

végétation des roches  
ultrabasiques  
en Nouvelle-Calédonie

t. Jaffré

**TRAVAUX  
ET DOCUMENTS  
DE L'O.R.S.T.O.M.**

**ÉTUDE ÉCOLOGIQUE  
DU PEUPLEMENT VÉGÉTAL DES SOLS  
DÉRIVÉS DE ROCHES ULTRABASIQUES  
EN NOUVELLE CALÉDONIE**



*Tanguy JAFFRÉ*



**ÉDITIONS DE L'OFFICE  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

Pour tout renseignement, abonnement aux revues périodiques, achat d'ouvrages et de cartes, ou demande de catalogue, s'adresser au :

**SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'O.R.S.T.O.M.  
70-74, route d'Aulnay - 93140 BONDY (France)**

Les paiements sont à effectuer par virement postal au nom de *Service des Publications ORSTOM*, C.C.P. 22.272.21 Y PARIS, (à défaut par chèque bancaire barré à ce même libellé).

*Nous vous signalons, dans la Collection «Travaux et Documents de l'ORSTOM» :*

**n° 115 - Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne  
au nord du Sénégal.**

**H. POUPON**

*351 p. 21x27, dont fig. et annexes ; 7 cartes h.t.*

*I.S.B.N. 2 - 7099-0562-0*

**TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'ORSTOM**  
**N° 124**

**ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DU PEUPEMENT VÉGÉTAL DES SOLS  
DÉRIVÉS DE ROCHES ULTRABASIQUES EN NOUVELLE CALÉDONIE**

---

*Tanguy JAFFRÉ*

*Cette étude a fait l'objet d'une thèse de Doctorat d'État ès-Sciences,  
présentée à l'Université de Paris-Sud (XI), Centre d'Orsay, le 17 avril 1980.*

---

.....  
« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies  
« ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective »  
« et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute  
« représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants  
« droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article 40).  
« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon  
« sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal. »

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	1
1ère PARTIE : LE MILIEU	9
A. Le Climat	11
I - La pluviométrie	
II - Les températures	
III - L'hygrométrie	
IV - L'évaporation	
B. Le substrat géologique	17
I - Aperçu de géologie générale	
II - Les roches ultrabasiques	
C. Les sols	21
I - Données générales	
II - Les sols formés à partir des roches ultrabasiques	
1 - La pédogénèse	
2 - Caractéristiques physico-chimiques des principales catégories de sols sur roches ultrabasiques	
a - Les sols bruns eutrophes	
b - Les sols ferrallitiques	
D. La flore de la Nouvelle Calédonie	26
E. L'action de l'homme	29
2ème PARTIE : LA VEGETATION DES TERRAINS ULTRABASIQUES	33
1. La flore des terrains ultrabasiques	35
A. Avertissement, méthode d'étude	35
B. Richesse de la flore des terrains ultrabasiques	36
I - Les données	

II - Les causes de cette richesse	
C. Spécificité de la flore des terrains ultrabasiques	40
I - Généralités	
II - Importance des différentes familles dans la flore des terrains ultrabasiques	
III - Importance des différents genres dans la flore des terrains ultrabasiques	
IV - Discussion - Conclusion	
2. Les formations végétales des terrains ultrabasiques	49
A. Les formations végétales des terrains ultrabasiques dans l'ensemble de la végétation néo-calédonienne : Etude de zones de contact.	49
B. Inventaire des formations végétales sur terrains ultrabasiques	52
I - Les forêts humides sempervirentes de basse et moyenne altitudes	
II - Les forêts denses sempervirentes humides d'altitude	
III - Le maquis	
1 - Généralités - Définition	
2 - Les différents types de maquis	
3 - Variation des maquis, évolution	
4 - Caractères biologiques du maquis	
a - Les formes biologiques dans le maquis	
b - Caractéristiques des feuillages	
c - Caractéristiques des systèmes racinaires	
d - Caractéristiques du développement	
C. Conclusion	67
3. Les groupements végétaux des maquis	69
A. Méthodes d'étude	69
I - Collecte des données	
II - Interprétation des relevés	
B. Résultats	72
I - Interprétation des cartes des relevés	72
1. Les cartes des relevés du massif du Sud	
2. Les cartes des relevés du massif du Boulinda	
II - Les associations végétales	75
1. Associations végétales du massif du Sud	76

- a - Groupe II. Association à *Soulamea pancheri* et *Hibbertia lucida*
- b - Groupe V. Association à *Costularia pubescens* et *Styphelia albicans*
- c - Groupe VI. Association à *Hibbertia altigena* et *Beaupreopsis paniculata*
- d - Groupe X. Association à *Codia discolor* et *Eugenia stricta*
- e - Groupe IX. Association à *Homalium kanaliense* et *Costularia comosa*
- f - Groupe VII. Association à *Pancheria communis* et *Mooria buxifolia*
- g - Groupe III. Association à *Tarennia leiloba* et *Gardenia aubryi*
- h - Groupe IV. Association à *Codia albifrons* et *Exocarpos pseudo-casuarina*
- i - Groupe I. Association à *Metrosideros tetrasticha* et *Quintinia oreophila*

2. Associations végétales du massif du Boulinda 96

- a - Groupe I. Association à *Atractocarpus deplanchei* et *Grevillea meisneri*
- b - Groupe III. Association à *Maxwellia lepidota* et *Stenocarpus trinervis*
- c - Groupe II. Association à *Plectronia odorata* et *Gardenia urvillei*
- d - Groupe VI. Association à *Caryophyllus kriegeri*
- e - Groupe VIII. Association à *Helichrysum neo-caledonicum* et *Guioa pectinata*
- f - Groupe IV. Association à *Knightia deplanchei* et *Argophyllum laxum*
- g - Groupe V. Association à *Myodocarpus elegans* et *Melicope leptococca*
- h - Groupe VII. Association à *Rapanea diminuta* et *Araucaria rulei*

3. Essai de classification phytosociologique des groupements végétaux des maquis 109

- a - La végétation altimontaine
- b - La végétation des sols fortement hydromorphes
- c - La végétation des sols à hydromorphie temporaire
- d - La végétation des sols bruns eutrophes hypermagnésiens
- e - La végétation des sols ferrallitiques érodés
- f - La végétation des sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont
- g - La végétation des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés
- h - La végétation des sols complexes.

3ème PARTIE : PHYTOGEOCHIMIE	121
INTRODUCTION	123
1 - Définition, but	
2 - Matériel et méthodes	
a - Constitution des échantillons foliaires	
b - Analyses	
c - Reproductibilité des résultats d'analyses	
1. Conditions de nutrition minérale des plantes dans différents milieux sur terrains ultrabasiques	127
A. Introduction	127
B. Méthode d'étude	128
C. Comparaison des conditions de nutrition minérale dans des biotopes en zone ultrabasique et dans des biotopes en dehors de cette zone.	129
I - Variation de la composition minérale foliaire de plusieurs espèces sur basaltes et sur serpentinites	
II - Comparaison de la composition minérale foliaire d' <i>Acacia spirorbis</i> sur terrains ultrabasiques, sur basaltes et sur schistes siliceux	
III - Comparaison de la composition minérale foliaire de <i>Myodocarpus fraxinifolius</i> sur péridotites et sur gabbros et granodiorites	
IV - Comparaison de la composition minérale moyenne de la nappe foliaire des forêts sur terrains ultrabasiques et des forêts sur calcaires et phtanites.	
D. Comparaison des conditions de nutrition minérale dans différents biotopes sur terrains ultrabasiques.	137
I - Variation de la composition minérale foliaire chez les espèces ubiquistes	
a - Variations des teneurs en azote, phosphore et potassium	
b - Variations des teneurs en magnésium	
c - Variations des teneurs en calcium	
d - Variations des teneurs en sodium	
e - Variations des teneurs en manganèse	
f - Variations des teneurs en nickel	
g - Variations des teneurs en cobalt	
h - Variations des teneurs en chrome	
i - Variations des teneurs en silice	
II - Comparaison entre la composition minérale foliaire moyenne des dicotylédones forestières et celle des dicotylédones entrant dans la composition des différentes catégories de maquis.	
E. Conclusion	154

2. Comportement nutritionnel des espèces croissant sur terrains ultrabasiques.	159
A. Comportement des espèces à l'égard des métaux lourds (nickel, chrome, cobalt, manganèse)	160
I - Comportement des espèces à l'égard du nickel	160
1 - Généralités, le nickel dans la plante	
2 - Teneurs en nickel de différents taxons	
a - Teneurs en nickel de différents genres et espèces	
b - Teneurs moyennes en nickel de différentes familles	
c - Les hypernickelophores	
3 - Distribution du nickel dans les différents organes chez quelques espèces hypernickelophores	
4 - Signification de l'accumulation du nickel	
5 - Distribution par catégorie de milieu des teneurs en nickel	
a - Teneurs en nickel des espèces colonisatrices des anciennes mines	
b - Distribution des teneurs en nickel des dicotylédones arbustives dans chacune des principales catégories de maquis	
c - Distribution des teneurs en nickel des dicotylédones arbustives dans l'ensemble des maquis et dans l'ensemble des forêts	
II - Comportement des espèces à l'égard du chrome	178
1 - Généralités, le chrome dans la plante	
2 - Teneurs en chrome des espèces associées aux terrains ultrabasiques en Nouvelle Calédonie	
III - Comportement des espèces à l'égard du cobalt	182
1 - Généralités, le cobalt dans la plante	
2 - Teneurs en cobalt des espèces associées aux terrains ultrabasiques en Nouvelle Calédonie	
3 - Distribution du cobalt dans différents organes chez deux espèces accumulant cet élément	
IV - Comportement des espèces à l'égard du manganèse	187
1 - Généralités, le manganèse dans la plante	187
2 - Teneurs en manganèse de différents taxons	188
a - Teneurs en manganèse de différents genres et espèces	
b - Teneurs moyennes en manganèse de différentes familles	

3 - Distribution du manganèse dans les différents organes chez une espèce hypermanganésophile : <i>Macadamia neurophylla</i>	195
4 - Distribution par catégorie de milieu des teneurs en manganèse	195
a - Distribution des teneurs en manganèse des dicotylédones arbustives dans chacune des principales catégories de maquis	
b - Distribution des teneurs en manganèse des dicotylédones arbustives dans l'ensemble des maquis et dans l'ensemble des forêts	
V - Résistance et tolérance des espèces des roches ultrabasiques aux métaux lourds en excès dans le sol	197
B. Comportement des espèces à l'égard des éléments majeurs et du sodium	200
I - Teneurs en éléments majeurs (azote, phosphore, magnésium, calcium, potassium, silice) et en sodium de différents taxons	200
1 - Teneurs en éléments majeurs et en sodium de différentes espèces	
a - Teneurs en azote	
b - Teneurs en phosphore	
c - Teneurs en magnésium	
d - Teneurs en calcium	
e - Rapport calcium/magnésium	
f - Teneurs en potassium	
g - Teneurs en sodium	
2 - Teneurs moyennes en éléments majeurs et en sodium de différentes familles	
3 - Distribution par catégorie de milieu des teneurs en azote, phosphore, calcium, magnésium, potassium et sodium	
a - Histogrammes relatifs aux quatre catégories de maquis	
b - Histogrammes relatifs à l'ensemble des espèces des maquis et à l'ensemble des espèces des forêts.	
II - Résistance de la végétation au déséquilibre du sol en éléments majeurs.	213
C. CONCLUSION.	215
CONCLUSION	217
BIBLIOGRAPHIE	229

## **AVANT - PROPOS**

L'archipel néo-calédonien s'étend dans le Pacifique austral sur 500 km de long et environ 50 km de large entre le 20ème et le 23ème degrés de latitude Sud et le 164ème et le 167ème degrés de longitude Est (fig. 1). Avec les Iles Loyautés (Maré, Lifou, Ouvéa), il constitue du point de vue administratif le territoire de la Nouvelle Calédonie, formant à lui seul, selon TAKHTAJAN (1969), un domaine floristique particulier, le "neocaledonian subkingdom", une des cinq unités qu'il distingue dans le cadre de l'empire floristique paléotropical

Le tiers de l'ensemble Grande Terre, Iles des Pins, Iles Belep, soit une superficie de 5500 km<sup>2</sup>, est constitué de roches ultrabasiques. Celles-ci sont la source de la richesse minière du territoire : minerai de nickel largement exploité, minerais de manganèse, de cobalt et de chrome exploités de manière sporadique. L'exploitation de ces minerais s'effectue en carrière et s'accompagne par conséquent de la destruction du couvert végétal. Celui-ci ne se reconstitue ensuite que très lentement (JAFFRE, LATHAM, SCHMID, 1977). La particularité, l'originalité et la richesse floristique de la végétation de la Nouvelle Calédonie ont frappé tous les botanistes qui ont parcouru le territoire.

MAC KEE (1966), dans un article retraçant dans le détail les étapes de la connaissance botanique de la Nouvelle Calédonie, rappelle que l'histoire formelle de la botanique de cet archipel commence avec les travaux de FORSTER J.R. et FORSTER J.G.A., compagnons de COOK, qui furent en 1774 les premiers botanistes à herboriser dans la région. Ils furent suivis en 1794 par LA BILLARDIERE qui écrivit le premier ouvrage important consacré entièrement à la flore de Nouvelle Calédonie (LA BILLARDIERE, 1824-25). Vinrent ensuite le R.P. MONTROUZIER qui resta près d'un demi siècle en Nouvelle Calédonie et publia une flore des Iles Belep (MONTROUZIER, 1860), PANCHER et BALANSA qui de 1860 à 1880 herborisèrent pour le Muséum d'Histoire Naturelle (BALANSA 1872), SCHLECHTER puis DÄNIKER qui publièrent des listes commentées de leurs récoltes en Nouvelle Calédonie (SCHLECHTER, 1907-1908, DÄNIKER, 1932-1933). Les nombreux échantillons recueillis furent étudiés au Muséum à partir de 1860 par BAILLON, BRONGNIART et GRIS puis par GUILLAUMIN qui entreprit en 1910 la rédaction d'une flore analytique et synoptique de la Nouvelle Calédonie publiée en 1948.

La seconde période de la connaissance botanique de la Nouvelle Calédonie s'ouvre avec l'ouvrage de VIROT "La végétation danaque" (1956), constituant la première étude écologique importante sur la Nouvelle Calédonie, le travail de SARLIN "Bois et Forêts de la Nouvelle Calédonie" (1954), les nombreuses contributions floristiques de GUILLAUMIN, et plus récemment les travaux de SCHMID qui ont permis de préciser l'intérêt botanique de la Nouvelle Calédonie tout en posant le problème des causes, de l'originalité et de la richesse de sa flore.

La présence de milieux édaphiques spéciaux engendrés par les roches ultrabasiqes ayant comme le souligne SCHMID (1978) joué un rôle non négligeable dans la différenciation de la flore actuelle de la Nouvelle Calédonie, il est apparu intéressant d'étudier en détail la végétation de ces milieux édaphiques spéciaux, de rechercher les relations

# SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE LA NOUVELLE CALÉDONIE

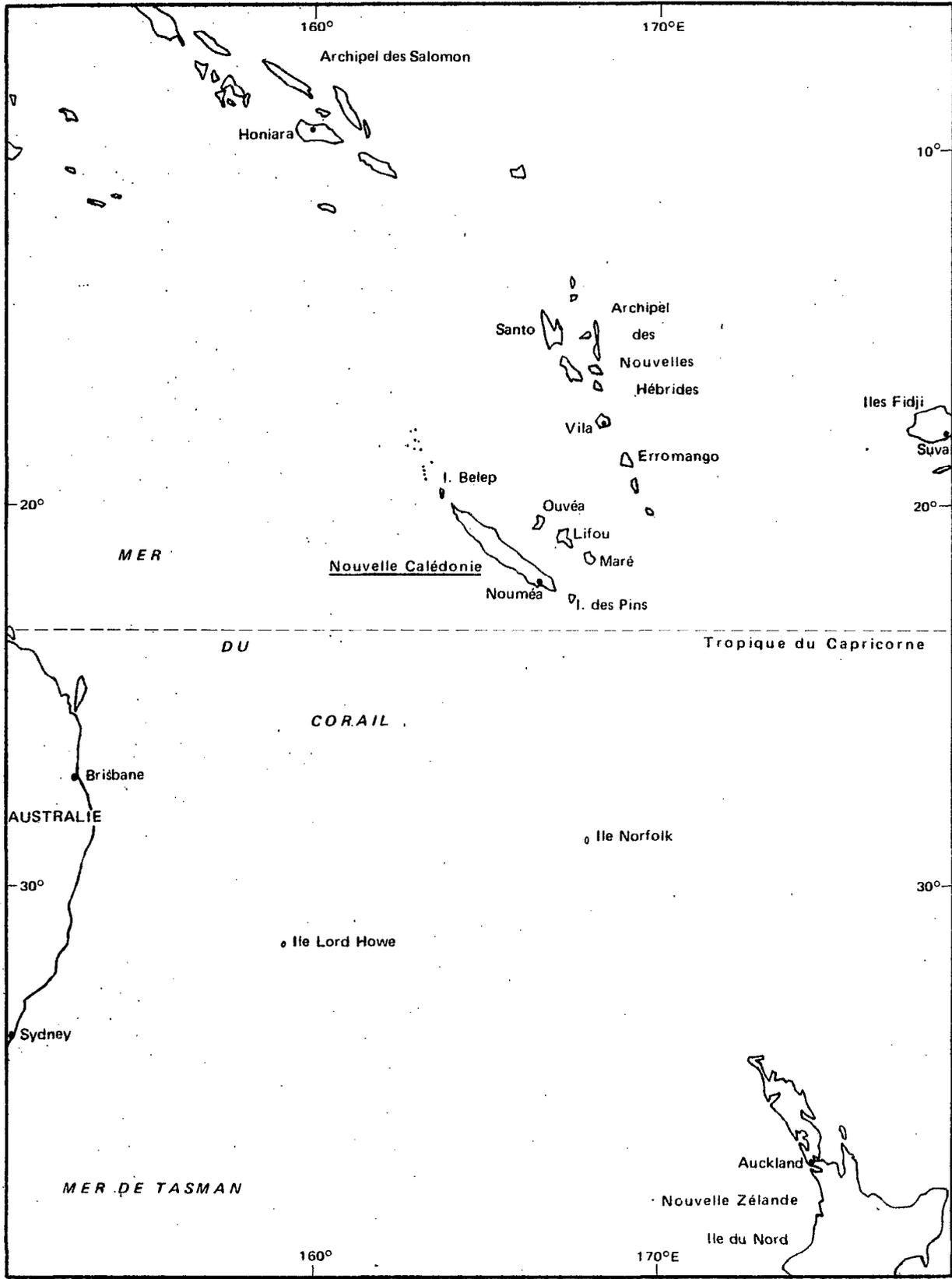


Fig. 1

0 1000km

qui lient la végétation au sol et de préciser les exigences et les tolérances particulières des espèces qui la composent. Cette étude répond aussi aux préoccupations immédiates des responsables de l'aménagement du Territoire, une meilleure connaissance des biotopes sur roches ultrabasiques étant nécessaire à la mise en oeuvre de mesures propres à réaménager les zones dévastées par l'action des feux et de l'exploitation minière.

#### REMERCIEMENTS

Avant d'exposer le résultat de mes recherches, il m'est agréable de remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail par leurs enseignements et leurs conseils, par les informations qu'ils m'ont données, par l'assistance technique, matérielle ou financière qu'ils m'ont apportée.

Toute ma gratitude va d'abord à ceux qui ont bien voulu faire partie de mon jury.

Monsieur le Professeur G. MANGENOT, qui m'a fait l'honneur d'en accepter la présidence, m'a enseigné la Botanique Tropicale. Il a fixé avec Monsieur le Professeur LEMEE et Monsieur SCHMID les principaux points de mon programme et m'a témoigné tout au long de sa réalisation une amicale sollicitude, me faisant part de ses critiques et me donnant de précieuses indications pour l'orientation de mes recherches.

Monsieur le Professeur G. LEMEE m'a enseigné l'Ecologie Végétale, me faisant bénéficier de sa grande expérience en tout ce qui touche aux problèmes relatifs aux relations entre la végétation et le milieu. Il a suivi avec une bienveillante attention la progression de mes recherches et je lui dois pour une large part d'avoir obtenu de l'ORSTOM les

moyens de mener à bien l'étude entreprise.

Monsieur le Professeur R. SCHNELL m'a toujours réservé le meilleur accueil, me faisant profiter, au cours d'entretiens amicaux, de ses vastes connaissances du monde tropical.

Monsieur M. SCHMID a guidé mes premiers pas en Nouvelle Calédonie et assuré ma direction scientifique avec une amicale compréhension. Il m'a fait bénéficier de sa longue expérience de la végétation asiatique et néo-calédonienne et, à l'occasion de fréquents échanges de vues, tant sur le terrain qu'au laboratoire, il m'a aidé à préciser mes idées tout en me faisant de nombreuses suggestions.

Monsieur le Professeur C. LIORET, en tant que Président du Comité Technique de Botanique et Biologie Végétale, m'a apporté son soutien auprès de la Direction de l'ORSTOM pour que la continuité de mon programme soit assurée.

Monsieur le Professeur A. LACOSTE a accepté que le traitement des données floristiques soit effectué dans son laboratoire. La mise en forme définitive de la partie floristique de mon travail doit beaucoup aux remarques qu'il m'a faites après avoir pris connaissance des résultats des analyses phytosociologiques.

Je tiens aussi à manifester ma reconnaissance au Docteur R.R. BROOKS et au Docteur R.D. REEVES et à leur équipe du Département de Biochimie de l'Université MASSEY en Nouvelle Zélande, avec lesquels j'ai eu le plaisir de collaborer à des recherches sur certains oligo-éléments.

Ce travail n'aurait pu voir le jour si l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer ne m'avait fourni les moyens matériels indispensables et si je n'avais bénéficié de la stabilité d'affectation nécessaire à l'achèvement de mon programme. Que son Directeur Général, Monsieur le Professeur G. CAMUS, veuille bien trouver ici l'expression de ma respectueuse gratitude.

Je remercie également les Directeurs successifs du Centre ORSTOM de Nouméa, M. TONNIER, M. SCHMID, M. LEGAND, qui ont efficacement contribué sur place à aplanir toutes les difficultés d'ordre matériel ou administratif qui ont pu se présenter.

L'aide que m'ont apportée mes collègues MM. J. HOOCK, G. VERLIERE, P. MORAT, J.M. VEILLON de la section de Botanique, M. M. LATHAM de la section de Pédologie, M. H. Mc KEE, représentant du Muséum en Nouvelle Calédonie, leurs conseils, les discussions que nous avons eues ensemble ont largement contribué à enrichir ce travail. Je leur exprime mon amicale reconnaissance ainsi qu'à tous ceux du Centre ORSTOM de Nouméa qui m'ont apporté leur précieuse assistance, Mmes L. BERNUT, A. DECOURT, M. J. FAVIER du laboratoire de Botanique, MM. CHANUT, JOB, SOLEILHAVOUP, THOMAS, Mmes LE CORVAISIER, BARBIGANT, COMORD du laboratoire commun d'analyses, Mme LECORE et M. PENVERN du Bureau de dessin.

Mes remerciements vont aussi aux Directeurs des Sociétés Minières LE NICKEL, PENAMAX, COFINPAC, INCO Océanie, aux Chefs de Centres et de campements miniers, aux Géologues et Prospecteurs qui m'ont accordé des facilités tant pour l'hébergement en brousse que pour le travail de terrain,

à M. J.P. BRIANE, du C.N.R.S., qui s'est chargé du traitement sur ordinateur des données floristiques,

à M. le Professeur LEROY, Directeur du laboratoire de Phanérogamie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, où j'ai toujours reçu le meilleur accueil, et à tous les chercheurs qui m'ont fourni des déterminations, MM. N. HALLE, H. HEINE, R. VIROT, P. BOITEAU et le regretté J. RAYNAL,

à Mme DIDIER DE SAINT AMAND, M. H. RABECHAULT, Mmes G. CAS et M.F. RIANDEY du laboratoire de Physiologie Végétale de Bondy, où ont été effectuées certaines analyses minérales, et à tous ceux des Services Scientifiques Centraux de Bondy qui ont participé à la réalisation matérielle de

ce mémoire.

J'exprimerai enfin mon affectueuse reconnaissance à mon épouse qui m'a apporté aide et soutien et j'évoquerai la mémoire de Monsieur le Professeur H. DES ABBAYES, qui m'enseigna la botanique à l'Université de Rennes et me donna le goût de la recherche.

**Première Partie**

**LE MILIEU**

## A - LE MILIEU

La Nouvelle Calédonie, située à la limite méridionale de la zone intertropicale, bénéficie d'un climat tempéré par l'influence océanique. PEGUY (1970) classe le climat de la Nouvelle Calédonie dans les climats tropicaux atténués. Des différences climatiques existent entre la côte Est soumise aux alizés du Sud-Est pendant la majeure partie de l'année et la côte Ouest sous le vent. Le climat de la côte Est s'apparente au climat tropical humide semi-chaud, celui de la côte Ouest au climat tropical sec semi-chaud (PAPADAKIS, 1966).

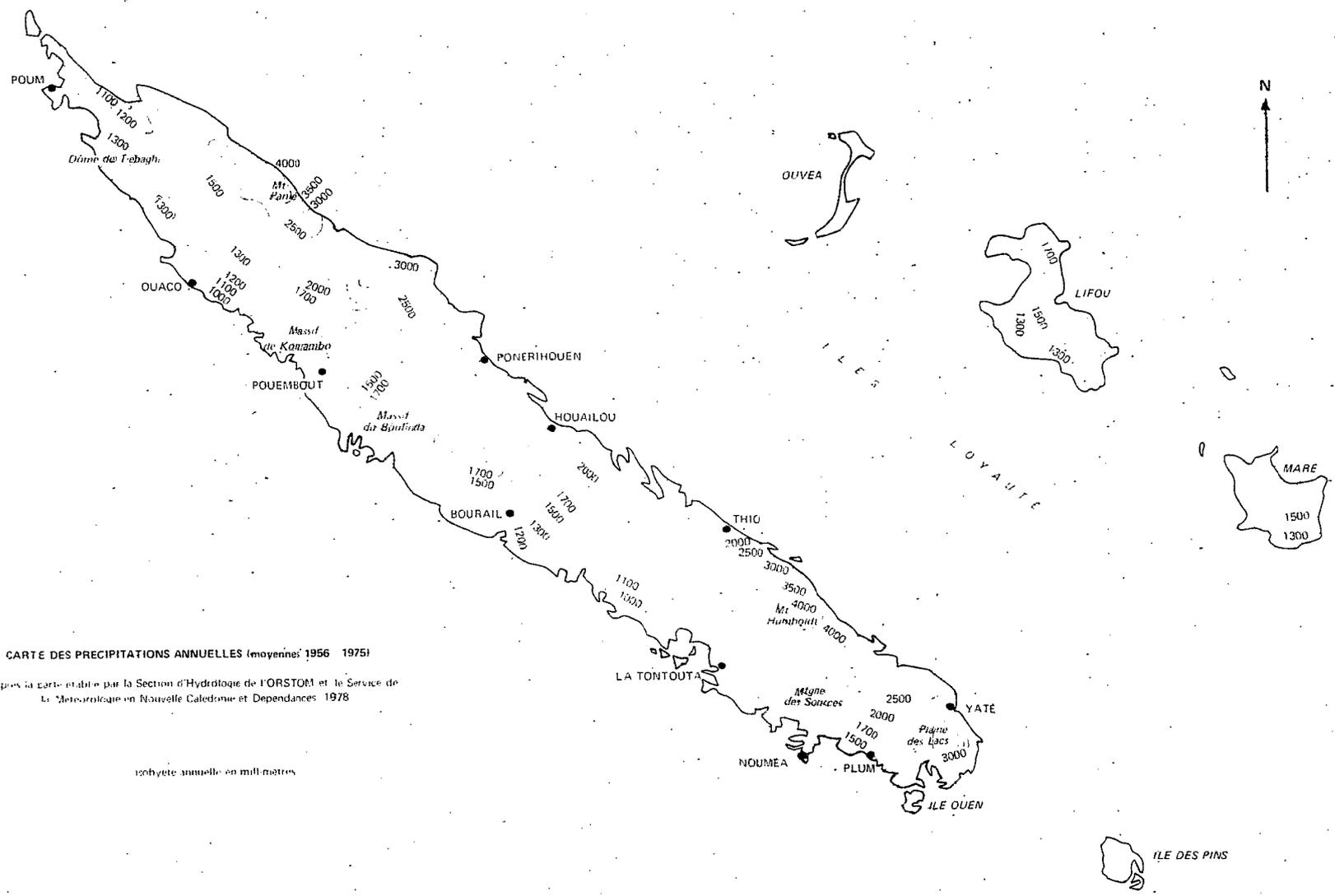
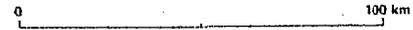
Le régime climatique est contrôlé par le balancement de deux champs de pression barométrique, la zone de basses pressions équatoriales qui descend vers le Sud après l'équinoxe de septembre et atteint la Nouvelle Calédonie de décembre à avril et la ceinture des hautes pressions subtropicales qui couvre la Nouvelle Calédonie le reste du temps (GIOVANELLI, 1952-1953). Ces mouvements qui provoquent des variations climatiques saisonnières présentent d'une année à l'autre de fortes irrégularités, que l'on retrouve dans le climat de la Nouvelle Calédonie.

## I - LA PLUVIOMETRIE

La pluviométrie est influencée par l'exposition aux alizés du Sud-Est et par l'altitude. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1700 mm, mais les précipitations annuelles varient considérablement d'un secteur à l'autre : moins de 1000 mm par an pour certains secteurs de la côte Ouest, plus de 4000 mm au voisinage des sommets les plus élevés (Mont Panié, Mont Humboldt, Mont Kouakoué) (fig. 2).

Les massifs de roches ultrabasiques répartis sur l'ensemble de l'Ile sont soumis à des précipitations variées. Le massif du Sud, avec des précipitations annuelles moyennes dépassant 2 m à 300 m d'altitude et des maxima dépassant 4 m au dessus de 1000 m d'altitude, est le plus arrosé. Les massifs qui s'échelonnent le long de la côte Ouest sont moins arrosés avec environ 1700 mm de précipitations annuelles moyennes à 500 m d'altitude.

Les massifs de roches ultrabasiques constituent des reliefs importants et on relève sur leurs flancs un gradient altitudinal des précipitations. Ce gradient a été mis en évidence sur le massif du Boulinda, (tableau 1). (LATHAM, JAFFRE, 1976, et données inédites). Il existe aussi dans le massif du Sud où les précipitations passent de 5185 mm sur la Montagne des Sources à 1500 mm à la base Sud-Ouest du massif (MONIOD et MLATAC, 1968) et sur le massif de la Tiebaghi à l'extrême Nord du territoire où l'on a enregistré de 1973 à 1977 une moyenne de 1450 mm de pluie à 500 m d'altitude et de 1100 mm à Koumac dans la station météo toute proche de la base du massif. D'une manière générale, les précipitations les plus basses de l'Ile sont enregistrées en bordure de la côte Ouest.



**CARTE DES PRECIPITATIONS ANNUELLES (moyenne: 1956 - 1975)**

D'après la carte établie par la Section d'Hydrologie de l'ORSTOM et le Service de la Météorologie en Nouvelle Calédonie et Dépendances 1978

isohyète annuelle en millimètres

**Fig. 2**

TABLEAU 1

altitudes	20 m	500 m	800 m	1000 m	1240 m
périodes					
du 16/7/74 au 9/7/75	1382	2283	2591	3359	3273
Total 1975	1143	2230	2828	2943	3271
du 26/01/76 au 22/02/77	1015	1305	pas de données	2125	3052
du 22/02/77 au 23/02/78	625	1737	1842	pas de données	2735

VARIATION DE LA PLUVIOMETRIE (en mm) EN FONCTION

DE L'ALTITUDE SUR LE MASSIF DU BOULINDA

La pluviométrie présente des variations saisonnières qui ressortent des moyennes pluviométriques effectuées sur un grand nombre d'années. On distingue généralement :

- de décembre à mars une saison chaude et pluvieuse, c'est l'été austral ou la grande saison des pluies caractérisée par des pluies cycloniques
- d'avril à mai une petite saison sèche
- de juin à août une saison à précipitations d'intensité modérée
- de septembre à novembre une saison sèche.

Ces variations saisonnières apparaissent sur la figure 3. Ce graphique montre aussi qu'en un lieu donné la pluviométrie varie beaucoup d'une année à l'autre. En fait, lorsque la zone des basses pressions équatoriales qui apportent en été un air humide et instable et des précipitations violentes sous forme de pluies cycloniques n'atteint pas la Nouvelle Calédonie, on a un été extrêmement sec. Aussi, quand une période sèche estivale prolonge la période sèche ordinaire qui sévit habituellement de septembre à novembre, des conditions de sécheresse exceptionnelle se trouvent réalisées. Celles-ci sont particulièrement sévères pour les zones les moins pluvieuses et notamment pour les zones basses des massifs miniers de la côte Ouest. Ainsi la station de Népoui (fig. 3), située à la base du massif du Boulinda Kopéto, n'a-t-elle reçu entre juillet 1972 et juillet 1973, soit pour une période de douze mois, que 168 mm de pluie. En 1974-1975 les précipitations pour la même période ont atteint 1400 mm. Dans des régions plus humides comme la Plaine des Lacs, dans le massif du Sud, des périodes anormalement sèches se produisent aussi mais elles ne présentent jamais semble-t-il la même sévérité qu'au pied des massifs miniers de la côte Ouest. Lors des douze mois secs pris en considération précédemment pour la station de Népoui, il est tombé 1900 mm sur la Plaine des Lacs, et au cours de la pé-

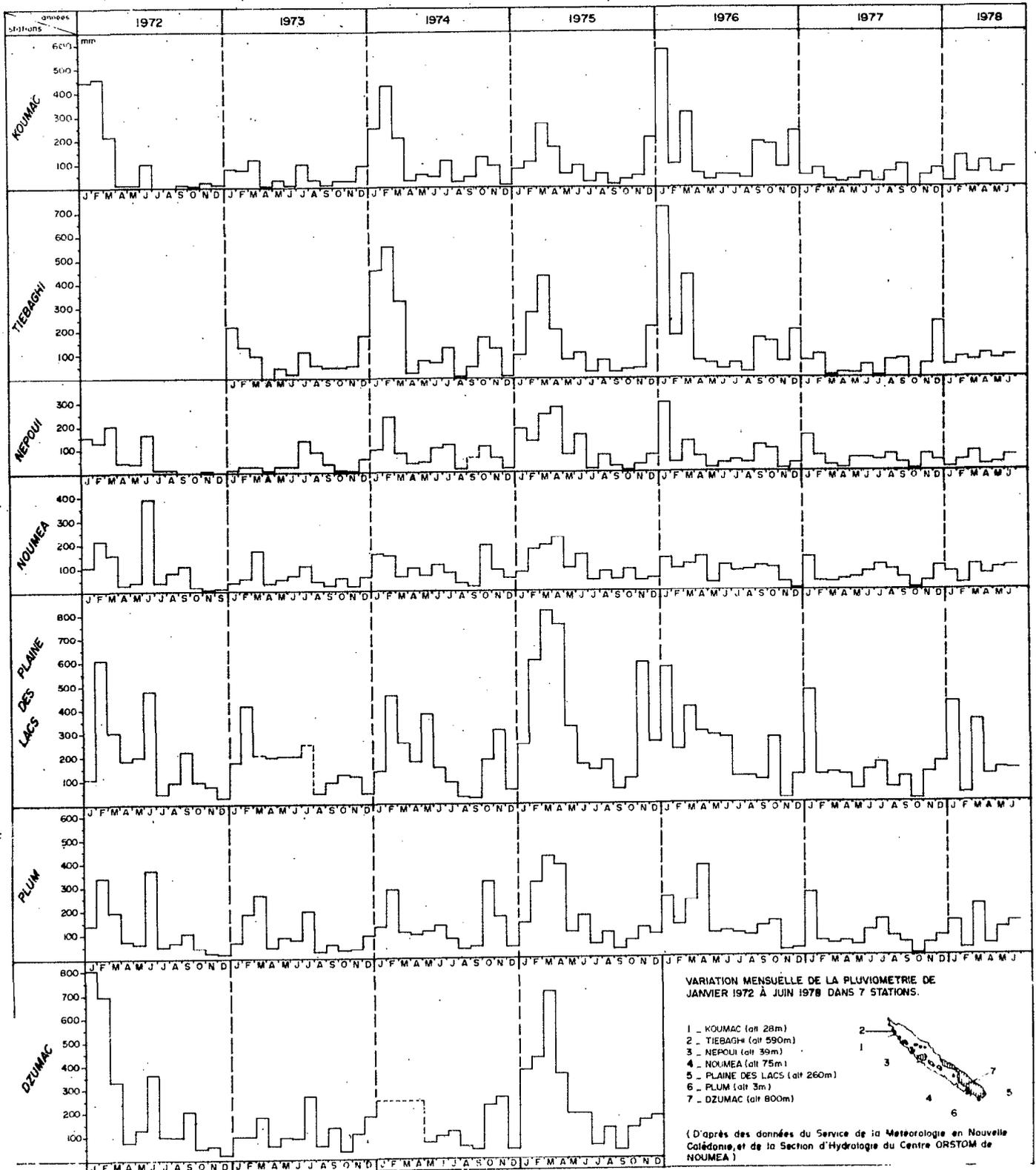


Fig. 3

riode particulièrement sèche qui a sévi de février à décembre 1977, le Sud a reçu 1197 mm de pluie sur 11 mois.

L'irrégularité des précipitations est un des faits marquants de la pluviométrie de la Nouvelle Calédonie. Bien que les moyennes annuelles ne les fassent pas toujours ressortir, on doit tenir compte de l'existence de périodes sèches au cours desquelles les quantités de pluie habituellement reçues sont réduites dans des proportions considérables et ce phénomène assurément n'est pas sans influence sur la vie végétale (irrégularité des floraisons de certaines espèces).

## II - LES TEMPERATURES

La température moyenne annuelle est de 23°5 à Nouméa où les températures moyennes mensuelles varient de 26°2 pour le mois de février à 19°9 pour le mois d'août. Les variations de températures moyennes définissent une saison chaude de décembre à avril et une saison fraîche de juin à septembre. Les minima journaliers en saison fraîche (juin à août) sont de l'ordre de 15° et les maxima en saison chaude (décembre à mars) dépassent 32°. A la base des massifs miniers, les températures sont du même ordre que celles relevées à Nouméa. Mais dans les massifs les températures diminuent avec l'altitude et ceci selon un gradient qui serait de l'ordre de 0,57°C pour 100 m d'altitude (TRESCASES, 1975). Au-dessus de 1000 m des minima proches de 0° ne sont pas rares. Nous avons pour notre part enregistré en juillet et août 1976 un minima de 0° sur le massif du Boulinda à 1200 m d'altitude.

Les températures enregistrées dans le massif du Sud à la station de Ouenarou (tableau 2) indiquent que par rapport à Nouméa le massif du Sud est soumis à des températures moyennes plus basses et des températures extrêmes plus contrastées. La température annuelle moyenne est seulement

TABLEAU 2

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	moyennes annuelles
Minima mensuels moyens	20,7	21,6	21,3	19,6	18,3	16,2	15,1	14,8	15,5	17,3	18,5	19,1	18,17
Maxima mensuels moyens	27,4	28,8	27,6	25,8	24,5	23,1	22,3	22,1	23,8	25,1	25,4	27,0	25,24
Moyenne des Maxima et des Minima	24,1	25,2	24,4	22,7	21,4	19,7	18,7	18,4	19,7	21,2	21,9	23,1	21,71
Minima absolus	14,6	16,1	14,9	13,5	11,4	8,0	9,5	7,2	9,0	9,9	12,2	12	
Maxima absolus	34,0	33,4	33,2	33,7	29,1	28,2	29,1	28,0	31,5	32,0	35,8	36,0	

VARIATIONS MENSUELLES DES TEMPERATURES MOYENNES (calculées sur une période de 5 ans, de 1960 à 1964) ET DES MINIMA ET MAXIMA ABSOLUS (observés sur une période de 8 ans, de 1960 à 1967) A LA STATION DE OUNAROU SITUEE DANS LE MASSIF DU SUD A 170 m D'ALTITUDE. (Données extraites des bulletins de Météorologie Nationale de Nouvelle Calédonie et Dépendances).

de 21,7°. La moyenne du mois le plus froid est de 18,4°, celle du mois le plus chaud de 25,2°. Les minima absolus sont inférieurs à 8° et les maxima absolus dépassent 35°.

### III - HYGROMETRIE

L'Hygrométrie relative varie peu au cours de l'année. Elle se maintient en moyenne entre 70 et 80 %. Toutefois des valeurs absolues assez basses (de l'ordre de 50 %) peuvent être enregistrées durant les mois les plus secs, lorsqu'aux faibles chutes de pluie sont associées les plus fortes insolation.

### IV - L'EVAPORATION

Des mesures effectuées à l'aide de bacs colorado dans le massif du Sud, à 300 m d'altitude, dans une zone recevant plus de 2 m de pluies par an, ont montré que la lame d'eau évaporée était voisine de 1000 mm par an. (MONIOD et MLATAC, 1968).

## B - LE SUBSTRAT GEOLOGIQUE

### I - APERCU DE GEOLOGIE GENERALE

L'Histoire géologique de la Nouvelle Calédonie est encore incomplètement connue. Les travaux les plus récents s'accordent sur un schéma général qui a été repris notamment par GUILLON (1969, 1975).

La Nouvelle Calédonie comme la Nouvelle Guinée et l'Ile Norfolk sont les témoins d'un arc insulaire (l'arc mélanésien) qui aurait subi une première phase orogénique entraînant une émergence vers la fin de l'ère primaire. L'Histoire géologique de la Nouvelle Calédonie se poursuit à l'ère secondaire par une phase de sédimentation dans certaines parties du bassin, suivie d'une phase de métamorphisme et d'une émergence partielle au Jurassique supérieur. La sédimenta-

tion se poursuit dans la zone marine peu profonde au Crétacé et à l'Eocène avec des épisodes volcaniques. C'est à la fin de cette période que débute la phase d'orogénie alpine qui va entraîner l'érection de la chaîne centrale. Le paroxysme de l'orogénèse alpine se serait produit vers la limite Eocène Oligocène et aurait été caractérisé par la mise en place d'une énorme masse de roches ultrabasiques issues du manteau supérieur\*. A partir du Miocène des épisodes de pénéplanation alternent avec des poussées orogéniques. Au Pliocène et au Quaternaire des mouvements tectoniques verticaux entraînent la poursuite de la surrection des massifs péridotitiques, qui s'accompagne de l'enfoncement de certaines vallées et de la formation de plaines alluviales.

## II - LES TERRAINS ULTRABASIQUES

Les affleurements de roches ultrabasiques en Nouvelle Calédonie (5500 km<sup>2</sup>, un tiers de la superficie de la Grande Terre) constituent sur la planète un ensemble unique par son étendue et son homogénéité. Les différents massifs de roches ultrabasiques représentent les fragments d'un grand feuillet péridotitique, qui se serait mis en place il y a 35 à 40 millions d'années, sur l'arc sialitique mélanésien, à la suite de profonds bouleversements structuraux engendrés par le télescopage de la grande plaque Pacifique et du bloc lithosphérique Tasmano-mélanésien. (GUIL-LON, 1975).

Le matériel ultrabasique comprend des sills serpenteux et de volumineux massifs recouvrants.

\* Dans une étude récente PARIS, ANDREIFF, COUDRAY (1979) situent la mise en place des péridotites à l'Eocène supérieur.

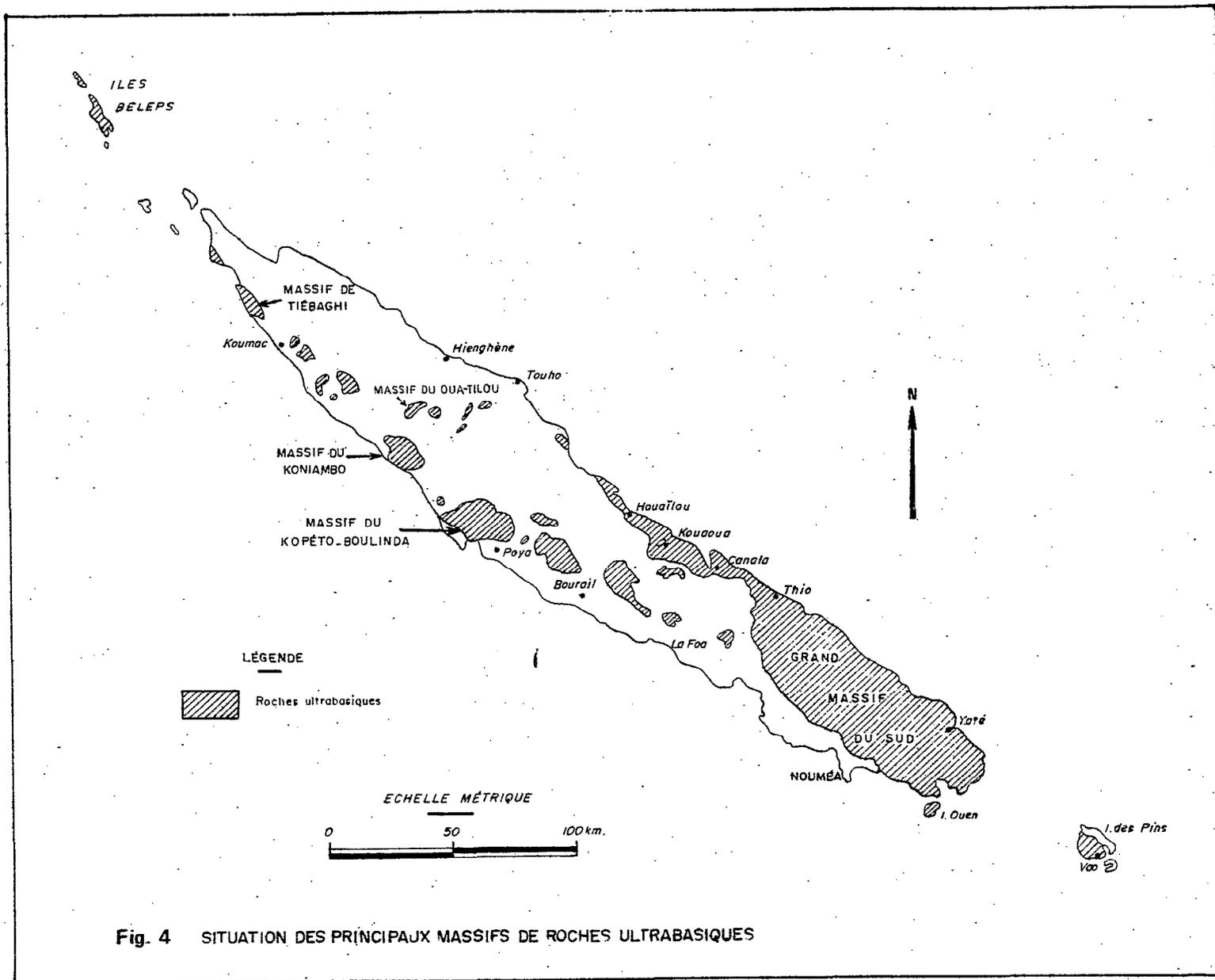


Fig. 4 SITUATION DES PRINCIPAUX MASSIFS DE ROCHES ULTRABASIQUES

Les sills serpentineux sont des masses allongées ayant au plus quelques centaines de mètres de largeur et quelques kilomètres de longueur, ils correspondent à des zones de contact et seraient les témoins d'un recouvrement péridotitique plus étendu.

Les grands massifs se répartissent sur toute la longueur de l'Ile (fig. 4), ceux de la partie Nord ont des formes ramassées (dimensions : de cinq à vingt kilomètres). Un grand massif occupe le tiers méridional de l'Ile et se prolonge par une apophyse sur la côte orientale. Plusieurs massifs dominent la côte Ouest et quelques uns plus petits (Oua Tilou, Tchinguou) se situent dans l'axe de l'Ile. Ces massifs reposent directement soit sur des basaltes, soit plus rarement sur des terrains sédimentaires. Le feuillet ultrabasique devait être primitivement assez continu. Sa fragmentation serait due principalement au jeu de l'érosion particulièrement active suivant les lignes de fracture.

Les terrains ultrabasiques sont constitués principalement de harzburgites ; les dunites et surtout les pyroxénites sont faiblement représentées. Des serpentinites feuilletées forment à la base des massifs de la côte Ouest une semelle continue de plusieurs centaines de mètres de puissance. La semelle serpentineuse du massif du Sud est beaucoup moins importante : son épaisseur est faible et son volume négligeable comparé à la masse totale du massif.

Les caractères minéralogiques et la composition chimique des roches ultrabasiques de Nouvelle Calédonie ont été étudiés par TRESCASES (1975) et GUILLON (1975). Les péridotites sont des silicates ferromagnésiens dépourvus de feldspath et de quartz. Elles sont composées de trois minéraux principaux : péridots (principalement olivine), orthopyroxène et spinelle chromifère. Ces trois minéraux sont en proportions variables suivant la nature de la roche. Les harzburgites sont constituées de cristaux engrainés d'oli.

TABLEAU 3

Nature de la roche	dunite **	harzburgite *	pyroxénite *	harzburgite très serpentinisée **
Si O <sub>2</sub>	35,8	41,10	56,0	39,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15	0,10	2,05	0,38
Fe O	4,8	5,55	2,0	3,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,8	1,70	2,94	3,2
Mg O	44,3	44,33	34,92	37,0
Mn O	0,10	0,10	0,19	0,09
Ca O	0,16	0,20	0,60	0,08
Na <sub>2</sub> O	0,05	0,09	0,03	traces
K <sub>2</sub> O	< 0,03	0	0,03	traces
Ti O <sub>2</sub>	-	0,10	0,06	-
Ni O	0,38	0,32	0,15	0,41
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,27	0,27	0,60	0,40
H <sub>2</sub> O	10,60	4,7	0,05	13,31
Co O	0,03	-	-	-

COMPOSITION CHIMIQUE DES ROCHES ULTRABASIQUES

\* d'après GUILLOIN (1975)

\*\* d'après TRESCASES (1975).

vine et de pyroxènes et contiennent des grains de chromite et de magnétite. Les dunites se différencient des harzburgites par l'absence de pyroxènes ; elles sont composées de cristaux d'olivine et granules de spinelle chromifère. Lorsque la chromite est localement abondante, la dunite se transforme en chromitite. Les pyroxénites sont constituées exclusivement de pyroxènes et de granules de spinelle chromifère. La transformation des péridotites par dynamométamorphisme a donné à la base des massifs une roche monominérale, la serpentinite, souvent appelée serpentine, du nom du minéral qui la compose. La serpentine  $(\text{Si}_2\text{O}_5) \text{Mg}_3 (\text{OH})_4$  est l'isotype magnésien de la kaolinite, elle résulte de l'hydratation de l'olivine et des pyroxènes et se présente sous deux formes, l'antigorite, phylliteuse, et la chrysotile, fibreuse.

Les roches ultrabasiques se caractérisent du point de vue chimique (tableau 3) par leur grande pauvreté en calcium et, corrélativement, en phosphore, en aluminium et alcalins (K), par leur richesse en fer et en magnésium et par leurs teneurs élevées en certains métaux lourds : Cr, Ni, Co, Mn.

## C - LES SOLS

### I - DONNEES GENERALES

Une synthèse des travaux pédologiques effectués depuis plus de vingt ans sur le Territoire a été réalisée récemment (LATHAM, QUANTIN, AUBERT, 1978). De cette étude il ressort que les sols néo-calédoniens présentent une grande diversité dans leurs caractéristiques physicochimiques et minéralogiques. Tous les stades du processus d'altération minérale en milieu tropical peuvent être observés depuis les sols minéraux bruts jusqu'à la "ferritisation" absolue (sols constitués uniquement d'oxydes et d'hydroxydes de fer). Huit classes de la classification française des

sols (sols peu évolués, vertisols, sols calcimagnésiques, sols brunifiés tropicaux, sols podzolisés, sols ferrallitiques désaturés, sols ferrallitiques fortement désaturés, sols hydromorphes) sur douze sont représentées. Bien que certains soient le résultat d'une pédogénèse poussée et ancienne, l'influence de la roche mère se fait sentir en général nettement. De ce point de vue, ils peuvent être regroupés en sols des roches siliceuses pélitiques et éruptives acides, sols des roches basiques, volcaniques, ou sédimentaires et parfois calcaires, sols des roches ultrabasiques. Seuls ces derniers retiendront ici notre attention.

## II - LES SOLS FORMES A PARTIR DES ROCHES ULTRABASIQUES

Ces sols sont décrits dans le travail de synthèse mentionné plus haut ; ils ont aussi fait l'objet d'études particulières auxquelles nous nous référerons également (TRESCASES, 1969 ; JAFFRE, LATHAM, QUANTIN, 1969 ; QUANTIN, 1969 ; LATHAM, 1975 b,c).

### 1 - LA PEDOGENESE

En raison de leurs très faibles teneurs en aluminium il n'y a pas au cours de la pédogénèse sur roches ultrabasiques formation de kaolinite, mais seulement formation d'argiles ferrifères ou magnésiennes lorsque la pédogénèse s'est effectuée sous climat sec (sols bruns eutrophes) ou d'oxydes et d'hydroxydes de fer lorsqu'elle s'est effectuée sous climat humide (sols ferrallitiques ferritiques).

Une grande partie des sols sur roches ultrabasiques est le résultat d'une pédogénèse ancienne qui a commencé au Miocène et qui a été marquée par une ferrallitisation très poussée, par des cuirassements et des remaniements successifs (TRESCASES, 1969 ; LATHAM, 1975 a, 1977). Les témoins de cette pédogénèse ancienne sont abondamment

représentés sur tous les massifs où ils constituent actuellement toute une gamme de sols ferrallitiques plus ou moins cuirassés, plus ou moins érodés ou colluvionnés. L'extension considérable de cette couverture ferrallitique n'est pas en accord avec les données de la pédogénèse actuelle. TRESCASES (1969), étudiant l'altération du massif du Sud, estime que c'est seulement sur les plateaux soumis à un climat très humide que les conditions se prêteraient aujourd'hui à la ferrallitisation.

2 - CARACTERISTIQUES PHYSICOCHEMIQUES DES PRINCIPALES CATEGORIES DE SOLS SUR ROCHES ULTRABASIQUES.

(TABLEAU 4).

Deux catégories principales de sols ont été reconnues sur roches ultrabasiques, les sols bruns eutrophes hypermagnésiens et les sols ferrallitiques, appelés plus précisément sols ferrallitiques ferritiques, afin de les différencier des sols ferrallitiques kaolinitiques classiques (LATHAM, 1975 c).

a - Les sols bruns eutrophes :

Ces sols se trouvent à la base des massifs de roches ultrabasiques où ils reposent le plus souvent sur des serpentinites ou sur des péridotites plus ou moins serpentinisées. Ils correspondent à un étage où la pédogénèse est marquée par une recombinaison de la silice, du fer et du magnésium. Ils ont une texture argileuse due à la présence de smectites ferrifères et magnésiennes. De nombreux fragments de roche altérée subsistent généralement dans le profil et souvent affleurent en surface.

Ces sols ont une réserve hydrique à pF3

TABLEAU 4

Type de sol	Sol brun eutrophe		Sol ferrallitique ferritique				
N° de l'échantillon	JMD 11	JMD 12	Bou 121	Bou 122	Bou 123	Bou 124	Bou 125
Profondeur en cm	0-15	20-25	0-10	30-40	50-60	90-100	250-260
Horizon	A 1	(B)	A 1	A 3	B 2	B 3	B 3 C
Texture %							
Argile	37,8	25,7	2,2	6,6	31,3	36,7	32,9
Limon fin	20,0	14,7	2,0	5,2	28,7	41,9	40,5
Limon grossier	-	-	1,2	5,2	8,8	7,2	12,5
Sable fin	25,0	24,8	3,2	10,5	15,7	7,7	7,1
Sable grossier	13,4	35,6	91,1	73,2	12,9	6,5	5,0
Eau du sol							
pF3	37,5	51,7	5,2	7,1	31,4	51,8	64,5
pF4,2	24,9	40,8	4,1	4,8	25,2	38,4	43,1
Matière organique ‰							
C	19,8	-	10,4	3,78	-	-	-
N	1,4	-	0,49	0,20	0,08	0,07	0,08
C/N	14,1	-	21,9	18,90	-	-	-
pH	6,6	6,7	5,7	5,6	5,0	5,2	5,1
Eléments échangeables me/100 g							
Ca <sup>++</sup>	0,40	0,16	0,16	0,02	0,01	0,01	0,01
Mg <sup>++</sup>	28,80	40,70	0,16	0,02	0,01	0,41	0,32
K	0,14	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Na <sup>+</sup>	0,22	0,22	0,03	0,02	0,01	0,01	0,10
Capacité d'échange me/100 g	27,1	31,6	6,94	3,09	0,33	0,01	0,01
Taux de saturation %	100	100	5,3	2,5	12,5	-	-
Eléments totaux							
Perte au feu %	19,1	20,4	10,1	10,4	12,5	13,4	14,3
Résidu	16,4	14,3	0,41	0,64	0,34	0,18	0,10
Si O <sub>2</sub>	26,3	34,0	0,58	0,47	1,18	1,67	1,73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,89	1,35	3,94	4,83	4,43	3,00	2,58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,2	13,7	76,7	73,3	75,1	76,7	76,5
Ti O <sub>2</sub>	0,05	0,04	0,23	0,20	0,16	0,06	0,06
Mn O <sub>2</sub>	0,39	0,22	0,19	0,23	0,45	0,44	0,57
Ca O	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mg O	13,2	15,6	0,35	0,02	0,38	0,38	1,53
K <sub>2</sub> O	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Na <sub>2</sub> O	0,08	0,04	0,04	0,03	0,06	0,08	0,07
Ni O	0,52	0,47	0,12	0,08	0,55	1,23	1,16
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,33	0,6	6,77	8,31	5,35	3,61	3,17
Co O	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,01	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mol.	11,5	42,8	0,25	0,16	0,40	0,9	4,1

relativement élevée mais la quantité d'eau facilement utilisable est réduite en raison d'une capacité de rétention en eau très importante au point de flétrissement (pF 4,2).

Les sols bruns eutrophes ont des teneurs élevées en silice, en fer et en magnésium. Le chrome et le nickel y sont aussi relativement abondants, les teneurs en phosphore, en calcium et en potassium sont par contre excessivement basses. Ces sols ont un pH neutre ou basique ; ils ont une forte capacité d'échange saturée à 90 % par du magnésium.

Sur les pentes, les sols bruns eutrophes sont en général peu profonds et peu évolués ; en position de piedmont, ils peuvent atteindre une épaisseur dépassant 50 cm, formant alors des sols bruns vertiques.

*b - Les sols ferrallitiques :*

Ce sont les sols les mieux représentés sur les massifs de roches ultrabasiques. Ils sont composés principalement d'oxydes et hydroxydes de fer plus ou moins cristallisés dont l'accumulation relative résulte de l'élimination du magnésium et de la silice. La profondeur de ces sols varie selon leur position topographique, elle atteint couramment plusieurs mètres lorsque la pente est faible. Les horizons supérieurs, sur une épaisseur très variable pouvant dépasser plusieurs mètres, sont souvent riches en éléments grossiers (graviers ferrugineux et débuts de cuirasse). Les horizons sous-jacents ont une texture limono-argileuse avec une grosse proportion de limons fins ; ils ont une forte microporosité et une bonne réserve en eau.

La composition chimique est caractérisée par une nette prédominance du fer qui, à lui seul, représente les trois quarts de la masse du sol, par de fortes teneurs en chrome, surtout dans les horizons gravillonnaires, par des concentrations relativement importantes de magnésium et de nickel en profondeur. La silice, le calcium,

le potassium et le phosphore sont faiblement représentés dans tout le profil. Ces sols ont un pH acide ; leur capacité d'échange faible en surface est pratiquement nulle dans les horizons B. Cette capacité d'échange minérale est due principalement à la présence de traces de talc, d'antigorite et de smectites ferrifères. Dans les sols rajeunis elle est légèrement supérieure du fait des teneurs plus fortes en ces minéraux. Les quantités de bases échangeables sont faibles dans tous les horizons, le magnésium sans être abondant demeure l'élément le mieux représenté.

Les propriétés physicochimiques des sols ferrallitiques varient en fonction des conditions géomorphologiques ayant engendré, antérieurement à la période actuelle, des cuirassements, des démantèlements de cuirasse, des recimentations, qui sont à l'origine des profils à horizon supérieur plus ou moins cuirassé ou gravillonnaire. La localisation des sols rajeunis par troncature du profil sur pentes, celle des sols remaniés colluvionnés en bas de pentes, des sols hydromorphes en positions basses et mal drainées s'expliquent par le relief d'aujourd'hui.

#### **D – LA FLORE DE LA NOUVELLE CALÉDONIE**

La flore de la Nouvelle Calédonie, dont nous ne donnons ici qu'un aperçu très succinct, est encore imparfaitement connue, une certaine imprécision ou incertitude subsistant dans la détermination d'une proportion importante d'échantillons. Il est reconnu toutefois qu'avec environ 3000 espèces de Phanérogames et plus de 250 espèces de Ptéridophytes pour une superficie n'atteignant pas 20.000 Km<sup>2</sup>, la Nouvelle Calédonie possède une flore très riche. Cette flore se caractérise en outre par une spécificité remarquable qui se traduit par un taux d'endémisme estimé à 80 % (GUILLAUMIN, 1964; SCHMID, 1980).

La flore de la Nouvelle Calédonie comprend pour un total de 145 familles 5 petites familles endémiques : les

Amborellacées (1 espèce), les Strasburgériacées (1 espèce), les Oncothécacées (1 espèce), les Paracryphiacées (1 espèce), les Phellineacées (10 espèces). Une centaine de genres sur les 680 que compte la flore sont propres au territoire. Ils rassemblent environ 20 % des espèces endémiques, les autres se répartissant entre 260 genres non endémiques.

Par rapport à la flore des autres régions tropicales du monde la flore de la Nouvelle Calédonie apparaît déséquilibrée. Certaines familles jouant un rôle important dans d'autres flores tropicales en sont absentes, c'est le cas des Mélastomatacées, des Ericacées, des Restionacées, des Maranthacées, des Zingiberacées, des Lobeliacées, des Campanulacées et des Balsaminacées. D'autres sont sous-représentées, c'est notamment le cas des Composées, avec moins de 10 espèces indigènes, des Graminées avec une majorité d'espèces pantropicales, des Tiliacées, des Commelinacées, des Labiacées, des Scrophulariacées.

Certains groupes taxonomiques jouent par contre dans la végétation de la Nouvelle Calédonie un rôle plus important que dans la végétation de la plupart des autres régions tropicales. C'est notamment le cas des Gymnospermes qui comptent 44 espèces, toutes endémiques à l'exception d'un *Cycas*, appartenant à 15 genres dont trois sont propres au territoire : *Parasitaxus*, qui comprend une espèce parasite d'une autre Gymnosperme, *Neocallitropsis* (1 espèce), *Austrotaxus* (1 espèce). C'est aussi le cas des Cunoniacées qui comptent 80 espèces appartenant à six genres dont deux, *Codia* et *Pancheria*, sont endémiques. Entrent aussi dans cette catégorie les Casuarinacées avec 10 espèces dont 9 endémiques, les Protéacées avec 42 espèces endémiques appartenant à huit genres différents, dont quatre (*Beauprea*, *Beaupreopsis*, *Garnieria*, *Sleumerodendron*) sont endémiques, les Epacridacées avec deux genres, *Styphelia* et *Dracophyllum*, comprenant 18 espèces endé-

miques, et les Myrtacées (en particulier Myrtacées à fruits secs) avec plus de 200 espèces appartenant à 22 genres dont 7 endémiques. Notons que ces trois dernières familles sont également très bien représentées dans la flore australienne.

Un certain nombre de familles sont représentées abondamment et de manière particulièrement originale avec de nombreux genres et espèces propres au territoire. Ce sont les Cypéracées qui remplacent les Graminées dans les biotopes spéciaux (roches ultrabasiques, schistes siliceux), les Palmiers, qui comptent 18 genres et une trentaine d'espèces endémiques, les Orchidées avec 190 espèces, les Pandanacées avec une trentaine d'espèces, les Euphorbiacées avec 150 espèces et plusieurs genres endémiques (*Neoguillauminia*, *Bocquillonia*, *Cocconerion*), les Sapotacées avec plus de 80 espèces, les Rutacées avec plus de 60 espèces, les Rubiacées avec plus de 200 espèces, les Apocynacées, les Pittosporacées, les Moracées, les Myrsinacées, les Fagacées dont les 5 espèces de *Nothofagus* se rencontrent en peuplements monospécifiques, les Elaeocarpacees, les Santalacées, les Verbénacées, les Ebénacées, les Sapindacées, les Méliacées, et les Araliacées. Parmi les Ptéridophytes mentionnons les Cyathéacées avec les genres *Culcita*, *Dicksonia* et surtout le genre *Cyathea* qui comprend en Nouvelle Calédonie les fougères arborescentes les plus hautes du monde (> 20 m), les Gleicheniacées avec un genre endémique monospécifique, *Stromatopteris*, plusieurs *Gleichenia* endémiques et les Schizaeacées avec 9 espèces de *Schizaea*.

D'autres familles très originales sont représentées par un nombre relativement faible d'individus. Ce sont, outre les familles endémiques déjà citées, les Wintéracées avec une quinzaine d'espèces appartenant à quatre genres, dont deux (*Zygogynum* et *Exospermum*) sont endémiques, les Balanopacées, les Sphenostemonacées, les Triméniacées, et, parmi les Ptéridophytes, les Psilotacées (*Tmesipteris*).

Bien qu'ayant de nettes affinités avec la flore australienne (*Hibbertia*, Myrtacées à fruits secs, Rutacées, Protéacées), la flore néo-zélandaise (Gymnospermes, *Dracophyllum*, *Xeronema*), avec celle de la Nouvelle Guinée (*Nothofagus*) et avec la flore malaise (Myrtacées à fruits charnus), la flore néo-calédonienne apparaît tout à fait singulière tant par ses groupes jeunes très diversifiés (*Pittosporum*, *Phyllanthus*, *Psychotria*, *Pancheria*) qui traduisent une spéciation active récente, que par ses groupes primitifs (Gymnospermes, Wintéracées, Monimiacées, Psilotacées...) qui témoignent de l'ancienneté du fonds floristique : On comprend que certains auteurs (TAKHTAJAN, 1969; VAN BALGOOY, 1960) considèrent la Nouvelle Calédonie comme un domaine floristique particulièrement isolé.

#### E - L'ACTION DE L'HOMME

Le peuplement humain de la Nouvelle Calédonie remonterait à environ 2500 à 3000 ans. Les premières destructions du tapis végétal résultant de défrichements et de feux ont affecté principalement les plaines littorales, les bas versants et certaines vallées où les forêts ont été très tôt remplacées par des savanes. Les destructions anciennes du tapis végétal ont touché assez peu la végétation des massifs de roches ultrabasiques, ceux-ci constituant, sans doute en raison de l'infertilité du sol, des zones peu propices à l'implantation humaine.

La venue des Européens, après 1774, date de la découverte de la Nouvelle Calédonie, s'est traduite d'abord par une progression de la destruction de la végétation dans les secteurs déjà touchés, avec sans doute une régression à basse et moyenne altitudes des îlots forestiers subsistants. Les activités agropastorales européennes ont eu semble-t-il un effet limité sur la végétation car elles se sont exercées sur des zones déjà secondarisées. Néanmoins, l'introduction de nombreuses espèces exotiques dont certaines sont

devenues très envahissantes (*Lantana camara*, *Psidium guajava*, *Cryptostegia grandiflora*...) a créé des faciès originaux et entraîné une certaine diversification de la végétation secondaire. A partir de 1865, date à laquelle fut entrepris l'inventaire minéralogique de la Nouvelle Calédonie, la destruction de la végétation primaire s'est étendue à plusieurs massifs de roches ultrabasiques soumis à la prospection minière, à l'exploitation du minerai de nickel et à l'exploitation forestière pour les besoins de la mine.

Sur les massifs de roches ultrabasiques soumis à l'exploitation minière ou seulement à une pénétration de l'homme après l'ouverture de voies d'accès, on assiste à une extension des maquis au détriment des forêts qui régressent sous l'action des feux répétés. Les destructions les plus spectaculaires, relativement récentes, sont dues à l'exploitation minière proprement dite qui se traduit, d'une part, par le décapage du sol de certaines zones et, d'autre part, par le recouvrement total d'autres zones par des stériles. C'est ainsi que la végétation du massif du Koniambo et celle du massif de la Tiébaghi ont été profondément dégradées. Les surfaces mises à nu constituent des biotopes particulièrement défavorables où ne s'implantent qu'un petit nombre des espèces du maquis. Mais alors qu'habituellement l'action de l'homme sur la végétation entraîne des changements floristiques considérables, elle se manifeste essentiellement ici par un appauvrissement de la flore s'accompagnant de modifications dans la composition, la distribution et la physionomie des groupements. Il n'y a jamais implantation durable d'espèces exotiques.

Quoi qu'il en soit, la population étant peu nombreuse (moins de 8 habitants au km<sup>2</sup>) et les activités agricoles étant concentrées dans les zones fertiles dont l'extension est faible (parties basses des vallées, plaines de l'Ouest), la végétation naturelle a été relativement épargnée jusqu'à ces dernières années. En outre, les caractères spéciaux des sols sur roches ultrabasiques ont protégé la flore de ces secteurs contre l'agression des espèces exotiques introdui-

tes par l'homme.

Il apparaît en définitive que, malgré des destructions spectaculaires, la végétation sur terrains ultrabasiques a été moins profondément affectée par l'action de l'homme que la végétation du reste de l'Ile. Dans les deux domaines cependant, des secteurs entiers de végétation primaire ont été totalement préservés (massifs du Kouakoué, Humboldt en zone ultrabasique, Mt Panié, Inédète, sur terrains acides).

**Deuxième Partie**

**LA VÉGÉTATION DES TERRAINS ULTRABASIQUES**

## **I - LA FLORE DES TERRAINS ULTRABASIQUES**

### **A - Avertissement, méthode d'étude**

Dans tout ce qui suit, nous avons tenu compte, dans la mesure où nous en avons eu connaissance, de toutes les contributions, révisions, mises au point faites à l'échelon de la famille ou du genre, notamment des premiers fascicules de "la flore de la Nouvelle Calédonie" (AUBREVILLE 1967; VIROT, 1969 et 1975; BROWNLIE, 1969; DE LAUBENFELS, 1972; KOSTERMAN, 1974; HEINE, 1976; HALLE, 1978), et des révisions de certains genres (SLEUMER, 1974; RAYNAL, 1974; BOITEAU, ALLORGE, SEVENET, 1976, 1977; JEREMIE, 1979). La majorité des déterminations a cependant été faite à partir de la flore de GUILLAUMIN (1948) qui bien qu'incomplète constitue à l'heure actuelle, pour de nombreux groupes, le seul ouvrage utilisable. Les déterminations ont été effectuées en majeure partie à l'herbier du Laboratoire de Botanique du Centre O.R.S.T.O.M. de NOUMEA où sont déposés des échantillons de référence correspondant aux espèces dont la diagnose est incertaine ou inachevée.

La présente étude est basée sur le recensement des différentes composantes phanérogamiques de la flore effectué à partir des récoltes rassemblées dans l'herbier du Centre

O.R.S.T.O.M. de NOUMEA qui renferme plus de 25.000 échantillons. Ces informations ont été complétées par de nombreuses espèces par nos propres observations de terrain. Pour les familles et les genres ayant fait l'objet d'une mise au point récente, nous avons tenu compte des données taxonomiques et écologiques contenues dans ces révisions. Le recensement ainsi effectué a porté sur 2450 espèces de phanérogames représentant une fraction importante de la flore totale de l'Ile. Les chiffres avancés pour les espèces forestières constituent sans aucun doute une estimation plus approximative que celle faite pour les formations ouvertes dont la flore est mieux connue. Les données disponibles sur les cryptogames vasculaires se sont révélées trop fragmentaires pour permettre de faire une estimation de leur importance numérique dans la flore des terrains ultrabasiques, nous en avons donc peu tenu compte dans la présente étude. Notons cependant que si les Ptéridophytes sont abondamment représentées sur ces terrains, elles demeurent peu liées aux conditions édaphiques.

## **B – Richesse de la flore des terrains ultrabasiques**

### I - LES DONNEES

La flore des terrains ultrabasiques est relativement riche. Nous avons recensé 1500 espèces différentes, 60 % étant propres à ce type de terrains et pratiquement la totalité pouvant être considérées comme indigènes. Sur les autres types de terrains représentés dans le territoire nous en avons recensé 1530, au nombre desquelles beaucoup d'espèces panpacifiques à distribution régionale plus ou moins étendue et d'espèces pantropicales ou d'espèces introduites récemment.

Les forêts, avec respectivement 900 espèces dénombrées sur roches ultrabasiques et 880 sur les autres substrats, ont une flore plus diversifiée que les formations ouvertes qui comptent respectivement 835 espèces pour les

maquis sur roches ultrabasiques et 690 espèces pour toutes les autres formations réunies (maquis sur sols acides, savanes, fourrés divers, végétation des zones salées et des zones marécageuses).

## II - LES CAUSES DE CETTE RICHESSE

La richesse floristique de la végétation des terrains ultrabasiques tient, à la fois, à la richesse floristique de certains groupements, et à la diversité des groupements végétaux liée à la variabilité des conditions de milieux et à l'isolement géographique des massifs du Nord Ouest favorisant le microendémisme.

La richesse floristique des différents types de groupements est variable ; seuls quelques uns, par leur richesse propre, contribuent véritablement à la richesse globale de la flore. Les forêts pour lesquelles le décompte précis des espèces n'a pas été effectué seraient, exception faite des forêts à Lichens Bryophytes et Hyménophyllacées relativement pauvres, parmi les groupements les plus riches. En ce qui concerne les maquis, l'étude menée sur le massif de Koniambo (JAFFRE 1974) a montré que les maquis arbustifs (groupements serpentiphiles des pentes sur sols hypermagnésiens) et les maquis ligno-herbacés (groupements ligno-herbacés des pentes sur sols ferrallitiques remaniés) avec respectivement 131 et 129 espèces sont plus riches que les groupements des plateaux ferrallitiques gravillonnaires dont les nombres d'espèces s'échelonnent entre 40 et 70.

La diversité des groupements écologiques, qui comprennent, outre les principaux types de végétation (forêt dense humide de basse et moyenne altitudes, forêt dense d'altitude, maquis arbustif, maquis buissonnant, maquis ligno-herbacé), de nombreuses subdivisions comme nous le verrons pour les maquis dans le chapitre 2, joue probablement le rôle le plus important dans l'enrichisse-

ment de la flore. A cet égard, les conditions édaphiques jouent un rôle prépondérant. Ainsi, sur le massif du Boulinda (JAFFRE et LATHAM, 1974), l'étude de plusieurs transects a montré en effet que l'acidité du sol variait de pH nettement basiques (7,2) pour des sols saturés en magnésium, à des pH très acides (4,0) pour des sols complètement dépourvus de bases échangeables, que la nature physique du sol variait de textures grossières à blocs de cuirasse ou à gravillons à des textures argilo limoneuses et que les teneurs en métaux lourds (Ni, Cr, Mn) présentaient toute une gamme de concentrations. Il faut tenir compte aussi cependant de l'influence des changements des conditions climatiques : la pluviométrie annuelle varie de moins de 1000 mm de pluie par an à la base des massifs miniers de la côte Ouest, à plus de 2000 mm à des altitudes identiques dans certains secteurs du massif du Sud et à plus de 4000 mm au voisinage de certains sommets.

La diversité floristique des formations sur terrains ultrabasiques résulte aussi des variations floristiques qui existent pour un même type de milieu d'un massif à l'autre. Ces différences de flore s'expliquent du fait que des niches écologiques analogues séparées par d'assez grandes étendues de terrains non ultrabasiques ont pu être occupées par des espèces différentes.

Les effets de cet isolement sur l'évolution de la flore sont illustrés par la distribution de certaines espèces. Ainsi *Boronia koniamboensis*, seule espèce en Nouvelle Calédonie d'un genre de Rutacées caractéristique de la flore australienne,\* est-il strictement localisé au massif du Koniambo Katepahie où il est du reste très commun. Chaque massif ultrabasique d'une certaine étendue possède un lot

\* On ne retrouve ailleurs en Nouvelle Calédonie que des *Boronella*, genre endémique voisin du *Boronia* et comprenant plusieurs espèces des maquis sur roches ultrabasiques.

d'espèces lui appartenant en propre. En se limitant aux familles ayant fait l'objet d'une révision récente on peut citer : pour le massif de la Tiebaghi *Hemigraphis neo caledonica* (Acanthacées), *Macadamia angustifolia* (Protéacées), *Homalium serratum* (Flacourtiacées), pour le massif du Koniambo Katepahie *Solanum vaccinioides* (Solanacées), pour le massif du Taom *Graptophyllum ophiolithicum*, pour le massif du Boulinda Kopéto *Xylosma boulindae* (Flacourtiacées), *Homalium rubrocostatum* (Flacourtiacées). 17 Gymnospermes, 5 Epacridacées, 4 Lauracées, 10 Sapotacées, 11 Protéacées ont des aires de distribution restreintes au grand massif du Sud. Certaines espèces sont localisées à une aire géographique étroite englobant un petit nombre de massifs. Ainsi les genres très diversifiés comme *Phyllanthus*, *Psychotria*, *Pittosporum*, *Alyxia*, *Eugenia*, comprennent-ils plusieurs espèces vicariantes. L'interruption de l'aire de distribution de beaucoup d'espèces (*Grevillea meisneri*, *Pittosporum poumense*, *Atractocarpus deplanchei*, *Psychotria calorhamus*, *Phyllanthus montrouzieri*, *Cerberiopsis comptoni*, *Alstonia deplanchei*, *Hybanthus caledonicus* var. *linearifolia*...) au niveau du massif du Boulinda Kopéto conduit à distinguer deux domaines floristiques de part et d'autre de ce massif. La barrière édaphique qui sépare les petits massifs isolés ne serait pas, étant donné les distances relativement faibles, infranchissable pour bon nombre d'espèces, mais les chances de succès des germinations sont très aléatoires en raison de la diversité des conditions écologiques sur chacun de ces massifs et, pour beaucoup d'espèces, de la difficulté à se reproduire par graines dans les milieux peu propices que constituent les biotopes ouverts sur roches ultrabasiques. Enfin, il ne faut pas sous-estimer le rôle du climat, bien différent au Sud de ce qu'il est sur les massifs du Nord Ouest.

