

Tome II

fascicule 2-3

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

EXTRAIT
avril 1971

SOCIÉTÉ D'ÉCOLOGIE

Secrétariat général
4, Avenue du Petit-Château
91 - BRUNOY (France)

R.C.P. 225
ÉTUDE DES ÉCOSYSTÈMES MONTAGNARDS
DANS LA RÉGION MALGACHE

I. — Le massif de l'Andringitra. 1970-1971.
Géomorphologie, climatologie et groupements végétaux.

par R. PAULIAN (1), J.-M. BETSCH (2), J.-L. GUILLAUMET (3),
Ch. BLANC (4) et P. GRIVEAUD (5)

avec la participation de

A. DESCARPENTRIES (6), P. VIETTE (6) et R. ALBIGNAC (7)
et le concours de M. PETIT (8) pour la géomorphologie

SOMMAIRE

Introduction.

I. — *Historique.*

II. — *Géographie du massif de l'Andringitra et de ses annexes.*

A. Position géographique.

B. Allure générale et extension du massif de l'Andringitra.

C. Géomorphologie de l'Andringitra.

1. Les grands traits structuraux.

A) Les monolithes septentrionaux.

B) Les massifs du centre-Nord.

C) Le bastion central.

D) L'échine montagneuse du Sud : l'Andrianony.

2. Les principaux aspects morphologiques.

A) Le problème des surfaces.

B) Le modelé de détail.

D. Les reliefs annexes.

1. Marositry.

2. Anjavidilava.

3. Vohidray.

III. — *Itinéraire et zones de prospection.*

1. Chaîne de l'Andrianony.

2. L'Andringitra central et les reliefs annexes.

a) Andringitra central.

b) Anjavidilava.

c) Forêt d'Ambalamarovandana.

Annexe. Toponymie.

IV. — *Climatologie générale.*

1. Postes d'observation.

2. Diagrammes ombrothermiques.

3. Comparaison des climats stationnels.

4. Climat général observé.

a) Forme des précipitations.

b) Période quotidienne d'ensoleillement.

5. Secteurs climatiques.

(1) Recteur de l'Académie d'Amiens. Responsable de la R.C.P. 225, 3, Bd. Maignan-Larivière, 80-Amiens.

(2) Muséum National d'Histoire Naturelle. Laboratoire d'Ecologie Générale, 4, Av. du Petit-Château, 91-Brunoy.

(3) Centre ORSTOM, Laboratoire de Botanique, BP 434, Tananarive, République Malgache.

(4) Faculté des Sciences, Laboratoire de Zoologie, Tananarive.

(5) Centre ORSTOM, Laboratoire d'Entomologie Agricole, Tananarive.

(6) Muséum National d'Histoire Naturelle. Laboratoire d'Entomologie Générale et Appliquée, 45^{bis}, rue de Buffon, Paris 5^e.

(7) Centre ORSTOM, Laboratoire de Zoologie, Tananarive.

(8) Faculté des Lettres, Laboratoire de Géographie, Tananarive.

V. — *Etude microclimatique.*

A. Biotopes terrestres.

1. Matériel et méthodes.
2. Différents types de profils microclimatiques.
 - a) Forêt dense humide de moyenne altitude.
 - b) Forêt dense humide de montagne.
 - c) Forêt dense sclérophylle de montagne.
 - d) Fourrés de montagne.
 - e) Dalles rocheuses à végétation rupicole.
3. Conclusions sur les biotopes terrestres.

B. Biotopes aquatiques et humides.

1. Résultats.
2. Discussion et conclusion.
 - A) Température.
 - B) pH.

VI. — *Les groupements végétaux.*

A. Introduction.

B. Description des types végétaux.

I. Andrianony.

- A) Altitude supérieure à 1 600 m.
 1. Forêt dense humide de montagne.
 2. Fourré de montagne.
 3. Prairies altimontaines.
 4. Brousses éricoïdes.
 5. Végétation rupicole.
- B) Altitude inférieure à 1 600 m.

II. Andringitra.

- A) Plateau d'Andohariana (2000-2 100 m) et éboulis Sud et Ouest (2 100 - 2 300 m).
 1. Fourrés de montagne.
 2. Prairies altimontaines.
 3. Végétation rupicole.
 4. Végétation liée à la présence d'eau.
- B) Zone sommitale.
 1. Fourrés de montagne.
 2. Groupements herbacés.

3. Flore xérophile d'altitude.
4. Quelques stations particulières.

III. Marositry.

1. Forêt dense humide de montagne.
2. Forêt dense sclérophylle de montagne.
3. Haut fourré arbustif de montagne.

IV. Anjavidilava et forêt Vakoana.

1. Forêt dense humide de moyenne altitude.
2. Forêt dense humide de montagne.
 - 1) Forêt à strate herbacée.
 - 2) Forêt à strate muscinale.
3. Forêt dense sclérophylle de montagne.
4. Prairies altimontaines.
5. Végétation rupicole.

V. Vohidray : Ambatolahisada et Ioramaro.

1. Prairie altimontaine sèche faiblement arbustive.
2. Végétation rupicole.

VI. Ambalamarovandana.

VII. Amindramiova.

VII. — *Groupes zoologiques étudiés et méthodes de récolte.*

A. Invertébrés.

1. Microfaune du sol, de la litière et des mousses.
2. Faune des macrophytes. Insectes.
3. Crustacés Décapodes.
4. Gastéropodes terrestres et dulçaquicoles.

B. Vertébrés.

1. Batraciens.
2. Reptiles.
3. Mammifères et Oiseaux.

Conclusion.

Résumé.

Summary.

Remerciements.

Bibliographie.

INTRODUCTION

La Recherche Coopérative sur Programme n° 225 mise sur pied par le C.N.R.S. en 1970 a pour thème *l'étude des écosystèmes montagnards dans la région malgache*.

Le Domaine malgache constitue un remarquable laboratoire naturel où l'isolement insulaire, associé à une extrême variété de microclimats, de conditions édaphiques et stationnelles, a permis une active différenciation des espèces ayant réussi à pénétrer dans les diverses îles.

La diversité de la faune et de la flore, leur richesse, ont incité les naturalistes à d'importantes études taxonomiques, préalable nécessaire à toute recherche écologique.

Mais la rapide dégradation des milieux naturels, la difficile défense, par le Service des Eaux et Forêts, des douze réserves naturelles intégrales qui sont la fierté et l'originalité de Madagascar, obligent à dépasser, avant même son achèvement, le stade des inventaires systématiques et à aborder rapidement l'étude des divers écosystèmes.

Parmi les grands ensembles écologiques de Madagascar, le milieu de haute montagne présente une situation particulière et constitue un terrain de choix pour de telles recherches. Son existence n'a été reconnue qu'il y a peu, d'abord par H. HUMBERT (1955), qui en fait un étage botanique distinct, puis par l'un de nous qui, en 1961, signalait des faits de répartition animale tendant à établir l'existence d'un Domaine des hautes montagnes.

Ni l'un, ni l'autre de ces auteurs n'ont pu cependant définir avec précision ce Domaine ou cet Etage, dont l'altitude semblait varier avec les massifs.

Du point de vue biogéographique, le Domaine, ou Etage, altimontain paraissait marqué par des formations physionomiquement particulières. Il abritait à la fois des espèces qu'il était possible de rattacher, comme vicariants, à des espèces de moyenne ou de

basse altitude, et des espèces ou des groupes sans parenté dans le reste de la faune ou de la flore malgaches et dont on devait rechercher les origines ailleurs. Parmi ceux-ci, les uns étaient propres à un seul des massifs malgaches, tels autres se retrouvaient sur plusieurs, voire sur tous les massifs.

D'autre part, sur certains massifs, au moins, des phénomènes de spéciation explosive ont joué, aboutissant à la coexistence sur de très faibles surfaces de nombreuses espèces étroitement affines. Il ne semble pas que ce phénomène puisse trouver son origine dans la notion de refuge, mais qu'il doit être lié à l'existence de particularités locales.

On ne disposait cependant, sur tous ces points, que d'observations occasionnelles sur lesquelles fonder une analyse de ces écosystèmes.

Aussi paraissait-il urgent d'entreprendre une étude méthodique, d'abord analytique et descriptive, ultérieurement statistique et quantitative, du milieu altimontain malgache dans les divers massifs, et de ses relations avec les milieux d'altitude moindre.

La première campagne a été consacrée à l'Andringitra, que son isolement assez brutal, ses caractéristiques propres et l'existence d'un endémisme particulièrement accentué rendaient favorable aux recherches en vue de l'élaboration d'une technique d'étude et de la mise d'une équipe à l'épreuve du terrain.

Les membres de la mission ont tout d'abord cherché à approfondir la connaissance géographique du massif, les documents précis, carte définitive, toponymie, ... faisant cruellement défaut. En second lieu, il importait de définir les grands types de formations et les biotopes particuliers du point de vue géomorphologique, climatologique et botanique; ceci a permis de délimiter des secteurs à climax caractéristique et relativement homogène. A l'intérieur de ces secteurs, les méthodes d'échantillonnage ont été adaptées aux caractéristiques physionomiques et structurales

des biotopes (forêt dense, fourrés, dalles rocheuses, ...). Les récoltes effectuées ont porté sur des groupes bien choisis pour leur valeur biogéographique et écologique.

Il avait été envisagé au départ de limiter les recherches aux altitudes supérieures à 1 800 m. Mais il est apparu rapidement qu'il ne convenait pas de se fixer ainsi une limite précise.

D'une part, en effet, l'altitude relative se révèle un facteur aussi important que l'altitude absolue.

D'autre part, la détermination des conditions de formation et d'origine des éléments constitutifs des écosystèmes de haute montagne exige une connaissance suffisante des écosystèmes de moyenne altitude.

I. — HISTORIQUE

Avec ses gigantesques dômes et ses dents granitiques qui se projettent vers le ciel à l'Est de la route d'Ambalavao à Ihosy, le massif de l'Andringitra est le mieux caractérisé, le plus clairement défini et le plus spectaculaire des massifs montagneux de la Grande Ile. Nommé Ivohibe, la Grande Montagne ou Iratsy, le Mauvais, par les Bara de la région, il a reçu sur les cartes officielles la désignation d'Andringitra, que G. RAMAMONJY traduit par « parmi les plantes rabougries ». Le terme d'Ivohibe a été réservé par les cartographes au piton isolé terminant le massif vers le Sud et moins élevé que les sommets du Centre.

C'est le seul massif à offrir des formations de roc nu de très grand développement, le seul aussi à présenter à Madagascar ces curieux phénomènes d'érosion en cannelures, sillons parallèles à fond courbe rayant les blocs granitiques. Mais s'il attire les regards, il est de pénétration difficile et de climat exceptionnellement rude.

Aussi, malgré son attrait, est-il resté longtemps inconnu et les premiers topographes l'ont laissé en dehors de leurs réseaux, sans doute par suite des difficultés qu'offrait sa pénétration.

H. PERRIER DE LA BATHIE, qui en septembre 1911 et en mars-avril 1920 n'avait pas réussi à atteindre les sommets, à partir du Sud-Ouest et de l'Ouest, renouvela sa tentative en janvier-février 1922 en contournant le massif par l'Est et en remontant l'Antsifotra, en compagnie de l'ingénieur topographe J. DESCARPENTRIES. Malgré un temps très mauvais, avec grands vents, pluies continues et températures assez basses, les deux explorateurs parvinrent à dresser une carte des principaux sommets, et à relever leur altitude exacte.

De plus, des récoltes botaniques et zoologiques firent apparaître la richesse toute particulière de ces rocailleries désolées et leur endémisme accentué.

En 1927, PERRIER DE LA BATHIE énumère ainsi 97 espèces végétales endémiques et évalue le nombre probable de ces endémiques à 150. Il souligne la présence d'endémiques sans parenté avec la flore avoisinante, mais montrant des vicariants sur d'autres massifs, et signale la présence de deux espèces totalement isolées dans la flore malgache, un *Sedum* et un *Pelargonium*, taxons dont les plus proches représentants sont d'Afrique du Sud.

PERRIER DE LA BATHIE, en décrivant les formations de broussailles éricoïdes de l'Andringitra, insistait sur leur importance et sur leur développement exceptionnel.

Les récoltes zoologiques, dues à J. DESCARPENTRIES et destinées par lui aux collections du Muséum, furent en grande partie détournées à leur arrivée et dispersées. Une série d'endémiques furent pourtant décrits par ALLUAUD, PESCHET, BOURGOIN et surtout par HUSTACHE, qui fit connaître une étonnante série de Curculionides du genre *Eremnus*; un surprenant Amphipode semi-terrestre, l'*Austroniphargus bryophilus*, endémique alors totalement isolé dans la faune de l'Ile, et qui est fort abondant dans les mousses revêtant le granite du cirque Boby, fut décrit par Th. MONOD.

Après PERRIER DE LA BATHIE, le massif revit des botanistes.

Le professeur H. HUMBERT, à l'occasion de l'une de ses grandes courses dans l'île, où il récoltait à la fois les échantillons qui serviraient à préparer la *Flore de Madagascar* et des documents biogéographiques qui illustreraient par la suite ses cours au Muséum, parcourut le massif en 1924.

Au-delà de leur intérêt scientifique général, parmi les matériaux qu'il a rapportés et qui ont servi de base à son étude de 1927, figure une photographie des chutes de la Riambavy et de la Riandahy. Sur ce document,

la végétation arbustive a à peu près disparu. Or, l'Andringitra a été mis en réserve trois ans après le voyage de H. HUMBERT et une photographie prise, en 1971, à l'occasion de la RCP (fig. 27, haut) montre l'ampleur du repeuplement de ce cirque.

Il y a là d'ailleurs un phénomène général, que l'un de nous avait pu observer en 1953 dans la réserve de Namoroka. Le processus de reconstitution peut être très rapide. Sur l'Andringitra même, les photos aériennes de la mission de 1957 ne montrent qu'un très faible peuplement de *Philippia* près du gué, sur le plateau d'Andohariana. Or, en novembre 1970, ces *Philippia* ont atteint 2 à 3 m de hauteur et couvrent 3 à 4 fois la surface de la formation de 1957. En plus, la partie Nord du Plateau, qui semble herbeuse d'après les photos aériennes de 1957, est partiellement recouverte de *Philippia* bas (1 à 1,50 m de hauteur).

Après le Professeur HUMBERT, le Professeur R. HEIM fit en 1934-1935 une mission qui englobait l'Andringitra et une grande partie de la forêt Tanala. Ce fut l'occasion d'importantes récoltes mycologiques qui contribuèrent à édifier la Flore mycologique de Madagascar, à des observations sur la protection de la nature, et à des découvertes géographiques, telle l'ascension du Pic Humbert. Les données générales de ce voyage d'exploration ont été exposées dans son livre de 1955.

Vers la même époque R. DECARY parcourait la région de l'Iantara et faisait l'ascension du Pic d'Ivohibe. Mais ses récoltes, même celles qui furent, par erreur, étiquetées, à Paris, du Pic d'Ivohibe, proviennent, selon les indications qu'il a bien voulu nous donner, des zones de moyenne et de basse altitude au pied du massif.

Pendant toute cette période, le caractère de réserve naturelle intégrale du massif en limita la pénétration des touristes et seules quelques courses non scientifiques y eurent lieu.

Bien entendu des tournées périodiques étaient faites par les forestiers, et en particulier par la Conservation des réserves naturelles, afin de contrôler l'état du massif. Ces tournées ont permis de réunir un matériel non négligeable mais aucune d'entre elles ne fut l'occasion de recherches systématiques ou de publications suivies.

En septembre 1949, le Professeur J. MILLOT, accompagné d'ANDRIA ROBINSON, parcourut le plateau et le désert rocheux de la zone sommitale. Malgré la saison très défavorable, et le froid très vif, il y fit d'importantes récoltes, encore en grande partie inédites, et des observations originales sur les Batraciens. Malheureusement, certains des noms de localité donnés par le Professeur MILLOT n'ont pu être retrouvés au cours des missions suivantes. Les naturalistes butent là sur une des difficultés permanentes du travail de terrain à Madagascar, liée à la fragilité de la toponymie.

Une seconde mission, en 1950, amenait le même naturaliste au pic Ivohibe et surtout dans la vallée de l'Iantara où il découvrait les mœurs aquatiques du *Scelotes astrolabi*, résolvant ainsi une des énigmes de la faune malgache, et d'où il rapportait de riches matériaux avec, entre autres, un nouveau genre endémique et archaïque de *Gyrinidae*.

En janvier 1958, R. PAULIAN, P. GRIVEAUD, B. STUCKENBERG, accompagnés pendant quarante huit heures par deux pédologues, J. RIQUIER et J. VIELLEFOND, passaient cinq jours dans la cuvette du Bobby et y prospectaient la faune, puis les deux derniers naturalistes prolongeaient leur séjour sur le versant oriental du massif, en haute altitude, sur le plateau d'Andohariana (au lieu-dit « Soaindrana »), puis en forêt d'Anjavidilava et d'Imaitso.

Cette mission, en bonne saison, fut particulièrement fructueuse; bien que le matériel récolté n'ait été à ce jour que très incomplètement étudié, il a déjà été possible d'y reconnaître des endémiques nombreux et très particuliers, dans des groupes orophiles (Blépharocérides, Plécoptères, Lépidoptères), mais aussi des genres endémiques d'Acridiens et des représentants, parfaitement isolés dans la faune malgache, des genres endogés *Afroeicheia* et *Antireicheia*, dont la présence posait d'importants problèmes de biogéographie.

Plus récemment, l'Inspecteur Général G. COURSDARNE, menant de front des récoltes botaniques extensives et l'établissement d'un film documentaire sur Madagascar, renouvela l'ascension du Pic Bobby.

D'autres chercheurs, géographes de l'I.G.N., M. PETIT de l'Université de Tananarive, le Capitaine BONNET qui, en 1956, releva les températures du cirque Bobby pendant deux nuits de suite (29 juin-1^{er} juillet) (1), le Conser-

(1) Il peut être intéressant de reprendre ici le tableau des observations faites par le Capitaine BONNET, dans la cuvette du Bobby, avec un thermomètre à mercure suspendu à l'extérieur de la tente.

Nuit du 29 au 30 juin 1956		Nuit du 30 juin au 1 ^{er} juillet 1956	
Heures	T° C	Heures	T° C
16 h 30	+ 6	16 h	+ 10
19 h	- 1	19 h	+ 2
01 h	- 11	23 h	0
05 h	- 15	02 h	- 12
08 h	- 10	05 h	- 16
09 h	+ 5	06 h	- 14
13 h	+ 13	08 h	- 12
		09 h	+ 10

A noter un extraordinaire écart, de 15 à 22° entre 08 h et 09 h, ce qui donne une mesure de la brutalité du climat.

vateur des Forêts, P. SABOUREAU (en 1961 pour observer une chute de neige qui persista au sol six jours par endroits à partir du 8 août et atteignit 40 cm de profondeur) ajoutèrent à notre connaissance de ce massif encore mal exploré et fournirent, avec la précarte au 1/100 000^e et la couverture photographique aérienne au

1/50 000^e, des documents de travail incomparables pour leurs successeurs.

Enfin, des récoltes qui doivent contribuer à la connaissance du massif ont été effectuées au cours des dernières années par un certain nombre de personnes, dont plusieurs chercheurs de l'O.R.S.T.O.M.

II. — GÉOGRAPHIE DU MASSIF DE L'ANDRINGITRA ET DE SES ANNEXES

A. POSITION GÉOGRAPHIQUE

Le massif est situé entre 22° et 22°30' de latitude Sud et 46°45' et 47° de longitude Est; son centre se situe à environ 120 km au Nord du Tropique du Capricorne. L'Andringitra constitue une exaspération de la falaise orientale, à environ 100 km au Sud de Fianarantsoa.

B. ALLURE GÉNÉRALE ET EXTENSION DU MASSIF DE L'ANDRINGITRA

Le massif proprement dit de l'Andringitra, dont l'extrémité méridionale constitue l'Andrianony, présente une extension N-S de 60 km environ et E-W de 10 km dans sa partie centrale, la plus large. Son allure générale, en baïonnette, épouse les contours W et S du plateau d'Andohariana. L'ensemble se présente sous la forme d'une prodigieuse échine rocheuse grise émergeant des plateaux environnants, avec un relief tourmenté composé de falaises à crêtes arrondies, de dômes, de dents et de chicots profondément burinés par l'érosion.

La zone centrale est un bastion rectangulaire de 2 500 m d'altitude moyenne surmonté d'une série de pics de plus de 2 600 m, dont le pic Boby à l'Ouest, point culminant (2 658 m, deuxième sommet de Madagascar) et le pic Bory, au centre (2 630 m).

A partir du pic Boby, une longue chaîne s'étend en direction N-NW; large de 3 km environ, au niveau du pic Boby, et assez haute à son origine (pic Ivangomena, 2 556 m), elle se rétrécit en plongeant vers son extrémité Nord. Elle s'ennoie en se découpant

en énormes chicots dont le plus important est l'Idondy (2 195 m). Ces deux secteurs de l'Andringitra sont presque entièrement rocheux.

Le plateau d'Andohariana, de 2 000 m d'altitude moyenne, constitue un étage intermédiaire entre la plaine du Zomandao et le plateau sommital. Il est bordé, à l'Ouest, par la falaise de l'Ivangomena et au Sud par celle du Soandra. Il est drainé par la Riambavy et la Riandahy qui descendent le rebord du plateau par deux magnifiques chutes, au niveau de la haute falaise Nord. Le plateau est limité à l'Est par un rebord (2 100 m d'altitude environ) qui tombe brusquement vers la rivière Antsifotra.

Au Sud du pic Bory s'étend la chaîne de l'Andrianony, rocheuse et dénudée dans sa moitié septentrionale, herbacée et boisée dans sa moitié méridionale. Elle s'abaisse vers le Sud, puis après un col très marqué à la latitude d'Ivohibe, s'élève le pic d'Ivohibe (2 070 m), nettement séparé de la chaîne.

C. GÉOMORPHOLOGIE DE L'ANDRINGITRA

Situé à 100 km de l'Océan Indien, le massif de l'Andringitra domine les basses surfaces d'érosion Antaifasy et Antaisaka et constitue une barrière orographique face à l'alizé du Sud-Est.

1. LES GRANDS TRAITES STRUCTURAUX.

Plusieurs géologues ont reconnu ce massif. Pour PERRIER DE LA BATHIE (1927), le noyau central, relativement hétérogène du point de vue pétrographique, serait constitué par un granite monzonitique à amphiboles recoupé par des filons pegmatitiques ou aplitiques.

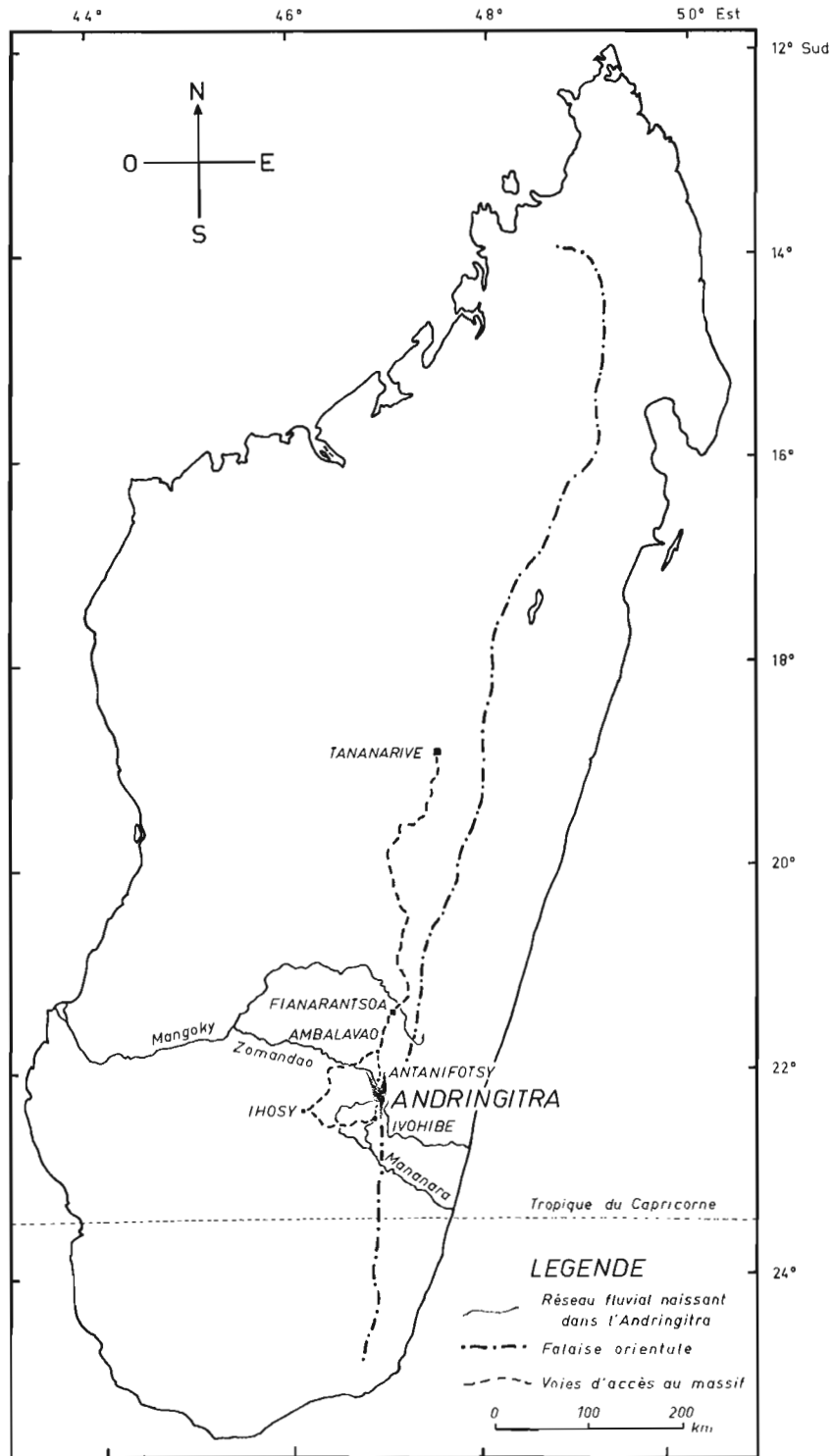


Fig. 1. — Position géographique du massif de l'Andringitra.

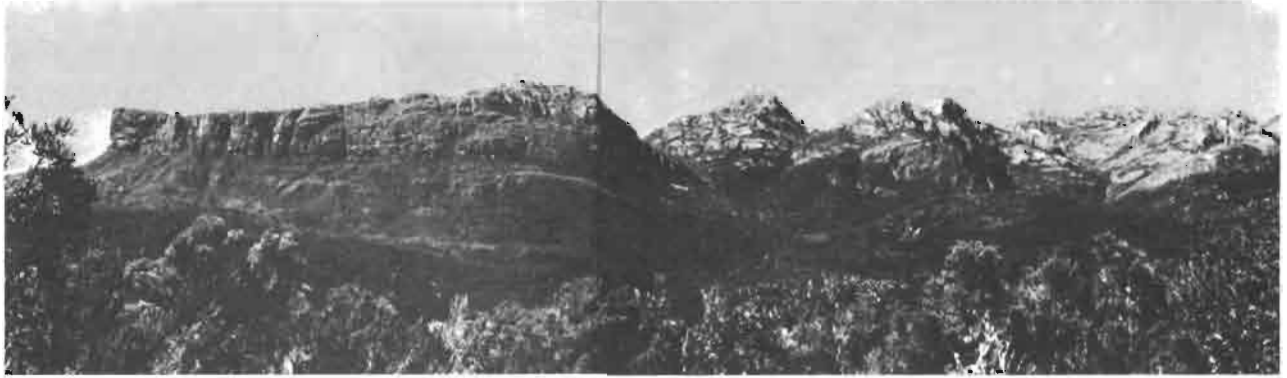


FIG. 2. — Le massif de l'Andringitra.

Photo. Vue panoramique de la chaîne de l'Andringitra depuis le sommet d'Anjavidilava. Sur la page de gauche, la bordure orientale de la zone sommitale. Sur le dépliant, à gauche et au centre, le plateau d'Andohariana et la falaise de l'Ivangomena; à droite, les monolithes septentrionaux, dont l'Idondy, à l'extrême-droite.

Carte du massif de l'Andringitra indiquant les grands types de faciès et de végétation.

Pour DELBOS (1960), le corps de la chaîne serait syénitique, les bordures étant constituées de lames de syénite alcaline à la limite des monzonites. La mise en place du matériel serait consécutive à l'orogénèse de 550 millions d'années et stratigraphiquement rattachée au système archéen du Vohibory.

A) *Les monolithes septentrionaux.*

L'alignement des 7 monolithes ruiniformes séparés par des cols correspond à une lame de syénite leucocrate assez homogène à amphiboles et où l'orthose, très abondante et cristallisée en grandes plages, prend parfois un faciès pegmatoïde. Ces monolithes dissymétriques présentent à l'Est une paroi subverticale (plus de 70°) de 200 à 300 m de dénivellation et, vers l'Ouest, une pente plus douce (30 à 50°), constituée par un chaos de gigantesques boules. Au pied de la paroi orientale, le passage aux granites s'effectue par l'intermédiaire d'une syénite quartzifère leucocrate. La muraille surplombe un glacis rocheux de 20° de pente taillé dans des formations gneissiques et migmatitiques interrompues par des affleurements granitiques et parsemées de gros blocs arrachés à la paroi.

B) *Les massifs du centre-Nord.*

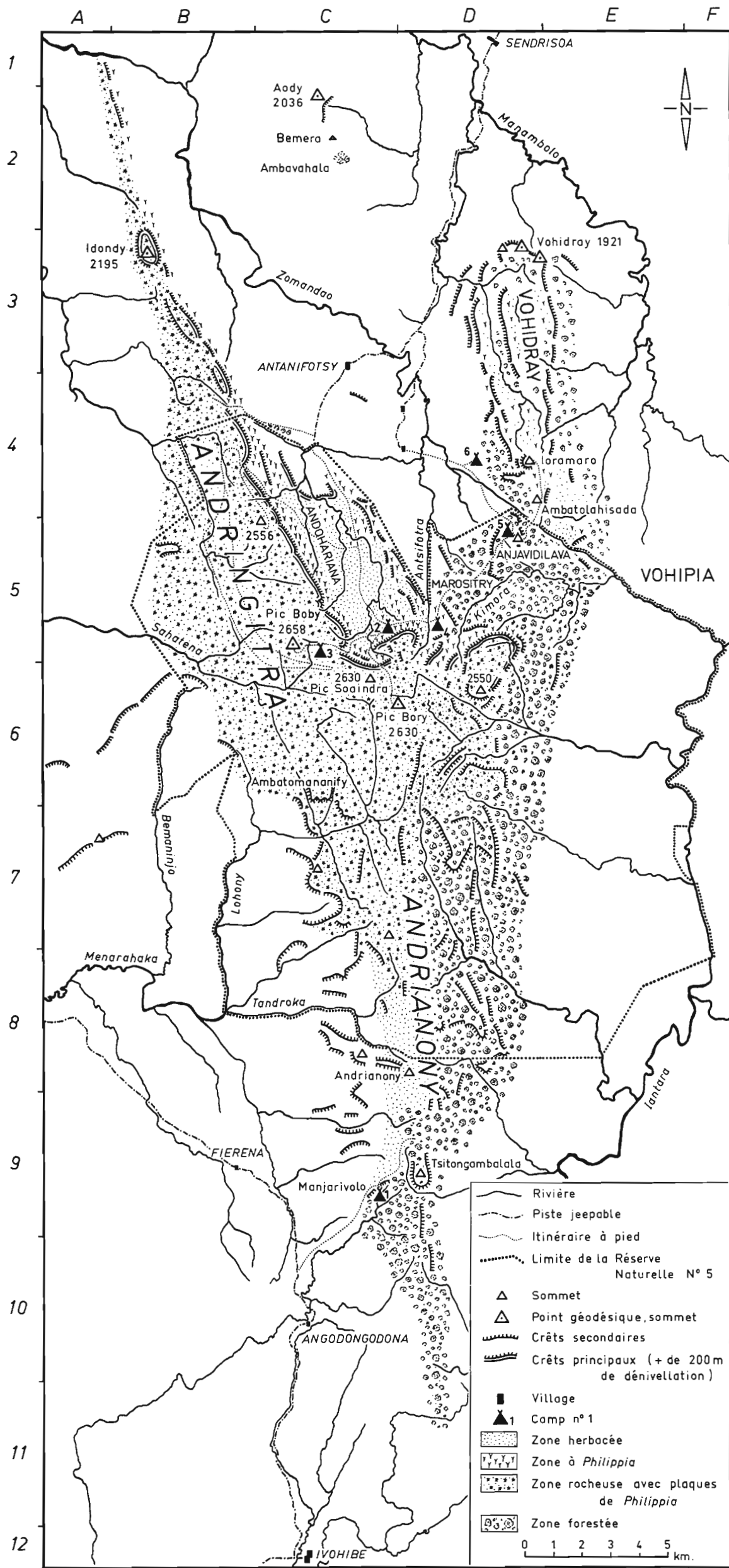
Au Sud d'Antanifotsy, la chaîne s'élargit; la limite de ce secteur semble suivre une faille rectiligne orientée

SE-NW. Ce secteur se divise en deux unités bien distinctes, constituant deux niveaux topographiques étagés :

— *le plateau d'Andohariana* dominant de près de 500 m le Zomandao. Sa bordure Nord s'infléchit en une profonde échancrure s'achevant par une corniche granitique que franchissent les chutes de la Riambavy et de la Riandahy. Le plateau (9 × 3 km; 2 050 m d'altitude moyenne), en faible pente vers le Nord, est constitué par une voûte anticlinale essentiellement granitique. Au Nord, il est partiellement couvert par un fourré éricoïde alors qu'au Sud, de grandes cuvettes sont constituées de sable gris surmonté d'un épais sol humifère noir (1 m), essentiellement peuplé de Graminées et de type alpin. Le plateau s'interrompt, à l'Est par une faille occupée, dans le fond, par la rivière Antsifotra.

— *la zone sommitale.*

Le plateau d'Andohariana est bordé à l'Ouest, dans ce secteur, par la falaise de l'Ivangomena, rempart subvertical (plus de 70°), d'altitude comprise entre 2 500 et 2 550 m, coupé par plusieurs couloirs orientés SE-NW. Dans le couloir menant au pic Bobby, jusque vers 2 400 m, de longs versants nus de granite migmatitique sont séparés par des bancs de gneiss profondément altérés, envahis par un fourré éricoïde. Au col, au passage de la muraille, on observe un complexe syénito-granitique rose. A l'Ouest de cette muraille, le paysage n'est pratiquement plus composé que de masses rocheuses, profondément burinées, et de vallées généralement rectilignes, orientées selon 2 directions : SE-NW ou SW-NE. La végétation y est très rare.



