Déforestation, altitude, pente et aires protégées: une analyse diachronique des défrichements sur le pourtour de la Réserve Spéciale de Manongarivo (NW de Madagascar). In: HURNI, H. & J. RAMAMONJISOA (eds.), *African mountain development in a changing World*: 255-279. AMA, UNU, AHI. Antananarivo.
- GOODMAN, S. M., P. D. JENKINS & D. RAKOTONDRAVONY (2000). The biogeography of rodents (Rodentia: Muridae: Nesomyinae) and tenrecids (Lipotyphla: Tenrecidae) in the eastern forests of Madagascar: An assessment of altitudinal zonation along a latitudinal gradient. In: LOURENÇO, W. R. & S. M. GOODMAN (eds.), *Diversité et Endémisme à Madagascar*: 127-138. Mémoires de la Société de Biogéographie, Paris.
- HANNAH, L., B. RAKOTOSAMIMANANA, J. GANZHORN, R. A. MITTERMEIER, S. OLIVIERI, L. IYER, S. RAJAOBELINA, J. HOUGH, F. ANDRIAMIALISOA, I. BOWLES & G. TILKIN (1998). Participatory planning, scientific priorities, and landscape conservation in Madagascar. *Environ. Conserv.* 25: 30-36.
- HUMBERT, H. (1955). Les territoires phytogéographiques de Madagascar. *Année Biol.* ser. 3, 31: 439-448.
- HUMBERT, H. (1965). Description des types de végétation. In: HUMBERT, H. & G. COURS DARNE (eds.), *Notice de la carte. Madagascar*: 46-78. Travaux de la Section Scientifique et Technique de l'Institut français de Pondichéry, Hors série n° 6.
- JUELLE, H. & H. PERRIER DE LA BÂTHIE (1910). Fragments biologiques de la flore de Madagascar (Dioscorea, Adansonia, Coffea etc.). *Ann. Mus. Colon. Marseille* ser. 2, 8: 373-468.
- LEGRIS, P. & F. BLASCO (1965). Carton des bioclimats. In: HUMBERT, H. & G. COURS DARNE (1965), *Notice de la carte. Madagascar*: 31-45. Travaux de la Section Scientifique et Technique de l'Institut français de Pondichéry, Hors série n° 6.
- LOWRY, P. P., G. E. SCHATZ, & P. B. PHILLIPSON (1997). The classification of natural and anthropogenic vegetation in Madagascar. In GOODMAN, S. M. & B. D. PATTERSON (eds.), *Natural change and human impact in Madagascar*: 93-123. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- NOËL, V. (1843). *Recherches sur les Sakalava*. Imprimerie de Bourgogne et Martinet, Paris.
- NICOLL, M. E. & O. LANGRAND (1989). *Madagascar: Revue de la conservation et des aires protégées*. WWF, Gland, Suisse.

- PERRIER DE LA BÂTHIE, H. (1921). La végétation malgache. *Ann. Mus. Colon. Marseille*, ser. 3, 9:1-268.
- RADIMILAHY, C. (1997). Mahilaka, an eleventh- to fourteenth-century Islamic port: The first impact of urbanism on Madagascar. In: GOODMAN, S. M. & B. D. PATTERSON (eds.), *Natural change and human impact in Madagascar*: 342-363. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- RAHARIMALALA, V. (1991). *Analyse structurale de la végétation de la Réserve Spéciale de Manongarivo dans les basses altitudes*. Mémoire de D.E.A., Université d'Antananarivo, Etablissement d'enseignement supérieur des sciences, Madagascar.
- RAND, A. L. (1936). The distribution and habits of Madagascar birds. Summary of the field notes of the Mission Zoologique Franco-Anglo-Américaine à Madagascar. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 72:143-499.
- RANAIVONASY, J. (1998). *Etude de l'occupation du sol dans la bordure occidentale de la Réserve Spéciale de Manongarivo (Nord-Ouest de Madagascar) Fonkontany de Beraty et d'Analanantsoa*. Documents EPB 3. IUED, Genève.
- RAKOTOZAFY, L. M. A. (1996). *Etude de la constitution du régime alimentaire des habitants du site de Mahilaka du XI^e au XIV^e siècle à partir des produits de fouilles archéologiques*. Doctorat de Troisième Cycle, Université d'Antananarivo, Etablissement d'enseignement supérieur des sciences, Madagascar.
- RAXWORTHY, C. J. & R. A. NUSSBAUM (1996). Patterns of endemism for terrestrial vertebrates in eastern Madagascar. In: LOURENÇO, W. R. (ed.), *Biogéographie de Madagascar*: 369-383. Editions de l'ORS-TOM, Paris.
- RAXWORTHY, C. J. & R. A. NUSSBAUM (1997). Biogeographic patterns of reptiles and amphibians in eastern Madagascar. In: GOODMAN, S. M. & B. D. PATTERSON (eds.), *Natural change and human impact in Madagascar*: 124-151. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- VERIN, P. (1972). Histoire ancienne du nord-ouest de Madagascar. *Taloha* 5:1-174.

Adresse des auteurs: L.G., Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Case postale 60, CH-1292 Chambésy/GE, Suisse. E-mail: Laurent.Gautier@cjb.ville-ge.ch

S. M. G., Field Museum of Natural History, 1400 Roosevelt Road, Chicago, IL 60605, USA. E-mail: Goodman@fmnh.org et WWF, BP 738, Antananarivo (101), Madagascar. E-mail: SGoodman@WWF.mg