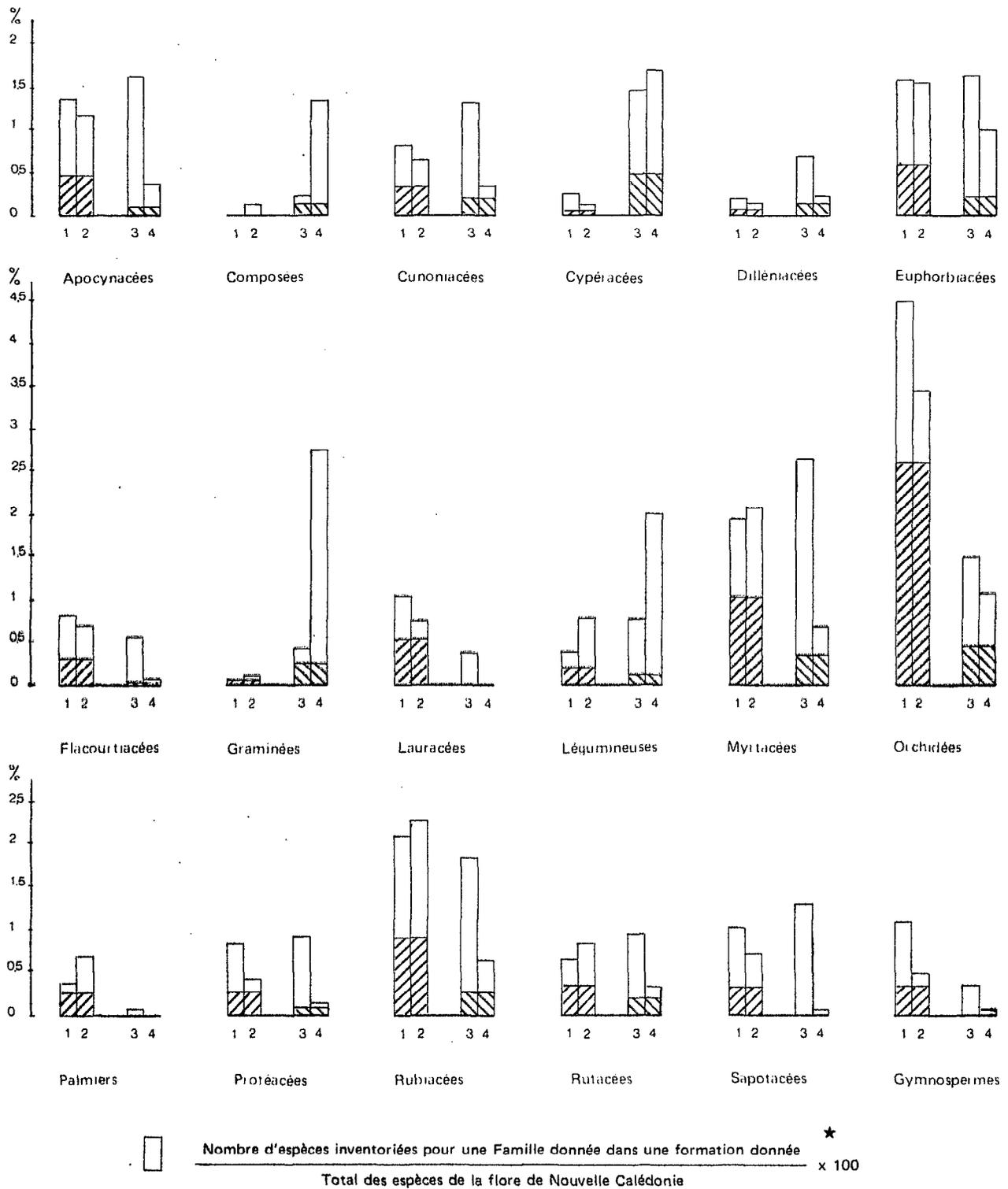
## C – Spécificité de la flore des terrains ultrabasiques

### I - GENERALITES

La flore des roches ultrabasiques, tout en présentant les grands traits de la flore de l'archipel, manifeste une nette particularité : environ 55 % des espèces de forêt et 80 % des espèces des maquis associés à ces terrains appartiennent respectivement en propre à chacune de ces formations végétales. La spécificité floristique des maquis apparaissant ainsi nettement plus marquée que celle des forêts dont de nombreuses espèces occupent indifféremment des substrats géologiques variés. Ceci ressort clairement de la figure 5 qui montre que dans chaque famille prise séparément le taux des espèces communes aux roches ultrabasiques et aux autres substrats est plus important en milieu forestier.

Il est vraisemblable que la spécificité de la flore des roches ultrabasiques est encore plus accentuée qu'il ne paraît dans l'état actuel de la connaissance de la flore néo-calédonienne. On peut penser en effet, comme cela a été démontré par plusieurs auteurs travaillant sur des végétations liées à des serpentines (KRUCKEBERG, 1951, 1954, 1967; PROCTOR, 1971a; ERNST, 1972) que certaines espèces faisant figure d'ubiquistes y sont représentées en réalité par des écotypes édaphiques.

Généralement, la différenciation d'espèces ou de variétés serpentino-philés est considérée comme une réponse aux conditions édaphiques. En Nouvelle Calédonie cependant, l'étendue des affleurements ultrabasiques qui occupent tout le quart Sud de la Grande Terre et se succèdent sur toute la longueur du Territoire (plus de 500 km), ne permet pas toujours de faire la part des facteurs géographiques et des facteurs édaphiques intervenant dans la lo-



\* 1 Forêts sur roches ultrabasiqnes

2 Forêts en dehors des roches ultrabasiqnes

/// Espèces communes à 1 et 2

3 Formations ouvertes sur roches ultrabasiqnes

4 Formations ouvertes en dehors des roches ultrabasiqnes

/// Espèces communes à 3 et 4

IMPORTANCE RELATIVE DE QUELQUES FAMILLES DANS LA FLORE DES FORÊTS ET DANS LA FLORE DES FORMATIONS OUVERTES SUR ROCHES ULTRABASIQUES ET EN DEHORS DES ROCHES ULTRABASIQUES. IMPORTANCE DES ESPÈCES COMMUNES D'UNE PART AUX FORÊTS, D'AUTRE PART AUX FORMATIONS OUVERTES

Fig. 5

calisation de certaines espèces : il en est ainsi en particulier de celles qui sont propres à la partie Sud où les terrains sédimentaires ne sont pas représentés.

Si la flore des roches ultrabasiqnes se caractérise par la présence d'espèces qui leur sont strictement liées, elle se caractérise aussi par l'absence de certaines espèces, par ailleurs bien représentées, et notamment par l'absence des pantropicales introduites qui jouent un rôle primordial par leur abondance dans de nombreuses formations ouvertes sur terrains schisto-gréseux. Parmi les espèces ainsi exclues des terrains ultrabasiqnes figurent beaucoup de Graminées appartenant aux genres *Heteropogon*, *Paspalum*, *Panicum*, *Stenotaphrum*..., des Légumineuses, *Leucaena glauca*, *Acacia farnesiana*, une Myrtacée, *Psidium guajava*, des Verbenacées, *Lantana camara*, *Vitex trifolia*, *Stachytarpheta* et de nombreuses composées.

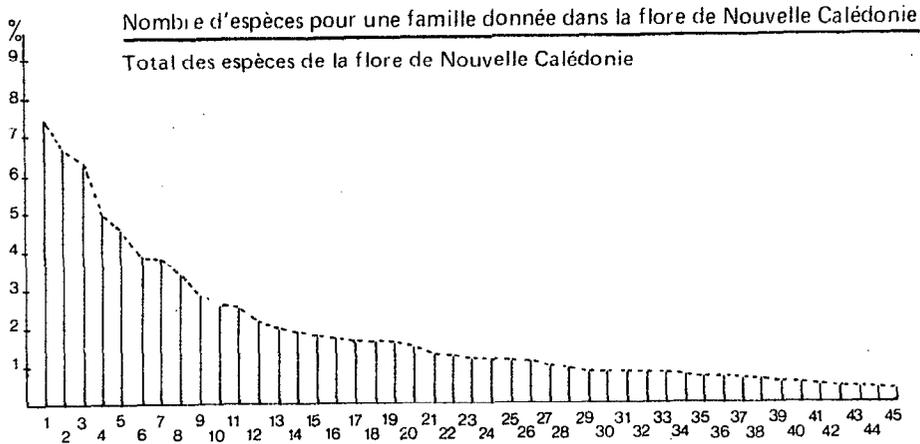
## II - IMPORTANCE DES DIFFERENTES FAMILLES DANS LA FLORE DES TERRAINS ULTRABASIQUES.

L'examen de l'importance relative des principales familles, respectivement dans la flore des forêts et dans la flore des maquis, par rapport à leur importance dans la flore de l'ensemble de la Nouvelle Calédonie, fait apparaître des différences remarquables (fig. 6)\*. Les familles les mieux représentées dans la flore des forêts sur roches ultrabasiqnes sont dans l'ordre du nombre des espèces : les Orchidées, les Rubiacées, les Myrtacées, les Euphorbiacées, les Apocynacées, les Gymnospermes (toutes familles réunies),

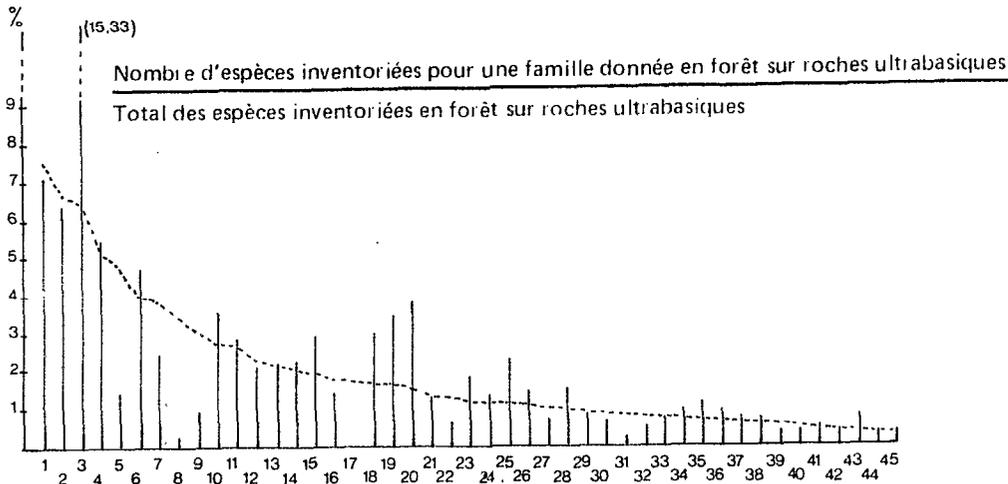
\* Ne figurent sur ce graphique que les familles principales de la flore néo-calédonienne possédant au moins six représentants dans la flore des terrains ultrabasiqnes.

les Lauracées, les Sapotacées, les Protéacées, les Cunoniacées, les Flacourtiacées, les Araliacées, les Sapindacées, les Pandanacées, les Rutacées, les Myrsinacées, les Pittosporacées, les Légumineuses, les Moracées, les Méliacées, les Célastracées. L'importance des Orchidées, dont beaucoup sont des épiphytes, tient à certains caractères structuraux des forêts sur roches ultrabasiques. En effet, les forêts humides, assez basses et peu touffues, qui occupent des surfaces étendues dans le Sud de l'Ile sont particulièrement favorables au développement des épiphytes hémisciaphiles. Dans la flore des maquis ce sont les Myrtacées qui sont les plus nombreuses ; viennent ensuite les Rubiacées, les Euphorbiacées, les Apocynacées, les Orchidées, les Cypéracées, les Cunoniacées, les Sapotacées, les Protéacées, les Rutacées, les Araliacées, les Légumineuses, les Dilléniacées, les Flacourtiacées, les Epacridacées. Parmi les familles présentant une importance relative accrue, mentionnons en ce qui concerne les maquis (fig. 6 ) les Myrtacées, Apocynacées, Cypéracées, Sapotacées, Cunoniacées, Rutacées, Protéacées, Dilléniacées, Epacridacées, Escalloniacées, Goodéniacées, Santalacées, Casuarinacées, Violacées, en ce qui concerne les forêts, les Orchidées, Gymnospermes, Lauracées, Protéacées, Pandanacées. Certaines familles par contre, comme les Légumineuses, les Graminées, les Composées, les Myrsinacées, les Moracées, les Palmiers, les Monimiacées, les Acanthacées sont moins bien représentées sur terrains ultrabasiques que dans l'ensemble de la flore de la Nouvelle Calédonie.

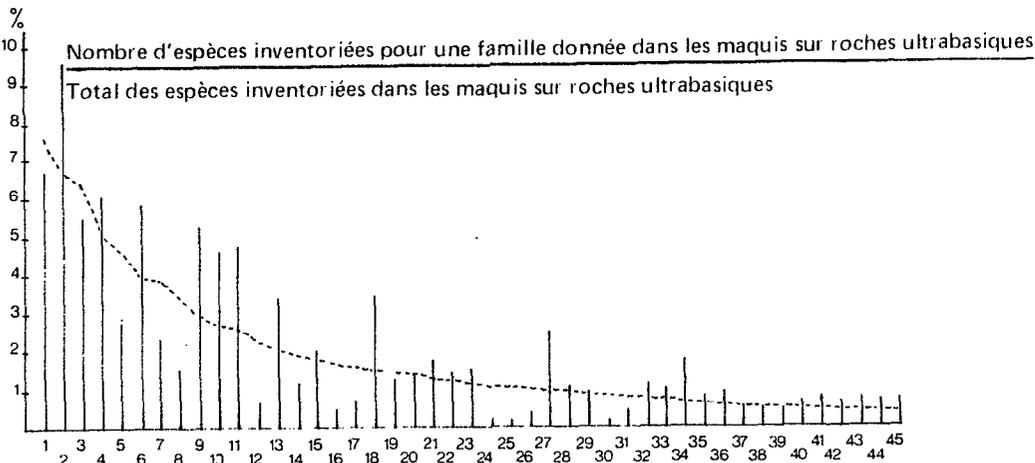
La comparaison de l'importance relative au sein des principales familles entre les nombres d'espèces répertoriées, d'une part, sur roches ultrabasiques, d'autre part, en dehors de ce domaine (fig. 7) montre aussi que certaines familles sont liées préférentiellement aux terrains ultrabasiques tandis que d'autres en sont plus ou moins exclues. Parmi les familles liées préférentiellement aux terrains ultrabasiques les Dilléniacées, les Cunonia-



- ANGIOSPERMES
- 31 Acanthacées
  - 6 Apocynacées
  - 7 Araliacées
  - 29 Asclépiadacées
  - 41 Casuarinacées
  - 28 Célastracées
  - 17 Composées
  - 11 Cunoniacées
  - 9 Cypéracées
  - 27 Dilléniacées
  - 38 Ébénacées
  - 21 Elaeocarpacees
  - 34 Épacridacées
  - 36 Escalloniacées
  - 4 Euphorbiacées
  - 15 Flacourtiacées
  - 45 Goodéniacées
  - 8 Graminées
  - 35 Guttifères
  - 19 Lauracées
  - 5 Légumineuses
  - 33 Loganiacées
  - 26 Méliacées
  - 30 Monimiacées
  - 16 Moracées
  - 12 Myrsinacées
  - 2 Myrtacées
  - 32 Oléacées
  - 3 Orchidées
  - 24 Palmiers
  - 25 Pandanacées
  - 23 Pittosporacées
  - 18 Protéacées
  - 42 Rhamnacées
  - 1 Rubiacées
  - 13 Rutacées
  - 43 Santalacées
  - 14 Sapindacées
  - 10 Sapotacées
  - 40 Solanacées
  - 39 Symplocacées
  - 22 Verbénacées
  - 44 Violacées
  - 37 Winteracées

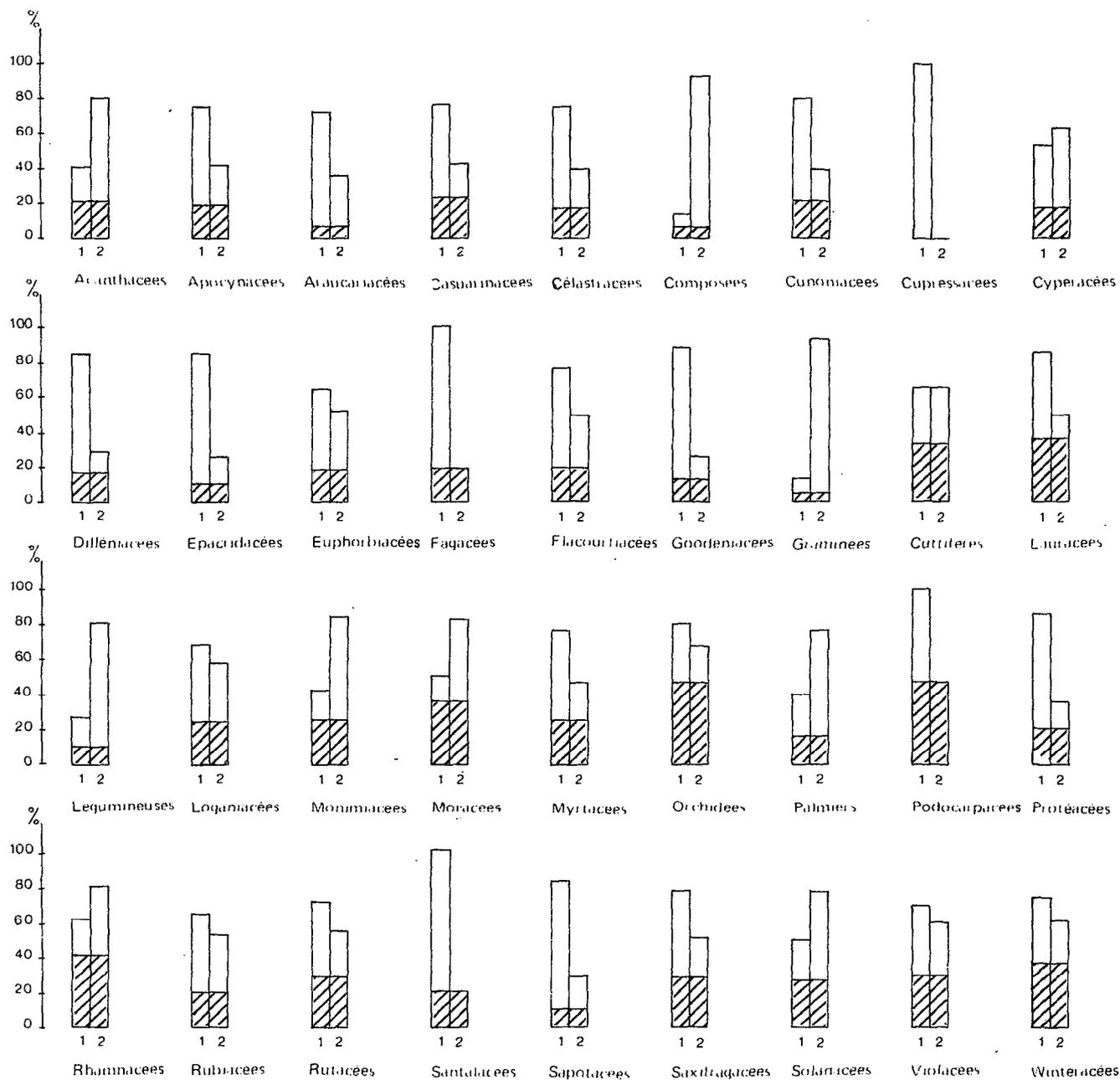


- 20 GYMNOSPERMES
- Cycadacées
  - Taxacées
  - Podocarpacees
  - Araucariacées
  - Cupressacées



COMPARAISON DE L'IMPORTANCE RELATIVE DES PRINCIPALES FAMILLES  
 DANS LA FLORE TOTALE DE NOUVELLE CALÉDONIE, DANS LA FLORE DES FORÊTS  
 SUR ROCHES ULTRABASIQUES ET DANS LA FLORE DES MAQUIS SUR ROCHES ULTRABASIQUES

Fig. 6



1 Pourcentage des espèces inventoriées pour une famille donnée sur roches ultrabasiques

2 Pourcentage des espèces inventoriées pour une famille donnée en dehors des roches ultrabasiques

 Pourcentage des espèces communes

IMPORTANCE RELATIVE AU SEIN DE QUELQUES FAMILLES, DES ESPÈCES RÉPERTORIÉES SUR ROCHES ULTRABASIQUES ET EN DEHORS DES ROCHES ULTRABASIQUES

Fig. 7

cées, les Epacridacées, les Protéacées, les Sapotacées, les Goodéniacées, les Santalacées et les Cupressacées ont plus de 80 % de leurs espèces sur roches ultrabasiques et moins de 40 % sur substrats différents, les Apocynacées, les Casuarinacées, les Célastracées, les Flacourtiacées, les Myrtacées, les Escalloniacées, les Araucariacées et les Podocarpacees ont plus de 70 % de représentants sur roches ultrabasiques et moins de 50 % sur substrats différents. Les Cypéracées avec 55 % d'espèces représentées en zone ultrabasique contre 65 % en dehors ne sembleraient pas liées préférentiellement aux terrains ultrabasiques. Mais c'est sur ces terrains que sont localisées la presque totalité des espèces endémiques, celles-ci jouant de surcroît un rôle très important en raison de leur abondance dans plusieurs groupements.

Certaines familles comptant peu d'espèces dans la flore néo-calédonienne et n'ayant de ce fait pas été représentées sur la figure 7 se signalent aussi comme liées de manière préférentielle aux roches ultrabasiques. C'est le cas des Fagacées dont les cinq espèces sont représentées sur roches ultrabasiques et dont une seule s'écarte communément de ce domaine. C'est également le cas des Simarubacées qui, sur sept espèces inventoriées, comptent seulement deux espèces en dehors du domaine ultrabasique.

D'autres petites familles sont liées exclusivement aux roches ultrabasiques. Nous citerons les Oncothécacées, les Strasburgériacées, familles endémiques monospécifiques, les Erythroxyllacées représentées par une seule espèce en Nouvelle Calédonie, les Cupressacées avec 6 espèces appartenant aux genres *Libocedrus* (3 espèces), *Callitris* (2 espèces), *Neocallitropsis* (1 espèce).

En ce qui concerne les familles sous représentées, le cas le plus remarquable est celui des Graminées et des Composées qui ont moins de 20 % de leurs représentants sur terrains ultrabasiques. Ces deux familles sont en Nouvelle Calédonie représentées surtout par des espèces

panotropicales, voire cosmopolites et rudérales. MORAT (1978) fait observer, et ceci est également vrai pour les Composées, que la plupart des Graminées ne parviennent à s'installer en zone ultrabasique qu'occasionnellement, après modification du milieu par l'homme. Ces deux familles comptent cependant des espèces endémiques liées aux roches ultrabasiques. C'est le cas de deux *Greslania* et de *Setaria jaffrei* pour les Graminées, de deux *Brachycome* et de *Helichrysum neo caledonicum* pour les Composées. Les Graminées et les Composées cependant étant largement représentées sur de nombreux affleurements de serpentine à travers le monde, leur relative absence du domaine ultrabasique en Nouvelle Calédonie ne peut être considérée comme vraiment significative du point de vue édaphique.

Parmi les familles également mieux représentées en Nouvelle Calédonie en dehors de la zone ultrabasique, on peut citer encore les Acanthacées et les Légumineuses (familles comptant comme les deux précédentes, de nombreuses espèces introduites), les Palmiers et les Monimiacées qui trouvent leur maximum de diversification dans les forêts sur schistes et grauwakes du Centre et du Nord Est de la Grande Terre. Ces différentes familles comprennent néanmoins des espèces, et parfois des genres entiers, strictement liés aux roches ultrabasiques. C'est le cas de *Graptophyllum macrostemon*, *Graptophyllum ophiolithicum* et *Hemigraphis neo caledonica* chez les Acanthacées, du genre *Nephrodesmus*, de plusieurs *Arthroclianthus*, *Albizia*, *Mezoneuron*, d'un *Storckiella*, d'un *Sophora* chez les Légumineuses, de plusieurs *Hedycharia* chez les Monimiacées et de quelques Palmiers : *Campecarpus fulcata*, *Brongniartikentia vaginata*, *Actinokentia divaricata*, *Clinosperma bracteale* et *Basselinia pancheri*.

A ces familles, il faut ajouter quelques autres comptant peu de représentants et n'ayant jamais été rencontrées sur roches ultrabasiques. C'est le cas des Amborellacées, famille endémique monospécifique, des Triméniacées avec *Trimenia neocaledonica*, et de beaucoup de familles représentées en Nouvelle Calédonie seulement par des espè-

ces cosmopolites ou introduites, souvent rudérales : Boraginacées, Caryophyllacées, Crucifères, Labiées, Scrophulariacées etc...

### III - IMPORTANCE DES DIFFERENTS GENRES DANS LA FLORE DES TERRAINS ULTRABASIQUES.

La plupart des genres de la flore néo-calédonienne sont représentés sur roches ultrabasiques. Les genres absents sont d'une manière générale, à quelques exceptions près, des genres panpacifiques, pantropicaux ou cosmopolites appartenant pour la plupart à des familles absentes ou mal représentées sur terrains ultrabasiques (Graminées, Composées, Légumineuses).

La flore de la zone ultrabasique possède, par rapport à la flore occupant le reste du Territoire, de nombreux genres en propre, il s'agit cependant dans la presque totalité des cas de genres paucispécifiques dans le cadre de la flore néo-calédonienne. Beaucoup ne sont représentés que par une seule espèce : *Peripterygia*, *Normandia*, *Helichrysum*, *Nautophylla*, *Boronia*, *Neoguillauminia*, *Acridocarpus*, *Streblus*, *Arillastrum*, *Psidiomyrtus*, *Loxodiscus*, *Strasburgeria*, *Oceanopapaver*, *Beaupreopsis*, *Garnieria*, *Solmsia*, *Oncotheca* et *Neocallitropsis*, d'autres par deux espèces : *Brachycome*, *Greslania*, *Sebertia*, *Corbasonna*, *Oxalis*, *Callitris* ; quelques uns sont représentés par quatre espèces : *Callistemon*, *Osmanthus*, *Dacrydium*.

Parmi les genres non exclusifs de la zone ultrabasique nombreux sont ceux qui présentent une diversification plus importante à l'intérieur de ce domaine. Ceci ressort de la figure 8 qui montre l'importance relative, en pourcentage du nombre d'espèces, de quelques uns des principaux genres de la flore néo-calédonienne, sur terrains ultrabasiques et sur d'autres substrats. Il s'avère que de nombreux genres sont liés préférentiellement de manière très nette aux terrains ultrabasiques. Ce sont *Araucaria*, *Argophyllum*, *Alstonia*, *Beauprea*, *Beccariella*, *Bikkia*, *Costularia*,

*Cunonia*, *Hibbertia*, *Leptostylis*, *Metrosideros*, *Mooria*, *Myrtopsis*, *Nothofagus*, *Pancheria*, *Scaevola*, *Schoenus*, *Soulamea*, *Styphelia*, *Xanthostemon* pour lesquels la différence des pourcentages du nombre des espèces représentées en zone ultrabasique et représentées en dehors dépasse 60 %.

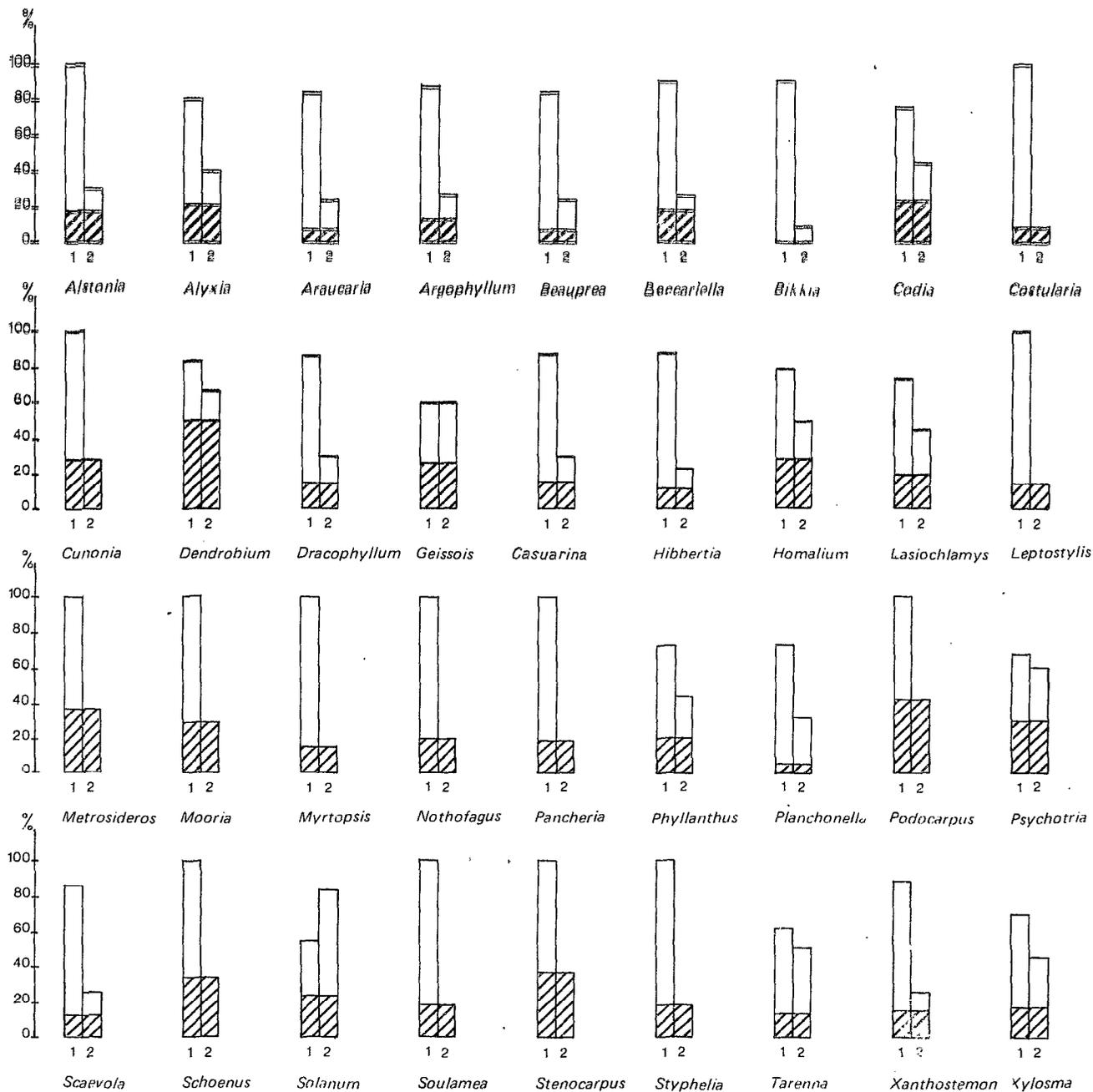
Parmi les genres les plus riches les *Phyllanthus* et les *Alyxia* sont nettement plus nombreux sur roches ultrabasiques, tandis que les *Psychotria* présentent également une grande diversification sur d'autres substrats.

Un certain nombre de genres considérés par GUILLAUMIN comme étant parmi les plus riches de la flore calédonienne (*Pittosporum*, *Tapeinosperma*, *Myrtus*, *Eugenia*, *Ficus*, *Dysoxylum*, *Cupaniopsis*) n'ont pas fait, en raison de la trop grande incertitude qui règne sur la détermination de leurs espèces, l'objet d'un inventaire au niveau spécifique. Il semble néanmoins que le genre *Myrtus* et, à un degré moindre, le genre *Pittosporum*, qui ont de nombreux représentants en zone ultrabasique, soient également liés préférentiellement à ce domaine.

#### IV - DISCUSSION - CONCLUSION

La flore des roches ultrabasiques contribue pour une part importante à la richesse et à la spécificité de la flore néo-calédonienne. Elle présente un degré d'endémisme nettement plus élevé que la flore de l'ensemble du Territoire, le milieu sélectif l'ayant protégé très efficacement contre la concurrence des espèces grégaires envahissantes dont beaucoup sont pantropicales. Elle est très diversifiée, aussi bien dans ses groupes présentant des caractères plus ou moins archaïques comme les Gymnospermes, Wintéracées, Casuarinacées, Cunoniacées, Dilléniacées et Flacourtiacées, que dans ses éléments offrant des caractères plus ou moins évolués comme les Epacridacées et les Rubiacées.

La mise en place des péridotites à la limite



- 1 Pourcentage des espèces inventoriées pour un genre donné sur roches ultrabasiques
  - 2 Pourcentage des espèces inventoriées pour un genre donné en dehors des roches ultrabasiques
- Pourcentage des espèces communes

IMPORTANCE RELATIVE DE QUELQUES GENRES SUR ROCHES ULTRABASIQUES ET EN DEHORS DES ROCHES ULTRABASIQUES

Fig. 8

Eocène Oligocène a entraîné l'apparition de zones floristiquement vides dont la flore s'est différenciée à partir d'un fonds floristique ancien suivant des processus variés. La mise en place des péridotites s'étant effectuée de manière excessivement lente n'a pas entraîné l'extinction brutale des taxons anciens préexistants, non préadaptés aux conditions de milieux sur roches ultrabasiques, mais leur a permis, dans la mesure où ils étaient encore doués d'une certaine plasticité génétique, de s'adapter aux conditions nouvelles de milieu. Un certain nombre d'espèces appartenant au fonds floristique ancien ont pu également, dans la mesure où elles étaient préadaptées aux conditions de milieu spéciales réalisées sur roches ultrabasiques, s'implanter d'emblée dans ces nouveaux biotopes. C'est peut-être le cas de certaines espèces ubiquistes (*Alphitonia neocaledonica*, *Codia montana*, *Baeckea ericoides*...).

Les différents éléments colonisateurs des roches ultrabasiques ont subi par la suite une radiation adaptative, corrélative de la diversification de biotopes nouveaux, en fonction des conditions climatiques ou microclimatiques et de l'évolution des sols durant toute la période post Oligocène. Ce phénomène de radiation adaptative s'est traduit par une spéciation très active dans certains genres, représentés aujourd'hui par de nombreuses espèces localisées pour la plupart à des biotopes bien définis (*Araucaria*, *Phyllanthus*, *Alyxia*, *Xylosma*, *Exocarpos*, *Styphelia*, *Hibbertia*, *Homalium*, *Psychotria*, *Pancheria*...).

Le domaine non ultrabasique se restreignant au fur et à mesure de la mise en place des péridotites, certaines catégories de milieux ont pu disparaître complètement, en particulier dans le Sud de l'Ile devenu presque entièrement péridotitique. Beaucoup d'espèces qui étaient primitivement inféodées à ces milieux ont peut-être disparu tandis que d'autres, ayant réussi à s'installer sur roches ultrabasiques ne se trouvent plus maintenant que sur

les péridotites. Il en est sans doute ainsi des représentants de familles endémiques, *Strasburgeria robusta*, *Oncotheca balansae* dont on peut penser que la différenciation est pré-Oligocène. Il semblerait aussi que durant la période post-Oligocène certaines espèces du fonds floristique ancien, en voie de disparition, aient réussi à survivre uniquement sur roches ultrabasiques où elles ont bénéficié d'une compétition interspécifique moins sévère. C'est le cas vraisemblablement de plusieurs Gymnospermes : *Decussocarpus minor*, *Dacrydium guillauminii*, *Neocallitropsis pancheri*, espèces reliques ayant trouvé refuge dans quelques stations du Sud.

## 2 – LES FORMATIONS VÉGÉTALES DES TERRAINS ULTRABASIQUES

### A – Les formations végétales des terrains ultrabasiques dans l'ensemble de la végétation néo-calédonienne : Étude de zones de contact

Dans le paysage végétal de la Nouvelle Calédonie, la présence des roches ultrabasiques se traduit le plus souvent par une discontinuité dans le tapis végétal. Mais contrairement à ce que l'on observe couramment ailleurs, comme l'ont indiqué KRAUSE (1958), dans un travail de synthèse sur les serpentines du monde entier et plus récemment WHITTAKER (1954, 1960) KRUCKEBERG (1969a, 1969b) pour les Etats Unis, SPENCE (1969, 1970), PROCTOR et WODELL (1971) pour la Grande Bretagne, LYON et al. (1971) pour la Nouvelle Zélande, DUVIGNEAUD (1966) pour la France, PINTO DA SILVA (1970) pour le Portugal, WILD (1965, 1970) pour la Rhodésie, les formations végétales des roches ultrabasiques n'apparaissent pas ici forcément plus basses, plus rabougries ni plus clairsemées que celles occupant des substrats géologiques différents à leur voisinage.

Les zones de contact se trouvent généralement à

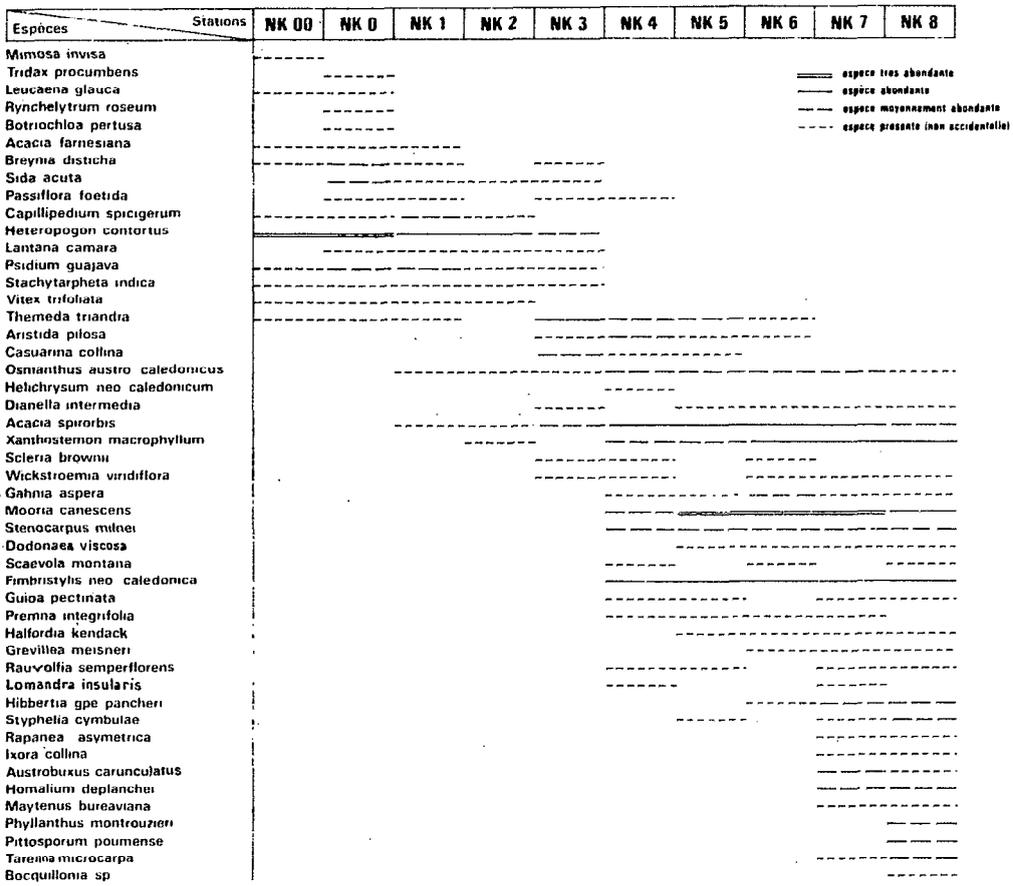
des altitudes assez basses, là où les forêts sont mal représentées :

- Dans le cas le plus fréquent les roches ultrabasiques et plus précisément les serpentines sont en contact à la base des massifs avec des basaltes. Ces derniers portent des savanes herbeuses ou des savanes arborées qui, sur roches ultrabasiques, cèdent la place à une formation arbustive sclérophylle plus ou moins dense ou maquis. Au contact serpentines-basaltes le changement de végétation s'effectue brusquement, sans transition. Ce changement physionomique s'accompagne d'une transformation radicale de la flore ; c'est le cas au col de Nekoro, à la base du massif du Boulinda (fig. 9). Les changements de végétation et de flore coïncident avec une modification importante de la composition chimique du sol en relation étroite avec la nature des substrats géologiques. La présence d'une formation plus basse sur basaltes s'expliquerait par la dégradation du tapis végétal due au passage des feux dont la strate graminéenne bien développée ici favorise la progression, empêchant du même coup toute évolution vers une formation arbustive ou arborescente. Sur serpentines au contraire, l'absence d'une strate herbacée continue ne permet généralement pas la progression des feux, sauf lors de périodes exceptionnellement sèches au cours desquelles les maquis arbustifs suffisamment denses peuvent brûler.

- Lorsque les roches ultrabasiques sont en contact avec des roches siliceuses (fig. 10) comme c'est le cas pour les filons de serpentines isolés dans la partie Nord-Est de la Grande Terre, on observe une interruption de la savane à niaouli, ou du maquis très ouvert si on est en présence de sols acides érodés, au profit d'un maquis dense (végétation typique sur sols serpentineux typiques) ou d'une savane rase parsemée de quelques bosquets d'arbustes magnésicoles, *Casuarina collina*, *Xanthostemon* ssp (végétation atypique sur sols serpentineux ayant généralement subi des

**COUPE D'UN CONTACT BASALTE - SERPENTINITE A LA BASE DU MASSIF DU BOULINDA**

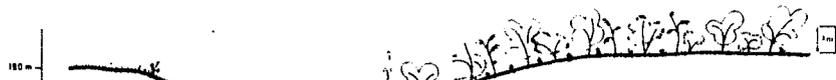
**a) DISTRIBUTION DES ESPECES VEGETALES**



**b) PROFIL DE VEGETATION**

Savane herbeuse a *Heteropogon contortus*

Maquis arbustif a *Xanthostemon macrophyllum*, *mooria canescens*, *acacia spirorbis*, *stenocarpus minei*, *fimbristylis neo caledonica*

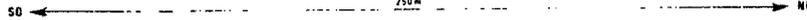


**c) PROFILS PEDOLOGIQUES**

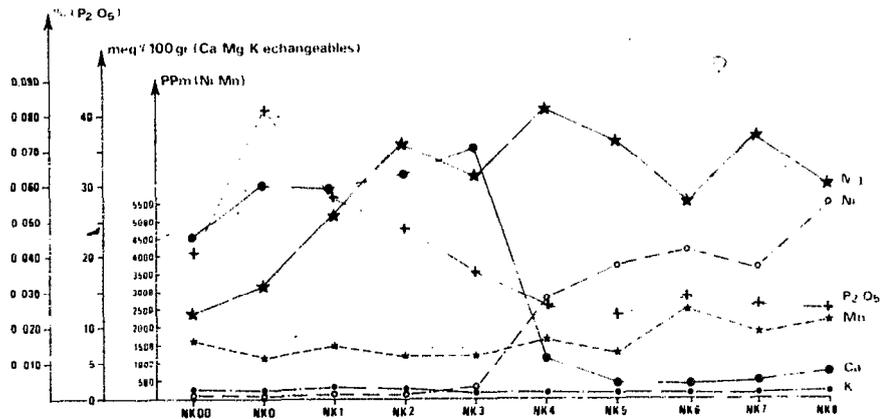


sol brun eutrophe peu evolue sur basaltes

sol brun eutrophe peu evolue sur serpentinite



**d) VARIATION DE LA COMPOSITION MINERALE DU SOL DANS LES DIFFERENTES STATIONS**

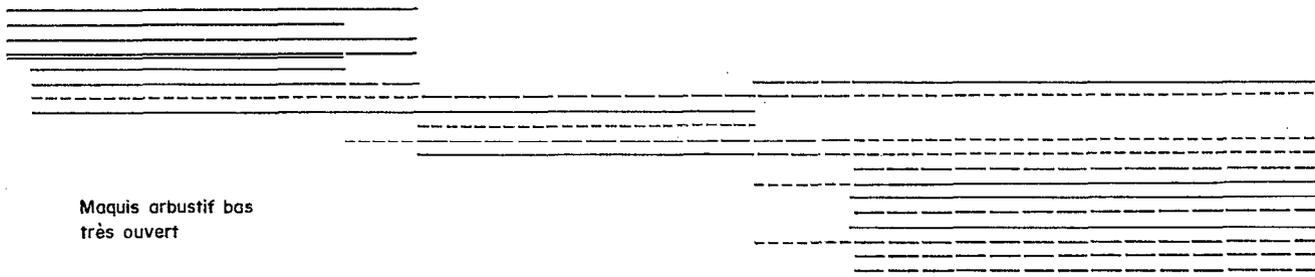


**Fig. 9**

# COUPE D'UN CONTACT MICASCHISTES - SERPENTINITES DE LA RÉGION DE OUGÉGOA ("Sill" de St. André Yallin)

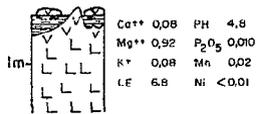
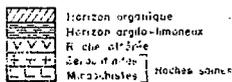
## DISTRIBUTION DE QUELQUES ESPÈCES

- Baccharis ericoides
- Furcraea ciliatum
- Costularia arundinacea
- Drosera gpe. montana
- Dioscorea verticillata
- Slyphelia cymbulata
- Scaevola montana
- Melaleuca quinquenervia
- Heteropogon contortus
- Aristida pilosa
- Themeda triandra
- Atractodes strimucubus
- Albizia leonensis
- Homalium depauperatum
- Acacia spirocypis
- Miconia canescens
- Xanthoxylum pubescens
- Clusia curatella
- Atractocarpus depauperatus



- ===== espèce très abondante
- =====  
===== espèce abondante
- espèce moyennement abondante
- ..... espèce présente non accidentelle

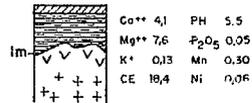
## PROFILS PÉDOLOGIQUES



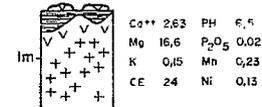
Sol peu évolué d'érosion sur micaschistes

## COMPOSITION CHIMIQUE DU SOL

Ca++ Mg++ K+ échangeables  
et CE en me/100g.  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Mn et Ni en %



Sol peu évolué d'apport sur colluvions d'origine mixte



Sol brun eutrophe érodé sur serpentinites

Fig 10

apports allochtones). Ici, comme dans le cas précédent, les formations savanicoles brûlent régulièrement, empêchant l'évolution vers une végétation arbustive ou arborescente. Les maquis au contraire aussi bien sur roches acides que sur serpentines brûlent rarement.

Généralement les maquis sur serpentines sont plus hauts et plus touffus que les maquis sur roches siliceuses, mais il convient de remarquer que les secteurs serpentineux du Nord du Territoire sont moins érodés et moins secs que les secteurs occupés par les maquis sur roches acides.

- Dans le Sud de la Grande Terre, le contact des péridotites avec les gabbros ou les granodiorites (fig. 11) reste peu perceptible dans la couverture végétale sauf dans les bas-fonds sur sols mixtes hydromorphes où le niaouli, *Melaleuca quinquenervia*, devient dominant. Un examen attentif de la végétation permet cependant de noter sur gabbros et sur granodiorites la présence d'un lot d'espèces hygrophiles (*Gahnia sieberana*, *Grevillea gillivrayi*, *Costularia comosa*, *Schoenus brevifolius*) qui, sur péridotites, se trouvent dans des situations topographiques plus basses. Le sol plus argileux sur gabbros semble créer des conditions d'hydromorphie dont l'influence sur la végétation serait plus sensible que celle de la nature chimique des substrats géologiques dont on ne retrouve pas nettement, dans ces zones de contact, le reflet dans la composition chimique des horizons supérieurs du sol.

- Lorsque le contact des roches ultrabasiques avec un substrat géologique différent s'effectue en zone forestée, la physionomie et la composition de la végétation ne varient pas de manière spectaculaire, et seule une étude détaillée de la flore peut permettre dans certains cas de localiser la ligne de séparation.

En conclusion, il apparaît que les différences de végétation et de flore entre le domaine ultrabasique et les

domaines neutres ou acides sont toujours présentes mais parfois discrètes. Les changements de végétation sont remarquables à la base des massifs ultrabasiques où l'on trouve des sols bruns hypermagnésiens. Ils sont plus difficiles à saisir dans le cas d'enclaves non ultrabasiques de surfaces limitées à l'intérieur des péridotites, les deux types de substrats étant alors souvent masqués par une couverture de colluvions ferrallitiques assez épaisse et uniforme (Sud du Territoire) ; ils sont aussi plus difficiles à mettre en évidence en milieu forestier.

#### B – Inventaire des formations végétales sur terrains ultrabasiques

La végétation de la Nouvelle Calédonie a fait l'objet d'une cartographie récente au 1/1 000 000e (MORAT, JAFFRE, VEILLON, MC KEE 1980)

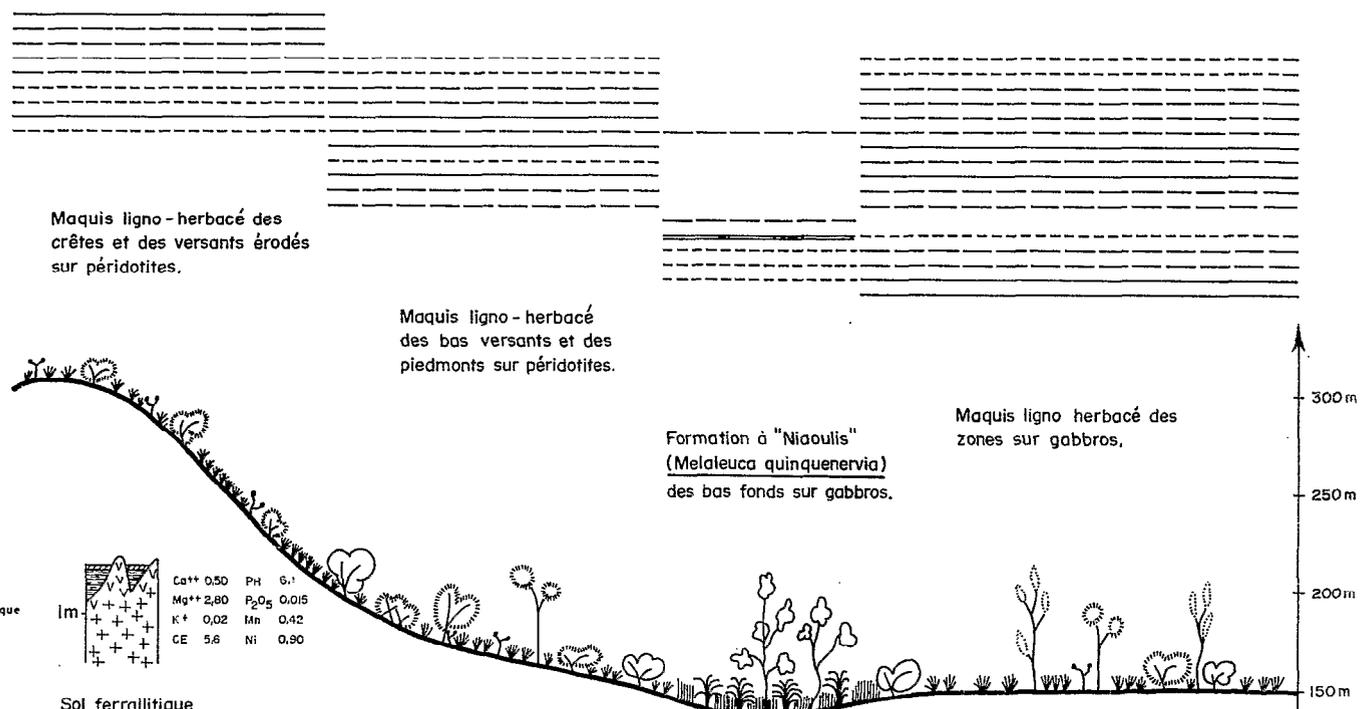
On ne trouve pas sur les roches ultrabasiques toutes les formations végétales représentées en Nouvelle Calédonie. Les savanes sont pratiquement exclues ainsi que les fourrés secondaires. Par contre, les maquis sont très diversifiés. Les forêts humides sempervirentes sont normalement représentées par des forêts de basse et moyenne altitudes et par des forêts d'altitude. Les forêts sur roches ultrabasiques, dans leur ensemble, ne se différencient pas du point de vue physiologique de manière notable des forêts calédoniennes en général ; elles présentent cependant quelques faciès particuliers (forêts à *Arillastrum gummiferum* (chêne gomme), forêts à Lichens et Hymenophyllacées, forêts à *Nothofagus*, forêts à *Araucaria*, forêts à *Agathis ovata*) assez caractéristiques du peuplement sylvatique des terrains miniers. Les forêts sèches, si elles existent à la base de certains massifs, demeurent floristiquement très proches des maquis et peuvent être considérées, tout comme les nombreux termes de transition existant entre les différentes formations forestières et les maquis, comme des formations paraforestières. D'une manière analogue, les forma-

# COUPE D'UN CONTACT PÉRIDOTITES - GABBROS DE LA RÉGION DES DALMATES ( Massif du sud )

## DISTRIBUTION DE QUELQUES ESPÈCES VÉGÉTALES

- Schoenus juvenis
- Styphelia albicans
- Normandia neo-caledonica
- Peripterygia marginata
- Pancheria alaternoides
- Garcinia amplexicaulis
- Montrouzieria sphaeroidea
- Cushlana nervosa
- Lepidosperma perteres
- Codia discolor
- Coslospermum billardieri
- Myadocarpus fraxinifolius
- Hibbertia pancheri
- Tristania callobuxus
- Melaleuca quinquenervia
- Gahnia sieberana
- Joinvillea elegans
- Grevillea gillivrayi
- Kantnosyemon auraniticum
- Rhodonia andromedoides

- ===== espèce très abondante
- espèce abondante
- espèce moyennement abondante
- espèce présente non accidentelle



## PROFILS PEDOLOGIQUES

- Horizon humifère
- Horizon argilo limoneux ferrallitique
- Horizon gravillonneux
- Horizon hydromorphe
- Roche altérée
- Péridotite
- Gabbros ] Roches saines

Im

Ca <sup>++</sup> 0,50	PH 6,7
Mg <sup>++</sup> 2,80	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,015
K <sup>+</sup> 0,02	Mn 0,42
CE 5,6	Ni 0,90

Sol ferrallitique  
rajeuni par érosion

Im

Ca <sup>++</sup> 0,70	PH 5,5
Mg <sup>++</sup> 0,90	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,016
K <sup>+</sup> 0,02	Mn 0,06
CE 4,02	Ni 0,42

Sol ferrallitique  
remanié colluvionné

Im

Ca <sup>++</sup> 0,85	PH 5,10
Mg <sup>++</sup> 1,95	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,014
K <sup>+</sup> 0,05	Mn 0,05
CE 9,5	Ni 0,03

Sol hydromorphe

Im

Ca <sup>++</sup> 0,88	PH 5,0
Mg <sup>++</sup> 0,55	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,015
K <sup>+</sup> 0,08	Mn 0,02
CE 4,90	Ni 0,02

Sol ferrallitique  
sur gabbros

## COMPOSITION CHIMIQUE DU SOL

Ca<sup>++</sup> Mg<sup>++</sup> K<sup>+</sup> échangeables  
et CE en me/100g  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Mn et Ni en %

Fig. 11

tions marécageuses du Sud de l'Ile, dont la flore comprend principalement des éléments floristiques du maquis, peuvent être considérées comme des maquis de marais.

#### I - LES FORETS HUMIDES SEMPERVIRENTES DE BASSE ET MOYENNE ALTITUDES

On les rencontre sur tous les massifs de roches ultrabasiques où elles sont le plus souvent situées à des altitudes comprises entre 500 et 1000 m, soit dans des zones recevant entre 1500 et 3500 mm de pluie par an. Sur les versants Est, plus arrosés, elles descendent généralement plus bas, mais au-dessous de 500 m elles couvrent rarement des versants entiers, restant localisées à quelques talwegs et le long des cours d'eau. D'une manière générale, elles occupent des sites relativement humides où elles se sont trouvées à l'abri des feux.

Ces forêts occupent le plus communément, en position de forte pente, des sols ferrallitiques érodés et des sols peu évolués d'érosion couverts d'éboulis rocheux. On les rencontre plus rarement sur des sols bruns hypermagnésiens ou sur des sols ferrallitiques profonds. Ceci tient en partie à ce que les sols bruns se trouvent généralement à des altitudes inférieures à la limite des forêts denses, et à ce que les sols ferrallitiques profonds occupent des zones sub-horizontales constituant des sites privilégiés pour la recherche du minerai de nickel et où, par conséquent la végétation a été très souvent détruite par des feux et par des travaux miniers. Ceci tiendrait aussi à ce que les sols à forte pierrosité sont généralement plus favorables à la forêt.

Ces forêts, comme toutes les forêts de Nouvelle Calédonie, ne sont pas très hautes. La voûte se situe généralement entre 15 et 25 m. Elle est couramment surcimée par des Gymnospermes : *Agathis lanceolata* dans le

massif du Sud et dans le massif du Boulinda, et différents *Araucaria* (*A. montana*, *A. subulata*, *A. biramulata*, *A. bernieri*, *A. laubenfelsii*) sur l'ensemble des massifs miniers. Ces forêts sont assez denses. La strate herbacée très discontinue est composée principalement de Fougères (*Lindsaea*, *schizaea*, *Nephrolepis*, *Adiantum*, *Asplenium*) et d'Orchidées (*Calanthe*, *Phajus*, *Sarcochilus*). Les graminées (*Oplismenus*) et les Cypéracées (*Uncinia*, *Carex*) sont assez rarement représentées. Le sous-bois arbustif comprend souvent de nombreux Palmiers, *Pandanus*, *Psychotria*, et beaucoup d'espèces à port en plumeau (*Euphorbiacées*, *Araliacées*, *Tapeinosperma*, *Sterculia*,...) souvent à très grandes feuilles (*Litsea ripidion*, *Meryta*, *Dysoxylum*, *symplocos*, *Ficus*...). Les lianes et les semi-épiphytes sont peu abondants (*Freycinetia* surtout, *Verbénacées*, *Apocynacées*..).

La composition floristique de ces forêts est encore imparfaitement connue. Elle varie suivant la nature du sol, l'altitude et la situation géographique, plusieurs espèces étant localisées à un massif donné, notamment au grand massif du Sud. Parmi les espèces les plus communes figurent *Agathis lanceolata*, *Araucaria* *esp.*, *Calophyllum caledonicum*, *Albizia granulosa*, *Montrouziera cauliflora*, divers *Cryptocarya*, *Planchonella*, *Antholoma*, *Kermadecia* et *Syzygium*. Il est à noter que beaucoup de ces grands arbres, *Montrouziera*, *Calophyllum*, *Albizia*, *Kermadecia* ne sont pas propres au domaine ultrabasique.

Certaines espèces, par leur abondance (*Arillastrum gummiiferum*, *Agathis ovata*), par leur aptitude à former des peuplements monospécifiques (*Nothofagus*) ou par leur port particulier (*Araucaria*) mènent à distinguer des faciès particuliers assez représentatifs des forêts sur terrains ultrabasiques.

Faciès à *Arillastrum gummiiferum* :

Les forêts de chênes gommés (*Arillastrum gum-*

*miferum*) que VIROT (1956) nomme "forêts photo-xérophiles des zones inférieures à chêne gommés" ont été également décrites par SCHMID (1972). Elles constituent des formations moins denses que les forêts humides sempervirentes classiques. Leur physionomie est caractérisée par la présence, généralement presque exclusive, dans la strate arborescente supérieure, d' *Arillastrum gummiferum*. Cette strate est toujours lâche et domine une strate arbustive de 6 à 15 m de haut, comprenant principalement des espèces photophiles du maquis (*Casuarina deplanchiana*, souvent dominant, *Tristania guillainii* et *Tristania callobuxus*) auxquelles se joignent des espèces hemisciaphiles ou sciaphiles, notamment quelques Palmiers (*Basselinia*) et *Pandanus*. Les Orchidées épiphytes (*Dendrobium*, *Bulbophyllum*, *Liparis*) sont nombreuses et abondantes. La strate herbacée est en général très clairsemée, comprenant seulement quelques Cypéracées (*Gahnia novo-caledonensis*) et des Fougères.

Les forêts de chênes gommés ont été en grande partie détruites par les incendies et l'exploitation forestière ; il n'en reste plus aujourd'hui que des lambeaux isolés souvent dégradés. Cette forêt devait occuper jadis une grande partie du Sud de l'Ile, comme en témoigne encore le grand nombre de troncs blancs d'arbres morts qui dominent certains maquis secondaires à *Casuarina deplanchiana* sur cuirasse ou à Cypéracées et à *Pteridium aquilinum* sur sols ferrallitiques érodés, quelques individus ayant pu échapper au feu çà et là.

#### Faciès à *Agathis ovata* :

Ce faciès, rencontré seulement dans le Sud de l'Ile, couvre des surfaces réduites, par taches. Il occupe, entre 500 et 900 m d'altitude, rarement plus bas, sur des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, des replats situés au-dessus des pentes souvent recouvertes de forêts sempervirentes classiques. C'est une forêt basse à

strate arborescente constituée principalement par *Agathis ovata*, petit arbre trapu à port ombelliforme ne dépassant guère 15 à 20 m de hauteur. La strate arbustive diversement dense, de 8 à 15 m de haut, comprend des espèces photophiles (*Casuarina deplanchiana*, *Dacrydium araucarioides*) mais aussi des Palmiers et des *Pandanus* hémisciaphiles ou sciaphiles. Les épiphytes (Orchidées et Fougères) sont bien représentées ; les lianes sont peu nombreuses.

Ces forêts, sans avoir jamais eu l'importance des forêts de chênes gommés, devaient autrefois présenter une plus grande extension dans le Sud de l'Ile. Elles occupaient sans doute les zones au-dessus de 500 m laissées libres par le chêne gomme, espèce plus thermophile. Actuellement les peuplements forestiers à *Agathis ovata* sont moins étendus que les peuplements ouverts à *Agathis ovata* dominant des maquis secondaires.

#### Faciès à *Nothofagus* :

Les cinq espèces de *Nothofagus* que compte la Nouvelle Calédonie se rencontrent toutes sur terrains miniers et trois ne s'en écartent jamais. Ces espèces forment des groupements monospécifiques occupant des fonds de talwegs à des altitudes généralement supérieures à 650 m, mais dans le massif du Sud, plus humide, les peuplements descendent jusqu'à 200 m. Deux espèces sont propres au massif du Sud, les autres ont des aires de distribution s'étendant à la plus grande partie du Territoire.

Les peuplements de *Nothofagus* sont souvent enclavés dans la forêt normale. On les remarque de loin en raison de la couleur gris bleuté des feuillages et ils se différencient des forêts classiques par la monospécificité de la strate arborescente.

Faciès à *Araucaria* :

Les *Araucaria* (11 espèces en Nouvelle Calédonie) sont des éléments très courants de la végétation néo-calédonienne ; ils sont représentés à la fois en forêt et dans les maquis et jouent un rôle prépondérant sur roches ultrabasiques. Hormis trois espèces, *A. columnaris*, *A. schmidii* et *A. montana*, tous les *Araucaria* néo-calédoniens sont propres au domaine ultrabasique. Plusieurs espèces sont avant tout des espèces du maquis (*A. rulei*, *A. montana*, *A. bernieri*) mais toutes sans exception peuvent se rencontrer en forêt et certaines (*A. biramulata*, *A. laubenfelsii*, *A. subulata*) sont principalement forestières.

Les *Araucaria* sont souvent dispersés dans la forêt qui demeure alors d'un type tout à fait classique (forêt de la Rivière Bleue dans le Sud). Parfois cependant, sur les crêtes ou sur fortes pentes, là où les forêts sont relativement basses, on observe une forte concentration, généralement monospécifique, d'*Araucaria*, créant un faciès très particulier ; les sous-bois deviennent plus clairs et des espèces hémisciaphiles apparaissent.

De nombreux termes de transition existent entre ces faciès forestiers à *Araucaria* et les maquis dominés par la même espèce.

## II - LES FORETS DENSES SEMPERVIRENTES HUMIDES D'ALTITUDE

Les forêts d'altitude se trouvent le plus communément au-dessus de 1000 m sur des sols ferrallitiques remaniés par érosion et très désaturés. Du point de vue climatique, elles occupent des zones balayées par les nuages, recevant des quantités de pluie supérieures à 3500 mm, soumises à des écarts de température assez importants et, en saison fraîche, à des températures basses avec des minima très proches de 0°.

Ce sont des forêts basses (de 8 à 15 m) formées d'arbustes tortueux à troncs recouverts de nombreux épiphytes (Fougères, Mousses, Orchidées). Beaucoup d'espèces ont des feuilles assez petites et scléreuses (*Metrosideros*, *Xylosma*, *Cunonia* et toutes les Gymnospermes) ou des feuilles velues (*Hibbertia baudouinii*, *Apiopetalum velutinum*). La flore est variée et originale : les Gymnospermes sont nombreuses et abondantes (*Podocarpus sylvestris*, *Acropyle pancheri*, *Decussocarpus*, *Callitris sulcata*) ainsi que les représentants de familles endémiques (*Phelline*, *Strasburgeria*, *Paracryphia*) et de familles considérées comme archaïques (*Belliolum*, *Bubbia*, *Sphenostemon*, *Nemuaron*). Dans le Sud de l'Ile et plus particulièrement dans la région du Humboldt ces forêts sont souvent dominées par de nombreux *Araucaria humboldtensis*, petite espèce strictement altimontaine.

Faciès à Lichens, Bryophytes et Hyménophyllacées :

L'accentuation de certains des caractères de cette formation crée un faciès original, la forêt à Lichens, Bryophytes et Hyménophyllacées. Il s'agit d'une forêt basse, ne dépassant pas 6 à 10 m de haut, dont la strate supérieure est constituée principalement de *Metrosideros dolichandra* (Myrtacées). La flore phanérogamique est appauvrie au profit d'une flore cryptogamique très variée, les arbres et le sol étant recouverts d'Hyménophyllacées, de Bryophytes et de Lichens. La strate arbustive inférieure est constituée d'un petit nombre d'espèces souvent buissonnantes et sclérophylles (*Cunonia pulchella*, *Weinmania dichotoma*, *Quintinia minor*, *Dracophyllum verticillatum*). Les semi-épiphytes du genre *Freycinetia* (Pandananacées) sont très abondants, contribuant, avec les racines échasses enchevêtrées des *Metrosideros* et le grand nombre des épiphytes, Fougères, Orchidées, Liliacées (*Astelia neocaledonica*) à donner au sous-bois un aspect dense et inextricable.

Le sol de ces forêts est un ranker organique constitué d'un seul horizon spongieux et épais (supérieur à 1 m) de matière organique reposant directement sur le substrat rocheux peu altéré.

Les conditions qui président à l'installation de cette forêt sont encore mal élucidées. Le substrat géologique qui influe sur la nature du sol pourrait jouer cependant un rôle non négligeable, la forêt à Lichens Bryophytes et Hyménophyllacées ne se rencontrant pas, du moins sous sa forme typique, en dehors des massifs miniers. Les conditions micro-climatiques (stagnation des masses nuageuses) peuvent aussi être invoquées de même que les conditions biologiques particulières créées par l'abondance de cette espèce grégaire qu'est *Metrosideros dolichandra*. Les racines échasses enchevêtrées de cet arbre, entre lesquelles s'accumule la matière organique, constituent un milieu privilégié pour le développement des épiphytes et des semi-épiphytes ; il n'est pas non plus impensable que ses feuilles riches en essences, comme celles de nombreuses Myrtacées, entraînent la formation d'un humus particulier, ayant sur la flore un effet sélectif assez sévère.

### III - LE MAQUIS

#### 1 - GENERALITES - DEFINITION

Il occupe 80 à 90 % des terrains ultrabasiques, s'étendant du niveau de la mer jusqu'aux sommets les plus élevés des massifs miniers (1600 m). Il s'accommode donc de conditions pluviométriques très variées, allant de moins de 900 mm de pluie par an à la base du massif du Taom, à plus de 4 m sur plusieurs sommets du massif du Sud. Il s'agit d'une formation sclérophylle sempervirente arbusative plus ou moins buissonnante, ou ligno-herbacée à strate cypéracéenne dense, constituant un ensemble d'une grande

variété physiologique et structurale et comprenant de nombreuses formes de transition avec la forêt.

Le terme de maquis, appliqué à toutes les formations non forestières sur roches ultrabasiques, est d'usage local. Il résulte de la parenté physiologique qu'offrent ces formations calédoniennes avec certaines formations de la zone méditerranéenne, appelées maquis et garrigue en France, macchia en Italie et en Corse, matorral en Espagne, xerovuni en Grèce et auxquelles se rattachent aussi le chaparral californien, l'espinal du Chili, le fynbos de la région du Cap, le mallee broombush d'Australie du Sud. Mais alors que ces dernières formations ont avec le maquis méditerranéen typique une homologie à la fois physiologique et bioclimatique (ceci est notamment souligné par SCHNELL, 1977, pour le fynbos et par SPECHT, 1969, pour le mallee broombush) le rapprochement en ce qui concerne les maquis néo-calédoniens est purement physiologique et d'ailleurs apparaît très lâche dans certains cas.

Le terme de maquis est employé aussi en Nouvelle Calédonie pour désigner les formations buissonnantes basses sur sols siliceux du Nord de l'île. Dans la classification internationale de la végétation de l'UNESCO (1973) les maquis calédoniens se rattachent aux fruticées sempervirentes et aux buissons ou fourrés sempervirents à feuilles sclérophylles.

## 2 - LES DIFFERENTS TYPES DE MAQUIS

Le maquis des terrains miniers comprend trois types principaux :

. Le maquis arbustif : c'est un fourré de densité variable à strate cypéracéenne peu fournie et constituée principalement de Cypéracées basses (*Fimbristylis*, *Scleria*, *Albigardia*) et à strate arbustive constituée de nano et microphanérophytes rameux. Il se rencontre à la base des massifs sur des sols bruns érodés hypermagnésiens.

. Le maquis buissonnant : c'est un fourré fortement buissonnant à strate herbacée pratiquement nulle et à strate arbustive constituée de groupes d'arbrisseaux très ramifiés. Il se développe sur des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés de plateaux dès 200 m d'altitude.

. Le maquis ligno-herbacé : il se caractérise par une strate herbacée cypéracéenne très développée constituée de grandes Cypéracées (*Costularia*, *Lepidosperma*, *Schoenus*) et par une strate arbustive diversement buissonnante et discontinue. Il se développe à des altitudes variées sur des sols ferrallitiques remaniés par érosion ou colluvionnement, sur les versants ou en situation de piedmont. Peuvent être rattachés à ce type de maquis, les groupements de marais du Sud de l'Ile, qui se développent sur des sols colluviaux et alluviaux hydromorphes.

### 3 - VARIATION DES MAQUIS, EVOLUTION

Chacun de ces types de maquis présente de nombreuses variations physiologiques et structurales liées le plus souvent aux conditions édaphiques et altitudinales. Certaines de ces variations se traduisent par la présence d'espèces particulières : espèces grégaires (cas des maquis à *Casuarina*, à *Acacia spirorbis*, à *Tristania guillainii*), ou espèces arborescentes (cas des maquis dominés par une strate lâche d'*Araucaria* ou d'*Agathis ovata*). D'autres se traduisent par des modifications de la hauteur de la strate arbustive ou de la densité des strates arbustives ou herbacées. Toutes ces variations permettent de distinguer pour chaque type de maquis (arbustif, buissonnant, ligno-herbacé) une série de stades intermédiaires entre les sols pratiquement nus et la forêt, sans que l'on puisse toutefois, dans bien des cas, donner à ces stades une signification évolutive.

Les groupements pionniers de réinstallation de la végétation après incendies se distinguent généralement par une structure très ouverte laissant apparaître de larges plages de sol nu en proie à l'érosion ; sur sols ferrallitiques désaturés, il arrive aussi qu'il y ait envahissement par la fougère aigle, *Pteridium aquilinum*, aboutissant à un faciès landiforme. Il convient de remarquer que toute destruction du maquis par les feux, qu'elle soit partielle ou quasi totale, même répétée, n'aboutit pas à son remplacement par une végétation secondaire d'un type tout à fait différent. La végétation qui réapparaît est toujours, sinon identique, du moins apparentée à la précédente.

L'action des feux explique certainement en grande partie l'étendue et la configuration physiologique actuelles des maquis sur roches ultrabasiques. On se trouve le plus souvent en effet en présence de maquis secondaires résultant de la destruction par les feux de maquis climaciques préexistants ou de forêts.

A l'opposé des maquis pionniers, il existe des formations paraforestières que l'on doit considérer dans la majorité des cas comme des stades fixes n'évoluant pratiquement pas à l'échelle humaine dans les conditions climatiques actuelles.

#### 4 - CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES DU MAQUIS

Si le maquis des roches ultrabasiques est dépourvu d'une véritable identité structurale et physiologique, il présente des caractères biologiques et floristiques qui contribuent à son unité. Les caractères floristiques sont étudiés dans les chapitres 1 et 3. Nous examinerons ici les différentes formes biologiques représentées ainsi que les caractéristiques des feuillages, des systèmes racinaires et du développement des espèces.

*a - Les formes biologiques dans le maquis*

Pour classer les espèces, nous avons utilisé les grandes subdivisions de RAUNKIER qui ont déjà été appliquées à la végétation de la Nouvelle Calédonie par VIROT (1956).

L'application de cette classification aux espèces des maquis d'un massif minier, le massif du Koniambo, dont nous avons effectué un inventaire floristique détaillé (JAFFRE 1974) a abouti au dénombrement suivant : 79 % de phanérophytes comprenant surtout des nano et des microphanérophytes avec un maximum d'espèces ayant de 30 cm à 2,50 m de hauteur, 8 % d'hémicryptophytes représentées principalement par des Cypéracées, 6,50 % de chaméphytes principalement ligneuses, 6,50 % de géophytes, comprenant surtout des Fougères, et moins de 1 % de thérophytes représentées essentiellement par *Mollugo nudicaulis*. On observe donc une nette prédominance des phanérophytes. Ceci est en contradiction avec les résultats fournis par différents auteurs et repris par PROCTOR et WOODSELL (1974) pour des affleurements serpentiniteux d'autres régions du monde, qui font apparaître une prédominance des hémicryptophytes (Tableau 5). Il convient de remarquer cependant que cette comparaison a porté sur des végétations serpentiniteuses des zones tempérées où les phanérophytes n'ont pas la même importance qu'en zone tropicale.

Les phanérophytes, si nombreux dans la flore des maquis, sont pour certains d'entre eux des représentants nains, nano et microphanérophytes, d'espèces qui, dans de meilleures conditions de fertilité et d'humidité, sont des mésophanérophytes atteignant 10 à 15 m de haut. Il en est ainsi de plusieurs espèces très abondantes dans certains types de maquis telles *Tristania guillainii*, *Tristania callobuxus*, *Codia discolor*, *Alphitonia neo-caledonica*, *Codia montana*, *Hibbertia lucens*, *Styphelia pancheri*. Parmi les phanérophytes, les lianes sensu stricto et les arbustes semi-

TABLEAU 5

	% de phanérophytes	% de chaméphytes	% de hemicrypto- phytes	% de géophytes	% de thérophytes	Nombre d'espèces inventoriées
Siskiyou Mountains Oregon U.S.A. (Whittaker 1960)	20	19	44	15	3	116
Toscane - Italie (Whittaker 1960)	11	9	40	15	26	405
Raw Washington USA (Kruckeberg 1969a)	0	14	80	6	0	-
Ecosse (Proctor et Woodell 1971)	0	7	77,5	3,5	12	58
Massif du Koniambo Nouvelle Calédonie	79	6,5	8	6,5	< 1	291

COMPARAISON DES SPECTRES BIOLOGIQUES DE DIFFERENTS  
AFFLEUREMENTS DE ROCHES ULTRABASIQUES A TRAVERS LE MONDE  
ET DES MAQUIS DU MASSIF DU KONIAMBO EN NOUVELLE CALEDONIE

lianescents portant à une période quelconque de leur existence des rameaux susceptibles de s'élever le long d'un support sont représentés par plusieurs Apocynacées des genres *Alyxia*, *Parsonsia*, *Artia*, plusieurs Rubiacées des genres *Coelospermum*, *Morinda* et quelques représentants de diverses familles, *Ventilago* (Rhamnacées), *Flagellaria* (Flagellariacées), *Marsdenia* (Asclepiadacées), *Ryssopteris* (Malphigiacées), *Oxera* (Verbénacées), *Agatea* (Violacées), *Nepenthes* (Nepenthacées), constituant environ 10 % du total. On notera la quasi absence des espèces épineuses, représentées seulement par un *Capparis* et des espèces à rameaux succulents.

#### b - Caractéristiques des feuillages

La grande majorité des espèces du maquis ont des feuilles scléreuses, à consistance coriace, à aspect vernissé et à cuticule épaisse, ce qui justifie pleinement la dénomination de "maquis sclérophylle" souvent employée pour désigner ces formations. Les feuilles de très petite taille ou leptophylles (surface du limbe inférieure à 25 mm<sup>2</sup>), ne sont pas très fréquentes. On les trouve chez plusieurs Myrtacées (*Myrtus rufo-punctata*, *Metrosideros tetrastricha*, *Mooria aquarum*, trois espèces de *Baeckea*) chez deux Epacridacées (*Styphelia floribunda* et *Styphelia albicans*), chez une Loganiacée (*Nautophylla imbricata*). La plupart des espèces ont des feuilles de petite taille que l'on peut classer entre les nanophylles et les microphylles (surface du limbe comprise approximativement entre 25 et 2000 mm<sup>2</sup>) ; beaucoup ont des feuilles velues. Les espèces à feuilles étroites (sténophylles) sont bien représentées. Beaucoup d'arbustes ont des feuilles à cryptes à essence (Myrtacées, Rutacées). D'une manière assez générale les feuillages sont peu fournis et de nombreuses espèces ont des feuilles disposées en pseudoverticille à l'extrémité des rameaux (*Xanthostemon*, *Callistemon*, *Melaleuca*, *Myodocarpus*, *Dracophyllum*, *Boronella*...).