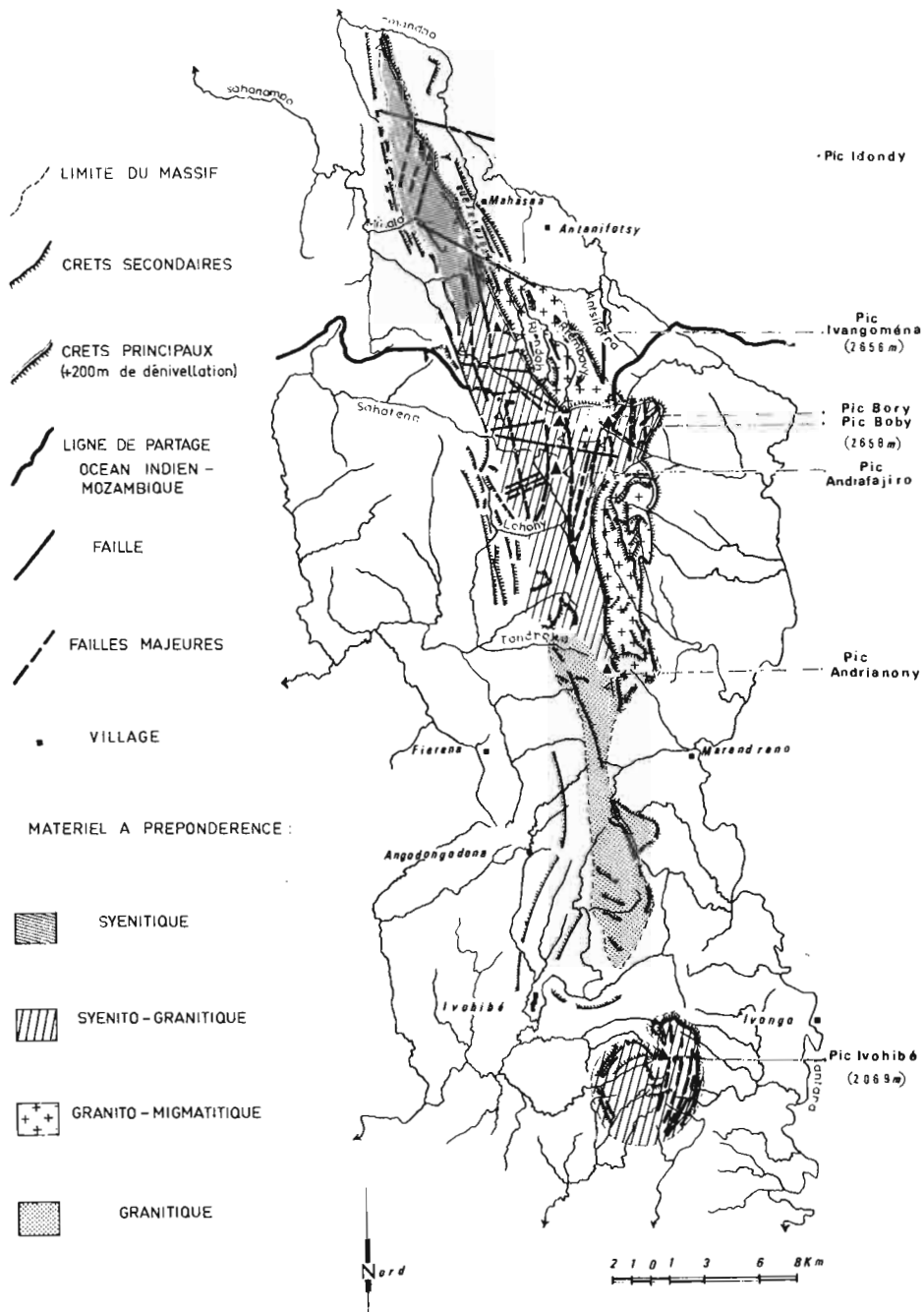


FIG. 3. — Croquis structural de la chaîne de l'Andringitra.

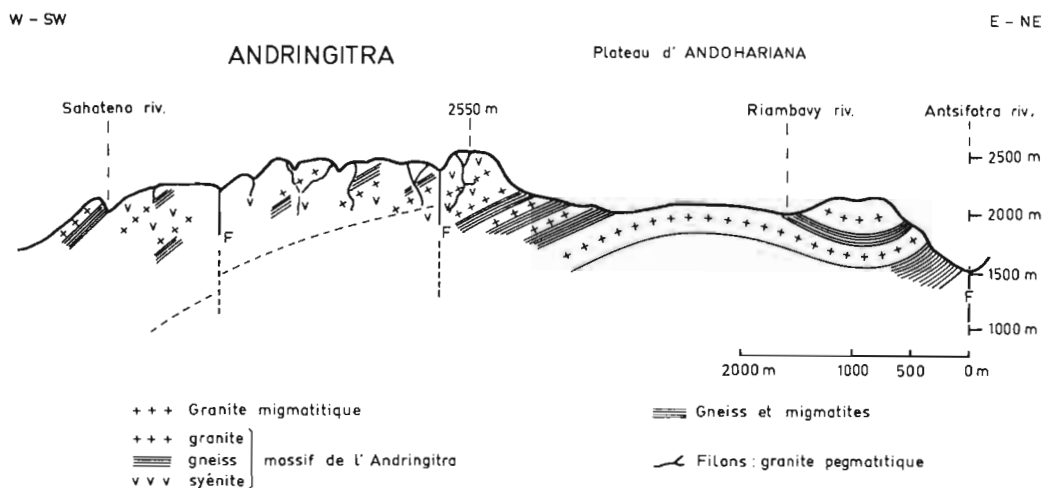


FIG. 4. — Coupe transversale dans la partie centre-Nord de la chaîne de l'Andringitra.

Les bordures de la cuvette du Boby sont façonnées dans un matériel très varié : grandes parois cannelées de granite rose subalcalin vers le Nord et le Nord-Est, affleurement gneissique ou granodioritique à l'Est et, à l'Ouest, au pied du Boby. La partie inférieure du pic Boby est hétérogène : gneiss, grano-diorites, granites roses ou noirs, syénites vraies. Seule la partie supérieure du Boby est relativement homogène, plus franchement syénitique. Le réseau de fractures SE-NW et SW-NE a déterminé une structure secondaire en pavés. L'érosion différentielle a profité de ces zones de fractures et d'enrichissement en filons pour évider de larges couloirs peuplés par la végétation éricoïde. Aux points de recoupement des fractures, ces couloirs s'élargissent localement en petits bassins à fond plat : Marotoko, Betsipoy et Apiadianombilahy.

C) *Le bastion central.*

L'ensemble compact, au cœur de la chaîne, composé de puissants blocs culminant à plus de 2 500 m, se divise en 2 unités très différentes : le corps central, autour du pic Bory (2 600 m), et la bordure orientale.

Le corps central, très chaotique, aux versants nus et ravinés, jonchés de grosses boules, est haché par un système de fractures largement ouvertes. Cette muraille de 2 600 m d'altitude moyenne joue le rôle de ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Océan Indien et celui du Mozambique. Le tracé en baïonnette des vallées souligne l'influence de la tectonique. Le matériel pétro-

graphique présente ici la même hétérogénéité que sur les flancs du Boby. En rejoignant le pic Bory depuis le plateau d'Andohariana, on rencontre d'abord un granite alcalin, hololeucocrate, fortement quartzique, puis au-delà de 2 350 m, un granite à amphibole, enfin un complexe syénito-granitique. Le monolithe du Boby présente 2 faciès : granite fin et syénite parfois pegmatitique.

La bordure orientale est une gouttière topographique granitique, avec interstratification de gneiss et de migmatites, qui domine de plus de 400 m le bas pays forestier oriental.

D) *L'échine montagneuse du Sud : l'Andrianony.*

D'aspect radicalement différent, de largeur réduite, cette chaîne est dissymétrique, très escarpée à l'Est et de pente plus douce, décomposée en une série de crêts vers l'Ouest. Les pentes ont conservé leur revêtement de sol, couvert de Graminées au Nord, foresté au Sud. L'Andrianony n'inclut que fort peu de syénite ; c'est une véritable lame de granite monzonitique, homogène. La retombée orientale est déblayée dans des migmatites, tandis qu'à l'Ouest, la topographie est différenciée grâce à la présence de plusieurs petites lames granitiques que séparent des affleurements gneissiques. La chaîne plonge vers le Sud et s'ennoie sous le matériel métamorphique de la série à amphiboles du Vohibory qui montre une belle fermeture anticlinale au droit d'Ivohibe.

2. LES PRINCIPAUX ASPECTS MORPHOLOGIQUES.

A) *Le problème des surfaces.*

La chaîne de l'Andringitra constitue le plus grand ensemble « granitique » de Madagascar, un môle de résistance cerné par les gneiss de la série du graphite à l'Est et du Vohibory à l'Ouest qui sont un matériel tendre. L'hétérogénéité pétrographique et la nature des granites de l'Andrianony, moins riches en quartz que ceux de l'Andringitra central, ont permis une altération plus profonde qui expliquerait peut-être la diminution rapide d'altitude entre la région du pic Bory et l'Andrianony. La position dominante des hauts sommets dans le paysage ne semble pas être due à une érosion différentielle entre syénite et granite. Quant aux bassins, ils auraient leur origine dans un affouillement accéléré dû à l'influence des failles et l'affleurement de roches gneissiques ou granodioritiques à altération rapide. Enfin, une érosion intense aurait profité des joints des fractures et diaclases en système grossièrement orthogonal pour créer un réseau de couloirs donnant sa structure en pavés à la partie centrale de la chaîne.

Le plateau d'Andohariana s'incline en pente légère vers le Nord, conformément à sa structure et constitue un niveau barré par une bordure granitique.

Les grandes unités du relief sont donc très étroitement liées aux structure, nature et pendage des lames de roches cristallines, aux systèmes de failles et diaclases. On n'observe nulle part de surface ni de traces de reprises cycliques d'érosion.

B) *Le modelé de détail.*

a) *Les cannelures.*

L'Andringitra est le plus bel exemple de formes de cisèlement des versants nus et seuls l'Itatiaia et le Quixada, dans le Nord-Est du Brésil, présentent des formes analogues, mais moins développées.

Il n'existe pas d'orientation privilégiée des parois cannelées et leur répartition est liée, en priorité, à la structure qui conditionne le déblaiement des versants aptes au cisèlement. La pente joue un rôle primordial en ce qui concerne la densité et la régularité des cannelures. Ces dernières sont profondes et régulières dans un matériel acide (granite ou syénite), alors que dans un matériel mélanocrate (granodiorites micacées) l'altération

aréolaire est prépondérante. La densité des formes dépend par contre de la texture du matériel, les plus importantes cannelures étant liées à un matériel grossier. De plus, les belles faces cannelées correspondent à une roche dont le réseau de fracturation est très lâche. Enfin, il convient de distinguer les cannelures vraies, indépendantes des diaclases, des fausses cannelures systématiquement liées aux fractures élargies par cryptodécomposition.

L'origine des cannelures n'est pas encore élucidée de manière satisfaisante : l'action mécanique de l'eau est certaine mais ne peut expliquer le développement des formes, compte tenu de l'importance de l'agent d'érosion, de l'altitude, de la position dans la chaîne. Il semblerait qu'un sol organo-minéral plaqué sur la roche soit nécessaire à l'amorce de ce type d'érosion. Au fur et à mesure de l'arrachement de ce sol, la paroi est parcourue par des suintements, lieux privilégiés pour la fixation des lichens et des mousses qui vont agir chimiquement (acides organiques libérés par les lichens à crampons) et dessouder certains minéraux. Les écoulements, d'aréolaires, deviennent linéaires dans une préforme peu marquée au départ, mais qui s'approfondit en ne laissant rien subsister des conditions primitives de formation.

b) *La desquamation.*

Ce type d'érosion est très fréquent sur les versants en faible pente. De minces dalles se décollent sous l'effet de l'alternance presque quotidienne pendant six mois de l'année du gel et du dégel de l'eau immobilisée d'abord dans une fissure latérale, puis sous la dalle entière.

c) *Les chaos de boules.*

Souvent, et en particulier sur le versant Ouest de la chaîne, les thalwegs et les bordures de bassins sont encombrés par d'énormes accumulations de boules et de blocs anguleux provenant des versants proches.

d) *Les chenaux.*

Ce sont les formes les plus générales d'attaque des versants en faible pente. Ce lacs de canaux de forme sinueuse, parfois coalescents, semble issu d'un ancien drainage sous sol organo-minéral fixé par des essences buissonnantes.

En conclusion, la chaîne de l'Andringitra est un magnifique champ d'exploration pour l'étude de l'influence de la structure sur le relief et le modelé montagneux et permet d'analyser quelques processus d'érosion des parois nues granitiques ou syénitiques.



D. LES RELIEFS ANNEXES

Nous envisageons ici la ligne de crête comprenant les lieux-dits Marositry et Anjavidilava, et la chaîne du Vohidray. La ligne de crête Marositry-Anjavidilava représente la limite occidentale du grand ensemble forestier du Vohipia et appartient à la ligne de séparation des eaux du Mozambique (vallée du Zomandao) et de l'Océan Indien (vallée de la Kimora, affluent de l'Iantara). La toponymie locale rejoint les observations climatologiques, floristiques et zoologiques : ces reliefs annexes, bien qu'appartenant géographiquement au massif de l'Andringitra, se distinguent de l'Andringitra central du point de vue écologique. D'après les éléments d'appréciation dont nous disposons, la limite orientale de l'Andringitra central épouse une ligne : rivière Antsifotra — rebord des falaises d'Ampasipotso qui surplombent la haute Kimora, au Nord, et l'Iantara, à l'Est.

1. MAROSITRY.

Cette ligne de crête, orientée SW-NE, à relief peu accusé, culmine à 2 100 m. Elle est limitée au NE

par le col d'Ambaravarandanitra (= « Portes du ciel »).

2. ANJAVIDILAVA.

Cette « localité » bien connue de l'Entomologie malgache (= « les longs *Philippia* ») comprend un ensemble de 3 mamelons dont le plus élevé culmine à 2 100 m d'altitude. Anjavidilava constitue une unité bien distincte, au relief plus accusé qu'à Marositry, et est isolé par deux cols profonds (environ 1 800 m) aussi bien de Marositry que du Vohidray. Toponymiquement, les habitants de la plaine appellent « Anjavidilava » toute la zone sommitale au-dessus de 1 800 m. En-dessous de 1 800 m, sur le versant du Zomandao, la forêt dense humide se nomme « forêt d'Imaitso » au NW et « forêt Vakoana » au N d'Anjavidilava. Cette crête, du point de vue climatologique, physiologique et floristique, s'oppose nettement par son originalité à l'Andringitra.

3. VOHIDRAY.

Cette petite chaîne, orientée Nord-Sud, d'altitude comprise entre 1 900 et 2 100 m, montre un relief



FIG. 5. — La chaîne de l'Andrianony. A gauche, le monolithe de l'Andrianony, et à droite (1 800 - 1 900 m), une forêt dense humide de montagne.

hétérogène. Au niveau de son extrémité Sud (Ambatolahisada), les pentes ne présentent pas de point de rupture et la couverture végétale y est assez semblable à celle d'Anjavidilava. Au Nord du monolithe cannelé de l'Ithoramaro, deux falaises, à l'Est et à l'Ouest, délimitent une cuvette synclinale peu encaissée. Plus au Nord encore, le plateau sommital est divisé par une dorsale médiane, délimitant deux vallées perchées à réseaux hydrographiques inversés. Le massif se termine au Nord par plusieurs monolithes.

Remarque : Nous avons étudié au Nord-Ouest des chutes de la Riambavy et de la Riandahy, entre 1 700

et 1 900 m d'altitude environ, une forêt nommée *Amindramiova*, notée en 14 sur la carte toponymique. Cette forêt, subdivisée en une forêt dense humide de montagne jusqu'à 1 800 m et une forêt dense sclérophylle de montagne à *Agauria*, très semblable à celle de Marositry par exemple, est totalement isolée actuellement. Il s'agit peut-être d'un vestige d'une forêt ayant recouvert le pourtour du versant oriental du plateau d'Andohariana. La repousse de la végétation au niveau des chutes nous incite à admettre cette hypothèse. En attendant la confirmation de cette ancienne continuité, nous croyons préférable d'isoler cette forêt de tout secteur déjà défini pour ne pas présumer de son origine.

III. — ITINÉRAIRE ET ZONES DE PROSPECTION

Figure 2 : carte.

S'il était impensable pour tous les membres de la mission de prospecter en détail l'ensemble des surfaces recouvrant le massif, il doit cependant être précisé que, dans chaque discipline, les études et collectes ne se sont pas limitées aux seuls grands itinéraires ou environs immédiats des camps de base.

La méthode adoptée a consisté, dès l'établissement de chaque camp, à reconnaître les divers biotopes environnants les plus caractéristiques et à en dresser l'inventaire. Le botaniste de la mission en précisa les compositions et structures, puis chaque milieu fut prospecté par chaque discipline, suivant son intérêt.

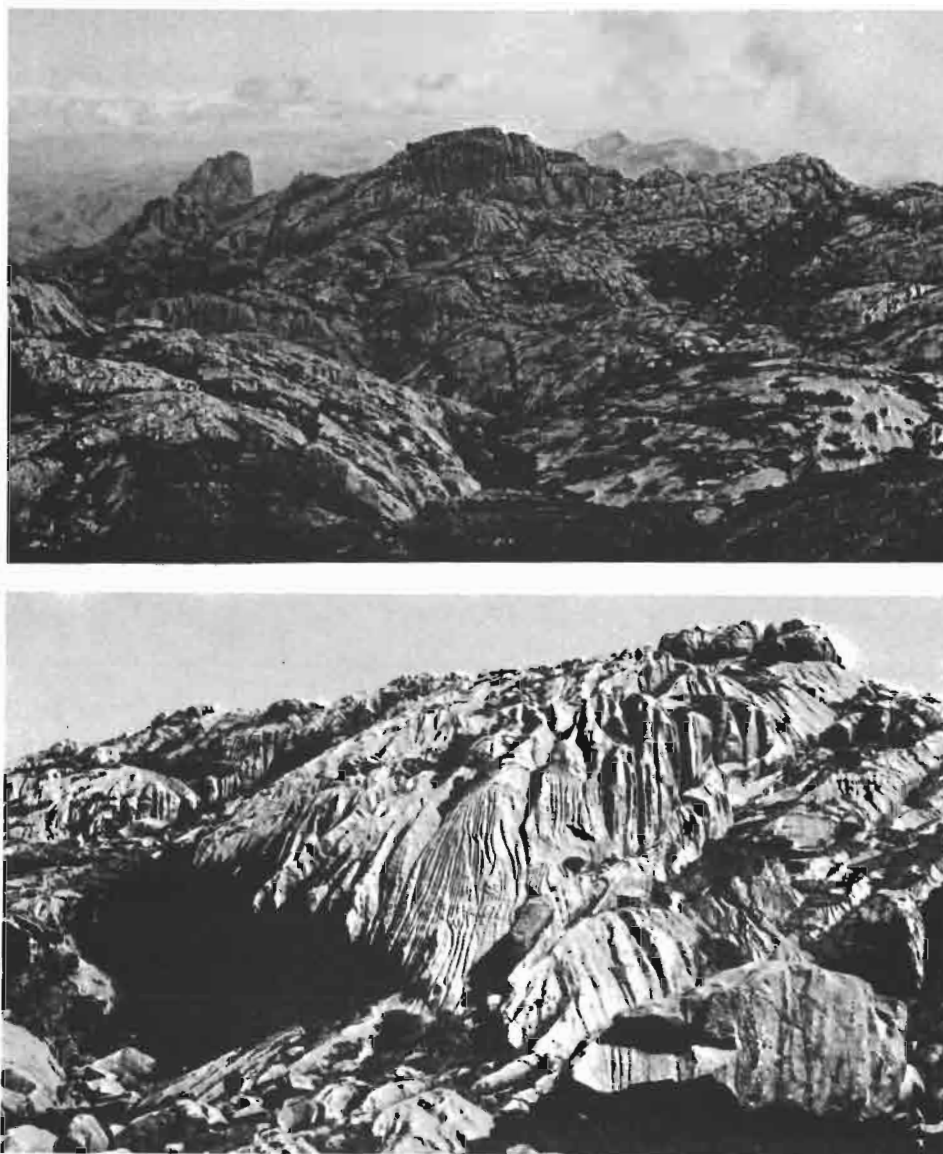


FIG. 6. — Zone sommitale de l'Andringitra central.

En haut, le « désert de pierres ». Au fond, la paroi cannelée du Pic Ivangomena (2 556 m).

En bas, une paroi cannelée sur la face Nord du Cirque Bobby (à 2 500 m environ).

1. CHAÎNE DE L'ANDRIANONY.

23-X au 4-XI-1970.

L'accès s'effectue par la RN 7 Tananarive-Ihoso, puis par la RN 27, jusqu'à Ivohibe. De là, une piste saisonnière vers le Nord (Antambohobe) mène au poste forestier d'Angodongodona (1 130 m). Avec les véhicules

tous terrains jusqu'au pied de la face Ouest de l'Andrianony, puis à pied, par une ligne de crête, on atteint un cirque forestier, « Manjarivolo » à 1 650 m d'altitude (camp n° 1), seul emplacement possible pour une équipe nombreuse. Ce cirque se dédouble en 2 étages :

— jusqu'à 1 600 m, une forêt dense humide de moyenne altitude;

— entre 1 600 et 1 850 m, une forêt dense humide de montagne.

Sur la crête, entre 1 700 et 1 800 m, on rencontre des prairies altimontaines, à 1 800 m, des dalles rocheuses et, dans la partie supérieure du flanc Ouest de l'Andrianony, un deuxième type de forêt dense humide de montagne.

2. L'ANDRINGITRA CENTRAL ET LES RELIEFS ANNEXES.

L'accès de l'ensemble de cette zone s'effectue par une piste, qui, partant d'Ambalavao, sur la RN 7, rejoint Antanifotsy en plein Sud. Les véhicules tous terrains peuvent, de là, rejoindre le pied du plateau d'Andohariana et celui d'Anjavidilava.

a) *Andringitra central.*

8-XI au 11-XII-1970.

C'est par le flanc Nord, très raide, couvert de *Philippia* et qui constitue la zone de protection de la Réserve, que l'on aborde le plateau d'Andohariana. Depuis le camp de base (n° 2), à 2 030 m, au Sud-Est du plateau, ont été prospectées les formations herbacées et éricoïdes d'Andohariana, les formations identiques du rebord oriental et les pentes d'éboulis Sud et Ouest, essentiellement recouvertes de fourrés éricoïdes.

La zone sommitale a été abordée par la falaise Sud (2 600 m) menant au pic Bory (2 630 m), entouré d'îlots de végétation spéciale, et, du 23 au 29-XI, par la falaise de l'Ivangomena à l'Ouest, vers le pic Boby (2 658 m) et la cuvette au pied de ce pic (2 470 m; camp n° 3).

De plus, deux d'entre nous ont exploré cette zone sommitale depuis le Varavarana jusqu'au pic Bory, en passant par le pic Ivangomena (2 556 m) et en contournant le pic Boby.

Par la piste des Eaux-et-Forêts vers l'Est, on atteint la crête de *Marositry* (2 000 m; camp n° 4; 2 au 5-XII-1970) couverte de fourrés éricoïdes et de vestiges de forêt dense sclérophylle de montagne à *Agauria*.

b) *Anjavidilava.*

17-XII-1970 au 16-I-1971.

Le camp n° 5, à 1 995 m, a été installé en contrebas du signal d'Anjavidilava (2 030 m) que l'on atteint par la piste des Eaux-et-Forêts desservant la station météorologique.

Nos prospections ont intéressé :

— les biotopes des sommets d'Anjavidilava : forêts

sclérophylles à *Philippia*, fourrés éricoïdes et végétation rupicole;

— la vallée de la Kimora, vers le Sud, dans la partie supérieure de la forêt dense humide de moyenne altitude;

— les pentes Nord-Ouest d'Anjavidilava, à travers la succession de faciès des forêts denses de montagne et de moyenne altitude;

— le massif du Vohidray, au Nord-Est, au milieu des fourrés éricoïdes et de quelques plaques de végétation rupicole.

c) *Forêt d'Ambalamarovandana.*

1 530 m; camp n° 6.

Forêt dense humide de moyenne altitude étudiée pour comparaison.

ANNEXE. TOPONYMIE.

L'absence de carte définitive précisant de façon claire la toponymie des sommets, lieux-dits, rivières, forêts, ... complique bien fâcheusement, non seulement la géographie générale des massifs, mais aussi l'interprétation et la localisation sur la carte ou sur le terrain des noms utilisés par les prédécesseurs de la R.C.P. 225.

Qu'il s'agisse de PERRIER DE LA BATHIE, de HUBERT, de MILLOT, de PAULIAN, de SABOUREAU, de GRIVEAUD ou d'autres, chacun de ces auteurs a utilisé des noms dont il est trop souvent impossible actuellement de retrouver toute trace. Ceci est dû au fait que chacun d'eux, comme nous avons nous-mêmes été réduits à le faire, n'a pu qu'interroger les habitants pour obtenir les noms des sites prospectés.

Or ces noms peuvent varier dans le temps, être différents selon les communautés villageoises, et de plus être fort mal orthographiés.

Enfin, il est à regretter que ces auteurs n'aient dans bien des cas pas publié de carte indiquant avec précision l'emplacement des noms utilisés par eux.

Parfois même, et en particulier pour les villages, des noms ont été intervertis sur la précarte.

L'étude toponymique exacte reste à faire, ce problème relevant de spécialistes géographes, historiens et linguistes. La seule possibilité pour les membres de la R.C.P. 225 a été de localiser sur les cartes les noms qu'ils ont pu obtenir sur place, sans certitude absolue et sans garantie d'orthographe, pour que les collègues intéressés par un matériel puissent au moins en retrouver la station.

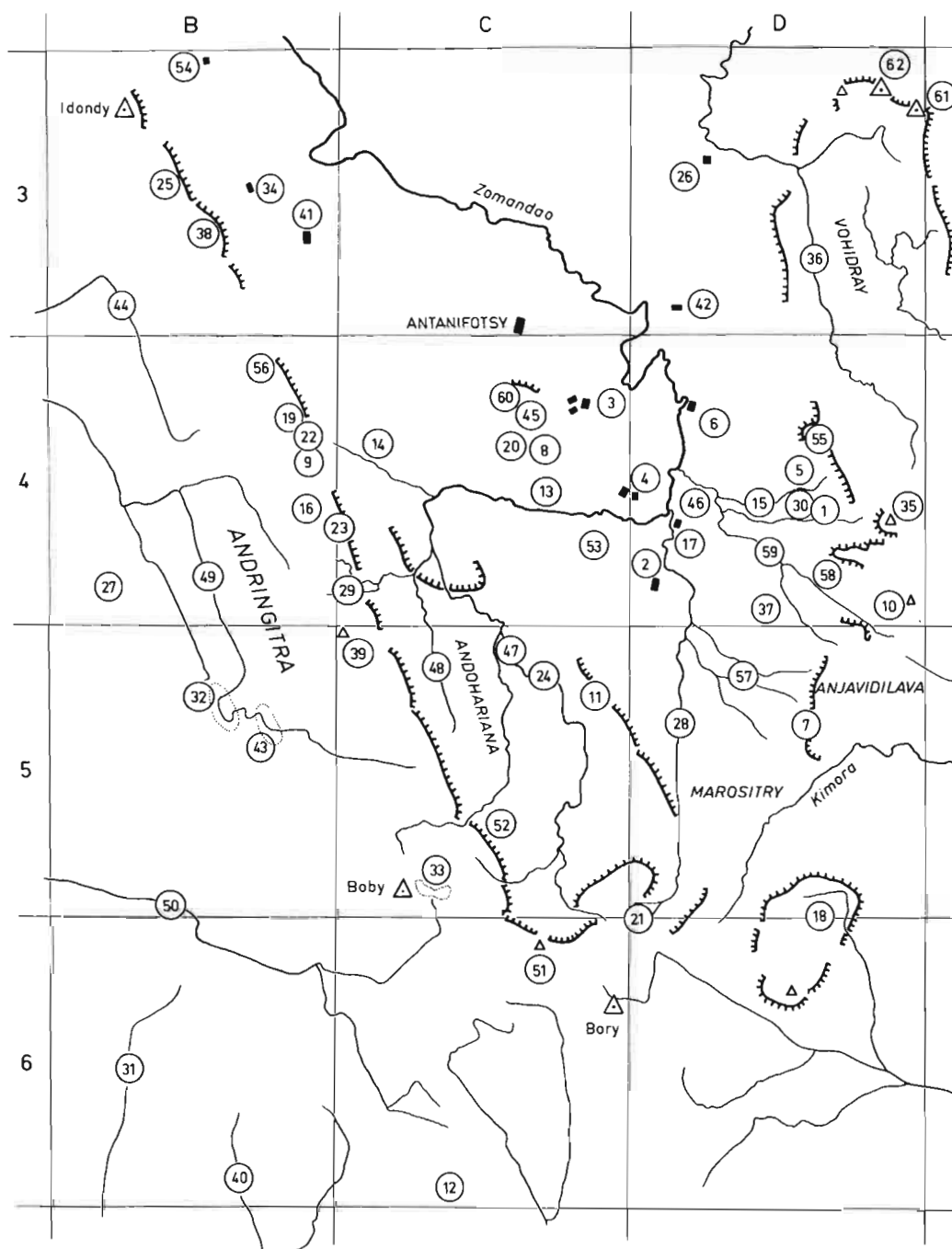


FIG. 7. — Carte toponymique des zones centrale et septentrionale de l'Andringitra. Les nombres renvoient à la liste des stations dans le tableau ci-contre.

RÉPERTOIRE TOPONYMIQUE

N° sur la figure n° 7	Lieu-dit	Nature	Figure N°	Carroyage	Altitude (en m)	Observations
1	Akiseasea	matsabory	7	D 4	± 1550	= Akiseasea . Mare temporaire
2	Ambalamanakava	village	7	D 4	± 1500	
3	Ambalamanandray	village	7	C 4	± 1500	
4	Ambalamarina	village	7	CD 4	± 1500	{ accessible aux véhicules tous terrains ; départ pour Anjavidilava
5	Ambalamarovandana	forêt	7	D 4	1550 - 1700	camp n° 6, à 1530 m.
6	Ambalavaokely	village	7	D 4	± 1500	
7	Ambaravarandanitra	col	7	D 5	± 1850	{ nom concernant également la croupe au Sud du col.
8	Ambatofitranga	colline	7	C 4	± 1600	plaine du Namoly.
9	Ambatofohena	sommet	7	B 4	± 2100	chaîne du Varavarana.
10	Ambatolahisada	sommet	7	D 4	± 2090	{ Extrémité Sud de la chaîne du Vohidray. = Ambohiboribe (carte de J. DESCARPENTRIES).
11	Ambatolahitsiaripioka	falaise	7	C 5	2120	rebord oriental du plateau d'Andohariana
12	Ambatomananify	crête	2 - 7	C 6		
	Ambavahala	forêt	2	C 2		Ilôt forestier au pied du Bemera.
13	Ambodiriakely	forêt	7	C 4		
14	Amindramiova	forêt	7	C 4	1850 - 1950	{ sur la rive gauche du Zomandao (cours supérieur)
15	Ampanasana	rivière	7	D 4		
16	Amparambatoosa	plateau	7	B 4	2100	
17	Ampasimbe	village	7	D 4		
18	Ampasipotry	massif	7	D 5-6	± 2550	{ extrémité orientale du bastion central de l'Andringitra
19	Anakandrianamitoboroko	rocher	7	B 4		
20	Analamitranga	colline	7	C 4		plaine du Namoly
21	Andohanantsifotra	pic	7	D 6	2587	
22	Andohabatomana	col	7	B 4	2100	{ entre l'Andohamindramiova et le Tsitakabasia
23	Andohamindramiova	chicot	7	C 4		pilier Sud du Varavarana.
24	Andohariamavy	gué	7	C 5	± 2000	{ sur le plateau d'Andohariana (piste du Boby)
	Andohariana	plateau	2 - 7	C 5	2000 - 2050	camp n° 2, au Sud-Est du plateau.
25	Andranoposa	chicot	7	B 3		pilier Nord du Varavarana. = Analaposa.
	Andrianony	Chaîne	2	C 7-8		culmine à ± 2200 m.
	"	Pic	2	C 8		{ monolithe qui n'est pas le sommet de la chaîne
	Angodongodona	village	2	C 10	1130	station forestière ; poste météorologique
	Andringitra	chaîne	2 - 7	B4 - C5		culmine au pic Boby (2658 m.)
	Anjavidilava	crête	2 - 7	D 5	± 2100	{ poste météorologique près du signal (2030 m). (= "les <i>Philippia</i> longs")
26	Ankibory	village	7	D 3		
	Antanifotsy	village	2 - 7	C 3	1470	station forestière et poste météorologique.
27	Antaranomby	falaises	7	B 4-5		{ parallèles à l'Andringitra, à l'Ouest de la Sahanambo.
28	Antsifotra	rivière	2 - 7	D 5		
	Aody	pic	2	C 2	2036	
29	Apiadianombilahy	plateau	7	C 4	2200	camp léger
30	Bekimalaho	matsabory	7	D 4	± 1580	Mare temporaire
31	Bemaninjo	rivière	7	B 6		
	Bemera	colline	2	C 2		
32	Betsipoy	cuvette	7	B 5		
	Boby	pic	2 - 7	C 5	2658	sommet de la chaîne de l'Andringitra.
33	"	cuvette	7	C 5	2470	camp n°3. Fond plat à groupements herbacés.
	"	cirque	7	C 5		Ensemble des faces rocheuses entourant la cuvette.
	Bory	pic	2 - 7	C 6	2630	
	Fierena	village	2	B 9		

IV. — CLIMATOLOGIE GÉNÉRALE (*)

1. POSTES D'OBSERVATION.

Le massif de l'Andringitra et ses annexes sont desservis par 2 réseaux de postes d'observations :

• Météorologie Nationale.

Depuis 1943, le Service Météorologique de Madagascar a installé 2 postes d'observations dans le massif :

— l'un, au Nord de la chaîne, à la station forestière d'Antanifotsy (1 470 m),

— l'autre, au Sud-Ouest du massif, au poste forestier d'Angodongodona (1 130 m).

Il y est effectué des relevés journaliers des températures maximale et minimale, des températures sèche et humide et de la pluviométrie.

• Eaux-et-Forêts.