R. VIROT (1956) a vu dans ces caractères de la phyllosphère des dispositions xéromorphiques qu'il met en relation avec la présence supposée de conditions d'alimentation hydrique défavorables, mais étant donné qu'ils se retrouvent dans tous les types de maquis, y compris les mieux alimentés en eau, il nous est difficile de le suivre lorsqu'il qualifie l'ensemble des maquis des terrains miniers de maquis sclérophylles xérophytes. Tout au plus reconnaissons-nous dans les structures scléreuses et xéromorphiques des plantes du maquis, une préadaptation mise à profit dans le cas des maquis les plus exposés à la sécheresse.

Parmi les caractères des feuillages des maquis sur roches ultrabasiques, on peut également mentionner, comme l'a fait RENE (1953) à propos de la végétation des affleurements de serpentine en Scandinavie, un phénomène de coloration rouge des jeunes feuilles chez de nombreuses espèces (*Pancheria*, *Styphelia*, *Metrosideros*, *Xanthostemon*).

#### *c - Caractéristiques des systèmes racinaires*

L'examen d'un grand nombre de profils pédologiques nous a permis de constater que les espèces des maquis se caractérisent pour la plupart par des systèmes racinaires superficiels très développés. Même les espèces qui ont un pivot important ont aussi des systèmes latéraux plagiotropes à grand développement (cas d'*Arctostaphylos*). Nous avons constaté que la longueur de ces racines est parfois 4 à 5 fois supérieure à la hauteur de la partie aérienne de la plante (*Montrichardia sphaeroides*, *Croton* spp., *Tristania guillainii*).

*d - Caractéristiques du développement*

## . Croissance des espèces.

Les espèces du maquis ont d'une manière générale une croissance très lente. Ce caractère demeure lorsqu'elles sont plantées sur des sols fertiles. En effet, bien que leur vitesse de croissance s'accélère de façon notable sur des sols fertiles, elle reste nettement inférieure à celle des plantes non inféodées aux maquis miniers.

## . Reproduction

Les floraisons, avec une dominance des teintes rouge vif, jaune vif et blanches sont très abondantes, mais pour beaucoup d'espèces les fructifications avortent ou sont détruites par les insectes avant d'arriver à maturité. Lorsque les germinations ont lieu, les plantules croissent très lentement et disparaissent en grand nombre au cours des périodes les plus sèches. Aussi, d'une manière générale, dénombre-t-on très peu de jeunes plants dans le maquis.

**C - Conclusion**

La végétation des roches ultrabasiques constitue un ensemble très diversifié, formé d'une part, de formations sylvatiques qui physionomiquement ne diffèrent des autres forêts néo-calédoniennes que par certains faciès, d'autre part, de formations basses ou maquis qui sont elles très spécifiques. Les maquis présentent une grande variété physionomique et structurale mais leur unité biologique est indéniable : ce sont des formations sclérophylles douées d'un faible dynamisme.

Bien que très souvent dégradés les maquis constituent des unités de végétation fort originales. Ils apparaissent pour la plupart relativement stables à l'échelle humaine, faisant figure de formations paraclimaciques en parfait équilibre avec les conditions édaphiques consécutives à la dégradation du sol après destruction du couvert végétal. Certains maquis évoluent incontestablement vers des forêts denses, d'autres, situés dans les zones les plus sèches, évolueraient très lentement vers des formations arbustives fermées, relativement denses, mais basses, dont on trouve encore des lambeaux reliques sur certains massifs, et que l'on peut qualifier de maquis climaciques.

### 3 - LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX DES MAQUIS

L'étude détaillée des groupements végétaux des terrains ultrabasiques a été effectuée seulement pour les maquis dont la connaissance floristique, bien qu'imparfaite, est nettement plus avancée que celle des forêts. Cette étude a été menée, d'une part, dans le Massif du Sud, plus précisément dans le secteur dit de la Plaine des Lacs et dans le secteur du Col de Plum pour les maquis de basse altitude, et sur les massifs du Humboldt, du Dzumac et de la Montagne des Sources pour les maquis d'altitude (fig. 12), d'autre part, sur le Massif du Boulinda situé au Centre-Ouest du Territoire (fig. 13).

#### A - Méthodes d'étude

Les groupements végétaux ont été définis sur une base floristique par comparaison de relevés de terrain effectués selon les principes de la méthode sigmatiste.

##### I - COLLECTE DES DONNEES

Chaque inventaire floristique a été réalisé sur une surface homogène, généralement carrée, de superfi-

cie supérieure à l'aire minima, soit 100 m<sup>2</sup> environ pour les maquis bas et 150 m<sup>2</sup> environ pour les maquis à tendance paraforestière. Il a été attribué à chaque espèce un coefficient d'abondance-dominance selon l'échelle de BRAUN-BLANQUET.

Les Mousses, les Lichens, et les Ptéridophytes basses n'ont pas été recensés.

Dans plusieurs relevés correspondant à des individus d'association représentatifs ont été effectués des prélèvements de sol pour analyse. Les résultats figurent en annexe (Annexe 2 ).

## II - INTERPRETATION DES RELEVES

Le traitement des données floristiques a été effectué selon la méthode d'analyse factorielle des correspondances (CORDIER, 1965 ; BENZECRI, 1966) sous la responsabilité de J.P. BRIANE, ingénieur informaticien du C.N.R.S., sur l'ordinateur UNIVAC 1108 du Centre de Calculs d'Orsay (Université de PARIS XI).

Les aspects mathématiques de cette méthode et leurs applications phytosociologiques sont indiqués dans plusieurs ouvrages et articles (DAGNELIE, 1960 ; ROUX, ROUX 1967 ; GOUNOD, 1969 ; GUINOCHET, 1973 ; BENZECRI, 1973 ; BRIANE, LAZARE, ROUX, SASTRE, 1974). Le principe de la méthode, comme le souligne GUINOCHET (1973) "consiste à représenter l'ensemble des R relevés et celui des E espèces sur une même carte plane ou spatiale de telle sorte que chaque relevé se trouve entouré de ses espèces et chaque espèce des relevés où elle figure. Du même coup, les relevés ressemblants et les espèces associées se trouvent groupés".

L'interprétation des images mathématiques obtenues résultant de la projection de la constellation des relevés nous a permis l'individualisation d'ensembles

MASSIF DE ROCHES ULTRABASIQUES DU SUD

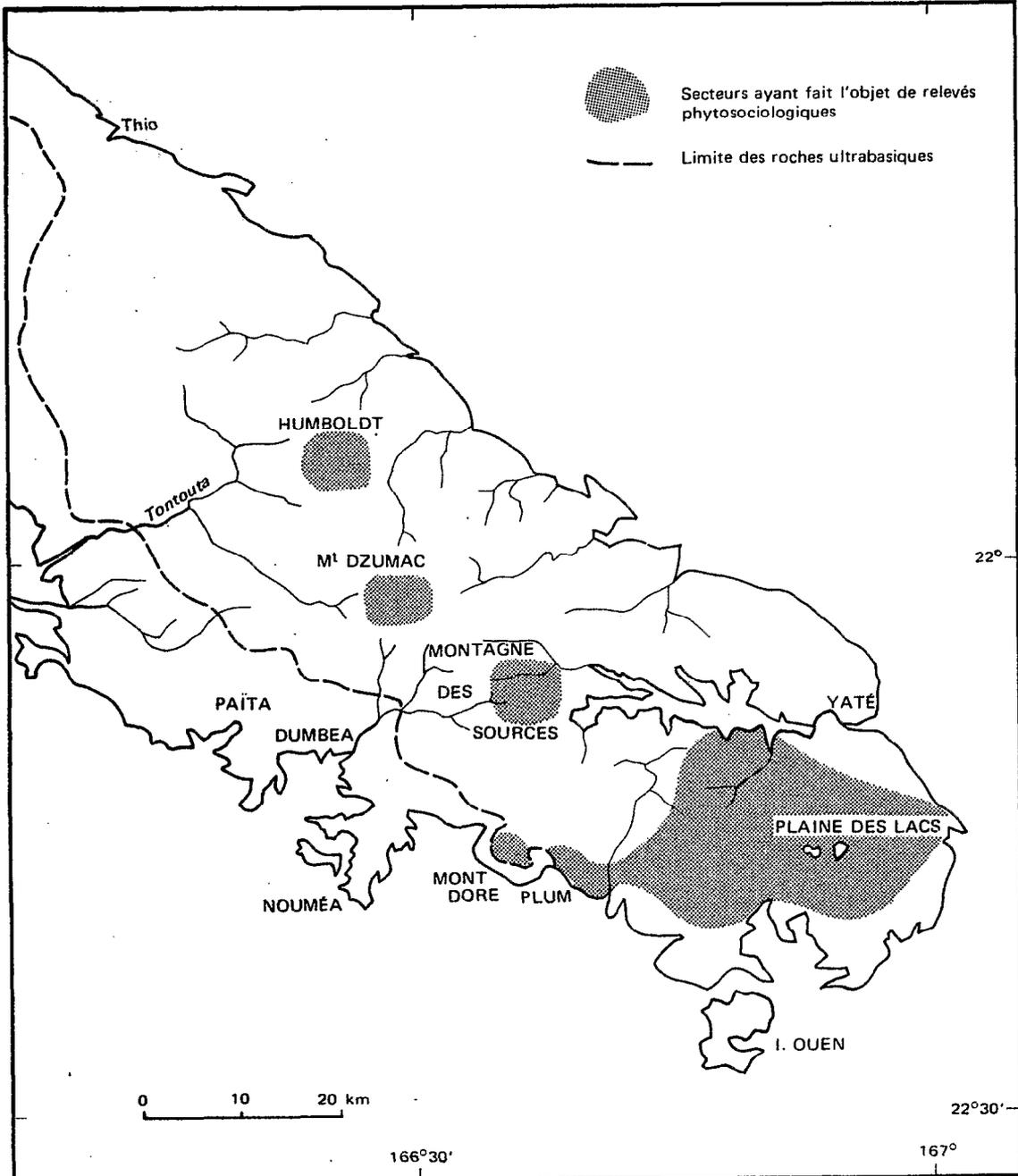


Fig. 12

# MASSIF DE ROCHES ULTRABASIQUES DU BOULINDA

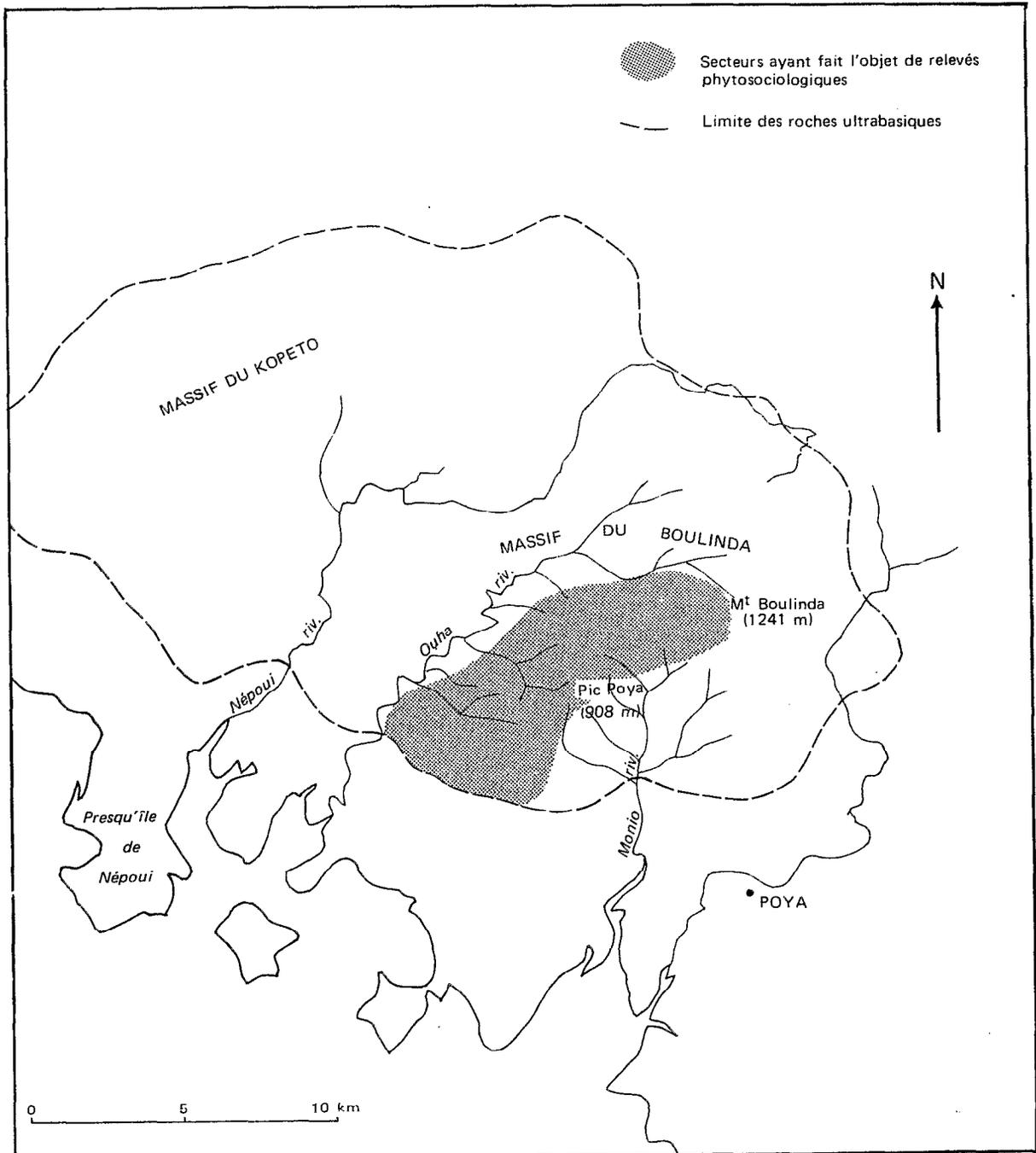


Fig. 13

de relevés affines et correspondant à diverses unités phytosociologiques.

Au cours de l'analyse préliminaire, certains groupes de relevés, en général bien individualisés floristiquement, ont entraîné le rassemblement de tous les autres relevés au voisinage de l'origine. Pour éliminer cette influence, nous avons donc procédé par la suite à un traitement partiel (LACOSTE et ROUX, 1971, 1972), en supprimant de l'analyse les groupes de relevés initialement bien discriminés.

Les calculs mathématiques ne tiennent compte que du caractère présence ou absence des espèces dans les relevés.

L'analyse a porté sur 295 relevés et 318 espèces pour le massif du Sud et sur 160 relevés et 272 espèces pour le massif du Boulinda. Le grand nombre des relevés a nécessité pour le massif du Sud une analyse en données groupées (BRIANE, LAZARE, SALANON, 1978).

Les relevés appartenant aux différents groupes nettement individualisés par l'analyse ont été utilisés pour la constitution des tableaux phytosociologiques. Toutefois, pour certains groupes, la totalité des relevés ne figure pas dans ces tableaux en raison de leur trop grand nombre. De plus, les relevés intermédiaires, qui se sont révélés hétérogènes à l'examen, n'ont pas été retenus afin de ne pas nuire à la clarté des tableaux.

Les espèces caractéristiques ont été déterminées par l'examen des cartes d'analyse et des tableaux phytosociologiques. La superposition des cartes des espèces et des cartes des relevés entraîne généralement la localisation des espèces caractéristiques à l'intérieur ou à proximité des aires circonscrites par les relevés appartenant à une même unité phytosociologique. Les cartes 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, et 6B (en annexe) rendent compte de la position de ces

espèces. Nous avons, de plus, tenu compte de nos observations de terrain concernant la distribution des espèces dans différents massifs, leur vitalité et leur abondance dans différents biotopes.

A la lumière des résultats obtenus pour le massif du Sud et le massif du Boulinda et en nous référant également à des observations faites sur le massif du Koniambo (JAFFRE, 1974) et de la Tiebaghi, nous avons tenté de dresser une classification générale des groupements végétaux des maquis miniers.

## **B - Résultats**

### **I - INTERPRETATION DES CARTES DES RELEVÉS**

Nous ne présenterons ici que les cartes des relevés floristiques s'étant révélées utiles pour séparer les groupements végétaux. Pour faciliter la lecture de ces cartes, nous avons symbolisé les relevés par des figurés différents, un figuré donné représentant les relevés effectués dans une même catégorie de groupements définie d'après ses caractères physiologiques ou écologiques principaux.

#### *1 - LES CARTES DES RELEVÉS DU MASSIF DU SUD*

La carte 1A relative aux axes factoriels 1 et 3 fait ressortir la très nette individualisation de deux groupes de relevés constitués respectivement par les relevés du maquis orophile sur le Mont Humboldt (groupe I) et les relevés du maquis arbustif à la base du Mont Dore (groupe II).

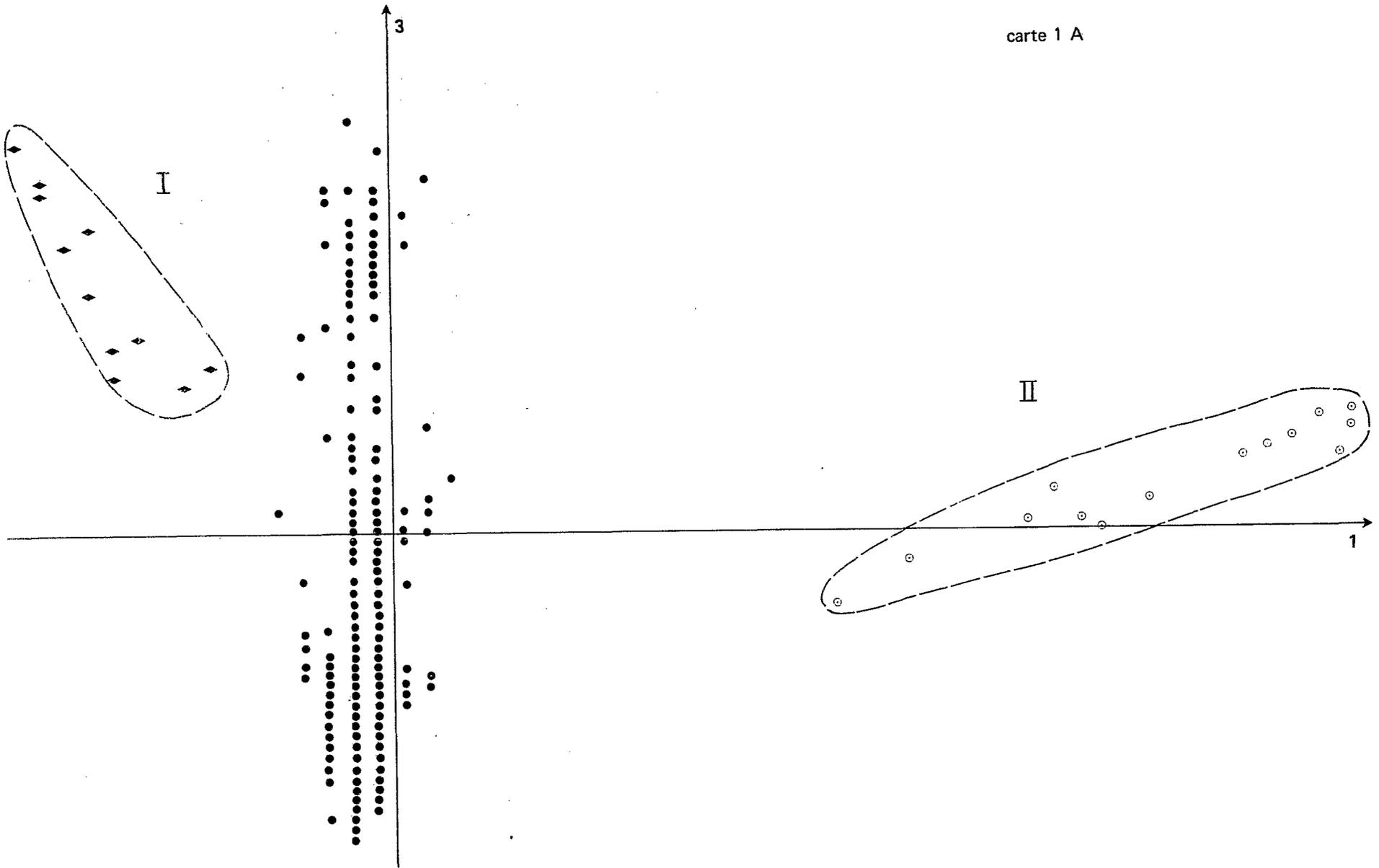
Sur la carte 2A, construite à partir des axes 2 et 3 après élimination des deux groupes bien individualisés sur la carte 1A, les relevés se répartissent en six groupes distincts. Les groupes III et IV correspondent à des relevés dans le maquis buissonnant et les groupes V

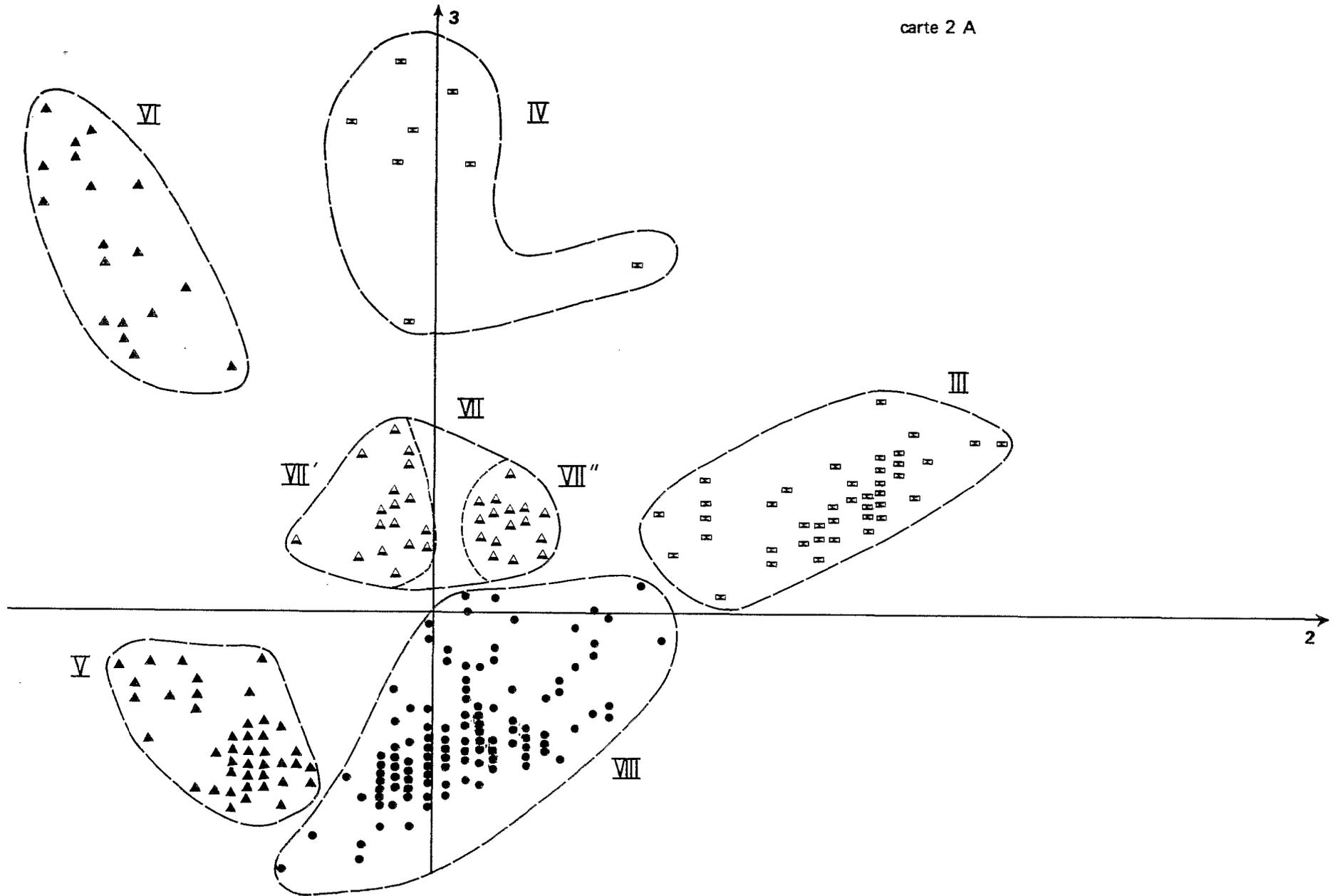
## LEGENDE DES CARTES DES RELEVES

### MASSIF DU SUD (CARTES 1A, 2A, 3A)

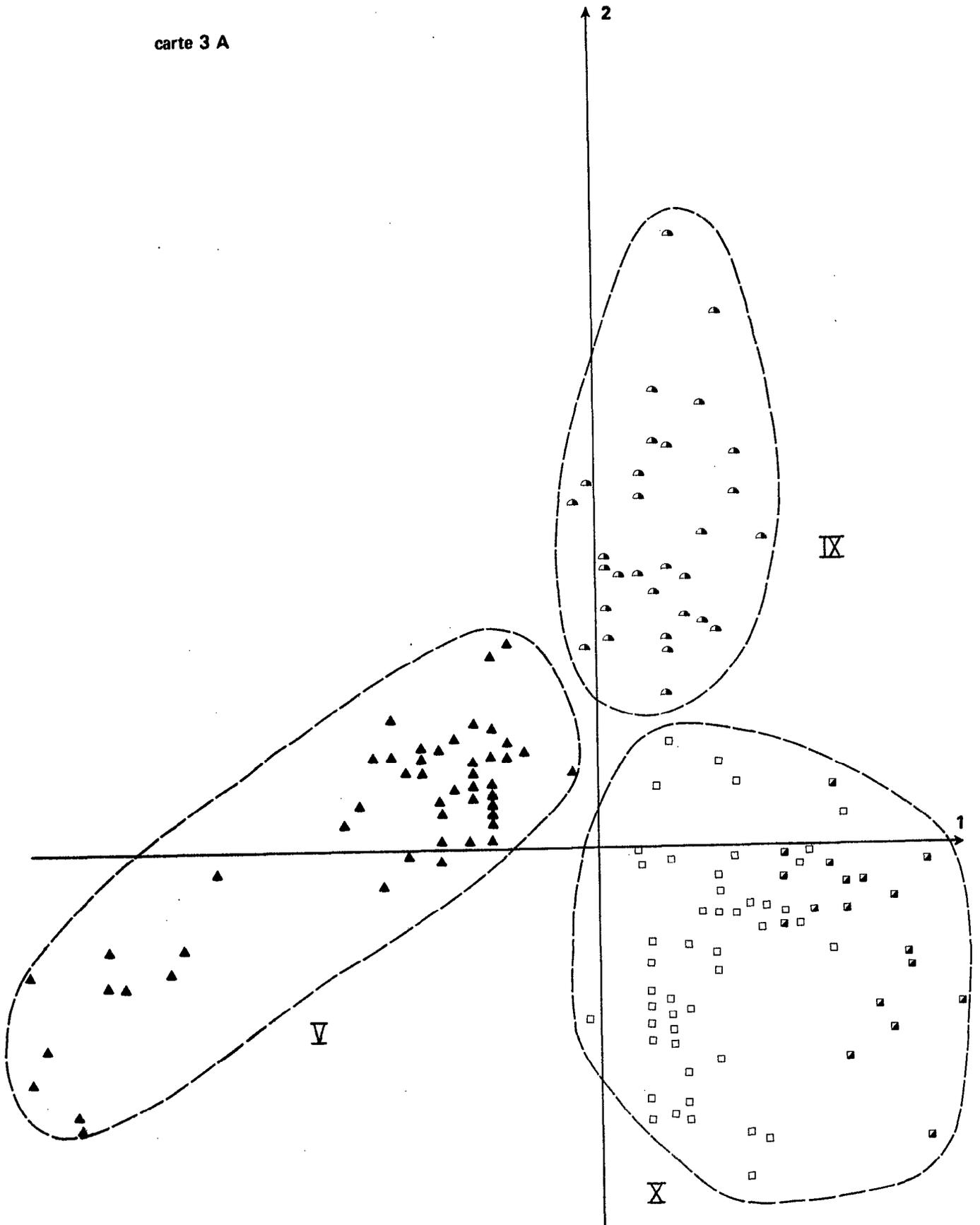
- Maquis arbustif à la base du Mont Dore
- ◆ Maquis orophile sur le Mont Humboldt
- ▲ Maquis ligno herbacé sur pentes
- ▣ Maquis buissonnant
- Maquis ligno herbacé de piedmonts sur péridotites
- Maquis ligno herbacé sur gabbros et granodiorites
- ▲ Maquis ligno herbacé semi humide de piedmonts
- △ Maquis de marais
- Relevés appartenant à des ensembles non individualisés.

carte 1 A





carte 3 A



et VI à des relevés dans le maquis ligno-herbacé.

Les relevés des groupes III et V ont été effectués à basse altitude, tandis que les relevés des groupes IV et VI ont été effectués au-dessus de 650 m d'altitude. Le groupe VII correspond à des relevés effectués dans le maquis de marais. Il peut être scindé en deux sous-groupes : le sous-groupe VII' comprenant les relevés de la plaine marécageuse centrale de la plaine des Lacs et le sous-groupe VII" regroupant les relevés des zones ripicoles.

Le groupe VIII correspond à l'ensemble des relevés du maquis ligno-herbacé en zone de piedmont et aux relevés du maquis ligno-herbacé sur gabbros et granodiorites

La carte 3A construite à partir des axes 1 et 2 avec les relevés des groupes VIII et V permet de scinder le groupe VIII en deux groupes. Le long de la partie positive de l'axe vertical se trouve un ensemble de relevés effectués dans le maquis ligno-herbacé semi-humide (groupe IX), à l'opposé se détache le groupe X comprenant des relevés effectués dans le maquis ligno-herbacé de piedmont et les relevés du maquis ligno-herbacé sur gabbros et granodiorites. Le long de la partie négative de l'axe horizontal s'individualise à nouveau le groupe des relevés du maquis ligno-herbacé sur pentes, soit le groupe V qui apparaît déjà sur la carte 2A.

## 2 - LES CARTES DES RELEVÉS DU MASSIF DU BOULINDA.

De l'examen de la carte construite avec les axes 1 et 2, à partir de la totalité des 160 relevés (carte 4A) il ressort que l'ensemble des relevés floristiques effectués dans les maquis arbustifs à la base du massif occupent la partie négative de l'axe horizontal tandis que les relevés effectués dans les maquis ligno-herbacés

et dans les maquis buissonnants occupent la partie positive de cet axe. A l'intersection des deux axes sont groupés les relevés floristiques dressés dans le maquis arbustif plus ou moins buissonnant.

Les relevés situés sur la partie négative de l'axe horizontal se répartissent le long de l'axe vertical en trois groupes distincts : au niveau de l'origine (groupe I), les relevés du maquis arbustif plus ou moins ouvert, légèrement en dessus de ceux-ci (groupe II), les relevés du maquis paraforestier à *Acacia spirorbis* dominant des zones planes au pied du massif et, sur la partie négative de l'axe (groupe III), les relevés du maquis arbustif à tendance paraforestière sur fortes pentes.

Les relevés situés sur la partie positive de l'axe horizontal se répartissent en quatre groupes le long de l'axe vertical : le long de la partie négative de l'axe, en s'approchant de l'origine (groupe IV), les relevés du maquis ligno-herbacé sur pentes puis les relevés du maquis ligno-herbacé de piedmont (groupe V), le long de la partie positive de l'axe, en s'éloignant de l'origine (groupe VI), les relevés effectués dans le maquis buissonnant de basse altitude, puis (groupe VII) les relevés effectués dans le maquis buissonnant à strate arborescente lâche à *Araucaria*. A l'intersection des deux axes, les relevés du maquis arbustif plus ou moins buissonnant constituent le groupe VIII.

L'examen de la carte 5A construite à partir des axes 1 et 2 après élimination des groupes I, II et III, permet de nouveau une individualisation des groupes IV, V, VI, VII, mais surtout une nette individualisation du groupe VIII qui, sur le diagramme 5 A se trouvait situé à l'intersection des 2 axes.

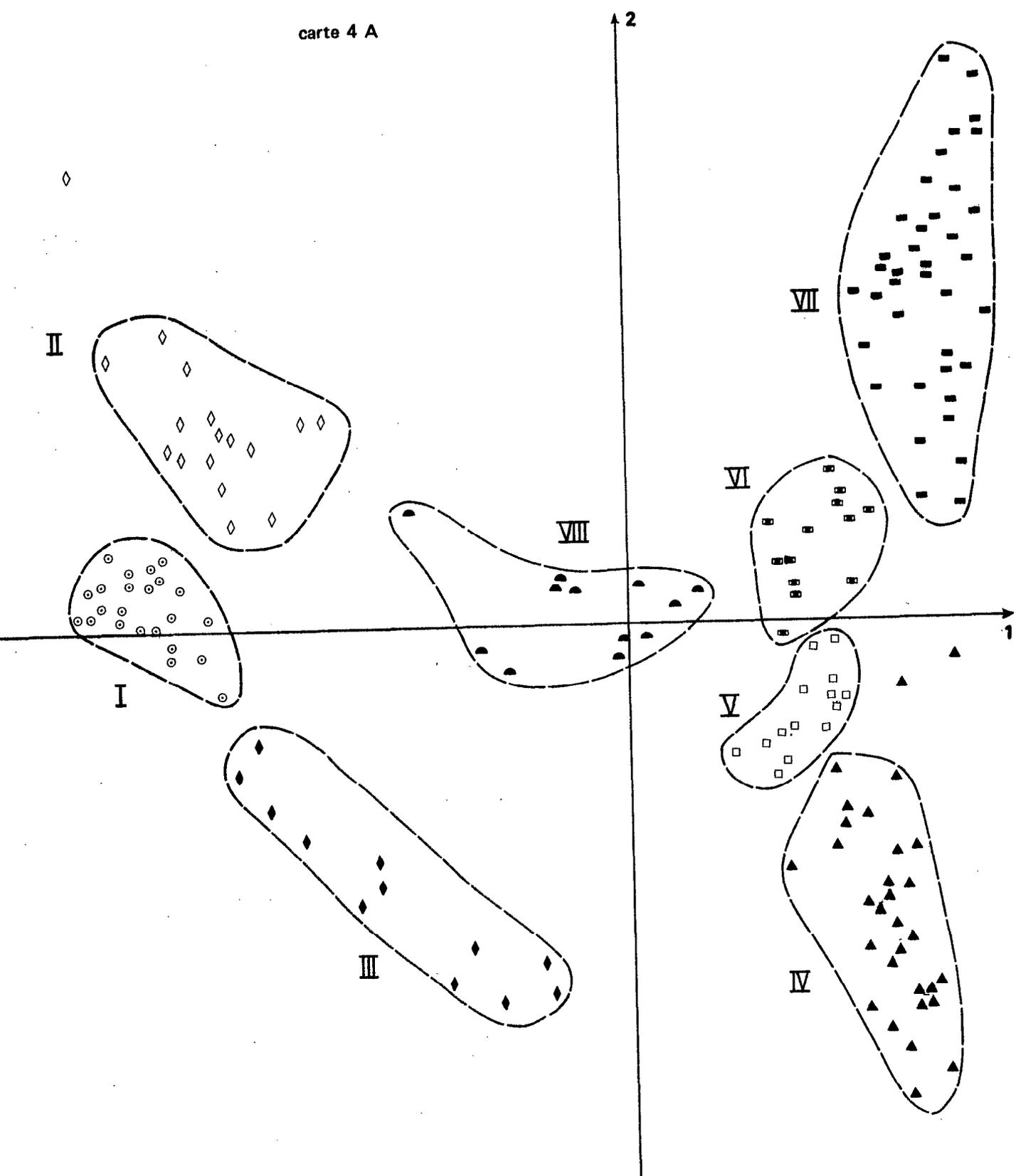
L'examen de la carte 6A, construite à partir des axes 1 et 2 après élimination des relevés des groupes I, II, III, VIII, permet de séparer six groupes dis-

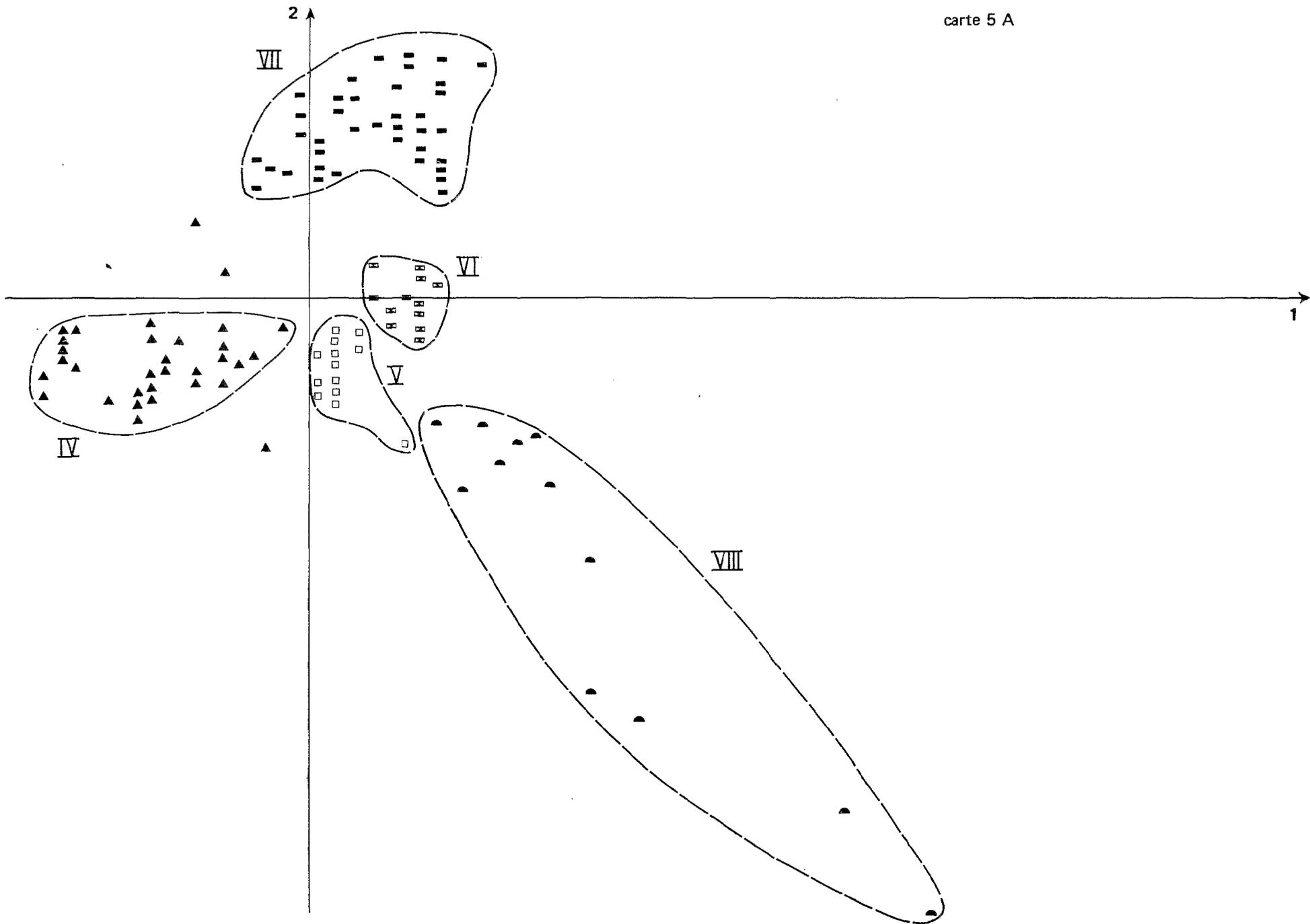
## LEGENDE DES CARTES DES RELEVES

### MASSIF DU BOULINDA (CARTE 4A, 5A, 6A)

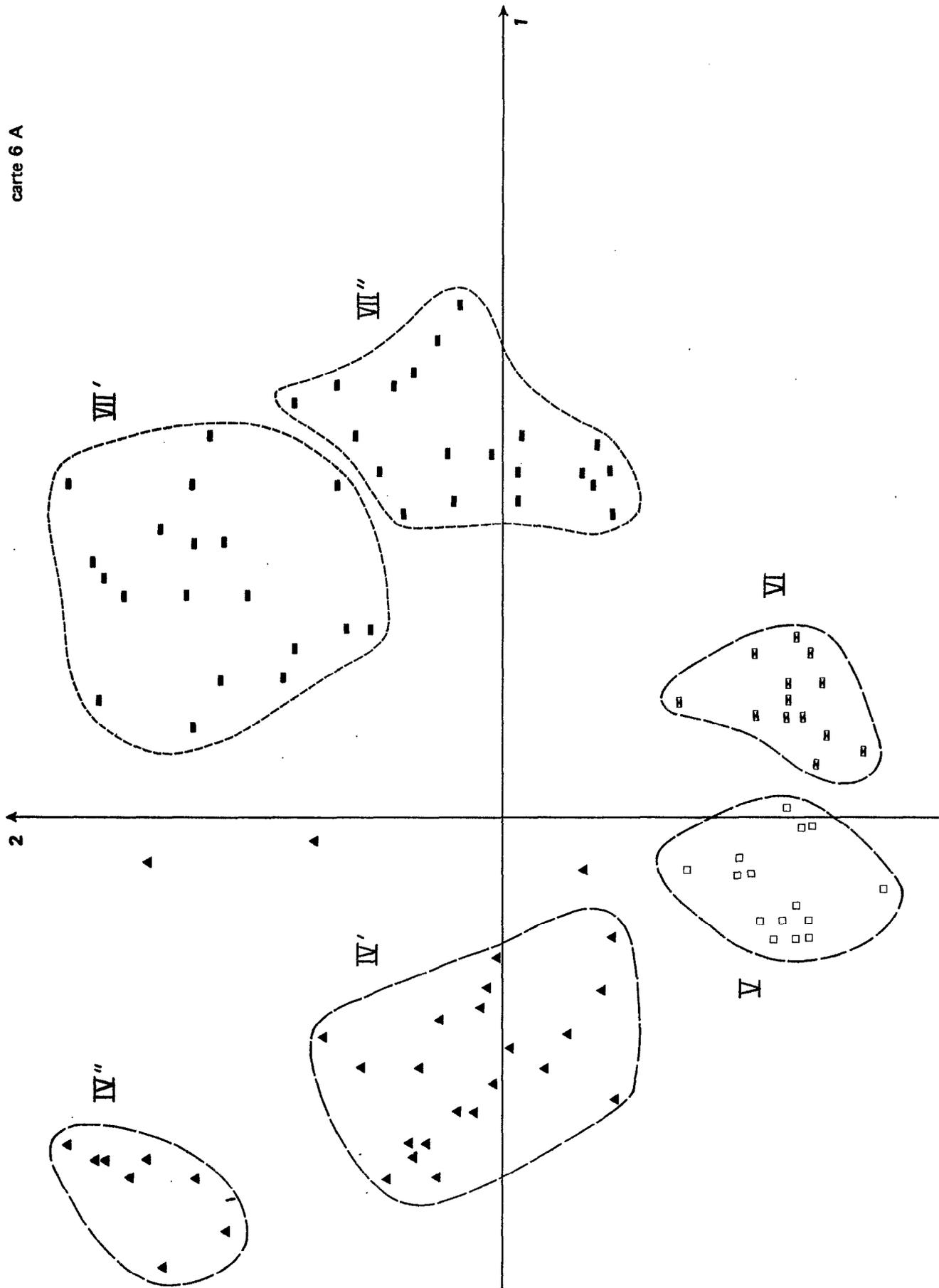
- Maquis arbustif plus ou moins ouvert sur pentes à la base du massif.
- ◇ Maquis arbustif paraforestier à *Acacia spirorbis* dominant des zones planes au pied du massif.
- ◆ Maquis arbustif à tendance paraforestière sur fortes pentes à la base du massif.
- ▲ Maquis ligno herbacé de pentes.
- Maquis ligno herbacé de piedmonts.
- ≡ Maquis buissonnant de basse altitude.
- Maquis buissonnant à strate lâche d'*Araucaria*, au-dessus de 650 m.
- Maquis arbustif plus ou moins buissonnant à *Acacia spirorbis* dominant.

carte 4 A





carte 6 A



tincts. Les relevés effectués dans les maquis ligno-herbacés (groupes IV et V) se situent le long de la partie négative de l'axe 1, tandis que les relevés effectués dans les maquis buissonnants (groupes VI et VII) se situent le long de la partie positive de cet axe.

Les relevés du maquis ligno-herbacé sur pentes (groupe IV) se différencient en deux sous-groupes, le groupe IV', correspondant aux relevés des hauts et moyens versants, et le groupe IV'', le plus éloigné de l'origine, correspondant aux relevés effectués sur les sols les plus enrochés, généralement en position de crête. Les relevés du groupe VII du maquis buissonnant à strate arborescente lâche à *Araucaria* se scindent en un sous-groupe VII', qui rassemble les relevés effectués dans les secteurs très dégradés, et un sous-groupe VII'' regroupant les relevés des secteurs les moins perturbés.

## II - LES ASSOCIATIONS VEGETALES

L'analyse factorielle des correspondances a permis de scinder les relevés floristiques en un certain nombre de groupes correspondant à des unités phytosociologiques. Les associations végétales du massif du Sud et les associations végétales du massif du Boulinda seront examinées successivement.

### 1 - ASSOCIATIONS VEGETALES DU MASSIF DU SUD

a - Groupe II - Association à *Soulamea pancheri* et *Hibbertia lucida* (tableau phytosociologique n° 1)

C'est un maquis ouvert à flore très spécialisée. La strate herbacée, très clairsemée et laissant apparaître largement le sol érodé, a un taux de recouvrement qui varie de 20 à 40 % et qui demeure toujours inférieur au recouvrement de la strate arbustive. Du point de

vue floristique, cette strate herbacée est formée de Cypé-  
racéesserpentinophytes et magnésicoles caractéristiques,  
*Gahnia aspera*, *Fimbristylis neo-caledonica*, *Albigaardia ovata*, aux-  
quelles se joignent parfois quelques Cypéracées à exigen-  
ces écologiques moins étroites : *Costularia pubescens*, *Schoenus*  
*juvensis* (liées préférentiellement à des sols érodés caillou-  
teux), *Schoenus neo-caledonicus*, *Costularia breviseta* et *Lepidosperma*  
*perteres*.

La strate arbustive est constituée  
de nano et de microphanérophytes. Elle est discontinue ; sa  
hauteur moyenne est de l'ordre de 1,50 m, mais il n'est pas  
rare qu'elle soit dominée par des arbustes isolés de *Grevil-  
lea gillivrayi* dépassant 3 m de haut. La majorité des espèces  
de cette strate sont des caractéristiques serpentinophytes  
et magnésicoles : *Soulamea pancheri*, *Hibbertia lucida*, *Tarenna mi-  
crocarpa*, *Xanthostemon flavum*, *Xanthostemon rubrum*, *Baeckea parvula*,  
*Cleistanthus stipitatus*, *Stenocarpus milnei*, *Austrobuxus carunculatus*.  
Quelques espèces, tout en faisant figure de caractéristiques  
locales du groupement, car elles y sont constantes et dans  
le secteur étudié ne s'en écartent pas, se rencontrent ail-  
leurs dans des conditions de milieu différentes. C'est le  
cas de *Mooria canescens* que l'on trouve dans des forêts sèches  
sur des îlots calcaires de la côte Ouest, de *Styphelia cymbu-  
lae* et de *Scaevola montana* qui sont parmi les principaux cons-  
tituants des maquis sur sols acides du Nord du Territoire.  
Il se peut toutefois que ces espèces soient représentées  
par des écotypes différents sur les différents substrats  
où elles figurent.

A côté des espèces liées à ce type  
de milieu très magnésien, on trouve quelques espèces à exi-  
gences écologiques moins strictes et entrant communément  
dans la composition de différents groupements de basse alti-  
tude, plantes non propres aux terrains ultrabasiques, *Dodo-  
naea viscosa*, *Geniostoma densiflora*, *Wickstroemia viridiflora*, ou  
largement répandues sur différents types de sols issus des  
roches ultrabasiques. Ces dernières peuvent être scindées

en espèces rupicoles, *Styphelia albicans*, *Myrtus rufo-punctata*, *Normandia neo-caledonica*, et en espèces à écologie mal précisée mais qui ne s'écartent pas des roches ultrabasiques : *Montrouzierea sphaeroidea*, *Scaevola beckii*, *Solmsia calophylla*, *Osmanthus austrocaledonicus*, *Austrobuxus buxoides*.

Dans le secteur étudié, où la végétation a été largement secondarisée par l'action de l'homme et des feux, les formes de passage vers des groupements plus denses sont assez rares. Elles s'individualisent dans de petits talwegs et sont marquées par la présence, dans la strate herbacée, de *Schoenus tendo* et, dans la strate arbus-tive, de *Geissois pruinosa*, *Hibbertia lucens* et *Garcinia cf. neglecta*. Des stades très dégradés, où ne subsiste plus qu'une maigre végétation avec prédominance des espèces rupicoles (*Schoenus juvenis*, *Costularia pubescens*, *Normandia neo-caledonica*) occupent des surfaces importantes à la base du Mont Dore.

Cette association très caractéristique n'occupe que des surfaces réduites, à des altitudes comprises entre le niveau de la mer et 150 m, à la base du Mont Dore et dans le secteur du Col de Plum. Les listes floristiques données par VIROT (1956) pour les zones basses du bassin de la Tontouta semblent indiquer que cette association est également représentée dans ce secteur.

C'est une association de basse altitude (< 300 m) qui se trouve sur sols bruns hypermagnésiens peu évolués sur serpentinite. Ces sols sont érodés peu profonds, à forte pierrosité. Ils sont souvent recouverts de fragments de serpentine très altérée. Par endroit, en raison d'un colluvionnement plus important, ils peuvent être plus profonds, passant alors à des sols bruns vertiques. La composition chimique moyenne du sol (Annexe 2) indique comme faits marquants une capacité d'échange élevée (> 20 me/100 g), un fort excès en magnésium et une pauvreté extrême en tous les autres éléments majeurs ( Ca, K, P, ). Leur

pH est neutre ou faiblement acide. Les teneurs en nickel et en chrome sont faibles ou moyennement élevées (Ni < 0,5 %, Cr < 1 %). Ces sols ont un bilan hydrique peu favorable (JAFFRE et al. 1971), leur réserve en eau étant réduite du fait d'un taux d'humidité élevé à pF4,2.

*b - Groupe V - Association à Costularia pubescens et Styphelia albicans.*  
(tableau phytosociologique n° 2)

Cette association est un maquis ligno-herbacé à strate herbacée bien développée, dont le recouvrement est de l'ordre de 70 à 80 %. Cette strate est constituée presque exclusivement de Cypéracées liées aux roches ultrabasiqes, certaines largement représentées sur toutes les catégories de sols ferrallitiques remaniés, *Costularia nervosa*, *Lepidosperma perteres*, *Schoenus neo-caledonicus*, *Costularia breviseta*, d'autres liées préférentiellement à des sols ferrallitiques érodés, *Costularia pubescens* et *Schoenus juvenis*.

La strate arbustive discontinue est constituée de nanophanérophytes ne dépassant guère 1,50 m. Son recouvrement n'excède généralement pas 50 %. Les espèces les plus abondantes dans cette association sont des espèces qui, sans être strictement localisées à ce groupement, y trouvent leur développement optimal et leur plus forte densité. Ce sont elles qui donnent sa physionomie à la formation : *Peripterygia marginata*, *Grevillea exul*, *Codia nitida*, *Hibbertia pulchella*, *Pancheria alaternoides*, et, à un degré moindre, *Mooria artensis*, *Hibbertia trachyphylla*, *Garcinia amplexicaulis*. Les espèces arbustives les plus caractéristiques du groupement sont des espèces à nettes affinités rupicoles : *Normandia neo-caledonica*, *Styphelia albicans*, *Myrtus rufo-punctata*, *Ficus asperula*, *Argophyllum montanum*. A côté de ces espèces, on trouve aussi tout le cortège des espèces héliophiles à large répartition sur roches ultrabasiqes, les plus fréquentes étant *Montrouziara sphaeroides*, *Phyllanthus aeneus*,

*Scaevola beckii*, *Myrtus emarginatus*, *Dracophyllum ramosum*, *Baeckea ericoides*. Dans ce groupement, seuls *Pteridium aquilinum*, abondant sur les surfaces ayant brûlé, et *Baeckea ericoides* ne sont pas des espèces strictement liées au domaine ultrabasique.

L'évolution de ce groupement est peu perceptible à l'échelle humaine. Lorsque le tapis végétal est détruit par le feu, il se reconstitue très lentement, beaucoup d'espèces rejetant de souche, mais pendant de nombreuses années *Pteridium aquilinum* devenu dominant crée un faciès particulier. Sur les crêtes chaotiques où les feux sévissent rarement, l'humus échappe en partie à l'entraînement par le ruissellement. Grâce à sa bonne rétention en eau, il crée de petites zones plus humides où les espèces mésophiles deviennent plus abondantes. La végétation devient plus haute et plus touffue sans que l'on puisse toutefois noter une évolution vers un stade forestier.

Les relevés effectués entre 600 et 670 m d'altitude sur le sommet du Pic du Pin (point culminant de la Plaine des Lacs) s'individualisent dans le tableau phytosociologique en une sous-unité phytosociologique qui diffère de l'association type par la présence d'espèces orophiles (*Montrouziëra verticillata*, *Farina deplanchei*), d'un certain nombre d'espèces croissant dans les forêts voisines (*Styphelia coryphila*, *Agathis ovata*, *Bikkia campanulata*) et de quelques espèces à tendance orophile à distribution géographique limitée (*Soulamea sp.*, *Callistemon suberosum*, *Araucaria muelleri*). Le statut phytosociologique de cette sous-unité qui occupe une aire restreinte sur le seul point haut de la Plaine des Lacs n'apparaît pas clairement. On est probablement ici en présence d'une unité mixte, intermédiaire entre l'association de basse altitude à *Costularia pubescens* et *Styphelia albicans* et l'association à caractère nettement orophile (association à *Hibbertia altigena* et *Beaupreopsis paniculata*) qui n'est pas représentée dans le secteur de la Plaine des Lacs.

L'association à *Costularia pubescens* et *Styphelia albicans* s'observe entre 200 et 650 m d'altitude sur les crêtes et les fortes pentes que constituent les hauts et les moyens versants péridotitiques des chaînons étroits entourant les bassins des principales rivières qui drainent le Sud de l'Ile.

Elle occupe des sols ferrallitiques rajeunis érodés pouvant être légèrement colluvionnés localement. Ce sont des sols peu profonds parsemés de blocs rocheux plus ou moins altérés et souvent recouverts de placages de colluvions ferrallitiques qui remplissent les creux et recouvrent les petits replats entre les blocs. Lorsque ces zones terreuses ne sont pas colonisées par de la végétation, elles prennent un aspect battu et lisse dû à un encroûtement superficiel.

La composition chimique du sol varie beaucoup en fonction du taux et de la nature du colluvionnement et en fonction de la pierrosité. L'analyse chimique du sol (annexe 2) fait ressortir la grande pauvreté en N, P, K, Ca et une prédominance du magnésium sur le calcium dans le complexe d'échange. Les teneurs en nickel et en cobalt peuvent être très élevées, les teneurs en Ni atteignent couramment 1 % et les teneurs en Co 0,1 %. Ces sols ont le plus souvent un pH voisin de 6.

D'une façon générale, le colluvionnement n'est pas suffisant pour empêcher les systèmes racinaires d'atteindre le cortex d'altération qui entoure les blocs de péridotites flottant ou ancrés dans le profil. Dans ce cortex, et par rapport au sol ferrallitique colluvial qui assure le remplissage superficiel des interstices rocheux, on note un enrichissement en Si O<sub>2</sub>, en Mg et en Ni, ce dernier élément atteignant des teneurs supérieures à 1,5 % (JAFFRE, LATHAM, QUANTIN, 1971). Le nickel se trouve ici probablement sous une forme assimilable du fait de la capacité d'échange non négligeable des argiles présentes à ce niveau.

Ce groupement se développe dans des zones fortement ventilées et soumises à une insolation intense. Etant donné le manque de profondeur du sol, la forte pente qui entraîne un drainage rapide des eaux de pluie et la faible capacité de rétention en eau du sol, on peut penser qu'en période de sécheresse, la végétation doit faire face à un déficit hydrique important.

*c - Groupe VI - Association à Hibbertia altigena et Beaupreopsis paniculata (tableau phytosociologique n° 2)*

Il s'agit d'un groupement ligno-herbacé physionomiquement très semblable au groupement précédent mais floristiquement bien distinct.

La strate herbacée diffère peu de celle de l'association à *Costularia pubescens* et *Styphelia albicans*. Elle est dominée par *Costularia nervosa* et par *Schoenus juvenis*, cette dernière espèce étant rupicole. Les espèces de basse altitude, *Costularia pubescens*, espèce rupicole, et *Lepidosperma perteres*, espèce constante des maquis ligno-herbacés, deviennent rares.

La strate arbustive est constituée d'espèces orophiles caractéristiques du groupement, *Hibbertia altigena*, *Beaupreopsis paniculata*, *Knightsia deplanchei*, *Pancheria engleriana*..., d'espèces rupicoles, *Myrtus rufo-punctata*, *Ficus asperula*, *Normandia neo-caledonica* d'un lot d'espèces liées aux maquis ligno-herbacés sur sols bien drainés, *Peripterygia marginata*, *Hibbertia trachyphylla*, *Grevillea exul*, d'espèces à plus large répartition sur roches ultrabasiques, *Scaevola beckii*, *Pancheria alaternoides*, *Dracophyllum ramosum*, *Geniostoma oleifolium*, et de deux espèces ubiquistes non limitées aux roches ultrabasiques : *Costularia arundinacea* et *Faechlea ericoides* qui prennent ici une importance accrue en liaison avec la désatura-

tion du sol en bases échangeables.

Les signes d'une quelconque évolution vers un stade préforestier sont peu perceptibles : quelques peuplements de *Callistemon gnidioides*, hauts de 4 à 5 m, mais généralement très ouverts et localisés à certaines crêtes pourraient traduire une évolution vers un stade préforestier mais la signification de leur présence est incertaine.

Cette association occupe de 600 à 1200 m d'altitude, sur fortes pentes ou en position de crête, des sols érodés ressemblant à beaucoup d'égards aux sols de l'association précédente à *Costularia pubescens* et *Styphelia albicans*. Ils sont peu profonds, à fort enrochement, et leur composition chimique (annexe 2) est peu différente de celle des sols de l'association précédente. Ils s'en distinguent cependant par un pH moins élevé lié à un taux de désaturation plus important.

*d - Groupe X - Association à Codia discolor et Eugenia stricta (tableau phytosociologique n° 3)*

C'est un maquis ligno-herbacé plus ou moins buissonnant, plus ou moins dense dont la hauteur dépasse souvent deux mètres. La structure est variable mais d'une façon générale le couvert arbustif laisse passer suffisamment de lumière pour que puisse se développer une strate herbacée.

La strate herbacée peut être dense ou relativement clairsemée. On y trouve principalement trois Cypéracées, *Costularia nervosa*, prédominant sur les sols meubles, *Schoenus neo-caledonicus* prédominant sur les sols à encroûtement superficiel, *Lepidosperma perteres*, abondant en situation hémisciaphile, et une Fougère, *Pteridium aquilinum*.

D'autres Cypéracées se rencontrent de manière sporadique, *Costularia arundinacea*, *Costularia breviseta*, et *Costularia pubescens*, cette dernière prenant parfois un développement important au voisinage de blocs rocheux provenant d'éboulis et créant des conditions micro-stationnelles affines de celles réalisées sur les sols ferrallitiques érodés.

La strate arbustive est plus ou moins ouverte, parfois continue, mais le plus souvent constituée d'arbustes isolés. Elle est généralement dominée par *Codia discolor*, dont la présence et l'abondance caractérisent bien l'association. Parmi les espèces les plus fidèles et trouvant ici leur maximum de présence et d'abondance, il convient de citer : *Eugenia stricta*, *Myodocarpus fraxinifolius*, *Guioa glauca*, *Styphelia pancheri*, *Hybanthus caledonicus*, *Casearia silvana*, *Hibbertia pancheri*, *Ixora francii*, *Gmelina neo-caledonica*, *Alstonia coriacea*, *Pancheria vieillardii*, *Pancheria hirsuta* et *Styphelia cymbulae*. A ces espèces caractéristiques de l'association s'ajoutent des espèces communes à tous les maquis ligno-herbacés en milieux non hydromorphes (*Hibbertia trachyphylla*, *Grevillea exul*, *Myodocarpus cf. coronatus*, *Codia nitida*) ou liées à un grand nombre de groupements sur roches ultrabasiques, mais contribuant largement à donner sa physionomie au groupement (*Pancheria alaternoides*, *Montrouzierea sphaeroidea*, *Scaevola beckii*, *Dracophyllum ramosum*, *Geniostoma oleifolium*).

Ce groupement prend parfois, notamment au niveau des ruptures de pentes qui bénéficient d'atterrissements humifères, l'allure d'une formation paraforestière, avec des variations floristiques par rapport à l'association type. La strate ligneuse s'enrichit alors en espèces arbustives dépassant 3 mètres, *Hibbertia lucens*, *Garcinia neglecta*, *Alphitonia neo-caledonica*, *Pogonantha cerifera*, *Calycorectes rubiginosa*, et en espèces hémisciaphiles, *Guioa villosa*, *Myrtus turbinata*, *Litsea triflora*, *Scaevola balansae*. La strate herbacée se trouve également modifiée. On assiste à une diminution de l'importance de certaines espèces héliophiles,

*Costularia nervosa* et *Schoenus juvenis*, au profit de *Lepidosperma perteres*, qui devient dominant, et de *Schoenus tendo*, espèce hémisciaphile à sciaphile qui fait son apparition.

Cette association des bas versants compte au nombre de celles qui sont les plus exposées aux incendies. Son évolution vers une formation paraforestière, voire même forestière, ce qui ne serait pas impossible dans les cas les plus favorables, est très lente et constamment remise en cause par les feux. On assiste le plus souvent à une régression du couvert végétal qui disparaît presque complètement dans les cas extrêmes. On a alors des zones nues, à encroûtement superficiel, entaillées de profondes ravines et parsemées seulement de quelques touffes de *Schoenus neo-caledonicus* et de quelques buissons de *Tristania glauca*, de *Xanthostemon aurantiacum* et de *Pancheria cf obovata* ou de *Pancheria alaternoides*. Il s'agit là d'un faciès considérablement appauvri de l'association à *Codia discolor* et à *Eugenia stricta*. Des expériences ont montré que seul un ameublissement du sol permet une reprise de la végétation vers l'association initiale. Ce faciès particulier apparaît donc bien lié aux modifications physiques du sol consécutives à la destruction du couvert végétal.

L'association à *Codia discolor* et *Eugenia stricta* se trouve en zone de piedmonts et de bas-versants. Elle se développe sur des sols ferrallitiques colluviaux profonds, sur pentes faibles à moyennes n'excédant généralement pas 10 %. Ce sont des sols ferrallitiques argilo-limoneux, parfois faiblement gravillonnaires, à bonne réserve hydrique. Leur position topographique leur assure, de surcroît, un bon approvisionnement en eau. Leur composition chimique (annexe 2) indique, outre une pauvreté du sol moins accentuée (ceci étant surtout vrai pour les sols les plus humifères), un rapport  $\frac{\text{Ca}}{\text{Mg}}$  moins déséquilibré que celui des sols ferrallitiques érodés ; on note cependant encore assez souvent un léger excès du magnésium

par rapport au calcium. Les teneurs en nickel sont moyennement élevées, les teneurs en manganèse, en cobalt et en chrome sont parfois excessives.

*e - Groupe IX - Association à Homalium kanaliense et Costularia comosa (tableau phytosociologique n° 3)*

Il s'agit d'un maquis ligno-herbacé peu dense que l'on peut qualifier de maquis semi-humide. Le plus souvent la strate herbacée cypéracéenne est discontinue et laisse apparaître des plages de sol gravillonnaire ou cuirassé. Cette strate compte deux Cypéracées hygrophiles assez caractéristiques du groupement : *Costularia stagnalis* et *Costularia comosa*. Elles sont accompagnées de Cypéracées à large répartition écologique, *Costularia breviseta*, *Lepidosperma perteres* et *Costularia nervosa*, et de *Tricostularia guillauminii* et *Schoenus brevifolius* qui caractérisent surtout les zones marécageuses.

La strate arbustive est en général peu fournie, son recouvrement étant de l'ordre de 50 %. Elle atteint en moyenne 1,50 m de haut et est souvent dominée par des individus isolés de *Grevillea gillivrayi* dont les cimes s'élèvent à plusieurs mètres de hauteur. Parmi les espèces arbustives les plus caractéristiques du groupement figurent *Homalium kanaliense* et *Stenocarpus umbelliferus* var. *umbelliferus*. Elles sont accompagnées d'espèces hygrophiles qui trouvent ici leur maximum de présence et d'abondance, *Grevillea gillivrayi* et *Xanthostemon aurantiacum*. A ces différentes espèces des milieux humides se joignent aussi de manière constante un petit nombre d'espèces banales des maquis ligno-herbacés sur périodites : *Mooria artensis*, *Hibbertia pulchella*, *Phyllanthus aeneus*, *Pancheria alaternoides* et *Dracophyllum ramosum*. L'abondance de ce dernier est parfois telle qu'il imprime par son feuillage en plumeau et ses tiges dégarnies une physionomie particulière au groupement.

Cette association a une composition floristique très homogène, elle apparaît relativement spécialisée et ne montre aucun signe d'une quelconque évolution vers un stade plus haut et plus dense. L'hydromorphie du sol joue sans doute un rôle prépondérant dans la stabilité de cette association.

L'association à *Homalium kanaliense* et *Costularia comosa* se localise aux zones semi-humides constituées par les parties basses du glacis à faible pente, entre le groupement à *Codia discolor* et *Eugenia stricta* et le groupement qui occupe la partie marécageuse de la Plaine des Lacs. Elle se développe sur des sols ferrallitiques colluviaux hydromorphes à engorgement temporaire. Ces sols ont des textures assez variables mais sont riches en gravillons ferrallitiques. Dans le profil on note la présence fréquente de bancs de cuirasse ferrallitique et la présence constante de concrétions de manganèse. Leurs teneurs en éléments majeurs sont très basses, exception faite du magnésium (annexe 2). Celui-ci, sans être très abondant, domine sur le calcium. Les teneurs en nickel, cobalt et manganèse sont moyennement élevées ; les teneurs en chrome sont très variables mais peuvent atteindre des taux élevés.

Le caractère distinctif le plus important de ces sols est sans doute leur fort degré d'hydromorphie.

f - Groupe VII - Association à *Pancheria communis* et *Mooria burifolia*  
(tableau phytosociologique n° 4)

C'est un groupement généralement bas (1,50 m environ), très homogène.

La strate herbacée est à base de Cypéracées et de Xyridacées hygrophiles voire hydrophiles. Parmi les espèces qui donnent sa physionomie au groupement figurent des Cypéracées à feuilles cylindriques, *Schoenus brevifolius*, *Chorizandra cymbaria*, *Tricostularia guillauminii* et

*Lepidosperma perleres*, espèce ubiquiste des roches ultrabasi-ques, ici tout spécialement abondante, et d'autres Cypé- racées à feuilles planes : *Costularia xyridioides*, *Xyris neo-cale- donica*, *Schoenus rivularis*. La dominance de l'une ou de l'autre de ces composantes contribue à donner différents aspects au groupement sans liaison apparente avec une variation écolo- gique quelconque. La strate herbacée qui dépasse souvent 1 m de haut, et dont les hampes florifères atteignent 2 m et plus dans le cas de certaines Cypé racées (*Gahnia* et *Costu- laria*) domine les constituants épars de la strate arbustive. L'espèce la plus fidèle entrant dans la constitution de cette dernière est une Cunoniacée peu ramifiée croissant par pieds isolés, *Pancheria communis*. A celle-ci se joint de manière assez sporadique une Myrtacée arbustive, elle aus- si caractéristique de l'association, *Mooria busifolia*. On y trouve enfin, assez régulièrement, *Scaevola beekii*, *Eriaxis rigida*, *Beackea ericoides*, *Costularia breviseta*, *Baumea deplanchei*, *Drosera neo-caledonica* et *Gleichenia circinata*, espèces à large distribution sur terrains ultrabasiques.

Cette association occupe les plai- nes basses et marécageuses du centre de la Plaine des lacs. Elle se développe sur des sols alluviaux et colluviaux hy- dromorphes, plus ou moins tourbeux, parfois indurés en pro- fondeur ou, plus rarement, cuirassés en surface. Il s'agit de sols gorgés d'eau en permanence et inondés temporaire- ment lors des périodes les plus humides, très pauvres en tous les éléments majeurs (annexe 2), exception faite du magnésium qui peut se trouver en léger excès, et dont les teneurs en Ni, Co, Mn et Cr sont moyennement élevées.

Cette association constitue un groupement très spécialisé étroitement lié à l'hydromorphie du sol. Seul un abaissement du degré d'hydromorphie serait susceptible d'entraîner une évolution du tapis végétal.

Sur les berges des cours d'eau l'association à *Pancheria communis* et *Mooria buxifolia* se différencie en un groupement particulier qui peut être considéré comme une sous-association : la sous-association à *Melaleuca gnidioides* et *Dracophyllum cosmelioides*.

Du point de vue physiologique, celle-ci présente de nombreuses variantes. La strate herbacée peut être un tapis très dense à *Costularia xyridioides* ou au contraire un tapis très clairsemé où plusieurs Cypéacées se côtoient, *Costularia xyridioides*, *Costularia breviseta*, *Tricostularia guillauminii*, *Lepidosperma perteres* et *Costularia stagnalis*. La strate arbustive peut avoir une hauteur et une densité variables. Le plus souvent, elle se situe entre 50 cm et 2 m de haut et est peu dense (recouvrement 50 %). Elle comprend un contingent important d'espèces ripicoles caractéristiques, *Melaleuca gnidioides*, *Melaleuca brongniartii*, *Dracophyllum cosmelioides*, *Myodocarpus lanceolatus*, *Styphelia longistylis*, *Baloghia oligostemon* et *Xanthostemon myrtifolium* auxquelles se joignent diverses espèces des zones marécageuses en général, *Xyris pancheri*, *Mooria buxifolia*, *Pancheria communis*, ou des zones semi-humides, *Grevillea gillivrayi*, *Homalium kanaliense*, *Stenocarpus umbelliferus* var. *umbelliferus*, *Xanthostemon aurantiacum*.

C'est un peu en marge de cette sous-association, à proximité immédiate du cours d'eau, que l'on trouve des peuplements importants de deux Gymnospermes assez rares *Decussocarpus minor* et *Dacrydium guillauminii*.

g - Groupe III - Association à  
*Tarenna leiloba* et *Gardenia  
aubryi* (tableau phytosociologique n° 5)

C'est un maquis buissonnant. Il présente du point de vue physiologique, mis à part la quasi absence de strate herbacée, de multiples variations correspondant à des termes de passage allant de stades pionniers à des stades paraforestiers en passant par des fourrés plus

ou moins hauts et denses. Le type de végétation le plus fréquent, et partant le plus représentatif, est cependant un groupement ouvert constitué de bosquets isolés.

La strate herbacée est très réduite, son recouvrement n'excédant généralement pas 5 %. Une seule espèce *Gahnia novocaledonensis* (Cynéracées), bien que peu abondante, s'y retrouve assez régulièrement. Elle est accompagnée de manière très sporadique par *Costularia arundinacea*, caractéristique des sols acides, *Costularia comosa*, espèce à tendance hygrophile, et *Costularia pubescens*, espèce rupicole. Le faible recouvrement de la strate herbacée laisse apparaître largement un sol nu qui, cependant, à la base des buissons où s'accumule la matière organique, se couvre de quelques Fougères (*Stromatopteris moniliformis*, *Schizaea dichotoma*, *Adiantum fournieri*, *Lindsaea nervosa*) et de Lichens fruticuleux terrestres (*Cladonia retipora* et *Cladonia cf rangiferina*).

Le peuplement ligneux comprend généralement deux strates, une strate haute, pouvant atteindre 5 à 6 m, formée de petits arbres, *Casuarina deplanchiana*, *Dacrydium araucarioides*, et une strate arbustive basse, de 30 cm à 1,50 m, comprenant, outre des individus des deux espèces précédentes, tout un contingent d'espèces caractéristiques du groupement, *Tarenna leiloba*, *Gardenia aubryi*, *Stenocarpus comptonii*, *Tristania guillainii*, *Styphelia veillonii*, *Trouettea lissophylla* et *Eugenia sp.*, liées aux sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés de basse altitude, d'autres se trouvant sur le même type de sols à des altitudes variées, *Dacrydium araucarioides*, *Casuarina deplanchiana*, *Pancheria confusa*, *Myrtopsis selingii*, *Rapanea diminuta*, *Dracophyllum involucreatum*, *Beccariella baueri* et *Tieghemopanax pancheri*. Cette association qui est floristiquement relativement riche, avec quatre vingt dix espèces dénombrées, comprend aussi un lot important d'espèces moins spécialisées et largement distribuées au sein du domaine ultrabasique (*Dracophyllum ramosum*, *Solmsia calophylla*, *Scaevola beckii*, *Styphelia cymbulae*, *Guioa glauca*, *Stenocarpus umbelliferus*

var. *billardieri*, *Myrtus emarginatus*, *Tristania callobuxus*...).

Ce groupement est parfois dominé par des arbres morts de *Arillastrum gummi-ferum* (chêne gomme), témoignant de l'existence d'une forêt antérieurement à l'installation du maquis. Ce type de forêt n'est plus actuellement que faiblement représenté et les jeunes chênes gommés sont peu communs dans le maquis actuel.

L'association à *Tarenna leiloba* et *Gardenia aubryi* ne semble donc pas évoluer vers une forêt à chênes gommés. Dans bien des cas, il apparaît nettement qu'on assiste à une évolution vers un stade paraforestier dominé par *Casuarina deplanchiana*.

L'examen du tableau phytosociologique permet de différencier un sous-groupement à *Neocallitropsis pancheri*. La faible étendue des trois peuplements connus rend cependant difficile l'examen de leur statut phytosociologique.

La flore des groupements à *Neocallitropis* comprend, outre le lot habituel des espèces liées aux sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires, *Dacrydium araucarioides*, *Casuarina deplanchiana* (peu abondant), *Lomandra insularis*, *Gahnia novocaledonensis* et *Dracophyllum involucreatum*, un contingent d'espèces à tendances plus ou moins hygrophyles, *Melaleuca brongniartii*, *Styphelia longistylis*, *Melaleuca gnidioides* et un lot d'espèces des sols ferrallitiques colluviaux, *Tristania glauca*, *Myodocarpus fraxinifolius*, *Pancheria hirsuta*, *Costularia nervosa*. En dehors de *Neocallitropsis pancheri*, une seule espèce paraît localisée à ce faciès particulier, il s'agit d'une Cypéracée, *Costularia fragilis*.

*Neocallitropsis pancheri*, Gymnosperme grégaire, n'est pas liée de manière exclusive aux sols cuirassés. Dans le secteur de la Madeleine (Plaine des Lacs) elle déborde sur des sols colluviaux parsemés de débris de cuirasse, sur le plateau de la Montagne des Sources, en altitude, elle occupe des sols issus de gabbros.

*Neocallitropsis pancheri* étant une espèce relique, ne serait-on pas ici en présence d'une association végétale relique appauvrie en espèces caractéristiques qui aurait eu, comme en témoigne la présence d'espèces hygrophiles, une extension plus importante à une époque plus humide ?

L'association à *Tarenna leiloba* et *Gardenia aubryi* occupe des plateaux ferrallitiques situés à une altitude d'environ 250 m. Elle se développe sur des sols ferrallitiques très profonds, qui présentent un horizon supérieur formé de gravillons et de blocs ferrugineux provenant du démantèlement d'une cuirasse ancienne. Cet horizon contient très peu d'éléments fins. Lorsque la végétation est suffisamment dense, l'enchevêtrement des racines et l'accumulation des débris végétaux entraînent en surface la formation d'un horizon à consistance spongieuse caractéristique.

L'analyse de ce sol (annexe 2) indique un pH nettement acide, une capacité d'échange peu élevée (due pour la plus grande part à la matière organique) et une forte désaturation en bases. Dans le complexe d'échange, très pauvre en tous les éléments, on note le plus souvent une prédominance du calcium sur le magnésium. Les teneurs en chrome atteignent des valeurs excessives, tandis que les teneurs en nickel, en manganèse et en cobalt restent d'une manière générale relativement peu élevées.

*h - Groupe IV - Association à Codia albifrons et Exocarpos pseudocasuarina (tableau phytosociologique n° 5)*

Cette association est physionomiquement analogue à l'association à *Tarenna leiloba* et

*Gardenia aubryi*. Avec cette dernière, elle présente aussi une parenté floristique indéniable. Celle-ci est marquée par la présence des espèces liées aux sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, *Casuarina deplanchiana* (ici moins abondant toutefois), *Dacrydium araucarioides* (plus abondant qu'à basse altitude), *Myrtopsis selingii*, *Rapanea diminuta*, *Gahnia novocaledonensis*, *Beccariella baueri*, *Lomandra insularis*, et par la présence d'un certain nombre d'espèces à large répartition dans tout le domaine ultrabasique, *Montrouzierea sphaeroidea*, *Dracophyllum ramosum*, *Eriaxis rigida*, *Myrtus emarginatus*, *Solmsia calophylla*... Cette association s'individualise néanmoins parfaitement par la présence d'espèces orophiles, parmi lesquelles figurent les caractéristiques de l'association, *Codia albifrons*, *Styphelia macrocarpa*, *Exocarpos pseudocasuarina*, et un certain nombre d'espèces orophiles à plus large répartition écologique ; *Baloghia mackeeana*, *Metrosideros engleriana*, *Myodocarpus crassifolius*, *Farina deplanchi*, *Eriostemon pallidum*, et *Montrouzierea verticillata*.

Dans les zones protégées, ce groupement cède la place à un fourré dense, voire même à une forêt dominée par *Agathis ovata* qui pourrait être le groupement climacique correspondant.

L'association à *Codia albifrons* et *Exocarpos pseudocasuarina* est localisée aux plateaux ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés situés au-dessus de 600 à 700 m d'altitude. Elle n'occupe que des surfaces réduites. Nous l'avons observée sur la Montagne des Sources et sur le Dzumac. La nature du sol est identique à celle de l'association à *Tarenna leiloba* et *Gardenia aubryi*. Du point de vue chimique (annexe 2), ce sol présente peu de différences avec celui de l'association précédente, si ce n'est un taux de désaturation plus élevé.

*i - Groupe I - Association à Metrosideros  
tetrasticha et Quintinia oreophila  
(tableau phytosociologique n° 6)*

C'est un groupement ligno-herbacé à strate arbustive buissonnante dominante. Le port en ombelle de plusieurs espèces de la strate arbustive imprime une physionomie particulière à ce groupement que VIROT (1956) nomme "maquis orophile des sommets à nano et microphanérophytes ombelliformes".

La strate herbacée est le plus souvent discontinue ; elle comprend quelques Cypéracées largement répandues sur terrains miniers, *Costularia nervosa*, *Schoenus neo-caledonicus*, une Cypéracée rupicole, *Schoenus juvenis*, une Cypéracée à tendance hygrophile, *Costularia comosa*, des espèces franchement hygrophiles, *Costularia xiridioides*, *Costularia stagnalis* (Cypéracées), *Xyris neo-caledonica* (Xyridacées) et plusieurs espèces orophiles qui figurent parmi les caractéristiques du groupement, *Earina deplanchei*, *Megastylis montana* (Orchidées), *Greslania circinata* (Graminées), *Xeronema moorei* (Liliacées). Par endroit les Fougères (*Pteridium aquilinum*, *Dicranopteris linearis*, *Gleichenia circinata*) et les Lycopodes sont abondants. Leur présence fréquente en bordure de forêt témoigne d'une régression assez récente de cette dernière.

La strate arbustive a une hauteur qui varie de 50 cm sur les crêtes exposées à 2,50 m dans les zones protégées du vent. Son taux de recouvrement est très variable. Elle est constituée d'arbustes rameux à feuilles coriaces ou velues, souvent petites et imbriquées. Sa composition floristique est caractérisée par la prédominance des espèces orophiles, plusieurs d'entre elles étant d'ailleurs strictement localisées à ce groupement. On y compte plusieurs Cunoniacées, *Cunonia bullata*, *Pancheria robusta*, *Pancheria engleriana*, *Cunonia rotundifolia*, *Cunonia multijuga*,

des Myrtacées, *Metrosideros tetrasticha*, *Metrosideros humboldtianum*, des Escalloniacées, *Quintinia oreophila*, *Argophyllum ellipticum*, des Gymnospermes, *Podocarpus gnidioides*, *Libocedrus chevalieri* et plusieurs autres espèces appartenant à des familles variées : *Vautophylla imbricata*, (Loganiacées), *Dracophyllum alticola*, (Eparcridacées) et *Dubouzetia guillauminii* (Elaeocarpacees).

Cette association, qui comprend un contingent important d'espèces caractéristiques, apparaît très spécialisée. A côté des orophiles, les ubiquistes habituelles des terrains miniers (*Baeckea ericoides*, *Scaevola beckii*, *Costularia nervosa*, *Dracophyllum ramosum*...) jouent un rôle secondaire, de même que les espèces rupicoles, *Normandia neo-caledonica*, *Schoenus juvenis*, *Myrtus rufo-punctata*. Ces dernières trouvent cependant ici des conditions édaphiques favorables à leur installation.

Sur les crêtes et les fortes pentes, le substrat très rocheux favorise le développement de la strate arbustive tandis que sur les zones planes, au sol plus profond mais mal drainé, la strate herbacée constituée principalement d'espèces hygrophiles (*Costularia xyridioides* dominant) prend de l'importance au détriment de la strate arbustive. Le maquis altimontain prend alors l'allure d'une prairie humide altimontaine.

Cette association peut être localement dominée par une strate arborescente lâche d'*Araucaria humboldtensis*. Dans certains endroits abrités, mais jamais sur les crêtes exposées, le maquis passe progressivement à une forêt basse. Celle-ci comprend encore de nombreuses espèces du maquis, atteignant ici 6 à 10 m de haut, tandis qu'apparaissent deux Gymnospermes plus nettement forestières : *Callitris neo-caledonica* très abondant et *Acropyle pancheri*.

L'association à *Metrosideros tetras-ticha* et *Quintinia oreophila* a été étudiée sur le massif du Humboldt où elle s'observe au-dessus de 1200 m d'altitude. Cette association altimontaine se trouverait aussi, probablement dans des conditions analogues, sur le second sommet du massif du Sud, le massif du Kouakoué, d'après les récoltes effectuées par plusieurs botanistes.

Elle occupe des zones soumises à des conditions climatiques contrastées, souvent balayées par les nuages mais se trouvant aussi parfois au-dessus du plafond nuageux et soumises alors à une forte insolation. Durant la saison fraîche des températures relativement basses, avec des minima voisins de 0°, ont été enregistrées à ces altitudes.

Cette association se développe sur des sols peu évolués, rocheux, souvent chaotiques, ou sur des sols plus profonds présentant des niveaux indurés dans le profil. Du point de vue chimique (annexe 2), ces sols sont moyennement à fortement désaturés, dépourvus des principaux éléments majeurs et moyennement riches en nickel, en manganèse et en chrome.

Neuf associations végétales différentes ont été décrites dans le massif du Sud. Leur distribution en fonction du relief, de l'altitude et de la nature du sol a été représentée sur trois toposéquences schématiques : toposéquence de la Plaine des Lacs (annexe 3 a), toposéquences du Humboldt et de la Montagne des Sources (annexe 3 b). Les études détaillées ayant porté sur quelques secteurs bien délimités, il demeure possible que des études ultérieures mettent en évidence l'existence d'autres associations végétales, notamment dans les bassins de la Tontouta et de la Dumbéa et dans la région de Thio.

2 - ASSOCIATIONS VEGETALES DU MASSIF DU BOULIN-  
DA

a - Groupe I - Association à *Atractocarpus deplanchei* et *Grevillea meisneri*  
(tableau phytosociologique n° 7)

Il s'agit d'un maquis très sclérophylle. La strate herbacée irrégulière et discontinue laisse largement apparaître le sol. Elle est composée de Cypéracées magnésicoles caractéristiques des groupements sur sols hypermagnésiens : Cypéracées basses, *Fimbristylis neo-caledonica*, *Scleria brownii*, *Albigaardia ovata* et touffes épar-  
ses d'une Cypéracée plus haute, *Gahnia aspera*.

La strate arbustive de 50 cm à 3 m de hauteur est généralement clairsemée mais peut aussi prendre l'aspect d'un fourré paraforestier de 2 à 6 m de haut. La flore comprend un contingent très important d'espèces caractéristiques des sols hypermagnésiens, ayant ici très souvent leur maximum de présence et d'abondance : *Grevillea meisneri*, *Atractocarpus deplanchei*, *Bocquillonia* sp., *Eugenia gacognii*, *Erythroxylum novo-caledonicum*, *Hybanthus caledonicus*, *Storckiella comptonii*, *Pittosporum poumense*, *Alstonia deplanchei*, *Austrobuscus carunculatus*, *Casuarina chamaecyparis*, *Tarenna microcarpa*, *Phyllanthus montrouzieri*, *Mooria canescens*, *Tieghemopanax decorans*, *Stenocarpus milnei*, *Maytenus bureaviana*... On trouve aussi quelques espèces thermophiles ubiquistes des groupements arbustifs de basse altitude : *Alphitonia neo-caledonica*, *Acacia spirorbis*, *Dodonaea viscosa*, *Homalium deplanchei*, *Ixora collina*, *Styphelia cymbulae*. Des écotypes serpentinoxytes seraient à rechercher parmi ces espèces.

Les peuplements denses de *Casuarina chamaecyparis*, Casuarinacée grégaire à cime ombelliforme, exclusive des sols hypermagnésiens, constituent un faciès particulier de ce groupement. Leur flore ne diffère guère

de celle de l'association typique.

L'association à *Atractocarpus deplanchei* et *Grevillea meisneri* apparaît relativement stable et en équilibre avec les conditions de milieu. C'est un groupement qui est de plus en plus sujet aux incendies dont la strate herbacée très clairsemée ne facilite pas la progression. A l'approche des talwegs, dans des conditions plus favorables du point de vue de l'alimentation en eau des plantes, la végétation devient plus haute et passe à une formation qu'on pourrait à la limite qualifier de forêt sèche, mais dans laquelle figurent encore de très nombreuses espèces du maquis atteignant ici leur développement maximum.

Cette association se trouve sur des pentes serpentineuses à la base du massif, en-dessous de 500 m d'altitude. Elle occupe des sols bruns hypermagnésiens formés à partir de serpentinites et de péridotites serpentinisées. Il s'agit de sols érodés peu profonds contenant de nombreux cailloux et blocs de serpentinite plus ou moins altérés dans le profil. Ces sols ont une réserve hydrique assez forte (Humidité à pF3 de l'ordre de 50 %) mais la quantité d'eau retenue au point de flétrissement est également élevée (Humidité à pF4,2 de l'ordre de 40 %), (JAFFRE, LATHAM, 1974). D'après les résultats de l'analyse chimique (annexe 2), ils se caractérisent par une capacité d'échange élevée (>30 me/100 g), saturée presque entièrement par le magnésium, des teneurs très faibles en N, P, K, Ca, des teneurs faibles à moyennement élevées en nickel, en cobalt, en chrome et en manganèse.

b - Groupe III - Association à *Maxwellia lepidota* et *Stenocarpus trinervis*  
(tableau phytosociologique n° 8)

C'est un maquis arbustif dense, sorte de fourré passant par endroits (ruptures de pentes, zones à éboulis plus abondants) à une formation paraforestière de 6 à 8 m de haut.

La strate herbacée discontinue, disposée par taches, a un recouvrement très variable. Elle est formée principalement de Cypéracées peu spécialisées : *Lepidosperma perteres*, *Baumea deplanchei*, *Costularia arundinacea*. Quelques Cypéracées magnésicoles : *Fimbristylis neo-caledonica* et *Gahnia aspera* apparaissent aux endroits où l'érosion a enlevé les colluvions ferrallitiques. Lorsque la végétation devient plus haute, on trouve sous ombrage léger une Graminée endémique, *Setaria jaffrei*, croissant toujours dans de telles conditions et propre au Nord-Ouest du territoire.

La strate arbustive, haute de 1 à 4 m, ne présente pas de stratification nette. La flore comprend, d'une part, des espèces liées le plus souvent à des sols ferrallitiques, *Tristania callobucus*, *Grevillea exul*, *Dysoxylum nitidum*, *Acridocarpus austro-caledonicus*, *Peripterygia marginata*, d'autre part, des espèces magnésicoles, *Casuarina chamaecyparis*, *Tarenna microcarpa*, *Stenocarpus milnei*, *Cleistanthus stipitatus*, *Alstonia deplanchei*, *Deplanchea sessilifolia* cette dernière étant assez nettement paraforestière. Quelques espèces à large répartition écologique sont également représentées (*Acacia spirorbis*, *Hibbertia pancheri*, *Dodonaea viscosa*, *Scaevola montana*, *Styphelia cymbulae*).

Cette association présente une certaine hétérogénéité et il est assez difficile de préciser les espèces les plus caractéristiques. Nous retiendrons *Maxwellia lepidota*, *Stenocarpus trinervis*, *Podonophelium homei*, *Oxalis*

*neo-caledonica* et *Deplanchea sessilifolia*, qui trouvent dans cette association leur maximum de présence et d'abondance.

A la hauteur des talwegs, au niveau des ruptures de pentes couvertes d'éboulis, les conditions hydriques sont plus favorables et la végétation devient plus haute. Certaines des espèces précédemment citées atteignent alors des tailles de 8 à 10 m (*Tristania callobuxus*, *Deplanchea sessilifolia*, *Casuarina chamaecyparis*). Quelques espèces héliophiles disparaissent tandis qu'apparaissent des espèces paraforestières (*Garcinia neglecta*, *Schoenus tendo*). Dans certains cas, on peut même noter la présence de quelques espèces typiquement forestières des genres *Tapeinosperma*, *Psychotria*, *Rapanea*.

L'association à *Maxwellia lepidota* et *Stenocarpus trinervis* s'observe sur de fortes pentes d'accès difficile, à des altitudes généralement inférieures à 500 m. Elle occupe des sols complexes que LATHAM (1974) classe dans les sols ferrallitiques faiblement désaturés rajeunis. Ce sont des sols peu profonds recouverts d'éboulis serpentineux et de colluvions ferrallitiques souvent gravillonnaires. Ces sols sont très hétérogènes. L'étude d'un profil type (JAFFRE, LATHAM, 1974) indique que l'horizon supérieur a une faible capacité de rétention pour l'eau, celle-ci augmentant dans l'horizon profond. Le pH, faiblement acide en surface, est neutre en profondeur. Les bases échangeables sont peu abondantes et relativement équilibrées en Ca et Mg dans la partie supérieure du profil ; en profondeur par contre, le magnésium très abondant est pratiquement le seul cation échangeable. Les teneurs en nickel sont très élevées, pouvant dépasser 1,5 %.

c - Groupe II - Association à *Plectronia odorata* et *Gardenia urvillei*  
(tableau phytosociologique n° 8).

La végétation est un maquis paraforestier qui, dans certains cas, est très proche de la forêt sèche sur terrains non miniers. *Acacia spirorbis*, espèce dominante, imprime par ses cimes arrondies une physionomie originale au groupement.

La strate herbacée, dont le recouvrement n'excède pas 10 %, est constituée par des Cypérocées magnésicoles *Fimbristylis neo-caledonica*, *Scleria brownii*, *Gahnia aspera*, et par quelques Graminées à tendance magnésicole : *Aristida pilosa*, *Themeda gigantea*, *Eragrostis elongata*, *Sporobolus creber*.

La strate arbustive supérieure, continue mais peu dense, atteint 3 à 4,5 m de hauteur. Elle est constituée principalement, comme tout le peuplement arbustif, d'espèces thermophiles des zones basses (*Acacia spirorbis*, *Plectronia odorata*) et, çà et là, on note la présence témoignant de l'hydromorphie du milieu, de quelques *Melaleuca quinquenervia* (niaoulis) et de quelques *Casuarina collina*, cette dernière espèce étant typiquement magnésicole.

La strate arbustive dominée (50 cm à 2 m de hauteur) comprend des espèces magnésicoles communes à l'ensemble des groupements sur sols hypermagnésiens, *Alstonia deplanchei*, *Austrobuxus carunculatus*, *Casuarina deplanchei*, *Mooria canescens*, *Rauwolfia semperflorens*, et un nombre plus important d'espèces à statut édaphique assez mal défini, *Acacia spirorbis*, *Codia montana*, *Gardenia urvillei*, *Acronychia laevis*.

La composition floristique de cet-

te association est assez constante, mais l'importance du rôle joué par les différentes espèces varie beaucoup selon les conditions édaphiques. Lorsque l'épaisseur de l'horizon ferrallitique dépasse 15 à 20 cm *Codia montana* et *Acronychia laevis* deviennent plus abondants, mais dès que cet horizon s'amincit, laissant apparaître les alluvions serpentines, *Acacia spirorbis* domine largement.

Comme le groupement précédent et, sans doute, en raison du caractère mixte du sol, cette association ne comprend pas d'espèces caractéristiques bien définies. Nous retiendrons seulement que *Plectronia odorata* et *Gardenia urvillei* trouvent là leur maximum de présence et d'abondance.

Cette association qui compte 70 espèces mais est dominée par une espèce grégaire, *Acacia spirorbis*, peut être considérée comme thermophile et magnésicole. Elle occupe des zones planes à la base du massif où elle se développe sur des sols complexes plus ou moins ferrallitiques gravillonnaires ou sablo-argileux en surface et constitués d'alluvions serpentines, hypermagnésiennes et argileuses en profondeur. Ces sols sont légèrement hydromorphes et présentent des traces de ségrégation du manganèse dans le profil. Chimiquement (annexe 2) ils se caractérisent par un pH neutre ou légèrement acide, un excès de magnésium dans le complexe d'échange, des teneurs en nickel moyennement élevées, de fortes teneurs en chrome (de 5 à 10 %) et de très fortes teneurs en manganèse (de 1 à 3 %).

*d - Groupe VI - Association à Caryophyllus kriegeri (tableau phytosociologique n° 9).*

C'est un maquis arbustif buissonnant de 1 à 2 m de hauteur. La strate herbacée, le plus souvent inexistante, a un taux de recouvrement qui ne dépasse

pas 10 %. Elle est formée de quelques touffes éparses de Cypéracées communes sur roches ultrabasiques, *Costularia comosa*, *Lepidosperma perteres*, *Costularia nervosa*.

La strate arbustive, très discontinue, est constituée de buissons isolés au pied desquels s'accumule une matière organique mal décomposée. Dans cette strate une Myrtacée *Tristania guillainii* est largement dominante. La flore relativement pauvre ne comprend pas d'espèces vraiment propres à l'association. On y trouve principalement des espèces liées aux sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, *Caryophyllus kriegeri*, *Morinda sp.*, *Alyxia rubricaulis*, *Pittosporum kaalense*, *Styphelia macrocarpa*, *Styphelia veillonii* et *Pittosporum gracile*, auxquelles se joignent des espèces thermophiles de basse altitude *Acacia spirorbis*, *Acridocarpus austro-caledonicus*, et quelques espèces ubiquistes, *Hibbertia pancheri*, *Codia montana*, *Wickstroemia viridiflora*. Une cinquantaine d'espèces au total ont été dénombrées.

L'association se caractérise donc d'avantage par sa structure et par la forte dominance de *Tristania guillainii* que par l'existence d'espèces exclusives.

L'association à *Caryophyllus kriegeri* constitue un groupement très stable où ne se manifeste aucun signe d'évolution vers des formations plus denses et plus hautes.

Cette association se rencontre sur des terrasses ou plateaux entre 200 et 550 m d'altitude. Elle occupe des sols ferrallitiques profonds ayant en surface un horizon de gravillons ferrallitiques grossiers, épais et dépourvu de toute structure (environ 80 % de gravillons dans les trente premiers centimètres). La très faible teneur en éléments fins de l'horizon supérieur limite sa réserve hydrique mais réduit à la manière d'un mulch les pertes par évaporation à partir des horizons sous-jacents qui ont une bonne capacité de rétention pour l'eau

(JAFFRE, LATHAM, 1974). Les analyses chimiques (annexe 2) indiquent un pH faiblement acide, une faible capacité d'échange, des teneurs en bases échangeables très faibles, avec un léger excès du magnésium par rapport au calcium. Les teneurs en Ni sont relativement faibles et les teneurs en Cr, Co et Mn sont moyennement élevées.

*e - Groupe VIII Association à Helichrysum neo-caledonicum et Guioa pectinata .  
(tableau phytosociologique n° 9).*

La végétation est un maquis arbustif légèrement buissonnant (2,5 à 3 m de haut) généralement assez dense, dominé par *Acacia spirorbis*.

La strate herbacée, à faible recouvrement (5 à 15 %) est constituée de touffes isolées de *Lepidosperma perteres*.

La strate arbustive comprend peu d'espèces. Outre *Acacia spirorbis*, dominant, on trouve diverses espèces déjà citées comme entrant dans la composition d'autres groupements, à savoir *Codia montana* ici très abondant, *Guioa pectinata* et *Acridocarpus austro-caledonicus* qui trouvent ici leur maximum de présence, *Deplanchea sessilifolia* et *Rauwolfia semperflorens*, espèces magnésicoles, enfin *Tristania guillainii* qui ne joue pas ici un rôle aussi important que sur sols ferrallitiques gravillonnaires. Seul *Helichrysum neo-caledonicum* serait assez caractéristique de l'association qui apparaît intermédiaire entre l'association à *Plectronia odorata* et *Gardenia aubryi* et l'association à *Caryophyllus kriegei*.

La présence par endroits d'espèces paraforestières, *Geissois pruinosa*, *Garcinia cf. neglecta*, *Deplanchea sessilifolia*, *Hibbertia lucens*, indique la possibilité d'une évolution vers une végétation plus haute et plus dense.

Cette association dont la superficie est très limitée s'observe par taches en zone plane, vers 200 m d'altitude. Elle occupe des sols ferrallitiques profonds peu gravillonnaires en surface, très riches en éléments limoneux dans tout le profil, qui reposent sur des serpentinites et se distinguent des autres sols ferrallitiques par leur couleur rouge clair. Du point de vue chimique, ces sols se caractérisent par une acidité moyenne (pH 5,4 à 5,7), des taux en bases échangeables peu élevés, sans excès du magnésium sur le calcium, des teneurs en nickel et en cobalt moyennement élevées et des teneurs en manganèse et en chrome moyennes à fortes (Mn 0,35 % à 1,70 %, Cr 1,95 % à 6,2 %) (annexe 2).

*f - Groupe IV - Association à Knightia deplanchei et Argophyllum laxum (tableau phytosociologique n° 10)*

Il s'agit d'un maquis ligno-herbacé bas qui ne dépasse guère 1,50 de hauteur.

La strate herbacée est très développée, n'étant interrompue que par les affleurements rocheux. Elle comprend une Cypéacée rupicole, *Schoenus juvenis*, plusieurs Cypéacées à large répartition écologique qui trouvent ici leur développement optimal, *Costularia nervosa* espèce dominante, *Lepidosperma perteres*, *Schoenus neo-caledonicus*, deux Cypéacées à tendance hygrophile, *Costularia comosa* et *Costularia breviseta*, et une Fougère ubiquiste *Pteridium aquilinum*.

La strate arbustive est discontinue, son taux de recouvrement variant de 30 à 60 %. Elle est constituée d'espèces plus ou moins rupicoles qui lui sont étroitement liées et peuvent être considérées comme des caractéristiques, *Knightia deplanchei*, *Argophyllum laxum*, *Hibbertia altigena*, *Geniostoma sp.*, *Normandia neo-caledonica*, *Phyllanthus cf. maytenifolius*, *Codia ferruginea*, auxquelles se joignent des espè-

ces qui, sans être de manière aussi significative liées à l'association, y trouvent leur développement optimal, *Perip-terygia marginata*, *Homalium kanaliense* var. *boulindae*, des orophiles à large répartition, *Metrosideros engleriana*, *Farina deplanchei*, et plusieurs ubiquistes des terrains miniers, *Codia montana*, *Scaevola* sp., *Tieghemopanax* sp., *Tristania callobusius*, *Hibbertia pan-cheri*...

Des variations floristiques conduisent à distinguer une sous-association. Elle se caractérise par la présence de *Pancheria engleriana*, de *Myrtus rufo-punctata*, de *Bikkia macrophylla* et de *Rhamnoluma* sp., espèces liées aux sols très érodés plus ou moins chaotiques, par la présence de quelques orophiles à large répartition à haute altitude, *Farina deplanchei*, *Cunonia lenormandii*, *Boronella pancheri*, et par une plus grande abondance de *Schoenus juvenis*. Elle se caractérise aussi par la disparition de certaines espèces ubiquistes telles que *Codia montana* et *Lepidosperma perteres*. La tendance orophile et rupicole, déjà bien marquée dans l'association typique la plus répandue, se trouve finalement encore accentuée dans cette sous-association. Celle-ci est surtout représentée au-dessus de 900 m où elle occupe des zones très exposées, en position de crête, sur des sols très enrochés.

Dans des stations privilégiées, tant au sein de l'association typique que dans la sous-association, on enregistre une évolution vers une formation plus haute et plus dense qui se traduit dans la flore par l'apparition de *Geissois pruinosa* et de *Psidiomyrtus locellatus*.

L'association à *Knightia deplanchei* et *Argophyllum laxum* se situe sur des pentes fortes et des sommets étroits, entre 500 et 950 m d'altitude. On l'observe sur des sols ferrallitiques remaniés (par érosion). Il s'agit de sols peu profonds, généralement très enrochés et

à réserve hydrique peu élevée en raison du faible volume de terre disponible. Du point de vue chimique (annexe 2), ces sols se distinguent des sols ferrallitiques profonds par un pH moins acide (voisin de 6), une capacité d'échange plus importante (3 à 6 me/100g), des taux de Mg sensiblement plus élevés (1,90 à 4,40 me/100g), des concentrations en nickel et en cobalt assez fortes, pouvant atteindre respectivement 1 % et 0,1 %.

*g - Groupe V - Association à Myodocarpus elegans et Melicope leptococca (tableau phytosociologique n° 10).*

La végétation est un maquis ligno-herbacé passant localement de manière insensible à un maquis paraforestier.

La strate herbacée est bien développée avec un recouvrement de l'ordre de 70 %. Elle est constituée de Cypéracées à large répartition écologique, *Lepidosperma perteres*, *Costularia nervosa*, *Costularia breviseta* et *Costularia pubescens*, cette dernière espèce étant assez caractéristique de l'association sur le Boulinda.

La strate arbustive a un recouvrement variable. Sa hauteur varie de 1,50 m à 5 m et plus. Parmi les espèces les plus étroitement liées au groupement, on peut citer : *Melicope leptococca*, *Styphelia cymbulae*, *Myodocarpus elegans*, *Ixora francii*. Les espèces ubiquistes thermophiles avec prédominance de celles liées aux basses altitudes sont bien représentées : *Codia montana*, *Acacia spirorbis*, *Dodonaea viscosa*, *Montrouzierea sphaeroidea*. On y trouve aussi plusieurs espèces également liées aux sols ferrallitiques gravillonnaires des plateaux, *Tristania guillainii*, *Styphelia veillonii*, *Pancheria cf. obovata*, ou aux sols ferrallitiques érodés, *Peripterygia marginata*, *Phyllanthus sp.*, *Dracophyllum ramosum*, *Homalium kaneliense var. Boulindae*, *Stenocarpus milnei* et *Osmanthus austrocaledonicus*. Enfin, plusieurs espèces paraforestières sont

assez caractéristiques de l'association, *Garcinia neglecta*, *Casuarina glaucescens*, *Hedycaria parviflora*.

La présence fréquente et assez constante de ces espèces témoigne de la possibilité d'évolution vers une formation paraforestière.

Cette association occupe un secteur peu étendu en zone de piedmont, vers 500 m d'altitude, où elle est associée à des sols ferrallitiques colluvionnés plus ou moins gravillonnaires. Il s'agit de sols profonds, ayant une bonne capacité en eau, se caractérisant du point de vue chimique par un pH faiblement acide et de faibles taux en éléments échangeables, avec prédominance du magnésium dans le complexe d'échange. Les teneurs en Ni, Cr, Mn et Co sont moyennement élevées (annexe 2).

*h - Groupe - Association à Rapanea diminuta et Araucaria rulei*  
(tableau phytosociologique n° 9).

La végétation est un maquis arbustif très ouvert, buissonnant ou prostré, souvent dominé par quelques *Araucaria rulei* épars dont les plus grands atteignent 15 à 20 m.

La strate herbacée est dans le cas le plus général peu importante (recouvrement <10 %). Elle est constituée d'espèces banales, *Lepidosperma perteres*, *Costularia nervosa* (Cypéracées), *Pteridium aquilinum* (Fougère) et d'espèces plus caractéristiques de l'association : *Gahnia novocaledonensis* (Cypéracée hygrophile), *Earina deplanchei* (Orchidée orophile).

La strate arbustive qui est discontinue ne dépasse guère 1,50 m de haut. Parmi les espèces les plus caractéristiques, on peut citer : *Rapanea diminuta*, *Araucaria rulei*, *Alyxia caletioides*, *Guioa koniamboensis*, *Grevillea gillivrayi* et *Pancheria confusa*. A celles-ci se joignent souvent

plusieurs espèces courantes sur les sols ferrallitiques gravillonnaires, *Tristania guillainii*, *Styphelia veillonii*, *Styphelia macrocarpa*, *Alyxia rubricaulis*, *Pittosporum dzumacense*, *Austrobuscus buxoides*, *Dubouzetia elegans*, *Styphelia cymbulae* et des espèces à tendance orophile, *Metrosideros engleriana*, *Alyxia sarasini*, *Dutaillieya sessilifolia*.

Des variations floristiques conduisent à distinguer une sous-association qui apparaît liée, d'une part, à des sols dégradés plus ou moins cuirassés en surface et situés au-dessus de 800 m d'altitude, d'autre part, à des sols à hydromorphie temporaire, indurés en profondeur, occupant le fond de petites cuvettes fermées. Cette sous-association comporte une strate herbacée bien développée, constituée de deux fougères grégaires, *Dicranopteris linearis* et *Gleichenia circinata*. La strate arbustive est caractérisée par la présence d'espèces orophiles acidophiles, *Symplocos rotundifolia*, *Argophyllum ellipticum*, *Myodocarpus crassifolius*, et par l'abondance de *Baeckea ericoides*, espèce ubiquiste ayant toutefois une prédilection pour les sols fortement acides et les sols périodiquement inondés.

Nous n'avons pas observé de formes de passage de cette association vers une végétation plus haute et plus dense. Toutefois la présence d'une espèce arborescente, *Araucaria rulei*, qui entre par ailleurs dans la composition floristique de quelques lambeaux forestiers qu'elle domine indique une évolution possible vers un climax forestier. Néanmoins cette évolution, étant donné la pauvreté du sol, ne saurait qu'être excessivement lente et serait de ce fait peu perceptible à l'échelle humaine.

On observe l'association à *Rapanea diminuta* et *Araucaria rulei* sur des plateaux et des pentes faibles, n'excédant pas 15 %, entre 680 et 1000 m d'altitude. Elle occupe des sols ferrallitiques profonds à horizon su-

périeur formé de gravillons ferrallitiques grossiers associés à des blocs de cuirasse. Cet horizon dépourvu de toute structure a une faible capacité en eau. Il est recouvert, lorsque le couvert végétal est important, d'un manteau de matière organique mal décomposée qui, associée à des gravillons poreux et aux racines, peut retenir une quantité importante d'eau. De plus, les horizons profonds, qui sont argileux, ont une capacité de rétention en eau très élevée. L'analyse chimique du sol (annexe 2) indique un pH nettement acide (4,8 en moyenne). Les éléments échangeables sont très peu abondants, les teneurs en nickel sont faibles et les teneurs en chrome élevées (de 3 à 5 %).

Huit associations végétales ont été reconnues sur le massif du Boulinda. Par rapport au massif du Sud, on note l'absence de zones à fortes hydromorphie mais la présence de biotopes mixtes. Les huit associations ont été représentées sur une toposéquence schématique (annexe 3c).

### *3 - ESSAI DE CLASSIFICATION PHYTOSOCIOLOGIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX DES MAQUIS*

La recherche des affinités floristiques et écologiques entre les associations végétales du massif du Sud et celles du massif du Boulinda permet de regrouper en un certain nombre d'unités de rang supérieur certaines associations et de poser les bases d'une classification des groupements végétaux de roches ultrabasiques.

Nous tiendrons aussi compte de nos observations sur les massifs du Koniambo (JAFFRE, 1974) et de la Tiebaghi.

Compte tenu de l'influence prépondérante de certains facteurs du milieu ou de leur combinaison sur la différenciation des unités phytosociologiques, nous

distinguerons sept types principaux de végétation : Une végétation altimontaine, une végétation des zones fortement hydromorphes, une végétation des sols ferrallitiques hydromorphes, une végétation des sols bruns eutrophes hypermagnésiens, une végétation des sols ferrallitiques érodés, une végétation des sols ferrallitiques colluvionnés de piedmont, une végétation des sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires de plateaux. Nous distinguerons en outre, une végétation des sols complexes regroupant trois types mixtes moins bien différenciés. (Tableau 6).

*a - La végétation altimontaine.*

Elle comprend une seule association, très spécialisée, nettement orophile, qui occupe des surfaces réduites en raison de la faible étendue des zones situées sur roches ultrabasiques au-dessus de 1200 m, l'association à *Metrosideros tetrasticha* et *Quintinia oreophila* reconnue dans les massifs du Humboldt et du Kouakoué.

*b - La végétation des sols fortement hydromorphes.*

Elle comprend une association de basse altitude, l'association à *Pancheria communis* et *Mooria burifolia*, reconnue dans la Plaine des Lacs.

*c - La végétation des sols à hydromorphie temporaire.*

Elle n'est représentée que dans la Plaine des Lacs, par l'association à *Homalium kanaliense* et *Costularia comosa*. Bien individualisé floristiquement, ce groupement présente selon le degré d'hydromorphie du sol auquel il est associé, une parenté plus ou moins grande avec les groupements des sols fortement hydromorphes ou

TABLEAU 6

ESSAI DE CLASSIFICATION PHYTOSOCIOLOGIQUE DES GROUPEMENTS VEGETAUX  
DES ROCHES ULTRABASIQUES

Types de végétation	Associations à	Alliances à	Ordres à
Végétation altimontaine	<i>Metrosideros tetrasticha</i> <i>Quintinia oreophila</i>		
Végétation des sols ferrallitiques, cuirassés ou gravillonnaires	<i>Rapanea diminuta</i> <i>Araucaria rulei</i> <i>Caryophyllus kriegeri</i> <i>Codia albifrons</i> <i>Exocarpos pseudocasarina</i> <i>Tarema leiloba</i> <i>Gardenia aubryi</i>	<i>Alyxia rubricaulis</i> <i>Pittosporum dzumacense</i>  <i>Casuarina deplanchiana</i> <i>Dacrydium araucurioides</i>	<i>Tristania guillainii</i> <i>Pancheria confusa</i>
Végétation des sols ferrallitiques colluvionnés de piedmont	<i>Myodocarpus elegans</i> <i>Melicope leptococca</i> <i>Codia discolor</i> <i>Eugenia striata</i>	<i>Myodocarpus fraxinifolius</i> <i>Hibbertia lucens</i>	
Végétation des sols ferrallitiques érodés	<i>Knightia deplanchei</i> <i>Argophyllum laxum</i> <i>Hibbertia altigena</i> <i>Beaupreopsis paniculata</i> <i>Costularia pubescens</i> <i>Styphelia albicans</i>	<i>Normandia neo-caledonica</i> <i>Schoenus juvenis</i>	<i>Costularia nervosa</i> <i>Pancheria alaternoides</i>
Végétation des sols ferrallitiques à hydromorphie temporaire	<i>Homalium kanaliense</i> <i>Costularia comosa</i>		
Végétation des sols hydromorphes	<i>Pancheria communis</i> <i>Mooria busifolia</i>		
Végétation des sols bruns eutrophes hypermagnésiens	<i>Soulanea pancheri</i> <i>Hibbertia lucida</i> <i>Atractocarpus deplanchei</i> <i>Grevillea metneri</i>	<i>Xanthostemon</i> ssp. <i>Stenocarpus milnei</i>	<i>Mooria canescens</i> <i>Homalium deplanchei</i>
Végétation des sols complexes	<i>Maxwellia lepidota</i> <i>Stenocarpus trinervis</i> <i>Plectronia odorata</i> <i>Gardenia urvillei</i> <i>Helichrysum neo-caledonicum</i> <i>Guioa pectinata</i>		

avec les groupements des piedmonts à drainage satisfaisant. C'est d'ailleurs entre ces groupements qu'il se localise aussi géographiquement.

*d - La végétation des sols bruns eutrophes hypermagnésiens.*

Elle occupe sur serpentinite ou péridotites serpentinisées les parties les plus sèches et les plus chaudes des massifs, à des altitudes inférieures à 500 m. Elle est représentée dans le massif du Sud par l'association à *Soulamea pancheri* et *Hibbertia lucida* et à la base du massif du Boulinda par l'association à *Atractocarpus deplanchei* et *Grevillea meisneri*. La végétation des sols bruns eutrophes hypermagnésiens des massifs du Koniambo et de la Tiebaghi semble appartenir aussi à l'association à *Atractocarpus deplanchei* et *Grevillea meisneri* comme l'indique la présence de ces deux espèces et d'un certain nombre d'autres (*Pittosporum poumense*, *Phyllanthus montrouzieri*, *Storckii-pancheri*), les aires de distribution de ces différents taxons ne dépassent guère vers le Sud le massif du Boulinda.

La végétation des sols bruns eutrophes hypermagnésiens peut être considérée pour l'ensemble du Territoire comme constituant une même alliance caractérisée par des espèces magnésicoles à large répartition géographique telles *Xanthostemon flavum*, *Stenocarpus milnei*, *Tarenna microcarpa*, *Cleistanthus stipitatus*, *Fimbristylis neo-caledonica*, *Gahnia aspera*, *Scleria brownii*, et par la manière remarquable dont certains genres sont représentés (*Xanthostemon*, *Alyxia* et *Phyllanthus*).

*e - La végétation des sols ferrallitiques érodés.*

Elle englobe plusieurs associations physionomiquement très homogènes.

Dans le massif du Sud, elle comprend deux associations qui se différencient en fonction de l'altitude, l'association à *Costularia pubescens* et *Styphelia albicans*, en dessous de 500 à 600 m d'altitude, et l'association à *Hibbertia altigena* et *Beaupreopsis paniculata*, entre 600 et 1200 m.

Dans le massif du Boulinda où les sols ferrallitiques érodés ne se trouvent guère en dessous de 500 m d'altitude, une seule association liée à ces sols a été reconnue, l'association à *Knightia deplanchei* et *Argophyllum laxum*. Une association affine, voire identique à cette dernière, semble bien exister sur le massif du Koniambo. Sur le massif de la Tiebaghi, qui ne s'élève qu'à 550 m d'altitude, l'exiguïté de l'espace occupé par les sols ferrallitiques érodés ne nous a pas permis d'effectuer un inventaire floristique suffisant pour permettre des comparaisons.

Ces différentes associations peuvent être rassemblées dans une même alliance caractérisée par *Normandia neo-caledonica*, *Schoenus juvenis*, *Myrtus rufopunctata*, *Ficus asperula*, toutes espèces à comportement rupicole.

f - La végétation des sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont.

C'est une végétation ligno-herbacée bien représentée seulement dans le massif du Sud, plus particulièrement dans le secteur de la Plaine des Lacs, par l'association à *Codia discolor* et *Eugenia stricta*. Dans le massif du Boulinda où elle est représentée par l'association à *Myodocarpus elegans* et *Melicope leptococca*, elle n'occupe que des surfaces réduites. Il en est de même dans les massifs du Koniambo et de la Tiebaghi où l'exiguïté des piedmonts ferrallitiques ne nous a pas permis de déterminer valablement la composition floristique de la végétation qui les recouvre.

Dans la Plaine des Lacs, l'association à *Codia discolor* et *Eugenia stricta* n'occupe pas exclusivement des zones sur roches ultrabasiques : elle s'étend aussi, peut-être sous une forme un peu modifiée par la présence accrue d'espèces hygrophiles comme *Xanthostemon aurantiacum* et par l'abondance relative de *Rhodamnia andromedoides*, aux zones basses sur gabbros et granodiorites ; ces dernières étant dominées toutefois par des affleurements ultrabasiques.

Les deux associations décrites pour le massif du Sud et pour le Boulinda peuvent être regroupées dans une même alliance caractérisée par un lot d'espèces à exigences assez souples trouvant dans ces conditions leur maximum de présence et d'abondance (*Myodocarpus fraxinifolius*, *Ixora collina*, *Styphelia cymbulae*, *Alphitonia neo-caledonica*) et par la présence d'espèces à tendance paraforestière (*Garcinia cf. neglecta*, *Hibbertia lucens*, *Styphelia pancheri*).

Les groupements de piedmont présentent une parenté floristique assez nette avec les groupements des sols érodés. De nombreux termes de passage existent d'ailleurs entre eux et les séparations ne se font pas toujours nettement.

L'alliance à *Normandia neo-caledonica* et *Schoenus juvenis* qui regroupe les associations sur sols érodés et l'alliance à *Myodocarpus fraxinifolius* et *Hibbertia lucens* qui regroupe les associations sur sols ferrallitiques colluviaux de piedmont peuvent être réunies dans un même ordre caractérisé par *Costularia nervosa*, *Pancheria alaternoides*, *Mooria artensis*, *Peripterygia marginata*. L'association à *Homalium kanaliense* et *Costularia comosa* ferait aussi partie de cet ordre.

g - La végétation des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés.

Elle comprend sur chacun des massifs étudiés deux associations qui se localisent selon l'altitude : dans le massif du Sud, l'association à *Tarenna leiloba* et *Gardenia aubryi*, au-dessous de 550 m, et l'association à *Codia albifrons* et *Exocarpos pseudocasuarina*, entre 600 et 1200 m, dans le massif du Boulinda, l'association à *Caryophyllus kriegeeri*, en dessous de 550 m, et l'association à *Rapanea dimi-nuta* et *Araucaria rulei* à des altitudes supérieures.

Les deux associations de la Plaine des Lacs font partie d'une même alliance caractérisée par *Casuarina deplanchiana*, *Dracrydium araucarioides*, *Myrtopsis selingii*, *Dracophyllum involucreatum*, *Beccariella baueri*.

Les deux associations du massif du Boulinda font partie d'une alliance caractérisée par *Alyxia rubricaulis* var. *boulindae* et *Pittosporum dzumacense*.

Ces deux alliances font partie d'un ordre caractérisé par *Tristania guillainii*, *Pancheria confusa* et *Styphelia veillonii*. Les groupements sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés des massifs du Koniambo et de la Tiebaghi feraient partie du même ordre.

h - La végétation des sols complexes.

Nous avons regroupé sous ce vocable trois associations assez mal différenciées représentées toutes trois à basse altitude dans le massif du Boulinda.

En raison de leur structure et de la présence de certaines espèces thermophiles, deux d'entre elles, l'association à *Maxwellia lepidota* et *Stenocarpus trinervis* occupant des pentes abruptes et l'association à *Plectronia odorata* et *Gardenia urvillei*, occupant des zones planes, plus ou

moins hydromorphes, ne sont pas sans rappeler certains faciès de dégradation de la forêt sèche. Compte tenu de leurs compositions floristiques, il semble néanmoins qu'il y ait lieu de les rapprocher des associations sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens avec lesquelles elles pourraient être regroupées dans un ordre caractérisé par *Mooria canescens*, *Homalium deplanchei* et *Rauwolfia semperflorens*.

La troisième association sur sols mixtes du massif du Boulinda apparaît comme une association très appauvrie. De plus, elle occupe une surface réduite. Aussi hésitons-nous à la rapprocher de l'association à *Caryophyllus kriegei* ou de l'association à *Plectronia odorata* et *Gardenia urvillei* avec lesquelles elle semble présenter le plus d'affinités.

### C - Conclusion

L'étude des associations végétales des maquis permet de préciser les distributions des groupements végétaux et les modalités d'intervention de certains facteurs écologiques : altitude, conditions hydriques liées au drainage du sol, propriétés physicochimiques du sol. Ces liaisons sont schématisées dans le tableau 7.

Du point de vue altitudinal trois étages peuvent être définis :

- de 0 à 600 m, un étage de basse et moyenne altitudes caractérisé par des associations végétales planitiales plus ou moins thermophiles.
- de 600 à 1200 m, un étage de moyenne et haute altitudes caractérisé par des associations végétales d'affinités orophiles.
- au-dessus de 1200 m, un étage altimontain, avec une association végétale proprement

TABLEAU 7

LIAISONS ENTRE LA VEGETATION ET LES FACTEURS ECOLOGIQUES PREPONDERANTS DU MILIEU

Types de sol	Sols hypermagnésiens		Sols ferrallitiques			Altitude (m)
Conditions de drainage du sol.	Sols bruns eutrophes hypermagnésiens	Sols hypermagnésiens mixtes	Sols ferrallitiques érodés	Sols ferrallitiques colluviaux	Sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires	
			<i>Metrosideros tetrasticha</i> <i>Quintinia oreophila</i>			> 1200 m
SOLS BIEN			<i>Hibbertia altigena</i> <i>Beaupreopsis paniculata</i> <i>Knightia deplanchei</i> <i>Argophyllum lacum</i>		<i>Codia albifrons</i> <i>Exocarpos pseudocasuarina</i> <i>Rapanea diminuta</i> <i>Arcaucaria rulei</i>	de 600 m à 1200 m
DRAINES	<i>Soulamea pancheri</i> <i>Hibbertia lucida</i>			<i>Codia discolor</i> <i>Eugenia striata</i>	<i>Tarenna leiloba</i> <i>Gardenia aubryi</i>	
	<i>Atractocarpus deplanchei</i> <i>Grevillea metisneri</i>	<i>Mammeilla lepidota</i> <i>Stenocarpus trinervis</i>	<i>Costularia pubescens</i> <i>Styphelia albicans</i>	<i>Myodocarpus elegans</i> <i>Melicope leptococca</i>	<i>Caryophyllus kriegeri</i>	
				<i>Helioschrysum neo-caledonicum</i> <i>Guioa pectinata</i>		< 600 m
Sols à hydromorphie moyenne		<i>Plectronia odorata</i> <i>Gardenia urvillei</i>		<i>Homalium kanaliense</i> <i>Costularia comosa</i>		
Sols fortement hydromorphes				<i>Pancheria communis</i> <i>Mooria buxifolia</i>		

Association à

orophile.

En fonction des conditions hydriques liées au drainage du sol, nous avons distingué :

- Des groupements sur sols bien drainés. Ces groupements sont les plus répandus, ils comprennent un grand nombre d'associations végétales à exigences écologiques par ailleurs très variées.
- Des groupements sur sols à hydromorphie moyenne ou temporaire
- Des groupements sur sols fortement hydromorphes bien représentés dans le massif du Sud.

En fonction de la nature physicochimique du sol, nous avons distingué :

- Des groupements sur sols hypermagnésiens à forte capacité d'échange saturée en magnésium comprenant :
  - . Les associations végétales des sols bruns eutrophes hypermagnésiens typiques relativement pauvres en fer.
  - . Les associations végétales des sols hypermagnésiens complexes mieux pourvus que les précédents en fer, en chrome et parfois en manganèse.
- Des groupements végétaux sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés à très faible capacité d'échange comprenant trois ensembles d'associations végétales.
  - . Les associations sur sols ferrallitiques érodés faiblement à moyennement désaturés, toutes d'affinités rupi-

coles, occupant des crêtes et des pentes érodées.

- . Les associations sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés moyennement à fortement désaturés occupant des zones de faible pente.
- . Les associations sur sols ferrallitiques remaniés colluviaux (ou alluviaux) occupant des bas de pentes et des piedmonts.

Cette étude, sans doute bien loin d'être exhaustive, montre la variété des associations végétales des maquis, cette variété étant le reflet de la diversité des conditions de milieu. Les séquences écologiques se produisent assez fidèlement d'un massif à l'autre. Le massif du Sud, en raison d'une pluviométrie plus élevée et de plus grandes variations d'altitude, est le seul toutefois à posséder un maquis orophile vrai et des groupements nettement hydromorphes, mais, dans le secteur étudié, il ne possède pas une végétation magnésicole aussi diversifiée que celle des massifs de la Côte Ouest.

On ne trouve pas dans les autres régions du monde où les affleurements ultrabasiques ont fait l'objet d'études écologiques une telle variété d'associations végétales. La Nouvelle Calédonie présente de ce point de vue une originalité indéniable qui la rend particulièrement propice à l'étude des effets variés des roches ultrabasiques sur le tapis végétal.

Telle qu'elle ressort de nos inventaires, la richesse floristique des différentes associations végétales est très variable. Avec près de cent espèces, les associations sur sols bruns hypermagnésiens apparaissent relativement riches tandis que l'association des sols fortement hydromorphes, avec une vingtaine d'espèces, et les associations de certains sols ferrallitiques, avec une cinquantaine d'espèces, apparaissent relativement pauvres.

La spécificité de la flore des différentes associations végétales décroît des associations magnésicoles sur sols à forte capacité d'échange, saturés en magnésium, aux associations sur sols ferrallitiques désaturés en bases. On passe, en effet, d'une flore riche en espèces exclusives des substrats issus de roches ultrabasiqes à une flore moins spécialisée, d'avantage apparentée semble-t-il à la flore des groupements sur roches acides. Cette observation peut être rapprochée du fait que la parenté entre le sol et la roche mère diminue quand on passe des sols bruns eutrophes hypermagnésiens aux sols ferrallitiques désaturés. (JAFFRE, LATHAM, 1974)



Forêt humide sempervirente de basse altitude (Massif du Sud, forêt de la Rivière Bleue).



Formation paraforestière à *Casuarina Chamaecyparis* dominant sur sol brun eutrophe hypermagnésien (Massif du Boulinda).



Formation paraforestière à *Casuarina deplancheana* dominant sur sol ferrallitique gravillonnaire (Massif du Sud, Plaine des Lacs).



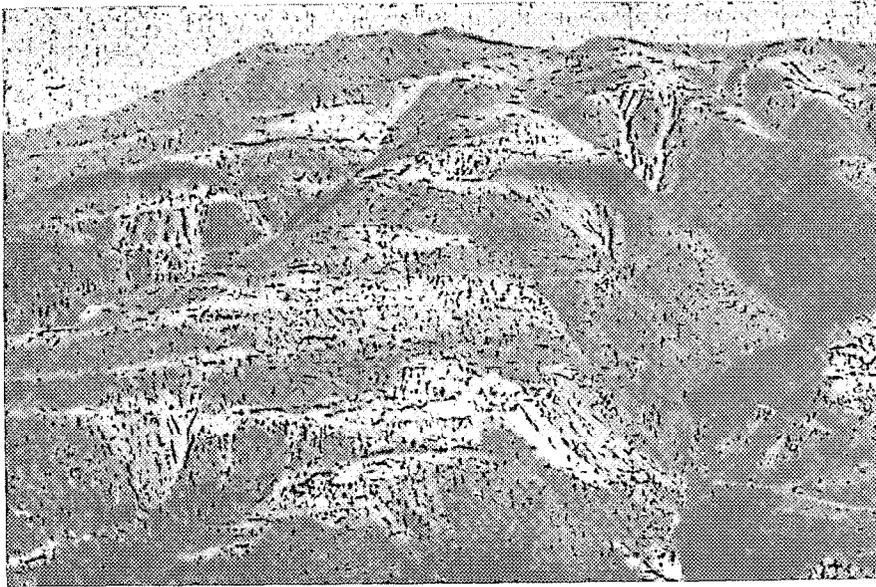
Forêt dense sempervirente  
humide d'altitude, faciès  
à Lichens, Bryophytes et  
Hyménophyllacées (Massif  
du Boulinda)



Forêt humide semper-  
virente, faciès à  
*Araucaria* (Massif du  
Boulinda)

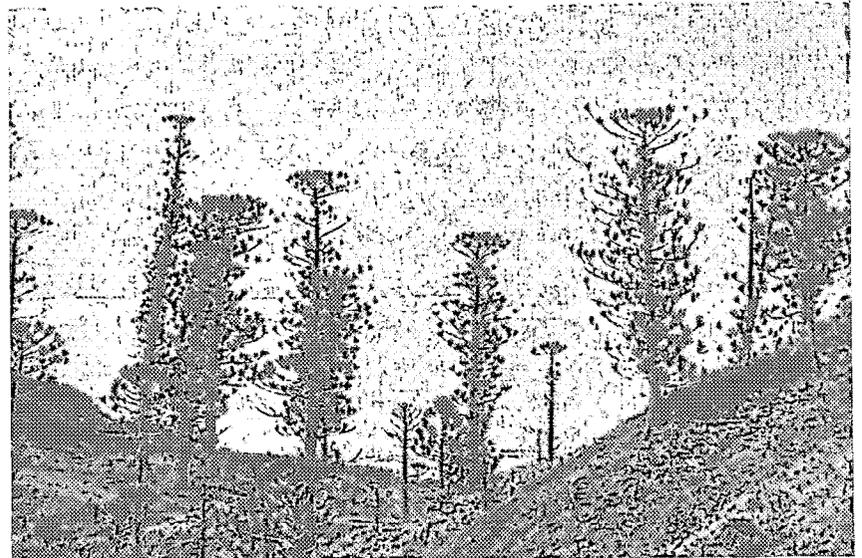


Forêt d'*Arillastrum*  
*gummiiferum* détruite  
par le feu (Massif  
du Sud)



Zone ultrabasique soumise  
à l'exploitation minière  
(massif du Kopélo)

Cliché M. Schmid



Maquis dominé par  
*Araucaria montana*  
(massif du Koniambo)



Maquis dominé par  
*Agathis ovata*  
(Mont Dzumac,  
Massif du sud)



Maquis dominé par *Araucaria rulei* (Massif de Kouaoua)

Association à *Metrosideros tatrasticha* et *Quintinia creophila*





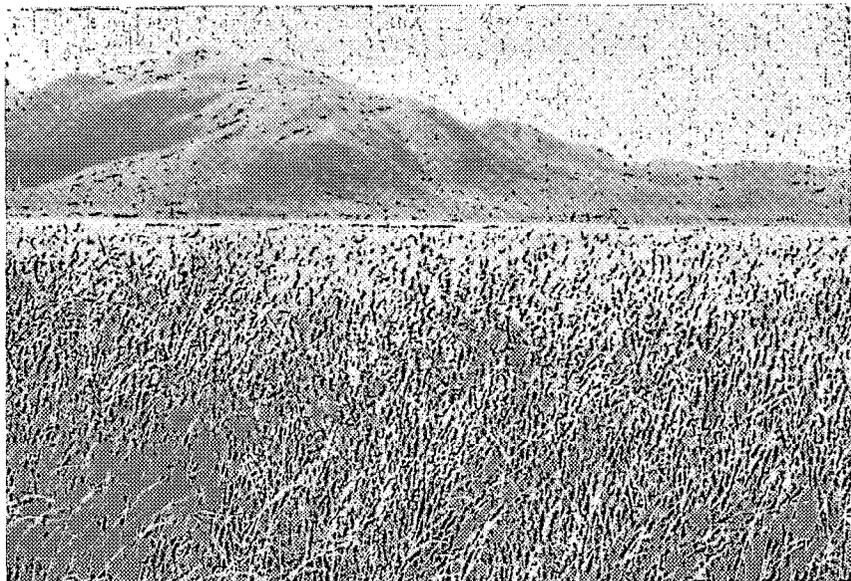
Association à  
*Costularia pubescens* et  
*Styphelia albicans*



Sous unité à tendance  
orophile du Pic du Pin  
(*Callistemon suberosum*)  
et *Araucaria muelleri*)



Association à  
*Homalium kanaliens* et  
*Costularia comosa*



Association à  
*Pancheria communis* et  
*Mooria buxifolia*



Peuplement de  
*Dacrydium guillauminii*



Peuplement de  
*Decussocarpus minor*



Association à  
*Tarenna leiloba* et  
*Gardenia aubryi*



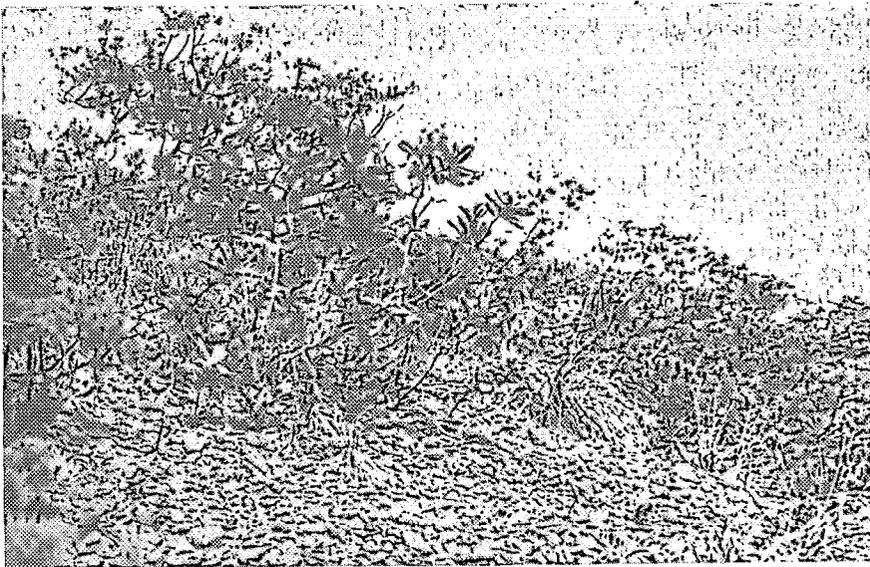
Faciès à  
*Neocallitropsis*  
*pancheri*



Association à  
*Codia albifrons* et  
*Exocarpos pseudocasuarina*  
(*Dacrydium araucarioides*  
dominant)



Association à  
*Atractocarpus deplanchei*  
et *Grevillea meisneri*



Association à  
*Knightia deplanchei* et  
*Argophyllum laxum*





Association à  
*Rapanea diminuta* et  
*Araucaria rulei*



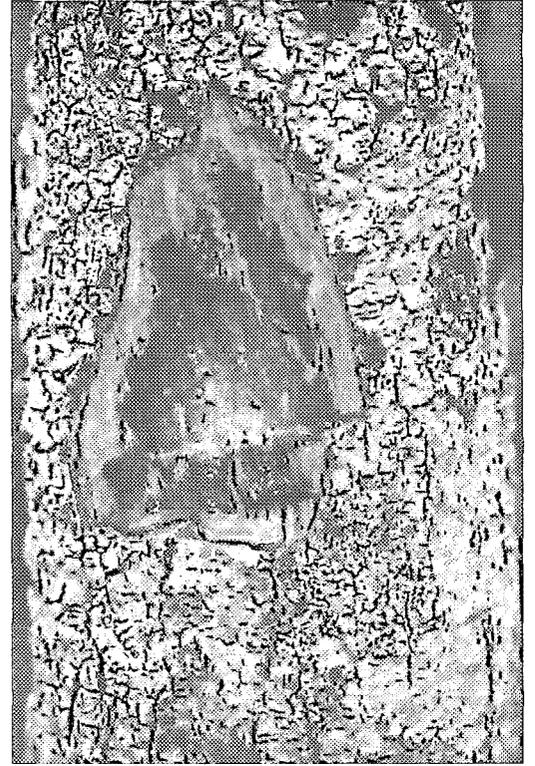
Association à  
*Caryophyllus kriegeri*





l'arbre

*Sebertia acuminata*



le latex coloré



*Psychotria douarrei*

**Troisième Partie**

**PHYTOGÉOCHIMIE**

## I - INTRODUCTION

### 1 - DEFINITION, BUT.

"La phytogéochimie concerne l'étude des relations existant entre la composition chimique des plantes et celle des sols qui les portent" (DUVIGNEAUD et DENAEYER-DE SMET, 1973). Elle s'appuie sur le principe que la composition minérale d'une plante rend compte de l'absorption des éléments minéraux du sol par celle-ci. Cette absorption dépend de l'approvisionnement du sol en éléments minéraux utilisables par la plante et de la spécificité végétale qui règle le comportement de l'espèce à l'égard de l'absorption et de la répartition interne de l'élément.

L'étude de la composition minérale foliaire d'un grand nombre d'espèces a été effectuée, d'une part, dans le but de préciser les conditions de nutrition minérale des plantes dans différents milieux sur roches ultrabasiques, d'autre part, dans le but de préciser le comportement nutritionnel des espèces inféodées à ces substrats.

## 2 - MATERIEL ET METHODES.

Ces études ont été basées sur l'analyse minérale des organes chlorophylliens, le plus souvent les feuilles, dont les variations de composition minérale dans certaines mesures rendent assez bien compte des variations de composition minérale de la plante entière.

Au total 4600 échantillons ont été analysés, correspondant à plus de 500 espèces, dont 350 des maquis, soit environ le tiers des espèces inventoriées sur terrains ultrabasiques. Les prélèvements ont été effectués principalement dans le massif du Boulinda et dans le grand massif du Sud dont la presque totalité des espèces des maquis ont été analysées et dans les massifs du Koniambo et de la Tiebaghi.

Compte tenu de la prédominance des dicotylédones arbustives dans la flore des terrains miniers, c'est à ce groupe qu'appartiennent la majorité des espèces analysées.

### *a - Constitution des échantillons foliaires*

Chaque échantillon foliaire a été constitué à partir de prélèvements effectués sur 3 à 5 plants pris au hasard dans la station. Les prélèvements ont été généralement faits en saison fraîche, de juin à août, période qui correspond à un stade de ralentissement dans le développement végétatif pour la majorité des espèces. Dans le cas des études visant à comparer les compositions minérales des espèces dans plusieurs stations, les prélèvements ont été effectués simultanément dans les différentes stations. L'âge exact des feuilles d'un aussi grand nombre d'espèces croissant dans les conditions naturelles étant très difficile à déterminer, nous avons choisi de prélever chaque fois des feuilles adultes ne présentant aucun signe de vieillissement et situées sur des rameaux de rang moyen sur la plante.

Au laboratoire, les feuilles comme tout autre organe destiné à l'analyse, ont été lavées à l'eau normale, puis rincées à l'eau déminéralisée. Elles ont été séchées à l'étude à 80°, puis réduites en poudre dans un broyeur électrique à couteaux.

*b - Analyses*

La presque totalité des analyses ont été réalisées sur des poudres végétales. Cependant, pour la recherche systématique des espèces accumulatrices de nickel, un certain nombre d'analyses prospectives ont été réalisées directement sur un fragment de feuille prélevé sur échantillon d'herbier. (BROOKS, LEE, REEVES, JAFFRE, 1974).

Les dosages des éléments minéraux (annexe 4) ont été réalisés pour la plupart selon les méthodes utilisées au laboratoire commun d'analyses des Centres O.R.S.T.O.M. de NOUMEA (CHANUT, SOLEILHAVOUP, 1979) et de BONDY (DIDIER DE SAINT AMAND, CAS, 1966).

*c - Reproductibilité des résultats d'analyse.*

A la plupart des séries d'échantillons analysés un échantillon de référence de composition connue a été ajouté. Nous disposons d'un total de 27 résultats par élément pour cet échantillon. Les erreurs relatives calculées par rapport aux moyennes vraies figurent dans le tableau 8. La reproductibilité des mesures apparaît dans l'ensemble satisfaisant excepté pour le chrome.

TABLEAU 8

	moyenne	Intervalle de confiance à 95 %	Erreur relative sur la moyenne vraie
P	0,028 %	± 0,0003	1,08 %
Ca	1,028 %	± 0,015	1,48 %
Mg	0,351 %	± 0,014	4,18 %
Na	0,161 %	± 0,004	2,85 %
K	0,709 %	± 0,016	2,26 %
Fe	244 ppm	± 6	2,73 %
Mn	810 ppm	±13	1,62 %
Ni	585 ppm	±11	1,93 %
Cr	8,38 ppm	± 0,98	11,77 %
Co	8,91 ppm	± 0,53	5,96 %

CALCUL DE L'ERREUR RELATIVE SUR L'ECHANTILLON DE REFERENCE

## I – CONDITIONS DE NUTRITION MINÉRALE DES PLANTES DANS DIFFÉRENTS MILIEUX SUR TERRAINS ULTRABASIQUES

### A – Introduction

Les caractères originaux de la végétation et de la flore sur terrains ultrabasiques sont généralement attribués à ce que DUVIGNEAUD (1966) se référant à la végétation associée aux affleurements de serpentine dans les zones tempérées définit comme "un facteur serpentinique". Celui-ci résulte principalement de l'action des facteurs chimiques spéciaux du sol : taux trop bas en potassium, phosphore et teneurs insuffisantes en azote (GORDON, LIPMAN, 1926; SPENCE, MILLARD 1963), niveau très bas en calcium échangeable et prédominance du magnésium en excès sur le calcium (WALKER, 1954; KRUCKEBERG, 1954, WALKER, WALKER, ASHWORTH, 1955; PROCTOR 1971a), toxicité de certains métaux lourds (nickel, chrome, et cobalt) (ROBINSON, EDINGTON, BYERS 1935; HUNTER, VERGNANO 1952; HUNTER 1954; SOANE, SAUNDER 1959; PARIBOK, ALEXEYEVA - POPOVA 1966; MENEZES DE SEQUEIRA 1968; PROCTOR 1971b; ANDERSON, MEYER, MAYER 1973).

En Nouvelle Calédonie, archipel ayant un relief très accentué, situé en zone tropicale, l'étude de la végétation et des sols a montré que les conditions de milieu sur roches ultrabasiques étaient plus diversifiées qu'en zone tempérée et que le facteur altitudinal, les conditions hydriques et certains facteurs physiques du sol intervenaient à côté des facteurs chimiques du milieu, dans la différenciation des groupements végétaux. La modification des éléments climatiques au-dessus de 1200 m est sans doute la cause principale de la différenciation de l'association à *Metrosideros tetrastricha* et *Quintinia oreophylla*. Les conditions hydriques liées à la capacité de rétention du sol pour l'eau, à la position topographique et à la pluviométrie, exercent certainement une influence importante dans la diversification des formations végétales en maquis, formations paraforestières et forêts, et une action prépondérante dans la différenciation des associations végétales des zones hydromorphes. La nature physique de l'horizon supérieur du sol intervient dans la différenciation des maquis arbustifs sur sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires et des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques remaniés érodés ou colluvionnés (JAFFRE, LATHAM, 1974). Enfin les variations de la composition chimique des sols jouent assurément un rôle primordial dans la distribution de nombreuses espèces : nous avons essayé plus particulièrement de cerner leur rôle en effectuant l'étude comparative d'une part des conditions de nutrition minérale dans des milieux sur roches ultrabasiques et dans des milieux sur substrats différents, d'autre part, dans différents types de milieux sur roches ultrabasiques.

#### B - Méthode d'étude

L'étude des conditions de nutrition minérale des plantes dans différents types de groupements végétaux s'appuie sur deux méthodes. La première consiste à examiner les

variations de teneurs en éléments minéraux d'une ou de plusieurs espèces bien représentées dans chacun des différents types de biotopes que l'on veut étudier. Elle repose sur l'hypothèse que les conditions de nutrition minérale offertes par un sol ont une influence directe sur la composition minérale d'une espèce donnée, ceci étant d'autant plus vrai, et c'est le cas sur roches ultrabasiques, que les teneurs en éléments minéraux du sol sont loin de présenter des valeurs optimales pour la vie végétale. Par cette méthode, il a été possible de comparer les conditions de nutrition minérale sur terrains ultrabasiques et sur substrats de nature différente, ou de les comparer dans plusieurs catégories de maquis miniers.

La seconde méthode, qui s'applique mieux à des formations ayant peu d'espèces communes entre elles, consiste à examiner l'ensemble des teneurs moyennes en éléments minéraux des espèces constitutives de la nappe foliaire, cette méthode s'appuie sur le principe que la composition minérale de la nappe foliaire, tout en étant fonction de la composition floristique de celle-ci, est aussi plus ou moins étroitement en relation avec les propriétés chimiques du sol, la sélection des espèces au sein de la végétation occupant un milieu donné s'exerçant en faveur de celles dont le statut minéral est le mieux adapté aux conditions de ce milieu. Par cette méthode ont été comparées, d'une part, les conditions de nutrition minérale dans les forêts sur terrains ultrabasiques et sur substrats normaux, d'autre part, les conditions de nutrition minérale dans les forêts sur roches ultrabasiques et dans les différentes catégories de maquis miniers.

### **C – Comparaison des conditions de nutrition minérale dans des biotopes en zone ultrabasique et dans des biotopes en dehors de cette zone**

Cette étude est basée, d'une part, sur la comparaison de la composition minérale foliaire d'échantillons d'espèces ubiquistes recueillies dans des groupements végé-

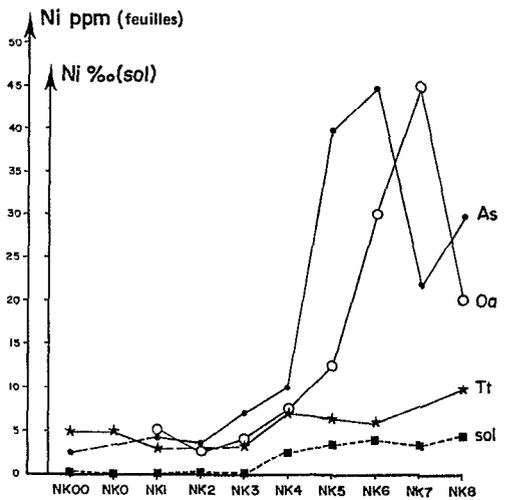
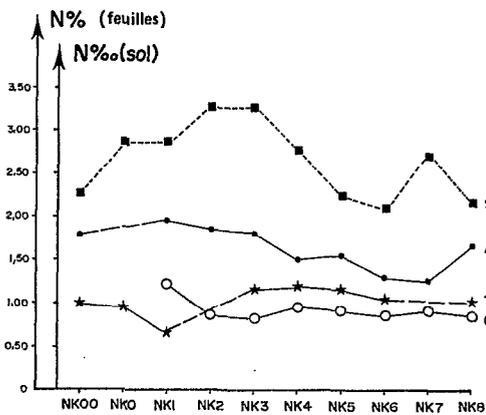
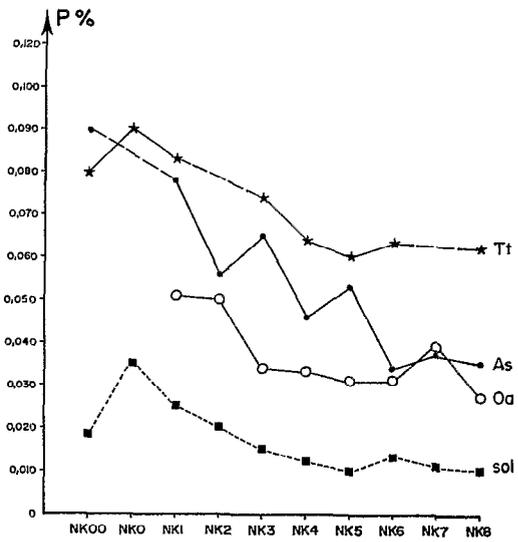
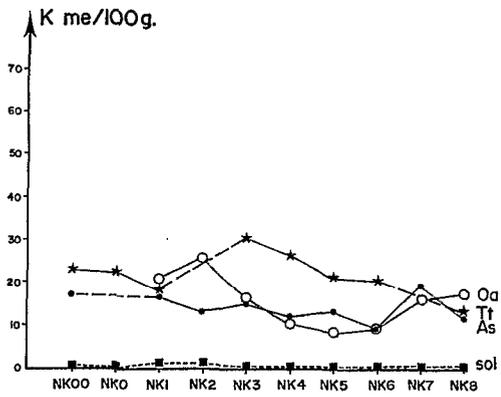
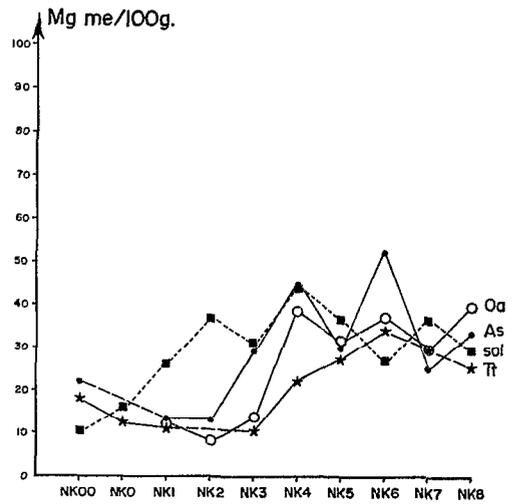
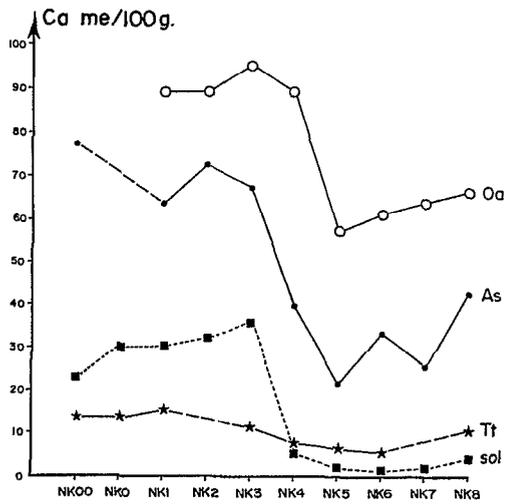
taux sur roches ultrabasiques et dans des groupements végétaux sur substrats de natures différentes, d'autre part, sur la comparaison de la composition minérale foliaire moyenne des espèces localisées aux forêts sur roches ultrabasiques et des espèces localisées aux forêts sur calcaires et sur phanites.

I - VARIATION DE LA COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE DE PLUSIEURS ESPÈCES SUR BASALTES ET SUR SERPENTINITES (FIG. 14)

Trois espèces végétales *Acacia spirorbis*, *Osmanthus austrocaledonicus*, *Themeda triandra* ont fait l'objet d'analyses foliaires dans plusieurs stations le long d'un transect, à la base du massif du Boulinda, recoupant le contact entre les basaltes et les serpentinites. Les changements de végétation et de sols intervenant le long de ce transect ont été étudiés dans la deuxième partie (fig. 9)

Des basaltes (stations NK 00 à NK 3) aux serpentines (stations NK 4 à NK 8) on constate une diminution des teneurs foliaires en calcium et en phosphore, une légère diminution des teneurs foliaires en potassium et une augmentation des teneurs en magnésium et en nickel. Les teneurs en azote restent quant à elles sensiblement constantes sur les deux types de substrats. Les teneurs en manganèse, qui ne figurent pas sur le graphique, sont relativement basses (< 100 ppm) pour les espèces étudiées et sensiblement du même ordre de grandeur sur basaltes et sur serpentines. Les teneurs en chrome et en cobalt sont dans toutes les analyses effectuées inférieures à 2,5 ppm, seuil de validité de la méthode d'analyse.

Les différences enregistrées dans la composition minérale foliaire des espèces ayant fait l'objet d'analyses sont le reflet des différences de teneurs en éléments minéraux du sol. Par rapport aux basaltes, les roches



Variation de la composition minérale du sol (Ca, Mg, K échangeables, N, P, Ni totaux) et de la composition minérale de trois espèces végétales : (As: *Acacia spirorbis*, Oa: *Osmanthus austro-caledonicus*, Tt: *Themeda triandra*) au contact Basaltes/Serpentines à la base du massif du Boulinda.

Fig.14

ultrabasiqnes offrent des conditions de nutrition minérale nettement moins favorables en ce qui concerne le phosphore et le calcium. Etant admis que les basaltes sont normalement pourvus en magnésium et en nickel, l'augmentation des teneurs en ces deux éléments dans les échantillons provenant de la zone ultrabasiqne, indiquerait qu'ils s'y trouvent en excès.

II - COMPARAISON DE LA COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE  
D'*Acacia spirorbis* SUR TERRAINS ULTRABASIQUES,  
SUR BASALTES ET SUR SCHISTES SILICEUX.

On a comparé la composition minérale foliaire moyenne d'*Acacia spirorbis* dans quatre catégories de groupements végétaux comprenant deux groupements sur terrains ultrabasiqnes, un maquis arbustif sur sols bruns hypermagnésiens sur serpentinites (alliance à *Xanthostemon ssp.* et *Stenocarpus milnei*), un maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires sur péridotites (association à *Caryophyllus kriegeeri*) et deux groupements sur substrats différents, un maquis sur schistes siliceux et une savane sur basaltes.

Les moyennes des teneurs pour les différents éléments minéraux (fig. 15) ont fait l'objet d'une analyse statistique (tableau 9).

Dans les maquis sur serpentinites, par rapport aux savanes sur basaltes, *Acacia spirorbis* présente des teneurs nettement plus basses en phosphore et en calcium, des teneurs légèrement plus faibles en azote et des teneurs nettement plus élevées en magnésium et en nickel. Pour les autres éléments, on ne note pas dans ce cas de différences importantes. Les variations des teneurs foliaires d'un substrat à l'autre sont fortement significatives pour le phosphore, le calcium, le magnésium et le nickel, faiblement significatives pour l'azote et non significatives pour le potassium, le sodium et le manganèse. Par rapport au maquis

TABLEAU 9

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Ni
A - C	*	****	ns	****	****	ns	ns	****
A - D	ns	ns	ns	ns	****	ns	ns	****
B - C	**	****	**	****	*	ns	****	*
B - D	ns	ns	*	*	ns	ns	****	**

COMPARAISON STATISTIQUE DES MOYENNES DES TENEURS EN DIFFERENTS  
ELEMENTS MINERAUX DANS LES FEUILLES D' *Acacia spirorbis* CROISSANT DANS QUATRE  
CATEGORIES DE MILIEUX :

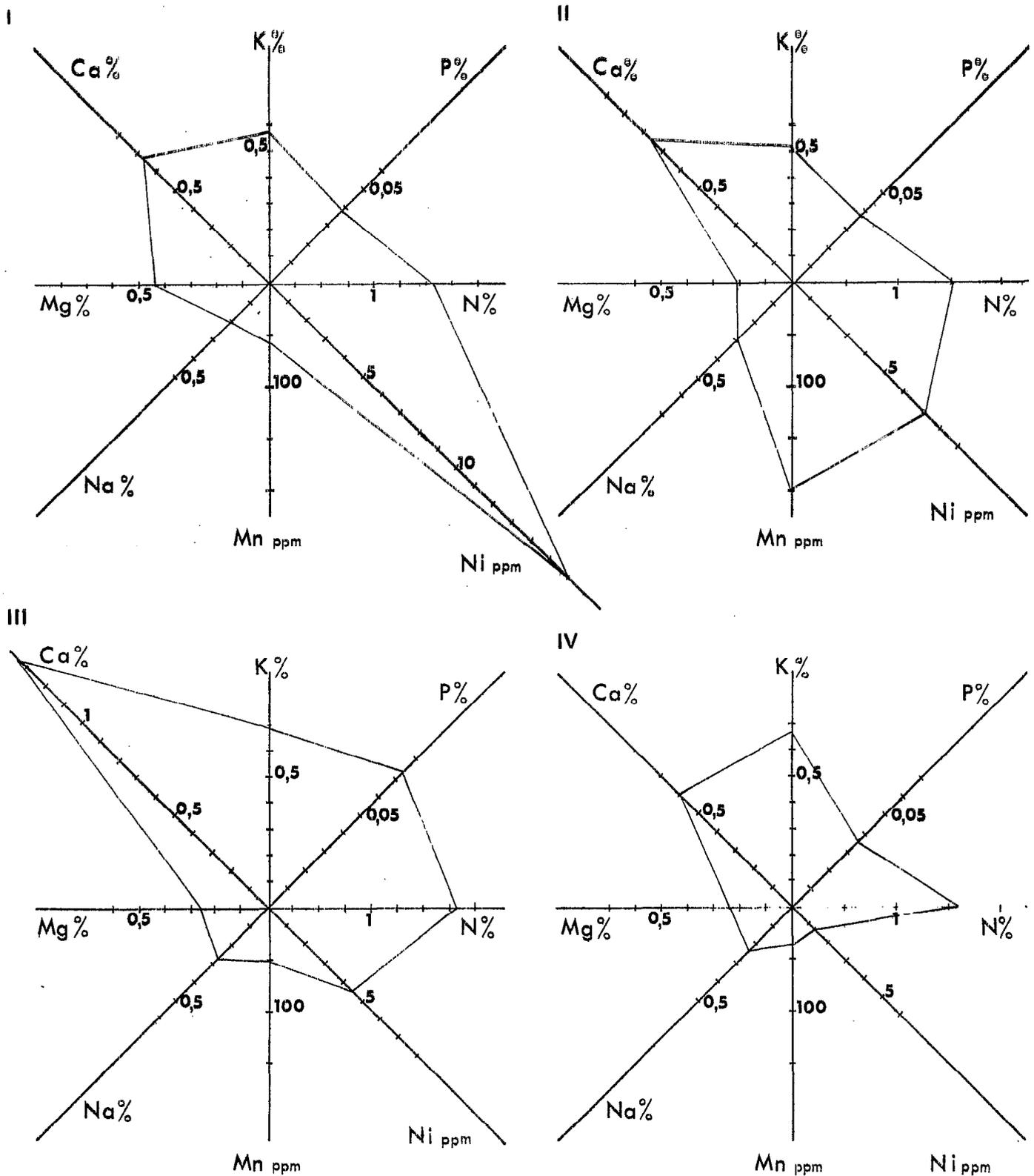
- A - Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens sur serpentinites
- B - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires sur péridotites
- C - Savane sur basaltes
- D - Maquis sur schistes siliceux

\* Différence significative au risque de 5 %

\*\* Différence significative au risque de 1 %

\*\*\*\* Différence significative au risque de 0,1 %

ns Différence non significative, risque > 5 %



Teneurs en éléments minéraux des feuilles d'*Acacia spirorbis* dans quatre catégories de biotopes  
 Biotopes sur roches ultrabasiques

I Maquis arbustif sur sols bruns hypermagnésiens  
 II Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires

Biotopes sur substrats différents

III Savane sur basaltes  
 IV Maquis sur schistes siliceux

sur roches siliceuses, *Acacia spirorbis* présente, sur serpentinites, des teneurs nettement plus élevées en magnésium et en nickel, avec des différences statistiquement très significatives, et des teneurs sensiblement identiques, avec des différences non significatives, en N, P, K, Ca, Na, Mn.