Le Service des Réserves Naturelles a eu l'heureuse idée d'installer, depuis 1958, 4 postes d'observation dans le Nord du massif de l'Andringitra :

— *Antanifotsy*, au poste forestier, 1 470 m, à côté du poste du service météorologique;

— *plateau d'Andohariana*, 1 980 m;

— *cuvette du Boby*, 2 470 m;

— *signal d'Anjavidilava*, 2 025 m.

Les 15 et 30 de chaque mois, les températures maximale et minimale et la pluviométrie de la quinzaine écoulée sont relevées pour les 4 stations. Chacune d'elles dispose d'un thermomètre maxi-mini dans son abri réglementaire et d'un fût métallique cylindrique de 100 litres dont on relève la hauteur d'eau recueillie.

Ce système d'observation est certes un peu rudimentaire, mais il a tout de même le mérite d'exister, dans un massif très étendu et escarpé, où il est impossible de faire des relevés quotidiens. Nous ne saurions trop féliciter le Service des Eaux-et-Forêts de cette initiative unique, à notre connaissance, sur les hauts sommets malgaches. Le chef de la Réserve Naturelle de l'Andringitra a rassemblé dans un document ronéotypé tous les résultats des 10 dernières années (1960-1969) pour les 4 stations. C'est ce document qui nous a permis d'établir les climatogrammes de ces stations.

Deux objections viennent évidemment à l'esprit :

— seuls les maxima et minima absolus de chaque mois sont connus;

— les précipitations, du fait de l'évaporation, sont estimées par défaut. L'évaporation est tout de même réduite par l'adjonction de quelques gouttes d'huile dans le fût.

Les résultats parallèles de la station d'Antanifotsy permettent une comparaison sur 10 ans des 2 systèmes de relevés et de tester l'approximation obtenue grâce aux données des Eaux-et-Forêts.

Moyenne des températures mensuelles. Antanifotsy

Source \ mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Service Météorologique	19°	19°1	18°6	17°	14°1	12°3	11°7	12°6	14°1	16°8	17°9	18°5
Eaux-et-Forêts	19°	18°8	18°2	17°	14°4	11°9	11°7	12°4	14°5	16°7	18°1	19°

— d'après les résultats du Service Météorologique, à partir des moyennes mensuelles des minima et maxima;

— d'après les résultats des Eaux-et-Forêts, à partir des minima et maxima absolus mensuels.

Du point de vue de la moyenne thermique mensuelle, le système de relevés des Eaux-et-Forêts, par quinzaine, constitue donc une assez bonne approximation.

(*) Nous tenons à remercier M. Guy VANNIER, du Laboratoire d'Ecologie Générale du Muséum National, pour les conseils qu'il nous a prodigués pour l'exploitation des données tant de climatologie générale que de microclimatologie.

*Pluviométrie : moyennes mensuelles et annuelle.
Antanifotsy*

Source \ mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
Service Météorologique	273,2	239,5	161,1	45,1	20,4	17,1	21,0	27,9	31,6	45,2	131,8	294,8	1308,7
Eaux-et-Forêts	248,7	229,1	123,3	52,8	25,9	20,2	25,4	27,5	31,3	54,1	132,8	266,9	1238,0

Résultats en millimètres.

— d'après les relevés journaliers du Service Météorologique;

— d'après les relevés bimensuels des Eaux-et-Forêts.

La méthode des relevés par quinzaine, en fût, pour approximative qu'elle soit, donne à peine plus de 5 % d'erreur par défaut pour la pluviométrie annuelle. Certains résultats faibles (décembre à mars) s'expliquent fort bien par l'évaporation (surtout mars, encore chaud et moins pluvieux). Les valeurs d'avril à octobre, pour la plupart légèrement en excès par rapport aux relevés du Service Météorologique, peuvent être dues soit à de légères erreurs de lecture, sans importance lorsqu'il s'agit de fortes pluviométries, mais sensibles pour des totaux de l'ordre de 20 à 40 mm par mois, soit à une meilleure réception des crachins de la saison froide, grâce à une ouverture très grande par rapport au pluviomètre classique.

Nous pensons que les relevés des Eaux-et-Forêts sont utilisables et qu'il est possible d'en tirer des conclusions très proches de la réalité.

2. DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES.

Ces diagrammes sont établis selon les méthodes de H. GAUSSEN. Sur un même graphique sont portés, en abscisses les mois de l'année (de juillet à juin), en ordonnées, à gauche les températures en °C, à droite les précipitations en mm, l'échelle des températures étant double de celle des précipitations.

Ces diagrammes sont basés sur les relevés des Eaux-et-Forêts. Pour comparaison, pour la station d'Antanifotsy, nous avons porté la moyenne des maxima et minima mensuels moyens (Service Météorologique), ce qui nous donne une idée de l'écart entre ces valeurs et les moyennes mensuelles d'une part, et entre ces valeurs et les moyennes des maxima et minima mensuels absolus (Eaux-et-Forêts) d'autre part. Nous avons cru utile de

noter sur les graphiques des trois autres stations les maxima et minima moyens probables, mais sans les relier par une courbe.

• Antanifotsy. 1 470 m

La station d'Antanifotsy, en zone presque entièrement déboisée, comporte une saison sèche bien marquée; la courbe des températures passe, en mai et juin, au-dessus de celle des précipitations. D'après GAUSSEN, ces deux mois seraient considérés comme biologiquement secs, mais le déficit est très faible. De plus, les précipitations à cette époque ont le plus souvent la forme de crachins et de brouillards; le ruissellement est extrêmement réduit; l'évaporation, sous température moyenne faible et dans une atmosphère parfois saturée, est ralentie.

On notera que la température moyenne du mois le plus frais est de 11°7 C et que la moyenne des minima de ce même mois est de 4°3 C. Pour la période 1960-1970, le minimum absolu a été de — 3°5 C. Le climat stationnel d'Antanifotsy présente donc un hiver froid, avec des minima assez prononcés.

• Plateau d'Andohariana. 1 980 m

Si la saison des pluies est bien tranchée, il n'y a jamais, en saison sèche, de déficit en eau, d'autant que les brouillards de saison froide sont encore plus fréquents qu'à Antanifotsy. Avec une moyenne thermique de 6°8 C en juillet, une moyenne des minima absolus de — 6 °C en août (minimum absolu : — 8°5 C), et des minima moyens probables de juillet et août très légèrement inférieurs à 0 °C, le climat stationnel du plateau d'Andohariana est donc à hiver très froid (cf. MORAT, 1969).

• Cuvette du pic Bobby. 2 470 m. Zone sommitale.

On atteint ici l'aspect le plus accusé du climat de l'Andringitra central. Aucun mois de l'année n'est bio-

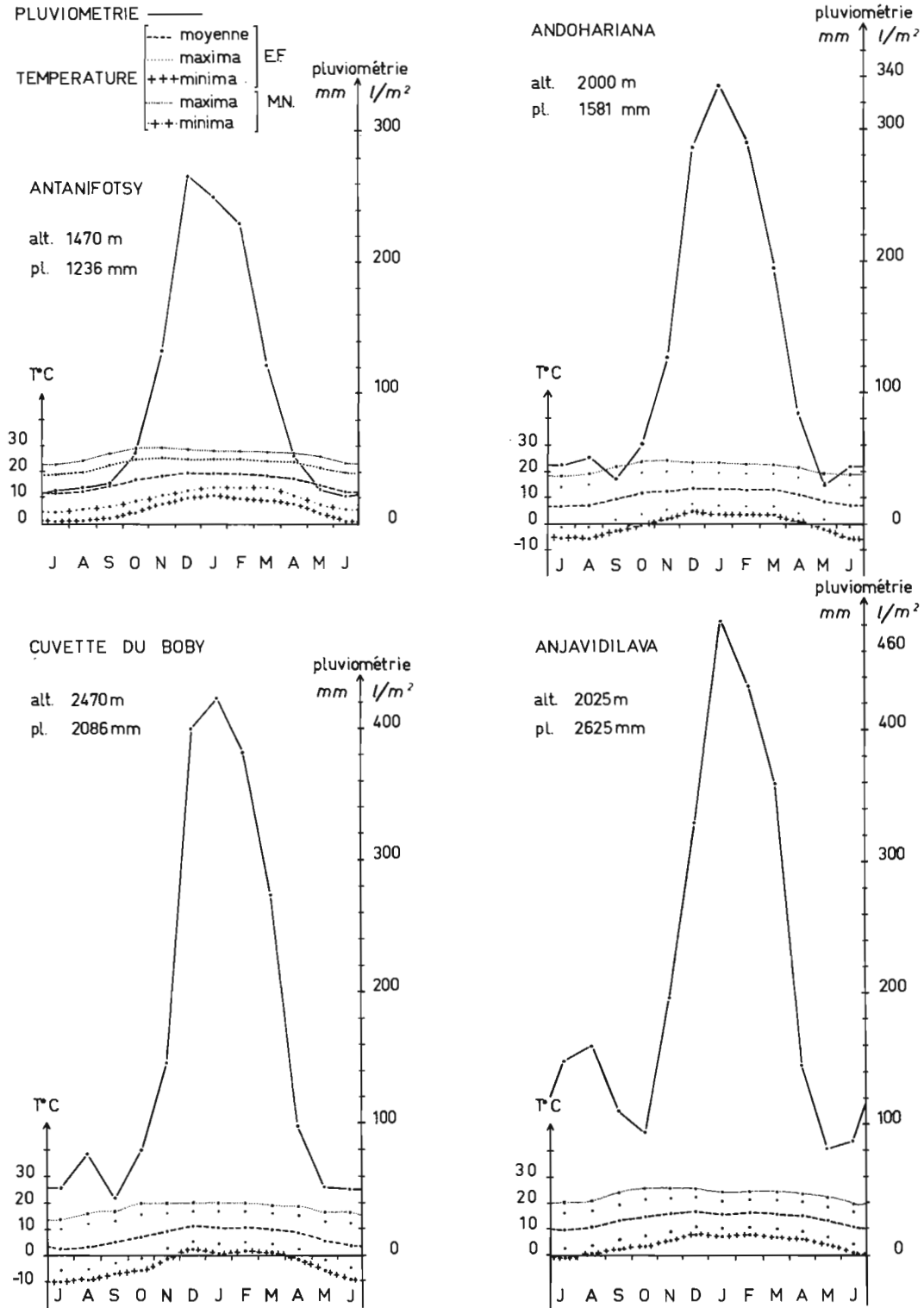


FIG. 8. — Diagrammes ombrothermiques, selon GAUSSEN, des 4 stations météorologiques des Eaux-et-Forêts, dans le Nord du massif de l'Andringitra. Les relevés proviennent de 2 sources : les Eaux-et-Forêts (E.F.) et la Météorologie Nationale (M.N.).

logiquement sec; le minimum mensuel des précipitations dépasse 40 mm. Ces précipitations de saison sèche sont dues aux crachins, rosées et à de très rares petites ondées. Lors de certaines périodes plus humides en saison sèche, il peut neiger. En août 1961, il est ainsi tombé 40 cm de neige qui ont persisté dans les zones non rocheuses pendant 8 jours. Avec une moyenne de $+2^{\circ}\text{C}$ pour le mois le plus froid (juillet), une moyenne des minima absolus de -10°C et des minima moyens de

juillet vraisemblablement de l'ordre de -5°C , la zone sommitale présente un climat stationnel très sévère à hiver extrêmement froid. Encore faut-il ajouter que les moyennes estompent beaucoup la réalité des phénomènes: le minimum absolu relevé au pied du pic Boby a été de -16°C (voir historique), mais le même jour une variation de 22°C a été enregistrée en une heure (fig. 9). Le gel nocturne est de règle pendant 5 à 6 mois de l'année.

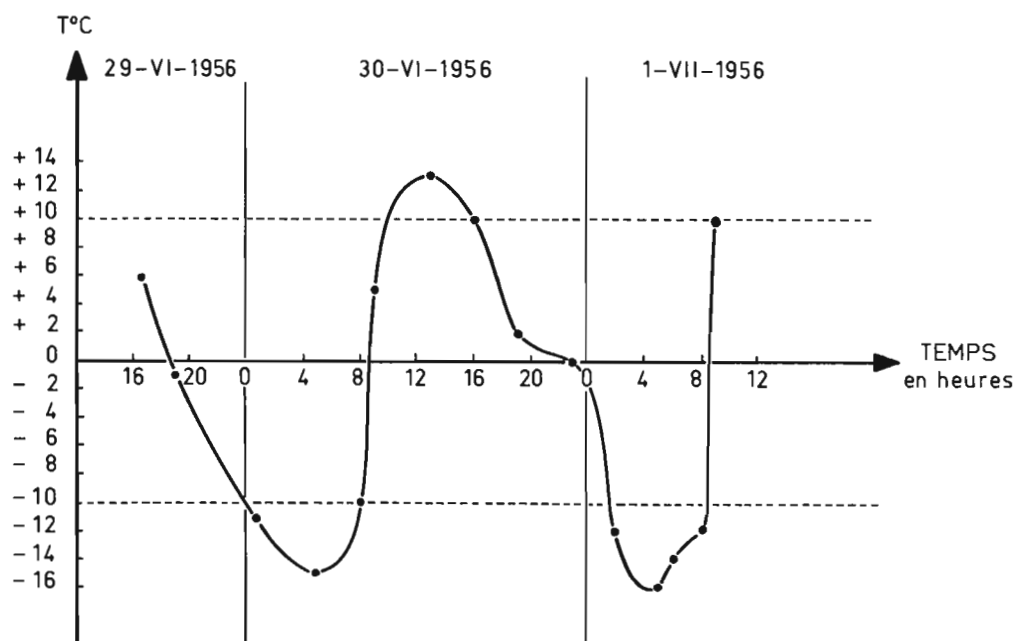


FIG. 9. — Relevés du Capitaine BONNET, dans la cuvette du Boby (2470 m) du 29-VI au 1-VII-1956 (in SABOUREAU, 1962).

• *Anjavidilava*. 2 025 m

Nous avons affaire ici à un climat stationnel bien plus humide et doux que celui de l'Andringitra central. Le tracé pluviométrique est typique de la Côte Est, le minimum étant à peine inférieur à celui de Tamatave, par exemple. La saison humide est très pluvieuse, les précipitations ayant lieu sous forme d'averses, d'orages parfois, mais surtout de crachins, bruines et brouillard. Cette présence fréquente des brouillards réduit la durée d'insolation, et donc la température diurne et la fraîcheur nocturne. La saison sèche ne voit pas de précipitations inférieures à 80 mm par mois. Cette station se

distingue très nettement de celle du plateau d'Andohariana, distante de 4 km et d'altitude sensiblement égale. Les températures sont nettement plus élevées qu'à Andohariana, la moyenne du mois le plus froid atteignant $+10^{\circ}\text{C}$ et la moyenne probable des minima de ce même mois étant de l'ordre de $+3^{\circ}\text{C}$. Dans l'échelle utilisée par MORAT, cette station se situe à la limite inférieure de l'hiver froid, relativement proche d'Antanifotsy pourtant situé 550 m plus bas en altitude. Ce climat stationnel nettement différent de ceux d'Andohariana et de la zone sommitale s'explique facilement par les caractéristiques du climat régnant sur le massif de l'Andringitra, que nous examinerons plus loin.

3. COMPARAISON DES CLIMATS STATIONNELS. (figures 10, 11, 12)

Antanifotsy, situé à la base du massif, ne nous servira ici que d'élément de comparaison puisqu'il s'agit d'une station semblable à de nombreuses autres sur les « Hauts-Plateaux ».

a) Moyennes mensuelles et gradient thermique.

Certains auteurs ont dit que le gradient thermique dans l'Andringitra était bien supérieur à la normale, et en particulier à celui observé sur les sommets de l'Est africain. Le gradient thermique est effectivement de 1 entre Antanifotsy (1 470 m) et le plateau d'Andohariana (2 000 m) et de 0,7 (saison chaude) à 1 (saison froide) entre Antanifotsy et la cuvette du Bobby (2 470 m). Par contre, entre Anjavidilava (2 025 m) qui est sous influence humide de l'Est et Antanifotsy, le gradient thermique est tout-à-fait normal : de 0,5 (saison chaude) à 0,3 (saison froide).

b) Minima absolus mensuels.

Ici encore, Antanifotsy et Andohariana présentent des profils sensiblement parallèles. La Cuvette du Bobby voit encore s'accroître son climat sévère tandis que les minima de saison froide à Anjavidilava (2 025 m) sont pratiquement identiques à ceux d'Antanifotsy (1 470 m).

c) Amplitudes absolues mensuelles et annuelle.

La station d'Anjavidilava se montre tamponnée du point de vue thermique par rapport aux trois autres stations à végétation très basse ou discontinue. Ces 3 stations présentent des amplitudes mensuelles très importantes en saison sèche et froide. L'amplitude absolue annuelle est de 21 °C pour Antanifotsy, 22 °C pour Andohariana et le Bobby et de 19 °C seulement pour Anjavidilava. L'amplitude moyenne annuelle est de 13,3 °C à Antanifotsy, et probablement de 14,1 °C à Andohariana, 14,2 °C au Bobby et de 12 °C seulement à Anjavidilava.

d) Pluviométrie (fig. 12).

Antanifotsy, Andohariana et la Cuvette du Bobby présentent le même régime des pluies aux différences d'intensité près, dues à l'altitude, alors que le régime d'Anjavidilava en diffère nettement en saison sèche.

4. CLIMAT GÉNÉRAL OBSERVÉ (fig. 13).

Nous n'avons que peu de renseignements sur l'Andrianony, dans la partie Sud du massif de l'Andringitra. En effet, c'était l'époque de transition, tout au début de la saison des pluies. Les précipitations étaient encore minimales et la température moyenne assez fraîche (à remarquer sur l'enregistrement dans le sol : la moyenne s'est élevée de 1 °C en 8 jours). Pourtant, les brouillards et crachins étaient assez fréquents et présageaient un type de climat analogue à celui d'Anjavidilava.

Pour le reste de l'Andringitra, les 3 mois d'observation nous ont montré que de nombreuses nuances devaient être apportées à l'examen des données météorologiques brutes.

a) Forme des précipitations.

Celle-ci dépend essentiellement des zones d'influence des vents d'Est amenant la pluie et des vents d'Ouest, à orages.

— *Orages* : les nuages d'Ouest s'élèvent au-dessus de l'Andringitra et s'écoulent vers l'Est essentiellement selon deux itinéraires : par les pics Bobby et Bory et le promontoire oriental de la zone sommitale et, dans une moindre mesure, au Nord, par l'Idondy, puis le Vohidray. La zone sommitale de l'Andringitra en particulier, pendant la saison des pluies, reçoit la majorité de ces précipitations au cours d'orages très violents. Par contre, la bordure orientale, Anjavidilava en particulier, et l'Andrianony au Sud connaissent peu de manifestations orageuses.

— *Brouillard et crachins* : c'est la forme de précipitations caractéristique que donnent en altitude les nuages venant de l'Est. Les secteurs d'Anjavidilava et de l'Andrianony méridional et oriental, en plus des pluies et averses, sont très souvent submergés par les nuages et le brouillard à partir de 16 heures. La différence de régime des précipitations et de l'hygrométrie de l'air entre l'Andringitra central (Andohariana) et Anjavidilava est flagrante si l'on compare les figures 22 et 24 donnant les phénomènes et l'enregistrement de l'humidité à +20 cm.

— *Grêle* : les chutes de grêle, en saison chaude, sont fréquentes, au cours des orages (environ 2 fois par semaine dans l'Andringitra central en novembre et décembre). Dans la zone sommitale, la grêle peut alors s'amasser au pied des falaises en une couche épaisse (20 cm) et persister pendant toute une journée au soleil.

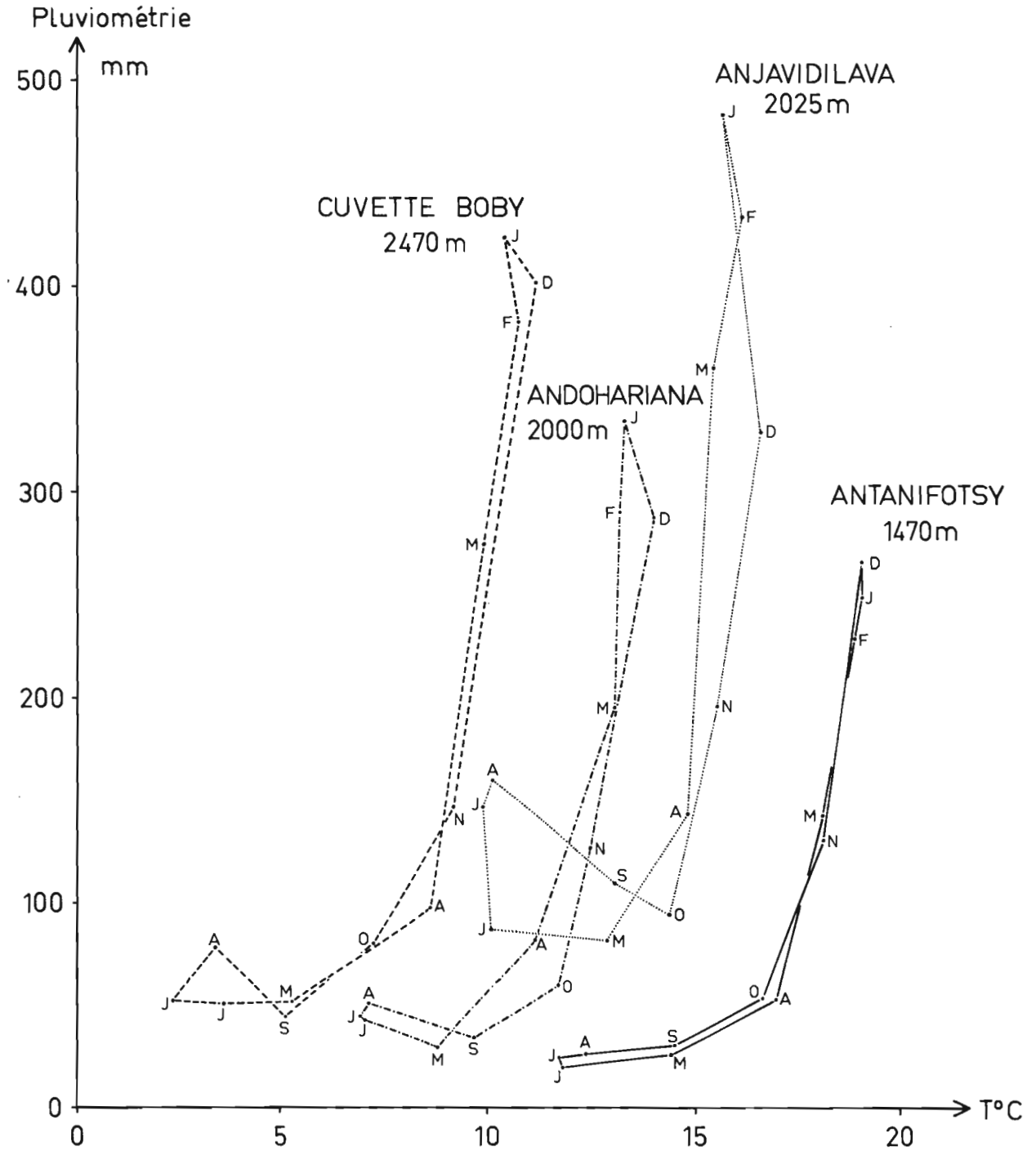


FIG. 10. — Climatogrammes pluviothermiques comparés des 4 stations météorologiques des Eaux-et-Forêts, dans le Nord de l'Andringitra. L'échelle pluviométrique correspond aux précipitations mensuelles; l'abscisse (T °C) indique les températures mensuelles moyennes. Les mois sont notés par leurs initiales, dans chaque climatogramme.

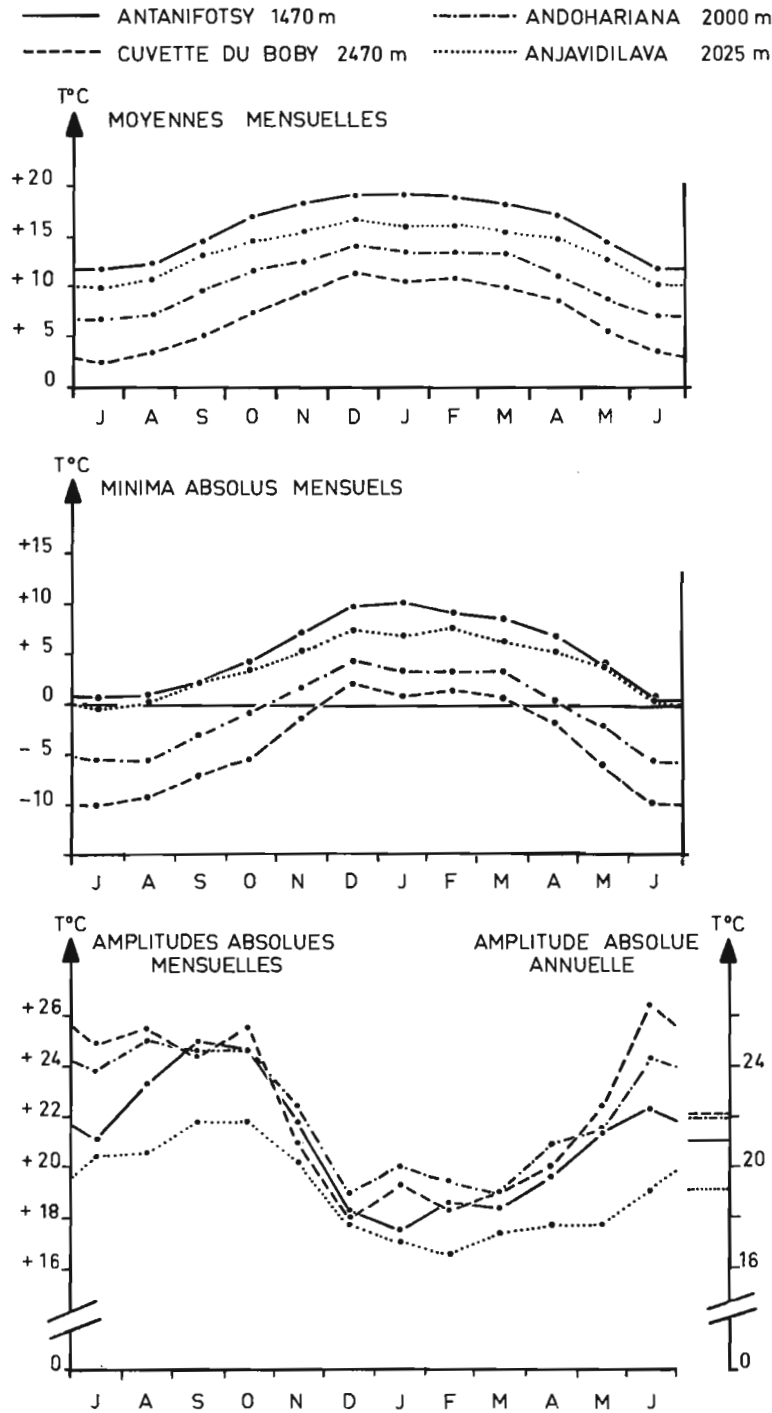


FIG. 11. — Comparaison, pour les 4 stations de l'Andringitra-Nord, des moyennes mensuelles, minima absolus mensuels, amplitudes absolues mensuelles et annuelles.

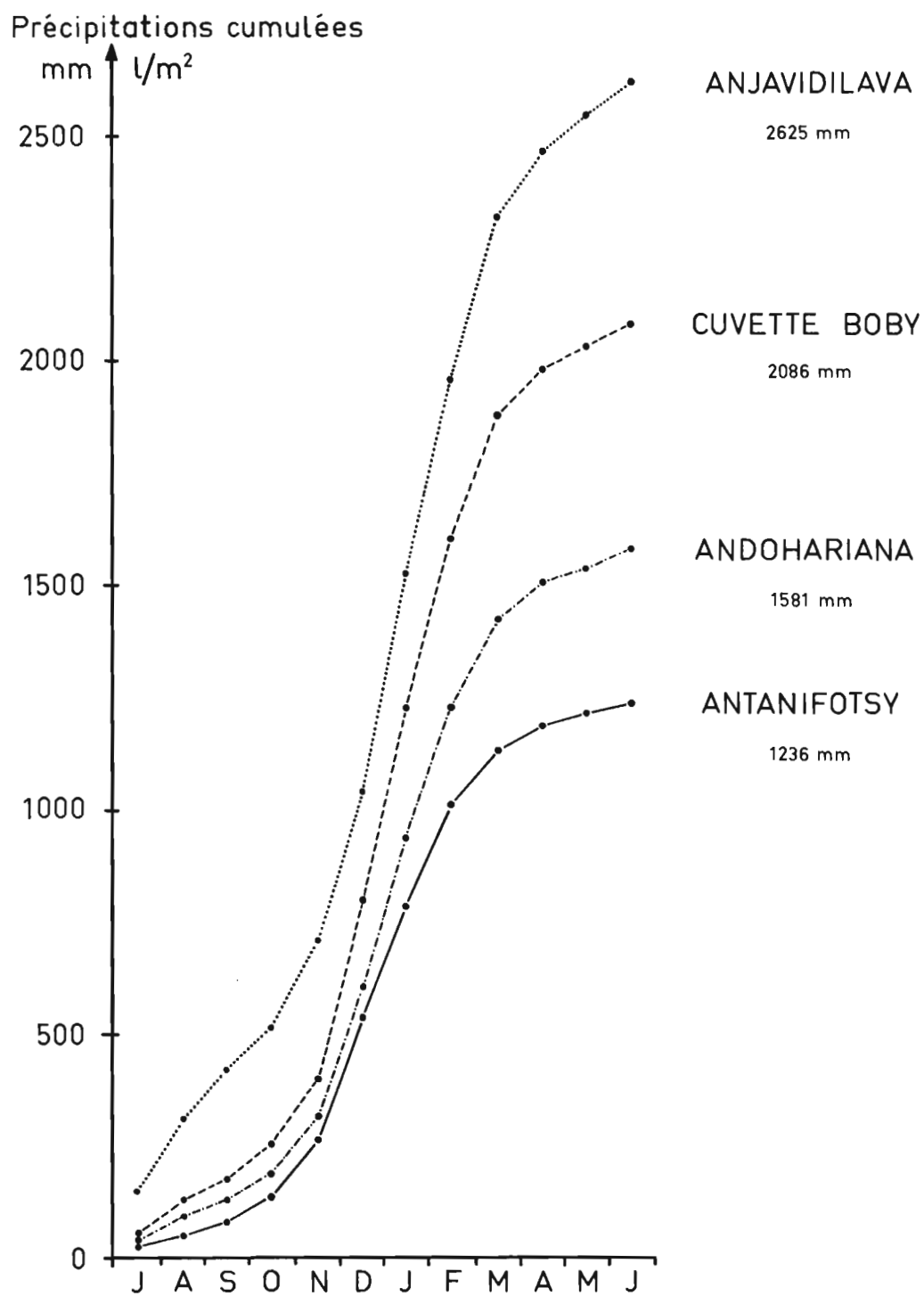


FIG. 12. — Pluviométrie comparée pour les 4 stations de l'Andringitra.

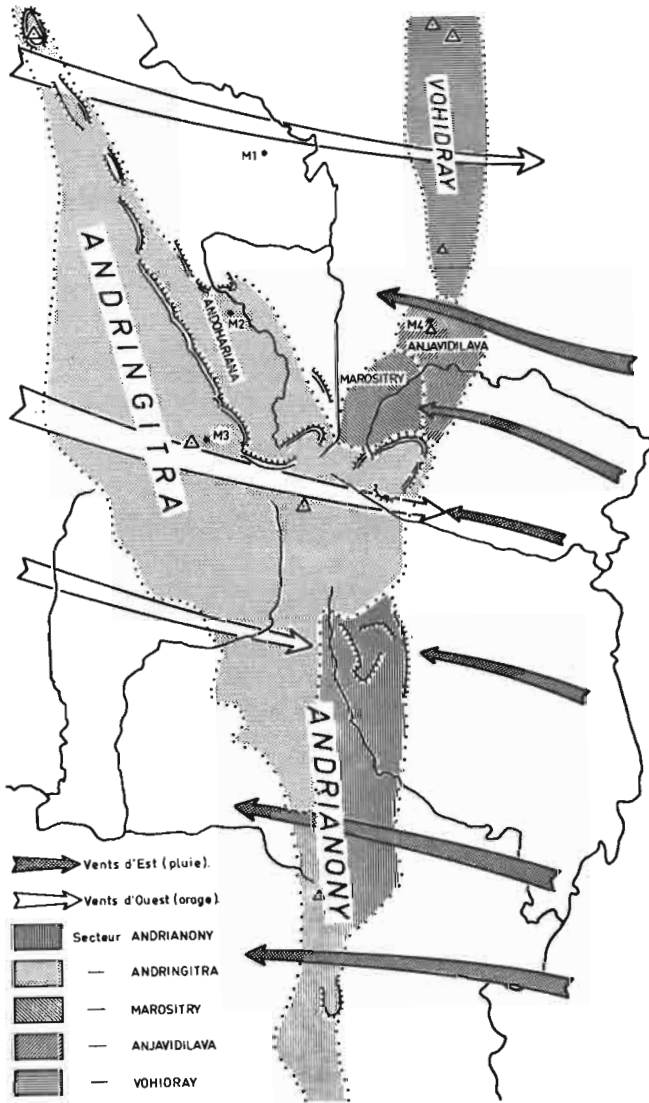


FIG. 13. — Schéma des influences climatiques orientales et occidentales sur le massif de l'Andringitra et délimitation des secteurs climatiques. Les 4 stations météorologiques des Eaux-et-Forêts sont notées : M₁ = Antanifotsy; M₂ = Andohariana; M₃ = cuvette du Boby; M₄ = Anjavidilava.

b) Période quotidienne d'ensoleillement.

Elle est directement liée à la forme des précipitations. Elle est relativement longue sur l'Andringitra central : 6 à 8 heures par jour. Par contre, à Anjavidilava, les nuages apparaissent en moyenne dès 11 heures du matin; la pluie survient vers midi et, à partir de 15 ou 16 heures, la station est submergée par le brouillard et les

nuages (1). Pour une même altitude, la température maximale diurne est inférieure, la température minimale est plus élevée et l'évaporation donc moins intense à Anjavidilava que dans l'Andringitra central.

Remarque : au cours des dépressions tropicales où le cycle journalier est perturbé, l'ensemble du massif est sous le régime brouillard, crachin, vents.

5. SECTEURS CLIMATIQUES (fig. 13).

En résumé, nous pouvons distinguer 5 secteurs :

a) *Andringitra central* : zone sommitale, plateau d'Andohariana.

Le climat stationnel y est rude :

- températures extrêmes accusées;
- pluviométrie forte avec précipitations concentrées dans le temps. La zone centrale du plateau sommital, autour du pic Bory, semble être la plus arrosée;
- orages très fréquents, mais brouillards très rares en saison chaude.

b) *Anjavidilava*.