Dans le maquis sur sols ferrallitiques issus de péridotites, *Acacia spirorbis* présente des teneurs foliaires en azote, en phosphore, en potassium et en calcium nettement plus faibles et des teneurs en magnésium sensiblement plus basses que sur basaltes. Les teneurs en manganèse sont, par contre, nettement plus élevées et les teneurs en nickel légèrement plus élevées. Les variations des teneurs foliaires d'un substrat à l'autre sont fortement significatives pour le phosphore, le calcium et le manganèse, moyennement significatives pour l'azote et le potassium, faiblement significatives pour le nickel et le magnésium et non significatives pour le sodium. Les teneurs en calcium et en nickel foliaire enregistrées dans *Acacia spirorbis* sur sols ferrallitiques issus de péridotites sont sensiblement plus élevées que celles enregistrées sur schistes siliceux, les différences étant faiblement significatives pour le calcium et moyennement significatives pour le nickel. Par contre, les teneurs en potassium sont sensiblement plus basses avec une différence faiblement significative. Les teneurs en N, P, Mg, Na varient peu.

Les conditions de nutrition minérale sur terrains ultrabasiques par rapport à celles réalisées sur les basaltes, qui donnent naissance à des sols relativement fertiles quoique assez pauvres en potassium, se caractérisent par une carence générale en N, P et Ca, une carence en K plus accentuée sur sols ferrallitiques, un excès en magnésium et en nickel sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens issus de serpentinites et un excès en manganèse sur sols ferrallitiques issus de péridotites.

Par rapport aux conditions minérales sur

schistes siliceux, qui donnent naissance à des sols très pauvres, les conditions de nutrition minérale en zone ultrabasique sont caractérisées par un excès en magnésium et en nickel sur sols bruns eutrophes, par un fort excès en manganèse et un faible excès en nickel sur sols ferrallitiques, par une légère carence en potassium dans les deux cas et par des conditions d'alimentation calcique sensiblement plus favorables sur sols ferrallitiques.

III - COMPARAISON DE LA COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE  
DE *Myodocarpus fraxinifolius* SUR PÉRIDOTITES ET  
SUR GABBROS ET GRANODIORITES

La composition minérale foliaire moyenne de *Myodocarpus fraxinifolius* a été déterminée sur sols ferrallitiques colluviaux de piedmont sur péridotites et sur sols ferrallitiques peu évolués sur gabbros et granodiorites. Les compositions minérales moyennes déterminées à partir d'une trentaine d'échantillons foliaires ont fait l'objet d'une comparaison statistique (tableau 10)

La composition minérale de cette espèce ne diffère pas d'un substrat à l'autre, exception faite du nickel dont les teneurs sont significativement plus élevées sur péridotites.

Les conditions de nutrition minérale apparaissent donc semblables sur ces deux types de substrats hormis pour le nickel. Il convient d'observer, comme nous l'avons déjà signalé, que le maquis ligno-herbacé qui occupe les gabbros et les granodiorites du Sud de l'île ne diffère floristiquement que très peu du maquis ligno-herbacé des zones de piedmont sur péridotites.

TABLEAU 10

	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Ni
Péridotites	0,035 ± 0,001	1,13 ± 0,047	0,72 ± 0,022	0,18 ± 0,008	0,51 ± 0,025	201 ± 20	14,6 ± 0,78
Gabbros	0,034 ± 0,001	1,17 ± 0,049	0,65 ± 0,027	0,16 ± 0,007	0,48 ± 0,033	227 ± 25	10,5 ± 0,88
Comparaison statistique des moyennes	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***

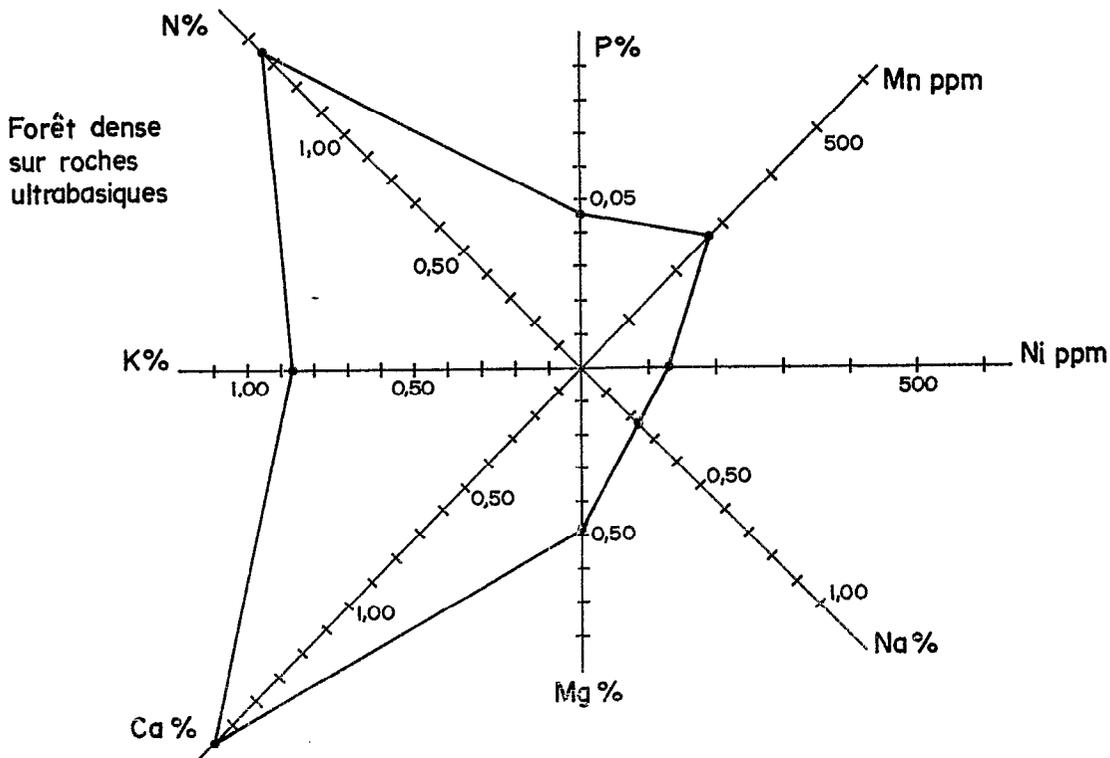
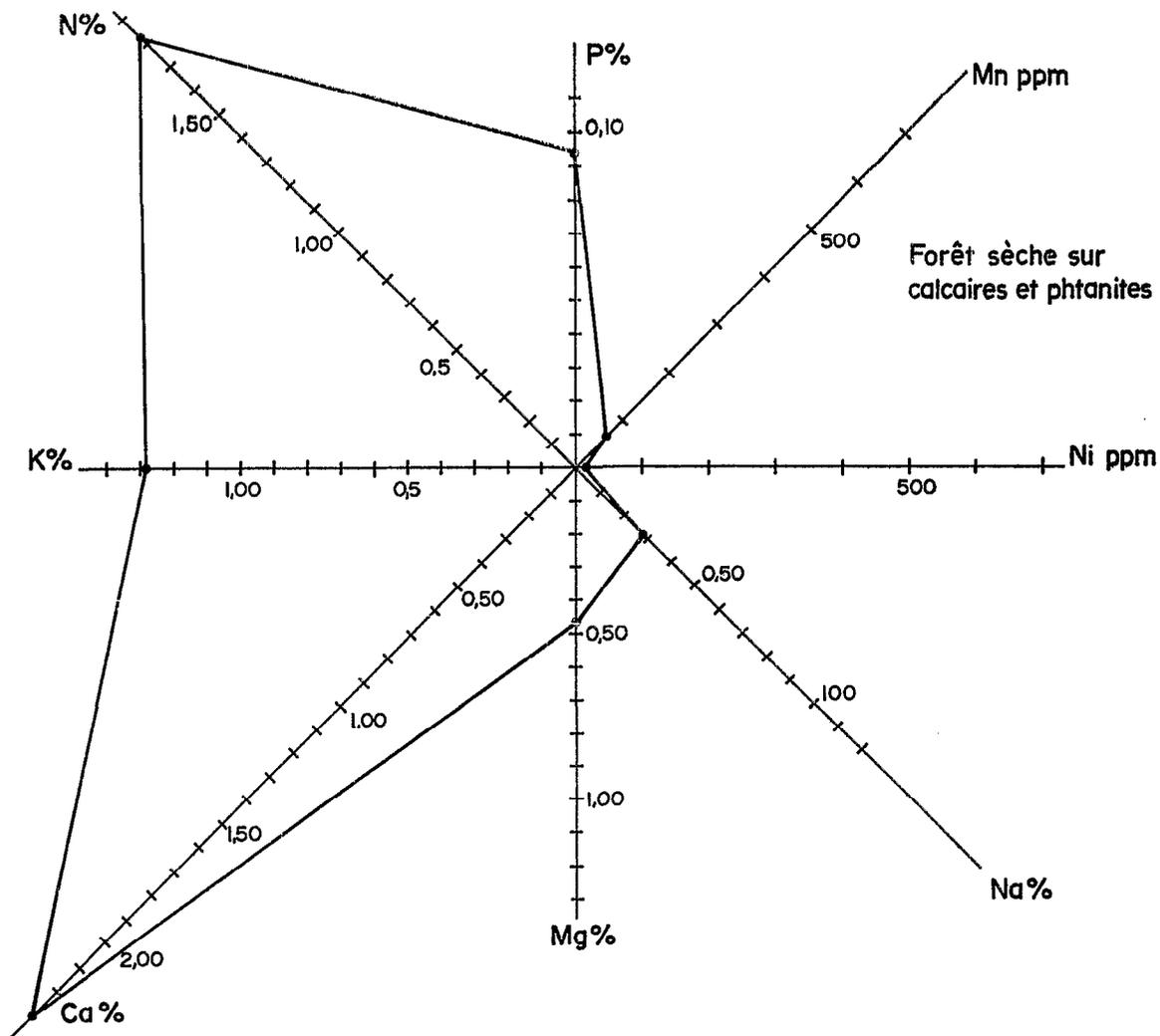
COMPARAISON DES TENEURS EN ELEMENTS MINERAUX DES FEUILLES DE  
*Myodocarpus fraxinifolius* SUR PERIDOTITES, SUR GABBROS ET GRANODIORITES

- \* Différence significative au risque de 5 %
- \*\* Différence significative au risque de 1 %
- \*\*\* Différence significative au risque de 0,1 %
- ns Différence non significative, risque > 5 %

IV - COMPARAISON DE LA COMPOSITION MINERALE MOYENNE  
DE LA NAPPE FOLIAIRE DES FORETS SUR TERRAINS  
ULTRABASIQUES ET DES FORETS SUR CALCAIRES ET  
PHTANITES (fig. 16)

La composition minérale foliaire moyenne a été déterminée en faisant la moyenne des teneurs foliaires en chaque élément d'un nombre important d'espèces appartenant à la flore des forêts considérées (les moyennes portent sur 50 espèces pour les forêts sur calcaires et phtanites et sur 140 espèces pour les forêts sur terrains ultrabasiques). Les teneurs anormalement élevées, correspondant à des accumulations inhabituelles de certains éléments par quelques espèces, n'ont pas été prises en ligne de compte pour le calcul des teneurs moyennes. Les teneurs en azote foliaires n'ont été déterminées que pour 39 espèces des forêts sur calcaires et phtanites et pour 118 espèces des forêts sur terrains ultrabasiques.

Les teneurs en phosphore, en azote, en potassium et en calcium de la nappe foliaire des forêts sur roches ultrabasiques sont basses, voire très basses pour le phosphore et le potassium. Elles sont nettement inférieures à celles de la nappe foliaire des forêts sur calcaires et phtanites. Les teneurs en nickel et en manganèse sont par contre plus élevées dans la nappe foliaire des forêts sur roches ultrabasiques, la différence pour le nickel étant relativement forte. Les teneurs en magnésium et en sodium, exprimées par rapport à la matière sèche, sont approximativement du même ordre de grandeur dans les nappes foliaires des deux catégories de forêts, mais, par rapport à la somme des cations, elles sont plus élevées dans les forêts sur terrains ultrabasiques. Le cobalt et le chrome, qui sont pratiquement absents de tous les échantillons provenant de la forêt sur calcaires et sur phtanites, sont représen-



Représentation graphique de la composition minérale moyenne des Dicotylédones des forêts sèches sur calcaires et phanites, et des forêts denses sur roches ultrabasiques.

tés à des taux très variables, parfois relativement élevés, dans les forêts sur terrains ultrabasiques.

Les variations dans la composition minérale des nappes foliaires des deux catégories de forêts montrent que les conditions de nutrition minérale des forêts sur terrains ultrabasiques se distinguent de celles des forêts sur calcaires et phanites par une carence en phosphore, en azote, en calcium et en potassium, par un excès plus ou moins accentué en nickel, en chrome et en cobalt, et par une meilleure alimentation en manganèse.

#### D – Comparaison des conditions de nutrition minérale dans différents biotopes sur terrains ultrabasiques

D'une part nous avons examiné les variations de la composition minérale foliaire chez plusieurs espèces à tendance ubiquiste dont les échantillons ont été recueillis dans quatre catégories de maquis associés chacun à un type de sol différent, d'autre part, nous avons comparé la composition minérale moyenne des nappes foliaires des forêts sur roches ultrabasiques à celle des maquis.

##### I – VARIATIONS DE LA COMPOSITION MINERALE FOLIAIRE CHEZ LES ESPECES UBIQUISTES

- Cette étude a porté sur 53 espèces, toutes représentées au moins dans deux des quatre types de maquis suivants\*

. Le maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens correspondant à l'alliance à *Xanthostemon* ssp. et *Stenocarpus milnei*.

\* Cette étude complète une étude précédente (JAFFRE, 1976) concernant seulement le maquis sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens et le maquis sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés.

. Le maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés correspondant à l'alliance à *Normandia neo-caledonica* et *Schoenus juvenis*.

. Le maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont correspondant à l'alliance à *Myodocarpus fraxinifolius* et *Hibbertia lucens*.

. Le maquis buissonnant sur sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires regroupant, dans l'ordre à *Tristania guillainii* et *Pancheria confusa*, l'alliance à *Alyxia rubricaulis* et *Pittosporum dzumacense* et l'alliance à *Casuarina deplanchecana* et *Dacrydium araucarioides*.

Dans les quatre cas, il s'agit de biotopes sur sols assez bien drainés même s'il existe quelques marques d'hydromorphie temporaire dans le cas de certains sols bruns profonds à tendance vertique ou de certains sols ferrallitiques de piedmont. La composition chimique des différentes catégories de sols figure en annexe (annexe 2)

La comparaison a été réalisée, d'une part directement, par simple confrontation des résultats d'analyses obtenus pour une même espèce dans différents biotopes, (tableau 11), d'autre part statistiquement, en comparant par la méthode des couples les moyennes des teneurs en un élément donné pour un même lot d'espèces dans deux biotopes différents (tableau 12). Pour le nickel et le manganèse, en raison des très fortes variations de teneurs d'une espèce à l'autre, les calculs statistiques ont été effectués sur les logarithmes. Les teneurs en cobalt et en chrome qui, dans bien des cas, sont inférieures au seuil de validité de la méthode de dosage, n'ont pas fait l'objet de calculs statistiques.

TABLEAU 11  
COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE D'ESPÈCES COMMUNES A DIFFÉRENTES CATEGORIES  
DE MAQUIS (Teneurs rapportées à la matière sèche)

Catégories de biotopes :

S : Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens

E : Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés

P : Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont

C : Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés

Eléments minéraux	Ca%	Mg%	Na%	K%	Ca me/100g Mg mg/100g	N%	P%	Mn ppm	Fe ppm	Ni ppm	Co ppm	Cr ppm	SiO <sub>2</sub> %	
Espèces														
<i>Acacia spirorbis</i>	S	0,71	0,43	0,22	0,59	1,00	1,67	0,041	55	66	20	1,18	1,25	0,25
	C	0,80	0,20	0,29	0,53	2,43	1,65	0,036	196	68	8	< 2,5	1,5	0,33
<i>Agatea deplanchei</i>	S	0,43	1,50	0,13	1,65	0,17	1,56	0,050	212	81	234	5,8	17,9	1,59
	P	0,94	0,88	0,14	1,86	0,65	1,93	0,059	322	66	989	26,3	40,3	1,25
<i>Alphitonia neo-caledonia</i>	S	0,75	0,40	0,06	0,57	1,14	0,97	0,031	153	179	41	1,99	3,10	0,27
	P	1,02	0,23	0,07	0,62	2,69	0,92	0,026	468	65	59	2,83	1,38	0,17
	C	0,90	0,17	0,08	0,62	3,21	0,82	0,032	328	69	20	2,5	1,44	0,05
<i>Alstonia coriacea</i>	E	1,58	0,39	0,35	1,10	2,46	0,90	0,024	2300	66	38	2,5	5,6	0,18
	P	1,54	0,29	0,25	0,91	3,22	1,04	0,024	2957	63	14	2,58	3,70	0,06
<i>Argophyllum montanum</i>	E	0,45	0,24	0,16	0,68	1,14	0,75	0,020	156	81	395	6,31	2	2,21
	S	0,43	0,26	0,11	0,60	1,00	0,83	0,022	75	-	330	2,2	2	5,60
<i>Austrobuscus buxoides</i>	S	0,88	0,29	0,13	0,77	1,84	0,72	0,021	116	62	17	2,05	1,31	0,32
	C	1,37	0,23	0,13	0,70	3,62	0,75	0,019	2870	96	8	2,12	2,10	0,08
<i>Cordia montana</i>	S	0,66	0,47	0,14	0,47	0,85	0,77	0,024	61	74	98	6,94	7,92	5,43
	E	0,55	0,29	0,09	0,36	1,15	0,67	0,024	648	61	360	8,7	3,82	1,10
	P	0,72	0,33	0,15	0,36	1,32	0,81	0,021	540	72	422	9,3	26,0	2,54
	C	0,67	0,26	0,12	0,38	1,56	0,75	0,024	1423	50	88	31	5,96	0,33
<i>Cordia nitida</i>	E	0,84	0,35	0,18	0,49	1,46	0,48	0,015	297	50	246	44	8,1	4,6
	P	1,17	0,35	0,11	0,55	2,03	0,53	0,017	414	50	227	17	12	2,64
<i>Cosularia pubescens</i>	S	0,07	0,13	0,05	0,51	0,33	0,59	0,026	69	129	10	2	5,32	6,41
	E	0,10	0,07	0,09	0,43	0,87	0,62	0,019	101	89	23	2,5	2,48	6,23
	C	0,08	0,08	0,04	0,57	0,61	0,81	0,025	114	83	5	2,5	2,0	0,12
<i>Cunonia macrophylla</i>	P	1,06	0,44	0,30	0,21	1,46	0,47	0,013	931	42	26	1,95	2,47	0,19
	C	0,82	0,12	0,52	0,12	4,19	0,60	0,014	80	22	4,5	< 2,5	1	0,36
<i>Dodonaea viscosa</i>	S	0,59	0,77	0,09	0,80	0,46	1,26	0,051	68	176	91	5,95	2,22	0,21
	C	1,11	0,42	0,18	0,72	1,60	1,44	0,052	326	131	121	10	2,7	0,08
<i>Erythroxylum novo-caledonia</i>	S	1,47	0,25	0,18	0,93	3,57	1,23	0,043	93	80	67	2,45	2,05	2,60
	C	1,48	0,20	0,12	0,97	4,49	1,32	0,040	145	60	26	< 2,5	2	0,08

	Ca	Mg	Na	K	Ca	N	P	Mn	Fe	Ni	Co	Cr	SiO <sub>2</sub>	
	%	%	%	%	mg/100g	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	
					mg/100g									
<i>Excoarpos neo-caledonicus</i>	P	0,91	0,27	0,43	0,61	2,05	0,60	0,028	2597	184	39	1,9	7,1	0,08
	C	0,86	0,18	0,24	0,46	2,90	0,50	0,032	3400	80	13	2,4	3	0,03
<i>Excoarpos phyllanthoides</i>	S	1,02	0,45	0,20	1,20	1,38	0,89	0,057	175	48	58	1,8	1,33	0,33
	C	1,79	0,12	0,20	0,99	9,06	0,84	0,038	122	27	28	3	0,2	0,39
<i>Garcinia amplexicaulis</i>	E	0,60	0,29	0,41	0,60	1,26	0,66	0,022	895	-	98	2,5	2,5	0,1
	P	0,75	0,17	0,37	0,41	2,68	0,61	0,019	4961	50	81	2,5	2,5	0,1
	C	0,65	0,21	0,50	0,48	1,88	0,73	0,022	1040	50	13	2	2,5	0,1
	E	0,53	0,27	0,11	0,53	1,19	0,82	0,026	2736	115	154	1,7	2,27	0,04
<i>Grevillea exul</i>	P	0,61	0,22	0,14	0,58	1,68	0,72	0,031	3562	127	41	1,55	4,27	0,40
	C	0,70	0,18	0,16	0,27	2,36	0,73	0,020	1720	50	5	1	4,35	0,15
<i>Grevillea gillivrayii</i>	P	1,03	0,32	0,08	0,30	1,95	0,73	0,026	2703	118	12	2,5	2,5	0,60
	C	1,08	0,32	0,06	0,22	2,05	0,77	0,024	775	156	10	1,0	5,4	0,23
<i>Gentostoma oleiifolium</i>	P	1,30	0,90	0,42	0,59	0,88	1,13	0,024	3035	112	41	3,20	3,12	0,13
	C	1,34	0,75	0,45	0,60	1,08	1,25	0,021	2381	193	32	2,55	4,87	0,04
<i>Hibbertia lucena</i>	S	1,26	0,41	0,23	0,41	1,87	0,85	0,026	26	212	51	1,7	5,3	16,14
	P	1,64	0,27	0,25	0,50	3,69	1,08	0,028	52	106	106	1,9	4,42	9,35
	C	1,78	0,23	0,37	0,44	4,67	1,45	0,031	45	140	35	1,7	2,0	0,34
<i>Hibbertia pulchella</i>	E	0,89	0,18	0,12	0,50	3,0	0,81	0,021	127	119	75	2,5	5,4	12,23
	P	0,82	0,22	0,13	0,46	2,26	0,84	0,019	312	120	165	2,5	7,12	7,67
	C	0,95	0,16	0,15	0,56	3,60	0,81	0,027	203	-	51	2,5	3,15	2,36
<i>Hibbertia trachyphylla</i>	S	0,85	0,52	0,34	0,20	0,99	0,89	0,025	20	31	100	2,5	8,1	19,35
	P	0,91	0,36	0,18	0,34	1,53	0,87	0,027	65	94	108	2,67	3,86	19,36
<i>Halfordia kendaok</i>	S	2,56	0,53	0,18	1,20	2,93	1,22	0,037	34	59	15	2,48	2,12	0,20
	C	2,56	0,17	0,26	1,36	9,14	1,22	0,039	56	53	10	3,01	2,75	0,05
<i>Ilex sebertia</i>	P	0,41	0,30	0,45	0,62	0,83	0,96	0,046	527	90	70	2	2,5	0,10
	C	0,56	0,24	0,63	0,33	1,42	0,77	0,032	2350	87	15	2,5	3,5	0,02
<i>Izora francii</i>	P	0,84	0,18	0,14	0,88	2,83	0,93	0,033	60	60	16	1,0	2,0	0,03
	C	1,16	0,24	0,13	0,71	2,93	0,87	0,030	85	64	10	1,9	2,32	0,02
<i>Leptodermis pertorax</i>	S	0,14	0,24	0,16	0,42	0,35	0,34	0,016	137	77	14	2	8	6,44
	E	0,24	0,09	0,17	0,70	1,62	0,34	0,008	1090	62	33	2,08	7,7	5,14
	C	0,19	0,07	0,20	0,70	1,65	0,62	0,013	1034	36	14	2	2	0,76
<i>Lomandra insularis</i>	S	0,53	0,15	0,18	0,42	2,14	0,80	0,023	136	60	15	2	2	0,1
	C	0,60	0,09	0,11	0,68	4,05	1,00	0,030	334	112	11	2,9	2,4	0,1
<i>Metrosideros engleriana</i>	E	0,95	0,45	0,19	0,27	1,44	0,36	0,017	185	48	20	1,5	1,2	0,04
	C	1,05	0,11	0,23	0,23	5,80	0,50	0,018	1620	188	7	1,7	3,5	0,02

	Ca	Mg	Na	K	Ca mg/100g Mg mg/100g	N	P	Mn	Fe	Ni	Co	Cr	SiO <sub>2</sub>	
	%	%	%	%		%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	
<i>Moutrouziera spherioidea</i>	S	1,28	0,60	0,16	0,48	1,29	0,78	0,020	23	113	36	1,4	2,08	0,27
	E	1,54	0,34	0,21	0,67	2,75	0,76	0,024	74	32	41	2,5	2,5	0,15
	P	1,62	0,35	0,18	0,61	2,81	0,81	0,022	103	125	52	2,02	2,01	0,15
	C	1,41	0,28	0,13	0,71	3,06	0,74	0,020	85	62	8	1,45	0,93	0,05
<i>Myrtus rufa - punctata</i>	S	0,53	0,70	0,05	0,42	0,48	0,68	0,017	13	140	40	1,0	2,5	0,23
	E	0,55	0,58	0,05	0,46	0,58	0,53	0,018	19	89	47	1,93	2,33	0,12
<i>Nepenthes vieillardii</i>	E	0,45	0,48	0,53	1,20	0,57	1,43	0,079	110	213	190	4	1	0,03
	P	0,49	0,40	0,64	1,16	0,78	1,23	0,060	325	150	111	4,4	1	0,04
<i>Osmantus austro-caledonicus</i>	S	1,30	0,43	0,07	0,51	1,83	0,85	0,028	28	79	15	1,81	1,67	0,23
	C	1,28	0,12	0,05	0,62	6,48	0,70	0,022	47	96	14	1,75	4,25	0,06
<i>Pancheria alaternoides</i>	S	0,53	0,50	0,12	0,28	0,64	0,51	0,013	47	50	202	4,95	4,51	1,82
	E	0,60	0,33	0,15	0,25	1,10	0,52	0,013	201	50	225	37,39	11,04	0,89
	P	0,57	0,36	0,13	0,26	0,96	0,48	0,014	794	50	214	19,7	9,4	0,55
	C	0,54	0,30	0,18	0,31	1,09	0,53	0,016	410	-	72	17	2,91	0,06
<i>Pancheria hirsuta</i>	P	1,65	0,30	0,19	0,22	3,34	0,53	0,014	2930	180	76	4,58	3	0,18
	C	1,63	0,34	0,14	0,23	2,91	0,56	0,018	3800	180	50	3,2	3	0,10
<i>Paganthia cerifera</i>	P	0,84	0,95	0,15	1,85	0,54	2,09	0,057	1944	80	53	2	3	0,05
	C	0,91	0,69	0,24	2,30	0,80	2,35	0,066	985	58	31	2,02	5,7	0,05
<i>Peripterygia marginata</i>	S	1,48	0,94	0,04	0,66	0,96	1,03	0,029	23	66	117	2,16	1,94	0,67
	E	1,86	0,43	0,09	0,61	2,63	0,88	0,024	43	53	137	3,80	2,09	0,27
<i>Phyllanthus aeneus</i>	E	1,57	0,53	0,01	1,13	1,80	0,87	0,033	226	68	1638	23	1,2	0,79
	P	1,77	0,33	0,04	1,31	3,26	1,27	0,043	785	76	951	25	1,7	0,19
<i>Psychotria oleoides</i>	E	0,93	1,02	0,47	1,20	0,55	3,38	0,042	57	53	68	3,3	5,6	0,08
	P	0,94	0,90	0,43	1,24	0,63	3,48	0,043	103	53	54	3,08	9,10	0,07
	C	1,20	0,92	0,45	1,10	0,79	3,40	0,042	123	52	42	2,5	4,4	0,07
<i>Psychotria rupicola</i>	E	1,56	0,51	0,27	0,91	1,86	0,86	0,021	897	54	64	2,31	2,87	0,17
	C	1,38	0,41	0,26	0,95	2,04	0,91	0,022	1006	64	25	2,05	2,70	0,10
<i>Pteridium aquilinum</i>	E	0,19	0,20	0,15	1,11	0,58	1,07	0,037	191	53	13	2	2	5,70
	C	0,20	0,16	0,15	1,00	0,76	0,96	0,050	364	58	6	2	2	1,59
<i>Rauvolfia semperflorens</i>	S	0,79	0,57	0,13	0,97	0,84	0,93	0,027	23	119	203	3,64	2,62	0,68
	C	1,19	0,32	0,22	0,86	2,2	0,99	0,022	780	150	170	2,0	1,6	0,04

	Ca	Mg	Na	K	Ca mg/100g Mg mg/100g	N	P	Mn	Fe	Ni	Co	Cr	SiO <sub>2</sub>	
	%	%	%	%		%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	
<i>Saevola beakii</i>	S	0,61	0,75	0,74	1,20	0,49	0,65	0,016	25	100	60	2,5	1,83	0,20
	E	0,78	0,31	0,83	1,25	1,53	0,69	0,017	284	100	81	2,5	2,5	0,1
	P	0,66	0,24	0,91	1,16	1,52	0,67	0,022	658	50	36	2,5	1,91	0,10
	C	0,78	0,13	0,98	1,12	3,64	0,80	0,018	724	100	13	2,5	1,79	0,1
<i>Schoenus juvenata</i>	S	0,11	0,17	0,09	0,40	0,39	0,42	0,010	25	150	31	2	2,5	19,16
	E	0,07	0,11	0,18	0,29	0,39	0,46	0,011	325	150	44	1,75	2,5	17,84
<i>Solmsia calophylla</i>	S	0,62	0,43	0,25	0,51	0,87	0,70	0,022	204	301	141	2,06	5,56	0,22
	C	0,68	0,19	0,59	0,27	2,17	0,79	0,022	1830	196	31	2,31	5,60	0,05
<i>Stenocarpus umbelliferus</i>	P	0,26	0,11	0,15	0,26	1,43	0,71	0,024	1057	83	26	1,38	4,40	0,32
	C	0,20	0,12	0,16	0,23	1,01	0,65	0,022	605	34	13	1	3	0,07
<i>Styphelia albicans</i>	S	1,44	0,25	0,40	0,36	3,50	0,65	0,015	45	102	40	2,0	5,75	0,86
	E	1,88	0,15	0,10	0,34	7,61	0,54	0,015	52	55	39	2,0	13	0,21
<i>Styphelia oymbulae</i>	P	0,55	0,22	0,05	0,32	1,57	0,75	0,015	1200	75	46	2,0	6,5	0,06
	C	0,34	0,12	0,05	0,24	1,72	0,68	0,017	550	65	9	0,5	0,6	0,01
<i>Styphelia panoheri</i>	P	0,83	0,09	0,06	0,32	6,60	0,86	0,017	2361	65	4	1,49	6,10	0,05
	C	0,72	0,07	0,09	0,37	6,25	0,94	0,019	3100	55	41	1,3	1,0	0,02
<i>Tieghemopanax panoheri</i>	P	0,88	0,28	0,28	0,66	1,91	0,88	0,026	5000	50	71	2	2	0,04
	C	0,71	0,31	0,26	0,51	1,39	0,94	0,025	6227	144	22	2,32	4,01	0,03
<i>Tristania allobuzus</i>	P	0,82	0,15	0,09	0,53	3,32	0,73	0,022	357	131	36	9,9	4,7	0,71
	C	0,72	0,09	0,05	0,45	4,85	0,70	0,018	625	141	11	5,09	13,4	0,26
<i>Tristania glauca</i>	E	0,96	0,23	0,03	0,51	2,53	0,66	0,023	153	92	44	20	2,5	0,12
	C	0,75	0,11	0,05	0,45	4,14	0,66	0,021	375	50	5	8	2,5	0,02
<i>Tristania guillabii</i>	E	0,68	0,24	0,09	0,48	1,70	0,80	0,025	510	87	88	11	4,6	0,37
	C	0,81	0,19	0,14	0,48	2,59	0,78	0,023	1074	74	45	10	4,9	0,17
<i>Wickstroemia viridiflora</i>	S	0,81	0,71	0,22	1,31	0,69	1,44	0,059	435	104	39	1,96	1,78	0,13
	P	0,96	0,53	0,37	1,47	1,10	1,21	0,047	1230	113	43	3,28	2,81	0,07
	C	0,90	0,60	0,39	1,10	0,91	1,17	0,038	1730	93	13	2,7	2,0	0,01
<i>Xanthostemon aurantiacum</i>	E	1,46	0,16	0,04	0,63	5,04	0,65	0,019	29	36	21	1,7	2,4	1,65
	C	1,47	0,16	0,04	0,69	5,58	0,66	0,022	98	54	12	1,5	2,4	0,12

TABLEAU 12

Catégories de biotopes comparés	Nombre de couples de données	ELEMENTS MINERAUX								
		N	P	K	Ca	Mg	Na	Ni	Mn	SiO <sub>2</sub>
S - C	20	ns	ns	ns	**	****	**	***	****	*
S - P	9	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	**	ns
S - E	12	ns	ns	ns	*	**	*	**	****	*
C - P	23	ns	ns	ns	ns	**	ns	****	ns	*
C - E	16	ns	ns	ns	ns	**	ns	****	****	*
P - E	10	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	ns

COMPARAISON STATISTIQUE DES MOYENNES DES TENEURS  
EN ELEMENTS MINERAUX DES FEUILLES DES LOTS D'ESPECES  
COMMUNES A DEUX BIOTOPES DIFFERENTS

S : Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens

E : Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés

P : Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont

C : Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires

\* : Différence significative au risque de 5 %

\*\* : Différence significative au risque de 1 %

\*\*\* : Différence significative au risque de 0,1 %

ns : Différence non significative, risque > 5 %

*a - Variations des teneurs en azote, phosphore et potassium.*

Les teneurs en ces trois éléments sont d'une façon générale relativement basses, excepté pour quelques espèces qui accumulent l'un ou l'autre de ces éléments. Elles sont pour une même espèce sensiblement identiques sur les quatre types de sols, aucune différence significative n'apparaissant à l'analyse statistique.

Cette frugalité accentuée à l'égard de l'azote, du phosphore et du potassium témoigne de la faiblesse des réserves des sols en ces éléments qui entraînerait un ralentissement de la croissance et pourrait expliquer ainsi la sclérophylie des espèces des maquis. L'existence d'une liaison entre la sclérophylie et les déficiences minérales du sol a déjà été admise par différents auteurs, notamment par BEADLE (1962-66) et BEARD (1969) au sujet de la végétation sclérophylle australienne.

*b - Variations des teneurs en magnésium*

Elles sont dans leur ensemble moyennes à assez élevées pour les plants croissant sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens, moyennes sur sols ferrallitiques érodés et sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont, et moyennes à faibles sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. Pour une espèce donnée, les teneurs les plus élevées en magnésium foliaire s'observent toujours sur sols bruns hypermagnésiens. Ces teneurs sont significativement plus élevées, aux risques respectivement de 0,1 %, 1 % et 1 %, que celles des plantes croissant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, sur sols ferrallitiques de piedmont et sur sols ferrallitiques érodés. Les teneurs les plus basses s'observent pour presque toutes les espèces sur sols ferrallitiques gravillonnaires

ou cuirassés, différant significativement au risque de 1 % des teneurs sur sols ferrallitiques érodés et des teneurs sur sols ferrallitiques de piedmont. Les teneurs en magnésium foliaire des espèces représentées à la fois sur ces deux derniers types de sol ne diffèrent pas significativement.

Malgré sa prépondérance dans le complexe d'échange de la plupart des sols sur roches ultrabasi-ques et son taux particulièrement élevé dans les sols bruns eutrophes, le magnésium n'atteint généralement pas dans les feuilles des teneurs propres à suggérer la possibilité d'une intoxication.

*c - Variations des teneurs en calcium*

Les teneurs en calcium foliaire, relativement faibles (< 1 %) pour la plupart des espèces analysées, traduisent des conditions de nutrition calcique peu favorables dans les quatre catégories de maquis. Les teneurs les plus faibles pour une espèce donnée s'observent de manière assez constante sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens. Elles sont significativement plus basses que les teneurs enregistrées dans les plantes croissant sur sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires, sur sols ferrallitiques érodés et sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont au risque respectivement de 1 %, de 5 %, et de 5 %. Les teneurs en calcium foliaire ne sont pas significativement différentes pour les plantes croissant dans les trois catégories de maquis sur sols ferrallitiques, qui paraissent donc offrir aux plantes des conditions de nutrition calcique très voisines, et moins défavorables que dans le cas des sols bruns, dont les teneurs en calcium sont cependant du même ordre de grandeur.

Des essais en vase de végétation (JAFRE, 1969) ont confirmé cette différence dans les condi-

tions de nutrition minérale calcique entre sols bruns eutrophes hypermagnésiens et sols ferrallitiques désaturés : on a constaté que l'apport de carbonate de calcium à des cultures de blé était suivi d'une amélioration de la croissance sur sols bruns alors qu'il était sans effet sur sols ferrallitiques désaturés.

La teneur absolue du sol en calcium ne pouvant être invoquée pour expliquer le phénomène, il y a lieu d'en rechercher la cause dans les équilibres ioniques réalisés au sein du complexe d'échange.

Les résultats d'analyse montrent que, pour chaque espèce analysée, l'augmentation de la teneur foliaire en magnésium sur sols bruns hypermagnésiens s'accompagne, par rapport aux teneurs sur sols ferrallitiques, d'une diminution de la teneur en calcium. On peut donc considérer que, dans le maquis sur sols bruns hypermagnésiens, comme cela a été montré pour différentes végétations des zones tempérées, (WALKER, WALKER, ASHWORTH (1955), PROCTOR (1971), DUVIGNEAUD (1966), LEE, BROOKS, REEVES, BOSWELL (1973), les plantes sont soumises à des conditions d'alimentation calcique particulièrement défavorables du fait de la forte prédominance, dans le complexe d'échange, du magnésium sur le calcium. Dans les maquis sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés, les conditions d'alimentation calcique demeurent peu favorables en raison des faibles teneurs des sols en cet élément, mais l'absorption du calcium n'est pas freinée par un excès de magnésium.

#### *d - Variations des teneurs en sodium*

Elles apparaissent dans leur ensemble pour la majorité des espèces et sur les quatre types de sols moyennes à faibles. Elles sont plus basses dans le cas des échantillons récoltés sur sols bruns hypermagnésiens, présentant une différence significative au risque de 1 % avec

les teneurs des échantillons recueillis sur sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires et une différence significative au risque de 5 % avec les teneurs de ceux provenant de maquis sur sols ferrallitiques érodés. Les teneurs en sodium différant très peu d'un sol à l'autre, la diminution des teneurs en cet élément dans le cas des plantes croissant sur sols bruns hypermagnésiens, par rapport à celles des plantes croissant sur sols ferrallitiques, pourrait être imputable au déséquilibre ionique dû à l'excès de magnésium. L'apport au sol du sodium se faisant en grande partie sous forme de sodium météorique constamment renouvelé, on notera aussi que le rôle du sodium, par rapport à la totalité des autres cations dans le complexe d'échange, est plus important dans les sols ferrallitiques désaturés (cas des sols gravillonnaires ou cuirassés) qui, justement, se montrent les plus favorables à l'alimentation sodique des plantes.

*e - Variations des teneurs en manganèse*

Pour chaque espèce analysée, les teneurs les plus élevées en manganèse foliaire s'observent généralement sur sols ferrallitiques cuirassés et sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont. La comparaison statistique des moyennes des teneurs des espèces communes à ces deux types de sols ne montre pas de différences significatives. Les moyennes des teneurs enregistrées dans les plantes sur sols bruns hypermagnésiens et sur sols ferrallitiques érodés sont significativement plus basses que celles des plantes croissant sur sols ferrallitiques cuirassés (risque de 0,1 %) et celles des plantes croissant sur sols ferrallitiques de piedmont (risque de 1 %).

Pour chaque espèce, les teneurs en manganèse les plus basses s'observent sur sols bruns hypermagnésiens et la moyenne des teneurs enregistrées dans les différentes espèces est significativement plus basse, au

risque de 0,1 %, sur sols bruns hypermagnésiens que sur sols ferrallitiques érodés.

Les teneurs en manganèse qui sont très variables d'une station à l'autre sont, en général, moyennement élevées dans les quatre catégories de sols et supérieures aux teneurs moyennes des sols normaux (0,08 % d'après BROOKS, 1972). Les teneurs les plus élevées se trouvent dans les sols ferrallitiques de piémont ; les autres catégories de sols ayant des teneurs sensiblement du même ordre de grandeur.

On peut penser que les différences dans la disponibilité de cet élément dans les différents sols sont, comme cela est généralement admis, sous la dépendance du pH. Aussi le manganèse serait-il peu disponible pour les plantes croissant sur les sols bruns hypermagnésiens à pH neutre ou basique et très disponible pour celles se trouvant sur les sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés acides. Dans le cas des sols ferrallitiques de piedmont cependant, il y aurait, dans certaines stations, conjonction de très fortes teneurs en manganèse et d'un pH faiblement acide. Les teneurs très élevées que cet élément atteint dans plusieurs échantillons de feuilles récoltés dans les maquis sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés et sur sols ferrallitiques de piedmont indiquent que le milieu est toxique pour les espèces sensibles. Les risques d'empoisonnement seraient plus sévères dans le cas des sols très désaturés, pauvres en silice, le défaut de cet élément pouvant selon VLAMIS et EMERTON (1967) augmenter pour certaines espèces la toxicité du manganèse.

#### *f - Variations des teneurs en nickel*

Les teneurs en nickel foliaire des espèces analysées sont très variables d'une espèce à l'autre, mais sont pour toutes les espèces, quel que soit le

type de maquis, supérieures aux teneurs habituelles (0,1 à 5 ppm. VANSELOW 1966). Pour une même espèce, les teneurs les plus élevées s'observent dans la majorité des cas sur sols ferrallitiques érodés. La moyenne des teneurs en nickel des espèces croissant sur ces sols est significativement plus élevée que celle des mêmes espèces sur sols ferrallitiques de piedmont, sur sols bruns hypermagnésiens ou sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés au risque respectivement de 5 %, de 1 %, et de 0,1 %.

Les teneurs les plus basses en nickel foliaire s'observent généralement, pour une espèce donnée, sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. La moyenne des teneurs enregistrées dans les plantes croissant sur ces sols est significativement plus basse, au risque de 0,1 %, que celle des mêmes espèces sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens, sur sols ferrallitiques érodés ou sur sols ferrallitiques de piedmont. Les teneurs en nickel sur sols bruns hypermagnésiens et sur sols ferrallitiques de piedmont ne sont pas significativement différentes, elles sont intermédiaires entre les teneurs observées sur sols ferrallitiques érodés et sur sols ferrallitiques cuirassés.

Les risques d'intoxication des plantes par le nickel apparaissent faibles sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, plus sérieux sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens et sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont, importants sur sols ferrallitiques érodés. Ces risques d'intoxication varient dans le même sens que les teneurs en nickel des sols, qui sont généralement très élevées ( $> 1$  %) dans les sols ferrallitiques érodés et relativement faibles (de l'ordre de 0,25 %) dans les sols ferrallitiques cuirassés, se situant à un niveau intermédiaire dans les sols ferrallitiques de piedmont et dans les sols bruns hypermagnésiens.

*g - Variations des teneurs en cobalt*

Les teneurs en cobalt, bien qu'inférieure-

res au seuil de validité de la méthode de dosage utilisée (2,5 ppm) pour plus de la moitié des espèces analysées, apparaissent en moyenne largement supérieures aux teneurs habituelles des plantes (0,1 à 1 ppm, DUVIGNEAUD, DENAEYER DE SMET, 1960). Pour les espèces accumulant cet élément à des taux supérieurs à 2,5 ppm, les teneurs les plus élevées s'observent sur sols ferrallitiques de piedmont et sur sols ferrallitiques érodés tandis que les teneurs les plus basses s'observent lorsque l'espèce croît sur sols hypermagnésiens. Sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés les teneurs en cobalt sont intermédiaires entre celles observées dans les deux cas précédents.

Bien que les teneurs en cobalt soient, en général, supérieures à la normale dans les quatre catégories de sols (de 0,01 à plus de 0,4 %, contre 10 ppm dans les sols normaux (BROOKS, 1960), des phénomènes d'intoxication semblent exclus dans le cas de la végétation sur sols bruns hypermagnésiens, les teneurs en cobalt des plantes témoignant de sa faible assimilabilité, peu vraisemblables dans le cas de la végétation sur sols ferrallitiques cuirassés, les teneurs en cobalt des plantes n'étant jamais très élevées, comme d'ailleurs celles des horizons supérieurs du sol. Des phénomènes d'intoxication sont possibles dans certaines stations sur sols ferrallitiques de piedmont et sur sols ferrallitiques érodés comme l'indiquent les teneurs élevées en cobalt de plusieurs échantillons provenant de maquis associés à ces sols.

#### *h - Variations des teneurs en chrome*

Les teneurs foliaires en chrome, quel que soit le type de maquis, sont en général supérieures à celles observées dans les plantes croissant sur sols normaux (de 0,01 à 0,1 ppm, GROSMAN, 1966) mais n'atteignent pas semble-t-il des valeurs suggérant la possibilité de phénomènes d'intoxication. Les variations de ces teneurs d'un

substrat à l'autre se font dans des sens variés suivant les espèces et ne permettent donc pas de tirer de conclusions quant à la disponibilité de l'élément dans le sol. Le chrome ayant tendance à s'accumuler au niveau des racines, les analyses foliaires sont en fait peu adéquates pour l'étude de son absorption, mais la détermination du chrome racinaire qui eût été sans doute plus instructive s'est révélée irréalisable en raison des difficultés d'échantillonnage. (problème de lavage en particulier).

*i - Variations des teneurs en silice*

Pour une espèce donnée, les teneurs les plus élevées s'observent généralement sur sols bruns hypermagnésiens. La moyenne des teneurs en silice foliaire des espèces croissant sur ces sols est significativement plus élevée que celle des mêmes espèces sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés et sur sols ferrallitiques érodés au risque de 5 %.

Les teneurs les plus basses, très faibles pour la majorité des espèces y compris les Cypéracées habituellement riches en cet élément, s'observent d'une manière assez générale pour chaque espèce sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. La moyenne des teneurs en silice foliaire des espèces croissant sur ces sols est significativement plus basse, au risque de 5 %, que la moyenne des teneurs enregistrées chez les mêmes espèces sur sols ferrallitiques érodés et sur sols ferrallitiques de piedmont. Les moyennes des teneurs sur ces deux derniers types de sol ne sont pas significativement différentes.

Les variations des teneurs en silice foliaire des plantes traduisent assez bien les variations des teneurs en silice libre des sols telles qu'elles se révèlent à l'analyse pédologique, les sols bruns hypermagnésiens sont, en effet, relativement riches en cet élément tandis que les sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés en sont pratiquement dépourvus.

Les résultats d'analyse montrent que les conditions d'alimentation en silice sont normales dans le cas de la végétation associée aux sols bruns hypermagnésiens, aux sols ferrallitiques érodés ou aux sols ferrallitiques de piedmont, mais, bien que la silice ne soit pas considérée comme indispensable à la majorité des espèces végétales, on peut se demander si la déficience en silice des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, qui transparaît nettement dans la composition minérale foliaire, ne freine pas le développement de certaines espèces dont les tissus sont normalement riches en cet élément.

De l'examen des résultats des analyses effectuées, il ressort donc que les conditions de nutrition minérale de la végétation diffèrent nettement d'une catégorie de maquis à l'autre, les variations observées étant en relation avec les propriétés des sols auxquels ces maquis sont associés. A l'effet de pauvreté en azote, phosphore, potassium et calcium, qui est générale, s'ajoute selon les cas l'action de facteurs particuliers : teneurs très élevées en magnésium entraînant une accentuation de la carence calcique dans le cas des sols bruns eutrophes hypermagnésiens, teneurs généralement élevées en cobalt et surtout en nickel assimilable dans le cas des sols ferrallitiques érodés, teneurs élevées en manganèse dans le cas des sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont et des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, manque de silice dans le cas des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés les plus désaturés.

II - COMPARAISON ENTRE LA COMPOSITION MINÉRALE FOLIAIRE MOYENNE DES DICOTYLEDONES FORESTIÈRES ET CELLE DES DICOTYLEDONES ENTRANT DANS LA COMPOSITION DES DIFFÉRENTES CATEGORIES DE MAQUIS.

Pour chaque type de formation, la composition

minérale de la nappe foliaire a été déterminée en faisant la moyenne des résultats obtenus pour les principales espèces entrant dans leur constitution, soit 100 espèces du maquis sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens, 58 espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés, 72 espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés de piedmont, 100 espèces du maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, 135 espèces des forêts denses sur terrains ultrabasiques.

La comparaison pour les différents éléments minéraux (fig. 17) montre que les espèces des forêts ont en moyenne des teneurs plus élevées que celles des maquis en azote, en phosphore, en potassium et en calcium. Les teneurs moyennes en ces quatre éléments dans le cas des maquis sont excessivement basses, notamment en ce qui concerne le phosphore et le potassium. Les teneurs moyennes en métaux lourds (Ni et Mn) apparaissent plus fortes ou plus faibles en forêt suivant le type de maquis considéré. La teneur moyenne en nickel foliaire du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés est supérieure à celle de la forêt, elle même cependant supérieure à celle des autres maquis, notamment à celle des maquis buissonnants sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. Dans tous les cas, les teneurs moyennes en nickel foliaire sont supérieures aux teneurs en cet élément habituellement rencontrées dans les plantes. La teneur en manganèse foliaire de la forêt est inférieure à celle du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques colluvionnés de piedmont et à celle du maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. Elle est égale à celle du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés et supérieure à celle du maquis ligno-herbacé sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens. Ces teneurs peuvent être considérées comme assez basses en ce qui concerne le maquis arbustif sur sols

bruns hypermagnésiens, normales en ce qui concerne la forêt et le maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés, relativement élevées dans le cas du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques colluvionnés et surtout dans celui du maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés.

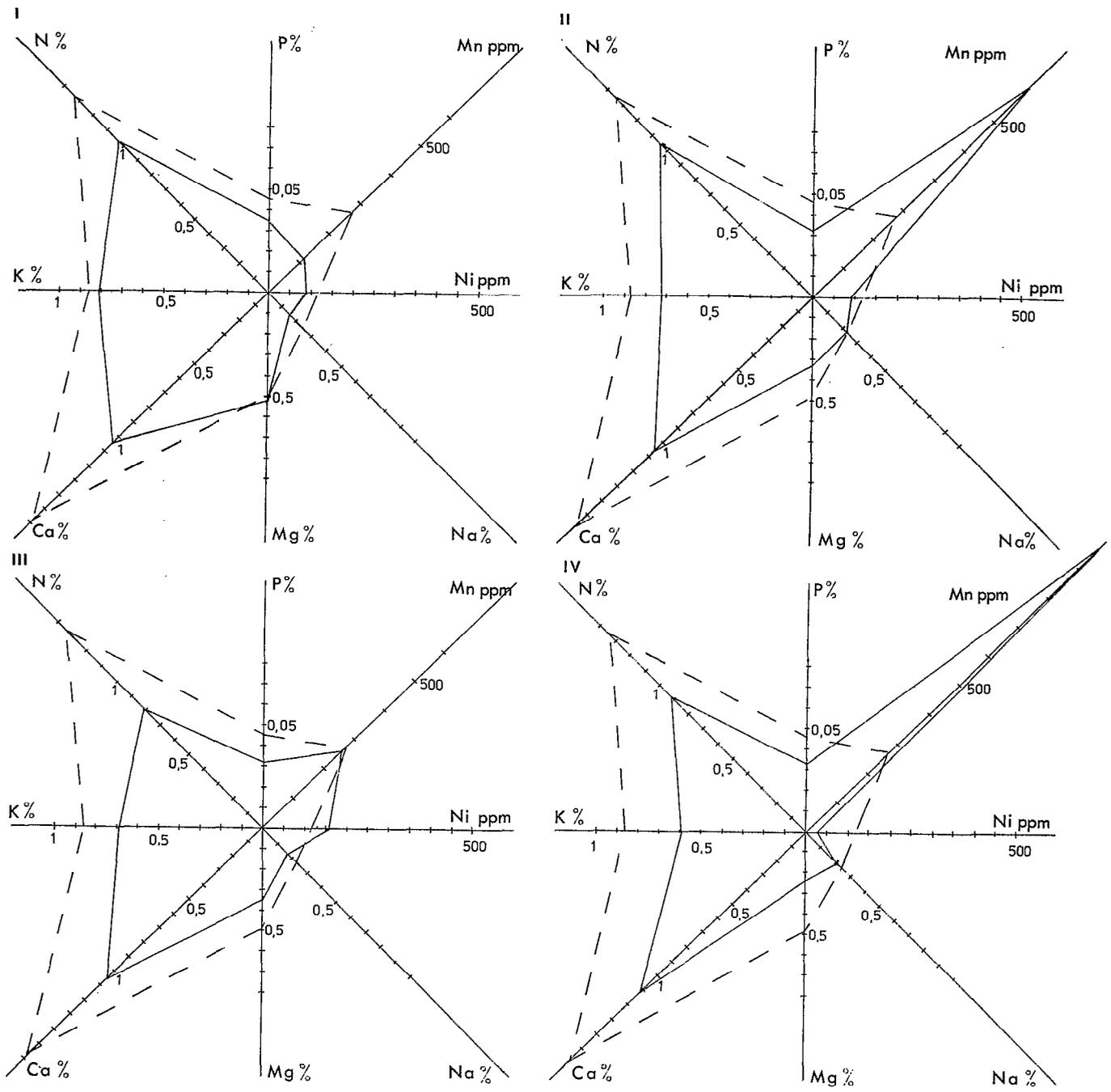
Les teneurs moyennes en magnésium foliaire sont sensiblement du même ordre de grandeur en forêts et dans le maquis arbustif sur sols bruns hypermagnésiens. Elles sont dans ces deux cas supérieures aux teneurs moyennes enregistrées dans les trois autres catégories de maquis, la teneur la plus basse étant celle du maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés.

Les différences entre la composition minérale moyenne des espèces de forêts et celle des espèces des différentes catégories de maquis témoignent des meilleures conditions de nutrition minérale en milieu forestier. Par rapport à celui-ci, les biotopes du maquis apparaissent plus pauvres en azote, en phosphore, en potassium et en calcium et relativement plus riches suivant les cas en manganèse, nickel ou magnésium.

Ces différences dans les conditions de nutrition minérales en milieu forestier et dans les maquis peuvent s'expliquer par le fait que "la fertilité du sol réside aussi pour une part dans la nature du couvert végétal, qui, en tant que chaînon dans le cycle biologique des éléments nutritifs règle leur prélèvement et leur redistribution" (LEMEE, 1959).

#### **E - Conclusion**

L'analyse du sol et des plantes d'une station sur sol ferrallitique de la région de Népoui avait amené BIRRELL et WRIGHT (1945), d'une part, à mettre en évidence une carence en phosphore sur roches ultrabasiques en Nouvelle



Comparaison de la composition minérale foliaire moyenne des dicotylédones dans quatre catégories de maquis sur roches ultrabasiques et dans la forêt sur roches ultrabasiques

— Maquis

--- Forêt

- I Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens
- II Maquis ligno herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés
- III Maquis ligno herbacé sur sols ferrallitiques érodés
- IV Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés

Fig. 17

Calédonie, d'autre part, à attribuer aux fortes teneurs en nickel et en chrome du milieu la différenciation de la végétation particulière à ces zones.

La présente étude, qui s'appuie sur l'examen de la composition minérale d'un grand nombre de plantes récoltées dans de nombreuses stations représentatives d'une gamme importante de biotopes, confirme pour tous les milieux sur roches ultrabasiques les mauvaises conditions d'alimentation en phosphore des plantes. Celles-ci apparaissent malgré tout moins défavorables en forêt que dans les maquis. Cette étude fait en outre ressortir les mauvaises conditions d'alimentation en azote, en potassium et en calcium, montrant cependant, comme pour le phosphore, qu'elles sont moins défavorables en milieu forestier que dans les maquis.

La faiblesse de leurs réserves en éléments majeurs à l'exception du magnésium, est sans doute une des causes principales, en tout cas, la cause la plus constante de l'infertilité générale des sols sur roches ultrabasiques en Nouvelle Calédonie.

VERLIÈRE (1974) étudiant le comportement du chêne gomme, mis en culture sur ces sols, a d'ailleurs montré que des apports d'engrais minéraux majeurs, de phosphates en particulier, entraînaient une amélioration de la croissance des plantes, en même temps qu'une augmentation des teneurs de leurs feuilles en les éléments ainsi apportés. Cependant les conditions de nutrition minérale des plantes en éléments minéraux majeurs (N, P, K, Ca) sont également défavorables sur certains sols issus de roches acides (Nord du territoire en particulier). Elles ne sont donc pas entièrement propres aux sols issus de roches ultrabasiques et ne peuvent être tenues pour seuls facteurs responsables des particularités de la flore et de la végétation qui leur sont associées.

Bien que le nickel et le chrome soient à des teneurs anormalement élevées dans les sols et à des teneurs

supérieures aux teneurs les plus courantes dans les plantes croissant sur sols normaux, nos résultats ne permettent pas d'attribuer à ces deux éléments un rôle général dans l'infertilité des sols et dans la différenciation d'une flore et d'une végétation particulières aux terrains ultrabasi-ques.

Le rôle limitant du nickel a été certes considéré comme vraisemblable dans les cas des forêts sur sols divers issus de roches ultrabasiques, des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens et des maquis ligno-herbacés sur sol ferrallitique colluvial de piedmont, comme très probable dans le cas des maquis sur sols ferrallitiques érodés. Mais les faibles teneurs en cet élément dans les plantes sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés indiquent que le rôle du nickel est très effacé en ce qui concerne la différenciation de la végétation qui leur est associée.

Le rôle du nickel a été également évoqué par VERLIERE et HELLER (1980). Ces auteurs ayant mis en évidence expérimentalement la sensibilité au nickel de *Leucaena glauca* ont émis l'hypothèse que cette espèce, commune en Nouvelle Calédonie, était exclue des terrains miniers à cause du nickel.

Pour ce qui est du chrome, élément peu mobile dans la plante, les seuls résultats d'analyse foliaire ne permettent pas de tirer des conclusions. On peut remarquer que les teneurs en chrome foliaire des espèces croissant sur roches ultrabasiques en Nouvelle Calédonie sont, d'une manière très générale, supérieures aux teneurs en chrome foliaire des plantes croissant sur sols issus de substrats géologiques différents, sans atteindre cependant celles signalées par WILD (1974) chez certaines espèces croissant sur terrains ultrabasiques en Rhodésie (48.000 ppm rapportés au poids de cendre dans *Sutera fodina*).

Les teneurs en cobalt des sols et des plantes laissent seulement préjuger de risques d'intoxication dans

le cas de la végétation sur sols ferrallitiques érodés ou sur sols ferrallitiques remaniés de piedmont, alors qu'il semble pratiquement exclu que des phénomènes d'empoisonnement se manifestent dans les maquis sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés ni dans les maquis sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens.

L'extrême pauvreté en silice de certains sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés très désaturés peut sans doute freiner le développement des espèces qui normalement accumulent cet élément.

Il ressort enfin de cette étude que sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens les plantes ont à faire face à des conditions d'alimentation calcique très défavorables, dues à la conjonction de teneurs excessives en magnésium et de teneurs très basses en calcium. Le déséquilibre Ca/Mg dans le complexe d'échange peut être considéré en Nouvelle Calédonie, comme cela l'a été pour divers affleurements de serpentines en zone tempérée (KRUCKEBERG, 1954; WALKER, 1954; WALKER, WALKER, ASHWORTH, 1955) comme le facteur sélectif le plus important sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens. Dans les maquis et les forêts sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés, malgré les faibles teneurs en calcium, l'alimentation des plantes en cet élément s'effectue dans de meilleures conditions et ne semble pas devoir constituer un facteur fondamental de différenciation de la couverture végétale. Du point de vue phyto-édaphique les sols hypermagnésiens apparaissent bien différents des autres sols sur roches ultrabasiqes. Ils constituent des milieux dystrophes alors que les sols ferrallitiques constituent des milieux oligotrophes, l'oligotrophie étant d'autant plus accentuée qu'ils sont davantage désaturés.

Ainsi en Nouvelle Calédonie, comme dans d'autres régions du monde (KRAUSE, 1958 ; SOROSIEK, 1964 ; DUVIGNEAUD

1966 ; LYON, BROOKS, PETERSON, BUTLER, 1970) la vie végétale est affectée sur terrains ultrabasiques par un ensemble de facteurs défavorables à la nutrition minérale des plantes. Ceux-ci sont toutefois plus ou moins agissants selon la nature du sol. Les facteurs limitants sont plus spécifiques et davantage liés au substrat dans le cas de la végétation sur sols hypermagnésiens et celui de la végétation sur sols ferrallitiques érodés, le rôle du magnésium dans le premier cas, celui du nickel dans le second apparaissant très importants. En ce qui concerne les sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés et les sols ferrallitiques de piedmont les conditions de nutrition minérale, marquées par l'oligotrophie et des risques de toxicité en manganèse, se rapprochent de celles réalisées dans beaucoup de sols lessivés en milieux tropicaux. Ainsi s'expliquerait que la flore des sols hypermagnésiens et à un degré moindre celle des sols ferrallitiques érodés soient plus étroitement spécialisées que celle des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés ou que celle des sols ferrallitiques de piedmont.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher ces conclusions tirées de l'étude des relations entre la végétation et le sol de celles de TRESCASES (1969) et LATHAM (1975) tirées de l'étude des relations entre le sol, la roche mère et la géomorphologie. Il ressort de ces travaux que les sols bruns hypermagnésiens et les sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés se situent aux deux pôles de l'évolution pédologique sur roches ultrabasiques, évolution au cours de laquelle la balance des éléments chimiques se trouve profondément modifiée, la composition des sols bruns reflétant davantage celle de la roche mère.

## 2 – COMPORTEMENT NUTRITIONNEL DES ESPÈCES CROISSANT SUR TERRAINS ULTRABASIQUES

Les différents milieux sur roches ultrabasiques offrent, nous l'avons vu, des conditions peu favorables à la nutrition minérale des plantes. Pour assurer leur métabolisme en dépit des faibles réserves du sol en certains éléments minéraux essentiels à la vie végétale, et des risques d'intoxication par d'autres, les espèces qui leur sont liées doivent être douées d'aptitudes originales. Nous examinerons successivement leur comportement nutritionnel à l'égard des métaux lourds souvent en excès dans le sol (Ni, Cr, Co, Mn), à l'égard des éléments majeurs (N, P, K, Ca, Mg, SiO<sub>2</sub>) puis à l'égard du sodium.

Cette étude est basée sur un grand nombre d'analyses nous ayant permis de déterminer la composition minérale foliaire moyenne pour plus de cinq cents espèces, et d'établir les histogrammes de fréquence des teneurs des espèces en différents éléments minéraux pour chacune des différentes catégories de groupements végétaux.

**A – Comportement des espèces à l'égard des métaux lourds (nickel, chrome, cobalt, manganèse)**

I - COMPORTEMENT DES ESPECES A L'EGARD DU NICKEL

1 - GENERALITES, LE NICKEL DANS LA PLANTE

Les teneurs en nickel des végétaux supérieurs varient habituellement entre 0,1 et 5 ppm de la matière sèche (VANSELOW 1966 (b)). Des teneurs nettement plus élevées atteignant plusieurs dizaines de ppm s'observent néanmoins couramment dans les plantes croissant sur sols issus de roches ultrabasiques. Il est bien établi à la suite des travaux de nombreux auteurs : HUNTER et VERGNANO (1953); CROOKE, HUNTER, VERGNANO (1954); CROOKE, INKSON (1955) qu'à des taux anormalement élevés, taux variables suivant les espèces, le nickel est toxique pour les plantes. L'intoxication des plantes par le nickel se manifeste par différents symptômes qui ont été décrits par HEWITT (1941); VERGNANO et HUNTER (1952); ANDERSON, MEYER, MAYER (1973): diminution de la vitesse de croissance, phénomènes de chloroses puis nécroses et dépérissement de la plante. Le seuil de tolérance au delà duquel se manifestent les phénomènes d'intoxication varie selon les espèces. VANSELOW (1966 (b), signale des phénomènes d'intoxication sur des *Citrus* contenant 140 ppm de nickel. HUNTER et VERGNANO (1952) observent des signes d'intoxication modérée sur des plants d'avoine contenant 153 ppm de nickel et des signes d'intoxication sévère sur des plants contenant 196 ppm de nickel foliaire. ANDERSON, MEYER, MAYER, (1973), toujours sur de l'avoine, signalent une intoxication modérée sur des plants contenant 88 ppm de nickel et une intoxication sévère sur des plants en contenant 117 ppm.

Pour notre part, nous avons observé des symptômes d'intoxication (chlorose internervaire en bandes transversales discontinues) sur des plants d'avoine qui,

cultivés en serre sur un sol issu de péridotites, contenaient 160 ppm de nickel foliaire. Des phénomènes d'intoxication ont été également constatés sur des espèces de roches ultrabasiqnes, cultivées en serre, sur des sols issus de péridotites enrichis secondairement par des apports successifs de nitrate de nickel. Les phénomènes de chlorose et de nécrose sont apparus presque simultanément à des teneurs variables suivant les espèces (tableau 13). Des symptômes d'intoxication ont aussi été observés sur *Deplancheana viminalis*, espèce des terrains miniers, croissant dans son milieu naturel mais au pied duquel avait été déposé du minerai de nickel. La teneur en nickel foliaire dans la plante intoxiquée était de 190 ppm contre 74 ppm dans une plante voisine demeurée saine. Les espèces des terrains miniers ne peuvent donc pas, elles non plus, tolérer des teneurs de nickel dans leurs tissus, supérieures à une certaine valeur. Dans les conditions naturelles, la sélection des espèces les confine à des stations où les conditions d'absorption du nickel sont telles que leur seuil de tolérance n'est pas dépassé.

## 2 - TENEURS EN NICKEL DE DIFFERENTS TAXONS

### a - Teneurs en nickel de différents genres et espèces

Les teneurs moyennes en nickel foliaire varient beaucoup d'une espèce à l'autre. Elles sont inférieures à 10 ppm dans un peu plus de 8 % des espèces et comprises entre 10 ppm et 100 ppm dans 60 % d'entre elles. 27 % des espèces ont des teneurs comprises entre 100 et 1000 ppm et plus de 5 % ont des teneurs moyennes supérieures à 1000 ppm (tableau 14).

TABLEAU 13

ESPECES	Teneurs foliaires moyennes dans les conditions naturelles sur terrains ultrabasiqes	Teneurs observées dans les feuilles de plants intoxiqués
<i>Alphitonia neo-caledonica</i>	59	273
<i>Casuarina deplancheana</i>	25	119
<i>Grevillea exul</i>	65	575
<i>Grevillea gillivrayi</i>	25	175
<i>Soulamea pancheri</i>	43	585
<i>Stenocarpus umbelliferus</i>	13	190
<i>Xanthostemon macrophyllum</i>	23	2625

TENEURS EN NICKEL FOLIAIRE (EN ppm) DE QUELQUES ESPECES CROISSANT  
DANS LES CONDITIONS NATURELLES SUR ROCHES ULTRABASIQUES OU CULTIVEES  
SUR SOL ENRICHI ARTIFICIELLEMENT EN NICKEL.

TABLEAU 14

Teneurs en nickel (ppm)	Nombre d'espèces	Pourcentage
0 à 10	42	8,2
10 à 50	220	42,9
50 à 100	82	16,0
100 à 250	78	15,2
250 à 500	32	6,2
500 à 1000	29	5,6
1000 à 2500	13	2,5
2500 à 5000	5	0,9
5000 à 10000	5	0,9
> 10000	6	1,1

REPARTITION DES TENEURS MOYENNES EN NICKEL DANS LES FEUILLES  
DES ESPECES DES TERRAINS ULTRABASIQUES

Comme CHENERY et SPORNE (1976) étudiant les teneurs en aluminium des plantes, nous qualifierons d'"accumulatrices" les espèces capables d'accumuler dans leurs organes chlorophylliens des quantités de nickel supérieures à 1000 ppm de la matière sèche, sans référence aux teneurs en nickel du sol, cette concentration de 1000 ppm par rapport à la matière sèche étant nettement supérieure aux concentrations en nickel rencontrées le plus couramment dans les plantes, même lorsque celles-ci croissent sur des sols riches en nickel. 48 espèces accumulatrices ont été ainsi dénombrées dans la flore de Nouvelle Calédonie (tableau 15). Elles appartiennent à sept familles : les Flacourtiacées (19 espèces), les Euphorbiacées (12 espèces), les Cunoniacées (8 espèces), les Violacées (4 espèces), les Oncothécacées (1 espèce), les Sapotacées (1 espèce), les Rubiacées (1 espèce) et les Escalloniacées (2 espèces).

Parmi les quatre genres que compte en Nouvelle Calédonie la famille des Flacourtiacées, trois possèdent des espèces accumulatrices de nickel. Ce sont *Xylosma*, *Homalium*, et *Casearia*. Le cas des genres *Xylosma* et *Homalium*, avec respectivement 10 espèces et 7 espèces accumulatrices, est le plus remarquable. Le genre *Casearia* ne possède qu'une espèce assez faiblement accumulatrice, sur les cinq espèces que compte le genre en Nouvelle Calédonie. *Lasiochlamys peltata* (SLEUMER 1974) ayant été classée récemment dans les *Xylosma* (LESCOT, communication personnelle) aucun *Lasiochlamys* ne figure désormais dans les accumulatrices de nickel. Les genres *Lasiochlamys* et *Xylosma* n'étant pas toujours faciles à différencier morphologiquement, la propriété d'accumuler le nickel que possèdent de nombreux *Xylosma* pourrait se révéler utile pour préciser l'appartenance de certaines espèces à l'un ou l'autre de ces deux genres. L'analyse foliaire d'un grand nombre d'*Homalium* appartenant à 128 espèces différentes sur les 240 que compte la flore mondiale (BROOKS, LEE, REEVES, JAFFRE, 1974), n'a pas permis de mettre en évidence l'existence, en dehors de

TABLEAU 15

ESPECES	Nombre d'échan- tillons analysés	Teneurs en nickel (ppm)		
		Moyenne	Extrêmes	
: Casearia silvana (Flacourtiacées)	: 18	: 252	: 8	: 1493
: Homalium austracaledonicum (Flacourtiacées)	: 6	: 1100	: 432	: 1800
: Homalium deplanchei (Flacourtiacées)	: 10	: 522	: 10	: 1850
: Homalium francii (Flacourtiacées)	: 7	: 7330	: 1500	: 14500
: Homalium guillainii (Flacourtiacées)	: 27	: 8100	: 4500	: 11700
: Homalium kanaliense (Flacourtiacées)	: 81	: 4400	: 2100	: 9420
: Homalium mathieuanum (Flacourtiacées)	: 2	: 858	: 22	: 1690
: Homalium rubrocostatum (Flacourtiacées)	: 2	: 816	: 476	: 1160
: Xylosma bouliandae (Flacourtiacées)	: 4	: 1260	: 722	: 1930
: Xylosma confusum (Flacourtiacées)	: 9	: 637	: 70	: 1630
: Xylosma dothioense (Flacourtiacées)	: 4	: 686	: 10	: 1780
: Xylosma kaalense (Flacourtiacées)	: 3	: 1700	: 1430	: 1900
: Xylosma molestum (Flacourtiacées)	: 3	: 892	: 565	: 1140
: Xylosma pancheri (Flacourtiacées)	: 14	: 510	: 29	: 1130
: Xylosma peltata (Flacourtiacées)	: 1	: 1000	: -	: -
: Xylosma pininsulare (Flacourtiacées)	: 2	: 902	: 538	: 1280
: Xylosma serpentinum (Flacourtiacées)	: 7	: 755	: 147	: 1492
: Xylosma tuberculatum (Flacourtiacées)	: 5	: 1010	: 615	: 1600
: Xylosma vincentii (Flacourtiacées)	: 10	: 2830	: 22	: 3750
: Agatea deplanchei (Violacées)	: 16	: 990	: 25	: 2500
: Hybanthus austrocaledonicus (Violacées)	: 22	: 16135	: 6900	: 25500
: Hybanthus caledonicus (Violacées)	: 18	: 3202	: 160	: 9500
: H. caledonicus var. linearifolia (Violacées)	: 8	: 12275	: 4100	: 17500
: Cleidion cf. lasiophyllum (J135!) (Euphorbiacées)	: 4	: 5187	: 2880	: 9900
: Phyllanthus aeneus (Euphorbiacées)	: 15	: 1138	: 65	: 2100
: Phyllanthus balanseanus (Euphorbiacées)	: 2	: 964	: 108	: 1820
: Phyllanthus cataractarum (Euphorbiacées)	: 14	: 266	: 2	: 1450
: Phyllanthus chrysanthus (Euphorbiacées)	: 3	: 760	: 240	: 1180
: Phyllanthus induratus (Euphorbiacées)	: 8	: 640	: 46	: 1420
: Phyllanthus kanalensis (Euphorbiacées)	: 6	: 374	: 26	: 1090
: Phyllanthus maytenifolius (Euphorbiacées)	: 20	: 625	: 30	: 1420
: Phyllanthus ngoyensis (Euphorbiacées)	: 3	: 8800	: 8240	: 955
: Phyllanthus peltatus (Euphorbiacées)	: 5	: 2110	: 161	: 2930
: Phyllanthus serpentinus (Euphorbiacées)	: 18	: 21500	: 3890	: 38100
: Baloghia sp. (J. 1495) (Euphorbiacées)	: 6	: 2685	: 1013	: 5375
: Geissois hirsuta (Cunoniacées)	: 10	: 1650	: 577	: 4000
: Geissois intermedia (Cunoniacées)	: 5	: 8330	: 1	: 22900
: Geissois magnifica (Cunoniacées)	: 2	: 2210	: 1170	: 3250
: Geissois montana (Cunoniacées)	: 8	: 2620	: 1	: 5740
: Geissois pruinosa (Cunoniacées)	: 31	: 6560	: 1490	: 13600
: Geissois racemosa (Cunoniacées)	: 7	: 212	: 1	: 1000
: Geissois trifoliolata (Cunoniacées)	: 3	: 3450	: 956	: 6250
: Pancheria engleriana (Cunoniacées)	: 9	: 3025	: 1200	: 6300
: Argophyllum grunowii (Escalloniacées)	: 3	: 880	: 375	: 1375
: Argophyllum laxum (Escalloniacées)	: 7	: 1065	: 675	: 1900
: Psychotria douarrei (Rubiacées)	: 34	: 29750	: 13000	: 47500
: Oncotheca balansae (Oncothecacées)	: 4	: 1890	: 1000	: 2500
: Sebertia acuminata (Sapotacées)	: 10	: 14530	: 11750	: 17750

## TENEURS EN NICKEL DES ESPECES ACCUMULATRICES

: Espèces "hypernickelophores".

la Nouvelle Calédonie, d'autres *Homalium* accumulateurs de nickel. Des teneurs élevées ont été toutefois enregistrées dans les feuilles de deux espèces : *Homalium panayum* (507 ppm aux Philippines) et *Homalium pleiandrum* (342 ppm à Porto Rico).

La famille des Violacées est représentée en Nouvelle Calédonie par deux genres qui comprennent tous deux des espèces accumulatrices de nickel. Le pouvoir accumulateur est nettement plus développé dans le genre *Hybanthus* (trois espèces accumulent le nickel à des taux proches de, ou supérieurs à 10.000 ppm) que dans le genre *Agatea* (une espèce assez faiblement accumulatrice). L'aptitude des Violacées à accumuler le nickel n'est pas limitée aux espèces néo-calédoniennes. Des teneurs dépassant 1 % de nickel par rapport à la matière sèche ont été trouvées également dans *Hybanthus floribundus* en Australie (SEVERNE et BROOKS, 1972) ; (COLE, 1973), et dans *Rinorea bengalensis* en Indonésie (BROOKS et WITHER, 1977).

Dans la famille des Euphorbiacées les espèces accumulatrices comprennent dix *Phyllanthus*, un *Baloghia* et un *Cleidion*. L'aptitude à absorber des quantités importantes de nickel est largement répandue chez les *Phyllanthus* néo-calédoniens. Outre les espèces citées, on en trouve une dizaine dont les feuilles peuvent avoir des teneurs en nickel supérieures à 500 ppm (KERSTEN, BROOKS, REEVES, JAFFRE, 1979). Le cas des genres *Cleidion* et *Baloghia* est différent de celui des *Phyllanthus*, une seule espèce de chacun de ces genres s'étant révélée capable d'accumuler le nickel à des taux très élevés. Chez les autres genres d'Euphorbiacées représentés en Nouvelle-Calédonie (*Austrobuxus*, *Bocquillonia*, *Codiaeum*, *Croton*, *Neoguillauminia*, *Macaranga*) les teneurs en nickel foliaire ne dépassent pas 200 ppm.

Dans la famille des Cunoniacées, le genre *Geissois* compte 7 espèces accumulatrices, soit la totalité des *Geissois* présents sur terrains ultrabasiques. Le genre *Pancheria*, avec une espèce accumulatrice (*Pancheria*

*engleriana* 6300 ppm de Ni) et plusieurs espèces présentant dans certaines stations des teneurs relativement élevées (*Pancheria brunhesii* 400 ppm, *Pancheria ferruginea* 700 ppm, *Pancheria communis* 480 ppm, *Pancheria alaternoides* 500 ppm), apparaît également doué d'une aptitude particulière à absorber des quantités importantes de nickel. Cette aptitude se manifeste aussi chez les genres *Codia* et *Spiraeanthemum* (*Codia montana* 760 ppm, *Codia ferruginea* 425 ppm, *Codia discolor* 875 ppm, *Spiraeanthemum pedunculatum* 693 ppm, *Spiraeanthemum ellipticum* 975 ppm) mais paraît absente des genres *Weinmannia* et *Cunonia*.

Dans la famille des Escalloniacées l'aptitude à accumuler le nickel est cantonnée au genre *Argophyllum* qui comprend, outre les deux espèces accumulatrices, une espèce (*Argophyllum montanum*) dont les teneurs atteignent couramment 500 ppm.

L'accumulation du nickel par *Oncotheca balansae* est intéressante en ce sens qu'il s'agit de l'unique représentant de la famille endémique monospécifique des *Oncothécacées*. Cette espèce apparaît cependant assez faiblement accumulatrice, la teneur maximale enregistrée ne dépassant pas 2500 ppm.

*Sebertia acuminata* et *Psychotria douarrei* sont, en Nouvelle Calédonie, les seules espèces connues respectivement de la famille des Sapotacées et de la famille des Rubiacées à accumuler le nickel à des taux très élevés. Les Sapotacées possèdent en Indonésie une autre espèce accumulatrice de nickel : *Planchonella oxyedra* (WITHER et BROOKS, 1977). Quant à *Psychotria douarrei*, il est le seul représentant connu de la famille des Rubiacées à posséder cette propriété, les nombreux *Psychotria* que compte la flore des roches ultrabasiqes en Nouvelle Calédonie ne contenant généralement que des quantités relativement faibles de nickel. La teneur moyenne calculée sur 23 espèces différentes s'établit en effet à 31 ppm de nickel foliaire.

b - Teneurs moyennes en nickel de différentes familles.

L'aptitude à accumuler des quantités très importantes de nickel semble être, excepté pour *Psychotria douarrei* et *Sebertia acuminata*, un caractère lié dans une certaine mesure à la famille. D'après les teneurs moyennes calculées à partir des teneurs moyennes en nickel des différentes espèces représentant la famille (tableau 16), on peut séparer les familles en deux groupes, le premier comprenant celles qui absorbent relativement peu de nickel et dont les taux en cet élément sont compris entre 10 et 100 ppm, le second celles qui, en zone ultrabasique, accumulent le nickel à des taux proches de ou supérieurs à 500 ppm.

La plupart des familles appartiennent à la première catégorie, qui comprend notamment toutes les Gymnospermes, toutes les monocotylédones et diverses familles de dicotylédones jouant un rôle majeur dans la flore des terrains ultrabasiques (Myrtacées, Epacridacées, Dilléniacées, Cypéracées, Sapotacées, Protéacées, Casuarinacées). A la seconde catégorie se rattachent un petit nombre de familles de dicotylédones : les Cunoniacées, les Flacourtiacées, les Escalloniacées, les Violacées, les Oncothécacées. Toutes ces familles appartiennent soit à la super classe des Dillénidae, soit à celle des Rosidae. C'est dans l'ordre des Violales qui comprend les Flacourtiacées et les Violacées que l'on note le plus grand nombre d'accumulateurs de nickel.

Dans la classification de SPORNE (1969)\* qui classe les familles en fonction de l'importance des caractères archaïques qu'elles présentent, les familles à fortes teneurs en nickel se situent parmi celles ayant un index peu élevé (Flacourtiacées 22, Cunoniacées 24, Eu-

\* A chaque famille est attribué un index rendant compte de son degré d'archaïsme. Celui-ci est déterminé en fonction de la présence ou de l'absence d'un certain nombre de caractères considérés comme primitifs. Les familles ayant les caractères les plus archaïques ont un index égal à 21 et celles ayant les caractères les plus évolués un index égal à 100.

TABLEAU 16

FAMILLE	Nombre d'espèces prises en compte	Teneur moyenne en Ni (ppm)	Nombre d'espèces ayant des teneurs moyennes > 100 ppm
Flacourtiacées	(11)	1247	10
Euphorbiacées	(20)	694	12
Cunoniacées	(24)	476	17
Escalloniacées	( 5)	425	3
Dilléniacées	( 8)	93	3
Podocarpacées	( 8)	74	3
Rutacées	(13)	63	4
Orchidées	( 7)	61	1
Sapotacées	( 9)	60	1
Myrtacées	(32)	57	4
Rubiacées	(19)	56	4
Protéacées	(20)	50	4
Légumineuses	( 5)	48	0
Epacridacées	(13)	36	0
Sapindacées	( 7)	33	0
Araliacées	( 8)	31	1
Cypéracées	(23)	30	1
Apocynacées	(17)	29	1
Santalacées	( 4)	27	0
Araucariacées	( 7)	24	0
Casuarinacées	( 5)	23	0

TENEURS MOYENNES EN NICKEL DE QUELQUES FAMILLES (SANS PRISE EN COMPTE DES ESPECES AYANT UNE TENEUR MOYENNE SUPERIEURE A 3000 PPM)

phorbiacées 30, Violacées 42). L'aptitude à accumuler le nickel pourrait donc être d'acquisition très ancienne et considérée elle-même comme un caractère archaïque.

*c - Les hypernickelophores*

Parmi les espèces accumulatrices de nickel, il convient de faire une place particulière à celles dont les taux en nickel dépassent 1 % de la matière sèche et que nous qualifierons d'espèces "hypernickelophores", JAFFRE, SCHMID, 1974, en nous inspirant de la nomenclature proposée par DUVIGNEAUD et DENAEYER-DE SMET (1970-1973) mais en remplaçant le préfixe "poly", indiquant le degré d'accumulation par le préfixe "hyper" qui nous paraît plus approprié.

Neuf espèces néo-calédoniennes appartiennent à cette catégorie : *Homalium guillainii*, *Homalium francii*, *Hybanthus austro-caledonicus*, *Hybanthus caledonicus* var. *linearifolia*, *Phyllanthus serpentinus*, *Geissois pruinosa*, *Geissois intermedia*, *Psychotria douarrei* et *Sebertia acuminata*. Trois de ces espèces appartiennent à la flore des maquis, *Hybanthus caledonicus* variété *linearifolia*, espèce des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens, *Geissois pruinosa*, espèce des maquis paraforestiers sur sols bruns hypermagnésiens et sur sols ferrallitiques généralement érodés, et *Phyllanthus serpentinus*, que l'on rencontre dans les maquis sur sols ferrallitiques érodés mais aussi en forêt. Les six autres espèces sont exclusivement forestières. *Psychotria douarrei* est une espèce très commune qui ne s'écarte pas des terrains ultrabasiques ; *Hybanthus austro-caledonicus* est une espèce commune qui se rencontre rarement en dehors de la zone ultrabasique ; *Sebertia acuminata* est une espèce exclusive des terrains ultrabasiques, localisée à quelques stations dans différents secteurs du territoire. La répartition des trois autres est moins bien connue (*Homalium guillainii* serait exclusive des terrains ultrabasiques tandis que *Homalium francii* et *Geissois intermedia* seraient seulement liées préférentiellement à ces substrats).

En dehors de la Nouvelle-Calédonie,

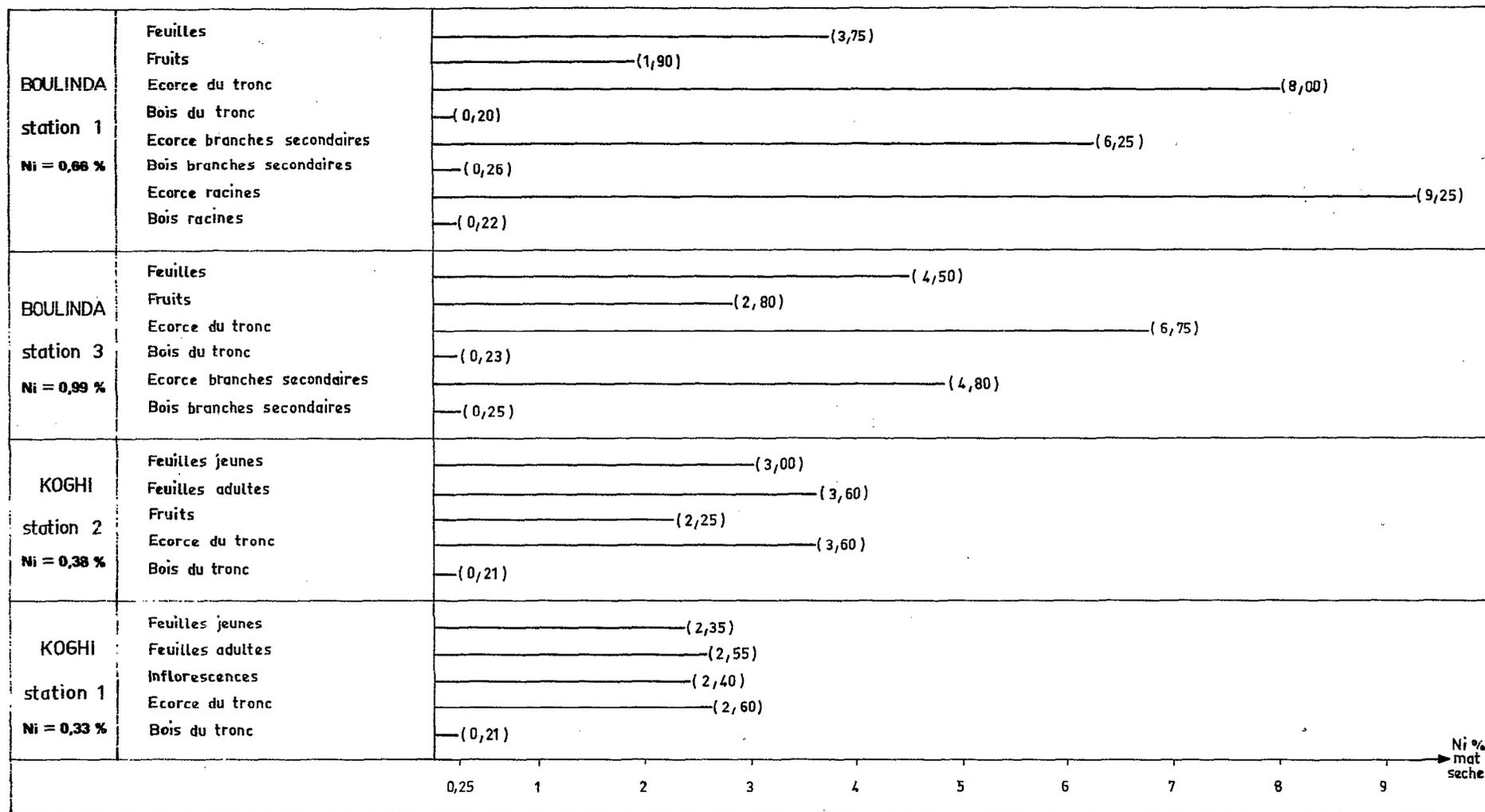
des travaux, récents pour la plupart, ont également révélé l'existence d'espèces hypernickelophores. On en a dénombré à ce jour 26, qui comprennent *Hybanthus floribundus* d'Australie (SEVERNE et BROOKS 1974), *Rinorea bengalensis* d'Indonésie (BROOKS et WITHER, 1977), *Pearsonia metallifera* de Rhodésie (WILD 1974b) et 21 espèces d'*Alyssum* des régions méditerranéennes (MINGUZZI et VERGNANO, 1948 ; BROOKS et RADFORD, 1978 ; BROOKS et al., 1979).

### 3 - DISTRIBUTION DU NICKEL DANS LES DIFFERENTS ORGANES CHEZ QUELQUES ESPECES HYPERNICKE- LOPHORES.

Différentes parties d'un même plant ont été analysées afin de connaître la distribution du nickel.

Chez *Psychotria douarrei*, les teneurs en nickel exprimées par rapport à la matière sèche (fig. 18) sont très élevées dans les feuilles et dans les écorces ; elles sont un peu plus faibles dans les feuilles jeunes et dans les fruits et nettement plus basses dans le bois. Exprimées par rapport à la somme des cations (fig. 19), les teneurs en nickel apparaissent moins variables et relativement élevées dans toutes les parties analysées, y compris le bois. D'une manière assez générale, les teneurs les plus élevées s'observent dans les écorces.

Chez *Geissois pruinosa* (fig. 20), les teneurs en nickel des feuilles sont, quel que soit le mode d'expression des résultats, nettement plus élevées que celles de l'écorce et du bois. Lorsqu'elles sont exprimées en pour cent de la matière sèche, les teneurs en nickel des écorces sont beaucoup plus élevées que celles du bois, la différence s'estompe lorsque les résultats sont exprimés en pour cent de la somme des cations.

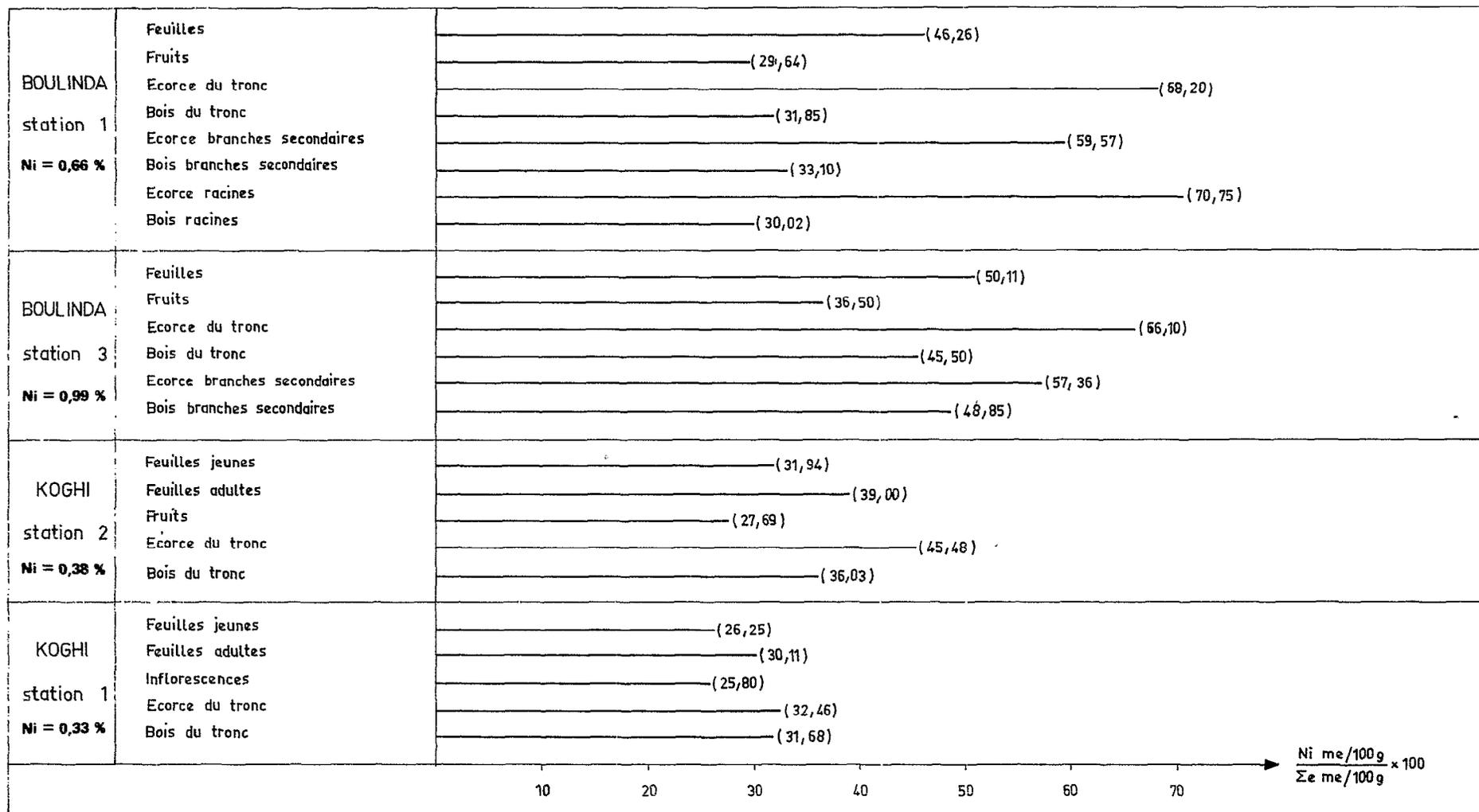


Teneurs en nickel exprimees en pour cent du poids de la matiere seche dans differentes parties de quatre plants de Psychotria douarrei

Stations : Boulinda, forêt dense sur alluvions périderoliques

: Koghi, forêt dense sur éboulis périderoliques

Fig. 18

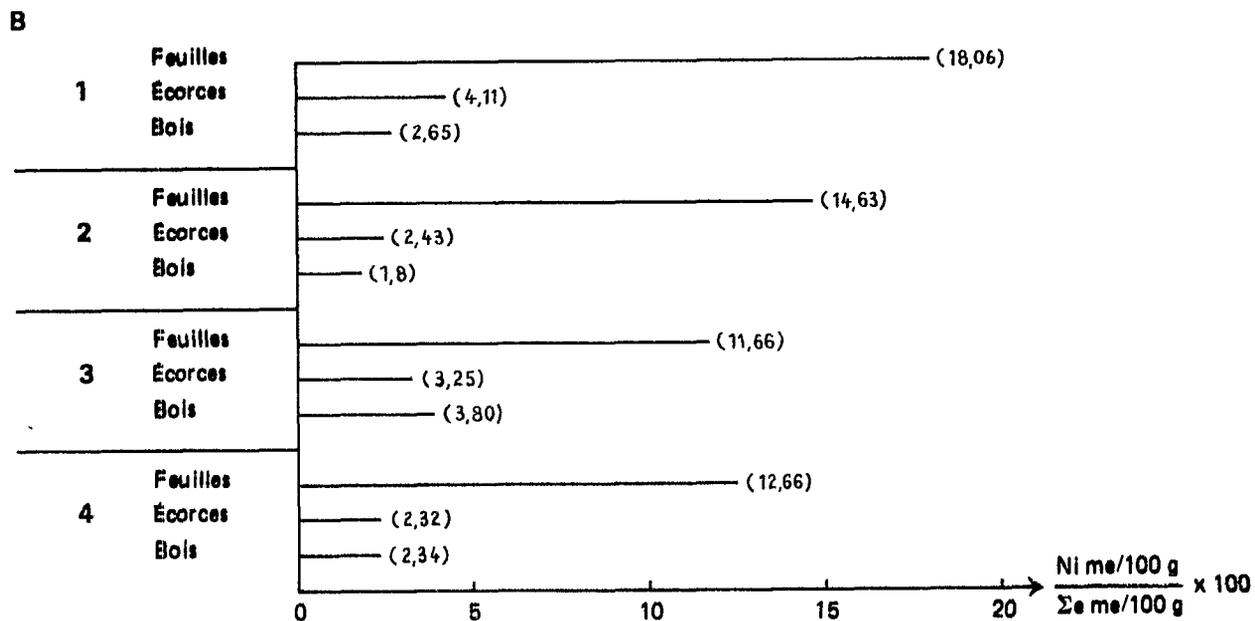
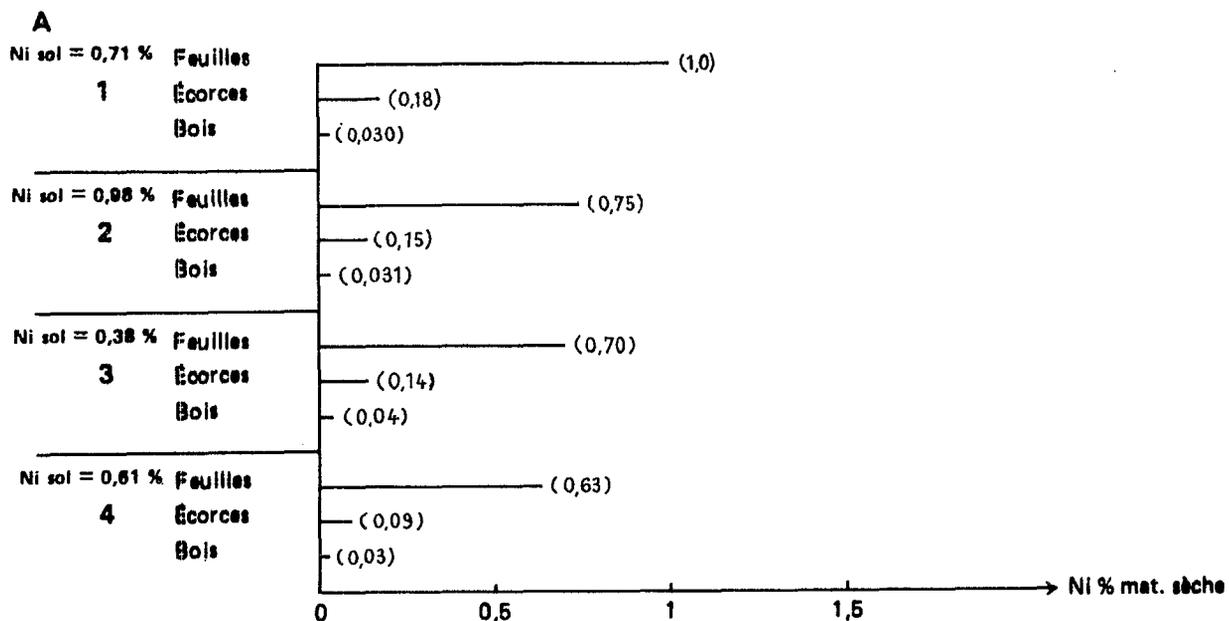


Comparaison des teneurs relatives en pour cent de la somme ( $\Sigma e$ ) des cations (exprimés en milliéquivalents) des différentes parties de quatre plants de Psychotria douarrei prélevés dans quatre stations différentes

Stations : Boulinda, forêt dense sur alluvions péridotiques

: Koghi, forêt dense sur éboulis péridotiques

Fig. 19



Teneurs en nickel dans différentes parties de quatre plants de *Geissois pruinosa*

A) Ni exprimé en % de la matière sèche

B) Ni exprimé en % de la somme ( $\Sigma e$ ) des cations (exprimés en milliéquivalents)

Fig. 20

Chez *Homalium guillainii* (fig. 21), ce sont les feuilles qui contiennent les plus fortes teneurs en nickel lorsque celles-ci sont exprimées par rapport à la matière sèche. Ces teneurs dépassent très largement les teneurs en nickel des écorces et du bois qui sont sensiblement du même ordre de grandeur. Exprimées en pour cent de la somme des cations, les teneurs en nickel des écorces sont nettement plus basses que celles des feuilles et du bois qui sont alors sensiblement du même ordre de grandeur.

Dans le cas d' *Hybanthus austro-caledonicus* (fig 22), les résultats sont analogues à ceux obtenus pour *Psychotria douarrei*. Exprimées par rapport à la matière sèche les teneurs en nickel les plus élevées s'observent dans les feuilles (feuilles jeunes et feuilles adultes) et dans les écorces, elles sont un peu plus faibles dans les inflorescences et nettement plus basses dans le bois. Exprimées par rapport à la somme des cations, les différences de teneurs en nickel s'estompent, la concentration en nickel des écorces restant toutefois la plus élevée.

Chez *Sebertia acuminata* (tableau 17) des teneurs en nickel excessivement élevées ont été enregistrées dans le latex (25 % de la matière sèche, correspondant à 14 % du latex frais) (JAFFRE, BROOKS, LEE, REEVES, 1976). Ces teneurs constituent les concentrations de nickel les plus élevées jamais observées dans un matériel végétal. Le latex de *Sebertia acuminata* a la particularité d'être coloré en bleu vert comme certains sels de nickel ; c'est la raison pour laquelle *Sebertia acuminata* est appelé localement la "sève bleue"

L'accumulation du nickel dans le latex, particulièrement spectaculaire chez *Sebertia acuminata*, ne serait pas un phénomène isolé. Nous avons en effet obtenu une réaction à la diméthylglyoxime , réactif du nickel, avec du latex d'une autre Sapotacée : *Planchonella aff. huebiniensis*.

TABLEAU 17

Station	Forêt cachée 1	Forêt cachée 2	Tontouta 1	Tontouta 2
Feuilles	1,17	1,22	1,55	1,57
Latex	19,3	17,8	21,2	25,7

TENEURS EN NICKEL (EN POUR CENT DE LA MATIERE SECHE)  
 DANS LES FEUILLES ET DANS LE LATEX DE *Sebertia acuminata*.  
 (Ni sol - Forêt cachée 1 : 0,76 % ; Forêt cachée 2 : 0,73 %)

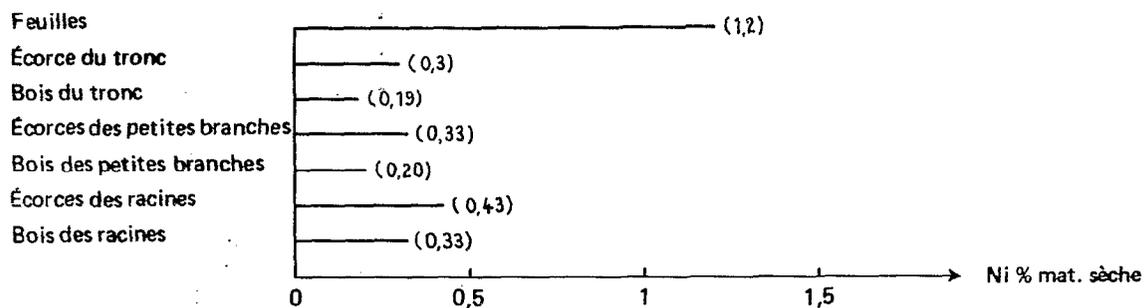
TABLEAU 18

ESPECES	Teneurs foliaires en nickel au moment de la transplantation	Teneurs foliaires en nickel après un an de culture sur sols normaux
<i>Psychotria douarrei</i>	28.000 ppm	110 ppm
<i>Hybanthus austro-caledonicus</i>	12.000 ppm	217 ppm
<i>Geissois pruinosa</i>	6.200 ppm	90 ppm

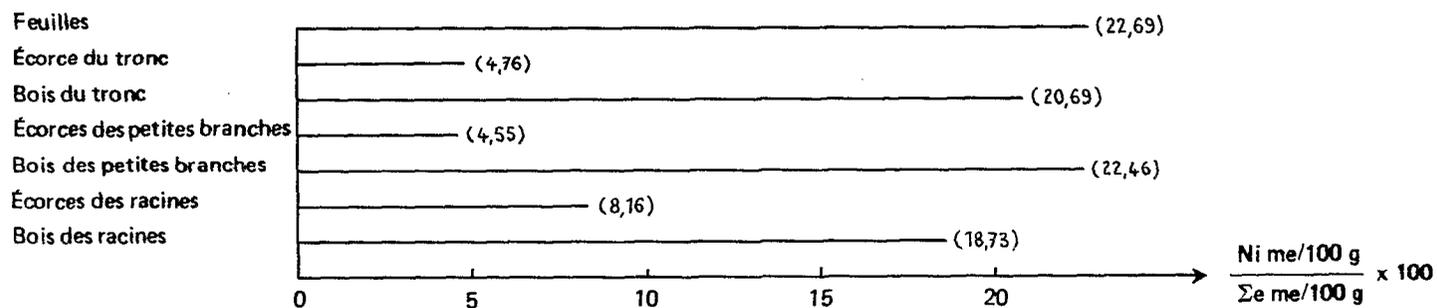
TENEURS EN NICKEL DES TROIS ESPECES HYPERNICKELOPHORES  
 TRANSPLANTEES SUR SOLS DEPOURVUS DE NICKEL.

A

Ni sol = 0,91 %



B



Teneurs en nickel dans différentes parties de deux plants d'*Homalium guillainii*

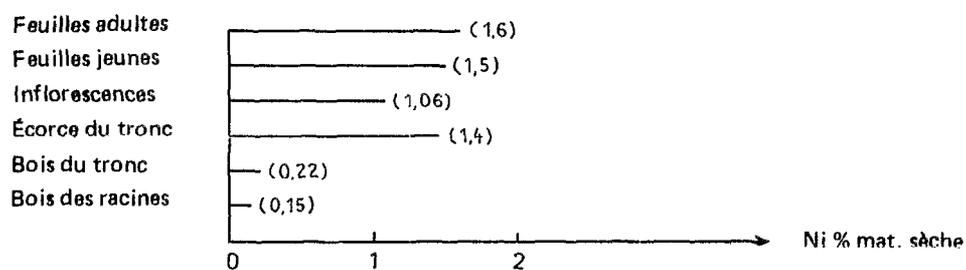
A) Ni exprimé en % de la matière sèche

B) Ni exprimé en % de la somme ( $\Sigma e$ ) des cations (exprimés en milliéquivalents)

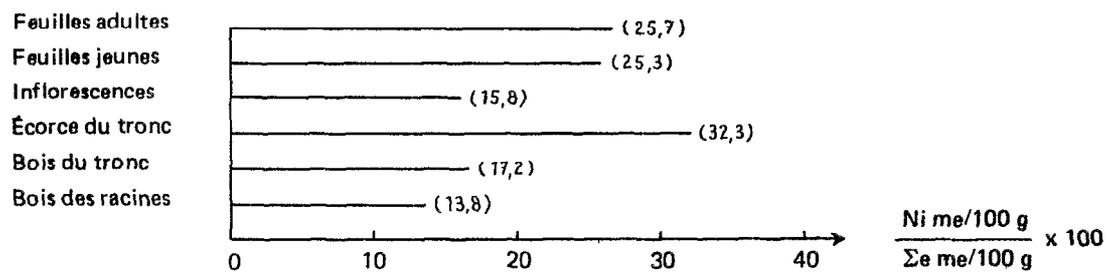
Fig. 21

A

Ni sol = 0,33 %



B



Teneurs en nickel dans différentes parties de deux plants d'*Hybanthus austro-caledonicus*

A) Ni exprimé en % de la matière sèche B) Ni exprimé en % de la somme ( $\Sigma e$ ) des cations (exprimés en milliéquivalents)

Fig. 22

Les concentrations en nickel dans les différentes parties d'une même espèce accumulatrice de cet élément varient largement mais restent toujours relativement élevées, y compris dans les tissus jeunes siège d'un métabolisme particulièrement actif (feuilles jeunes, inflorescences). Les teneurs en nickel les moins élevées, exprimées par rapport à la matière sèche, s'observent toujours dans les tissus ligneux. Mais la distribution du nickel dans la plante, exprimée en pourcentage de la somme des cations, présente des différences importantes d'une espèce à l'autre.

#### 4 - SIGNIFICATION DE L'ACCUMULATION DU NICKEL.

Les teneurs en nickel des espèces accumulatrices atteignant des valeurs égales ou supérieures à celles des éléments majeurs, la question de l'utilité physiologique du nickel pour les espèces accumulatrices mérite d'être posée, d'autant plus que certaines de ces espèces sont toujours associées à des sols riches en nickel. De jeunes plants de *Psychotria douarrei*, d'*Hybanthus austro-caledonicus* et de *Geissois pruinosa*, transplantés, après analyse de leurs teneurs foliaires en nickel, sur des sols normaux très pauvres en nickel, se sont développés normalement. Un an après la transplantation, la très forte baisse des teneurs (tableau 18) ne s'accompagne d'aucune perturbation dans le développement de ces plants. Des teneurs inférieures à 10 ppm de nickel foliaire ont été aussi enregistrées dans *Hybanthus austro-caledonicus* croissant naturellement sur des sols non nickelifères. On peut donc penser, contrairement à ce qui est admis pour certains *Alyssum* (MISHRA et KAR, 1974) que ces espèces ne sont pas obligatoirement liées sur le plan écophysiological à un certain niveau de richesse en nickel du sol. Rien ne permet non plus de supposer que le nickel puisse jouer dans des espèces accumulatrices le rôle d'ion de remplacement lorsque la plante pousse sur terrains ultrabasiques. La composition minérale en différents éléments

majeurs des espèces accumulatrices est variable d'une espèce à l'autre (Annexe 5) mais ne diffère jamais de manière radicale de la composition minérale en éléments majeurs des autres espèces inféodées aux roches ultrabasiqes. De plus, la recherche de corrélations entre le nickel et les autres éléments minéraux chez *Homalium kanaliense* et chez *Hybanthus austro-caledonicus* (LEE et al. 1977) a montré l'absence de relation entre les concentrations de nickel et celles des autres éléments minéraux de la plante. Il ne semble pas que l'hypothèse de MALIUGA (in DUVIGNEAUD, et DENAEYER-DE SMET, 1973) selon laquelle le nickel interviendrait comme substitut du magnésium dans la chlorophylle puisse se vérifier ici.

Certains auteurs (COLE, 1973 ; SEVERNE, 1974), ont suggéré que l'accumulation du nickel par les plantes pourrait être une adaptation à la sécheresse, les fortes concentrations en nickel des cellules épidermiques réduisant la transpiration des feuilles. Cette hypothèse ne semble pas pouvoir être retenue en ce qui concerne les hypernickelophores néo-calédoniennes, la majorité d'entre elles croissant en forêt dense humide. On a pu observer d'ailleurs en cultivant certaines d'entre elles en serre (*Psychotria douarrei*, *Geissois pruinosa*, *Hybanthus austro-caledonicus*) qu'elles étaient très sensibles à la sécheresse.

La présence de concentrations excessivement fortes de nickel dans les espèces accumulatrices pose le problème de la tolérance de ces espèces à l'égard d'un élément généralement toxique pour les plantes à des taux aussi élevés. Des études menées sur les espèces accumulatrices néo-calédoniennes ont permis d'isoler un complexe citrique de nickel chez *Sebertia acuminata*, *Hybanthus austro-caledonicus*, *Hybanthus caledonicus*, *Homalium guillainii*, *Homalium francii*, et *Homalium kanaliense* (LEE, REEVES, BROOKS, JAFFRE, 1977). Un complexe malique de nickel a été isolé chez *Psychotria douarrei* (KERSTEN, REEVES, BROOKS, JAFFRE, 1980).

L'existence d'une forte corrélation entre les taux de nickel et d'acide citrique dans les feuilles de dix-sept espèces accumulatrices a également été démontrée (LEE, REEVES, BROOKS, JAFFRE 1978). La tolérance des espèces accumulatrices aux fortes teneurs en nickel dans leurs tissus serait donc finalement liée à leur capacité de neutraliser le nickel absorbé en le complexant par un acide organique.

#### 5 - DISTRIBUTION PAR CATEGORIE DE MILIEU DES TENEURS EN NICKEL

Nous examinerons les teneurs en nickel des espèces colonisatrices des anciennes mines puis successivement les distributions des teneurs en nickel des dicotylédones arbustives représentées dans chacune des quatre principales catégories de maquis, dans l'ensemble des maquis et dans l'ensemble des forêts.

##### a - Teneurs en nickel des espèces colonisatrices des anciennes mines

Les emplacements des anciens travaux miniers constituent généralement des milieux très riches en nickel (au voisinage de la surface teneurs souvent supérieures à 2 %). Les conditions de milieu et la végétation de ces anciennes mines ont fait l'objet de plusieurs études (JAFFRE, 1974 ; JAFFRE, LATHAM, SCHMID, 1977. Il s'agit de milieux secs, chimiquement déséquilibrés (carence en N, P, K, Ca, excès de Mg, Ni, Co), où la végétation s'installe difficilement et reste toujours clairsemée. La flore est constituée d'un petit nombre d'espèces provenant des groupements ligno-herbacés voisins sur sols ferrallitiques érodés. (alliance à *Normandia neo-caledonica* et *Schoenus juvenis*).

27 espèces ont été analysées dans 11 stations ayant des teneurs en nickel supérieures à 2 %. Les teneurs en nickel des différents échantillons végétaux

TABLEAU 19

Nickel total du sol ‰	5,80	5,46	5,10	4,31	3,92	3,85	3,06	3,03	2,94	2,46	2,00
Nickel extrait par NH <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> COO Normal à pH 7	507			390	190						57
Argophyllum grunowii					1375						
Argophyllum laxum									1900		
Asplenium novae-caledoniae								200	760		
Costularia comosa							190		140		
Costularia nervosa						165					
Dracophyllum ramosum		640				312					
Earina deplanchei		860		690							
Eriaxis rigida						390					
Geniostoma rupestre				720							
Grevillea exul								170			
Hibbertia trachyphylla			250	590			570				
Lepidosperma perteres										620	
Metrosideros demonstrans		130									
Myrtus emarginatus		700		350							
Normandia neo-caledonica	330			660			400				
Peripterygia marginata						1215					
Phyllanthus aeneus					915						
Phyllanthus buxoides			1000								
Phyllanthus serpens	34000										
Pteridium aquilinum				130							65
Scaevola sp. (J2278)							550				
Schoenus juvenis					225	310					
Schoenus neo-caledonicus			130					200	108	440	
Sphenomeris deltoidea				140							
Styphelia cymbulae							340				
Styphelia floribunda		260									
Tristania glauca					240						

TENEURS EN NICKEL (EN ppm) DES FEUILLES DE QUELQUES ESPECES  
COLONISATRICES DES DEBLAIS MINIERES NICKELIFERES. (DONNEES REPRISES DE JAFFRE 1977b)

et des sols sont rassemblées dans le tableau 19. Toutes les espèces analysées présentent des teneurs en nickel foliaire supérieures à 100 ppm, 15 espèces possèdent des teneurs supérieures à 500 ppm et 5 des teneurs supérieures à 1000 ppm, atteignant 30.000 ppm chez *Phyllanthus serpentinus*.

Les teneurs en nickel foliaire apparaissent ici d'une manière générale supérieures aux teneurs moyennes enregistrées chez les mêmes espèces croissant dans des biotopes naturels. Elles sont très variables d'une espèce à l'autre, illustrant la diversité du comportement des plantes à l'égard du nickel du sol. Nul doute que pour se développer dans ces sites excessivement riches en nickel, les espèces doivent être dotées d'une exceptionnelle capacité de résistance à l'égard de cet élément, ce qui explique aussi en partie la pauvreté floristique des anciens sites miniers.

*b - Distribution des teneurs en nickel  
des dicotylédones arbustives dans  
chacune des principales catégories  
de maquis.*

Les histogrammes de fréquence (fig. 23) font ressortir des différences importantes dans la distribution des teneurs en nickel. Les espèces du maquis buissonnant sur sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires ont les teneurs les moins élevées : seulement 10% des espèces ont plus de 50 ppm et chez aucune espèce on ne trouve des teneurs supérieures à 250 ppm. L'histogramme relatif aux maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens et celui relatif aux maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés présentent une certaine similitude : 50 % environ des espèces ont des teneurs inférieures à 50 ppm, 20 % des teneurs comprises entre 50 et 100 ppm, 10 à 20 % des teneurs comprises entre 100 et 250 ppm, et approximativement 10 % des teneurs supérieures à

250 ppm. Ce sont les maquis sur sols ferrallitiques érodés qui détiennent la plus forte proportion d'espèces à teneur élevée en nickel : 25 % des espèces ont des teneurs comprises entre 100 et 250 ppm, plus de 25 % des teneurs moyennes supérieures à 250 ppm et plus de 10 % des teneurs s'élevant à plus de 1000 ppm. Il est donc clair que les espèces présentant des teneurs élevées en nickel se trouvent en beaucoup plus forte proportion sur les sols les plus riches en cet élément.

*c - Distribution des teneurs en nickel  
des dicotylédones arbustives dans  
l'ensemble des maquis et dans l'en-  
semble des forêts.*

Les histogrammes de fréquence relatifs à ces deux catégories de formations végétales (fig. 24) montrent que peu d'espèces (3 % en forêt, 6,2 % dans les maquis) ont des teneurs inférieures à 10 ppm. Les teneurs les plus fréquentes (37 % en forêts et 51 % dans les maquis) sont comprises entre 10 et 50 ppm. Les pourcentages des teneurs comprises entre 50 et 100 ppm sont avec 14 % des espèces de maquis et 16,5 % des espèces des forêts sensiblement les mêmes dans ces deux catégories de milieu. Les teneurs supérieures à 100 ppm sont plus fréquentes en forêt avec 41 % des espèces contre 28,5 % dans les maquis. Il en est de même pour les teneurs supérieures à 1000 ppm (9 % des espèces de forêts et seulement 3,7 % des espèces de maquis). Il apparaît donc que par rapport à l'ensemble des maquis on trouve en forêt une plus forte proportion d'espèces ayant des teneurs élevées en nickel foliaire.

II - COMPORTEMENT DES ESPECES A L'EGARD DU CHROME.

*1 - GENERALITES, LE CHROME DANS LA PLANTE.*

La toxicité du chrome pour les plantes,

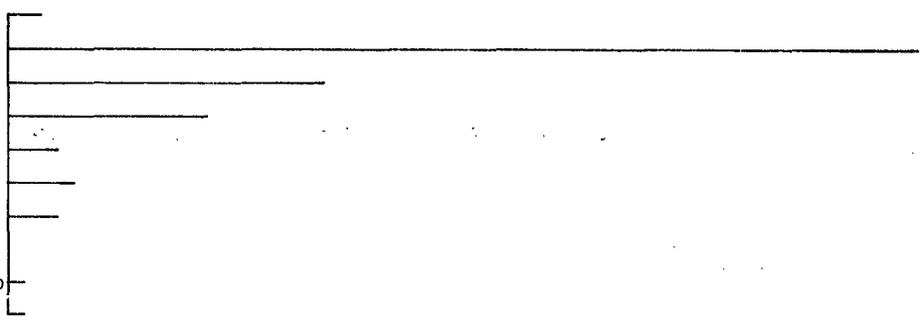
Teneurs en nickel  
ppm/mat.s

nombre d'espèces

0 2 6 10 14 18 22 26 30 34 38 42 46 50 54 58

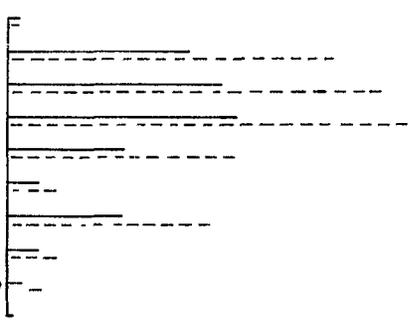
**A**  
n=100

0 à 10  
10 à 50  
50 à 100  
100 à 250  
250 à 500  
500 à 1000  
1000 à 2500  
2500 à 5000  
5000 à 10000  
> 10000



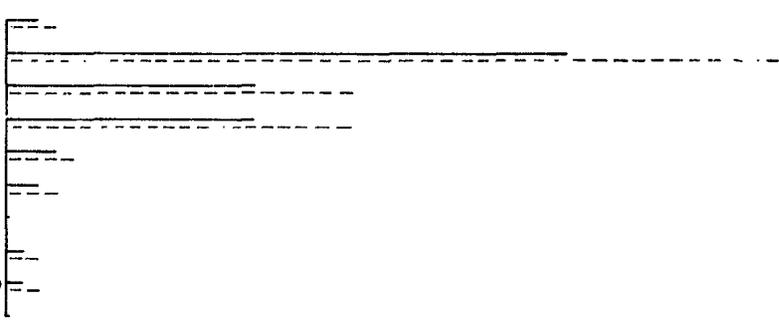
**B**  
n=58

0 à 10  
10 à 50  
50 à 100  
100 à 250  
250 à 500  
500 à 1000  
1000 à 2500  
2500 à 5000  
5000 à 10000  
> 10000



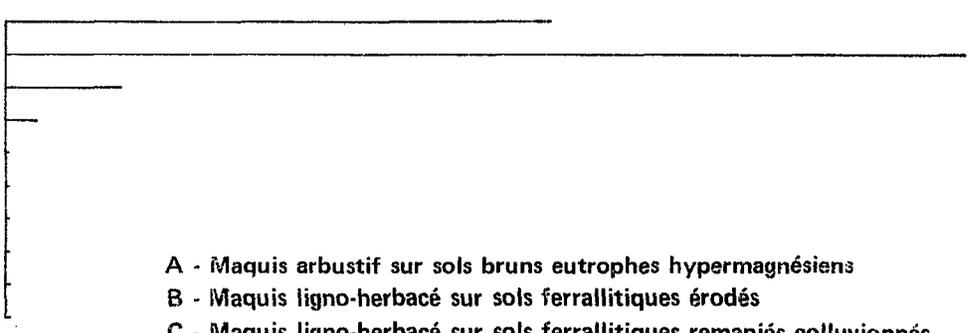
**C**  
n=72

0 à 10  
10 à 50  
50 à 100  
100 à 250  
250 à 500  
500 à 1000  
1000 à 2500  
2500 à 5000  
5000 à 10000  
> 10000



**D**  
n=100

0 à 10  
10 à 50  
50 à 100  
100 à 250  
250 à 500  
500 à 1000  
1000 à 2500  
2500 à 5000  
5000 à 10000  
> 10000

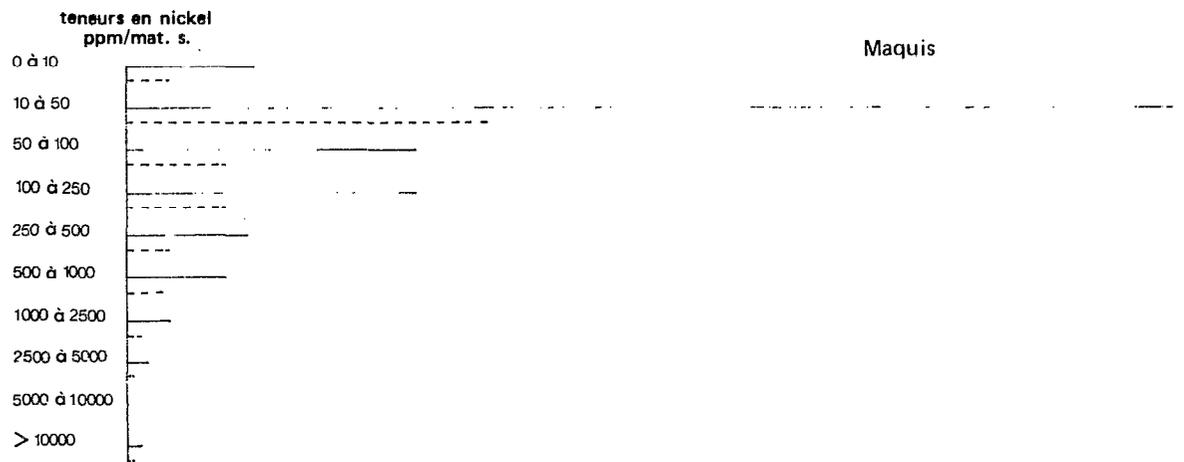
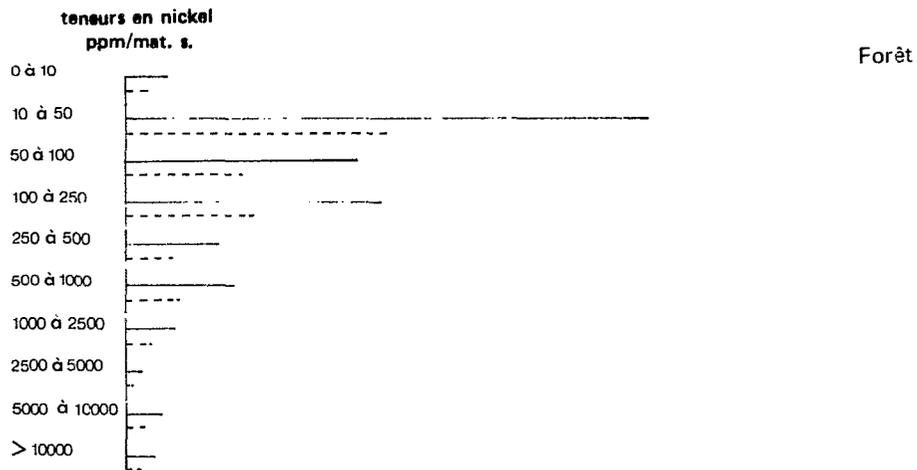


- A - Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens
- B - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés
- C - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés
- D - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés

----- Nombre d'espèces en %

Répartition des teneurs moyennes en nickel dans les feuilles des Dicotylédones  
arbustives de quatre catégories de maquis sur roches ultrabasiqes

nombre d'espèces



Répartition des teneurs en nickel dans les feuilles des dicotylédones arbustives des forêts et dans les feuilles des dicotylédones arbustives des maquis des roches ultrabasiques

Fig. 24

lorsque cet élément est présent à des taux élevés dans le sol, est bien connue. Il en est fait largement état dans deux synthèses bibliographiques (GROSMAN 1966, PRATT 1966).

L'intoxication par le chrome ne se manifeste pas par des symptômes bien spécifiques, elle se traduit le plus généralement par une diminution de la vitesse de croissance suivie du dépérissement de la plante lorsque l'intoxication est sévère.

Les plantes ne contiennent en général que de très faibles quantités de chrome dans leurs tissus : 0,01 à 0,1 ppm par rapport à la matière sèche. Toutefois, des teneurs nettement plus élevées ont été signalées dans les plantes croissant sur terrains ultrabasiques, de 3 à 26 ppm (SOANE et SAUNDER 1959) et des teneurs dépassant 30.000 ppm par rapport au poids de cendres (soit environ 3.000 ppm par rapport à la matière sèche) ont été trouvées en Rhodésie par WILD (1974) dans les feuilles de *Sutera fodina* et de *Dicoma niccolifera*.

En général, les plantes cultivées sont très sensibles à l'empoisonnement par le chrome. Des symptômes d'intoxication ont été observés par SOANE et SAUNDER (1959) sur du tabac contenant 18 à 34 ppm de chrome et sur du maïs contenant 4 à 8 ppm de chrome. HUNTER et VERGNANO (1953) mentionnent des symptômes d'intoxication sur de l'avoine contenant 252 ppm de chrome.

L'étude de la répartition du chrome dans la plante (NEMEC, 1951, in GROSMAN 1966) a montré que les teneurs les plus élevées en chrome se trouvent dans le chevelu et l'écorce des racines et il est couramment admis que le chrome est immobilisé loin des organes assimilateurs. Ceci n'est cependant pas toujours le cas, WILD (1974) ayant dans certaines espèces croissant sur terrains ultrabasiques en Rhodésie enregistré les teneurs les plus élevées en chrome dans les tiges et dans les feuilles.

2 - TENEURS EN CHROME DES ESPECES ASSOCIEES AUX  
TERRAINS ULTRABASIQUES EN NOUVELLE CALEDONIE.

Bien que les teneurs en chrome des sols issus des roches ultrabasiques en Nouvelle Calédonie soient en général très élevées, les concentrations de cet élément dans les feuilles des plantes qui leur sont associées sont en général assez faibles (tableau 20).

Plus de 50 % des espèces ont des teneurs en chrome foliaire inférieures à 5 ppm. Seules deux espèces ont un taux moyen de chrome foliaire supérieur à 20 ppm. Il s'agit de *Symplocos rotundifolia* et de *Hybanthus austro-caledonicus*. Leurs teneurs en chrome s'échelonnent respectivement de 24 à 140 ppm pour la première et de 5 à 260 ppm pour la seconde. Alors qu' *Hybanthus austro-caledonicus* possède, en outre, la propriété d'accumuler le nickel à des taux supérieurs à 25.000 ppm, *Symplocos rotundifolia* a celle d'accumuler l'aluminium à des taux dépassant 15.000 ppm. Des teneurs relativement élevées en chrome foliaire ont été aussi observées occasionnellement chez quelques espèces dans un nombre limité de stations, d'une part dans deux stations, au sein de l'association à *Plectronia odorata* et *Gardenia urvillei* et de l'association à *Helichrysum neo-caledonicum* et *Guioa pectinata* sur sols ferrallitiques complexes à horizon supérieur d'origine colluviale riche en éléments limoneux (tableau 21, colonnes 1 et 2), d'autre part, dans une station sur sol ferrallitique érodé, anormalement riche en chrome détritique, mais présentant toutefois une végétation bien représentative de l'association à *Costularia pubescens* et *Styphelia albicans* (tableau 21 colonne 3).

Observons que les espèces fixant les plus fortes quantités de chrome appartiennent aux Cunoniacées et aux Violacées, familles déjà remarquables par le grand nombre d'espèces nickelophores qui s'y rattachent.

TABLEAU 20

Teneurs en chrome (ppm)	Nombre d'espèces	Pourcentage
< à 2,5	153	36,0
2,5 à 5	111	26,1
5 à 7,5	61	14,3
7,5 à 10	52	12,2
10 à 15	36	8,4
15 à 20	9	2,1
> à 20	2	0,4

REPARTITION DES TENEURS MOYENNES EN CHROME FOLIAIRE  
DES ESPECES DES TERRAINS ULTRABASIQUES.

TABLEAU 21

ESPECES	Teneurs en chrome (ppm)		
	Station 1 Cr Sol : 3,9 ‰	Station 2 Cr Sol : 1,85 ‰	Station 3 Cr Sol : 32 ‰
Geissois pruinosa		430	
Agatea deplanchei	120		
Codia montana	55	100	
Styphelia cymbulae	20	68	
Hibbertia pancheri	63	40	
Baekkea ericoides	16		
Lepidosperma perteres	13	8	
Garcinia amplexicaulis	5	9	
Stenocarpus umbelliferus		7	
Plectronia odorata		5	
Coelospermum billardieri		4	
Rauvolfia semperflorens	4		
Rapanea sp.	2,5		
Scaevola montana	2,5		
Acridocarpus austro-caledonicus	2,5	< 2,5	
Acacia spirorbis	< 2,5	< 2,5	
Schoenus juvenis			36
Tristania glauca			30
Mooria artensis			17
Costularia pubescens			10
Montrouzieria sphaeroidea			6
Grevillea exul			5
Scaevola beckii			4

TENEURS EN CHROME DES ESPECES DANS DEUX STATIONS SUR SOL

FERRALLITIQUE COMPLEXE A LA BASE DU MASSIF DU BOULINDA (Stations 1 et 2)

ET DANS UNE STATION SUR SOL FERRALLITIQUE ERODE, EXCESSIVEMENT RICHE EN CHROME, AU  
VOISINAGE DE LA MINE DU "MARAIS KIKI" DANS LA PLAINE DES LACS. (station 3)

Des teneurs anormalement élevées en chrome (de l'ordre de 5000 ppm par rapport au poids de cendres, soit plusieurs centaines de ppm par rapport à la matière sèche) ont été trouvées dans une Mousse *Aerobryopsis longissima* (LEE, BROOKS, REEVES, JAFFRE, 1977). Il s'agit d'une espèce épiphyte des forêts denses se développant notamment sur les troncs d'*Homalium guillainii*. Les teneurs en chrome des écorces de cette dernière n'étant pas particulièrement élevées, on peut se demander si les eaux de pluviollessivage, dont on connaît en forêt tropicale l'importance dans le cycle des éléments minéraux (BERNHARD - REVERSAT, HUTTEL, LEMEE, 1979), n'assureraient pas l'approvisionnement en chrome d'*Aerobryopsis longissima*.

### III - COMPORTEMENT DES ESPECES A L'EGARD DU COBALT.

#### 1 - GENERALITES, LE COBALT DANS LA PLANTE.

Bien que le cobalt ne soit pas considéré comme un élément essentiel à la vie des plantes, sa présence s'est montrée bénéfique au développement de certains organismes végétaux, nécessaire au développement de certaines algues (HOHM - HANSEN, GERLOFF, SKOOG, 1954) et à la fixation symbiotique de l'azote chez certaines espèces (AHMED, EVANS, 1961).

L'addition de quantités de cobalt de l'ordre de 0,1 ppm à des solutions nutritives s'est révélée suffisante pour produire des effets toxiques sur de nombreuses plantes cultivées (VANSELOW 1966a). Cette toxicité, qui a été étudiée notamment par VERGNANO et HUNTER, 1952, se traduit sur de l'avoine par une diminution de la vitesse de croissance et l'apparition de chloroses et de nécroses foliaires pouvant être suivies de la mort de la plante.

Habituellement les teneurs en cobalt des plantes ne dépassent pas 1 ppm mais elles atteignent couramment des taux de 3 à 10 ppm dans les plantes des sols cobaltifères du Katanga (DUVIGNEAUD, 1959). Dans cette ré-

gion certaines espèces présentent des teneurs très élevées. DUVIGNEAUD, DENAEYER-DE SMET (1960) rapportent des teneurs de 830 ppm chez *Crotalaria cobalticola* et de 1490 ppm chez *Haumaniastrum robertii*. BROOKS (1977) note une teneur de 10.222 ppm chez cette dernière espèce, MALAISSE et GREGOIRE (1979), une teneur de 4300 ppm chez *Aeolanthus biformifolius*. L'accumulation du cobalt à des taux atteignant plusieurs dizaines de ppm, par des espèces du genre *Nyssa*, croissant sur des sols normaux, a d'autre part été signalée à plusieurs reprises (BEESON, LAZAR, BOYCE, 1955 ; KUBOTA, LAZAR, BEESON, 1966 ; BROOKS, CLEAVE, SCHOFIELD, 1977). Des phénomènes de toxicité du cobalt correspondant à des taux foliaires de 10 ppm et de 19 à 32 ppm ont été respectivement signalés par VANSELOW (1966a) sur des plants de *Citrus* et par FUJIMOTO et SCHERMAN (1950) sur une Graminée (*Sorghum alepense*).

2 - TENEURS EN COBALT DES ESPECES ASSOCIEES AUX  
TERRAINS ULTRABASIQUES EN NOUVELLE CALEDONIE  
(Tableau 22).

Elles sont en général supérieures aux teneurs les plus courantes dans les plantes mais ne sont jamais très élevées. 58 % des espèces analysées ont des teneurs en cobalt foliaire inférieures à 2,5 ppm et seulement 19 % des teneurs supérieures à 5 ppm. 27 espèces, ce qui correspond à 5,7 % des espèces analysées, ont des teneurs moyennes supérieures ou égales à 25 ppm (tableau 23). Parmi celles-ci, on compte plusieurs espèces s'étant déjà signalées par leurs fortes teneurs en nickel : *Agatea deplanchei*, plusieurs *Hybanthus*, plusieurs *Homalium*, *Argophyllum laxum*, *Geissois pruinosa*, *Pancheria reticulata*, *Phyllanthus serpentinus*, *Baloghia* sp. A celles-ci s'ajoutent deux Myrtacées du genre *Tristania*, trois Protéacées (*Beaupreopsis paniculata*, *Macadamia francii* et *Macadamia angustifolia*), plusieurs Cunoniacées des genres *Codia*, *Cunonia*, *Spiraeanthemum* et *Pancheria*.

TABLEAU 22

TENEURS EN COBALT		
ppm	Nombre d'espèces	Pourcentage
< 2,5	262	57,2
2,5 - 5	107	23,4
5 - 7,5	27	5,9
7,5 - 10	14	3,0
10 - 15	14	3,0
15 - 20	2	0,4
20 - 25	6	1,2
> 25	27	5,8

## REPARTITION DES TENEURS EN COBALT FOLIAIRE CHEZ LES ESPECES DES TERRAINS ULTRABASIQUES

TABLEAU 23

ESPECES	Nombre d'échantillons analysés	Teneurs en cobalt (ppm)	
		Moyennes	Extrêmes
<i>Agatea deplanchei</i>	16	26	< 25 - 100
<i>Hybanthus austro-caledonicus</i>	22	58	15 - 220
<i>Hybanthus caledonicus</i>	4	39	22 - 58
<i>Hybanthus caledonicus</i> var. <i>linearifolia</i>	4	45	33 - 65
<i>Homalium kanaliense</i>	23	88	10 - 365
<i>Homalium guillainii</i>	5	31	7 - 85
<i>Homalium austro-caledonicum</i>	4	95	13 - 243
<i>Geissois pruinosa</i>	28	25	2,5 - 232
<i>Codia albifrons</i>	3	29	5 - 60
<i>Codia discolor</i>	20	48	7 - 168
<i>Codia ferruginea</i>	6	136	13 - 275
<i>Codia montana</i>	78	55	< 2,5 - 220
<i>Codia nitida</i>	26	30	9 - 110
<i>Cunonia deplanchei</i>	3	34	21 - 45
<i>Pancheria reticulata</i>	3	59	50 - 65
<i>Pancheria communis</i>	14	31	11 - 58
<i>Pancheria alaternoides</i>	17	25	< 2,5 - 130
<i>Spireantheum ellipticum</i>	5	40	15 - 240
<i>Baloghia</i> sp. (J 1495)	6	35	11 - 78
<i>Phyllanthus serpentinus</i>	11	134	5 - 450
<i>Phyllanthus aeneus</i>	15	30	4 - 70
<i>Argophyllum laxum</i>	7	43	10 - 165
<i>Beaupreopsis paniculata</i>	4	41	10 - 98
<i>Macadamia francii</i>	7	33	49 - 120
<i>Macadamia angustifolia</i>	2	75	70 - 80
<i>Tristania glauca</i>	16	25	< 2,5 - 200
<i>Tristania capitulata</i>	2	34	22 - 45

TENEURS EN COBALT FOLIAIRE DES ESPECES ACCUMULANT CET ELEMENT A DES TAUX SUPERIEURS A 25 ppm PAR RAPPORT A LA MATIERE SECHE

Les teneurs moyennes en cobalt, calculées pour les principales familles à partir des teneurs moyennes des différentes espèces représentant la famille, s'établissent à moins de 5 ppm pour la plupart d'entre elles. Seules cinq familles font exception avec des teneurs moyennes en cobalt supérieures à 10 ppm : les Violacées (42 ppm), les Cunoniacées (39 ppm), les Euphorbiacées (26 ppm), les Flacourtiacées (23 ppm) et les Escalloniacées (14 ppm). Une certaine similitude apparaît ainsi dans la répartition des teneurs en cobalt et en nickel dans la flore des roches ultrabasiques.

*3 - DISTRIBUTION DU COBALT DANS DIFFERENTS  
ORGANES CHEZ DEUX ESPECES ACCUMULANT CET  
ELEMENT.*

Les teneurs en cobalt ont été déterminées dans les feuilles, l'écorce et le bois de plusieurs plants de *Geissois pruinosa* et de *Hybanthus austro-caledonicus*. Les résultats (tableau 24) indiquent que les concentrations les plus fortes en cobalt se trouvent dans les feuilles âgées et les concentrations les plus faibles dans le bois. Les concentrations dans les écorces sont généralement inférieures à celles des feuilles.

TABLEAU 24

ESPECES	Geissois pruinosa								Hybanthus austro- caledonicus
Co Sol ppm	360	730	2500	590	920	240	630	1240	
Feuilles jeunes	11							18	
Feuilles adultes	12	22	44	20	40	12	13	32	
Feuilles âgées	16	30							
Ecorce du tronc	10	10	16	17	17	10	17	12	
Bois du tronc	< 2,5	< 2,5	< 2,5	2,8	3,6	< 2,5	2,5	2,8	
Bois des racines								< 2,5	
Inflorescences								5,8	

TENEURS EN COBALT (en ppm de la matière sèche) DANS DIFFERENTES PARTIES  
DE SEPT PLANTS DE *Geissois pruinosa* ET D'UN PLANT DE *Hybanthus austro-caledonicus*.

## IV - COMPORTEMENT DES ESPECES A L'EGARD DU MANGANESE

## 1 - GENERALITES, LE MANGANESE DANS LA PLANTE.

Le manganèse est un oligo élément largement répandu dans les sols, il est essentiel au développement des végétaux, mais à des taux trop élevés il devient toxique pour les plantes. Cette toxicité a été étudiée chez les plantes cultivées. (Il en est fait état dans deux revues bibliographiques, LAUBANAUSKAS, 1966 ; FOY, CHANEY, WHITE, 1978). Elle se manifeste le plus souvent sur des sols acides qui contiennent les proportions les plus importantes de manganèse soluble facilement assimilable par les plantes. L'intoxication se traduit par des symptômes très variables suivant les espèces. Elle est cependant souvent marquée par des chloroses, des brunissements et des nécroses foliaires accompagnés d'une diminution de la vitesse de croissance.

Dans les plantes, les teneurs en manganèse foliaire sont le plus souvent comprises entre 20 et 500 ppm, pouvant s'élever sur sols normaux jusqu'à 1400 ppm (DUVIGNEAUD et DENAEYER-DE SMET, 1960). BERTRANG et SILBERS-TEIN (1952) rapportent une teneur moyenne de 97,7 ppm pour 389 espèces de phanérogames dans la flore de France. Des teneurs en manganèse foliaire inférieures à 20 ppm sont souvent le signe d'une déficience en cet élément chez les plantes cultivées, tandis que des taux supérieurs à 1500 ppm s'accompagnent généralement de symptômes d'intoxication. Le seuil d'apparition des symptômes d'empoisonnement varie beaucoup d'une espèce à l'autre. NGO CHAN BANG, OLIVIER, FALAIS (1971) donnent comme seuil d'intoxication 500 ppm de manganèse foliaire pour le colza et la chicorée, 1000 ppm pour le tabac, 3000 ppm pour le coton, 10.000 ppm pour le céleri et 12.000 ppm pour la myrtille (*Vaccinium myrtillus*).

Cette dernière espèce a été signalée comme un accumulateur de manganèse (DENAAYER-DE SMET, 1966).

## 2 - TENEURS EN MANGANESE DE DIFFERENTS TAXONS

### a - Teneurs en manganèse de différents genres et espèces.

Les teneurs en manganèse des espèces croissant sur terrains ultrabasiques apparaissent en moyenne relativement élevées (tableau 25). Près de 33 % d'entre elles ont des teneurs supérieures à 500 ppm et 21 % ont des teneurs supérieures à 1000 ppm. Seulement 20 % des espèces ont des teneurs inférieures à 50 ppm. Parmi ces dernières, quelques unes, généralement associées à des sols hypermagnésiens, ont des teneurs en manganèse inférieures à 20 ppm.

Les teneurs en manganèse foliaire étant assez couramment supérieures à 1000 ppm, nous considérerons comme "accumulatrices" de cet élément seulement les espèces pouvant présenter dans leurs feuilles des taux de manganèse supérieurs à 3000 ppm. Selon une terminologie identique à celle adoptée pour le nickel, les espèces accumulant le manganèse à des taux supérieurs à 10.000 ppm seront qualifiées "d'hypermanganésophores" (JAFFRE, 1977a, 1979). Au total 30 espèces accumulatrices, comprenant 9 hypermanganésophores, ont été dénombrées (tableau 26). Ces espèces appartiennent à des familles et à des genres divers. On note cependant une proportion particulièrement élevée d'espèces accumulatrices dans la famille des Protéacées où 7 espèces appartenant aux genres *Beauprea*, *Grevillea*, *Stenocarpus*, *Macadamia* accumulent le manganèse à des taux compris entre 3000 et 10.000 ppm et trois espèces appartenant aux genres *Beaupreopsis* et *Macadamia* accumulent cet élément à des taux supérieurs à 10.000 ppm. Parmi ces dernières, *Macadamia neurophylla* accumule le manganèse à des taux dépassant 5 % de la ma-

TABLEAU 25

Teneurs en manganèse			Nombre d'espèces	Pourcentage
0	à	10	1	0,2
10	à	50	87	19,6
50	à	100	73	16,4
100	à	250	89	20,0
250	à	500	46	10,3
500	à	1000	51	11,5
1000	à	2500	64	14,4
2500	à	5000	23	5,2
5000	à	10.000	5	1,1
>	à	10.000	6	1,3

REPARTITION DES TENEURS MOYENNES EN MANGANESE FOLIAIRE DES ESPECES DES TERRAINS ULTRABASIQUES.

TABLE C

ESPÈCES	Nombre d'analyses	Teneurs en manganèse ppm mat. s.	
		Moyennes	Extrêmes
<i>Beauprea gracilis</i> (Protéacées)	2	2460	
* <i>Beaupreopsis paniculata</i> (Protéacées)	6		1925 - 3000
<i>Grevillea exul</i> ssp. <i>Exul</i> (Protéacées)	15	6900	3200 - 12000
<i>Grevillea exul</i> ssp. <i>rubiginosa</i> (Protéacées)		1809	430 - 3900
<i>Grevillea gillivrayi</i> (Protéacées)	20	2738	480 - 6200
<i>Grevillea meisneri</i> (Protéacées)	30	2703	290 - 820
<i>Stenocarpus milnei</i> (Protéacées)	14	2655	530 - 4500
<i>Macadamia francii</i> (Protéacées)	14	1473	280 - 3500
<i>Macadamia angustigolia</i> (Protéacées)	7	1857	314 - 5400
* <i>Macadamia neurophylla</i> (Protéacées)	2	11109	10630 - 11589
* <i>Maytenus bureaviana</i> (Celastracées)	20	40733	15875 - 55200
* <i>Maytenus pancheriana</i> (Celastracées)	41	19225	6750 - 33750
* <i>Maytenus drakeana</i> (Celastracées)	1	16370	
* <i>Maytenus sebertiana</i> (Celastracées)	1	8340	
* <i>Alyxia rubricaulis</i> (Apocynacées)	1	22500	
<i>Alyxia bailloni</i> (Apocynacées)	14	10271	5100 - 14000
<i>Alyxia sarasinii</i> (Apocynacées)	1	6630	
<i>Alyxia caletioides</i> (Apocynacées)	1	5000	
<i>Alyxia leucogyne</i> (Apocynacées)	4	8450	4900 - 6400
<i>Alyxia coriacea</i> (Apocynacées)	0	2195	900 - 5250
<i>Pancheria confusa</i> (Cunoniacées)	7	2957	810 - 4875
<i>Pancheria hirsuta</i> (Cunoniacées)	7	2523	1400 - 4500
<i>Pancheria vieillardii</i> (Cunoniacées)	10	2930	325 - 5000
<i>Austrobuxus rubiginosus</i> (Euphorbiacées)	5	3750	1150 - 6500
<i>Guioa glauca</i> (Sapindacées)	4	3531	2875 - 4125
<i>Eugenia clusioides</i> (Myrtacées)	7	2805	725 - 4500
* <i>Garcinia amplexicaulis</i> (Guttifères)	6	6814	1160 - 10875
<i>Geniostoma oleifolium</i> (Loganiacées)	38	2230	250 - 10500
<i>Exocarpos neo-caledonicus</i> (Santalacées)	11	2360	110 - 7250
<i>Hybanthus caledonicus</i> (Violacées)	3	3450	2200 - 4750
	10	3468	39 - 7750

## TENEURS EN MANGANESE DES ESPÈCES ACCUMULATRICES.

\* Espèces hypermanganésophores.

TABLEAU 27

Teneurs moyennes en manganèse (ppm)		Fréquence absolue	Fréquence relative
<	à 100	0	0
100	à 500	10	25
500	à 1000	10	25
1000	à 2000	11	27,5
2000	à 5000	6	15
5000	à 10000	1	2,5
>	à 10000	2	5

## REPARTITION DES TENEURS MOYENNES EN MANGANESE POTASSIUM DES PROTEACEES NEO-CALEDONIENNES

tière sèche, soit 55 % du poids de cendres. Ceci constitue la teneur la plus élevée en manganèse jamais enregistrée dans une plante supérieure croissant dans son milieu naturel sans présenter de signes d'intoxication.

L'examen des teneurs moyennes en manganèse de 40 Protéacées, sur les 46 espèces que compte la famille en Nouvelle Calédonie (tableau 27), révèle que 50 % des espèces ont des teneurs moyennes en manganèse supérieures à 1000 ppm et qu'aucune espèce n'a de teneur moyenne inférieure à 100 ppm.

Par rapport aux autres familles de la flore néo-calédonienne, les Protéacées manifestent un plus grand pouvoir d'absorption vis à vis du manganèse et une aptitude particulière à tolérer la présence de fortes quantités de cet élément dans leurs tissus sans intoxication. Cette absorption du manganèse à des taux très élevés par les Protéacées est d'autant plus remarquable que certaines des espèces (*Grevillea meisneri*, *Stenocarpus milnei*, *Macadamia neurophylla*) croissent sur des sols magnésiens, de pH basique ou faiblement acide, peu propices à la nutrition manganique des plantes, comme en témoigne la teneur moyenne peu élevée de manganèse foliaire des autres espèces représentées dans les mêmes stations (tableau 28). Ceci pose, outre le problème de l'absorption sélective du manganèse, celui de la mobilisation du manganèse au niveau des racines de ces espèces.

L'étude de la composition minérale de l'ensemble des Protéacées néo-calédoniennes (JAFFRE 1979) ayant montré que les espèces forestières, en dehors du domaine ultrabasique, accumulaient de l'aluminium (caractère considéré comme primitif par CHENERY et SPORNE, 1976) alors que les espèces croissant sur terrains péridotitiques, aussi bien dans le maquis qu'en forêt, accumulaient du manganèse, a amené à poser l'hypothèse que l'aptitude à accumuler le manganèse pouvait être chez les Protéacées d'acquisition

TABLEAU 28

STATION : FORET DU PIC DU PIN  
Sol peu évolué sur alluvions pH 5,9

## TENEURS EN MANGANESE :

Sol :	4800 ppm
<i>Macadamia neurophylla</i>	55000 ppm
Teneur moyenne calculée sur 27 espèces	128 ppm

STATION : COL DE PLUM  
Sol brun hypermagnésien pH 7,0

## TENEURS EN MANGANESE :

Sol :	2900 ppm
<i>Grevillea gillivrayi</i>	5650 ppm
<i>Stenocarpus milnei</i>	2000 ppm
Teneur moyenne calculée sur 21 espèces	95 ppm

STATION : BASE DU MASSIF DU BOULINDA  
Sol brun hypermagnésien pH 6,5

## TENEURS EN MANGANESE :

Sol :	3200 ppm
<i>Grevillea meisneri</i>	2700 ppm
Teneur moyenne calculée sur 11 espèces	90 ppm

STATION : BASE DU MONT DORE  
Sol brun hypermagnésien pH 6,85

## TENEURS EN MANGANESE :

Sol :	1600 ppm
<i>Grevillea gillivrayi</i>	2300 ppm
<i>Stenocarpus milnei</i>	1300 ppm
Teneur moyenne calculée sur 19 espèces	52 ppm

COMPARAISON ENTRE LA CONCENTRATION EN MANGANESE DE  
QUELQUES PROTEACEES ACCUMULATRICES ET LA MOYENNE DES  
TENEURS EN MANGANESE DES ESPECES CROISSANT DANS LA MEME  
STATION.

relativement récente. Cette hypothèse est en accord avec le point de vue développé par JOHNSON et BRIGGS selon lequel les caractères xéromorphiques, que nous préférons qualifier de sclérophylles, seraient des caractères secondaires propres aux genres les plus modernes des Protéacées.

En dehors de la famille des Protéacées, on trouve 11 espèces accumulatrices appartenant à 3 genres : *Maytenus* (Célastracées), *Alyxia* (Apocynacées), et *Pancheria* (Cunoniacées). Les 8 autres espèces se répartissent entre 8 genres et 8 familles différentes. Parmi les espèces accumulatrices *Maytenus bureaviana* et *Eugenia clusioides* accumulent, comme certaines Protéacées, le manganèse à partir de sols hypermagnésiens de pH basique sur lesquels les teneurs en manganèse des autres espèces de la station sont peu élevées. Une corrélation positive ayant été trouvée entre les teneurs en manganèse des feuilles de *Maytenus bureaviana* et les teneurs en manganèse total du sol (JAFFRE, 1977a), il semble bien que l'absorption du manganèse par cette espèce se fasse indépendamment des conditions d'acidité du sol. Cette espèce serait ainsi susceptible d'être utilisée à la prospection phytochimique du manganèse.

Dans les genres *Alyxia* et *Pancheria*, l'accumulation du manganèse se limite à des espèces croissant sur sols acides, les nombreux *Alyxia* des sols bruns hypermagnésiens ayant tous des teneurs peu élevées en manganèse.

*b - Teneurs moyennes en manganèse de  
différentes familles*

Les teneurs moyennes en manganèse établies pour différentes familles (tableau 29) à partir des teneurs moyennes en manganèse de l'ensemble des espèces les représentant sur terrains ultrabasiques varient moins nettement que dans le cas du nickel. Les familles des Protéacées et des Apocynacées présentent les teneurs moyennes

TABLEAU 29

FAMILLE	Nombre d'espèces prises en compte	Teneur moyenne en Mn ppm	Nombre d'espèces ayant des teneurs moyennes > 1000 ppm
PROTEACEES	25	1900	20
APOCYNACEES	17	1870	11
ARALIACEES	8	1197	1
SANTALACEES	4	1048	1
SAPINDACEES	7	958	3
EPACRIDACEES	13	912	7
EUPHORBIACEES	20	842	6
CUNONIACEES	25	802	6
SAPOTACEES	9	748	3
PODOCARPACEES	8	626	2
MYRTACEES	31	461	3
CASUARINACEES	4	437	0
ARAUCARIACEES	7	421	0
RUTACEES	13	314	1
RUBIACEES	20	300	1
ESCALLONIACEES	5	296	0
ORCHIDEES	7	273	0
CYPERACEES	23	180	0
FLACOURTIACEES	12	178	0
LEGUMINEUSES	5	113	0
DILLENIAEES	8	55	0

TENEURS MOYENNES EN MANGANESE FOLIAIRE POUR QUELQUES FAMILLES (SANS PRISE EN COMPTE DES ESPECES ACCUMULATRICES,  
Mn > 3000 ppm)

les plus élevées. Ces deux familles se distinguent en outre tout comme les Epacridacées et les Sapindacées et à un degré moindre les Euphorbiacées par la présence d'une proportion importante d'espèces ayant un taux moyen de manganèse supérieur à 1000 ppm. La famille des Dilléniacées présente la teneur moyenne en manganèse la plus basse. Quant aux familles des Cypéracées, des Légumineuses, des Flacourtiacées, des Rubiacées, des Rutacées et des Escalloniacées, elles ont des teneurs moyennes relativement peu élevées.