L'influence orientale y est forte et donne un climat stationnel très différent de celui de l'Andringitra central :

- très forte pluviométrie;
- orages peu fréquents, mais brouillards et crachins presque quotidiens en saison chaude;
- période journalière d'ensoleillement relativement réduite;
- températures nettement moins accusées que dans l'Andringitra central.

c) *Marositry*.

Climat stationnel intermédiaire entre celui de l'Andringitra central et celui d'Anjavidilava.

- forte pluviométrie;
- assez fréquemment, brouillard et crachins en saison chaude;
- période d'ensoleillement journalière plus longue qu'à Anjavidilava.

(1) Ces caractères se retrouvent, trait pour trait, à la même saison, dans le massif du Tsaratanana.

d) *Andrianony*. Branche Sud du massif de l'Andringitra.

Climat stationnel assez semblable à celui d'Anjavidilava, mais moins froid dans la zone où nous avons opéré, de par l'altitude inférieure.

e) *Vohidray*.

Nos observations à distance sont insuffisantes. Le climat paraît composite. La pointe Sud de ce massif annexe a un climat semblable à celui d'Anjavidilava. Le centre et le Nord sont assez fréquemment intéressés par des orages en saison chaude, mais la position orientale de ce massif fait que les brouillards sont également fréquents.

V. — ÉTUDE MICROCLIMATIQUE

A. BIOTOPES TERRESTRES

A partir des climats stationnels définis ci-dessus, nous considérerons une série de microclimats résultant de l'effet-écran opposé par la couverture végétale à l'action des facteurs généraux du climat. Cet écran dépend :

- de la présence d'une strate végétale; cas extrême : les dalles rocheuses avec leur végétation basse et discontinue;

- de la hauteur de la strate la plus élevée;

- du nombre de strates de hauteur inférieure à celle de la voûte : strates arbustive, herbacée, muscinale, ...;

- du degré de perméabilité des différentes strates aux facteurs du climat général. Par ordre décroissant : la forêt humide de moyenne altitude, la forêt humide de montagne, la forêt sclérophylle de montagne, les fourrés éricoïdes hauts et bas;

- de la présence, au sol, d'une strate muscinale ou d'une litière, pour le microclimat dans le sol.

Il est évident que les enregistrements effectués ne constituent que des données fragmentaires. Pourtant, à part la station de l'Andrianony, les autres sites ont été observés pendant une période correspondant assez bien au climat stationnel pendant la saison des pluies.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES.

Les observations ont été faites pour chaque station dans deux sites différents :

- L'étude des phénomènes et les relevés climatiques stationnels (température maximale et minimale et pluviométrie) ont été effectués *en terrain découvert*. Pour les sites d'Andohariana et d'Anjavidilava, ce site est commun pour toutes les périodes d'enregistrements microclimatiques effectués respectivement dans chacune de ces stations. Ainsi pour Anjavidilava, l'unité de climatologie stationnelle était implantée au camp, à 1 995 m d'altitude, pendant un mois entier; les enregistrements microclimatiques, pendant cette période, ont intéressé une forêt sclérophylle de montagne à *Agauria* (1 975 m), une forêt sclérophylle de montagne à *Philippia* (2 000 m) et les dalles rocheuses avec végétation rupicole (2 010 m), toutes stations situées à moins de 300 m de l'unité de climatologie stationnelle et soumises strictement au même climat stationnel.

- Les enregistrements microclimatiques (thermohygromètre et thermographe triple à sondes) étaient effectués, parallèlement, à l'intérieur du milieu à étudier, c'est-à-dire sous couvert (sauf, bien entendu, pour les dalles rocheuses).

a) *Observation directe des phénomènes macroclimatiques.*

Etant en présence de climats stationnels fort différents et de formations végétales à coefficient de protection extrêmement variable, il nous a paru indispensable de noter l'évolution des phénomènes pour pouvoir faire la part du climat stationnel et de l'influence de l'écran végétal pour chaque biotope et interpréter correctement

les profils microclimatiques; pour ne donner qu'un seul exemple, 10 mm de pluie tombés en 30 minutes sur l'Andringitra central n'ont pas la même valeur biologique que 10 mm de crachin mêlé de brouillard tombés en 10 heures sur Anjavidilava, les deux stations étant à la même altitude de 2 000 m.

Les différentes phénomènes ont été figurées par les symboles classiques utilisés dans les rapports de météorologie.

b) *Pluviométrie.*

Dans le même esprit, nous avons utilisé un *pluviomètre à lecture directe*, ce qui permettait de relever, en plus de la tranche d'eau journalière, la hauteur de chaque précipitation sensiblement uniforme. Sur nos schémas, nous rapporterons les précipitations en durée et intensité ainsi que la tranche d'eau de chacune d'elle.

Nous n'avons pas relevé les précipitations quotidiennes en journées légales, mais chaque matin à 8 heures locales. Ceci a été motivé par la répartition des précipitations concentrées en général entre 12 et 24 heures.

Remarques :

- le pluviomètre a été posé à terre; son ouverture se situait à +40 cm;
- toutes les données sont exprimées en millimètres d'eau (= litre par mètre carré).

c) *Thermomètre maxi-mini.*

En l'absence d'installation à isolation adéquate, le thermomètre maxi-mini a été suspendu à 1,80 m du sol, à l'abri du soleil sous l'auvent largement ouvert d'une tente. De ce fait, les températures minimales peuvent être considérées comme valables; par contre, pour les températures maximales, il est certain qu'un échauffement relatif, sous l'auvent, fournit des données exagérées. Pourtant, le but des mesures effectuées étant, non pas une étude de climatologie générale, mais celle de l'action protectrice des différents types de couverture végétale, la méthode classique de relevé de la température sous abri n'est pas non plus l'idéal; l'isolation due à l'abri annule l'effet du rayonnement. C'est pourquoi nous donnerons tout de même, à titre indicatif, les températures maximales relevées, sous les réserves indiquées ci-dessus.

d) *Thermo-hygrographe.*

Enregistreur RICHARD (sensibilité : température, —15° à +40 °C; humidité, 0-100 %; 1 tour = 7 jours), avec contrôle périodique par un psychromètre « crécelle ».

e) *Thermographe triple à sondes.*

Cet appareil LAMBRECHT (sensibilité : 0 à +80 °C; 1 tour = 7 jours) nous a permis d'enregistrer les températures dans 3 horizons différents dans les sols des biotopes prospectés. En général, il s'agissait des niveaux superposés suivants :

- 0 cm : surface du sol, sous litière ou mousse;
- 5 cm de profondeur dans le sol;
- 10 cm de profondeur dans le sol.

Pour un biotope spécial, les dalles rocheuses à végétation rupicole et pierres posées sur le rocher, le sol était trop peu profond pour procéder par niveaux superposés; de plus, son extension était très réduite. Il nous a paru plus intéressant d'enregistrer les variations thermiques à l'intérieur de trois micromilieus différents, mais très voisins (distants de 15 à 20 cm les uns des autres) et subissant le même rayonnement. Ces modalités spéciales seront expliquées dans le paragraphe consacré à ce biotope.

Montage des deux enregistreurs (fig. 14).

Les 2 appareils sont installés côte à côte sur un plateau (50 cm de côté) horizontal, situé à 20 cm au-dessus du sol. La protection contre la pluie est assurée, sous couvert forestier, par une bâche en plastique de 1,50 m de côté, en toit, à 60 cm au-dessus du bâti.

Dans le cas des dalles rocheuses, le dispositif précédent ne protégeait pas le thermohygrographe du rayonnement solaire. Une toile de jute épaisse a été dressée en toit, à 10 cm sous la bâche de plastique, ce qui assurait une ventilation suffisante entre elles. L'ensemble plateau-bâche a été placé de telle sorte qu'à aucun moment de la journée il ne s'oppose au rayonnement solaire sur les microbiotopes contenant les sondes thermiques.

Remarque : toutes les températures sont exprimées en degré C.

2. DIFFÉRENTS TYPES DE PROFILS MICROCLIMATIQUES.

Nous soulignons à nouveau le caractère partiel des conclusions qui s'appliquent à la saison des pluies (novembre à avril). Par ordre d'altitude croissante et de végétation à caractère montagnard de plus en plus accusé, nous avons cherché, en intégrant les différents résultats et enregistrements, à caractériser les différents biotopes.

Légende des profils microclimatiques

1. Observations des phénomènes macroclimatiques.

Les relevés de pluviométrie, de température maximale et minimale et des phénomènes ont été effectués en *terrain découvert*.

a) Pluviométrie.

Les résultats sont de deux ordres :

- pluviométrie totale : tranche d'eau journalière exprimée en millimètres;
- pluviométrie partielle : tranche d'eau correspondant à chaque précipitation sensiblement homogène; le nombre placé au-dessus de chaque colonne indique la hauteur d'eau en millimètres; chaque précipitation est représentée en intensité (mm/h) et en durée (h) (cf. exemples ci-dessous).

b) Température (T °C Max. et T °C Min.).

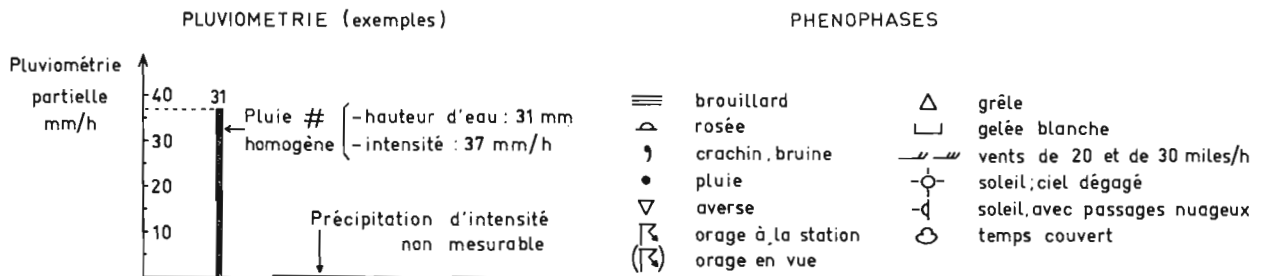
Relevés des températures maximales et minimales (voir remarques dans le texte) en *terrain découvert*.

c) Phénomènes.

Nous avons utilisé les symboles habituels de la météorologie.

Mais par mesure de simplification, nous avons remplacé la notation habituelle du degré de nébulosité de 0 à 10/10° par 3 symboles :

- soleil, ciel clair;
- soleil, avec passages nuageux;
- temps couvert.



2. Profils microclimatiques.

Les enregistrements ont été effectués *au sein du milieu à étudier*.

- H.R. : Humidité relative de l'air;
- T °C : Température en degrés centigrades;
- + 20 cm : à 20 cm au-dessus du sol;
- 0 cm : à la surface du sol, sous litière, mousses, ... (précisions pour chaque station);
- 5 cm : à 5 et 10 cm de profondeur dans le sol.
- 10 cm

a) Forêt dense humide de moyenne altitude.

— Forêt d'Ambalamarovandana, 1 550 m

La période d'enregistrement comprenait 4 jours assez typiques d'une belle période en saison des pluies (beau temps post-cyclonique) et 3 journées à régime dépressionnaire. Si ces deux périodes se distinguent nettement dans les enregistrements thermique et hydrique dans l'air (+20 cm), les différences sont minimes pour les températures dans le sol, particulièrement à — 5 et — 10 cm. Pendant les 4 premiers jours, on s'aperçoit de la bonne protection offerte par la voûte de ce type

de forêt haute. Les écarts thermiques sont assez amortis à +20 cm et les chutes du degré hygrométrique de l'air sont relativement faibles les jours de beau temps (17, 18 et 20 janvier). Le 19 janvier représente une journée normale de saison des pluies : le fléchissement de courte durée ne permet pas une évaporation conséquente au niveau du sol. La voûte et l'épaisse couche de litière constituent une protection très efficace vis-à-vis du sol : en effet, après 3 jours de dépression (100 mm environ d'eau), le sol n'était pas noyé.

Ce type de forêt constitue un biotope très tamponné, particulièrement au niveau du sol, où la moyenne thermique est relativement élevée (15 °C en janvier).



FIG. 14. — L'unité de microclimatologie installée sous couvert forestier.

b) *Forêt dense humide de montagne.*

— Andrianony. Cirque de Manjarivolo. 1 650 m

Malgré le séjour en début de saison des pluies, nous avons pu observer que la chaîne de l'Andrianony, dans sa partie boisée, est assez fréquemment submergée par les nuages et le brouillard. L'humidité de l'air y atteint parfois des paliers à 100 %. La couverture végétale, moins haute et moins continue que dans la forêt de moyenne altitude, ne constitue pas un écran protecteur très efficace, ce qu'attestent les enregistrements thermique et hygrométrique à +20 cm. Pourtant, à 5 et 10 cm de profondeur dans le sol, le milieu est bien tamponné.

La forêt dense humide de montagne constitue un milieu relativement bien tamponné, essentiellement grâce à l'effet modérateur des précipitations fréquentes sous forme de brouillard et de bruine.

c) *Forêt dense sclérophylle de montagne.*

— Anjavidilava. Forêt à *Vaccinium* et *Agauria*.
1 975 m

Elle est presque quotidiennement submergée par les brouillards et crachins; ceux-ci entretiennent de longs paliers d'humidité absolue. Ces taux d'humidité sont

autant dûs à la présence des brouillards qu'au volume élevé des précipitations à cette altitude (469 mm en 29 jours). La réserve en eau de la litière, des mousses et du sol entretient, même par une journée ensoleillée, une forte humidité relative de l'air. Ajoutons le fait que l'ensemble litière-mousses-sol ne peut présenter une forte évaporation que dans la mesure où l'humidité de l'air s'écarte fortement et longtemps de sa valeur maximale; la présence fréquente des brouillards compense donc dans une large mesure l'efficacité moindre de la voûte en tant qu'écran. Pour les températures dans le sol, remarquons la grande stabilité à — 10 cm.

— Marositry. Forêt à *Agauria*. 2 000 m

Cette formation n'a malheureusement pu être prospectée durant plus de 3 jours. Les observations et enregistrements en montrent pourtant clairement les caractéristiques; nous pouvons affirmer, grâce à des observations macroclimatiques continues depuis Anjavidilava (du 17-XII-1970 au 16-I-1971) et partielles depuis le rebord oriental du plateau d'Andohariana (du 10-XI au 11-XII-1970) que le climat stationnel au-dessus de cette formation pendant la période d'enregistrement est représentatif du climat stationnel pendant la saison des pluies. Appartenant au secteur intermédiaire, entre l'Andringitra et Anjavidilava, cette formation est souvent

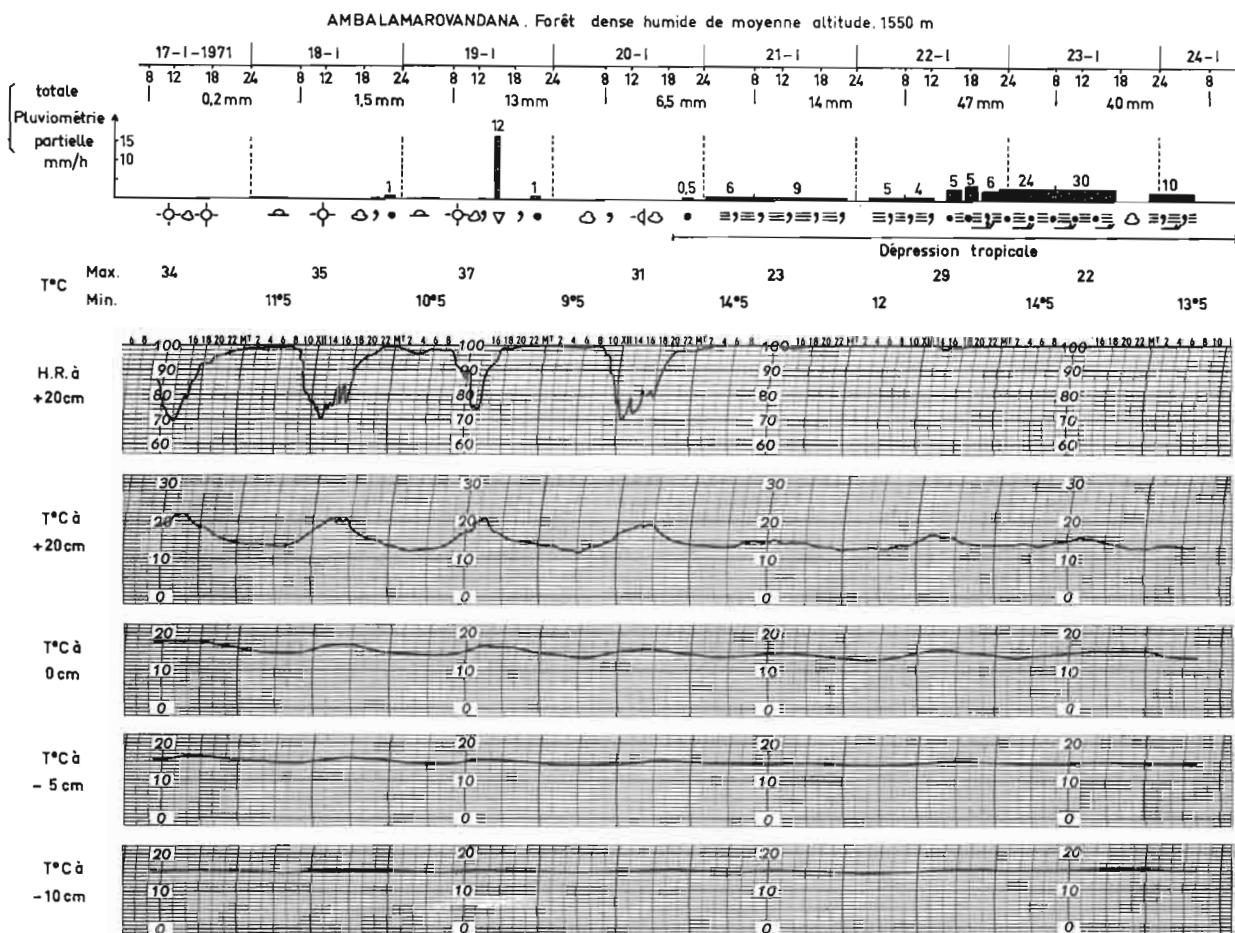


FIG. 15. — Forêt dense humide de moyenne altitude. Sonde à 0 cm placée sur le sol, sous la litière.

noyée dans les nuages et le brouillard. Par contre, la période d'insolation quotidienne supérieure à celle d'Anjavidilava et l'écran protecteur moyen offert par la végétation provoquent des chutes appréciables en durée et valeur du degré hygrométrique de l'air, sous couvert. Dans le sol, si l'amplitude thermique à — 10 cm est remarquablement faible, à — 5 cm, elle est appréciable.

— Anjavidilava. Forêt à *Philippia*. 2 000 m

Malgré des paliers à 100 %, ou très voisins, de l'humidité relative de l'air, dûs à la fréquence des brouillards, les enregistrements au thermohygrographe montrent que le taux de protection de la couverture végétale est assez médiocre. En effet, bien que les *Philippia* constituent ici une formation assez dense, le couvert, à 5 m de hauteur, du fait de la taille très réduite des feuilles, est un écran imparfait. Le sol est pourtant bien

protégé des facteurs climatiques stationnels grâce à l'épaisseur du tapis de mousses qui le recouvre. Il est instructif à cet égard de considérer l'amortissement de la chute brutale de température les 19 et 20 décembre à 13 heures, par suite d'une chute de grêle; à — 10 cm dans le sol, on ne perçoit pratiquement plus de variations; cet horizon est remarquablement stable.

Nous n'avons pu étudier, faute de temps, les autres forêts sclérophylles à *Philippia* du point de vue microclimatique. Nous ne pensons pas qu'elles présentent de différences importantes avec celle qui a été observée. Les courbes auraient été sensiblement identiques, peut-être un peu plus amorties dans les formations où les *Philippia* atteignent 7 m de hauteur.

Conclusion. Nous avons affaire ici à des formations de type arboré où l'écran végétal n'offre qu'un taux de

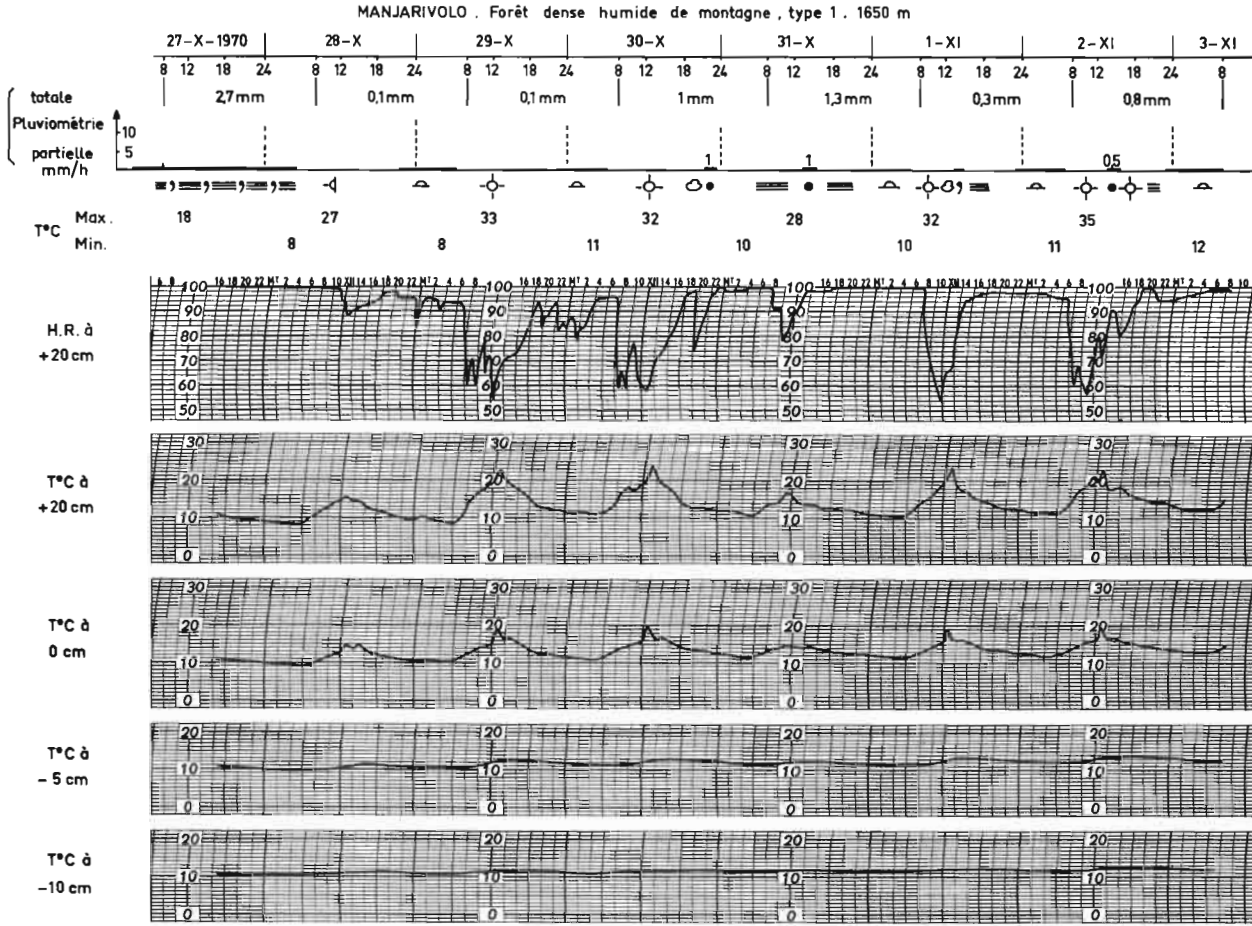


FIG. 16. — Forêt dense humide de montagne. Andrianony. Sonde à 0 cm placée sur le sol, sous la litière.

protection moyen ou assez médiocre. Cette caractéristique est largement compensée par la persistance fréquente de brouillard et de bruines, et donc de paliers à 100 % de l'humidité relative de l'air au sein des formations. Grâce à des précipitations abondantes et bien réparties, du moins en saison des pluies, le sol n'y connaît pas de déficit en eau à cette époque. Ce type de formation n'existe pas dans l'Andringitra central, mais uniquement à Anjavidilava, dans le secteur intermédiaire de Marositry et sur le Vohidray méridional, aux environs de 2 000 m d'altitude.

d) *Fourrés de montagne.*

Nous n'avons étudié que le profil microclimatique des fourrés éricoïdes hauts, de 2 à 3 m de hauteur.

Ceci s'explique par la grande extension de ces formations, comparée à celle des fourrés éricoïdes bas qui ne comptent qu'un nombre très réduit de formations d'une certaine étendue. Nous avons choisi deux fourrés à *Philippia* pratiquement pur, aux altitudes de 2 000 et 2 500 m environ.

— Plateau d'Andohariana. Haut fourré à *Philippia*. 2 040 m.

Les enregistrements au sein de cette formation montrent un microclimat à contrastes accusés du point de vue thermique et hygrométrique, résultante d'un climat stationnel à amplitudes journalières élevées et d'un couvert végétal à coefficient de protection très médiocre. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer le tracé des températures à la surface du sol, sous un coussin de

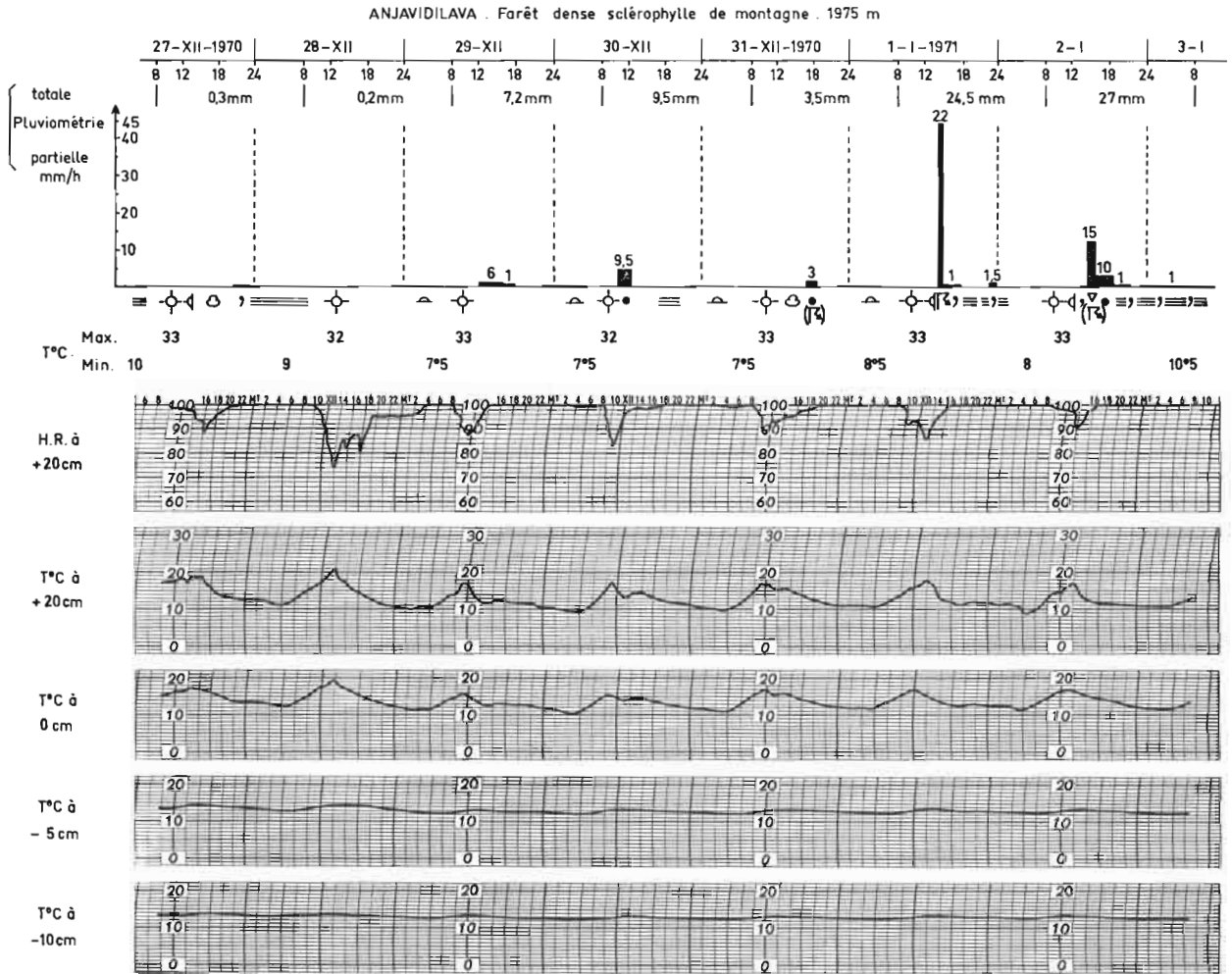


FIG. 17. — Forêt dense sclérophylle de montagne. Anjavidilava. Sonde à 0 cm placée sur le sol, sous la litière.

mousses de 4 à 5 cm d'épaisseur. La courbe à — 5 cm accuse encode des variations sensibles; à — 10 cm, le tracé n'est nullement stable.

Un calcul de moyenne montre que, outre l'amortissement très net des écarts thermiques journaliers, la moyenne des températures subit une baisse de 1°,3 C entre la surface du sol et 10 cm de profondeur dans le sol. Compte tenu de l'équivalence des bilans thermiques annuels, le sol, à 10 cm de profondeur, verra sa moyenne élevée sensiblement de la même valeur en saison froide. On trouvera ces résultats ainsi que ceux concernant un certain nombre d'autres biotopes à la fin de ce chapitre.

— Cirque Boby. Haut fourré à *Philippia*. 2470 m.

Ce type de fourré est sensiblement analogue à la formation précédente, en ce qui concerne la structure du peuplement de *Philippia*, mais est situé 400 m plus haut en altitude. L'allure générale des courbes est assez semblable à celle d'Andohariana, mais les températures sont évidemment décalées vers le bas. De plus, le sol était couvert de Mousses et d'une grande Graminée, ce qui explique que les écarts thermiques journaliers soient plus réduits qu'à Andohariana. Bien que cet écart soit plus important à + 20 cm. Pour une raison non élucidée, les températures moyennes, au cours de la période d'enregistrement, sont très proches les unes des autres;

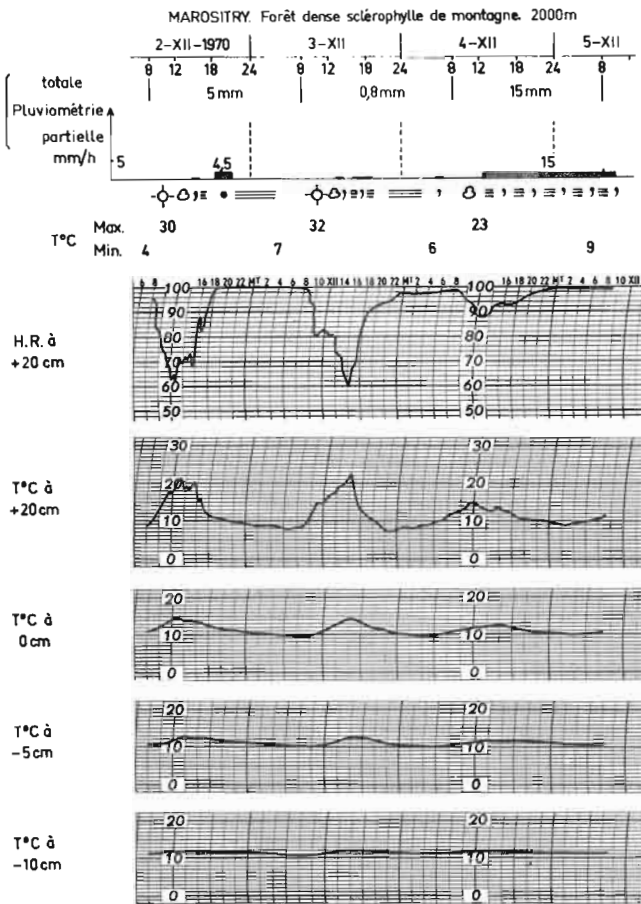


FIG. 18. — Forêt dense sclérophylle de montagne. Marositry. Sonde à 0 cm placée sur le sol, sous la litière.

il faut attendre d'autres enregistrements pour des altitudes et des biotopes comparables avant de conclure sur ce phénomène.

Conclusion. Les fourrés éricoïdes dont l'extension maximale se situe sur le pourtour du plateau d'Andohariana, au pied des falaises, et dans la zone sommitale de l'Andringitra central, constituent des biotopes au sein desquels les amplitudes thermiques sont très élevées à + 20 cm et le degré hygrométrique de l'air n'atteint pratiquement jamais 100 %, mais accuse, en cours de journée, des baisses marquées d'assez longue durée. Même les températures, dans le sol, présentent des variations quotidiennes, marquées à sa surface, sensibles en profondeur. Il est remarquable que ce soit au moment où le climat stationnel présente des amplitudes thermiques accusées et où les précipitations interviennent sous une forme concentrée dans le temps (averses,

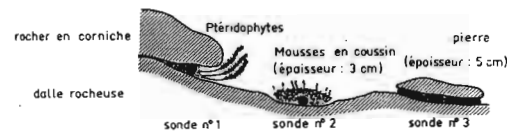
orages, grêle), que la végétation s'abaisse, retienne mal les eaux et ne puisse entretenir en son sein une humidité relative de l'air élevée, capable de ralentir l'évaporation au niveau de la surface du sol. Celui-ci peut donc subir, non seulement des amplitudes thermiques importantes, mais aussi des périodes de dessiccation.

e) *Dalles rocheuses à végétation rupicole.*

Ce type de biotope présente une extension extraordinaire dans l'Andringitra central, particulièrement au-dessus de 2 300 m d'altitude. Il existe aussi, dans une faible mesure, dans les autres secteurs. Nous n'avons pu, faute de temps, effectuer d'enregistrement dans le cirque Bobby; au décalage vers les basses températures près, le climat stationnel du Bobby ressemble beaucoup à celui du plateau d'Andohariana. Nous avons donc étudié le microclimat de ce biotope pour deux climats stationnels très différents : le plateau d'Andohariana et Anjavidilava, tous deux à 2 000 m d'altitude environ.

Remarque : il est à noter que le dispositif de protection des enregistreurs sur les dalles rocheuses introduit lui-même un certain coefficient de protection vis-à-vis des facteurs du climat stationnel, principalement la température. Ainsi, à Andohariana, le 7 décembre à 5 heures du matin, sévissait une gelée blanche; la température minimale relevée était de 0 °C, mais l'enregistreur (réglé sur le maxi-mini) accusait 2,5 °C.