3 - *DISTRIBUTION DU MANGANESE DANS LES DIFFERENTS ORGANES CHEZ UNE ESPECE HYPERMANGANESOPHORE, Macadamia neurophylla.*

La distribution des concentrations en manganèse dans les différents tissus exprimées par rapport au poids de matière sèche, par rapport au poids de cendres et par rapport à la somme des cations, a été représentée sur la figure 25. Lorsque les teneurs en manganèse sont exprimées en pourcentage du poids de matière sèche, les valeurs les plus élevées s'observent dans les feuilles et dans les écorces et les valeurs les plus basses dans le bois et dans les fruits. Lorsqu'elles sont exprimées en pourcentage du poids de cendres ou en pourcentage de la somme des cations les concentrations en manganèse apparaissent très voisines dans toutes les parties de la plante, excepté dans les fruits où elles sont moins élevées.

4 - *DISTRIBUTION PAR CATEGORIE DE MILIEU DES TENEURS EN MANGANESE.*

Nous examinerons successivement les répartitions des teneurs en manganèse de l'ensemble des dicotylédones arbustives représentées dans chacune des quatre principales catégories de maquis, dans l'ensemble des maquis et dans l'ensemble des forêts.

*a - Distribution des teneurs en manganèse des dicotylédones arbustives dans chacune des principales catégories de maquis.*

L'examen des histogrammes de fréquence des teneurs en manganèse (fig. 26) montre des variations importantes d'un type de maquis à l'autre. Alors que dans le maquis sur sols bruns hypermagnésiens et dans le maquis sur sols ferrallitiques érodés la majorité des espèces ont des teneurs inférieures à 250 ppm, 53 % des espèces dans les maquis sur sols ferrallitiques colluviaux et 66 % dans les maquis sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés ont des teneurs en manganèse supérieures à 500 ppm. De plus, tandis que 32 % des espèces des maquis sur sols ferrallitiques colluviaux et 46 % des espèces des maquis sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés ont des teneurs supérieures à 1000 ppm, seulement 7 % des espèces des maquis sur sols bruns hypermagnésiens et 9 % des espèces des maquis sur sols ferrallitiques érodés atteignent des teneurs aussi élevées. Il apparaît donc que les sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires sont avec les sols ferrallitiques colluviaux les plus propices à l'absorption du manganèse par les plantes ; viennent ensuite les sols ferrallitiques érodés et enfin les sols bruns hypermagnésiens sur lesquels des phénomènes de carence seraient même possibles.

*b - Distribution des teneurs en manganèse des dicotylédones arbustives dans l'ensemble des maquis et dans l'ensemble des forêts.*

De l'examen des histogrammes des teneurs en manganèse des dicotylédones arbustives des forêts et de celles des maquis (fig. 27), il ressort que d'une manière générale les espèces des maquis ont des teneurs en

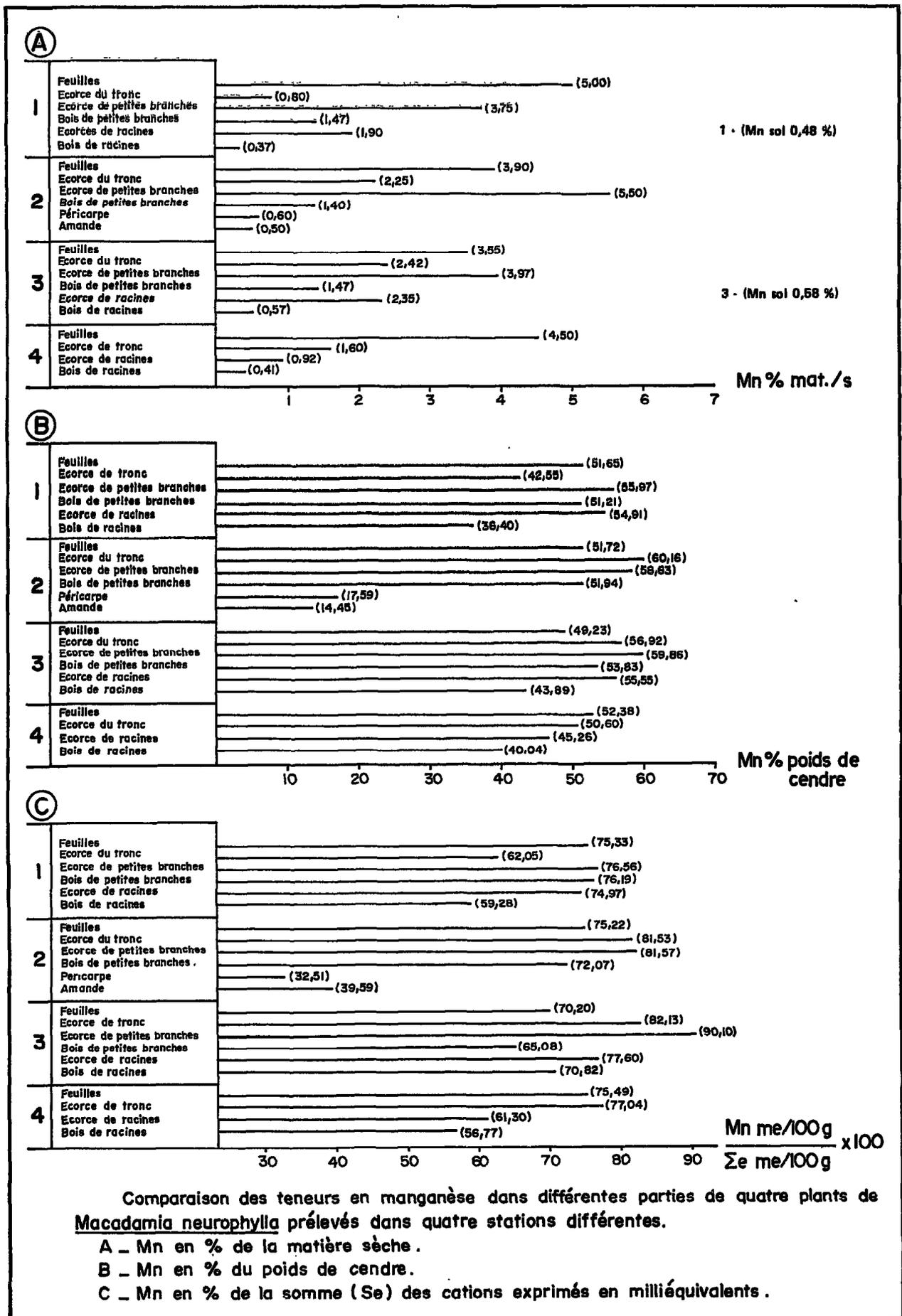
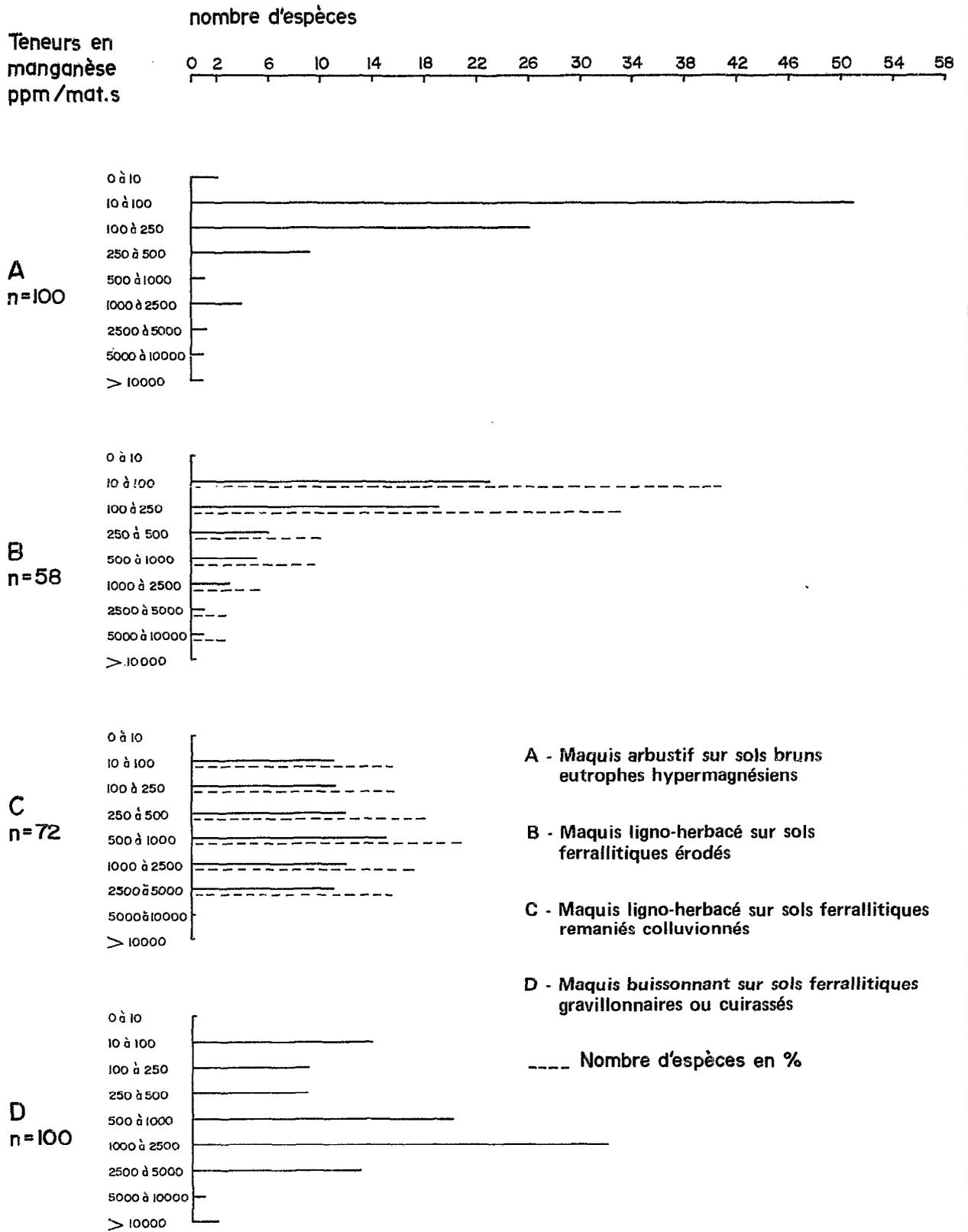


Fig. 25



Répartition des teneurs moyennes en manganèse dans les feuilles des Dicotylédones arbustives de quatre catégories de maquis sur roches ultrabasiques

nombre d'espèces



teneurs en manganèse  
ppm/mat. s.

0 à 10

10 à 50

50 à 100

100 à 250

250 à 500

500 à 1000

1000 à 2500

2500 à 5000

5000 à 10000

>10000

Forêt

teneurs en manganèse  
ppm/mat. s.

0 à 10

10 à 50

50 à 100

100 à 250

250 à 500

500 à 1000

1000 à 2500

2500 à 5000

5000 à 10000

>10000

Maquis

Répartition des teneurs en manganèse dans les feuilles des dicotylédones arbustives des forêts et dans les feuilles des dicotylédones arbustives des maquis des roches ultrabasiqes

Fig. 27

manganèse plus élevées que celles des espèces des forêts. En effet, 29 % des espèces des maquis ont des teneurs moyennes supérieures à 1000 ppm, contre 14 % des espèces des forêts ; corrélativement 74 % des espèces des forêts ont des teneurs en manganèse inférieures à 500 ppm contre 59 % des espèces des maquis.

V - RESISTANCE ET TOLERANCE DES ESPECES DES ROCHES  
ULTRABASIQUES AUX METAUX LOURDS EN EXCES DANS LE  
SOL.

Les termes de tolérance et de résistance recouvrent des phénomènes variés (ANTONOVICS, BRADSHAW, TURNER 1971) et sont utilisés dans des sens différents selon les auteurs. Dans cet exposé, ils seront employés dans le sens qui leur est donné par DUVIGNEAUD et DENAEYER-DE SMET (1973) "Nous avons décidé de considérer d'une part, la résistance d'une plante à un milieu de composition chimique anormale sans présumer des mécanismes assurant cette résistance, d'autre part, la tolérance que manifeste une plante à l'égard de quantités anormalement élevées de un ou plusieurs éléments à l'intérieur de ses tissus".

La présence de teneurs anormalement élevées en nickel, en manganèse, en chrome et en cobalt dans de nombreuses espèces croissant sur terrains ultrabasiques confirme l'existence d'un risque d'intoxication pour les plantes dans certains biotopes liés à ce milieu. Compte tenu des résultats des analyses présentés dans les pages qui précèdent, on peut penser cependant que ces risques sont moins sévères pour le chrome et pour le cobalt que pour le nickel et le manganèse.

La richesse de la flore associée aux terrains ultrabasiques implique que de nombreuses espèces possèdent une bonne toxicorésistance à l'égard des métaux en excès dans le sol. Ainsi, les espèces colonisant les anciennes

mines et à un degré moindre celles des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques érodés sont dotées d'une forte nickelorésistance et les espèces croissant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés sont dotées d'une forte manganésorésistance. Seule cependant une expérimentation, consistant à faire pousser différentes espèces sur des solutions contenant des quantités variables d'un élément toxique sous forme assimilable par la plante permettrait de chiffrer leur degré de résistance à cet élément.

D'une manière générale, on constate une augmentation des concentrations en nickel, manganèse, cobalt et chrome dans les tissus des plantes croissant sur sols riches en ces éléments. Mais cette augmentation est très variable suivant les espèces, certaines n'absorbant, par rapport à d'autres, que des quantités relativement faibles de l'élément présent en grande quantité dans le sol. DUVIGNEAUD et DENAEYER-DE SMET (1973) évoquant ce phénomène, parlent d'un "freinage" à la pénétration de l'élément toxique dans la plante, ce qui mène à supposer l'existence d'un mécanisme physiologique s'opposant dans une certaine mesure à la pénétration de l'élément dans la plante. ERNST (1972) estime cependant que les plantes ne semblent pas disposer d'un tel mécanisme.

De nombreuses espèces de la flore des roches ultrabasiques absorbent des quantités supérieures à la normale des différents éléments toxiques du sol. On doit admettre que ces espèces possèdent une tolérance à l'égard de l'élément toxique en excès dans leurs tissus, cette tolérance étant d'autant plus forte que le taux d'accumulation de l'élément toxique est plus élevé. La clé du déterminisme de la résistance d'une espèce à un milieu toxique en un élément donné réside donc à la fois dans les mécanismes physiologiques réglant l'absorption de l'élément toxique dans la plante et dans les mécanismes physiologiques réglant sa

tolérance à la présence de quantités plus ou moins élevées de cet élément dans ses tissus. Une plante résistera à la toxicité du milieu dans la mesure où l'absorption de l'élément toxique n'entraînera pas son accumulation à un taux supérieur au seuil de tolérance de l'espèce.

Parmi les espèces du domaine ultrabasique en Nouvelle Calédonie, certaines, en particulier de nombreuses Cypéracées, Dilléniacées, Epacridacées, Myrtacées, Gymnospermes et Palmiers, résistent à l'empoisonnement du milieu par le nickel grâce surtout à une absorption modérée en cet élément. D'autres espèces, comme beaucoup de Flacourtiacées, de Violacées, de Cunoniacées et de nombreux *Phyllanthus*, résistent grâce à une forte tolérance. Celle-ci résulte, tout au moins pour certaines espèces, d'un processus d'inactivation du nickel sous forme d'un complexe organonickelifère. Des mécanismes analogues ont été rapportés pour expliquer la tolérance à d'autres métaux. Ainsi la tolérance au zinc résiderait dans l'accroissement de la production de malate et d'oxalate, et la tolérance au cuivre dans l'accroissement de la production de composés phénoliques (ERNST 1974). L'accumulation extraordinaire du nickel dans le latex chez *Sebertia acuminata* peut aussi être interprétée comme un moyen pour la plante de stocker le nickel en dehors des sites du métabolisme.

La résistance des espèces à l'intoxication par le manganèse apparaît de manière analogue liée principalement à des phénomènes de tolérance chez les Protéacées, chez les *Alyxia*, les *Maytenus* et davantage liée à une absorption modérée de cet élément chez de nombreuses Cypéracées, Dilléniacées, Légumineuses et Rubiacées.

Compte tenu de la fréquence relativement faible des phénomènes d'accumulation du cobalt et du chrome, éléments qui sont représentés à des taux moyennement élevés dans la majorité des espèces des roches ultrabasiques, on pourrait penser que la résistance des espèces liées à des milieux riches en ces deux éléments est due à une limitation

de leur absorption. Notons toutefois que la toxicité du milieu en chrome et en cobalt reste souvent à prouver. Quelques cas cependant de tolérance inhabituelle à ces deux éléments ont été mis en évidence chez des Violacées, des Cunoniacées, des Flacourtiacées et des Euphorbiacées, mettant ainsi l'accent sur la fréquence dans ces familles des phénomènes de tolérance exceptionnelle aux métaux lourds.

## B – Comportement des espèces à l'égard des éléments majeurs et du sodium

### I - TENEURS EN ELEMENTS MAJEURS (AZOTE, PHOSPHORE, MAGNESIUM, CALCIUM, POTASSIUM, SILICE) ET EN SODIUM DE DIFFERENTS TAXONS.

La composition minérale en éléments majeurs des espèces croissant sur les terrains ultrabasiques varie considérablement. La majorité d'entre elles ont des teneurs faibles ou moyennes en tous les éléments majeurs. Quelques unes se distinguent par des teneurs nettement plus basses ou nettement plus élevées en certains de ces éléments. Au sein d'un même groupe taxonomique, les différences sont souvent très sensibles d'une espèce à l'autre, les compositions minérales moyennes pouvant cependant, dans certains cas, apparaître assez significatives au niveau de la famille.

### 1 - TENEURS EN ELEMENTS MAJEURS ET EN SODIUM DE DIFFERENTES ESPECES

#### a - Teneurs en azote.

La moyenne des teneurs en azote des espèces des maquis sur roches ultrabasiques est comprise entre 0,9 % et 1,10 %, elle est sensiblement plus élevée

(de l'ordre de 1,40 %) pour les espèces des forêts. Quelques espèces des maquis ont des teneurs moyennes très faibles. Il s'agit de plusieurs Cypéacées (*Lepidosperma perteres* 0,34 %, *Schoenus brevifolius* 0,38 %, *Costularia nervosa* 0,40 %, *Schoenus juvenis* 0,46 %, *Costularia xyridioides* 0,49 %, *Costularia arundinacea* 0,51 %), de plusieurs Epacridacées (*Dracophyllum ramosum* et *Dracophyllum verticillatum* 0,46 %, *Styphelia macrocarpa* 0,51 %, *Styphelia albicans* 0,54 %), de quelques Cunoniacées (*Pancheria communis* 0,45 %, *Pancheria alaternoides* 0,50 %, *Cunonia macrophylla* 0,47 %, *Codia nitida* 0,53 %), et de certaines Myrtacées (*Metrosideros engleriana* 0,44 %, *Myrtus rufopunctata* 0,53 %, *Callistemon suberosum* 0,52 %). Les espèces des maquis possédant des teneurs moyennes en azote relativement élevées (supérieures à 2 %) sont rares. C'est le cas seulement de *Psychotria oleoides*, 3,48 %, *Serianthes petitiana* 2,79 %, *Psychotria collina* 2,70 %, *Sophora* sp. 2,46 %, *Pagiantha cerifera* 2,35 % et *Casearia deplanchei* 2,06 %. Un plus grand nombre d'espèces des forêts ont des teneurs en azote supérieures à 2 % mais aucune teneur dépassant 3 % n'a été enregistrée.

#### b - Teneurs en phosphore

Les teneurs en phosphore des espèces croissant sur roches ultrabasiques sont comprises généralement entre 0,02 % et 0,05 % avec une moyenne de 0,03 % pour les espèces des maquis et de 0,04 % pour les espèces des forêts. Les teneurs moyennes les plus basses s'observent chez des espèces du maquis : Cypéacées (*Schoenus tendo* 0,008 %, *Schoenus juvenis* 0,011 %, *Lepidosperma perteres* 0,012 %, *Costularia xyridioides* 0,009 %, *Costularia stagnalis* 0,013 %), des Epacridacées (*Styphelia coryphila* 0,009 %, *Styphelia longistylis* 0,014 %, *Styphelia albicans* 0,015 %, *Dracophyllum verticillatum* 0,014 %, *Dracophyllum involucreatum* 0,015 %), des Cunoniacées (*Pancheria communis* 0,012 %, *Pancheria alaternoides*, *Pancheria rivularis*, *Pancheria robusta* 0,014 %, *Cunonia macrophylla* 0,013 %) des Myrtacées (*Callistemon suberosum* 0,014 %, *Metrosideros humboldtianum* 0,013 %). Les teneurs les plus élevées, qui

ne dépassent pas 0,095 %, ont été enregistrées pour les maquis chez *Sophora* sp. 0,086 %, *Helichrysum neo-caledonicum* 0,08 %, *Symplocos* sp. 0,075 %, *Pagiantha cerifera* 0,066 %, *Nepenthes vieillardii* 0,064 %, *Casearia deplanchei* 0,063 %, et pour les forêts chez *Elaeocarpus* sp. 0,094 %, *Antidesma messianiana* 0,090 %, *Ficus* sp. 0,083 %, *Uvaria baillonii* 0,074 %, *Quintinia major* 0,074 %.

c - Teneurs en magnésium

Contrairement à ce que l'on attendrait, bien peu d'espèces accumulent le magnésium. La teneur moyenne en magnésium foliaire des espèces des roches ultrabasiqes s'établit entre 0,3 % et 0,4 %. Les teneurs les plus fortes se trouvent chez des espèces croissant sur sols hypermagnésiens aussi bien en maquis qu'en forêt. Des teneurs proches de 1 % ou supérieures à cette valeur ont été enregistrées chez plusieurs Loganiacées : *Geniostoma densiflora* 1,49 %, *Geniostoma novae-caledoniae* 1,48 %, *Nautophylla imbricata* et *Geniostoma oleifolium* 0,90 % et dans quelques autres espèces appartiennent à des familles variées : *Baloghia drimiflora* 2,07 %, *Agatea deplanchei* 1,50 %, *Psychotria semperflorens* 1,34 %, *Psychotria balansae* 1,25 %, *Maytenus bureaviana* 1,02 %, *Psychotria collina* 1 %, *Ochrosia balansae* 0,94 %, *Ochrosia sylvatica* 0,93 %, *Citrus oxanthera* 0,90 %, *Cerberiopsis comptonii* 0,85 %. Les teneurs les plus basses, inférieures à 0,10 %, ont été trouvées chez des Cypéracées *Schoenus tendo*, *Chorizandra cymbaria*, *Costularia breviseta*, *Costularia nervosa*, *Costularia pubescens*, *Costularia myrindioides*.

d - Teneurs en calcium

La majorité des espèces des roches ultrabasiqes ont des teneurs en calcium comprises entre 0,40 % et 2 %. La teneur moyenne foliaire de cet élément chez les espèces des maquis est de l'ordre de 0,90 % à 1,10 %, elle dépasse 1,40 % pour les espèces des forêts.

Les teneurs les plus basses s'observent chez des espèces du maquis : ensemble des Fougères analysées (*Dicranopteris linearis* 0,15 %, *Gleichenia circinata* 0,17 %, *Schizaea dichotoma* 0,05 %, *Schizaea laevigata* 0,17 %, *Stromatopteris moniliformis* 0,09 %, *Pteridium aquilinum* 0,20 %) Bambous propres aux roches ultrabasiques (*Greslania rivularis* 0,15 % et *Greslania montana* 0,17 %), Xyridacées (*Xyris neo-caledonica* 0,21 %, *Xyris pancheri* 0,29 %) et diverses Protéacées (*Beauprea montana* 0,24 %, *Beauprea montisfontium* 0,25 %). Quelques espèces, plus nombreuses en forêt que dans les maquis, ont des teneurs moyennes supérieures à 2,5 %. En forêt, c'est le cas de plusieurs *Cleidion*, *Alyxia*, *Baloghia*, *Cunonia*, *Ficus*, *Morinda*, *Phyllanthus* et de *Celtis hypoleuca* dont la teneur en calcium atteint 5,6 %. Dans les maquis c'est le cas de *Oxera neriifolia* (2,51 %), *Halfordia kendack* (2,56 %), *Cunonia atrorubens* (2,84 %), *Cunonia lenormandii* (2,95 %), *Symplocos rotundifolia* (2,78 %), *Pittosporum* sp. (3,24 %), *Baloghia pulchella* (3,27 %), *Celtis conferta* (4,09 %) et *Eriostemon pallidum* (4,62 %).

L'accumulation du calcium à des teneurs largement supérieures aux teneurs les plus couramment rencontrées dans les plantes, dépassant même 4 % pour certaines d'entre elles, pose le problème des mécanismes physiologiques mis en jeu pour rendre possible une absorption sélective aussi remarquable. Ceci en particulier pour *Celtis conferta*, espèce des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens, se trouvant aussi dans certaines formations sur calcaires.

#### e - Rapport Calcium/Magnésium

La majorité des espèces des roches ultrabasiques maintiennent un rapport  $\frac{Ca}{Mg}$  (Ca et Mg exprimés en me/100 g), supérieur à 1 dans leurs tissus grâce à une absorption sélective du calcium et à une limitation de l'absorption du magnésium. Un certain nombre d'espèces s'accrochent toutefois d'un rapport  $\frac{Ca}{Mg}$  nettement inférieur à 1. Des valeurs moyennes voisines de 0,50

ont été enregistrées chez diverses espèces croissant sur sols hypermagnésiens : *Dodonaea viscosa*, *Baeckea parvula*, *Myrtus rufo-punctata*, *Psychotria collina*, *Casearia silvana*, *Tieghemopanax decorans*, *Boronia koniamboensis*, *Guettarda eximia*... Les valeurs les plus basses, de l'ordre de 0,20 , se trouvent chez certaines espèces accumulant des quantités non négligeables de magnésium (*Agatea deplanchei*, *Geniostoma densiflora* , *Cerberiopsis comptonii*) et dans plusieurs Cypéracées et Fougères caractérisées par des teneurs très basses en calcium.

f - Teneurs en potassium

Les teneurs en potassium des espèces croissant sur les roches ultrabasiques sont, d'une manière générale, très basses aussi bien en ce qui concerne les espèces des maquis (teneur moyenne de l'ordre de 0,70 %) qu'en ce qui concerne les espèces des forêts (teneur moyenne de l'ordre de 0,90 %). Chez plusieurs espèces des maquis, elles sont excessivement basses : *Boronella verticillata* 0,16 %, *Syzygium ngoyense* 0,17 %, *Pancheria robusta* et *Dracophyllum verticillatum* 0,19 %, *Cunonia macrophylla* 0,21 %, *Metrosideros demonstrans* 0,21 %, *Pancheria hirsuta* 0,22 %. Les teneurs les plus élevées ne dépassent pas 2 % sauf chez *Pagiantha cerifera* dont la teneur moyenne en potassium atteint 2,30 %. Parmi les espèces présentant des teneurs relativement élevées citons : *Phyllanthus* sp. 1,98 %, *Baloghia* sp. 1,95 %, *Xeronema moorei* 1,89 %, *Amyema scandens* 1,85 %, *Setaria jaffrei* 1,83 %, *Hybanthus caledonicus* 1,81 %, *Xyris neo-caledonica* 1,78 % dans les maquis, et plusieurs *Ficus* dont les teneurs sont comprises entre 1,50 % et 1,95 %, *Psychotria douarrei* 1,82 %, *Baloghia lucida* 1,85 %, *Hugonia lenormandii* 1,75 %, *Cryptocarya phyllostemon* 1,75% dans les forêts.

g - Teneurs en sodium

Les teneurs en sodium des espèces croissant sur roches ultrabasiques sont, pour la plupart,

comprises entre 0,01 et 0,50 %. Une seule espèce concentre cet élément à des taux excessivement élevés ; il s'agit de *Apiopetalum velutinum*, espèce altimontaine croissant sur sols ferrallitiques désaturés, dont la teneur moyenne en sodium foliaire atteint la valeur étonnante de 2,57 %. Des teneurs relativement élevées s'observent chez quelques espèces :

*Scaevola beckii* 0,91 %, *Geigera* sp. 0,80 %, *Xeronema moorei* 0,80 %, *Meryta coriacea* 0,90 %, *Tapeinosperma* sp. 0,90 %, *Meryta* sp. 1,04 %, *Dutaillyea* sp. 1,05 %, *Amylothea pyramidata* 1,13 %, *Baloghia anisoneura* 1,25 %.

## 2 - TENEURS MOYENNES EN ELEMENTS MAJEURS ET EN SODIUM DE DIFFERENTES FAMILLES.

Les teneurs en différents éléments majeurs de quelques unes des principales familles représentées sur les roches ultrabasiques ont été établies en faisant la moyenne pour chaque élément des teneurs moyennes de toutes les espèces qui s'y rattachent (tableau 30).

Parmi les familles les plus pauvres en éléments majeurs figurent celles dont les teneurs très basses en phosphore se conjugent à des teneurs inférieures ou sensiblement égales à 1 % en azote, en calcium et en potassium. Ce sont tout d'abord les Cypéracées, qui sont spécialement pauvres en calcium (0,12 %), les Protéacées qui sont particulièrement pauvres en calcium (0,45 %) et en potassium (0,39 %), les Sapindacées, les Sapotacées, les Epacridacées et les Myrtacées. On trouve ensuite quelques familles un peu moins frugales en éléments majeurs, dont les teneurs sont supérieures à 1 % en calcium ou en potassium. Ce sont les Araucariacées, qui sont moyennement pourvues en calcium (1,65 %) mais pauvres en potassium (0,31 %) et en azote (0,54 %), les Cunoniacées qui sont particulièrement pauvres en potassium (0,39 %), les Dilléniacées, les Araliacées et les Podocarpacées. Parmi les espèces les mieux pourvues en éléments majeurs figurent les Rubiacées, les Rutacées et les Apocynacées, avec des teneurs en potassium supérieures

TABLEAU 30

FAMILLES	Nombre d'espèces	Ca %	Mg %	Na %	K %	N %	P %	SiO <sub>2</sub> %	Cendre %
Apocynacées	17	1,37	0,42	0,19	0,89	1,02	0,018	0,28	6,92
Araliacées	8	0,82	0,34	0,61	1,08	0,86	0,031	0,08	6,29
Araucariacées	7	1,68	0,21	0,21	0,31	0,54	0,025	0,97	5,70
Cunoniacées	25	1,27	0,38	0,19	0,39	0,65	0,021	0,91	5,60
Cyparacées	23	0,12	0,15	0,15	0,64	0,59	0,025	6,52	9,45
Dilléniacées	8	1,19	0,24	0,19	0,43	0,90	0,025	10,60	15,46
Epacridacées	13	0,95	0,14	0,07	0,32	0,68	0,019	0,10	3,33
Euphorbiacées	20	1,48	0,40	0,12	1,16	1,04	0,034	0,90	7,88
Flacourtiacées	11	1,30	0,51	0,09	1,10	1,14	0,040	1,30	7,67
Myrtacées	32	1,03	0,29	0,12	0,50	0,73	0,023	0,65	4,92
Orchidées	7	1,11	0,40	0,19	1,04	1,60	0,060	0,53	6,50
Podocarpacées	8	1,11	0,23	0,16	0,60	0,72	0,032	0,38	4,80
Protéacées	20	0,45	0,24	0,13	0,39	0,77	0,036	0,32	2,96
Rubiacées	19	1,14	0,46	0,23	0,97	1,15	0,029	0,19	6,49
Rutacées	13	1,41	0,46	0,19	0,72	1,19	0,031	1,23	7,09
Sapindacées	7	0,54	0,33	0,06	0,52	0,96	0,039	1,41	4,74
Sapotacées	9	0,65	0,17	0,18	0,57	0,81	0,022	1,18	4,74

TENEURS MOYENNES EN ELEMENTS MAJEURS DE QUELQUES FAMILLES SUR ROCHES ULTRABASIQUES.

à 0,70 % et des teneurs en azote et en calcium supérieures à 1 %, puis les Euphorbiacées, les Flacourtiacées et les Orchidées, avec des teneurs en azote, en calcium et en potassium supérieures à 1 %.

Deux familles se caractérisent en outre par de fortes teneurs en silice. Il s'agit des Cypéracées, pour lesquelles le phénomène d'accumulation de la silice est bien connu, et des Dilléniacées qui accumulent la silice à des concentrations plus élevées encore que ne le font les Cypéracées, les teneurs en  $\text{SiO}_2$  de certains *Hibbertia* atteignant 20 % de la matière sèche.

3 - DISTRIBUTION PAR CATEGORIE DE MILIEU DES  
TENEURS EN AZOTE, PHOSPHORE, CALCIUM, MA-  
GNESIUM, POTASSIUM et SODIUM.

Les histogrammes de fréquence des teneurs foliaires moyennes en ces différents éléments ont été dressés, d'une part pour les dicotylédones arbustives entrant dans la composition de chacune des principales catégories de maquis, le maquis arbustif sur sols bruns hypermagnésiens (Alliance à *Xanthostemon* ssp. et *Stenocarpus milnei*), le maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés (Alliance à *Normandia neo-caledonica* et *Schoenus juvenis*), le maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés (Alliance à *Myodocarpus fraxinifolius* et *Hibbertia lucens*), le maquis buissonnant sur sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires (Ordre à *Tristania guillainii* et *Panche-ria confusa*), d'autre part pour les dicotylédones arbustives de l'ensemble des maquis et pour celles de l'ensemble des forêts. Les teneurs enregistrées dans chaque cas ont été pour chaque élément comparées aux teneurs signalées le plus couramment dans le cas général (HELLER 1969).

a - Histogrammes relatifs aux quatre  
catégories de maquis.

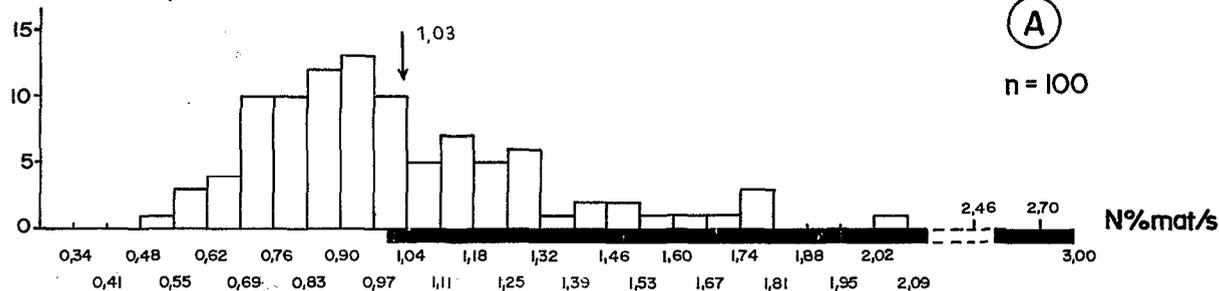
- Les teneurs en azote (fig. 28)

des dicotylédones arbustives sont, pour la majorité des espèces des quatre catégories de maquis, inférieures aux teneurs les plus couramment observées dans les plantes. En effet, plus de 60 % des espèces ont dans chaque catégorie de maquis des teneurs inférieures à 1 %. La fréquence des teneurs en azote supérieures à 1% est sensiblement plus faible chez les espèces des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques érodés (moins de 10 % des espèces) que dans les autres catégories de maquis (de 20 à 40 % des espèces). Ceci est probablement à mettre en rapport avec une pauvreté en matière organique plus marquée dans les horizons supérieurs des sols ferrallitiques érodés.

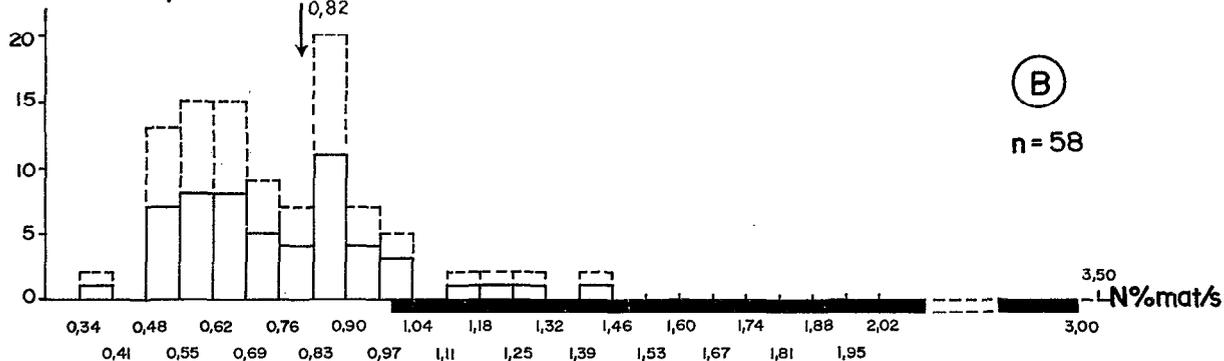
La teneur moyenne en azote des feuilles des dicotylédones arbustives s'établit à 0,82 % pour les espèces des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques érodés, à 0,91 % pour les espèces des maquis buissonnants sur sols ferrallitiques cuirassés gravillonnaires, à 1,02 % pour les espèces des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés et à 1,03 % pour les espèces des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens.

- Les distributions des teneurs en phosphore chez les dicotylédones arbustives (fig. 29) ne sont guère différentes dans les quatre catégories de maquis considérées. Dans tous les cas, les teneurs sont nettement inférieures à celles les plus couramment rencontrées chez les plantes. Toutes les espèces ont des teneurs inférieures à 0,1 % et plus de 90 % d'entre elles ont des teneurs inférieures à 0,05 %. Les teneurs moyennes sont très voisines dans les quatre catégories de maquis, elles sont de 0,034 % pour les espèces des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens, de 0,032 % pour les espèces des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques érodés et celles des maquis buissonnants sur sols ferrallitiques cuirassés ou gravillonnaires et de 0,031 % pour les espèces des maquis ligno-

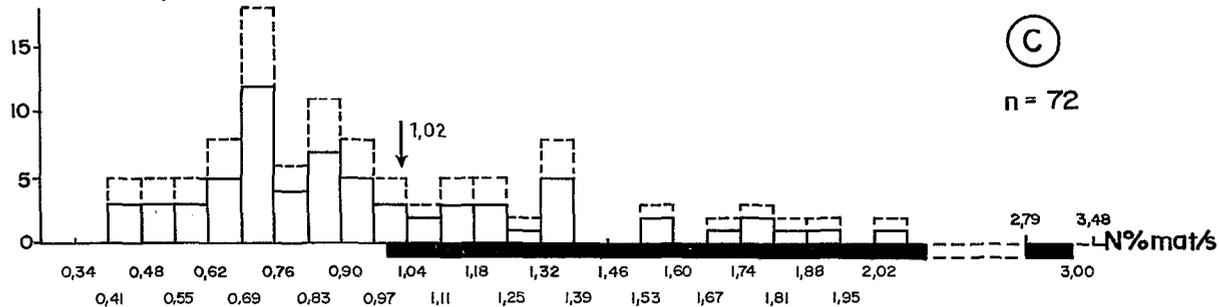
nombre d'espèces



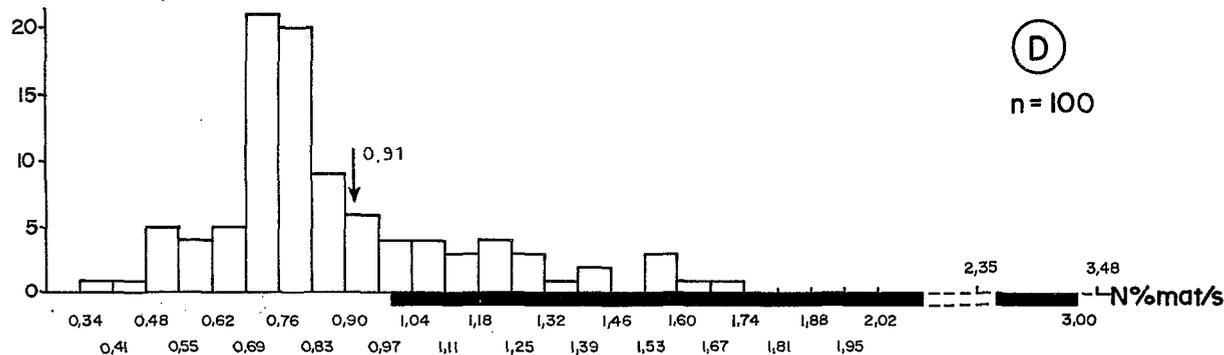
nombre d'espèces



nombre d'espèces



nombre d'espèces



■ Teneurs les plus courantes dans le cas général ( Heller 1969 )

--- Nombre d'espèces en %

↓ Moyenne

Histogramme des teneurs moyennes en azote des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes sur roches ultrabasiques :

A - Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagrésiens

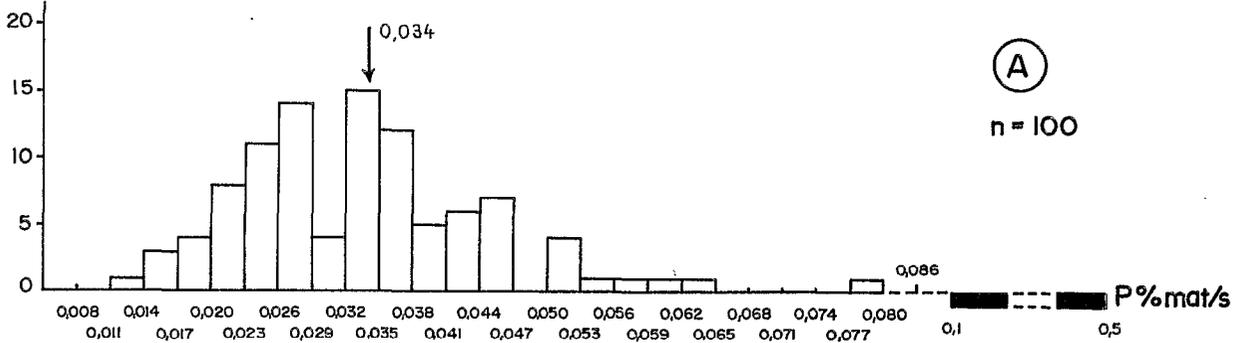
B - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés

C - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés

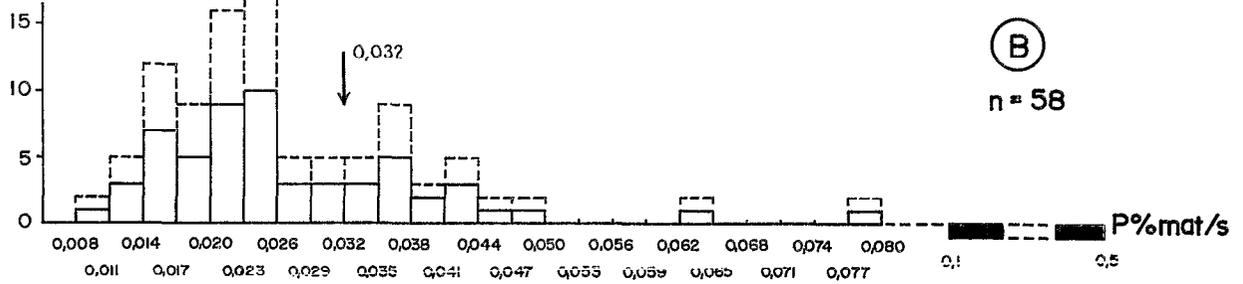
D - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonneux ou cuirassés

Fig. 28

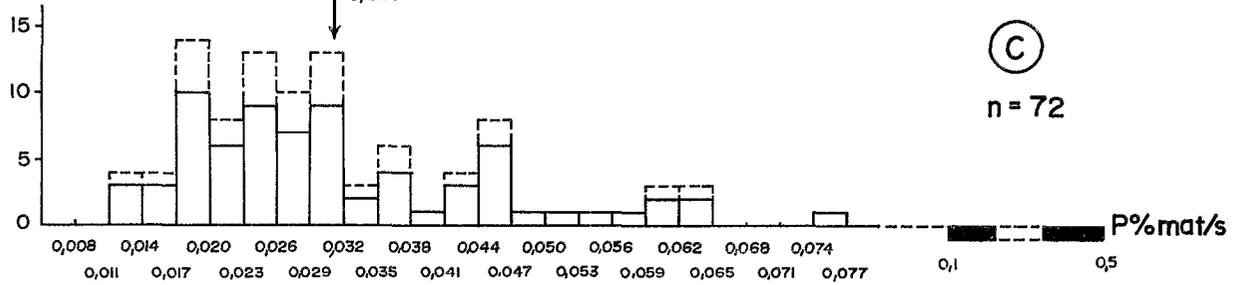
nombre d'espèces



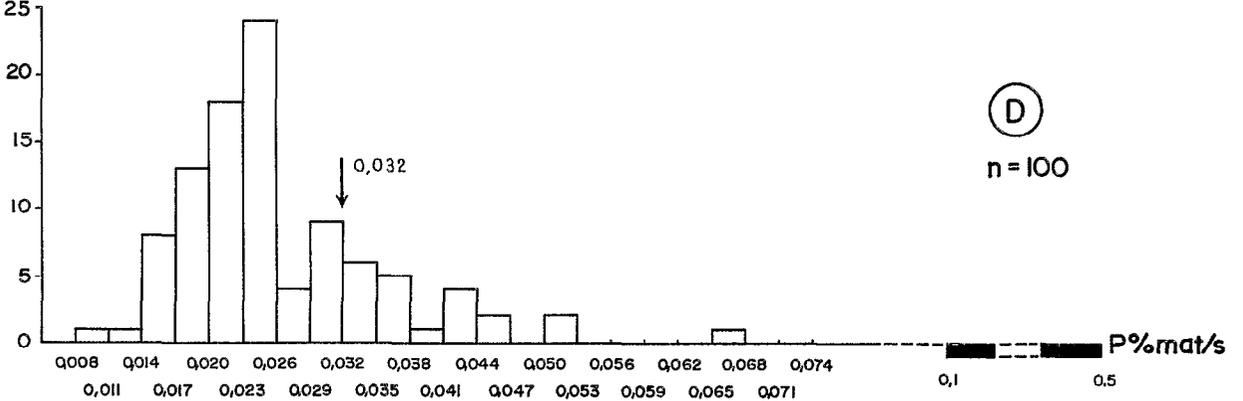
nombre d'espèces



nombre d'espèces



nombre d'espèces



■ Teneurs les plus courantes dans le cas général ( Heller 1969 )

▤ Nombre d'espèces en %

↓ Moyenne

Histogramme des teneurs moyennes en phosphore des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes sur roches ultrabasiques :

A - Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens

B - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés

C - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés

D - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés

Fig. 29

herbacés sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés.

- Les teneurs en magnésium des dicotylédones arbustives (fig. 30) sont, dans les quatre catégories de maquis, comprises, pour plus de 80 % d'entre elles, entre 0,10 % et 0,70 %, soit du même ordre de grandeur que dans le cas de la végétation sur les sols normaux. Elles se répartissent de manière différente dans les quatre catégories de maquis. Dans les maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens la moitié environ des espèces a des teneurs supérieures à 0,40 % et plus de 15 % ont des teneurs supérieures à 0,70 %. La teneur moyenne en magnésium des dicotylédones de ces maquis s'établit à 0,51 %. Dans les maquis buissonnants sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, la moitié des espèces a des teneurs moyennes inférieures à 0,20 %, seulement 3 % des espèces ont des teneurs supérieures à 0,70 % et 5 % d'entre elles ont des teneurs inférieures à 0,10 %. La teneur moyenne en magnésium des dicotylédones arbustives de ces maquis s'élève à 0,24 %. La distribution des teneurs en magnésium des espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés et celle des espèces des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés apparaissent intermédiaires entre les distributions des teneurs en magnésium des deux groupes précédents. La moitié des espèces a des teneurs supérieures à 0,3 % et 6 % environ ont des teneurs supérieures à 0,70 %. Les teneurs moyennes en magnésium des dicotylédones arbustives s'établissent à 0,36 % pour le maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés et à 0,33 % pour le maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés.

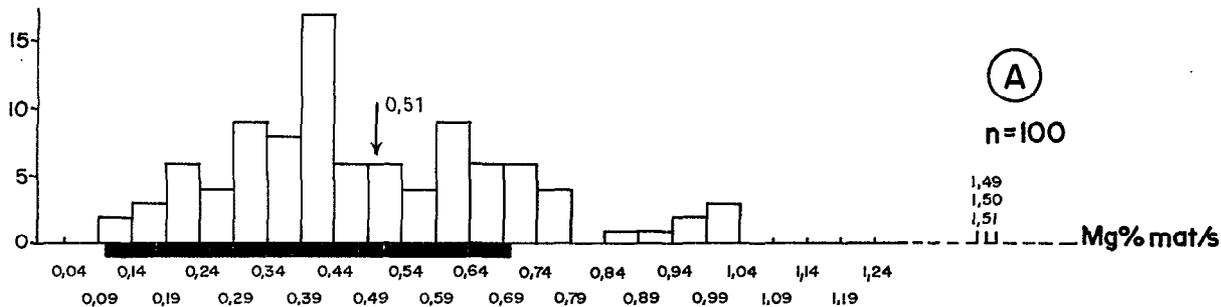
Les différences entre les teneurs en magnésium des dicotylédones arbustives d'une catégorie de maquis à une autre sont le reflet très atténué des différences de teneurs en magnésium des sols qui les portent. Les teneurs moyennes en magnésium des plantes varient en effet, seulement du simple au double, des espèces du maquis

buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés aux espèces des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens, alors que les teneurs des sols en magnésium échangeable varient dans un rapport d'au moins 1 à 10, des sols bruns hypermagnésiens aux sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés.

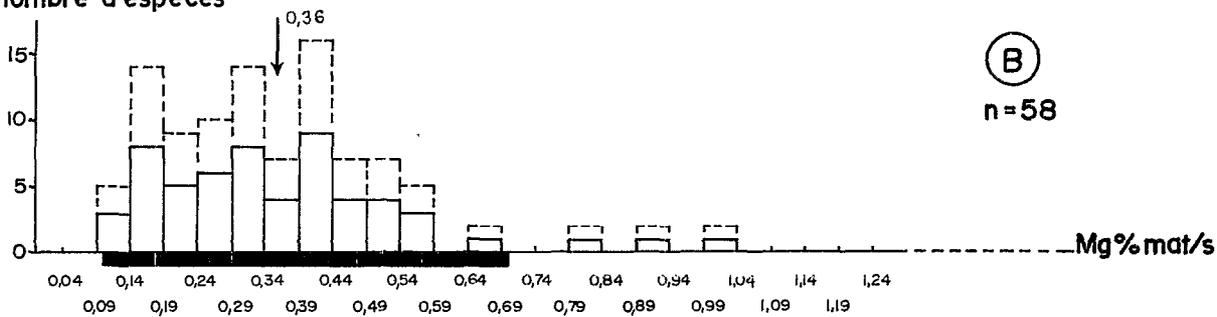
Les teneurs en calcium des feuilles des espèces des quatre catégories de maquis (fig. 31) sont pour plus de la moitié d'entre elles inférieures à 1 % (limite inférieure des teneurs les plus courantes dans le cas général) et peu d'espèces (environ 5 %) ont des teneurs supérieures à 2 %. La teneur moyenne en calcium des dicotylédones arbustives s'établit à 1,04 % pour les espèces des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens, à 1,08 % pour les espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés, à 1,04 % pour les espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques colluvionnés et à 1,10 % pour les espèces du maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. Les histogrammes ne diffèrent pas nettement d'une catégorie de maquis à l'autre. Il en est de même des moyennes des teneurs malgré l'abaissement de la teneur en calcium observée chez les espèces ubiquistes lorsqu'elles croissent sur sols bruns hypermagnésiens. (Tableaux 11 et 12, chapitre 1).

- De l'examen de l'histogramme du rapport  $\frac{\text{Ca}}{\text{Mg}}$  (Ca et Mg sont exprimés en milliéquivalents pour 100 g de matière sèche) (fig. 32) il ressort que pour la majorité des dicotylédones représentées dans les différentes catégories de maquis, ce rapport est supérieur à 1. C'est le cas pour 92 % des espèces des maquis buissonnants des sols ferrallitiques gravillonnaires, pour 87 % des espèces des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques érodés et des maquis ligno-herbacés sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés, et pour 68 % des espèces des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens.

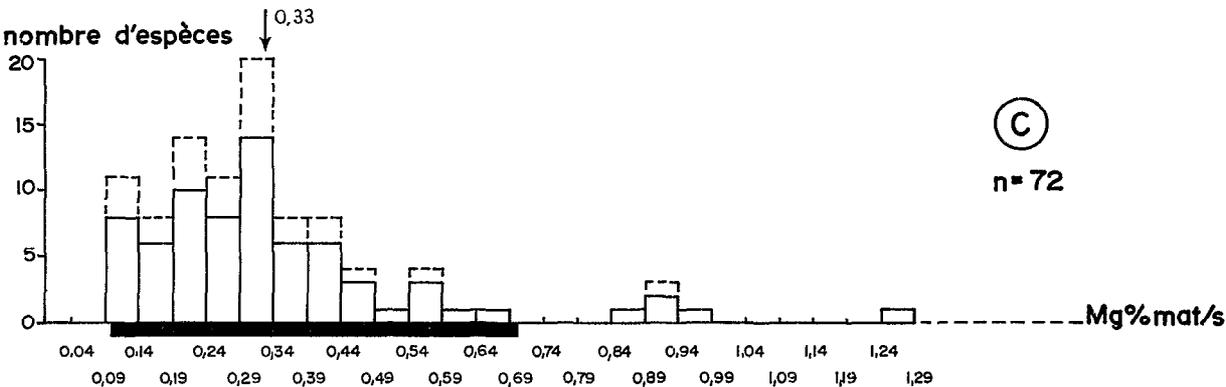
nombre d'espèces



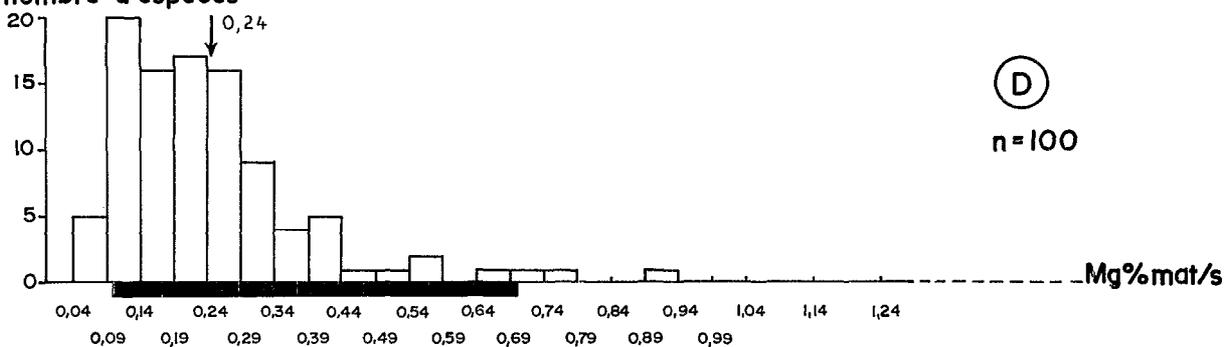
nombre d'espèces



nombre d'espèces



nombre d'espèces



■ Teneurs les plus courantes dans le cas général ( Heller 1969 )

--- Nombre d'espèces en %

↓ Moyenne

Histogramme des teneurs moyennes en magnésium des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes sur roches ultrabasiques :

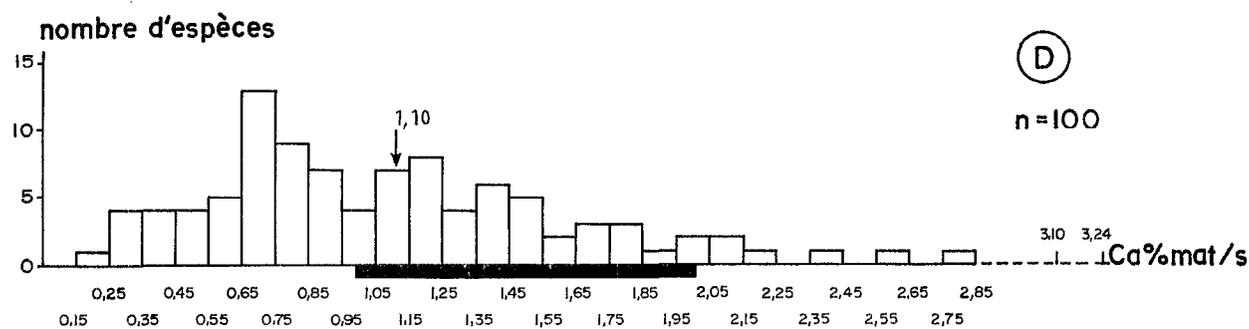
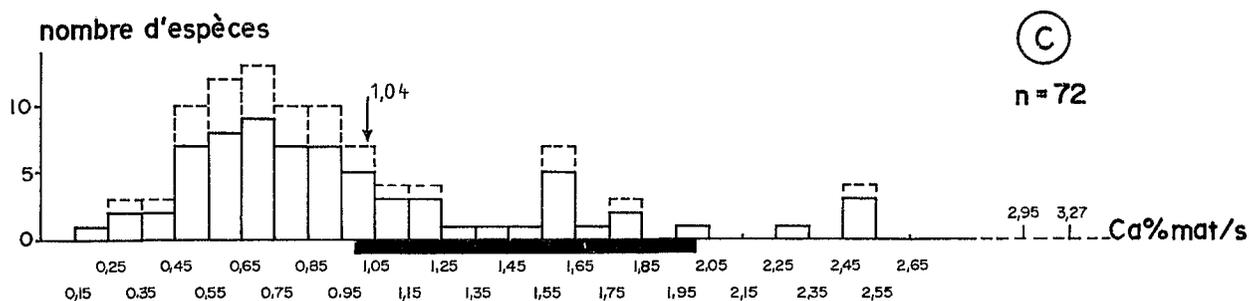
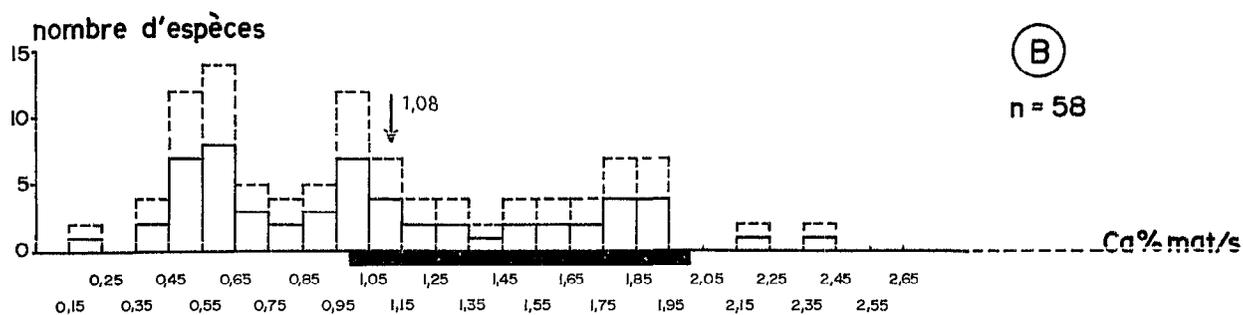
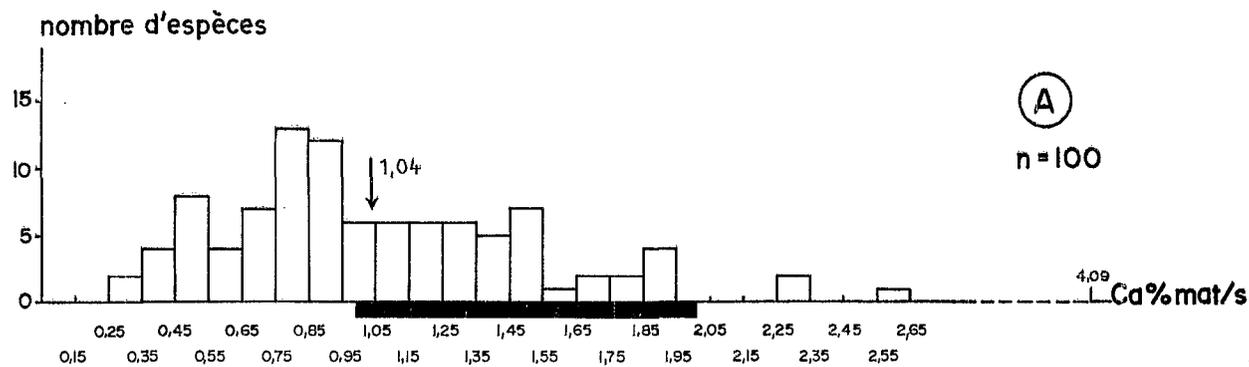
A - Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens

B - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés

C - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés

D - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés

Fig. 30



■ Tenueurs les plus courantes dans le cas général (Heller 1969)

--- Nombre d'espèces en %

↓ Moyenne

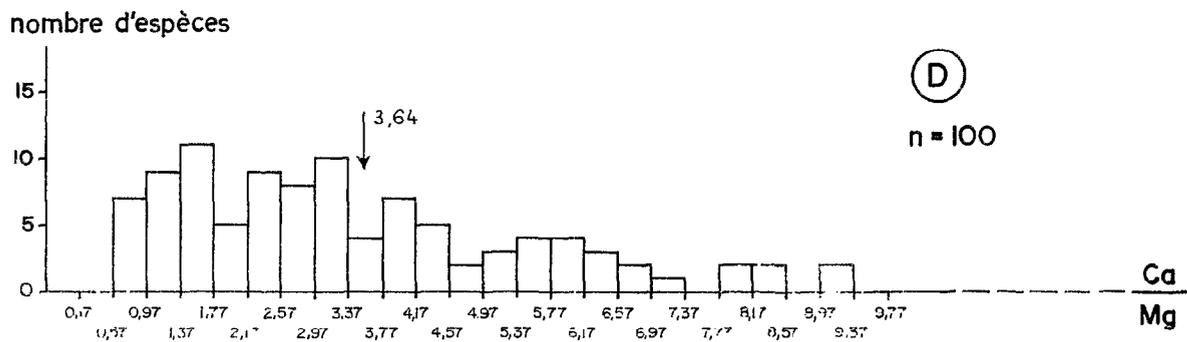
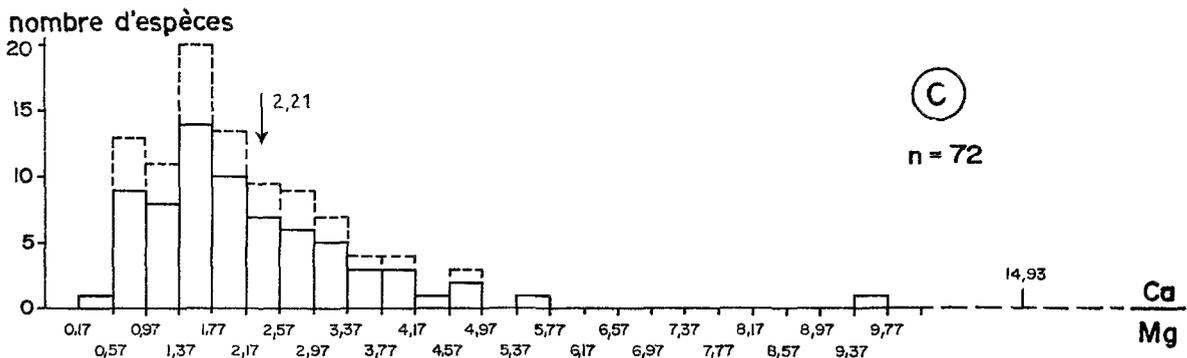
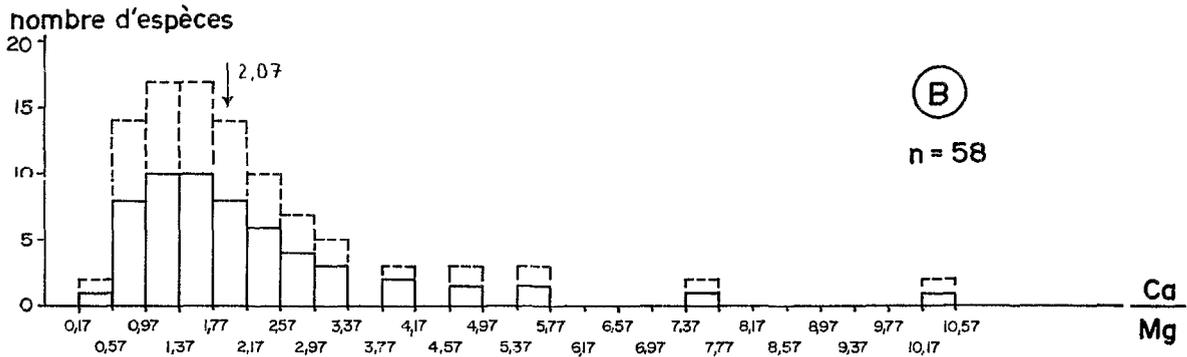
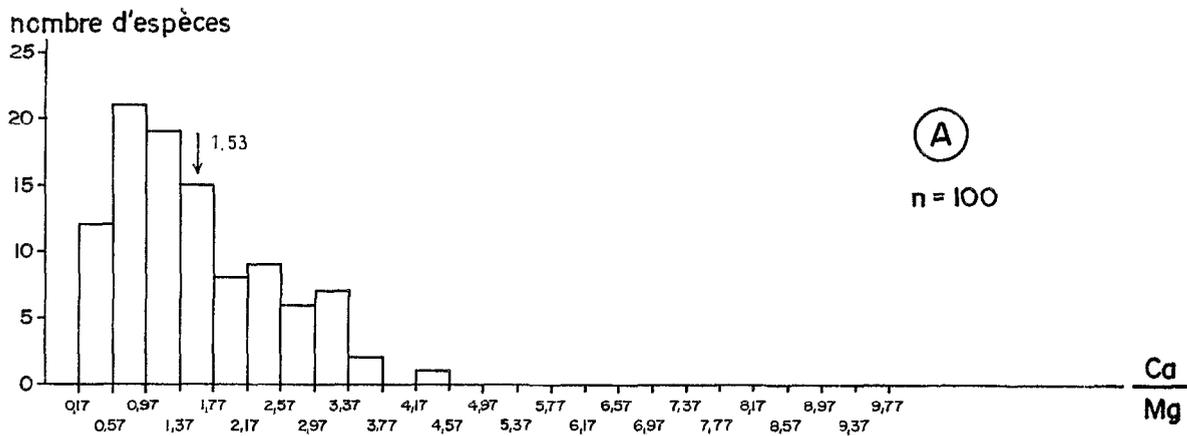
Histogramme des teneurs moyennes en calcium des feuilles des Dicotylédones arborescentes des formations ouvertes sur roches ultrabasiques :

A - Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens

B - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés

C - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés

D - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés



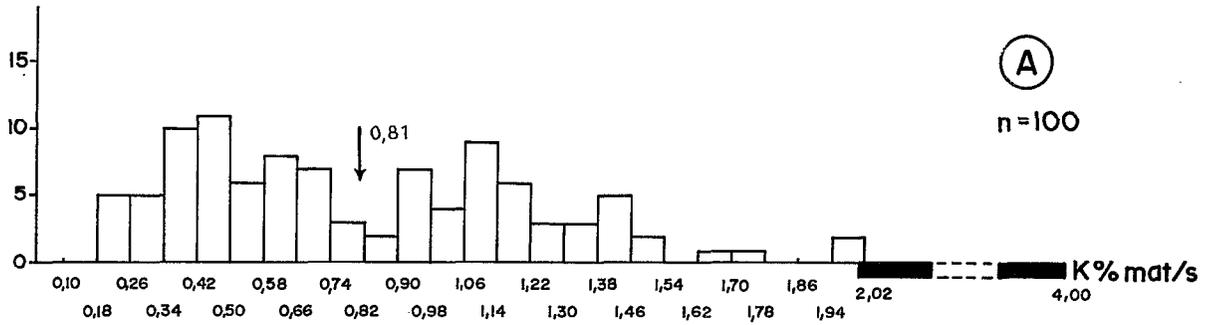
Histogramme des valeurs du rapport calcium sur magnésium (Ca et Mg exprimés en milliéquivalents pour 100gr. de matière sèche) des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes sur roches ultrabasiques :

- A - Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens
- B - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés
- C - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés
- D - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés

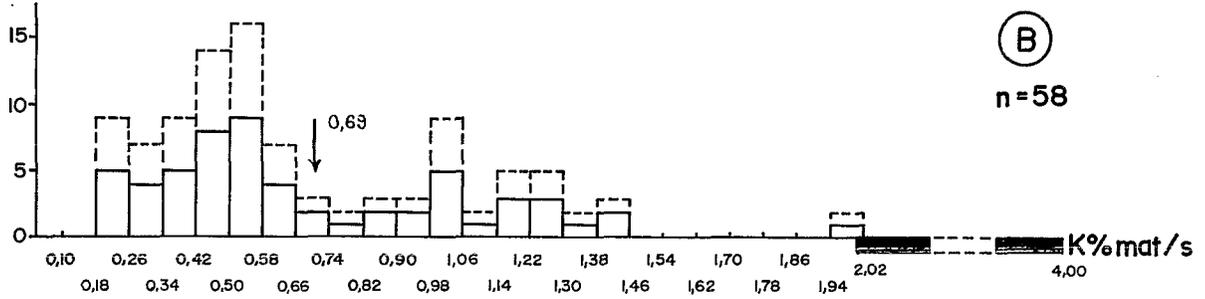
↓ moyenne

Fig. 32

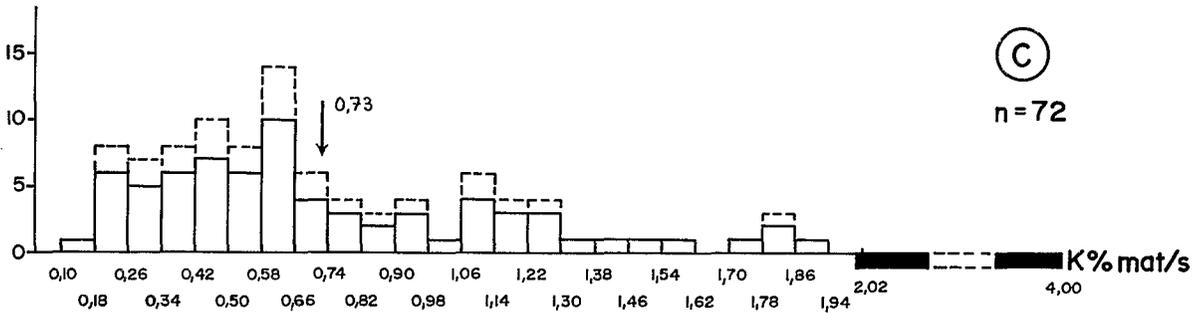
nombre d'espèces



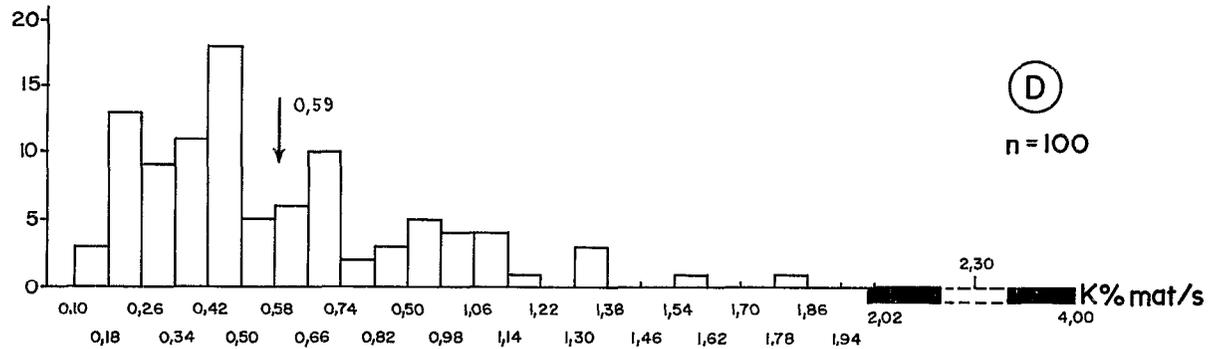
nombre d'espèces



nombre d'espèces



nombre d'espèces



■ Teneurs les plus courantes dans le cas général ( Heller 1969 )

--- Nombre d'espèces en %

↓ Moyenne

Histogramme des teneurs moyennes en potassium des feuilles des Dicotylédones  
arbuscules des formations ouvertes sur roches ultrabasiques:

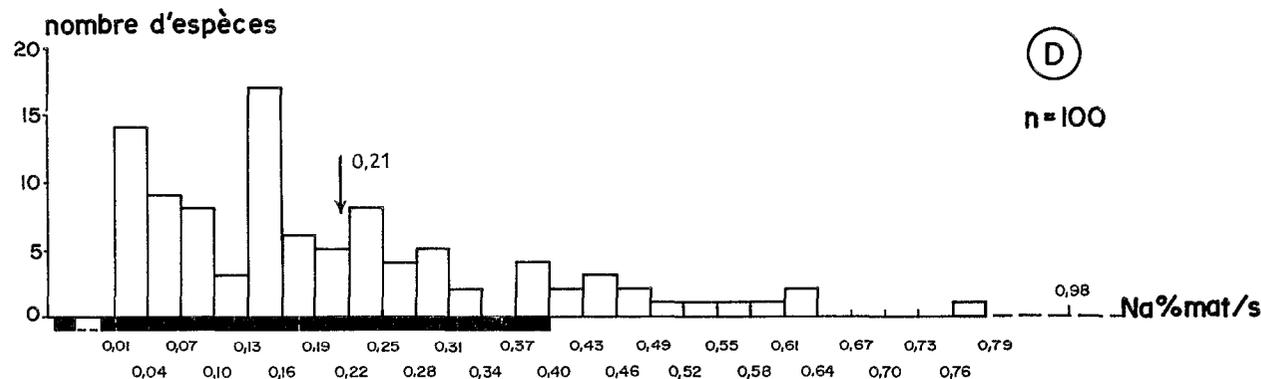
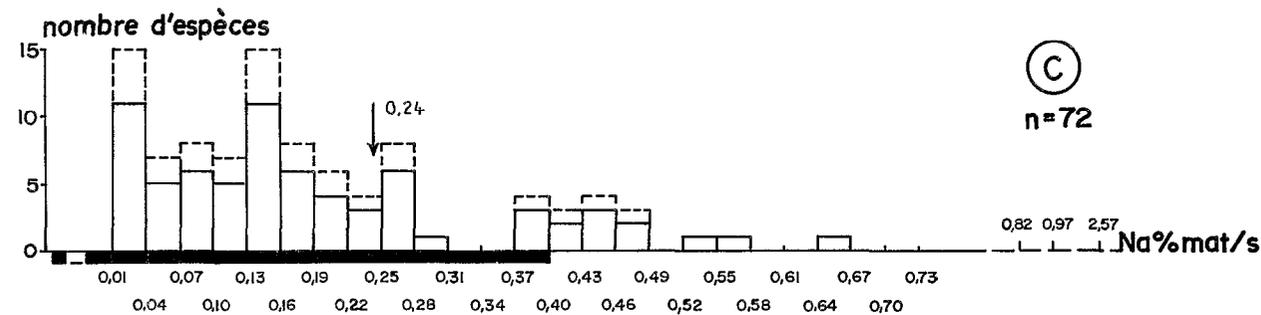
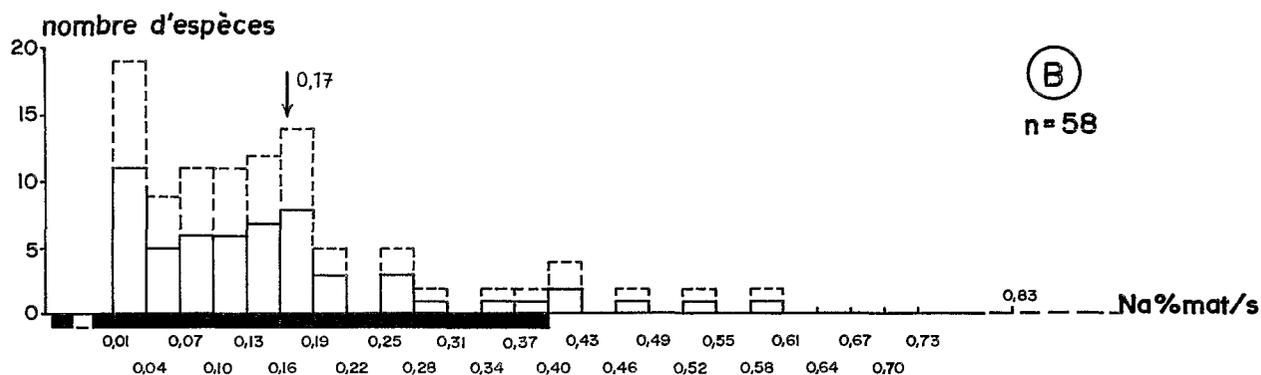
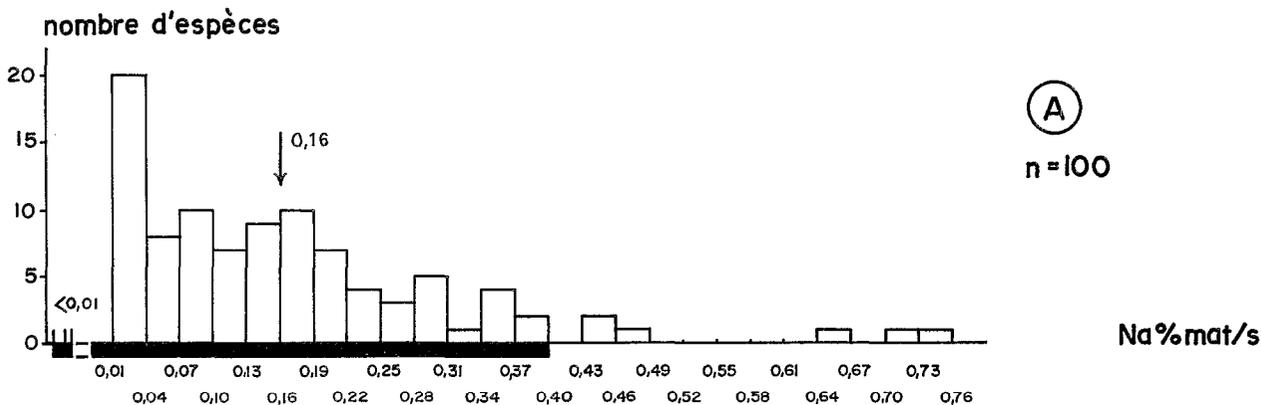
A - Maquis arbusculaire sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens

B - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés

C - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés

D - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés

Fig. 33



■ Teneurs les plus courantes dans le cas général (Heller 1969)

--- Nombre d'espèces en %

↓ Moyenne

Histogramme des teneurs moyennes en sodium des feuilles des Dicotylédones  
arbuscules des formations ouvertes sur roches ultrabasiques :

A - Maquis arbustif sur sols bruns eutrophes hypermagnésiens

B - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés

C - Maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés

D - Maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés

Fig. 34

Le déséquilibre  $\frac{Ca}{Mg}$  apparaît ainsi beaucoup moins marqué dans les tissus foliaires que dans les sols, la chose étant particulièrement remarquable en ce qui concerne le maquis arbustif sur sols bruns hypermagnésiens, sols où le rapport  $\frac{Ca \text{ échangeable}}{Mg \text{ échangeable}}$  est généralement de l'ordre de 0,01.