— Plateau d'Andohariana. 2 030 m.
Emplacement des sondes thermiques.



Ce biotope subit l'action directe des facteurs climatiques stationnels, sans aucune protection de la part d'une couverture végétale continue. Les courbes d'enregistrement de la température et de l'humidité de l'air à + 20 cm montrent qu'il existe tous les jours une assez longue période chaude et sèche favorisant une très forte évaporation au niveau du rocher et des petites formations végétales xérophiles qui le recouvrent par endroits. Les espèces animales peuplant les divers aspects de ce biotopes subissent ainsi des variations thermiques et hygrométriques énormes pendant la saison des pluies. Ces variations, du moins les thermiques, sont encore considérablement accentuées en période sèche et froide. Les déficits hygrométriques fréquents, importants et de longue durée quotidienne, sont directement responsables de l'importance des écarts thermiques.

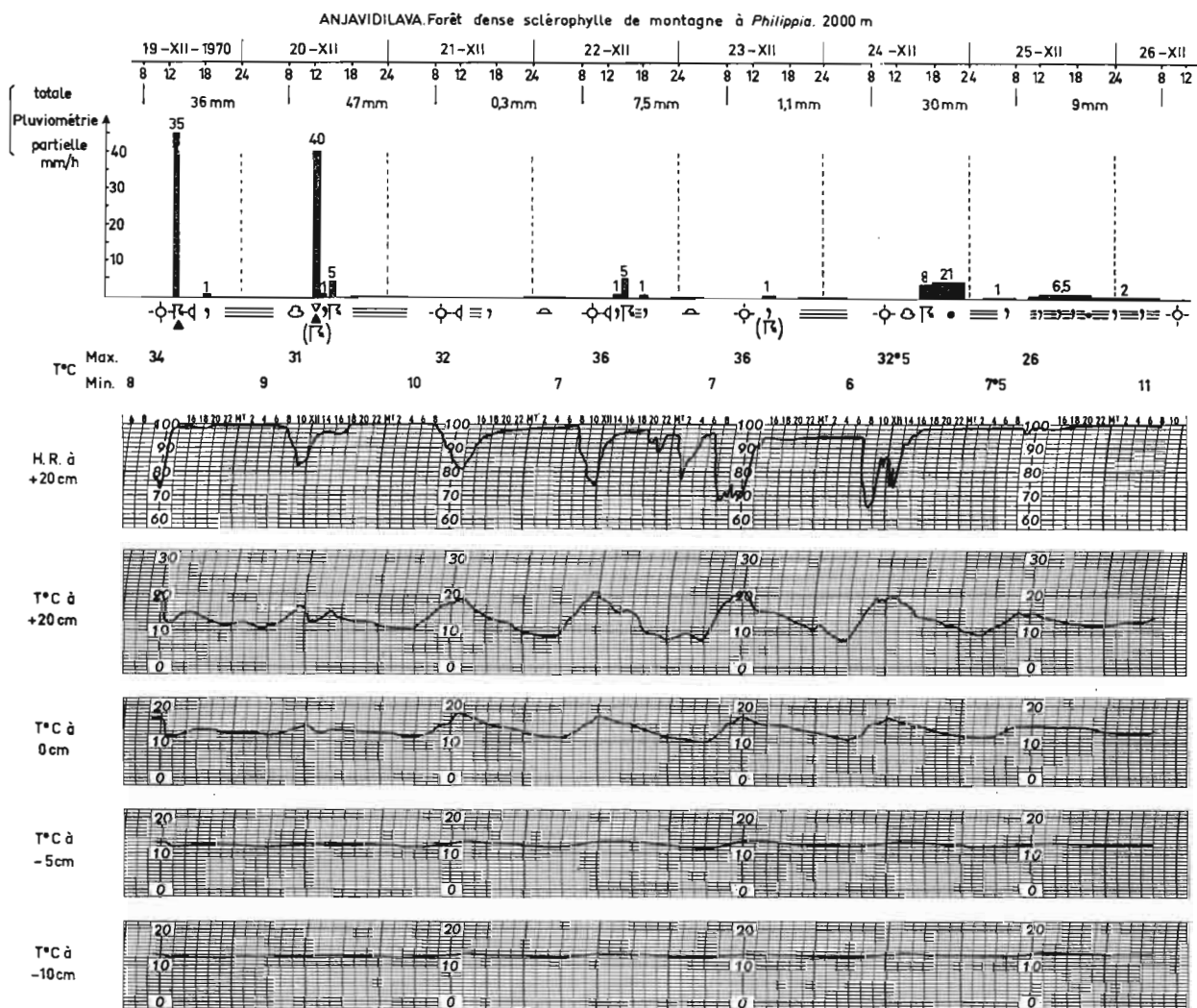


FIG. 19. — Forêt dense sclérophylle de montagne à *Philippia*. Anjavidilava. Sonde à 0 cm placée sur le sol, sous les mousses.

En ce qui concerne les 3 microbiotopes étudiés, il se révèle, comme on pouvait s'y attendre, que la corniche représente le milieu le plus tamponné. Du point de vue thermique, l'enregistrement le montre bien; du point de vue hydrique également en raison du fait que ce milieu ne reçoit pas directement de précipitations, à l'inverse des mousses en coussin ou du sol sous pierre (dans ce dernier cas, la pierre protège la mince couche de sol sous-jacent de l'action directe des précipitations, mais pas du ruissellement sur la dalle rocheuse). Du point de vue hygrométrique, dans le sol sous la corniche, le phénomène évaporatoire est considérablement réduit par la protection efficace offerte contre le rayonnement

par l'épaisseur de la dalle d'une part, et par la présence de Ptéridophytes limitant la turbulence de l'air d'autre part. Du point de vue thermique, les mousses en coussin et le sol sous pierre accusent des variations très importantes et souvent brutales (cf. les effets thermiques de la grêle le 10 décembre à 12 et 14 heures). A noter que le sol sous pierre constitue le milieu le plus accusé tant par l'écart thermique quotidien que par la brutalité de la variation. Or il est intéressant de constater que ces deux milieux sont relativement riches du point de vue microfaune, au moins en nombre d'individus, pendant la saison des pluies.

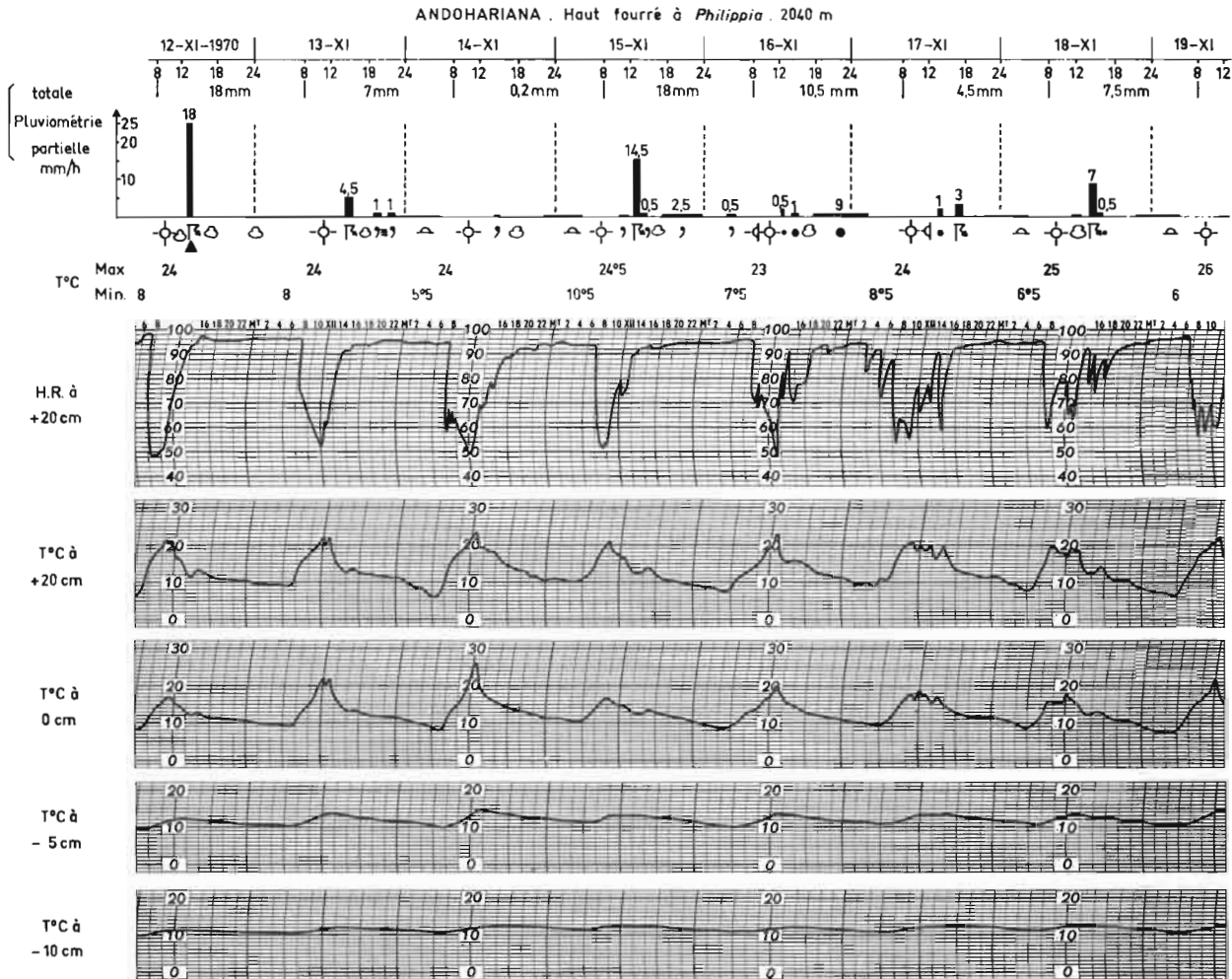


FIG. 20. — Haut fourré de montagne à *Philippia*. Andohariana. Sonde à 0 cm placée sur le sol, sous les mousses.

Un calcul de moyenne pour chacun des 3 micro-milieus montre que, non seulement l'écart journalier moyen est plus faible sous la corniche, mais aussi que la moyenne thermique au cours de la semaine y est inférieure de plus de 1 °C à celle des deux milieux à micro-climat accusé. Comme les bilans thermiques des micro-milieus équivalents d'une station aussi limitée que celle que nous envisageons ici sont égaux au cours d'un cycle annuel, ceci suppose que, pendant la saison froide (juillet-août en particulier), la corniche présente une moyenne thermique supérieure d'environ 1 °C à celle des 2 autres microbiotopes. Le milieu le plus tamponné d'une station limitée présente donc une double inertie thermique : dans l'écart annuel d'une part, et pour

chaque période de l'année, dans l'écart journalier moyen d'autre part.

Enfin, notons un élément remarquable : les 3 microbiotopes, même le plus tamponné et donc celui dont la moyenne thermique au cours de la période d'enregistrement a été la plus basse, montrent une moyenne supérieure à celle de l'air à + 20 cm. Ce phénomène atteint 1,4 °C d'amplitude entre l'air et le milieu le plus tamponné et 2,6 °C entre l'air et le milieu le plus accusé et est peut-être encore un peu plus accentué étant donné que la moyenne thermique à + 20 cm a vraisemblablement été un peu relevée par le dispositif de protection des enregistreurs (voir remarque ci-dessus). Les enregistrements superposés, à + 20 cm et dans les 3 micro-

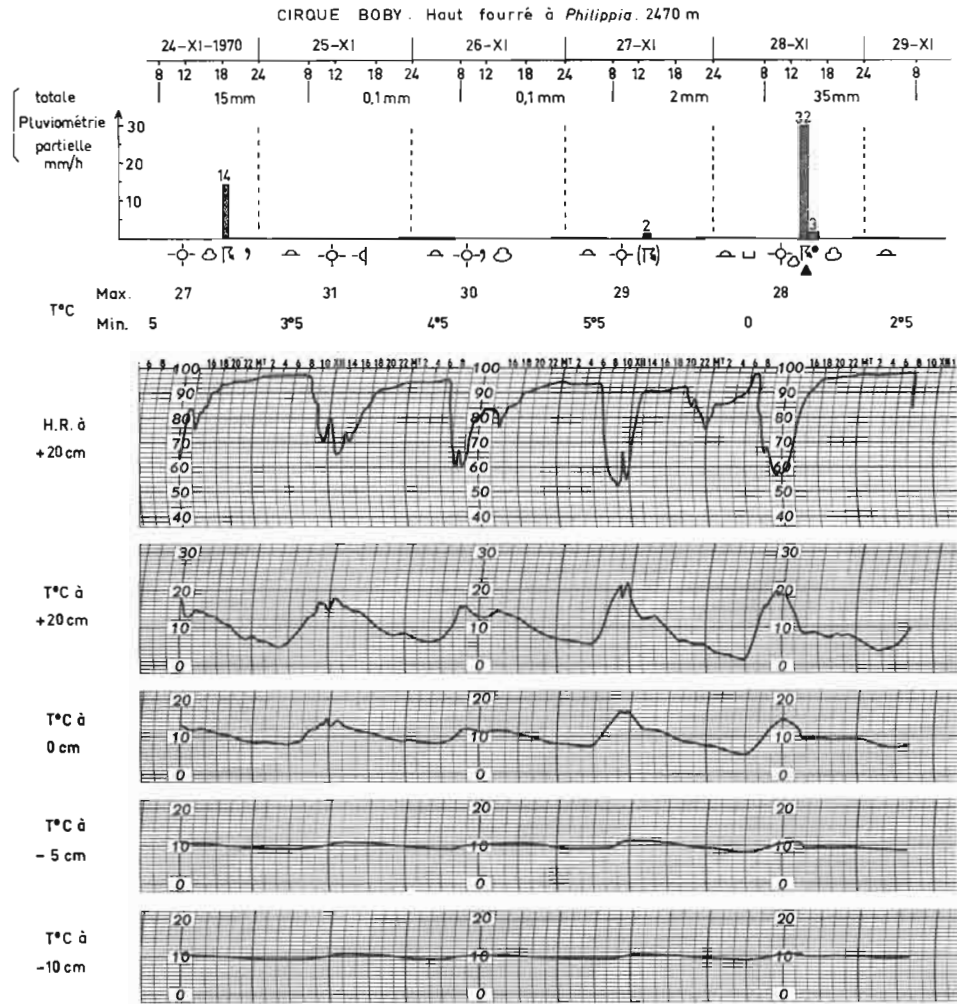


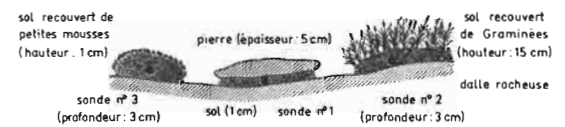
FIG. 21. — Haut fourré de montagne à *Philippia*. Cirque Boby. Sonde à 0 cm placée sur le sol, sous mousses et Graminées.

biotopes, montrent que, d'une part, l'apport calorifique du rayonnement solaire se transmet différemment dans les 3 biotopes, principalement en raison de la chaleur spécifique propre à chacun des substrats qui les abritent. D'autre part, la chaleur accumulée est lentement restituée au milieu ambiant, pendant la période non ensoleillée, en raison de la mauvaise conductibilité thermique relative des substrats et des couches d'air environnantes. Le bilan positif de ces échanges explique le relèvement des moyennes thermiques dans les biotopes prospectés. En saison froide, le même processus élève également la moyenne thermique des microbiotopes par rapport à celle de l'air, mais il faut y ajouter une lente restitution de l'apport calorifique qui a gagné

par conduction, en saison chaude, les couches plus profondes des dalles rocheuses.

— Anjavidilava. 2 010 m.

Emplacement des sondes thermiques.



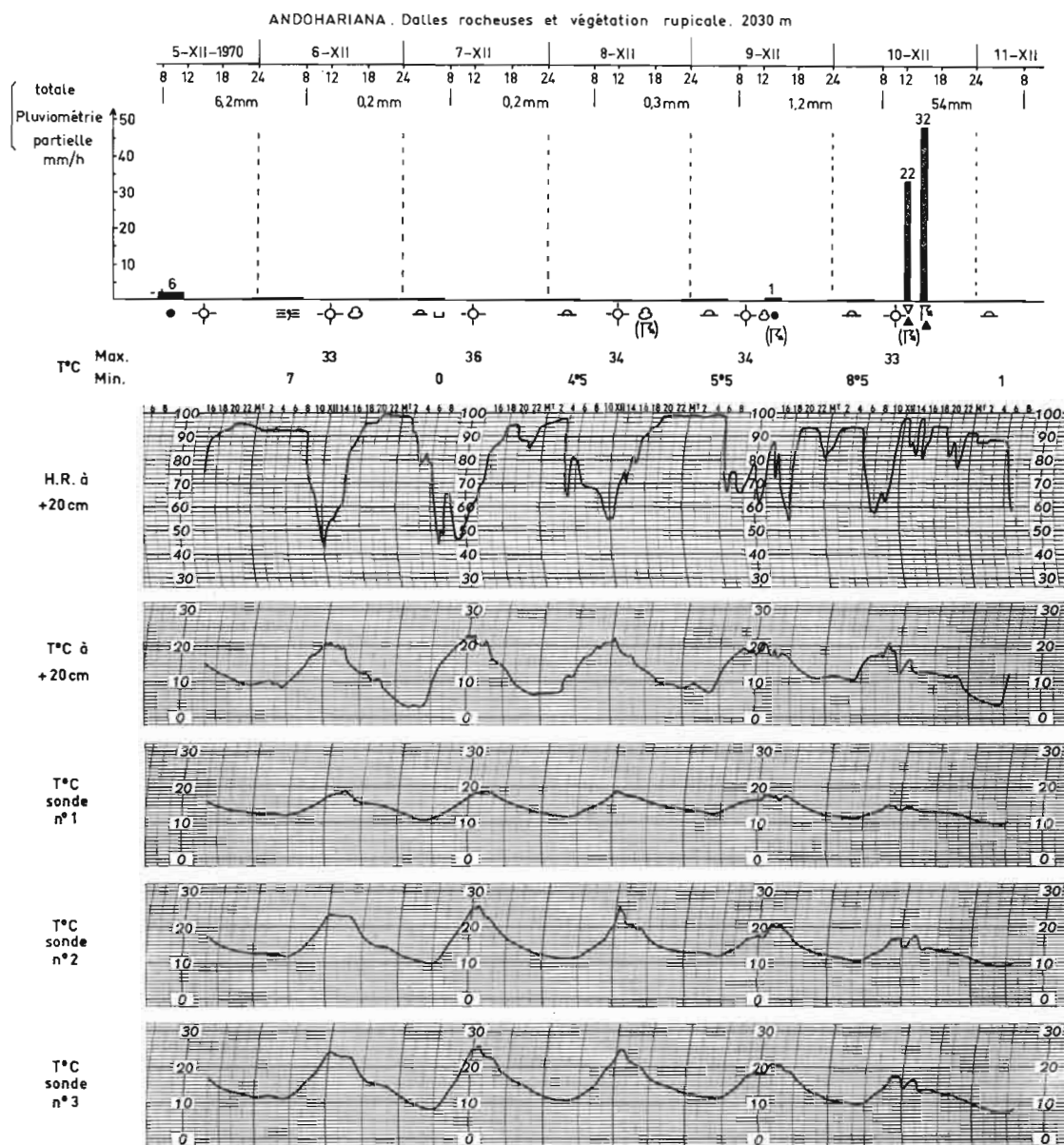


FIG. 22. — Dalles rocheuses. Andohariana. L'emplacement des 3 sondes est indiqué dans le texte.

La période dépressionnaire montre une remarquable stabilité du climat; s'agissant d'une période anormale, nous ne nous y attarderons pas. Les périodes du 6 au 8 janvier et à partir du 12 janvier représentent assez bien les aspects du climat stationnel d'Anjavidilava en saison des pluies, aux environs de 2 000 m d'altitude, tantôt pluvieux avec de nombreux brouillards et crachins très tôt dans l'après-midi, tantôt beau temps avec

quelques orages en début d'après-midi et brouillards crépusculaires et nocturnes. La végétation rupicole et la microfaune hébergée subissent donc souvent les effets d'un microclimat relativement stable, mais peuvent aussi se trouver sous le coup de variations thermiques et hygrométriques très importantes, bien que de durée et de fréquence moindres que celle du plateau d'Andohariana et de la zone sommitale de l'Andringitra.

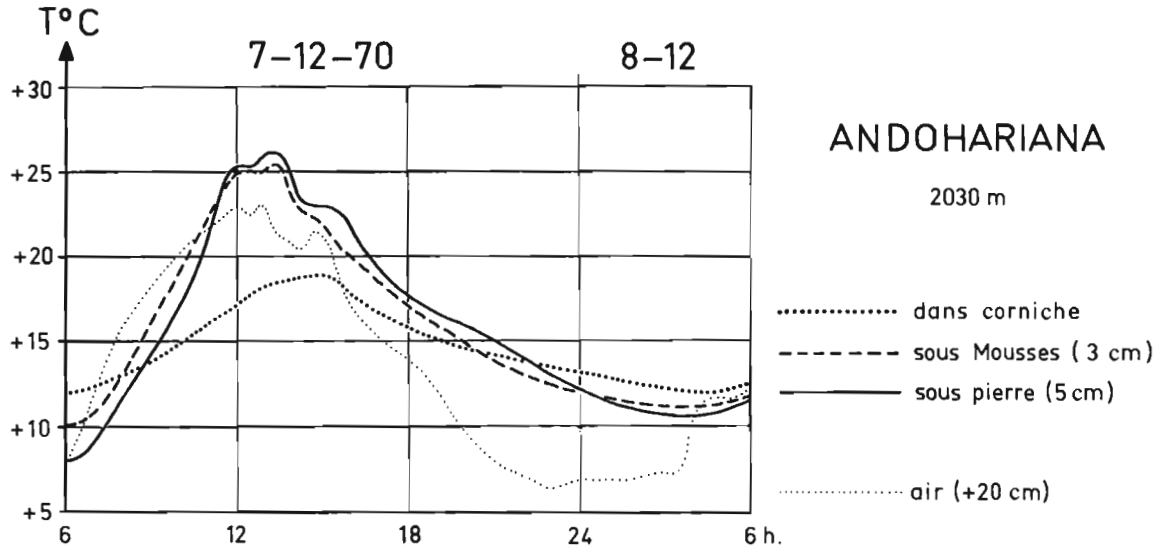


FIG. 23. — Evolution comparée des températures de l'air et des 3 microbiotopes sur les dalles rocheuses à Andohariana, au cours d'un cycle journalier.

Parmi les 3 microbiotopes retenus, le sol sous Graminées présente, par la hauteur de sa couverture végétale, les variations les moins accusées. Les deux autres microbiotopes subissent des variations très importantes, en particulier le sol sous mousses. La même remarque s'impose ici en ce qui concerne les écarts journaliers moyens, la moyenne thermique et l'échauffement dû au rayonnement.

Les dalles rocheuses et leur végétation sont donc soumises à Anjavidilava à un climat relativement sévère, pourtant plus atténué que dans l'Andringitra central.

Conclusion. A + 20 cm, l'enregistrement thermohygométrique représente, aux réserves précédentes près, le climat stationnel du plateau d'Andohariana et d'Anjavidilava. Au niveau des formations végétales très basses et discontinues qui le caractérisent et des sols retenus par les pierres posées sur le rocher, le biotope — dalles rocheuses à végétation rupicole — subit directement les effets du climat stationnel. Aucune couverture végétale d'ensemble n'empêche l'effet du rayonnement solaire; par contre, l'inertie thermique des substrats leur permet de limiter la déperdition rapide de chaleur, en atmosphère libre, en dehors de la période d'ensoleillement. Malgré tout, dans l'Andringitra central, surtout dans sa zone sommitale, le climat stationnel sévère, même parfois en saison chaude (0 °C à la mi-décembre, à 2 000 m d'altitude), lié aux caractéristiques du biotope, impose un microclimat à variations brusques et de grande amplitude.

Le cas d'Anjavidilava est spécial : étant donné la grande influence du climat humide de l'Est sur cette station, le biotope des dalles rocheuses, bien que relativement sévère parfois, n'a pas le caractère excessif de celui de l'Andringitra central.

3. CONCLUSIONS SUR LES BIOTOPES TERRESTRES.

De l'étude microclimatique et, en particulier de l'examen des températures moyennes et des écarts journaliers moyens dans chaque niveau d'une station, résumé dans le tableau 1, il ressort qu'il existe un hiatus dans la série des biotopes du massif de l'Andringitra et de ses annexes. On peut distinguer :

— les formations végétales ligneuses denses, de 4 m de hauteur minimale, comprenant, de 1 500 m à 2 000 m : la forêt dense humide de moyenne altitude, la forêt dense humide de montagne et les forêts denses sclérophylles de montagne à *Agauria* d'une part et à *Philippia* d'autre part. Au fur et à mesure que l'on s'élève en altitude, l'efficacité de l'écran végétal diminue; mais les formations des altitudes supérieures voient cette relative perméabilité du couvert compensée par un climat stationnel où les pré-

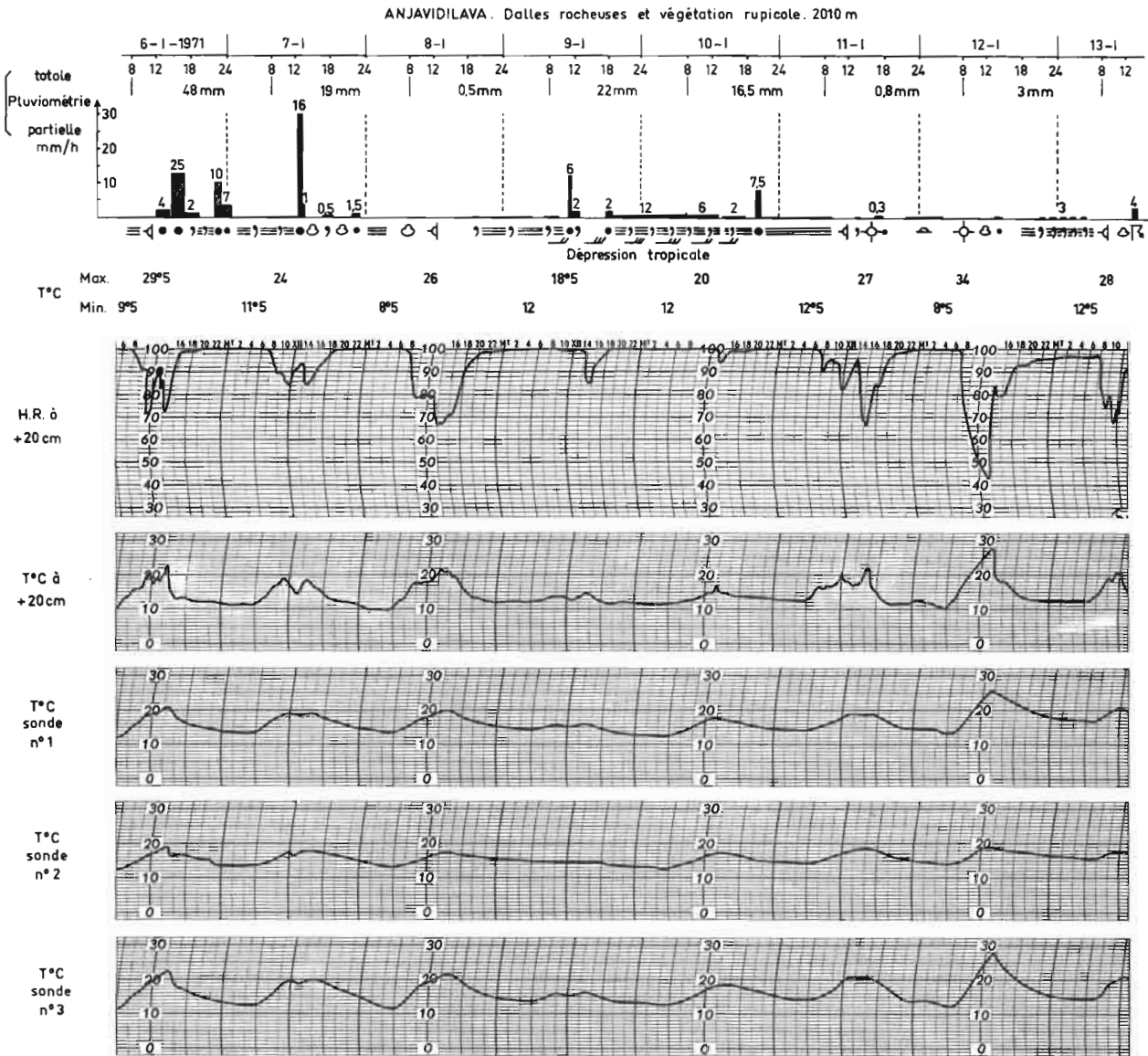


FIG. 24. — Dalles rocheuses. Anjavidilava. L'emplacement des sondes est indiqué dans le texte.

cipitations sont constituées pour une bonne part par des crachins et où les brouillards quasi-quotidiens en saison des pluies entretiennent au sein des formations une hygrométrie voisine ou égale à 100 % pendant la moitié de la journée, réduisant ainsi l'évaporation au niveau du sol;

— au-dessous de 4 m de hauteur, les formations végétales, presque toutes situées dans l'Andringitra

central, c'est-à-dire à climat stationnel sévère, sont caractérisées par un microclimat à variations brusques et à très fortes amplitudes tant du point de vue thermique qu'hygrométrique. Les températures minimales sont basses, les précipitations élevées et concentrées en orages et averses, en saison des pluies. Signalons que, sur les dalles rocheuses, les biotopes exposés au soleil peuvent voir leur moyenne ther-

TABLEAU I

Données thermiques comparées, pour les principaux biotopes étudiés dans l'Andringitra.

station	niveau	T° moyenne	Ecart journalier
AMBALAMAROVANDANA Forêt dense humide de moyenne altitude 1550 m	+ 20 cm	15°5	8°2
	0 cm	15°3	3°
	- 5 cm	15°1	1°1
	- 10 cm	15°1	0°7
ANJAVIDILAVA Forêt dense sclérophylle de montagne à <i>Agauria</i> 1975 m	+ 20 cm	13°3	8°1
	0 cm	13°6	5°6
	- 5 cm	13°	1°2
	- 10 cm	13°	0°7
ANJAVIDILAVA Forêt dense sclérophylle de montagne à <i>Philippia</i> 2000 m	+ 20 cm	13°3	9°9
	0 cm	13°4	5°7
	- 5 cm	12°8	1°4
	- 10 cm	12°7	0°8
ANDOHARIANA Haut fourré à <i>Philippia</i> 2040 m	+ 20 cm	13°	13°6
	0 cm	12°9	11°8
	- 5 cm	12°	3°6
	- 10 cm	11°6	1°5
Cirque du BOBY Haut fourré à <i>Philippia</i> 2470 m	+ 20 cm	10°1	14°6
	0 cm	10°	7°3
	- 5 cm	9°5	2°2
	- 10 cm	9°5	1°4
ANDOHARIANA Dalles rocheuses et végétation rupicole 2030 m	+ 20 cm	12°6	15°3
	sol dans une corniche	14°	6°2
	sous mousses (3 cm)	15°2	11°7
	sous pierre (5 cm)	15°1	12°6
ANJAVIDILAVA Dalles rocheuses et végétation rupicole 2010 m	+ 20 cm	14°1	9°5
	sol (3 cm) sous graminées	15°6	3°9
	sol (3 cm) sous petites mousses	16°4	8°3
	sous pierre (5 cm)	16°4	5°9

mique sensiblement augmentée par le jeu alterné du rayonnement et de l'inertie thermique des substrats.

Il existe une différence fondamentale entre la série à végétation « haute » et celle à végétation « basse » (1). Dans la série à végétation « haute », on observe une dégradation lente et continue des conditions du microclimat de 1 500 à 2 000 m, prin-

cipalement dans le domaine thermique : la principale variation consiste ici en un abaissement des moyennes thermiques avec l'altitude. La série à végétation « basse » est caractérisée à la fois par des températures basses, des déficits hygrométriques importants entraînant parallèlement des amplitudes thermiques élevées et une forte évaporation au niveau du sol.

Approximativement, la végétation « haute » correspond à l'Andrianony, Anjavidilava, les flancs du Vohidray et Marositry, la végétation « basse » à l'Andringitra central.

(1) Il est bien évident qu'il existe quelques intermédiaires entre végétation « haute » et végétation « basse » (différents types de fourrés et de brousses éricoïdes), mais nous n'avons pu y faire suffisamment d'observations climatologiques.

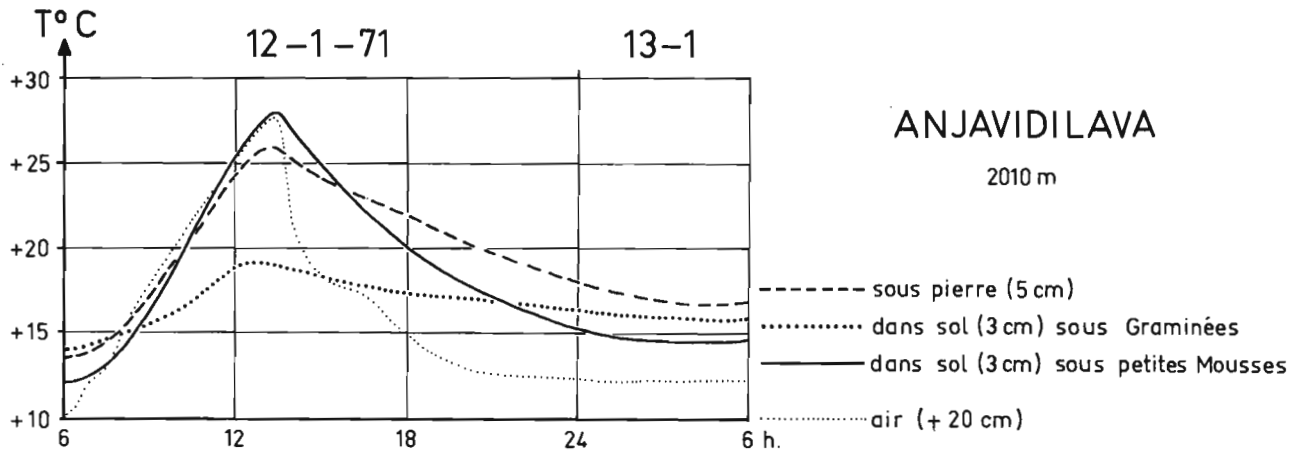


FIG. 25. — Evolution comparée des températures de l'air et des 3 microbiotopes sur les dalles rocheuses à Anjavidilava, au cours d'un cycle journalier.

B. MILIEUX AQUATIQUES ET HUMIDES

Nos résultats sont relatifs à la température et au pH. Ils ne concernent que les parties centrale et orientale du massif de l'Andringitra, à l'exclusion de l'Andrianony.

Les températures ont été relevées à l'aide d'un thermomètre JENAER —10 °C à 100 °C, modèle de poche, permettant d'apprécier le demi-degré.

Les pH ont été évalués à l'aide du papier indicateur spécial E. MERCK AG-DARMSTADT pour une échelle de couleurs de 5,4 à 7,0 après tests par un papier indicateur de même marque pour une échelle de 1 à 10

1. RÉSULTATS.

La plupart de nos mesures ont été rassemblées dans le tableau 2.

2. DISCUSSION ET CONCLUSION.

A) Température.

Nous n'avons pu recueillir que des données très fragmentaires sur les températures des eaux au cours de nos déplacements. Ces valeurs sont destinées à donner

une idée des températures effectivement supportées, dans les conditions précises de la mesure, par quelques espèces animales comme les Batraciens et les Insectes aquatiques. Elles ne peuvent être représentatives des variations de température des milieux dulçaquicoles.

Nos résultats permettent d'apprécier :

1) L'amortissement des variations diurnes en milieu aquatique.

— Le tableau 3 rassemble des mesures effectuées à une profondeur de 10 cm en eau courante dans l'exutoire de la cuvette du pic Boby (2 470 m) qui se présente comme une série de mouilles reliées par un chenal d'environ 1 m de largeur, à lit de galets.

— Des mesures effectuées sur le plateau d'Andohariana montrent les différences entre les températures maxima et minima relevées dans une mouille d'environ 4 × 3 m et 35 cm de profondeur, et en eau courante dans le lit du même torrent (profondeur 30 cm).

2) Variations de température en fonction de la profondeur.

Elles ont été évaluées dans les mouilles de l'exutoire de la cuvette du pic Boby (tableau 5).

3) Températures de quelques sources et résurgences, tableau 6

B) pH.

Nous pouvons regrouper nos mesures par fréquences dans le tableau 7.

TABLEAU 2

Secteur	Localisation	Altitude (en m)	Date	Heure locale	Eau de vasque sur rocher		Eau de ruisseau		Eau de suintement		Eaux marécageuses		sous Mousses et Lichens		T° C diurnes		Observations	
					T° C	pH	T° C	pH	T° C	pH	T° C	pH	T° C	pH	ombre	soleil		
Andringitra Central	Amparambatsoa	2100	8-XII-70	12 h	21°5	5,6					13°5	5,8			19°5		soleil	
	"	"	11-XII-70	8 h 30											14°5		soleil	
	Apiadianombilahy	2200	8-XII-70	16 h											17°		soleil	
	"	"	9-XII-70	7 h													soleil	
	Andohanandramiova	2250	9-XII-70	8 h 30	17°5	5,6											soleil	
	"	2350	9-XII-70	12 h					18°5	5,7				16°5	5,4	16°5		couvert
	Antaranomby (source)	2100	9-XII-70	13 h										24°5	5,4	18°5		soleil
	Ivangomena - Sud	2250	10-XII-70	9 h												16°		soleil
	Sahanambo (Haute)	2000	12-XII-70	12 h	24°5											21°5		soleil
	Andohariana (camp)	2030	13-XII-70	16 h 30												19°5		brouillard
	"	"	14-XII-70	7 h												11°5		soleil
	Pic Bory (face N)	2550	14-XII-70	17 h												14°5		soleil
	"	"	"	15-XII-70	15 h											10°5		brouillard
	"	"	"	15-XII-70	16 h											7°5		grêle
	"	2500	16-XII-70	14 h 30	23°5						14°5					20°5	26°5	orangeux
Pic Bory (face W)	2600	15-XII-70	11 h 30							16°5	5,8				17°5		orangeux	
"	"	"	15-XII-70	12 h	21°5	5,5									14°5		orangeux	
"	2550	17-XII-70	8 h	19°5											12°5		soleil	
"	"	"	17-XII-70	9 h 30	22°	5,7									15°5	18°5	soleil	
Pic Bory (face S)	2500	16-XII-70	10 h									16°5	5,6			21°5	soleil	
"	"	16-XII-70	10 h 30	25°5	5,7							15°5	5,6	18°5	12°5		orangeux	
Varavarana (col)	2100	18-I-71	12 h	18°5	5,6	15°								16°5	19°5		soleil	
Anjavidilava	Ruisseau Est	1975	6-I-71	10 h			14°5	5,4	13°5	5,6						16°5	nuages	
	"	"	15-I-71	12 h 30			18°5	5,4	15°	5,6							orage	
	Ruisseau col N-E.	1900	8-I-71	10 h			13°5	5,6								18°5	nuages	
	Source (camp)	1995	9-I-71	9 h 30			15°	5,6			17°5	5,6			17°5		couvert	
	"	"	9-I-71	17 h			15°	5,6			21°5	5,6			19°5		soleil	
	Mare	2100	7-I-71	11 h							22°5	5,5			18°		nuages	
Mares	2000	11-I-71	9 h							5,6	16°	5,5		5,5		couvert		
"	"	"	"	"						5,7	16°	5,5		5,4				
Ambalana-rovandana	Ampanasana (rivière)	1520	17-I-71	17 h	17°5		17°5		17°						20°5		soleil	
	Akiseasea (mare)	1550	22-I-71	10 h							17°	5,8			17°5		dépression tropicale	

TABLEAU 3

Date		25-XI-70			26-XI-70			27-XI-70	28-XI-70
Eau en surface	heure	11	12	15	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	10	7 $\frac{1}{2}$	6
	t°	12°5	12°5	14°	12°5	16°	12°5	11°5	10°5
Air	t° maxi.	31°			30°			29°	28°
	t° min.	3°5			4°5			5°5	0°
Phénophases		Beau temps jusqu'à 11 h 30 puis passages nuageux			Beau temps jusqu'à 9 h 30 puis couvert			Très beau temps jusqu'à 12 h	Beau temps le matin

TABLEAU 4

Date		6-XII-70	7-XII-70	8-XII-70	9-XII-70
Eau	Localisation	Mouille (- 35 cm)		Eau courante (- 30 cm)	
	T° Maxi	18°	18°	15°5	14°5
	T° Mini	11°	10°	10°5	10°5
Air	T° Maxi	33°	36°	34°	34°
	T° Mini	7°	0°	4°5	5°5
Phénophases		couvert jusqu'à 9 h 30 ; puis beau temps toute la journée	Beau temps le matin ; nuageux à partir de 14 h.	Beau temps le matin ; nuageux à partir de 13 h.	Beau temps jusqu'à 9 h 30 ; puis nuageux et pluie.

TABLEAU 5

Date	Heure	Profondeur (en cm)		
		0-10	10-100	200
25-XI-70	15 h	14°	13°	12°5
26-XI-70	10 h	12°5	12°	
27-XI-70	7 h 30	11°5		11°5
28-XI-70	6 h	10°5	10°5-11°	

TABLEAU 6

Date	Heure	Localisation	Altitude	T°C
27-XI-70	6 h	Cuvette pic Boby	2500 m	10°5
9-XII-70	13 h	Antaranomby	2100 m	15°5
10-XII-70	9 h	Ivangomena - Sud	2250 m	13°5
11-XII-70	8 h 30	Amparambatosoa	2100 m	12°5
16-XII-70	14 h 30	Ibory	2550 m	10°5
8-I-71	10 h	Anjavidilava	1900 m	13°5
9-I-71	9 h 30 - 17 h	Anjavidilava	1995 m	15°
17-I-71	17 h	Ampanasana	1520 m	17°
18-I-71	12 h	Varavarana	2100 m	15°

TABLEAU 7

Origine	Nombre de mesures pour des pH de					pH moyen	Domaine de variation
	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8		
Pluie			3			5,6	5,6
Vasques sur rocher			3	1	3	5,7	5,6 - 5,8
Eau de ruisseau	7	1	4	1		5,5	5,4 - 5,7
Eau de suintement			3	3	1	5,65	5,6 - 5,8
Eaux marécageuses		4	4		2	5,6	5,5 - 5,8
Mousses et Lichens	3	1				5,4	5,4 - 5,5

— 3 mesures du pH de l'eau de pluie donnent le même résultat : 5,6.

— La végétation manifeste une tendance à acidifier le milieu.

— Par contre, la dissolution des éléments basiques dans les feldspaths élève légèrement le pH de l'eau des

vasques à faible circulation et des eaux de suintement.

— Les eaux marécageuses qui associent les 2 tendances opposées d'une acidification par la végétation et d'une alcalinisation par contact prolongé sur le substratum cristallin ont un pH moyen voisin de celui de l'eau de pluie avec un large domaine de variation.

VI. — LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX

A. INTRODUCTION

Les principaux groupements végétaux ont été décrits succinctement en insistant sur leurs caractères physiologiques; ceci pour deux raisons: la première et la plus importante étant l'usage que doivent en faire les zoologistes au moins autant intéressés par le rôle d'écran et de protection joué par les végétaux pour la faune que par l'aspect floristique qui ne retient leur attention que comme source alimentaire (dans ce cas et dans la mesure du possible les plantes ont été déterminées en priorité) (1); la seconde raison tenant aux difficultés d'identifica-

tion relatives en particulier aux nombreux Bryophytes collectés.

Dans l'étude des groupements végétaux de l'Andringitra, nous avons été amenés à utiliser largement les conclusions d'une étude effectuée en collaboration avec J. KOEHLIN (2) sur la nomenclature des types de végétation malgache. En effet, les termes proposés par H. PERRIER DE LA BATHIE (1921) et repris par H. HUMBERT, en particulier pour la Carte de la Végétation malgache (1965), ne sont pas assez circonstanciés et surtout ne sont pas en accord avec les définitions classiquement admises aujourd'hui (Congrès de Yangambi, 1956) (3).

Le tableau ci-dessous montre les correspondances avec les termes utilisés par H. PERRIER DE LA BATHIE et H. HUMBERT.

H. PERRIER DE LA BATHIE (1921)	H. HUMBERT (1965)	J. L. GUILLAUMET et J. KOEHLIN
Forêt à sous-bois herbacé	Forêt dense ombrophile de moyenne altitude	Forêt dense humide de moyenne altitude Forêt dense humide de montagne
Silve à lichens	Sylve à lichens	Forêt dense sclérophylle de montagne
Broussailles éricoïdes	Fourré dense d'altitude	Fourré de montagne
	Savane d'altitude	Prairie altimontaine
Pelouse à xérophytes	Pelouse à xérophytes	Végétation rupicole

(1) Il nous est agréable de remercier M. J.-M. BOSSER qui nous a déterminé les Graminées et les Orchidées.

(2) M. J. KOEHLIN, Professeur de Botanique à l'Université de Madagascar, a bien voulu nous accompagner pendant quelques jours à Anjavidilava; nous l'en remercions très vivement, ainsi que de nous avoir autorisés à utiliser plusieurs de ses photographies.

(3) Définitions qui ont au moins le mérite de faire la quasi-unanimité des botanistes sur les types de végétation de l'Afrique tropicale, y compris Madagascar. Rappelons que A. S. BOUGHEY (1956, pp. 415-416) cite 39 synonymes pour la forêt de montagne africaine et la zone où elle se situe. Nous pourrions pour Madagascar citer: « Forêt à sous-bois herbacé » (H. PERRIER

DE LA BATHIE, 1921, p. 133); « Forêt à Mousses » et « Forêt à arbres chargés de mousses et à sous-bois herbacé » (*Idem*, 1927, p. 10); « Forêt à sous-bois herbacé et à mousses » (H. PERRIER DE LA BATHIE et H. HUMBERT, divers travaux); « Etage forestier moyen » (H. HUMBERT, 1955, p. 81); « Forêt dense ombrophile, série à *Tambourissa* et *Weinmannia* de l'étage de moyenne altitude » (H. HUMBERT, 1965, p. 58); « Forêt dense humide de l'étage de montagne » (H. HUMBERT et G. COURTS DARNE, 1965, coupure nord) ... Ce n'est donc pas par plaisir d'introduire des termes nouveaux, pour Madagascar, et de négliger ceux qui étaient utilisés jusqu'alors que nous préconisons une terminologie adaptée du Congrès de Yangambi mais seulement par souci de rationalisation.

Remarque : Pour H. PERRIER DE LA BATHIE la forêt à sous-bois herbacé se trouve entre 800 et 2 000 m, la sylvie à lichens en est une variante édapho-climatique; H. HUMBERT arrête la forêt dense ombrophile de moyenne altitude à 1 800 m, limite inférieure de l'étage montagnard compris entre 1 800 et 2 000 m et caractérisé par la sylvie à lichens. L'originalité et la limite inférieure de l'étage demandent à être précisées, c'est en partie l'objet de cette R.C.P., mais d'ores et déjà nous utiliserons certains critères physiologiques et floristiques classiques et serons amenés à étudier, aux fins de comparaison, les forêts situées au-dessous de cette limite, c'est-à-dire dans la zone de forêt dense humide de moyenne altitude.

Nous nous permettrons de rappeler les définitions élaborées au Congrès de Yangambi augmentées de nos propres corrections (J.-L. GUILLAUMET et J. KOEHLIN, à paraître) :

Forêt dense humide de (basse et) (1) moyenne altitudes : « peuplement fermé, pluristrate, constitué d'une strate supérieure de grands arbres; tapis graminéen généralement absent, et, s'il est présent, formé d'espèces à larges feuilles ».

Forêt dense humide de montagne : « même définition que la forêt dense humide de basse et moyenne altitudes, mais différente par la taille plus basse et le port des arbres et d'autres caractères ». Tendance à la sclérophylle des arbres de la strate supérieure, abondance de la végétation épiphytique (en individus et en espèces) principalement des Bryophytes et lichens, strate inférieure dense à base de fougères et d'espèces herbacées à feuilles larges et molles.

Forêt dense sclérophylle de montagne : « strate supérieure continue d'une dizaine de mètres de haut, à feuillage en majorité persistant et sclérophylle; strate moyenne buissonnante lâche d'espèces présentant des caractères foliaires analogues, ou plus nettement microphylls; strate inférieure discontinue;

(1) Il n'a pas été à Yangambi, fait de distinction biologique ou physiologique entre les forêts de basse et moyenne altitudes. A Madagascar, les critères de différenciation doivent être la réduction de la stratification, la nature herbacée du sous-bois et l'abondance de Bryophytes. Il est d'ailleurs vraisemblable que ces caractères sont également valables en Afrique.

lichens et Bryophytes abondants tant sur le sol qu'en épiphytes ».

Fourré de montagne (1) : « Type de végétation arbustif fermé, unistrate ou avec une strate arborée très discontinue, généralement peu pénétrable, souvent morcelée, à tapis herbacé absent ou discontinu ». Port et feuillage de la plupart des espèces éricoides, myrtoïdes ou cupressoides; importance de la flore lichénique et muscinale.

On y distinguera plusieurs types :

— *haut fourré arboré* : présence d'une strate arborée discontinue; végétation buissonnante (*fourré sensu stricto*) de 2 à 3 m;

— *haut fourré arbustif* : pas de strate arborée. Végétation buissonnante de 2 à 3 m;

— *bas fourré arbustif* : strate unique de 1 à 2 m de haut.

Prairie altimontaine : le terme de prairie, « considéré comme non ambigu » n'a pas été défini par la Réunion de Yangambi; voici la définition donnée par J.-L. TROCHAIN (1957) : « type de végétation fermé, constitué principalement de Graminées et Cypéracées avec, comme éléments accessoires du cortège, des plantes herbacées ou semi-ligneuses. Accidentellement il peut s'y introduire quelques arbustes, ... ses éléments constituants sont de température mésophile ou hygrophile ».

La *végétation rupicole* correspond à la *pelouse à xérophytes*, terme que nous réfutons à cause du contenu implicite de pelouse : végétation herbacée

(1) Le *fourré de montagne* répond parfaitement à la définition des *broussailles éricoides* de H. PERRIER DE LA BATHIE (1921) ou de la *végétation buissonnante éricoïde* de H. HUMBERT (1965, p. 64). Mais dans une remarquable étude des Hautes Montagnes malgaches, ce dernier (1928, p. 200 et suiv.) donnait une autre interprétation : « la *brousse éricoïde* est loin de constituer une formation homogène, et encore moins, *a fortiori*, une association unique. C'est, un ensemble d'associations végétales tantôt bien distinctes, tantôt plus ou moins intriquées, suivant les conditions locales ». Assurément H. HUMBERT s'est heurté aux difficultés de description de cette ceinture de végétation surmontant la forêt ! Nous avons rencontré les mêmes qui nous autorisent, avec les exemples qu'il donne ensuite, à utiliser ce terme de *brousse éricoïde* pour qualifier ce « paysage » végétal à multiples facettes, mosaïque de buissons et halliers, de plages herbeuses et de plaques rocheuses sèches ou humides.

à dominance graminéenne, dense, basse et continue. Aucun de ces termes ne s'appliquant à la végétation rupicole très ouverte, discontinue avec prédominance de chaméphytes xérophiles, succulents ou sclérophylles. Ce terme de végétation rupicole n'est pas satisfaisant puisqu'il n'a qu'une signification écologique mais nous l'utiliserons en l'absence de terme physionomique satisfaisant.

B. DESCRIPTION DES TYPES DE VÉGÉTATION

Pour la meilleure compréhension de l'exposé, les types de végétation sont cités par localité, un tableau récapitule l'ensemble. Les noms des formations sont donnés « a priori », la description apporte les arguments les légitimant ensuite.

Nous donnons, après chaque biotope, un sigle permettant aux spécialistes contactés pour l'étude du matériel zoologique un étiquetage concis. Il est évident qu'un sigle donné n'a de valeur qu'accompagné du nom de l'un des secteurs géographiques pris en considération :

- Andrianony.
- Marositry.
- Forêt Vakoana.
- Ambalamarovandana.
- Andohariana (ou éboulis Sud ou Ouest).
- Zone sommitale (ou Boby ou Bory).
- Anjavidilava.
- Vohidray.
- Amindramiova.

I. Andrianony

A) ALTITUDE SUPÉRIEURE à 1 600 m.

1. Forêt dense humide de montagne.

a) *Type 1* : Manjarivolo. Alt. 1 650 m. **F.D.H.M.**₁.

Localisée aux fonds et pentes d'une tête de bassin; vers le bas et le haut, elle est remplacée par des formations prairiales plus ou moins arbustives.

Strate supérieure continue d'environ 8 m de hauteur; arbres ne dépassant pas 40 cm de diamètre, à port très tortueux; dominance de *Weinmannia* (2 esp.) et Araliacées (*Cussonia*, *Schefflera*, *Cuphocarpus*) puis des espèces des genres *Eugenia*, *Vaccinium*, *Ocotea*, *Ephippiandra* ..., un seul *Pandanus*, localement abondant, un Palmier assez rare.

Absence de strates moyennes définies mais un certain nombre d'arbustes ont leur taille maximale vers 3 — 4 m.

Strate herbacée très variable de 30 cm (prédominance de Graminées) à 1,60 m (Balsaminacées, Acanthacées, Gesnériacées).

Strate muscinale, toujours présente, à densité inversement proportionnelle à celle de la strate herbacée.

Lianes rares. Epiphytes nombreux : Orchidées div. gen., Fougères, *Lycopodium*, *Medinilla*, *Senecio*, *Kalanchoe*... Manchons continus de mousses et fougères sur les troncs et ramures. Grande abondance de Loranthacées.

b) *Type 2* : crête ouest du Massif de l'Andrianony. 1 800 - 1 900 m. **F.D.H.M.**₂.

Sur forte pente, sol fortement quartzifère et érodé en surface. Physionomie et composition floristique générale analogues dans l'ensemble à celles du type 1, mais strate muscinale absente, strate herbacée relativement claire. Pratiquement pas de manchons bryophytiques sur les troncs. Abondance particulière de *Cyathea* et Bambous.

2. Fourré de montagne.

Crête dominant le Cirque de Manjarivolo. 1 800 m. **H.F.A.M.**

Haut fourré arbustif à *Philippia* (6 esp.), *Agauria*, *Vaccinium* dominants (3 à 4 m), avec quelques Composées, Mélastomacées, Cypéracées. Quelques Orchidées épiphytes. Dominance des *Cladonia* dans la strate muscinale.

3. Prairies altimontaines.

a) *Type 1* : 1 700 m. **P.A.**₁.

Sol très humide; peuplement de *Xyris madagascariensis* Malme et de Cypéracée très homogène, 30 cm envi-



FIG. 26. — Chaîne de l'Andrianony.

Au premier plan, la végétation sur une dalle rocheuse.

A droite, la forêt dense humide de montagne (type 1) du haut du cirque de Manjarivolo.

Au fond, le pic Ivohibe.

ron de hauteur. Quelques autres espèces, *Arthropodium caesioides* H. Perr., une Scrofulariacée et dans les espaces libres entre les touffes, tapis de *Sphagnum* et *Drosera*.

b) *Type 2* : 1 800 m. **P.A.**₂.

Sol sec; aspect très semblable à celui du groupement précédent mais les espèces sont des Graminées et Cypéracées. Seule la Scrofulariacée existe encore.

Remarque : Il semble que ces formations soient naturelles, bien que très pâturées. Elles pourraient être d'origine édaphique (?).

4. *Brousses éricoïdes*.

a) *Type 1* : Haut du Cirque de Manjarivolo. 1 750 m. **B.E.**₁.

Prairie à base de Graminées et de Cypéracées piquetée de bosquets ou individus isolés de *Weinmannia*, *Philippia*, *Clerodendrum*, *Halleria*; aucun de ces arbustes ne dépassant 2 mètres; ça et là fourré de Bambous.

b) *Type 2* : Manjarivolo. 1 650 m. **B.E.**₂.

Milieu végétal sans unité écologique ne méritant pas le nom de groupement, à peine celui de formation. En fait, mosaïque essentiellement composée d'une prairie humide à dominance de Cypéracées, Mousses (*Sphagnum* en particulier) et Lichens (*Cladonia*), entrecoupée de plaques de rochers à végétation xérophile, trous d'eau, et piquetée d'arbustes, isolés ou en bosquets, appartenant à la forêt et au fourré.

Remarque : Le premier exemple étudié pourrait être appelé à la rigueur « prairie altimontaine arbustive », mais sûrement pas le second.

5. *Végétation rupicole*.

a) *Type 1* : Crête à 1 800 m. **V.R.**₁.

Xerophyta dasyliroides Bak. dominant en grosses touffes, *Senecio melastomaefolius* Bak. crassulescent, Graminées diverses, *Eriospora setifera* Clarke en tou-radons bas. Abondance des mousses et lichens.

b) *Type 2* : Pente entre 1 700 et 1 800 m. **V.R.**₂.

Mosaïque de microstations : affleurement rocheux avec végétation du type précédent, plages de prairies altimontaines des types 1 et 2, quelques arbustes et bosquets; enfin grande abondance de talus à Ptéridophytes.

Remarque : Il est à peu près certain qu'il y a autant de formations de ce genre que de stations; en effet, la composition floristique dépend étroitement des conditions de fissuration de la roche, de la profondeur et de la largeur de ces fissures, etc.

D'autre part, comme il sera vu plus loin, existent sur une même plaque de rochers tous les stades de colonisation.

B) ALTITUDE INFÉRIEURE à 1 600 m.

Une seule formation a été étudiée à des fins comparatives.

Forêt dense humide de moyenne altitude.

F.D.H.M.A.

Partie inférieure du Cirque de Manjarivolo — 1 300 — 1 400 m. Strate dominante de 15 à 20 m, plus élevée dans les ravins. Arbres à contreforts dépassant 1 m de diamètre. Trois strates intermédiaires discontinues : 10, 5 et 1 m. Strate inférieure pratiquement inexistante, essentiellement composée de végétaux semiligneux. Quelques Araliacées encore mais surtout apparition de taxons orientaux de basse et moyenne altitudes : *Dracaena*, *Pandanus*, *Symphonia*, *Dilobeia*, *Tambourissa*, etc.

II. Andringitra

A) PLATEAU D'ANDOHARIANA (2 000 - 2 100 m) ET ÉBOULIS SUD ET OUEST (2 100 - 2 300 m).

Le plateau d'Andohariana et ses abords, éboulis de la barrière rocheuse fermant le plateau à l'ouest et au sud, ne porte pas de formations forestières mais uniquement des fourrés et formations herbeuses. Ici et là, des amas de rochers abritent quelques éléments

ligneux. La présence de mares plus ou moins temporaires et de cours d'eau entraîne une grande complexité dans la végétation liée à la présence d'eau.

1. *Fourrés de montagne.*

Principalement sur les éboulis et les pentes orientales internes du plateau, mais aussi çà et là.

a) *Hauts fourrés arbustifs.*

Caractérisés par l'abondance de *Philippia* (8-10 espèces), 3-4 m de haut. Pas de strate moyenne; strate inférieure essentiellement constituée de Mousses et Lichens, dans quelques cas de Ptéridophytes et Phanérogames.

Les différents types reconnus sont basés sur la présence d'espèces qui pour n'être pas toujours dominantes sont au moins caractéristiques.

a.1. Haut fourré à *Dombeya (macrantha* Bak. ?) : entre 2 000 et 2 100 m, rebord oriental interne du plateau. **H.F.A.M.**₁.

Caractérisé par la présence de *Dombeya (macrantha* Bak. ?) et *Mundulea andringitrensis* R. Vig., cette dernière espèce plus particulièrement inféodée à la présence d'amas rocheux. Les feuilles de ces 2 espèces tranchent sur l'ensemble du fourré éricoïde, la première est méso- à macrophyllie, la seconde, à feuilles composées, microphyllie.

a.2. Haut fourré à *Stoebe* : entre 2 000 et 2 300 m, sur les éboulis de la barrière rocheuse. **H.F.A.M.**₂.

Caractérisé par la présence de deux *Stoebe* (Composées), *S. pachyclada* H. Humb. (endémique de l'Andringitra) et *S. cryptophylla* Bak. Ces deux Composées ont exactement la même physionomie que les *Philippia* avec leur port dressé, très rameux et leurs petites feuilles éricoïdes plus ou moins étroitement imbriquées.

a.3. Hauts fourrés à *Philippia* div. esp. : Gué de la Rimbavy et éboulis de la barrière rocheuses. **H.F.A.M.**₃.

Exclusivement composés de divers *Philippia*, 2 types ont été distingués d'après la composition de la strate inférieure.



FIG. 27. — Le plateau d'Andohariana.

En haut, vu du Nord-Ouest. Au premier plan, la reculée et la corniche granitique que franchissent les chutes de la Riandahy et de la Riambavy.

En bas, vu de la barrière rocheuse Sud. Remarquer vers le Nord du plateau, le dôme central (voûte anticlinale), et vers le Sud, les auréoles de végétation dans les dépressions humides.



FIG. 28. — La barrière rocheuse Sud vue du plateau d'Andohariana (en haut) et de la falaise de l'Ivangomena (en bas); en contrebas, la pente d'éboulis peuplée par un haut fourré éricoïde à *Philippia* ou à *Philippia* et *Stoebe*.

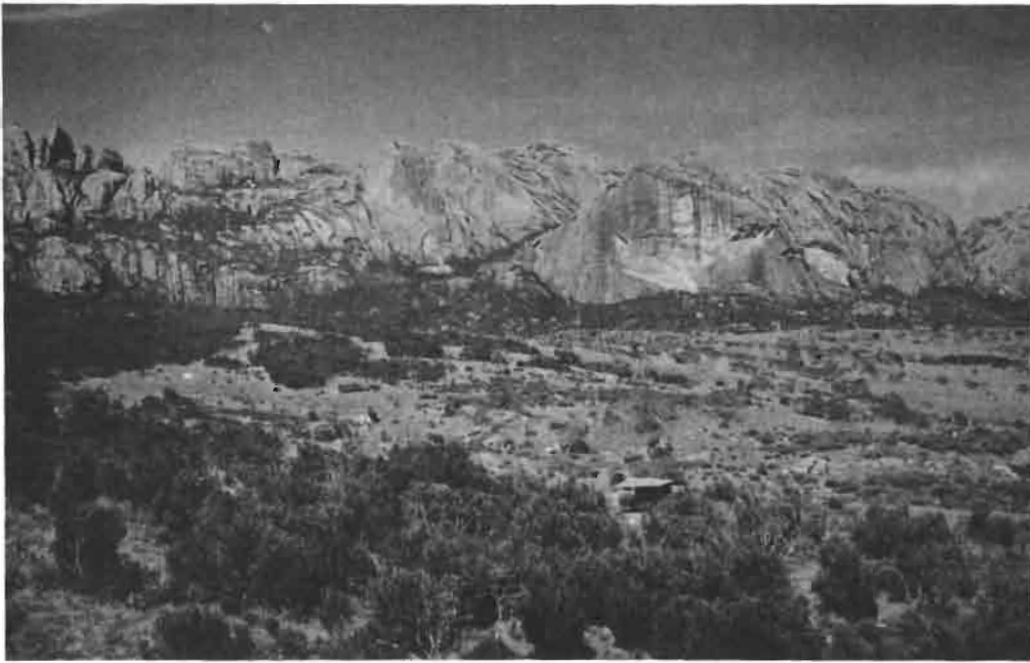


FIG. 29. — Le plateau d'Andohariana et la barrière rocheuse occidentale. Au premier plan, haut fourré de montagne à *Philippia* et quelques *Mundulea*; à droite des tentes, un bas fourré de montagne à *Philippia*.

a.3.1. Sous-bois graminéen : **H.F.A.M.**_{3a}.

a.3.2. Sous-bois à *Lycopodium clavatum* L., mousses et lichens. **H.F.A.M.**_{3b}.

Aspect entièrement différent du précédent, mousses et lichens (*Cladonia* spp.) forment une strate dense de moins de 10 cm de haut sur laquelle reposent les longues tiges rampantes de *Lycopodium clavatum* L. dont les tiges fertiles peuvent s'élever à 30 cm. Deux *Philippia* y constituent l'essentiel du couvert.

b) *Bas fourré arbustif*. **B.F.A.M.**

Sur les buttes drainées du plateau, peuplement mono-ou bispécifique de *Philippia* à port en boules et feuilles aciculaires courtes, apprimées. Sous-bois graminéen. Hauteur maximale 1,20 m.

Remarque : Le haut fourré à *Philippia* div. esp. et sous-bois à *Lycopodium clavatum* L., mousses et lichens, et le fourré bas sont vraisemblablement des stades de reconstitution tendant vers des formes plus complexes et floristiquement plus riches.

2. *Prairies altimontaines*.

a) Prairie à *Helichrysum hypnoïdes* (Boj. ex. DC.) R. Vig. et H. Humb. et *Panicum spergulifolium* A. Cam. **P.A.**₁.

Une strate très dense de 25-30 cm, constituée de touffes (1 à 2 m de diamètre) d'*Helichrysum hypnoïdes* (Boj. ex DC.) R. Vig. et H. Humb. réservant des plages à *Panicum spergulifolium* A. Cam.. Çà et là, mais souvent abondants, des géophytes (Iridacées, Liliacées, Orchidées et *Phellobium madagascariense* Bak., Umbellifère en grosses touffes).

Faciès plus sec caractérisé par la présence de Composées chaméphytiques de 40 cm, formant une strate presque continue, *Helichrysum bracteiferum* (DC.) H. Humb. var. *andringitranum* H. Humb.

b) *Prairie à Graminées div. esp.* **P.A.**₂.

La saison n'a pas permis un recensement des Graminées existantes; il faut cependant citer un *Aristida*, *Panicum spergulifolium* A. Cam. parmi les dominants,

puis plus dispersés et pouvant exister dans le groupe précédent : *Andropogon trichozygus* Bak., *Festuca* sp., *Lasiarachis viguieri* (A. Cam.) J. Bosser, *Brachiaria dimorpha* A. Cam. Dominance d'hémicryptophytes cespiteux. Couvert dense en saison froide de 20 à 30 cm.

3. Végétation rupicole.

a) Groupement à *Xerophyta dasyliroides* Bak. Plaques rocheuses de 2 000 à 2 300 m. **V.R.**₁.

Caractérisé par la présence de *Xerophyta dasyliroides* Bak. (var. *andringitrensis* H. Perr. ?) très ramassé et ramifié à feuilles allongées, quelques Graminées indéterminées et plus rarement *Senecio melastomaefolius* Bak.

Cuvettes humides, en saison des pluies, avec végétation plus ou moins éphémère d'Orchidées, Cypéracées, *Utricularia*, *Drosera*.

b) Bosquets à *Agauria salicifolia* Hook.f. Amas de rochers sur le plateau. **V.R.**₂.

Végétation des plaques rocheuses avec une autre forme de *Xerophyta dasyliroides* Bak. et plusieurs *Aloe* : *A. andringitrensis* H. Perr., *A. capitata* Bak., *A. macroclada* Bak. Quelques arbres : *Agauria salicifolia* Hook. f., *Philippia* spp., *Mundulea andringitrensis* R. Vig., *Dombeya* (*macrantha* Bak. ?), *Brachylaena ramiflora* H. Humb. (très rare, 2 exemplaires ?).

Remarque : Même remarque que pour les formations identiques de l'Andrianony.

Avant la mise en réserve de l'Andringitra il est indéniable que les feux ont parcouru le plateau d'Andohariana (H. HUMBERT, 1927, ph. 23-25), la flore ligneuse des amas de rochers, mieux protégée représente certainement une forme appauvrie de ce qu'a pu être en partie la végétation (en partie seulement car il serait très hasardeux de prétendre que tout le plateau fut recouvert de forêt).

4. Végétation liée à la présence d'eau.

L'eau est abondante sur le plateau : mares fermées, eaux courantes calmes et plus ou moins temporaires, eaux vives enfin.

a) Mares et dépressions humides.

Le tableau suivant récapitule les différentes ceintures de végétation qui se succèdent de l'extérieur à l'intérieur des mares et dépressions humides.

Ceinture à <i>Panicum spergulifolium</i> A. Cam. Ceinture à <i>Arundinella nepalensis</i> Trin.	
Mares fermées	Eaux calmes plus ou moins temporaires
Ceinture à <i>Helichrysum calocladum</i> H. Humb.	Ceinture à <i>Andropogon trichozygus</i> Bak. et <i>Spagnum</i> sp.
Ceinture à <i>Eriocaulon fenestratum</i> Boj. et Cypéracée	Ceinture à Graminée ind.
Ceinture à <i>Alchemilla</i> sp.	fragment de ceinture à <i>Alchemilla</i> sp.
Ceinture à <i>Limnanthemum</i> aff. <i>indicum</i> Griseb.	

— Ceinture à *Panicum spergulifolium* A. Cam.

Cette espèce, aux jolies inflorescences rose-orangé, forme des peuplements très denses de quelque 10 cm de hauteur; elle se retrouve çà et là, notamment autour des plaques rocheuses où elle bénéficie des eaux de ruissellement.

— Ceinture à *Arundinella nepalensis* Trin.

Grosses touffes de *A. nepalensis*, grande Graminée atteignant 1 m et plus de haut. Pas d'autres plantes.

— Ceinture à *Helichrysum calocladum* H. Humb.

Chaméphyte dressé, 30 cm de haut; sol nu sauf dans la zone inférieure où remonte *Eriocaulon fenestratum* Boj.

— Ceinture à *Eriocaulon fenestratum* Boj. et Cypéracée.

Hémicryptophytes cespiteux, très bas, en tapis dense : recouvrement de 80 %.

— Ceinture à *Alchemilla* sp.

Petit tapis résistant à l'inondation.

— Ceinture à *Limnanthemum* aff. *indicum* Griseb.

Plante normalement à feuille flottante nymphoïde, réduite à une rosette plaquée au sol durant la saison sèche.

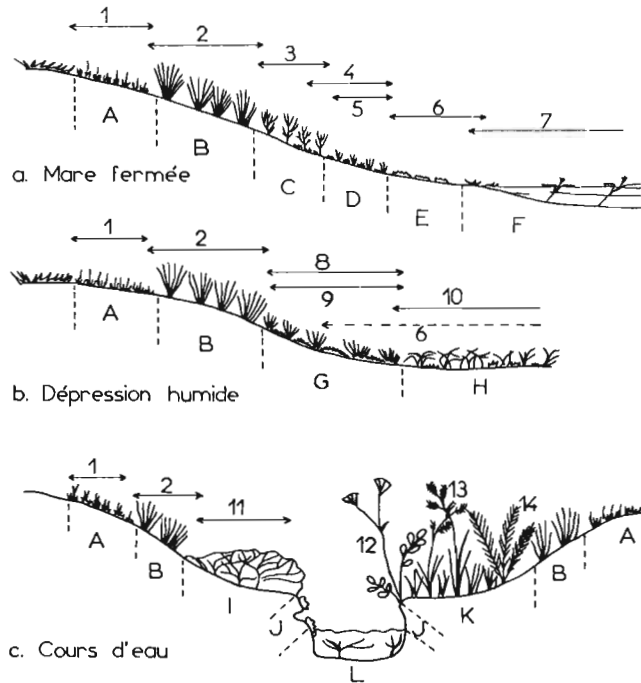


FIG. 30. — Végétation liée à la présence d'eau.

A, ceinture à *Panicum spergulifolium* A. Camus (1); B, ceinture à *Arundinella nepalensis* Trin. (2); C, ceinture à *Helichrysum* sp. (3); D, ceinture à *Eriocaulon fenestratum* Boj. (4) et Cypéracée (5); E, ceinture à *Alchemilla* sp. (6); F, ceinture à *Limnanthemum* aff. *indicum* Griseb. (7); G, ceinture à *Andropogon trichozygus* Bak. (8) et *Sphagnum* sp. (9); H, ceinture à Graminée sp. (10); I, ceinture à *Philippia pilosa* Bak. (11); J, groupement des parois de terre; K, groupement à *Phellobium madagascariense* Bak. (12), Cypéracée ind. (13), *Cyathea dregei* Kze (14).

— Ceinture à *Andropogon trichozygus* Bak. et *Sphagnum* sp.

Graminée en touffes de 30 à 40 cm et feuilles larges et molles, ménageant des chenaux à *Sphagnum* et *Alchemilla*.

— Ceinture à Graminée ind.

Graminée en touffes informes, aux feuilles longues et étroites s'enchevêtrant en un chevelu épais.

b) Cours d'eaux permanents.

Le long des cours d'eau, la zonation est plus complexe, de nombreux facteurs, drainage, pente, texture du



FIG. 31. — Plateau d'Andohariana.

Groupements d'un cours d'eau permanent.
Au premier plan, à gauche, *Panicum cupressifolium* A. Camus; en arrière, touffes d'*Arundinella nepalensis* Trin.

sol, intervenant. Cependant les deux premières ceintures existent, la seconde souvent réduite; ensuite selon les conditions locales on aura des peuplements de *Philippia pilosa* Bak., cette espèce forme de véritables coussins de 50 à 80 cm et est particulièrement bien développée le long des affluents supérieurs de l'Antsifotra, des peuplements de *Philippia humbertii* H. Perr., petite espèce grêle, sur les sables les plus grossiers, des peuplements de *Panicum cupressifolium* A. Camus ou enfin à *Phellobium madagascariense* Bak. et *Cyathea dregei* Kze.

La paroi est couverte de *Marchantia*, *Anagallis peploides* Bak., *Hydrocotyle*, *Alchemilla*. Quelques hydro-

phytes, malheureusement stériles, se trouvent sur les fonds meubles; une Podostémonacée a été récoltée sur les rapides de la Riambavy.

B) ZONE SOMMITALE.

La nature rocheuse homogène de la barrière méridionale et occidentale jointe à l'altitude, supérieure à 2 300 m, ne favorise évidemment pas la végétation. Celle-ci est extrêmement lâche et, hormis les lichens épilithes, se cantonne en quelques stations privilégiées, fissures, cannelures, entailles ou cuvettes, susceptibles d'avoir accumulé quelques rudiments de sols. Il serait possible d'étudier la dynamique de la colonisation de la roche nue en fonction de l'érosion et de la fixation d'un substrat. Pour conserver l'esprit des précédentes descriptions nous continuerons à utiliser les critères physiologiques.

1. Fourrés de montagne.

a) Fourré à Bambou : alentour du Pic Bory, vers 2 550 m. **F.B.M.**

Il semble être là assez fréquent, bien qu'il manque dans la région du Bory et plus au nord.

Peuplement presque entièrement pur de Bambou (*Arundinaria*) atteignant environ 4 m de haut, avec quelques rares pieds étiolés de *Philippia* et d'*Agauria*. Une strate muscinale très épaisse, 30-40 cm, comportant une forte proportion de *Sphagnum*, de lichens foliacés et de *Cladonia*.

Ce groupement est localisé à de larges entailles où le sol est relativement profond; il passe sur les bords au fourré ci-après.

b) Haut fourré à *Philippia* : alentours du Bory et du Bory. 2 500 - 2 550 m. **H.F.A.M.**

Le plus souvent mono- ou bispécifique, ce fourré existe dans les grandes crevasses moins encaissées que celles à fourré de Bambous et aussitôt que le sol est suffisant.

Hauteur 2-3 m, strate inférieure à Bryophytes et Graminées.



FIG. 32. — Pente du Pic Bory.

Fourré à Bambou (*Arundinaria*) et couloir peuplé de *Philippia*.

c) Bas fourré à *Philippia* : alentours du Bory et du Bory, jusqu'à 2 650 m. **B.F.A.M.**

1 ou 2 espèces de *Philippia* à feuilles apprimées; fourré de 1-1,50 m de haut; très lâche, l'intérieur est assez riche en Cypéracées et *Helichrysum*, en particulier *H. stilpnocephalum* H. Humb. dont l'abondance est inversement proportionnelle à celle des *Philippia*.

Ce groupement existe dans les rigoles larges, en plaques sur rochers, à la périphérie de la cuvette du Bory comme dans les grandes cannelures du Bory. Il peut présenter certains faciès humides, voire tourbeux; alors *Helichrysum stilpnocephalum* H. Humb. disparaît et est remplacé par des Cypéracées, Graminées, Thyméléacées, Composées, etc.



FIG. 33. — Zone sommitale.

En haut, le Pic Bory.

En bas, le Pic Bobby (2 658 m) et la cuvette en contrebas.



FIG. 34. — Groupements herbacés de la cuvette du Boby.
En haut, groupement à *Panicum cupressifolium* A. Camus;
En bas, groupement à *Restio madagascariensis* Cherm. (foncé).

2. Groupements herbacés.

Nous ne citerons que deux groupements caractéristiques :

- a) Groupement à *Panicum cupressifolium* A.
Camus. **G.P.C.**

Cette extraordinaire Graminée éricoïde forme des peuplements mono-spécifiques sur certains sols sableux grossiers et humides. Elle existe par petites taches sur les bords du Rimbavy à 2 000 m mais forme l'essentiel de la végétation de la cuvette du Bobby à 2 500 m. Une seule strate de 30-35 cm extrêmement dense, recouvre entièrement le sol.

- b) Groupement à *Restio madagascariensis* Cherm.
G.R.M.

Sur sable blanc très humide. *Restio madagascariensis* Cherm. est mélangé à d'autres espèces : Cypéracées, Graminées, Ericacées, Thyméléacées, etc.

Il existe du Bobby (2 500 m) jusqu'au-dessus de la forêt d'Amindramiova (2 100 m) toujours très localisé et sur sol squelettique.

Les autres formations sont trop réduites et trop localisées pour être étudiées de cette façon. Nous étudierons avec quelques détails des stations particulières du sommet de la barrière rocheuse.

Remarque : Ces groupements nous paraissent trop spéciaux pour mériter le terme de prairie qui conviendrait à la rigueur pour le second (prairie marécageuse à *Restio madagascariensis* Cherm. ?) mais certainement pas pour le premier.

3. Flore xérophile d'altitude.

La flore rupicole xérophile va s'amenuisant avec l'altitude; beaucoup d'éléments disparaissent qui sont caractéristiques à moindre altitude (*Euphorbia*, *Aloe*, *Pachypodium*, ...); par contre, des orophytes vrais apparaissent (*Sedum madagascariense* H. Perr., *Helichrysum stilpnocephalum* H. Humb., *Kalanchoe* div. esp., ...). Il reste un petit nombre d'espèces plus tolérantes (*Xerophyta dasyliroides* Bak. var. en particulier) appartenant au fond commun de ces stations.

L'établissement d'une végétation rupicole est certainement rendu difficile par l'âpreté des pentes, l'homogénéité du rocher et les rigueurs du climat (froid et peut-être, voire même surtout, sécheresse); les « pelouses à

xérophytes » se localisent alors dans les stations spéciales que sont les fissures, corniches et cannelures. Selon les stades d'évolution de celles-ci, les formes de végétation seront bien différentes qui iront du simple peuplement précurseur à lichens et Bryophytes jusqu'au fourré modestement luxuriant à *Philippia*.

4. Quelques stations particulières.

- a) *La cuvette du Bobby.*

Située au pied oriental du Bobby, cette cuvette a accumulé une assez bonne épaisseur de matériel détritique. Tout un système hydrographique miniature draine ces quelques centaines de m².

La figure 36 tente de représenter la répartition de la végétation.

Des rochers au ruisseau se succèdent :

- le fourré haut à *Philippia*, sur rochers et amas de blocs,
- le fourré bas humide à *Philippia*, F.B.H.P.
- une ceinture à *Helicrysum* aff. *cryptomerioides* Bak. de faible largeur,
- le groupement à *Panicum cupressifolium* A. Camus occupant l'essentiel de la partie orientale de la cuvette, G.P.C.
- les plages de sable blanc à *Restio madagascariensis* Cherm., celui-ci presque pur, mais toujours très peu abondant, G.R.M.
- la ceinture riveraine à *Helichrysum* à fleurs jaunes.

Ceci représente la meilleure succession; on peut voir sur la figure qu'il n'en est pas toujours ainsi et que selon les conditions locales, nature du sol et hydromorphie, certains groupements n'existent pas.

- b) *Les grandes cannelures et les mares.*

La figure 37 montre la végétation en ceintures ou auréoles des profondes cannelures et des mares. On voit qu'elle est très comparable dans l'un et l'autre cas.

- c) *Fissures et corniches.*

Les premières sont colonisées par divers Ptéridophytes et Bryophytes, les secondes sont les stations de *Kalanchoe bergeri* R. Ham. et H. Perr. et plus rarement d'un *Lycopodium*.



FIG. 35. — La cuvette du Bobby, vue du sommet du Pic Bobby.

d) *L'évolution des cannelures et les plaques sur rochers.*

Cannelures et plaques sur rochers évoluent sensiblement de la même façon, mais les secondes sont stoppées plus vite dans leur développement.

Remarque : Il est facile de voir les grandes lignes de l'évolution possible de la végétation à partir du rocher nu et en fonction du relief créé par l'érosion. Le détail est beaucoup plus complexe et mériterait une étude spéciale. La forme de végétation la plus achevée sur sol profond et bien drainé pourrait être le fourré à Bambous. Mais ces sols sont encore de bien peu d'im-

portance, même celui de la cuvette du Bobby quoiqu'en dise H. HUMBERT (1927, p. 49). En effet pour cet auteur « la limite altitudinale supérieure de la forêt, dans ce massif, semble donc réellement ne pas dépasser beaucoup 2 300 m, ceci sous 22° environ de latitude S ». Bien que « ce niveau de 2 300 m (soit) précisément celui au-dessus duquel il n'y a guère que des rochers abrupts », ... « de telles stations (cuvettes identiques à celle du Bobby) peuvent présenter un sol suffisamment profond pour permettre l'installation d'une végétation arborescente ».

De nos observations, qui demanderaient à être complétées, il semble bien que ce soit la nature rocheuse et l'absence de stations favorables qui empêchent l'installation de la forêt; au nord-ouest de la Réserve en effet à 2 100 m, la végétation est la même, à l'exception importante qu'il existe des ravins où se trouvent des arbres.

Quoiqu'il en soit, il est indéniable que, malgré l'appauvrissement considérable de la flore rupicole, il existe dans l'Andringitra des plantes de rochers d'altitude, n'appartenant pas aux formations des étages inférieurs.

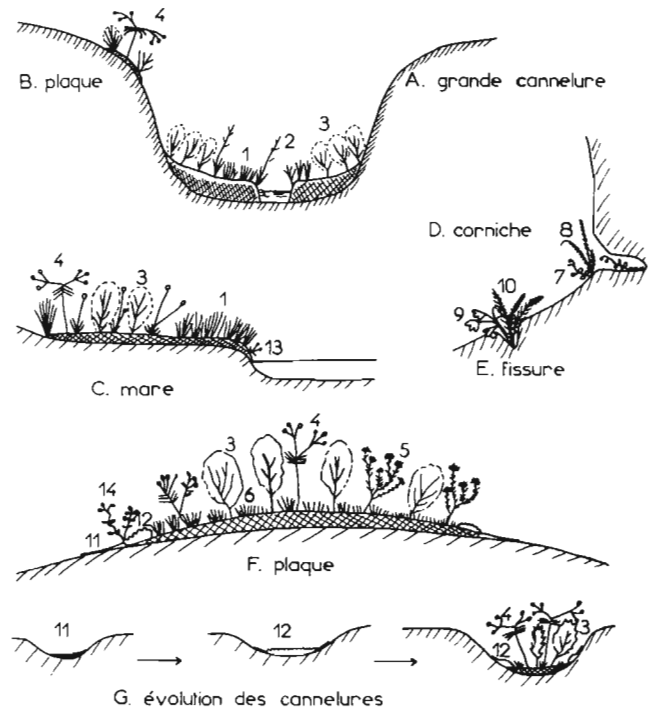


FIG. 37. — Rochers de la zone sommitale.

1. *Restio madagascariensis* Cherm.; 2. *Carex* sp.; 3. *Philippia* sp.;
4. *Helichrysum stilpnocephalum* H. Humb.; 5. *Helichrysum syncephaloides* H. Humb.; 6. *Panicum spergulifolium* A. Camus;
7. *Kalanchoe bergeri* R. Ham. et H. Perr.; 8. *Lycopodium* sp.;
9. Fougère ind.; 10. *Pityrogramma humbertii* C. Chr.; 11. mousse;
12. *Cladonia* sp.

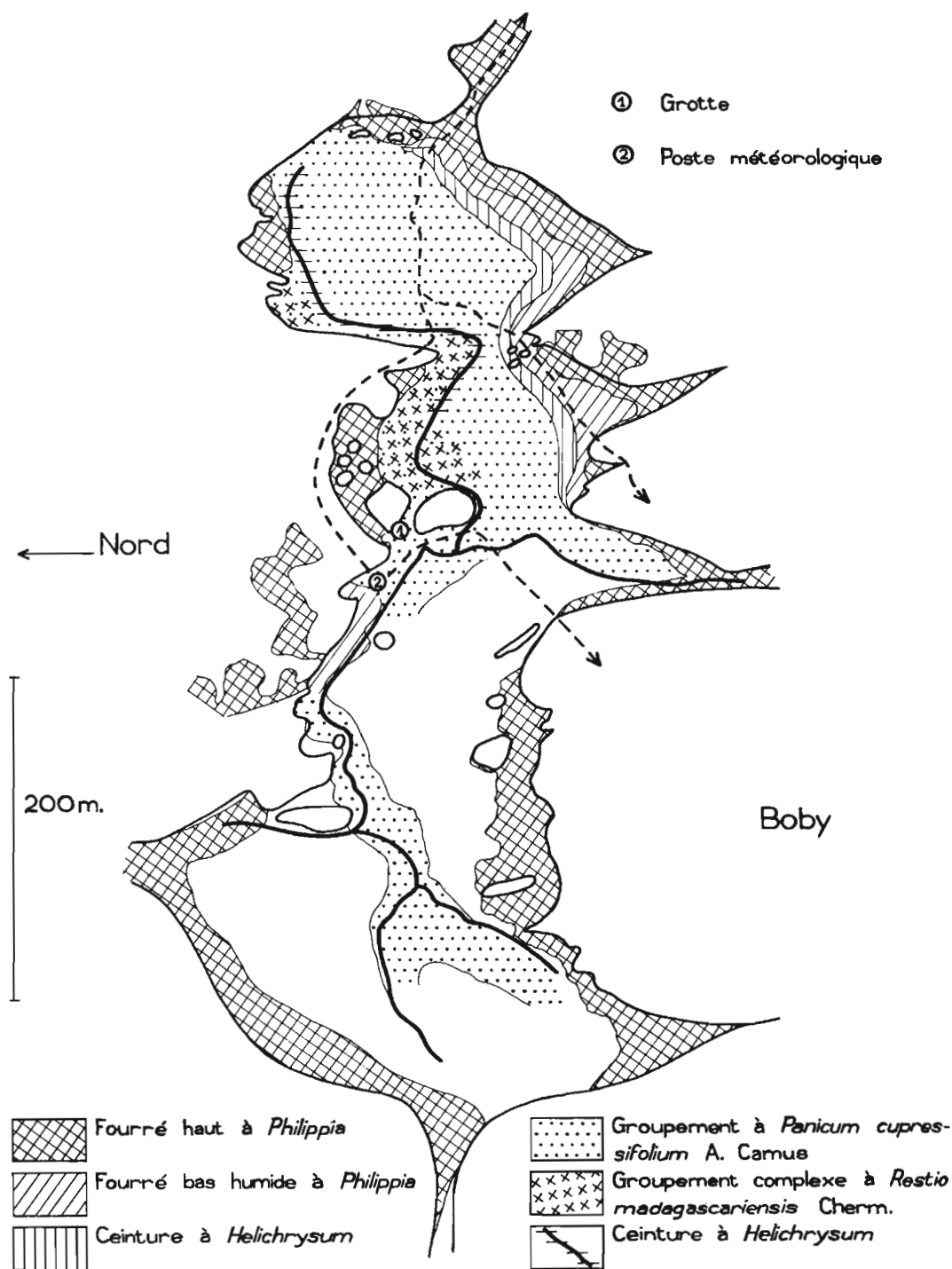


FIG. 36. — Esquisse de la végétation de la cuvette du Boby.

III. Marositry (environ 2 000 m)

La série de crêtes qui s'étend entre le rebord oriental du plateau d'Andohariana et le massif d'Anjavidilava représente une zone de transition entre la flore et la végétation du Centre et la flore et la végétation de l'Est. On peut considérer que la vallée de l'Antsifotra matérialise cette ligne moyenne de séparation.

Beaucoup de formes de végétation, comme celles des plaques de rochers ou les fourrés secondaires à *Philippia* se rencontrent, mais d'autres types apparaissent.

1. Forêt dense humide de montagne. F.D.H.M.

Forêt à dominance d'*Agauria salicifolia* Hook. f. et Araliacées div. esp. Le sous-bois est clair, les mousses jointes à quelques Orchidées sont largement dominantes. Cette forêt ressemble beaucoup à celle qui est située vers 1 800 m sur le flanc ouest d'Anjavidilava. Hauteur moyenne environ 12-15 m. Peu de gros arbres. Sous-bois assez dense.

2. Forêt dense sclérophylle de montagne. F.D.S.M.

Cette forêt n'est représentée que par des vestiges localisés aux ravins ou à des pentes fortes, mais qui sont de plus en plus abondants à mesure que l'on va vers l'Est.

Agauria salicifolia Hook. f. est très largement dominant dans la strate arborée; ce sont toujours de très vieux arbres, tourmentés et couverts d'épiphytes variés : *Usnea*, Bryophytes, Orchidées, Fougères forment un manchon continu. Quelques rares *Philippia* atteignent la même dimension de 5-7 m. Mais cette strate arborée est discontinue et recouvre une strate épaisse basse à allure de fourré avec :

Vaccinium (très abondant), *Philippia* (peu abondant), *Cussonia* et *Cuphocarpus*, Mélastomacées, Composées dont *Vernonia* et *Helichrysum*, *Rubus rosaefolius* Sm., *Geranium andringitrense* H. Perr., *Lycopodium clavatum* L., *Halleria* et nombreux Bryophytes et *Cladonia* en gros coussins.

Remarque : Vraisemblablement faciès de dégradation dû à l'homme d'une vraie forêt sclérophylle.

3. Haut fourré arbustif de montagne. H.F.A.M.

Fourré dense de 4-5 m de haut, faiblement arbustif : *Agauria*, *Philippia*, *Vaccinium*, Araliacées. Une espèce de *Vernonia* est dominante; présence d'*Helichrysum*, *Psiadia*, *Acacia*, Fougères, rares Graminées et Cypéacées mêlées à des mousses et *Cladonia* en coussin.

Remarque : Cette formation est peut-être une forme plus prononcée de dégradation de la précédente, mais plus vraisemblablement représente la « broussaille éricoïde » de H. PERRIER DE LA BATHE (1921).

IV. Anjavidilava et forêt Vakoana

De ce massif nous avons essentiellement étudié le versant occidental depuis 1 500 m environ, le sommet et le haut du versant oriental. Celui-ci, du plus haut intérêt puisqu'il fait suite à la forêt orientale, est malheureusement très difficile d'accès et devrait être étudié spécialement.

La figure 41 représente l'étagement de la végétation sur le versant ouest. Nous avons reconnu la limite entre la forêt dense humide de moyenne altitude et celle de montagne à 1 695 m, dans celle-ci nous avons distingué un type inférieur à strate herbacée et un type supérieur, au-dessus de 1 840 m à Mousses. La forêt sclérophylle commencerait vers 1 950 m.

1. Forêt dense humide de moyenne altitude : au-dessous de 1 695 m. F.D.H.M.A.

Strate supérieure 20-22 m composée presque exclusivement d'une espèce d'*Elaeocarpus*, arbre à grand contrefort jusqu'à 1,50 m de diamètre. Strate moyenne plus variée avec nombreuses Rubiacées; strate inférieure relativement claire avec Rubiacées et Euphorbiacées abondantes. Sous-bois extraordinairement clair, absence presque totale d'éléments ligneux, mais herbacées abondantes : *Desmodium repandum* DC., *Sanicula europaea* L., *Hydrocotyle*, Graminées, Urticacées, Cypéacées, Acanthacées, rares fougères. La composition est variable



FIG. 38. — Andringitra, zone sommitale.

En haut, touffe de *Xerophyta*, au sommet du Pic Boby.

En bas, peuplement de lichens fruticuleux sur la dalle rocheuse et lichens foliacés (en majorité) sur le rocher. La base du rocher forme une corniche. Au fond, à gauche, le haut fourré à *Philippia*, dans un couloir entre deux dalles rocheuses.

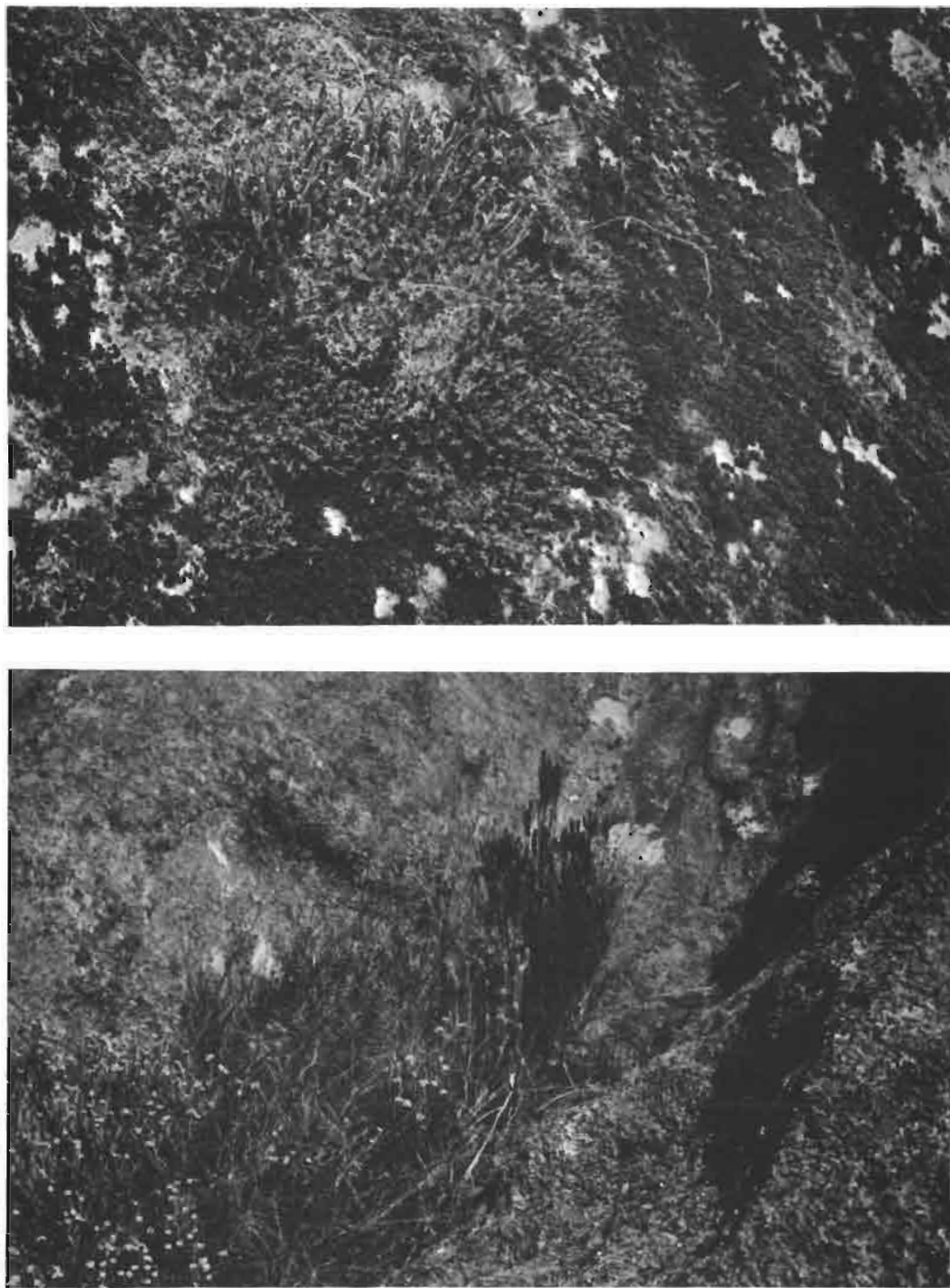


FIG. 39. — Pente du Pic Bory.

En haut, lichens et mousses sur rocher, plaque à Mousses, *Cladonia*, Fougère et *Helichrysum*.
En bas, cannelure à *Philippia*, *Lycopodium*, *Helichrysum*, Graminées et Cypéracées.



FIG. 40. — Marositry.

En haut, la forêt dense sclérophylle de montagne, cantonnée aux ravins; au premier plan, le fourré à *Philippia*; au fond, les pentes d'éboulis peuplées de fourrés hauts à *Stoebe*.
En bas (cliché J. KOEHLIN), haut fourré arbustif de montagne. A remarquer les troncs tortueux des *Agauria* et les Usnées qui les ornent.

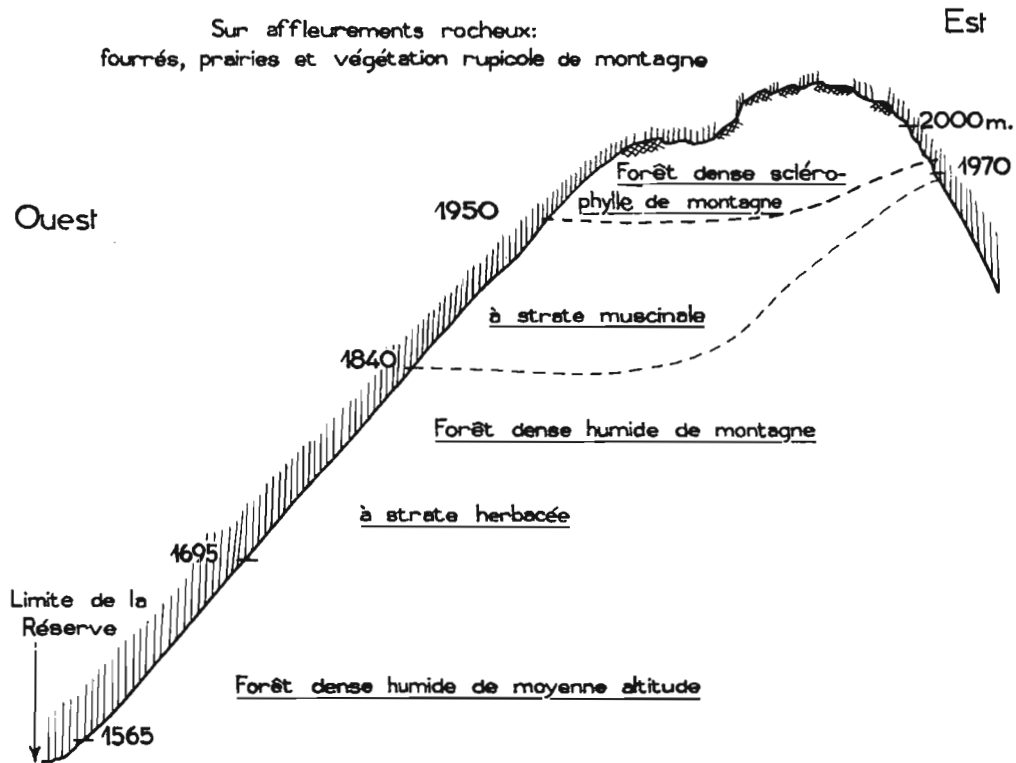


FIG. 41. — Coupe schématique du massif d'Anjavidilava.

selon les endroits, une plante dominant les autres selon vraisemblablement l'éclaircissement local.

Epiphytes exclusivement sur les hautes branches, sauf *Hymenophyllum* et autres petites fougères à la base des troncs.

2. Forêt dense humide de montagne.

Deux types selon la nature de la strate inférieure. Séparation entre cette forêt et la précédente marquée par un changement physiognomique et floristique, et l'apparition des mousses pendantes dans le sous-bois de plus en plus abondantes avec l'altitude.

1) Forêt à strate herbacée.

a) Versant ouest (entre 1 695 et 1 840 m).

F.D.H.M.₁.

Forêt basse 10-12 m. Troncs élancés et de faible diamètre, généralement de teinte claire.

Disparition de la plupart des espèces dominantes de l'étage précédent, en particulier de *Elaeocarpus*. Apparition de *Halleria*, Araliacées, *Vaccinium*, *Tambourissa*, *Weinmannia*, *Chassalia*, *Croton*, ... Strate herbacée à *Dianella ensifolia* (L.) Redouté, *Scleria*, *Peperomia*, Orchidées, Graminées, Cypéracées, *Dialypetalum*, *Lobelia*, *Coleus*, *Viola abyssinica* Steud., *Impatiens* et quelques mousses (*Octoblepharum albidum* Hedw.). Epiphytes plus nombreux et descendant jusque vers 3 m. Disparition du *Rhipsalis cassytha* Gaertn. mais apparition des *Medinilla*.

b) Versant est (au-dessous de 1 970 m).

F.D.H.M.₃.

Très belle forêt, exemple parfait de la « forêt à arbres chargés de mousses et à sous-bois herbacé » de H. PERRIER DE LA BATHIE (1927). Strate supérieure atteignant 15-18 m, arbres tourmentés et très ramifiés : *Weinmannia*, *Dombeya*, *Podocarpus madagascariensis* Bak., *Draacaena*, *Ocotea*, *Elaeocarpus*, *Pandanus*, *Eugenia*. Sous-bois à grandes plantes herbacées (80 cm - 1,20 m), principalement *Impatiens* sp. ou *Streptocarpus suffruticosus* H. Humb. et var. *hirtellus* H. Humb.



FIG. 42. — Secteur d'Anjavidilava.

En haut, forêt Vakoana : forêt dense humide de moyenne altitude (1 600 m environ).

En bas (cliché J. KOEHLIN), vers 1 850 m d'altitude, un peuplement de bambous (*Arundinaria* ?) dans la forêt dense humide de montagne.

2) Forêt à strate muscinale (1 840 - 1 950 m).

F.D.H.M.₂.

Strate supérieure 10-15 m, dominance de *Cussonia* et *Weinmannia* avec *Symphonia*, *Eugenia* et *Podocarpus*, *Pandanus* [3795] et Bambou (*Arundinaria*? [3810]) (*). Celui-ci peut être localisé aux crêtes. Arbres très tortueux et ramifiés, couverts de manchons continus de Bryophytes et de lichens, nombreux épiphytes. Les herbacées se ramifient et sont mêlées à un tapis de mousse plus ou moins dense.

Remarque : La forêt dense humide de montagne à strate herbacée du versant ouest semble être une forme édapho-climatique caractérisée par une plus grande sécheresse apparente. Sur le versant est, elle est bien différenciée et plus proche de la forme à strate muscinale que de la première. Enfin la forme à strate muscinale est très réduite sinon inexistante sur la face est où la forme à strate herbacée remonte donc très haut.

3. Forêt dense sclérophylle de montagne.

On distinguera 2 types selon la composition floristique et la physionomie.

a) Forêt à *Vaccinium* et *Agauria* : au-dessus de 1 950 m. **F.D.S.M.**

Assez proche de la forêt étudiée précédemment mais le tapis herbacé disparaît quasi-totalement pour être remplacé par une strate muscinale et surtout lichénique (*Cladonia*) pratiquement continue. Feuillage plus réduit que dans le type précédent et tendant vers la microphyllie. Peu d'épiphytes. Diminution de la hauteur de la forêt.

Tous caractères concourant à en faire un milieu relativement clair où le soleil pénètre assez largement.

Déterminisme d'ordre édaphique : faible profondeur du sol et présence des rochers.

Variante à tapis graminéen. Dans certaines conditions de sol et d'éclairement, dominance de Graminées (*Acroceras* sp. et *Panicum ambohitrense* A. Cam.) constituant une strate basse et plus ou moins dense.

(*) Pour les plantes non encore déterminées, les numéros qui suivent les noms de genres sont ceux des échantillons collectés par J.-L. GUILLAUMET, déposés au Laboratoire de Phanérogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle et au Centre O.R.S.T.O.M. de Tananarive.

b) Forêts à *Philippia* (vers 2 000 m). **F.D.S.M.P.**

Peuplements de 2 ou 3 espèces de *Philippia* (Anjavidilava = les grands *Philippia*) 4 à 8 m de haut formant une strate très égale et homogène. Quelques rares *Cussonia*. Pas de sous-bois mais une strate muscinale et lichénique très dense, avec Orchidées et *Arthropodium caesioides* H. Perr., *Dianella ensifolia* (L.) Redouté, celle-ci d'autant plus abondante que le couvert est lâche.

Peu d'épiphytes, même Bryophytes et lichens, sinon à la base des troncs.

Remarque : Cette végétation se présente sous de nombreuses formes chacune légèrement différente des autres et qu'il est impossible de typifier puisqu'en général elles ne recouvrent que quelques m² et s'imbriquent étroitement les unes dans les autres. H. HUMBERT (1928) la cite comme exemple de faciès particulier de brousse éricoïde. Mais la description qu'il en donne (p. 201) : « il n'y a, en somme, qu'une seule strate de végétaux ligneux relativement élevés, petits arbres ou grands arbustes formant un couvert continu sous lequel la circulation serait assez facile, entre les troncs, si la marche n'était très ralentie par l'épaisseur de la strate muscinale et lichénique... » est celle d'une forêt et ne saurait correspondre à celle du fourré.

4. Prairies altimontaines.

La complexité des prairies altimontaines est grande et nous avons déjà eu l'occasion d'en parler précédemment. Deux facteurs sont d'abord à prendre en considération : présence et absence de suintements ou de collections d'eau plus ou moins permanents. Nous aurons alors des prairies sèches ou des prairies marécageuses (voire des tourbières?).

Ensuite l'importance du peuplement arboré interviendra et nous distinguerons des prairies faiblement arbustives et des prairies densément arbustives, à l'extrême ce seront des fourrés.

Très souvent des plaques de rochers, des amas de blocs se trouvent dans ces formations, compliquant d'autant plus la mosaïque, qui tend alors vers la « brousse éricoïde » de notre conception.

— Prairie sèche : strate herbacée à Graminée, *Arthropodium caesioides* H. Perr., Orchidée, Composée, Cypéracée. Strate arbustive essentiellement à *Philippia* à feuilles très réduites et apprimées. **P.A.**₁.



FIG. 43. — Anjavidilava.

A gauche, forêt dense humide de montagne à strate herbacée, du versant occidental.

A droite, à 2 000 m d'altitude environ, forêt dense sclérophylle de montagne à *Philippia*. Ces *Philippia* atteignent ici 6 à 7 m de hauteur.

— Prairie marécageuse : strate herbacée à *Sphagnum*. Graminée, Cypéracée, et petites espèces variées d'Orchidées, Scrofulariacées, *Drosera*, *Utricularia*, ... Strate arbustive identique à la précédente. **P.A.**₂.

5. *Végétation rupicole*. **V.R.**

On retrouve ici la complexité générale de ces formations. Il est intéressant de les étudier en fonction des formations arbustives qui les entourent; la figure 44 représente le passage de la plaque rocheuse à mousses et lichens avec fissures à Composées (n° 3781) et plaques à *Xerophyta* et *Senecio* à la prairie sèche, à faiblement arbustive d'un côté, à un amas de rochers revêtu d'éléments du fourré de l'autre.

V. Vohidray : Ambatolahisada et Ioramaro

1. *Prairie altimontaine sèche faiblement arbustive*. **P.A.**

Identique aux formations analogues d'Anjavidilava mais très étendue et plus uniforme.

2. *Végétation rupicole*.

Banale à *Xerophyta dasylirioides* Bak. et *Senecio canaliculatus* Boj.



FIG. 44. — Anjavidilava.
Plaque rocheuse sèche à *Senecio melastomaefolius* Bak.

VI. **Ambalamarovandana** : environ 1 500 m

Forêt dense humide de moyenne altitude. F.D.H.M.A.

Analogue à la forêt Vakoana.

VII. — **Amindramiova**

Forêt dense humide de montagne. F.D.H.M.

Tout à fait comparable au type 1 du versant ouest d'Anjavidilava.

1. — Liste des milieux étudiés par localités

Localité	Altitude en m	Milieu végétal
ANDRIANONY		
Manjarivolo	1650	Forêt dense humide de montagne F.D.H.M. ₁ .
Crête ouest	1800 - 1900	Forêt dense humide de montagne F.D.H.M. ₂ .
Manjarivolo	1800	Haut fourré arbustif de montagne H.F.A.M.
Manjarivolo	1700	Prairie altimontaine humide P.A. ₁ .
Manjarivolo	1800	Prairie altimontaine sèche P.A. ₂ .
Manjarivolo	1750	Brousse éricoïde sèche B.E. ₁ .
Manjarivolo	1650	Brousse éricoïde humide B.E. ₂ .
Manjarivolo	1800	Végétation rupicole V.R. ₁ .
Manjarivolo	1700 - 1800	Végétation rupicole V.R. ₂ .
Base du cirque de Manjarivolo	1300 - 1400	Forêt dense humide de moyenne altitude F.D.H.M.A.
ANDRINGITRA		
Andohariana	2000 - 2100	Haut fourré de montagne à <i>Dombeya (macrantha</i> Bak. ?) H.F.A.M. ₁ .
Eboulis sud et ouest	2000 - 2300	Haut fourré de montagne à <i>Stoebe</i> div. esp. H.F.A.M. ₂ .
Andohariana	2000 - 2100	Haut fourré de montagne à <i>Philippia</i> div. esp. et sous-bois graminéen H.F.A.M. _{3a} .
Andohariana	2000 - 2100	Haut fourré de montagne à <i>Philippia</i> div. esp. et sous-bois de Cryptogames H.F.A.M. _{3b} .
Andohariana	2000 - 2100	Bas fourré arbustif de montagne B.F.A.M.
Andohariana	2000 - 2100	Prairie altimontaine à <i>Helichrysum</i> et <i>Panicum</i> P.A. ₁ .
Andohariana	2000 - 2100	Prairie altimontaine à Graminées div. esp. P.A. ₂ .
Andohariana et éboulis sud et ouest	2000 - 2300	Végétation rupicole V.R. ₁ .
Andohariana	2000 - 2100	Bosquet à <i>Agauria salicifolia</i> V.R. ₂ .
Andohariana	2000 - 2100	Végétation liée à la présence d'eau (voir détail dans le texte)
Pic Bory	2550	Fourré de montagne à Bambous F.B.M.
Zone sommitale	2500 - 2550	Haut fourré de montagne à <i>Philippia</i> H.F.A.M.
Zone sommitale	2500 - 2650	Bas fourré de montagne à <i>Philippia</i> B.F.A.M.
Cuvette du Boby	2500 - 2550	Groupe à <i>Panicum cupressifolium</i> G.P.C.
Zone sommitale	2500 - 2550	Groupe à <i>Restio madagascariensis</i> G.R.M.
Cuvette du Boby	2500 - 2550	(voir détail dans le texte)
Zone sommitale	2500 - 2650	Groupements de rochers (voir détail dans le texte)
MAROSITRY		
	2000	Forêt dense humide de montagne F.D.H.M.
	2000	Forêt dense sclérophylle de montagne F.D.S.M.
	2000	Haut fourré arbustif de montagne H.F.A.M.
FORET VAKOANA		
	au-dessous de 1695	Forêt dense humide de moyenne altitude F.D.H.M.A.
ANJAVIDILAVA		
Versant ouest	1695 - 1840	Forêt dense humide de montagne F.D.H.M. ₁ .
Versant est	au-dessous de 1970	Forêt dense humide de montagne F.D.H.M. ₃ .
Versant ouest	1840 - 1950	Forêt dense humide de montagne F.D.H.M. ₂ .
Sommet	au-dessus de 1950	Forêt dense sclérophylle de montagne F.D.S.M.
Sommet	2000	Forêt dense sclérophylle de montagne à <i>Philippia</i> F.D.S.M.P.
Sommet	2000	Prairie altimontaine sèche P.A. ₁ } faiblement ou
Sommet	2000	Prairie altimontaine marécageuse P.A. ₂ } densément arbustives
Sommet	2000	Végétation rupicole V.R.
AMBATOLAHISADA et IORAMARO		
	2000	Prairie altimontaine sèche faiblement arbustive P.A.
		Végétation rupicole V.R.
AMBALAMAROVANDANA		
	1500	Forêt dense humide de moyenne altitude F.D.H.M.A.
AMINDRAMIOVA		
	1700 - 1800	Forêt dense humide de montagne F.D.H.M.

II. — Liste des localités étudiées par milieux

Forêt dense humide de moyenne altitude (F.D.H.M.A.)

- ANDRIANONY, base du cirque de Manjarivolo, 1 300-1 400 m
- Forêt VAKOANA, au-dessous de 1 695 m
- AMBALAMAROVANDANA, 1 500 m

Forêt dense humide de montagne (F.D.H.M.)

- ANDRIANONY, Manjarivolo, 1 650 m F.D.H.M.₁
- ANDRIANONY, crête ouest, 1 800-1 900 m F.D.H.M.₂
- MAROSITRY, 2 000 m F.D.H.M.
- ANJAVIDILAVA, versant ouest, 1 695-1 840 m F.D.H.M.₁
- ANJAVIDILAVA, versant est, au-dessous de 1 970 m F.D.H.M.₃
- ANJAVIDILAVA, versant ouest, 1 840-1 950 m F.D.H.M.₂
- AMINDRAMIOVA, 1 700-1 800 m F.D.H.M.

Forêt dense sclérophylle de montagne

- MAROSITRY, 2 000 m F.D.S.M.
- ANJAVIDILAVA, sommet, au-dessus de 1 950 m F.D.S.M.
- ANJAVIDILAVA, 2 000 m. Forêt à *Philippia* F.D.S.M.P.

Fourrés de montagne

Haut fourré arbustif (H.F.A.M.)

- MANJARIVOLO, 1 800 m H.F.A.M.
- ANDRINGITRA, Andohariana, 2 000-2 100 m à *Dombeya (macrantha* Bak. ?) H.F.A.M.₁
à *Philippia* div. esp. H.F.A.M.₃
 - sous-bois graminéen 3, a
 - sous-bois de Cryptogames 3, b
- ANDRINGITRA, éboulis sud et ouest, 2 000-2 300 m à *Stoebe* H.F.A.M.₂
- ANDRINGITRA, zone sommitale, 2 500-2 600 m H.F.A.M.
- MAROSITRY, 2 000 m H.F.A.M.

Bas fourré arbustif (B.F.A.M.)

- ANDRINGITRA, Andohariana, 2 000 - 2 100 m
- ANDRINGITRA, zone sommitale, 2 500 - 2 650 m

Fourré à Bambous (F.B.M.)

- ANDRINGITRA, Pic Bory, 2 550 m

Brousse éricoïde (B.E.)

- ANDRIANONY, Manjarivolo, 1 750 m B.E.₁.
- ANDRIANONY, Manjarivolo, 1 650 m B.E.₂.

Prairie altimontaine (P.A.)

- ANDRIANONY, Manjarivolo, 1 700 m
- ANDRINGITRA, Andohariana, 2 000 - 2 100 m à *Helichrysum* et *Panicum* P.A.₁.
à Graminées div. esp. P.A.₂.
- ANJAVIDILAVA, sommet, 2 000 m sèche ou marécageuse, faiblement ou densément arbustive.
- AMBATOLAHISADA et IORAMARO

Végétation rupicole (V.R.)

- ANDRIANONY, Manjarivolo, 1 800 m V.R.₁.
- ANDRIANONY, Manjarivolo, 1 700 - 1 800 m V.R.₂.
- ANDRINGITRA, Andohariana et éboulis sud et ouest, 2 000 - 2 300 m V.R.₁.
- ANDRINGITRA, zone sommitale, 2 400 - 2 650 m V.R.
- ANJAVIDILAVA, sommet, 2 000 m V.R.
- AMBATOLAHISADA et IORAMARO V.R.

Divers

- Bosquets à *Agauria salicifolia* — ANDRINGITRA, Andohariana, 2 000 - 2 100 m V.R.₂
- Végétation liée à la présence d'eau — ANDRINGITRA, Andohariana, 2 000 - 2 100 m
- Groupement à *Panicum cupressifolium*, ANDRINGITRA, Cuvette du Boby, 2 500 - 2 550 m G.P.C.
- Groupement à *Restio madagascariensis*, ANDRINGITRA, zone sommitale, 2 550 m G.R.M.
- Groupements de la Cuvette du Boby, ANDRINGITRA, 2 500 - 2 550 m
- Groupements de rochers, ANDRINGITRA, zone sommitale, 2 500 - 2 650 m

III. — Répertoire des noms de genres cités dans le texte

<i>Acacia</i> , MIMOSACÉE	<i>Elaeocarpus</i> , ELAEOCARPACÉE	<i>Peperomia</i> , PIPERACÉE
<i>Agauria</i> , ERICACÉE	<i>Ephippiandra</i> , MONIMIACÉE	<i>Phellobium</i> , OMBELLIFÈRE
<i>Alchemilla</i> , ROSACÉE	<i>Eriocaulon</i> , ERIOCAULACÉE	<i>Philippia</i> , ÉRICACÉE
<i>Aloe</i> , LILIACÉE	<i>Eriospora</i> , CYPÉRACÉE	<i>Podocarpus</i> , PODOCARPACÉE
<i>Anagallis</i> , PRIMULACÉE	<i>Eugenia</i> , MYRTACÉE	<i>Psiadia</i> , COMPOSÉE
<i>Andropogon</i> , GRAMINÉE		<i>Restio</i> , RESTIONACÉE
<i>Aristida</i> , GRAMINÉE	<i>Festuca</i> , GRAMINÉE	<i>Rhipsalis</i> , CACTACÉE
<i>Arthropodium</i> , LILIACÉE	<i>Geranium</i> , GÉRANIACÉE	<i>Rubus</i> , ROSACÉE
<i>Arundinella</i> , GRAMINÉE		<i>Sanicula</i> , OMBELLIFÈRE
<i>Arundinaria</i> , GRAMINÉE	<i>Halleria</i> , SCROFULARIACÉE	<i>Schefflera</i> , ARALIACÉE
	<i>Helichrysum</i> , COMPOSÉE	<i>Scleria</i> , CYPÉRACÉE
<i>Brachiaria</i> , GRAMINÉE	<i>Hydrocotyle</i> , OMBELLIFÈRE	<i>Sedum</i> , CRASSULACÉE
<i>Brachylaena</i> , COMPOSÉE	<i>Hymenophyllum</i> , FOUGÈRE	<i>Senecio</i> , COMPOSÉE
	<i>Impatiens</i> , BALSAMINACÉE	<i>Sphagnum</i> , MOUSSE
<i>Chasalia</i> , RUBIACÉE		<i>Stoebe</i> , COMPOSÉE
<i>Cladonia</i> , LICHEN	<i>Kalanchoe</i> , CRASSULACÉE	<i>Streptocarpus</i> , GESNÉRIACÉE
<i>Clerodendrum</i> , VERBÉNACÉE		<i>Symphonia</i> , GUTTIFÈRE
<i>Coleus</i> , LABIÉE	<i>Lasiarachis</i> , GRAMINÉE	<i>Tambourissa</i> , MONIMIACÉE
<i>Croton</i> , EUPHORBIACÉE	<i>Limnanthemum</i> , GENTIANACÉE	
<i>Cuphocarpus</i> , ARALIACÉE	<i>Lobelia</i> , LOBELIACÉE	<i>Usnea</i> , LICHEN
<i>Cussonia</i> , ARALIACÉE	<i>Lycopodium</i> , LYCOPODIACÉE	<i>Utricularia</i> , UTRICULARIACÉE
<i>Cyathea</i> , FOUGÈRE		<i>Vaccinium</i> , VACCINIACÉE
	<i>Marchantia</i> , HÉPATIQUE	<i>Vernonia</i> , COMPOSÉE
<i>Desmodium</i> , PAPILIONACÉE	<i>Medinilla</i> , MÉLASTOMACÉE	<i>Viola</i> , VIOLACÉE
<i>Dialypetalum</i> , LOBELIACÉE	<i>Mundulea</i> , PAPILIONACÉE	
<i>Dianella</i> , LILIACÉE		<i>Weinmannia</i> , CUNONIACÉE
<i>Dilobeia</i> , PROTÉACÉE	<i>Ocotea</i> , LAURACÉE	
<i>Dombeya</i> , STERCULIACÉE	<i>Octoblepharum</i> , MOUSSE	<i>Xerophyta</i> , VELLOZIACÉE
<i>Dracaena</i> , LILIACÉE	<i>Pandanus</i> , PANDANACÉE	<i>Xyris</i> , XYRIDACÉE
<i>Drosera</i> , DROSERACÉE	<i>Panicum</i> , GRAMINÉE	

VII. — GROUPES ZOOLOGIQUES ÉTUDIÉS ET MÉTHODES DE RÉCOLTE

A. INVERTÉBRÉS

1. MICROFAUNE DU SOL, DE LA LITIÈRE ET DES MOUSSES.

En dehors de la collecte à vue destinée à obtenir les espèces de grande taille, dispersées dans le milieu, elle a été récoltée selon 2 procédés :

— *Extraction par le système « Berlese »* (BETSCH).

Cette méthode permet une extraction presque totale de la microfaune du sol du type Aptérygotes (Protoures, Collembolés, Diploures, Formicidés non ailés), Myriapodes (Pauropodes, Symphyles, petits Diplopodes, Chilopodes principalement Géophiles), Arachnides (Acariens surtout Oribates, petites Araignées), Crustacés (Isopodes). Les Coléoptères sont par contre relativement mal représentés. La presque totalité des biotopes a pu être prospectée, généralement dans 3 horizons superposés : domaine épigé (mousses ou litière au sol), domaine hypogé entre 0 et 5 cm et entre 5 et 10 cm de profondeur.

— *Lavage de terre* (DESCARPENTRIES).

Cette méthode rend bien compte de l'association des populations de Coléoptères, Aranéides, Géophiles. Elle a été appliquée principalement au sol, à la terre dans les creux d'arbres morts et aux manchons de mousses sur les troncs dans l'essentiel des formations végétales.

2. FAUNE DES MACROPHYTES. INSECTES.

— *Tous ordres autres que Lépidoptères* (DESCARPENTRIES, SOGA, GRIVEAUD, BLANC, BETSCH et 2 chasseurs mis à la disposition de la R.C.P. 225 par M. PEYRIERAS).

Les Insectes ont été collectés dans le maximum de milieux possible, par les procédés classiques : battage, fauchage, écorçage, exploitation des bois pourris, mousses, lichens, milieux aquatiques. Les collectes à vue, au filet, ont été largement utilisées.

Les fleurs de nombreuses espèces botaniques ont été prospectées (à signaler des récoltes dans la voûte forestière sur fleurs d'*Eugenia* sp.).

Les pierres ont fourni, sous leurs abris, de nombreux Insectes.

— *Lépidoptères* (VIETTE, GRIVEAUD, SOGA et RAKO-TOARISOLO).

Les espèces à activité nocturne ont été récoltées en chasse de nuit, à l'aide de lampes à U.V., en s'efforçant de diriger la lumière sur des biotopes aussi précis que possible.

Les espèces à activité diurne furent récoltées à vue, au filet, dans des milieux bien précis.

3. CRUSTACÉS DÉCAPODES (BLANC).

Un échantillonnage d'Ecrevisses a été prélevé dans divers ruisseaux. Ces animaux, actifs en plein jour, ont été capturés à la main.

4. GASTÉROPODES TERRESTRES ET DULÇAQUICOLES (BLANC).

Ils ont été récoltés par battage ou chasse à vue. Le premier procédé a fourni une partie des espèces de petite taille. Les chasses à vue se sont exercées dans le maximum de milieux : prairies, strate herbacée du sous-bois forestier, troncs d'arbre, litière, sous les pierres, sur les feuilles (limaces en particulier), sous les bois morts, ... Les coquilles vides ont aussi été récoltées au cours de ces prospections ainsi que par des fouilles au pied des troncs ou de rochers.

B. VERTÉBRÉS

1. BATRACIENS (BLANC).

Pour cet ordre, nous nous sommes attachés à obtenir le maximum de précisions sur la composition de la faune et sur sa biologie par des chasses à vue complétées par des battages. Les milieux tant aquatiques que terrestres (mousses, dalles rocheuses, strate herbacée, litière, ...) ou végétaux (*Pandanus*, ...) ont été examinés. L'époque choisie a heureusement permis de connaître, grâce à des collectes échelonnées, les œufs et différents stades d'évolution des têtards, pour quelques espèces.

2. REPTILES (BLANC).

Les Reptiles ont été capturés soit par battage (cas des petites espèces arboricoles), soit par chasses à vue dans

tous les milieux, en particulier sur les arbres et les rochers, sous les pierres et dalles rocheuses, les troncs d'arbres morts, parmi les herbes, ... Les œufs de quelques espèces ont pu être récoltés et conservés afin d'obtenir les éclosions.

3. MAMMIFÈRES ET OISEAUX (ALBIGNAC).

L'étude de ces groupes s'est faite soit par observation directe à la jumelle, pour les Oiseaux et les Lémuriens en particulier, soit par piégeage et relâcher dans certains cas, pour les Rongeurs, Insectivores et Carnivores.

Les différents biotopes ont été prospectés et une étude des populations réalisée dans chaque milieu. Nous avons ainsi pu préciser les zones limites et l'écologie de certaines espèces d'Oiseaux et de Mammifères. La saison étant très favorable aux reproductions chez les Oiseaux, nous avons pu également suivre la nidification d'un certain nombre d'espèces dans les genres *Pseudocossyphus*, *Saxicola*, *Foudia* et *Newtonia*.

CONCLUSION

Ce travail est une présentation du premier massif choisi pour tenter de définir les écosystèmes de haute montagne.

La notion de « Domaine des Hautes Montagnes », introduite par HUBERT dès 1927 qui l'associe alors aux Hauts-Plateaux, a ensuite été développée par lui en 1955 et 1965, du point de vue floristique, et, sur le plan zoologique par PAULIAN en 1961, mais n'a en fait jamais été clairement définie.

Il convient tout d'abord de cerner les facteurs qui déterminent un écosystème de haute montagne; ils sont de 3 ordres :

— *d'ordre thermique* : des températures sensiblement abaissées, des moyennes thermiques annuelles de l'ordre de 10 °C ou même moins, une moyenne thermique basse pour le mois le plus froid, des gelées nocturnes fréquentes en saison hivernale, des amplitudes thermiques journalières élevées;

— *d'ordre conjoncturel* : topographie et isolement du massif, caractères du sol, couverture végétale, ... C'est pourquoi le critère altitudinal absolu n'a qu'une valeur relative : l'abaissement des températures, qui en est la conséquence, est très variable selon la latitude du point considéré, la morphologie du massif, son climat général. Nos observations dans le massif de l'Andringitra ont montré que ces 3 caractéristiques générales étaient loin d'expliquer les conditions écologiques du domaine des hautes montagnes : les climats stationnels sont très différents à des distances réduites et, en fonction des caractères du sol, ont provoqué la formation de types physiologiques de couverture végétale fondamentalement différents. Le microclimat qui règne à l'intérieur de ces formations végétales et qui détermine les conditions de vie de la faune, du moins pour les Hétérothermes, est l'élément capital qui régit la distribution des populations.

Or, jusqu'à un certain point d'équilibre restant à préciser, une couverture végétale substantielle peut subsister et offrir une protection vis-à-vis des facteurs du climat stationnel. Passé ce point, la végétation s'amenuise, parfois jusqu'à disparition totale, et le biotope subit pleinement l'influence du climat stationnel : la radiation solaire et le rayonnement sont très intenses, les variations journalières de l'hygrométrie de l'air sont très importantes et brusques. C'est ce qui explique qu'entre Anjavidilava, situé à 2 000 m d'altitude, sous influence orientale et à végétation de 4 m de hauteur minimale et Antanifotsy (1 500 m), le gradient thermique soit moyen, de 0,3 à 0,5, alors qu'entre le plateau d'Andohariana, situé à 2 000 m également, sous influence occidentale en général et à végétation basse ou nulle et Antanifoty, le gradient thermique atteint 1 °C par 100 m.

— *d'ordre historique* : le massif a offert un refuge, en altitude, à des espèces refoulées par des modifications climatiques ou autres. Ce troisième ordre de facteurs ne peut évidemment être développé dans l'étude présente. L'importance de leur rôle ne pourra être définie que plus tard, après étude taxonomique de l'ensemble du matériel.

Au second degré en quelque sorte, l'étude, non plus des espèces considérées isolément, mais des composantes des divers écosystèmes exigera aussi une approche historique. Ces écosystèmes sont constitués en effet par l'action réciproque, en une opposition dialectique, des facteurs physiques du milieu et des facteurs historiques affectant les diverses espèces.

En résumé, et en attendant l'étude taxonomique des matériaux récoltés, il nous semble que, pour caractériser un Domaine des hautes montagnes dans le massif de l'Andringitra, il faille faire intervenir simultanément les deux critères suivants :

- une altitude élevée, généralement supérieure à 2 000 m;
- une végétation basse (3 m au maximum) ou absente, correspondant à un sol squelettique ou au rocher nu.

Ce dernier critère traduit l'existence d'une solution de continuité du point de vue physique et morphologique entre les formations végétales sur sol

profond des étages inférieurs de la forêt orientale d'une part, et, d'autre part, la partie sommitale rocheuse, au centre du massif de l'Andringitra, et, peut-être par effet secondaire, le plateau d'Andohariana.

RÉSUMÉ

La R.C.P. (Recherche Coopérative sur Programme) n° 225 du Centre National de la Recherche Scientifique a pour mission d'analyser les écosystèmes montagnards dans la région malgache et d'en déterminer les origines.

La première campagne a porté sur le massif de l'Andringitra, dans le Centre-Est de Madagascar.

Dans le double but de définir les facteurs abiotiques et biotiques du milieu montagnard malgache et de fournir à tous les spécialistes chargés de l'étude des composants de ces biocénoses les données les plus complètes possibles sur les conditions qui règnent dans les divers biotopes retenus, cet article introductif présente les résultats suivants :

- une esquisse géomorphologique,
- une étude du climat général du massif,
- les données microclimatiques sur les différentes formations végétales et les microbiotopes retenus,
- les données physiologiques et floristiques de ces diverses formations.

Les données taxonomiques feront l'objet de publications séparées.

SUMMARY

This report gives preliminary results of a research project (Recherche Coopérative sur Programme n° 225) of the Centre National de la Recherche Scientifique, which aims at analysing the nature and origin of ecosystems in the mountain areas of the Malagasy region and of their fauna.

The first mission was conducted on the Andringitra range, in East Central Madagascar.

In this introductory paper, which serves the double purpose of defining the abiotic and biotic factors of the mountain-environment in the Malagasy region, and of providing detailed data on the conditions prevailing in the various biotopes investigated, the following results

are given, as a basis for the specialists concerned with the study of particular constituents of the biocenoses :

- a geomorphological sketch;
- a general study of the climate of the massif;
- microclimatic data for the various plant communities and the microbiotopes investigated;
- physiognomic and floristic data for the various communities.

Taxonomic reports are being published separately.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier ici tous ceux qui ont aidé à la mise en place de la R.C.P. 225 et à la réalisation de la campagne 1970-71.

En premier lieu, les autorités de la République Malgache et les différents Ministères ayant apporté leur appui pour la mise en place de la mission; en particulier, les Ministères des Affaires Etrangères et de l'Agriculture, Monsieur le Vice-Président Calvin TSIEBO, Président du Comité de la Recherche Scientifique, Messieurs RAMANANTSOAVINA et ANDRIAMANPIANINA, à la Direction du Service des Eaux-et-Forêts, qui donnèrent les autorisations de travail dans la Réserve et nous fournirent l'aide de leur personnel; enfin, les autorités administratives des sous-préfectures d'Ambalavao et d'Ivohibe qui aidèrent au recrutement du personnel de portage dans les villages de la vallée du Zomandao.

Nous tenons à remercier également le Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères, à Paris, qui assura le transport de deux membres de la mission, à l'occasion de la Conférence Internationale sur la Protection de la Nature à Madagascar.

L'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (O.R.S.T.O.M.) nous fut d'une aide considérable et nous en remercions son Directeur Général, Monsieur CAMUS, ainsi que Monsieur ROEDERER, Directeur du Centre de Tananarive. Grâce à l'O.R.S.T.O.M., de délicats problèmes de transport purent être résolus avec l'aide des véhicules du Centre de Tananarive, tandis que les laboratoires de Botanique, d'Entomologie Agricole, d'Agronomie et d'Hydrologie nous aidaient par le prêt de matériels indispensables et la mise à notre disposition d'un assistant malgache.

Les laboratoires d'Entomologie et d'Ecologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris nous ont également prêté du matériel de récolte et d'enregistrement microclimatique.

Le laboratoire de Géographie de l'Université de Madagascar mit à notre disposition, à plusieurs reprises, le véhicule C.N.R.S. dont il a la charge.

La mission des Tabacs nous prêta obligeamment un thermographe triple à sondes.

L'Institut Géographique National de Paris a mis à notre disposition ses cartes et la couverture photographique aérienne du massif.

Le Service Météorologique de Madagascar a fourni de nombreuses données établies depuis 15 ans.

Enfin, nous ne saurions passer sous silence l'aide de tous ceux qui, sur place, nous ont facilité travail, ravitaillement et déplacements : les Chefs de Village et de Quartier, M. VERGER, hôtelier à Ambalavao et toute la population de la région.

BIBLIOGRAPHIE

- An., 1956. — Réunion des spécialistes du C.S.A. en matière de phytogéographie. Congrès de Yangambi, 28-VII au 6-VIII-1956. *Cons. Sc. Afr. Sud Sahara*, Publ. n° 22,
- BAGNOULS (F.) et GAUSSEN (H.), 1954. — Saison sèche et indice xéothermique. *Documents pour les cartes des productions végétales*. Série Généralités. T. III, 1, 8 : 1-48. Toulouse.
- BOUGHEY (A.S.), 1956. — The nomenclatures of the vegetation zones on the mountains of Tropical Africa. *Webbia*, 11 : 413-424.
- CHANTRAINE (J.), 1969. — Etude géologique de la feuille de Sendrisoa, N. 56. *Rapport annuel du Service Géologique*, 41-46.
- COE (M.J.), 1967. — The ecology of the alpine zone of Mount Kenya. *Monogr. biol.*, 17, Junk Publ. The Hague. 136 p.
- DELBOS (J.), 1960. — Notice explicative des feuilles Mandabe - Ivohibe (M-N.56). *Service Géologique. Tananarive*, 6 pp., une carte : coupure spéciale au 1/200 000. Ivohibe.
- GUILLAUMET (J.-L.) et KOEHLIN (J.). — Contribution de Madagascar à la définition des types de végétation. *Candollea* (sous presse).
- HEIM (R.), 1955. — Un naturaliste autour du monde. Albin Michel, Paris.
- HUMBERT (H.), 1927. — La destruction d'une flore insulaire par le feu. *Mém. Acad. Malg.*, 5 : 1-79, 40 pls.
- HUMBERT (H.), 1928. — Végétation des hautes montagnes de Madagascar. *Mém. Soc. Biogéogr.*, 2 : 195-220.
- HUMBERT (H.), 1955. — Les territoires phytogéographiques de Madagascar. Leur cartographie. In *Colloques Internationaux du C.N.R.S. LIX*. Les divisions écologiques du monde. Paris, 1954. *Année Biol.*, 3^e série, 31, 5-6 : 439-448.

- HUMBERT (H.) et COURSDARNE (G.), 1965. — Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques au 1/1 000 000. Notice de la carte - Madagascar. *Trav. sect. scient. techn. Inst. Français Pondichéry*, H.S. 6 : 1-164. 3 cartes.
- MÉGERLAIN (N.), 1968. — Etude géologique et prospection de la feuille au 1/100 000. Ivohibe (N. 56). *Rapport annuel du Service Géologique, Tananarive*, 81-86.
- MILLOT (J.) et GUIBE (J.), 1950. — Les Batraciens du Nord de l'Andringitra. *Mém. Inst. Scient. Madagascar*, A, 4 : 197-206, 3 fig.
- MORAT (Ph.), 1969. — Note sur l'application à Madagascar du quotient pluviothermique d'Emberger. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 10 : 117-132.
- PAULIAN (R.), 1959. — L'Andringitra. *Revue de Madagascar*, (n.s.), 6 : 45-52, 6 photos, 2 cartes.
- PAULIAN (R.), 1961. — La Zoogéographie de Madagascar. *Faune de Madagascar, Tananarive*, 482 p., 127 fig., 23 pl., 3 cartes h.-t.
- PAULIAN (R.) et GRJEBINE (A.), 1953. — Une campagne spéléologique dans la réserve naturelle de Namoroka. *Naturaliste Malgache*, 5, 1 : 19-28.
- PERRIER DE LA BATHIE (H.), 1921. — La végétation malgache. *Ann. Mus. Col. Marseille*, 3^e série, 9 : 268 p.
- PERRIER DE LA BATHIE (H.), 1927. — Le Tsaratanana, l'Ankaratra et l'Andringitra. *Mém. Acad. Malgache*, 3 : 71 p., carte.
- PETIT (M.), 1968-69. — Principaux aspects structuraux de la chaîne de l'Andringitra. *Semaine Géologique. Comité National Malgache de Géologie. Tananarive* : 51-58.
- PETIT (M.), 1971. — Contribution à l'étude morphologique des reliefs granitiques à Madagascar. Thèse Lettres Université Tananarive. *Imprimerie Centrale, Tananarive*, 308 p., 1 c., 36 ph., 112 fig.
- RAMAMONJY (G.), 1954. — Essai sur la toponymie malgache. *Bull. Acad. Malgache*, 17-28.
- SABOUREAU (P.), 1962. — Note sur quelques températures relevées dans les réserves naturelles. *Bull. Acad. Malgache*, (n.s.), 40 : 12-22, tabl., 1 carte, 2 pl. photos.
- TROCHAIN (J.L.), 1957. — Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. *Bull. Inst. Et. Centrafr.*, n.s., 13-14 : 55-93.