Les espèces associées aux sols présentant un fort déséquilibre  $\frac{Ca}{Mg}$  apparaissent donc avoir la capacité d'absorber sélectivement le calcium du sol, quel que soit le niveau de ses teneurs en magnésium.

- Les teneurs en potassium des dicotylédones arbustives (fig. 33) sont anormalement basses dans les quatre catégories de maquis. Elles s'échelonnent de 2 % (rares sont les espèces dont la teneur en potassium dépasse 2 %) à moins de 0,20 %. Plus de 60 % des espèces ont des teneurs en potassium inférieures à 1 %. Des teneurs inférieures à 0,50 % s'observent dans 54 % des espèces des maquis buissonnants sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés, dans 39 % des espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés, dans 34 % des espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés et dans 31 % des espèces des maquis arbustifs sur sols bruns hypermagnésiens.

La teneur moyenne en potassium des dicotylédones arbustives s'élève à 0,81 % pour les espèces du maquis arbustif sur sols bruns hypermagnésiens, à 0,73 % pour les espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés, à 0,69 % pour les espèces du maquis ligno-herbacé sur sols ferrallitiques érodés, et à 0,59 % pour les espèces du maquis buissonnant sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés. Les teneurs en potassium foliaire varient donc sensiblement d'un type de maquis à l'autre bien que l'on ait constaté qu'elles demeureraient assez stables chez les espèces ubiquistes, quel que soit le groupement auquel elles se trouvent associées (tableaux 11 et 12, chapitre 1).

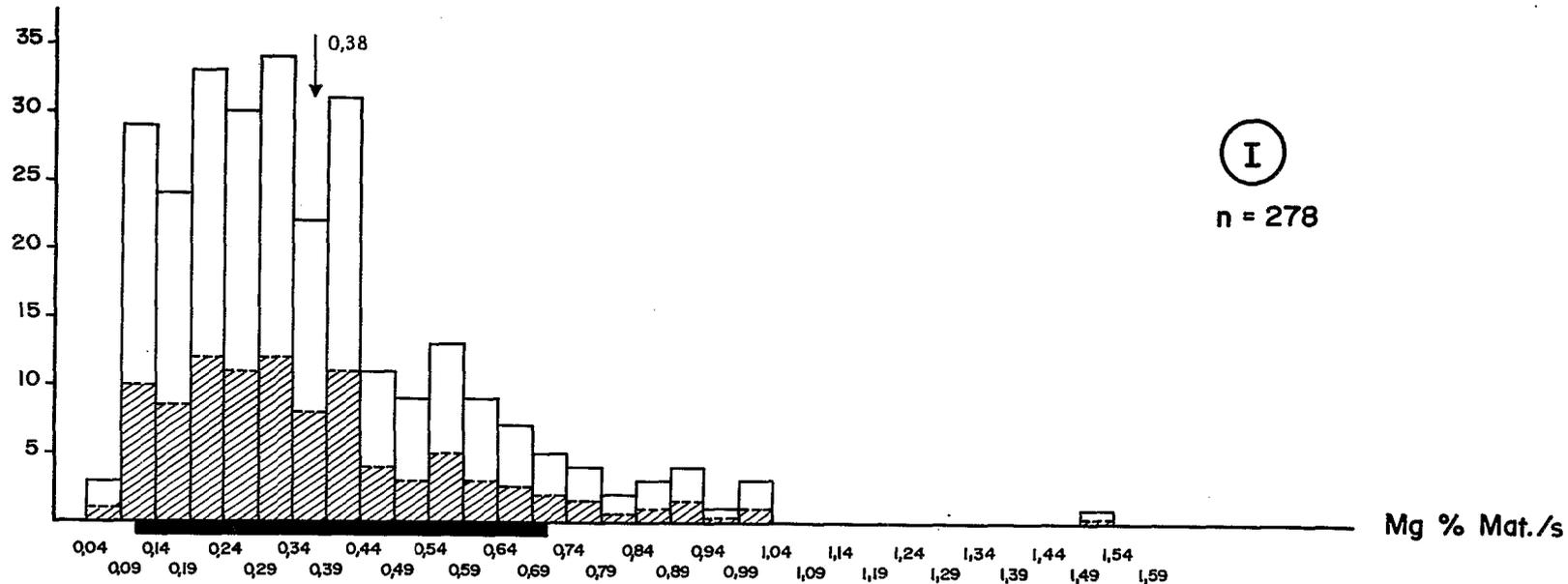
- Les histogrammes de fréquence des teneurs en sodium des dicotylédones arbustives (fig. 34) sont sensiblement identiques pour les quatre catégories de maquis. La plupart des espèces ont des teneurs en sodium comprises entre 0,01 % et 0,40 %. Les moyennes des teneurs foliaires très voisines dans les différents types de groupements, se situent entre 0,15 % et 0,25 %. Ces valeurs ne diffèrent guère des teneurs les plus courantes dans le cas général.

*b - Histogrammes relatifs à l'ensemble des espèces des maquis et à l'ensemble des espèces des forêts.*

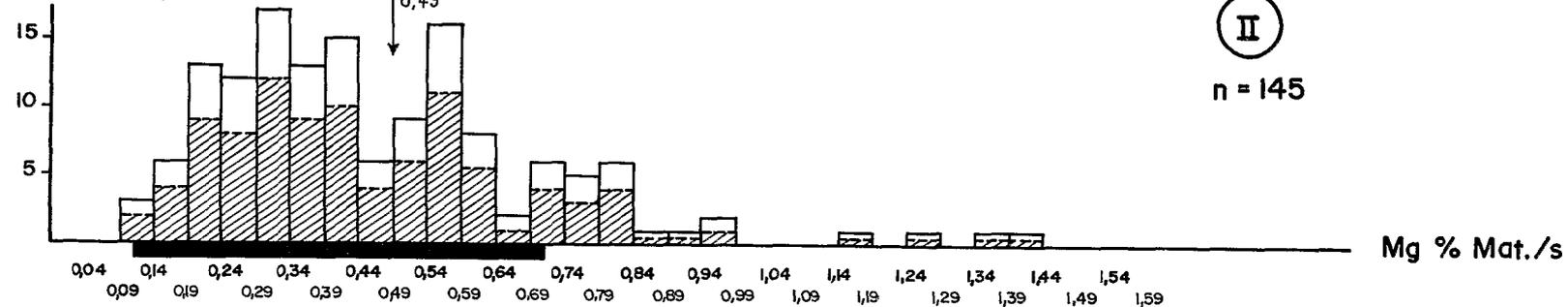
Les histogrammes des teneurs moyennes en magnésium (fig. 35) et en sodium (fig. 36) ne diffèrent pas nettement pour les espèces des maquis et pour celles des forêts. Les teneurs les plus fréquentes en magnésium sont comprises entre 0,09 et 0,64 % pour les dicotylédones des maquis et entre 0,14 et 0,64 % pour les dicotylédones des forêts. Les teneurs les plus fréquentes en sodium sont, dans les deux cas, comprises entre 0,01 % et 0,22 %.

Les histogrammes des teneurs moyennes en azote (fig. 37), en phosphore (fig. 38), en calcium (fig. 39) et en potassium (fig. 40), montrent que les teneurs les plus élevées en ces différents éléments ont une fréquence plus grande dans le cas des espèces des forêts que dans le cas de celles des maquis. Les teneurs les plus fréquentes en azote sont comprises entre 0,55 % et 1,04 % dans le cas des espèces des maquis et entre 0,62 % et 1,88 % dans celui des espèces des forêts. Les teneurs les plus fréquentes en phosphore s'échelonnent de 0,014 % à 0,044 % chez les espèces des maquis et de 0,020 % à 0,062 % chez les espèces des forêts. Pour le calcium, les teneurs les plus fréquentes sont comprises entre 0,45 % et 1,35 % dans

nombre d'espèces



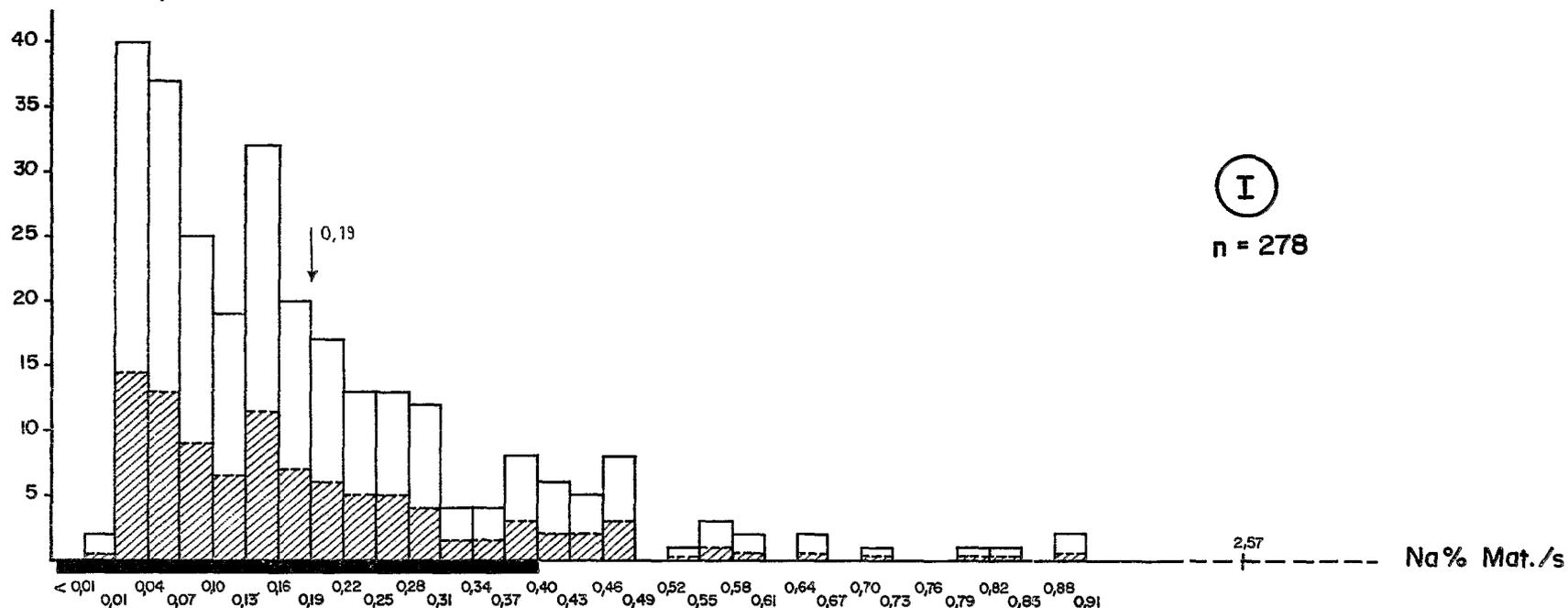
nombre d'espèces



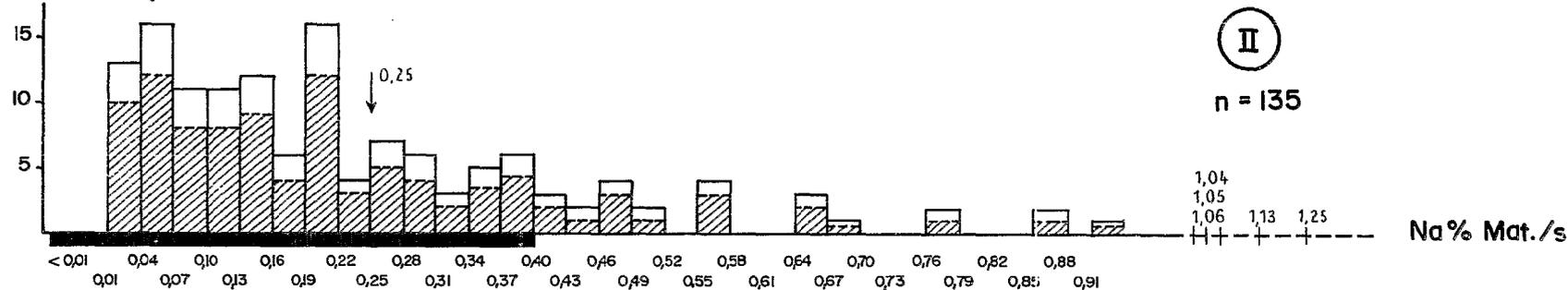
Histogramme des teneurs moyennes en magnésium des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes (I) et des forêts (II), sur roches ultrabasiques.

Teneurs les plus courantes dans le cas général (Heller 1969).
  Nombre d'espèces en %.
 ↓ moyenne

nombre d'espèces



nombre d'espèces



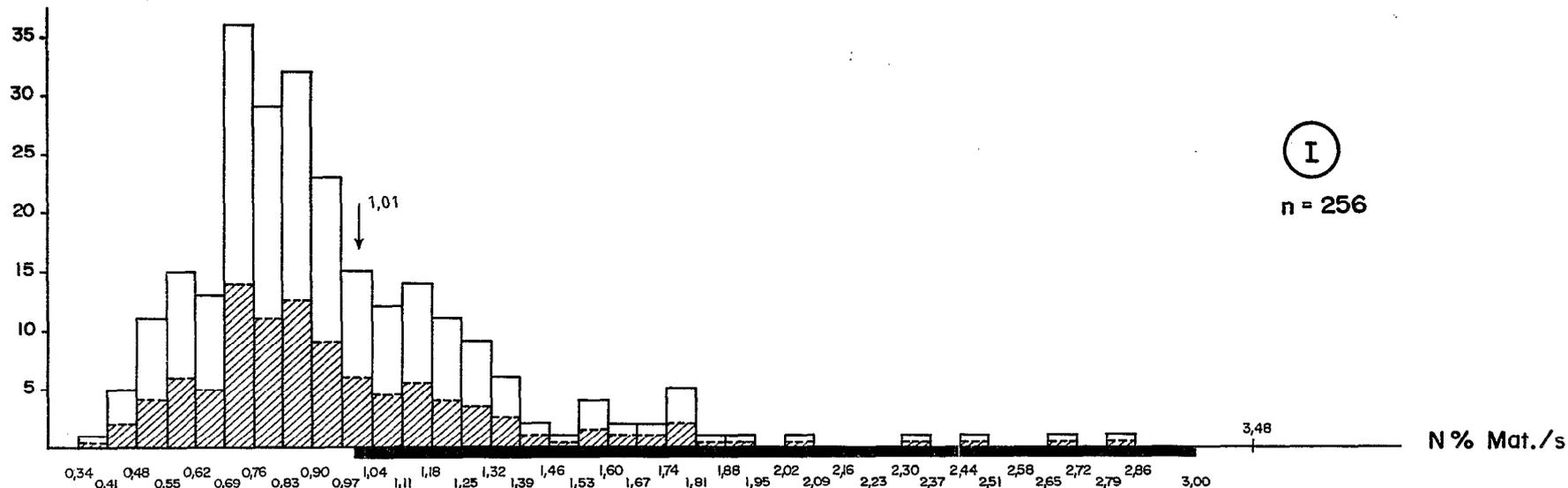
Histogramme des teneurs moyennes en sodium des feuilles de Dicotylédones arbustives des formations ouvertes (I) et des forêts (II), sur roches ultrabasiques.

■ Teneurs les plus courantes dans le cas général (Heller 1969).

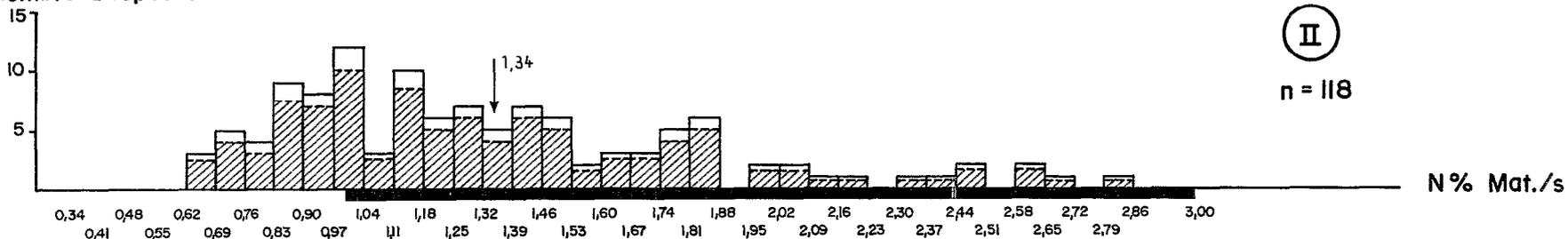
▨ Nombre d'espèces en %.

↓ moyenne

nombre d'espèces



nombre d'espèces

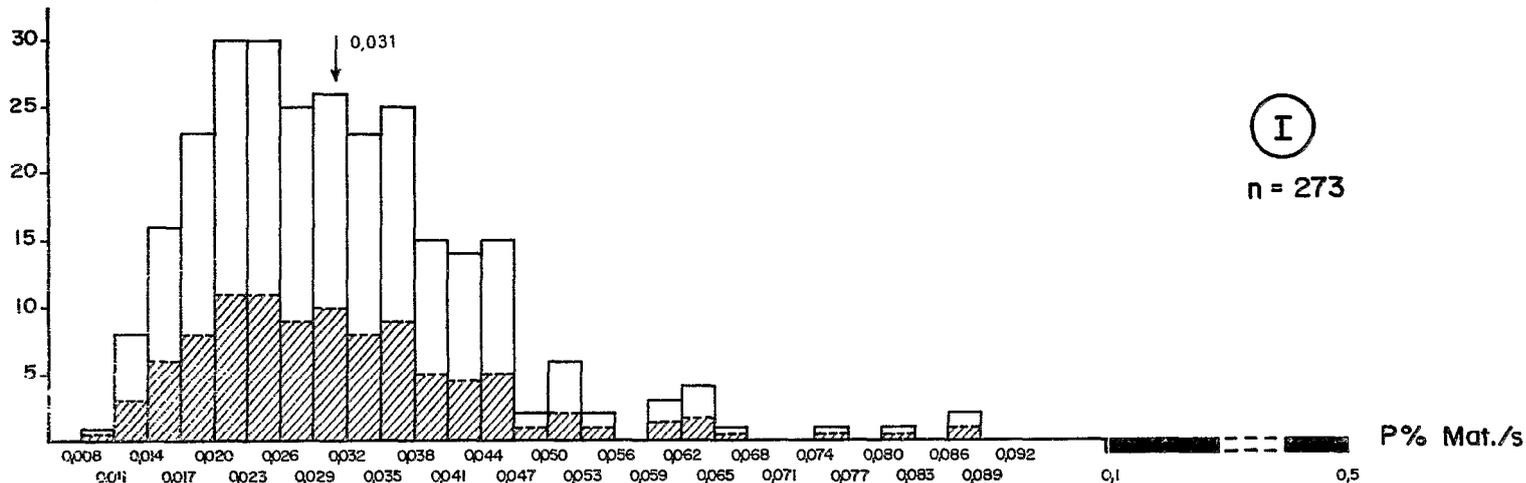


Histogramme des teneurs moyennes en azote des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes (I) et des forêts (II) sur roches ultrabasiques.

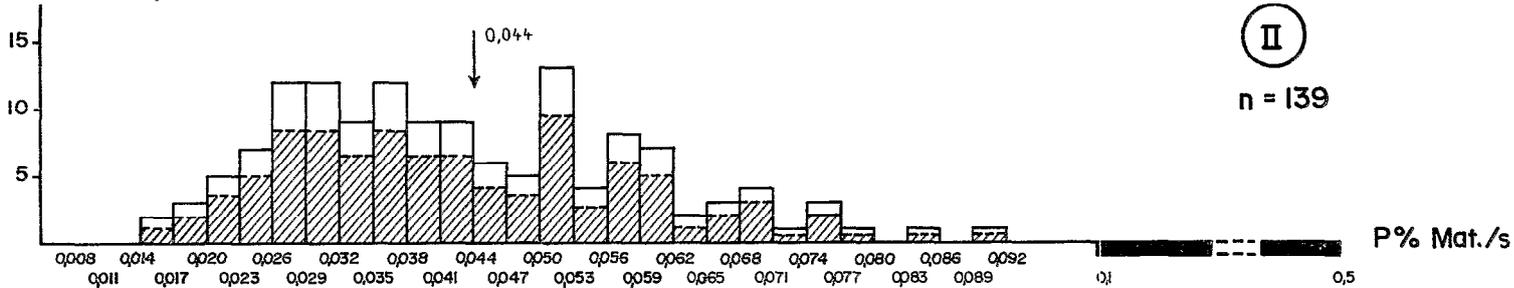
■ Teneurs les plus courantes dans le cas général (Heller 1969).  
 ▨ Nombre d'espèces en % .

↓ moyenne

nombre d'espèces



nombre d'espèces

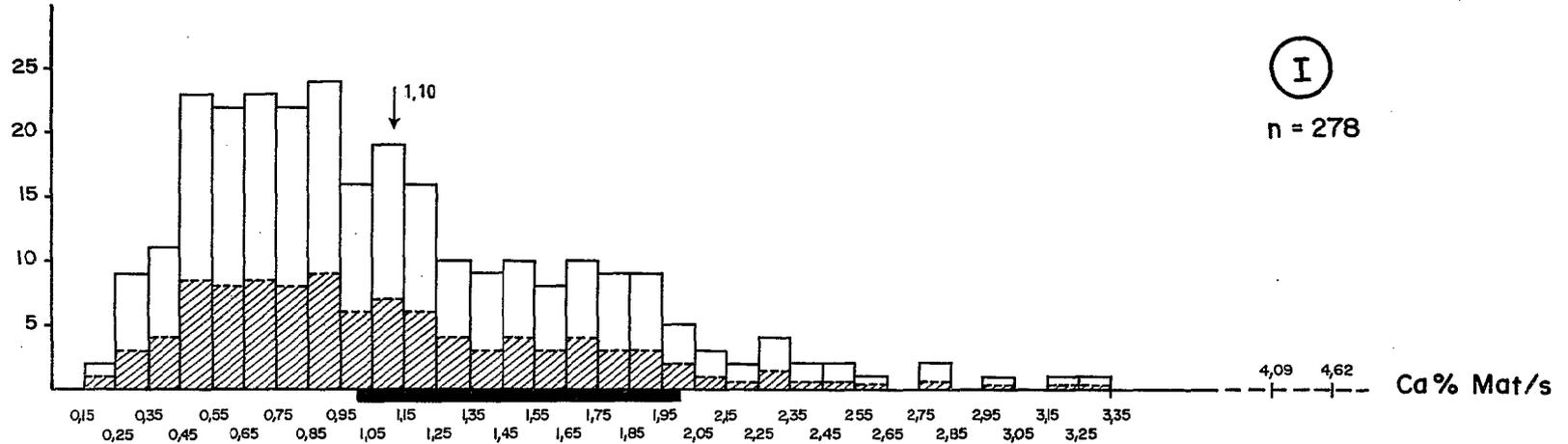


Histogramme des teneurs moyennes en phosphore des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes (I) et des forêts (II), sur roches ultrabasiques.

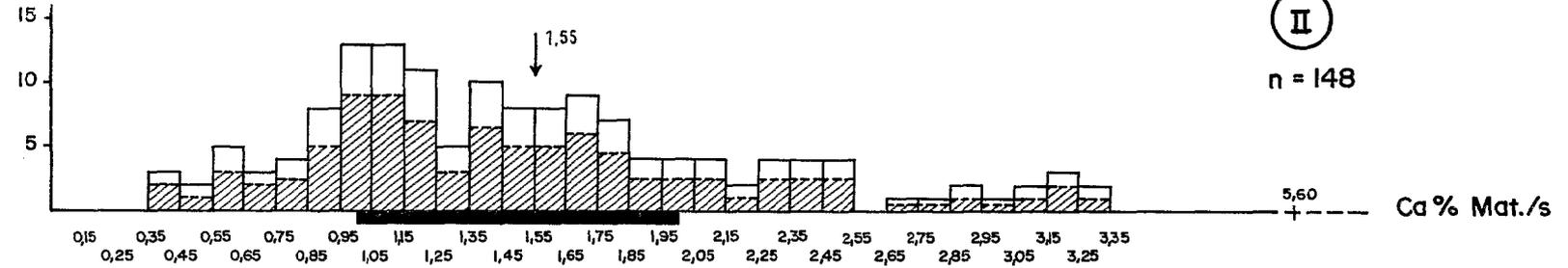
- Teneurs les plus courantes dans le cas général ( Heller 1969 ).
- ▨ Nombre d'espèces en % .

↓ moyenne

nombre d'espèces



nombre d'espèces

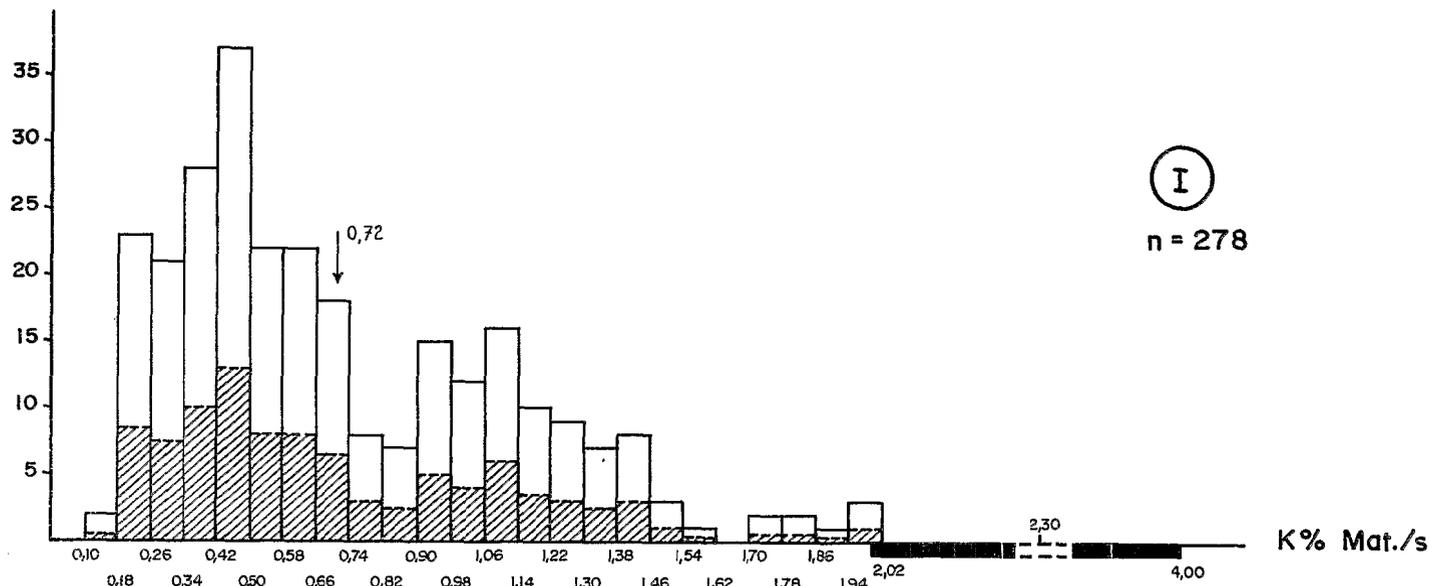


Histogramme des teneurs moyennes en calcium des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes (I) et des forêts (II) sur roches ultrabasiques.

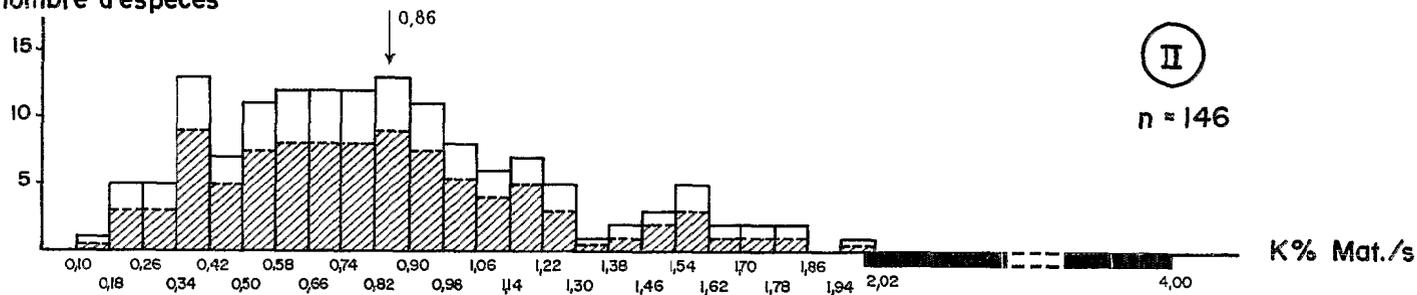
Teneurs les plus courantes dans le cas général (Heller 1969).  
 Nombre d'espèces en %.

↓ moyenne

nombre d'espèces



nombre d'espèces



Histogramme des teneurs moyennes en potassium des feuilles des Dicotylédones arbustives des formations ouvertes (I) et des forêts (II), sur roches ultrabasiques.

■ Teneurs les plus courantes dans le cas général ( Heller 1969 ).  
 ▨ Nombre d'espèces en % .

↓ moyenne

Fig. 40

le cas des espèces des maquis et entre 0,85 % et 1,85 % dans le cas des espèces des forêts. Pour le potassium, les teneurs les plus fréquentes s'échelonnent de 0,18 % à 1,06 % dans le cas des espèces des maquis et de 0,34 % à 1,30 % dans celui des espèces des forêts.

Comparativement aux plantes croissant sur substrats normaux, les dicotylédones arbustives des roches ultrabasiqes (espèces des forêts et espèces des maquis confondues) ont des teneurs moyennement élevées en magnésium et en sodium, des teneurs souvent plus basses que la normale en azote et en calcium et des teneurs excessivement basses en phosphore et en potassium. La pauvreté en azote, en calcium, en phosphore et en potassium est cependant moins accentuée dans le cas des espèces des forêts que dans celui des espèces des maquis.

## II - RESISTANCE DE LA VEGETATION AU DESEQUILIBRE DU SOL EN ELEMENTS MAJEURS.

Les sols issus de roches ultrabasiqes sont caractérisés du point de vue de la nutrition minérale des plantes en éléments majeurs par leur constante pauvreté en phosphore, en potassium et en calcium, par une déficience assez générale en azote et par leurs teneurs généralement excessives en magnésium. Il faut admettre que, pour se développer dans des conditions de nutrition minérale aussi défavorables, fatales à un grand nombre de plantes, les espèces du domaine ultrabasiqes possèdent des propriétés particulières. La diversité de la composition minérale des tissus foliaires analysés témoigne de la diversité des comportements nutritionnels assurant l'adaptation par des moyens différents selon les espèces et selon les éléments minéraux considérés.

Les espèces des roches ultrabasiqes sont toutes relativement pauvres en phosphore et en potassium. Compte tenu des teneurs excessivement basses des sols en

ces deux éléments, leur concentration relative dans les tissus végétaux apparaît dans certains cas remarquable. Elle n'est cependant jamais suffisante pour assurer une alimentation phosphorique et potassique normale : les espèces croissant sur les roches ultrabasiques apparaissent ainsi toutes dotées d'une frugalité plus ou moins accentuée à l'égard du phosphore et du potassium.

La teneur en calcium des plantes des roches ultrabasiques varie d'une espèce à l'autre. Les unes n'en contiennent que des quantités relativement faibles, les autres, au contraire, en dépit de la déficience du sol souvent accentuée par l'effet antagoniste de fortes teneurs en magnésium, en absorbent des quantités importantes, si bien que chez certaines même on trouve des teneurs en calcium supérieures aux teneurs les plus couramment rencontrées dans les plantes. La résistance des espèces des roches ultrabasiques aux très mauvaises conditions de nutrition calcique, si elle apparaît liée pour certaines à leur frugalité, serait pour beaucoup d'autres rendue possible par un pouvoir d'absorption sélective particulièrement accentué. Ces conclusions rejoignent celles de nombreux auteurs cités par PROCTOR et WOODDELL (1975) et celles de SHEWRY et PETERSON (1975).

La plupart des espèces des roches ultrabasiques ont des teneurs relativement basses en azote tandis que chez quelques unes ces teneurs sont normales. L'intervention d'organismes symbiotiques leur permettant de fixer directement l'azote atmosphérique pourrait jouer un rôle important.

Les teneurs en magnésium des espèces des roches ultrabasiques sont, d'une manière générale, moyennement élevées même dans le cas des espèces croissant sur des sols excessivement riches en magnésium. Les teneurs les plus élevées ne s'écartent pas fortement des teneurs généralement rencontrées chez les plantes croissant sur sols équilibrés du point de vue cationique. Il ne semble pas que les espèces des roches ultrabasiques soient dotées

d'une tolérance particulière, telle qu'elle a été définie pour les espèces accumulatrices de métaux lourds, à l'encontre de quantités anormalement élevées de magnésium dans leurs tissus. Leur résistance aux milieux excessivement riches en magnésium résiderait dans leur aptitude à limiter l'absorption de cet élément. On observe toutefois sur sols hypermagnésiens une augmentation des teneurs en magnésium des plantes. Celles-ci, sans atteindre des valeurs très fortes, n'en demeurent pas moins pour certaines espèces relativement élevées par rapport aux teneurs en d'autres éléments majeurs trop faiblement représentés. Il en résulte un déséquilibre du contenu minéral de la plante et notamment du rapport  $\frac{\text{Calcium}}{\text{Magnésium}}$ . La valeur de ce rapport étant parfois particulièrement basse, il n'est pas impensable que certaines espèces disposent de mécanismes physiologiques particuliers permettant à la plante d'assurer son métabolisme normal en dépit de ce déséquilibre. Ce phénomène pourrait être alors interprété comme une tolérance à un excès relatif du magnésium par rapport au calcium.

Le sodium, élément normalement contenu dans les plantes à des concentrations variables, le plus souvent assez basses, est relativement bien représenté dans les espèces sur roches ultrabasiques. Les teneurs des sols en sodium sont faibles, mais la proximité de la mer rend possible un approvisionnement régulier par apport atmosphérique.

### C - Conclusion

La composition minérale des tissus foliaires des espèces croissant sur roches ultrabasiques traduit dans une certaine mesure le déséquilibre minéral des sols. Elle est marquée très souvent par une pauvreté en certains éléments minéraux (N, P, K, Ca) et par une richesse apparemment excessive en certains autres (Ni, Mn, Cr, Co). Le déséquilibre minéral des sols ne se retrouve toutefois le plus sou-

vent que de manière très atténuée dans le contenu minéral des plantes : les teneurs en magnésium sont rarement excessives, de nombreuses espèces ont des teneurs proches de la normale en azote, des teneurs moyennement élevées en calcium et ce n'est que dans un nombre assez limité de cas que les teneurs en nickel, manganèse, chrome ou cobalt apparaissent très largement supérieures à la normale. Les variations des teneurs en différents éléments minéraux sont très importantes d'une espèce à l'autre et traduisent une nette spécificité de la composition minérale. Cette spécificité correspond à des aptitudes particulières qui conditionnent l'adaptation des espèces aux conditions de nutrition minérale spéciales réalisées sur roches ultrabasiques.

Les aptitudes des différentes espèces se ramènent à un certain nombre de comportements physiologiques, dont les mécanismes restent dans la majorité des cas à élucider : absorption sélective des éléments mal représentés dans le sol (N, P, K, Ca, Na), absorption limitée que l'on peut qualifier d'exclusion sélective des éléments en excès (Mg, Ni, Mn, Cr, Co), tolérance à certains ions absorbés en quantités excessives (Ni, Co, Cr) ou à certains déséquilibres ioniques dans les tissus (rapport  $\frac{Ca}{Mg}$ ), ou limitation des besoins en ce qui concerne les  $\frac{Ca}{Mg}$  éléments absorbés en faible quantité (N, P, K, Ca.)

## CONCLUSION

La végétation associée en Nouvelle Calédonie aux terrains ultrabasiques, contrairement à ce qu'on observe dans d'autres régions du Monde (RUNE, 1953 ; WILD, 1965 ; PINTO DA SILVA, 1970 ...) est, du point de vue floristique, relativement riche par rapport à celle se trouvant au voisinage sur des substrats de composition plus banale. Cette richesse cependant tient moins à celle de chaque groupement considéré séparément, qu'à leur multiplicité, corollaire de la diversité des conditions écologiques et de l'existence dans la moitié septentrionale de l'Ile de nombreux petits massifs péridotitiques isolés les uns des autres par des affleurements de terrains non ultrabasiques et ayant pu, de ce fait, constituer autant de centres de spéciation indépendants.

L'originalité de la flore des terrains ultrabasiques, sur le plan mondial, a été soulignée par KRAUSE (1958). Elle apparaît ici tout à fait remarquable : deux tiers des espèces, plus de trente genres, deux familles monotypiques lui appartiennent en propre. Sans doute, l'influence des propriétés très particulières des sols ne suffit-elle pas à expliquer un endémisme aussi élevé : il faut tenir

compte aussi de l'influence des facteurs climatiques, liés à la latitude, plus spécialement en ce qui concerne la partie méridionale du Territoire, qui est entièrement ultrabasique, ou liés à l'altitude et à l'exposition. La recherche de races biologiques (écotypes serpentiphytes) au sein des espèces ubiquistes, par l'étude approfondie de leurs caractères caryologiques, morphologiques, physiologiques et écologiques (GUINOCHET, LEMEE, 1950) mériterait en outre d'être menée : rappelons que dans d'autres régions, elle a donné souvent des résultats très positifs (aux Etats Unis, KRUCKEBERG, 1951-54-67 ; en Grande Bretagne, PROCTOR, 1971b ; en Rhodésie, ERNST, 1972).

La différenciation de la flore sur les affleurements ultrabasiques résulte d'une intense spéciation à la fois suscitée et orientée par les conditions de milieu. Cette différenciation s'est faite à partir d'un fonds floristique ancien. Elle a néanmoins favorisé certains groupes mieux préadaptés que d'autres ou plus riches de potentialités évolutives. Ainsi s'expliqueraient certaines similitudes entre la flore des terrains ultrabasiques de Nouvelle Calédonie et celle d'autres régions du monde, comme l'importance relative des Gymnospermes signalée sur les affleurements de roches ultrabasiques du Mont Higashi Akaishu au Japon (YAMANAKA, 1959), celle des Protéacées notée par WILD (1965-1970), sur les terrains ultrabasiques du Grand Dyke en Rhodésie, celle des Epacridacées sur ceux de Nouvelle Zélande.

Les formations végétales qui occupent les affleurements de roches ultrabasiques diffèrent beaucoup d'une région à l'autre. La plupart des auteurs soulignent toutefois le caractère ouvert et rabougri de ces formations contrastant avec la relative densité et la puissance plus grande des formations voisines sur substrats différents. En Nouvelle Calédonie, les terrains ultrabasiques portent des maquis plus ou moins ouverts mais aussi des formations parafores-

tières et des forêts denses, ce qui montre que, dans certaines conditions, la présence d'une végétation luxuriante n'est pas incompatible avec ce type de substrat.

La discontinuité dans le tapis végétal qui, d'une manière assez générale, marque comme l'ont souligné KRUCKEBERG (1969), WHITTAKER, (1954), WILD (1965) et RUNE (1953) la limite des affleurements ultrabasiques apparaît en Nouvelle Calédonie très nettement dans les secteurs les moins arrosés, plus discrètement dans les secteurs bénéficiant d'une forte pluviométrie, les sols sur roches ultrabasiques étant le plus souvent dans ce dernier cas de nature ferrallitique. On notera qu'il a été constaté ailleurs que cette discontinuité était souvent peu marquée en zone tropicale humide (Indonésie, Cuba)\*, alors qu'elle est toujours très sensible dans les régions relativement sèches ou froides (cas respectivement de la Rhodésie et de la Nouvelle Zélande).

Les maquis, qui constituent les formations végétales les plus caractéristiques des terrains ultrabasiques en Nouvelle Calédonie, ont largement progressé sous l'action des feux. Beaucoup d'entre eux font figure de formations paraclimaciques, en équilibre avec les conditions édaphiques consécutives à la dégradation du sol après destruction du couvert végétal. L'évolution de certains maquis vers des formations forestières apparaît cependant manifeste.

Parfois, la couverture végétale tout en devenant plus dense et en s'enrichissant floristiquement conserve son caractère arbustif : des lambeaux de tels "maquis climaciques" s'observent fréquemment, en particulier dans les massifs du Nord Ouest.

Les groupements végétaux les plus spécifiques se trouvent en général sur les sols les moins évolués : Il apparaît en particulier que la ferrallitisation des sols s'accompagne d'une atténuation de la spécificité des groupe-

\* Communications personnelles de M. SCHMID et P. SEGALEN

ments végétaux sur terrains ultrabasiques. Ce mode d'évolution pédogénétique étant propre aux régions humides et chaudes, cette remarque rejoint celle qui a été faite plus haut à propos de la discontinuité du tapis végétal.

Tous les auteurs attribuent aux facteurs chimiques un rôle primordial dans l'infertilité des sols issus des roches ultrabasiques. Il ressort néanmoins des revues bibliographiques (SEQUEIRA, 1965 ; PROCTOR et WOODSELL, 1970) qu'ils n'accordent pas tous la même importance aux différents facteurs mis en jeu. Dans une étude à l'échelle mondiale, KRAUSE (1958) souligne que l'on ne peut attribuer à un facteur unique la cause de cette infertilité. Cette remarque vaut également pour la Nouvelle Calédonie, la présente étude ayant montré que les mauvaises conditions de nutrition minérale résultent de la combinaison d'un ensemble de facteurs chimiques défavorables, l'intensité de chaque facteur conditionnant la spécificité de chaque catégorie de milieu. A la diversité des conditions de nutrition minérale répond la diversité du comportement nutritionnel des espèces.

Parmi les facteurs chimiques qui régissent les conditions de nutrition minérale des plantes, certains sont communs à toutes les catégories de biotopes sur roches ultrabasiques, d'autres n'interviennent que dans certaines catégories de biotopes, d'autres enfin sont propres à quelques stations particulières. Ces différents facteurs peuvent selon leur intensité jouer un rôle prépondérant ou seulement un rôle complémentaire. Leur action pouvant différer qualitativement suivant les taxons.

Les mauvaises conditions de nutrition minérale, en ce qui concerne l'azote, le phosphore, le potassium, et le calcium, sont communes à toutes les catégories de biotopes mais cependant moins accentuées en milieu forestier que dans le maquis. Elles constituent le facteur limitant pré-

pondérant dans le cas des maquis buissonnants sur sols ferrallitiques très évolués, généralement gravillonnaires ou cuirassés (groupement de l'ordre à *Tristania guillainii* et *Pancheria confusa*).

L'adaptation des espèces aux terrains ultrabasiques se traduit donc fondamentalement par une limitation de leurs besoins en éléments majeurs, tout particulièrement en phosphore et en potassium, et par une aptitude particulière à absorber sélectivement certains éléments minéraux, tout spécialement le calcium. L'intensité des différents processus adaptatifs mis en jeu variant considérablement d'une espèce à l'autre, la composition minérale de ces dernières en éléments majeurs N, P, K, Ca, SiO<sub>2</sub>, et en sodium varie aussi beaucoup. Les comportements nutritionnels à l'égard d'un ou de plusieurs éléments sont souvent communs toutefois aux représentants d'un même groupe taxonomique ; ainsi de nombreuses similitudes apparaissent dans la composition minérale des espèces d'un même genre (cas des *Celtis*, des *Hibbertia*...) ou des espèces d'une même famille (cas des Cypéracées, des Epacridacées... etc.)

Des caractéristiques nutritionnelles des espèces des terrains ultrabasiques à l'égard des éléments majeurs peuvent être rapprochées certaines de leurs caractéristiques biologiques, notamment lenteur de la croissance, nanisme, sclérophylie, que WHITTAKER (1954), se référant à la végétation associée aux terrains ultrabasiques des Etats Unis, met en parallèle avec une réduction de la productivité.

Leurs caractères génotypiques, tout en permettant à ces espèces de s'adapter à la pauvreté des milieux auxquels elles sont naturellement inféodées, entraîneraient sur sols normaux une réduction de leur compétitivité vis-à-vis des espèces à croissance rapide ; d'où leur comportement de plantes exclusives des terrains ultrabasiques.

La quasi absence de thérophytes s'expliquerait en partie par l'insuffisance des réserves du sol en éléments

minéraux qui leur sont indispensables pour assurer leur cycle végétatif accéléré.

La spécificité floristique très marquée des groupements végétaux sur sols hypermagnésiens (groupements de l'alliance à *Xanthostemon* ssp. et *Stenocarpus milnei*), fait ressortir le rôle sélectif très important du déséquilibre  $\frac{Ca}{Mg}$ , considéré par de nombreux auteurs comme le principal facteur responsable de l'infertilité des sols et du particularisme de la végétation associée aux terrains ultrabasiques dans différentes régions du monde. Ce facteur peut intervenir aussi comme facteur secondaire dans le cas de groupements végétaux du maquis sur sols ferrallitiques érodés (groupements à *Normandia neo-caledonica* et *Schoenus juvenis*) et sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés (groupements de l'alliance à *Myodocarpus fraxinifolius* et *Hibbertia lucens*.) Compte tenu du fait que les forêts sont également représentées sur sols hypermagnésiens, ce facteur ne peut être tenu comme entièrement responsable du caractère généralement ouvert, maintes fois signalé, des formations végétales sur roches ultrabasiques.

L'adaptation des espèces au déséquilibre calcium/magnésium du sol se traduit pour la plupart d'entre elles par une limitation de l'absorption du magnésium et par une absorption préférentielle plus ou moins marquée du calcium. La conjonction de ces deux mécanismes permet à la plupart des espèces inféodées aux substrats hypermagnésiens de maintenir dans leurs tissus foliaires un rapport  $\frac{Ca}{Mg}$  voisin de 1 ou supérieur à 1. Un petit nombre d'espèces présentent cependant un rapport  $\frac{Ca}{Mg}$  très inférieur à 1 dans leurs tissus foliaires.

Ces résultats ne concordent pas avec ceux de nombreux auteurs, rapportés par PROCTOR et WOODSELL (1975), qui font apparaître une nette prédominance, sur serpentine, des espèces ayant un rapport  $\frac{Ca}{Mg}$  inférieur à 1. Il convient cependant de remarquer que la plupart des espèces citées

sont des plantes herbacées tandis que les résultats présentés ici concernent surtout des dicotylédones arbustives, à l'exception d'un lot de Cypéracées et de quelques Fougères pour lesquelles les résultats enregistrés sur sols hypermagnésiens concordent avec ceux présentés dans la mise au point citée plus haut. On peut noter également que ces auteurs signalent pour la seule Gymnosperme étudiée un rapport élevé (2,48), ce résultat concordant avec ceux constatés pour les Gymnospermes néo-calédoniennes.

Les fortes teneurs en nickel relevées dans un grand nombre de sols et de plantes ainsi que les phénomènes de toxicité observés sur de l'avoine cultivée sur certains sols, montrent que cet élément joue un rôle important dans la différenciation de certains groupements végétaux, notamment des groupements sur sols ferrallitiques érodés (groupements de l'alliance à *Normandia neo-caledonica* et *Schoenus juvenis*), des groupements pionniers des anciennes mines et de certains groupements forestiers. Les fortes teneurs en nickel étant généralement associées à des sols plus ou moins squelettiques, il est difficile cependant de séparer l'action propre de cet élément de celle des autres facteurs édaphiques.

Les espèces attachées plus ou moins exclusivement aux groupements végétaux des sols ferrallitiques érodés, ceux-ci étant toujours relativement riches en nickel, se rangent dans le système de classification proposé par DUVIGNEAUD et DENAEYER-DE SMET (1973), parmi les "nickelophytes". Aucune cependant n'apparaît liée exclusivement aux sols les plus fortement minéralisés et n'appartient donc aux "hypernickelophytes"\* aptes à servir d'indicatrices : la plupart ont vis à vis du nickel une amplitude écologique assez large et se rangent parmi les "eurynickelophytes".

\* Espèces "polynickelophytes" dans la classification de DUVIGNEAUD et DENAEYER-DE SMET.

Le rôle du cobalt et celui du chrome restent d'une manière générale très limités. Tout comme en Rhodésie, (WILD 1978), les fortes teneurs en chrome, dépassant 10 % dans certains sols, ne s'accompagnent pas en Nouvelle Calédonie d'anomalies dans la couverture végétale. La toxicité du sol en cobalt ou en chrome n'interviendrait qu'occasionnellement, dans un petit nombre de stations, où, pour des causes qui restent à déterminer, ces éléments se trouveraient sous forme assimilable par les plantes.

La toxicité du sol en manganèse peut jouer également un rôle non négligeable dans de nombreuses stations sur sols ferrallitiques remaniés colluvionnés (groupements de l'alliance à *Myodocarpus fraxinifolius* et *Hibbertia lucens*) et sur sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés (groupements de l'ordre à *Tristania guillainii* et *Pancheria confusa*). L'importance de cette toxicité et ses effets sur la végétation naturelle des terrains miniers mériteraient d'être précisés par des expérimentations.

Le comportement nutritionnel à l'égard des éléments toxiques du sol varie considérablement d'une espèce à l'autre. Pour la plupart, la résistance à la toxicité du milieu réside à la fois dans leur aptitude à limiter plus ou moins l'absorption de l'élément toxique du sol et dans leur capacité à tolérer dans leurs tissus la présence de quantités plus ou moins importantes de cet élément.

Un certain nombre d'espèces, cependant, réalisent une accumulation extraordinaire de nickel ou de manganèse. Ces espèces, douées d'un pouvoir exceptionnel de tolérance spécifique à un élément donné, ont une importance inhabituelle, par leur nombre et leur pouvoir d'accumulation, dans la flore néo-calédonienne ; ce sont des dicotylédones appartenant principalement, pour les espèces accumulatrices de nickel, aux Flacourtiacées, aux Violacées, aux Cunoniacées (*Geissois*, *Pancheria*) et aux Euphorbiacées (*Phyllanthus*) et, pour les espèces accumulatrices de manganèse, aux Protéacées, aux Apocynacées (*Alyxia*), aux Célastracées

(*Maytenus*). Cette spécificité taxonomique des phénomènes d'accumulation de certains métaux permet d'utiliser, comme nous l'avons fait pour le genre *Phyllanthus* en Nouvelle Calédonie (KERSTEN, BROOKS, REEVES, JAFFRE, 1979), la composition minérale foliaire comme donnée taxonomique complémentaire aux examens morphologiques classiques.

Ces phénomènes soulèvent des problèmes physiologiques importants, pour la plupart encore non résolus. Des travaux effectués en collaboration, conjointement à ceux exposés ici, indiquent que le nickel serait complexé dans les plantes par des acides organiques (LEE, REEVES, BROOKS, JAFFRE 1977 et 1978 ; KERSTEN, BROOKS, REEVES, JAFFRE, 1980). Les analyses chimiques et les expérimentations n'ont pas permis cependant de montrer que le nickel pouvait jouer un rôle dans la vie de la plante. Il semble donc que son accumulation ne réponde pas à un besoin physiologique.

Tout comme les hypernickelophores, les hypermanganésophores constituent un matériel de choix pour l'étude des formes du manganèse dans la plante. Bien qu'ayant été étudiées dans quelques plantes cultivées, les formes du manganèse dans les végétaux sont encore mal connues et les résultats obtenus, rassemblés dans la récente mise au point de FOY, CHANEY, WHITE (1978) ne sont pas toujours concordants.

Le problème de la mobilisation des métaux lourds du sol, posé de manière très nette dans le cas des espèces accumulant le manganèse à partir de sols hypermagnésiens de pH neutre ou basique, peut être également soulevé dans le cas du nickel, du cobalt et du chrome. Dans certains cas une relation pourrait exister entre les phénomènes d'accumulation et le degré d'évolution de certaines espèces qui en sont le siège (JAFFRE, 1979 ; JAFFRE, KERSTEN, BROOKS, REEVES, 1979).

La végétation des terrains ultrabasiques de Nouvelle Calédonie présente avec celle occupant d'autres affleure-

ments de roches ultrabasiques à travers le monde un certain nombre de similitudes physiologiques, floristiques et phyto-géochimiques. Elle offre toutefois une plus grande diversité et un plus grand nombre de particularités. Son originalité peut s'expliquer par l'importance des affleurements de roches ultrabasiques en Nouvelle Calédonie où ils constituent, ce qui est exceptionnel, l'unité géologique principale. Elle peut s'expliquer aussi par l'action d'un climat tropical instable, différant d'un secteur à l'autre, depuis des conditions très humides jusqu'à des conditions relativement sèches. En outre, il faut prendre en compte l'histoire botanique : la végétation des roches ultrabasiques s'est différenciée à partir d'un fonds floristique très original vraisemblablement d'une manière progressive et continue, n'ayant pas eu à subir des perturbations comparables à celles, par exemple, des périodes glaciaires qui, en Europe (RUNE 1953), ont entraîné un appauvrissement de la flore.

## BIBLIOGRAPHIE

- AHMED S., HEVANS H.J., 1961 - The essentiality of cobalt for soybean plants grown under symbiotic conditions.  
*Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.A.* 47 : 24-36
- ANDERSON A.J., MEYER D.R., MAYER F.K., 1973 - Heavy metal toxicities : levels of nickel, cobalt and chromium in the soils and plants associated with visual symptoms and variation in growth of an oat crop.  
*Aust. J. Agric. Res.* 24 : 557-571
- ANTONOVICS J., BRADSHAW A.D., TURNER R.G., 1971 - Heavy metal tolerance in plants.  
*Adv. Ecol. Res.* 7 : 1-85.
- AUBREVILLE A., 1967 - Flore de la Nouvelle-Calédonie et Dépendances. Fasc. 1 Sapotacées.  
*Mus. Nat. Hist. Nat., Paris*, 167 p.
- BALANSA B., 1872 - Ascension du mont Humboldt (Cando des Neo-caledoniens).  
*Bull. Soc. Bot. France* 19 : 303-311
- BALGOOY M.M.J. Van, 1960 - Preliminary plant geographical analysis of the Pacific.  
*Blumea* X (2) : 385-430
- BEADLE N.C.N., 1962 - Soil phosphate and the delimitation of plant communities in eastern Australia II.  
*Ecology* 43 : 281-288
- BEADLE N.C.N., 1966 - Soil phosphate and its role in molding segments of the Australian flora and vegetation with special reference to xeromorphy and sclerophylly.  
*Ecology* 47 : 991-1007.
- BEARD J.S., 1969 - The Natural regions of the deserts of Western Australia.  
*J. Ecol.* 57 : 679-711
- BEESON K.C., LAZAR V.A., BOYCE S.G., 1955 - Some plant accumulators of the micronutrient elements.  
*Ecology* 36(1) : 155-156
- BENZECRI J.P., 1973 - L'analyse des données.  
2 tomes.  
*Dunod, Paris*.
- BERNHARDT-REVERSAT F., HUTTEL C., LEMEE G., 1978 - La forêt sempervirente de basse Côte d'Ivoire. Extrait de "Problèmes d'écologie : Structure et fonctionnement des écosystèmes terrestres."  
*Masson et Cie* : 313-345.
- BERTRAND M.M.G., SILBERSTEIN L., 1952 - Nouvelles recherches sur la teneur en manganèse des Phanérogames.  
*C.R. Acad. Sci.* 23 : 1458-1460.
- BIRRELL K.S., WRIGHT A.C.S., 1945 - A serpentine soil in New Caledonia.  
*N.Z. J. Sci. Tech.* 27 : 72-76.
- BOITEAU P., ALLORGE L., SEVENET T., 1976 - Les *Melodinus* de Nouvelle-Calédonie.  
*Adansonia, sér. 2*, 15(3) : 397-407.
- BOITEAU P., ALLORGE L., SEVENET T., 1977 - Apocynacées de Nouvelle-Calédonie : révision des *Alstonia*.  
*Adansonia, sér. 2*, 16(4) : 465-485.
- BRIANE J.P., LAZARE J.J., ROUX G., SASTRE C., 1974 - L'analyse factorielle des correspondances et l'arbre de longueur minimum, exemple d'application.  
*Adansonia, sér. 2*, 14(1) : 111-137.

- BRIANE J.P., LAZARE J.J., SALANON R., 1978 - L'analyse des données groupées de très grands tableaux de correspondance.  
*Les Cahiers de l'Analyse des Données, Vol. III, 2 : 167-173.*
- BROOKS R.R., 1972 - Geobotany and Biogeochemistry in Mineral Exploration.  
*Harper and Row, N.Y., 190 p.*
- BROOKS R.R., LEE J., JAFFRE T., 1974 - Some New Zealand and New Caledonian plant accumulators of nickel.  
*J. Ecol., 62 : 523-529*
- BROOKS R.R., 1977 - Copper and Cobalt uptake by *Haumaniastrum* species.  
*Plant and soil, 48 : 541-544.*
- BROOKS R.R., WITHER E.D., 1977 - Nickel accumulation by *Rinorea bengalensis* (Wall) O.K.J.  
*Geochem. Explor., 1 : 295-300*
- BROOKS R.R., Mc CLEAVE J.A.M., SCHOFIELD E.K., 1977 - Cobalt and nickel uptake by the Nyssaceae.  
*Taxon. 26 (2-3) : 197-201.*
- BROOKS R.R., Mc CLEAVE J.A., MALAISSE F., 1977 - Copper and cobalt in African species of *Crotalaria* L.  
*Proc. R. Soc. Lond. B. 197 : 231-236.*
- BROOKS R.R., LEE J., REEVES R.D., JAFFRE T., 1977 - Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants.  
*J. Geochem. Explor. 7 : 49-57.*
- BROOKS R.R., RADFORD C.C., 1978 - Nickel accumulation by European species of the genus *Alyssum*.  
*Proc. R. Soc. Lond., B. 200 : 217-224.*
- BROOKS R.R., MORRISON R.S., REEVES R.D., DUDLEY T.R., AKMAN Y., 1979 - Hyperaccumulation of nickel by *Alyssum* (Cruciferae).  
*Proc. R. Soc. Lond. B. 203 : 387-403.*
- BROWNLIE G., 1969 - Flore de la Nouvelle Calédonie et Dépendances. Fasc. 3, Ptéridophytes.  
*Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, 307 p.*
- CHANUT J., SOLEILHAVOUP J., 1979 - Méthodes d'analyses chimiques utilisées au laboratoire commun d'analyses du Centre ORSTOM de Nouméa.  
*Rapp. multigr. O.R.S.T.O.M. Nouméa, 10 p.*
- CHENERY E.M., SPORNE K.R., 1976 - A note on the evolutionary status of aluminium accumulation among dicotyledones.  
*New Phytol. 76 : 551-554.*
- COLE M.M., 1973 - Geobotanical and biogeochemical investigations in the sclerophyllous woodland and shrub associations of the eastern goldfields area of Western Australia, with particular reference to the role of *Hybanthus floribundus* (Lindl.) F. Muell., as a nickel indicator and accumulator plant.  
*J. Appl. Ecol. 10 (1) : 269-320.*
- CORDIER B., 1965 - L'analyse factorielle des correspondances.  
*Thèse 3e cycle, 66 p., Rennes.*
- CROOKE W.M., HUNTER J.G., VERGNANO O., 1954 - The relationship between nickel toxicity and iron supply.  
*Ann. Appl. Biol., 41 : 311-324*
- CROOKE W.M., INKSON R.H.E., 1955 - The relationship between nickel toxicity and major nutrient supply.  
*Pl. Soil. 6 : 1-15.*
- DAGNELI E.P., 1960 - Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle  
*Bull. Serv. Cart. Phytogeo. 5 (1 et 2) : 7-71 et 93-195.*

- DANIKER A.U., 1932-33 - Ergebnisse der Reise Von Dr. A.U. Daniker nach Neu-Kaledonien und den Loyaltäts. Inseln 1924-25. Katalog der Pteridophyta und Embryophyta siphonogama. Vierteljahrsschrift der naturforsch.  
*Ges. in Zurich, Bd 77, Beibl. 19 (1) ; Bd 78, Beibl. 19, 507 p.*
- DE LAUBENFELS D.J., 1972 - Flore de la Nouvelle-Calédonie et Dépendances. Fasc. 4, Gymnospermes.  
*Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, 167 p.*
- DENAEYER DE SMET S., 1966 - Note sur un accumulateur de manganèse *Vaccinium myrtillus* L.  
*Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 99 : 331-343.*
- DIDIER DE SAINT AMAND J., CAS G., 1966 - Dosage des éléments minéraux majeurs chez les végétaux. Méthodes utilisées au Laboratoire de Diagnostic foliaire de l'O.R.S.T.O.M.  
*Rapp. Multig. 39 p., O.R.S.T.O.M. Bondy.*
- DUVIGNEAUD P., 1959 - Etude sur la végétation du Katanga et de ses sols métallifères. 2. Plantes cobaltophytes dans le Haut Katanga.  
*Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 91 : 111-134.*
- DUVIGNEAUD P., 1966 - Note sur la biogéochimie des serpentines du Sud-Ouest de la France.  
*Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 99 : 271-329*
- DUVIGNEAUD P., DENAEYER DE SMET S., 1960 - Influence des sels toxiques sur la végétation. Action de certains métaux lourds du sol (cuivre, cobalt, manganèse, uranium) sur la végétation dans le Haut Katanga.: 121-139.  
 Dans "Rapports du sol et de la Végétation" sous la Direction de G. VIENNOT BOURGIN,  
*Masson et Cie, Paris.*
- DUVIGNEAUD P., DENAEYER DE SMET S., 1970 - Phytogéochimie des groupes écosociologiques forestiers de Haute Belgique. 1. Essai de classification phytochimique des espèces herbacées.  
*Oecol. Plant. V : 1-32.*
- DUVIGNEAUD P., DENAEYER DE SMET S., 1973 - Considérations sur l'écologie de la nutrition minérale des tapis végétaux naturels.  
*Oecol. Plant. 8(3) : 219-246*
- ERNST W., 1972 - Ecophysiological studies on heavy metal plants in South Central Africa.  
*Kirkia 8 : 125-145.*
- ERNST W., 1974 - Mechanismen der schwermetallresistenz sonderdruck  
*Verhandlungen der Gesellschaft für "Okologie Erlangen" : 189-197.*
- FOY C.D., CHANEY R.L., WHITE M.C., 1978 - The physiology of metal toxicity in plants.  
*Ann. Rev. Plant. Physiol., 29 : 511-566.*
- FUJIMOTO G., SHERMAN G.D., 1950 - Cobalt contents of typical soils and plants of the Hawaiian Islands.  
*Agrono. Journ. 42 : 577-581.*
- GIOVANELLI J., 1952 - Le régime pluviométrique de la Nouvelle-Calédonie  
 Service Météorologique de Nouvelle-Calédonie.  
*Publ. n° 3, Nouméa.*
- GIOVANELLI J., 1953 - Le climat de la Nouvelle-Calédonie  
 Service de la Météorologie. I.R. 1953, Nouméa, 57 p.
- GORDON A., LIPMAN C.B., 1926 - Why are serpentine and other magnesian soils infertile ?  
*Soil sci. 22 : 291-302.*

- GOUNOT M., 1969 - Méthodes d'étude quantitative de la végétation.  
*Masson et Cie, Paris, 314 p.*
- GROSMAN R., 1966 - Le chrome dans le sol et la plante. Mise au point bibliographique.  
*Bull. Assoc. Fr. Et. Sol 3 : 115-124*
- GUILLAUMIN A., 1948 - Flore synoptique et analytique de la Nouvelle-Calédonie. Phanérogames.  
*Publication de l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale, 369 p.*
- GUILLAUMIN A., 1964 - L'endémisme en Nouvelle Calédonie  
*C.R. Société de Biogéographie 358 : 67-75*
- GUILLOIN J.H., 1969 - Données nouvelles sur la composition et la structure du Grand Massif Péridotitique du Sud de la Nouvelle - Calédonie.  
*Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Géol., Paris 1(1) : 7-25.*
- GUILLOIN J.H., 1975 - Les massifs péridotitiques de Nouvelle-Calédonie.  
*Mémoire O.R.S.T.O.M. n° 73, 120 p.*
- GUINOCHET M., LEMEE G., 1950 - Contribution à la connaissance des races biologiques de *Molinia coerulea* (L.) Moench.  
*Revue Générale de Botanique 57 (680) : 565-593.*
- GUINOCHET M., 1973 - Phytosociologie.  
*Masson et Cie, Paris, 227 p.*
- HALLE N., 1978 - Flore de la Nouvelle Calédonie et Dépendances. Fasc. 8 Orchidées.  
*Mus. Nat. Hist. Nat., Paris.*
- HEINE H., 1976 - Flore de la Nouvelle Calédonie et Dépendances. Fasc. 7 Acanthacées, Bignoniacées, Boraginacées, Solanacées.  
*Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, 212 p.*
- HELLER R., 1969 - Biologie végétale. II. Nutrition et métabolisme.  
*Masson et Cie, 578 p.*
- HEWITT E.J., 1951 - The role of mineral elements in plant nutrition  
*Ann. Rev. Pl. Physiol. 2 : 25-52.*
- HOLM-HANSEN O., GERLOFF G.C., SKOOG F., 1954 - Cobalt as an essential element for blue green algae.  
*Physiol. Plantarum. 7 : 665-675.*
- HUNTER J.G., 1954 - Nickel toxicity in a southern Rhodesian soil.  
*S. Africa J. Sci. 51 : 133-135.*
- HUNTER J.G., VERGNANO O., 1952 - Nickel toxicities in oat plants.  
*Ann. Appl. Biol. 39 : 279-284.*
- HUNTER J.G., VERGNANO O., 1953 - Trace element toxicities in oat plants.  
*Ann. Appl. Biol. 40 : 761-777.*
- JAFFRE T., 1969 - Recherches sur la végétation des roches ultrabasiques en Nouvelle-Calédonie : expérimentations en vases de végétation ; étude des variations des teneurs en éléments minéraux des différentes espèces.  
*Rapp. Multigr., 27 p., O.R.S.T.O.M. Nouméa.*
- JAFFRE T., LATHAM M., QUANTIN P., 1970 - Les sols des massifs miniers de Nouvelle Calédonie et leur relation avec la végétation  
*Rapp. multigr., 20 p., O.R.S.T.O.M. Nouméa.*
- JAFFRE T., 1974 - La végétation et la flore d'un massif de roches ultrabasiques de Nouvelle Calédonie, le Koniambo.  
*Candollea 29 : 427-456.*
- JAFFRE T., LATHAM M., 1974 - Contribution à l'étude des relations sol-végétation sur un massif de roches ultrabasiques de la côte ouest de la Nouvelle Calédonie : le Boulinda.  
*Adansonia 14 : 311-336.*

- JAFFRE T., SCHMID M., 1974 - Accumulation du nickel par une Rubiacée de Nouvelle Calédonie : *Psychotria douarrei* (G. Beauvisage). Däniker. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. D*, 278 : 1727-1730.
- JAFFRE T., 1976 - Composition chimique et conditions de l'alimentation minérale des plantes sur roches ultrabasiques en Nouvelle-Calédonie. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biologie, Vol. XI, n° 1* : 53-63.
- JAFFRE T., BROOKS R.R., LEE J., REEVES R.D., 1976 - *Sebertia acuminata* a hyperaccumulator of nickel from New Caledonia. *Science*, 193 : 579-580
- JAFFRE T., 1977a - Accumulation du manganèse par des espèces associées aux terrains ultrabasiques de Nouvelle Calédonie *C.R. Acad. Sci. Paris, Série D* 284 : 1573-1575
- JAFFRE T., 1977b - Composition chimique élémentaire des tissus foliaires des espèces végétales colonisatrices des anciennes mines de nickel en Nouvelle Calédonie *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biologie, vol. XII, n° 4* : 323-330
- JAFFRE T., LATHAM M., SCHMID M., 1977 - Aspects de l'influence de l'extraction du minerai de nickel sur la végétation et les sols en Nouvelle Calédonie. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol., vol. XII, n° 4* : 307-321.
- JAFFRE T., 1979 - Accumulation du manganèse par les Protéacées de Nouvelle Calédonie *C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. D.*, 289 : 425-428
- JAFFRE T., BROOKS R.R., TROW J.M., 1979 - Hyperaccumulation of nickel by *Geissois* species. *Plant and Soil*, 51 : 157-162.
- JAFFRE T., KERSTEN W., BROOKS R.R., REEVES R.D., 1979 - Nickel uptake by Flacourtiaceae of New Caledonia *Proc. R. Soc., Lond., B* 205 : 385-394
- JEREMIE J., 1974 - A propos du genre *Tarenna* (Rubiaceae-Gardeniae) en Nouvelle Calédonie *Adansonia*, 14(3) : 473-480
- JOHNSON L.A.S., BRIGGS B.G., 1975 - On the Proteaceae - the evolution and classification of a southern family *Bot. J. Linn. Soc.* 70(2) : 83-182
- KERSTEN W.J., BROOKS R.R., REEVES R.D., JAFFRE T., 1979 - Nickel uptake by New Caledonian species of *Phyllanthus*. *Taxon*, 28(5)(6) : 529-534.
- KERSTEN W.J., BROOKS R.R., REEVES R.D., JAFFRE T., 1980 - The nature of nickel complexes in *Psychotria douarrei* (G. Beauvisage) Däniker and other nickel accumulating plants, *Phytochemistry*, (sous presse).
- KOSTERMANS A., 1974 - Flore de la Nouvelle Calédonie et Dépendances Fasc. 5, Lauracées. *Mus. Nat. Hist. Nat., Paris*, 123 p.
- KRAUSE W., 1958 - Andere Bodenspezialisten Handbuch Der Pflanzenphysiologie 4 : 755-806 *Springer Verlag Berlin*.
- KRUCKEBERG A.R., 1951 - Intraspecific variability in the response of certain native plant species to serpentine soil. *Amer. J. Bot.*, 38 : 408-419
- KRUCKEBERG A.R., 1954 - The ecology of serpentine soils. III. Plant species in relation to serpentine soils. *Ecology* 35 : 267-274
- KRUCKEBERG A.R., 1967 - Ecotypic response to ultramafic soils by some plant species of Northwestern United States. *Brittonia* 19 : 133-151

- KRUCKEBERG A.R., 1969a - Plant life on serpentine and other ferromagnesian rocks in Northwestern North America.  
*Synesis 2* : 15-114.
- KRUCKEBERG A.R., 1969b - Soil diversity and the distribution of plants with examples from Western North America.  
*Madrono Vol. 20(3)* : 129-153.
- KUBOTA J., LAZAR V.A., BEESON K.C., 1960 - The study of cobalt status of soils in Arkansas and Louisiana using the black gum as the indicator.  
*Plant soil sci. Amer. Proc.*, 24 : 527-528.
- LABANAUSKAS C.K., 1966 - Manganese in "Diagnostic criteria for plants and soils".  
D.D. Chapman ed., *Riverside University of California. Division of Agricultural Science*, 136-141.
- LA BILLARDIERE J.J.H., 1824-1825 - Sertum Austro-Caledoniae.  
*Paris : Huzard*, 83 p.
- LACOSTE A., ROUX M., 1971 - L'analyse multidimensionnelle en physiologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes maritimes. I. L'analyse des données floristiques.  
*Oecol. Plant. 6* : 353-369.
- LACOSTE A., ROUX M., 1972 - L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes maritimes. II. L'analyse des données écologiques et l'analyse globale.  
*Oecol. Plant. 7* : 125-146.
- LATHAM M., 1975a - Géomorphologie d'un massif de roches ultrabasiques de la côte Ouest de la Nouvelle Calédonie : le Boulinda.  
*Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Géol., vol. VII, n° 1* : 17-37
- LATHAM M., 1975b - Les sols d'un massif de roches ultrabasiques de la côte Ouest de Nouvelle Calédonie : le Boulinda - Généralités répartition des sols dans le massif. Les sols à accumulation humifère.  
*Cah. O.R.S.T.O.M., Série Pédol., vol. XIII, n° 1* : 27-35.
- LATHAM M., 1975c - Les sols d'un massif de roches ultrabasiques de Nouvelle Calédonie : le Boulinda. Les sols à accumulation ferrugineuse relative.  
*Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pédol., vol. XIII, n° 2* : 159-172.
- LATHAM M., 1977 - On geomorphology of northern and western New Caledonian ultramafic massifs  
*Int. Symp. On Geodynamics in S.W. Pacific, Ed. Technip, Paris* : 235-244
- LATHAM M., JAFFRE T., 1976 - Note préliminaire sur la pluviométrie affectant un massif de la côte Ouest de la Nouvelle Calédonie : Le Boulinda.  
*Rapp. multigr., 5 p. O.R.S.T.O.M. Nouméa.*
- LATHAM M., QUANTIN P., AUBERT G., 1978 - Etude des sols de la Nouvelle Calédonie.  
*Notice explicative n° 78, O.R.S.T.O.M. Paris.*
- LEE J., BROOKS R.R., REEVES R.D., BOSWELL C.R., 1973 - Soil factors controlling a New Zealand serpentine flora.  
*Plant. and Soil 42(1)* : 153-160.
- LEE J., BROOKS R.R., REEVES R.D., BOSWELL C.R., JAFFRE T., 1977 - Plant soil relationship in a New Caledonian serpentine flora.  
*Plant. and Soil 46* : 675-680

- LEE J., BROOKS R.R., REEVES R.D., JAFFRE T., 1977 - Chromium accumulating Bryophyte from New Caledonia.  
*The Bryologist*, vol. 80 : 203-205.
- LEE J., REEVES R.D., BROOKS R.R., JAFFRE T., 1977 - Isolation and identification of a citrato complex of Ni from nickel accumulating plants.  
*Phytochemistry* 16 : 1503-1505
- LEE J. REEVES R.D., BROOKS R.R., JAFFRE T., 1978 - The relation between nickel and citric acid in some nickel accumulating plants.  
*Phytochemistry* 17 : 1033-1035.
- LEMEE G., 1959 - Effets des caractères du sol sur la localisation de la végétation en zones équatoriale et tropicale humide, : 25-39, in "Sols et végétation des régions tropicales" (travaux du colloque d'Abidjan). UNESCO, Paris.
- LYON G.L., BROOKS R.R., PETERSON P.J., BUTLER G.W., 1968 - Trace elements in a New Zealand serpentine flora.  
*Plant. and Soil* 29(2) : 225-240.
- LYON G.L., BROOKS R.R., PETERSON P.J., BUTLER G.W., 1970 - Some trace elements in plants from serpentine soils.  
*N.Z. J. Sci.*, 13 : 133-139.
- LYON G.L., PETERSON P.J., BROOKS R.R., BUTLER G.W., 1971 - Calcium magnesium and trace elements in a New Zealand serpentine flora.  
*J. Ecol.* 59 : 421-429.
- MAC KEE H., 1966 - Les étapes de la connaissance botanique de la Nouvelle Calédonie. Phytochimie et plantes médicinales des terres du Pacifique.  
*Editions du C.N.R.S., Paris*, 30 p.
- MALASSE F., GREGOIRE J., 1979 - Contribution à la phytogéochimie de la mine de l'Etoile (Shaba, Zaïre).  
*Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, 111 : 252-260.
- MENEZES DE SEQUEIRA R., 1968 - Toxicity and movement of heavy metals in serpentine soils (North-Eastern Portugal).  
*Agronomia Lusit.*, 30 : 115-154.
- MINGUZZI C., VERGNANO O., 1948 - Il contenuto di nickel nelle ceneri di *Alyssum bertolonii* Desv. Memoria.  
*Soc. Tosc. Sci. Nat. Ser. A* 55 : 49-74.
- MISHRA D., KAR M., 1974 - Nickel in plant growth and metabolism.  
*The bot. Review* 40(4) : 395-452
- MITCHELL R.L., 1945 - Cobalt and nickel in soils and plants.  
*Soil Sci.* 60 : 63-70.
- MONIOD F., 1966 - Nouvelle-Calédonie carte des précipitations annuelles  
*Notice explicative O.R.S.T.O.M. Centre de Nouméa*, 11 p.
- MONIOD F., MLATAC N., 1968 - Régimes Hydrologiques de la Nouvelle - Calédonie. Tome 1 (1ère et 2ème parties). Tome 2 (2ème et 3ème parties).  
*Rapp. multigr., Centre O.R.S.T.O.M. Nouméa, Services Hydrologiques*, 295 p.
- MONTROUZIER X., 1860 - Flore de l'Ile Art, près de la Nouvelle Calédonie.  
*Mém. Acad. Sci., Belles lettres et Arts de Lyon* 10, : 173-254.
- MORAT P., 1978 - Note sur les graminées de la Nouvelle Calédonie.  
*Adansonia Sér.* 2, 18(2) : 257-266.

- MORAT P., JAFFRE T., VEILLON J.M., MAC KEE H., 1980 - Carte de la végétation de la Nouvelle Calédonie au 1/10ème.  
*Notice explicative. Atlas de Nouvelle Calédonie*
- NGO CHAN BANG, OLIVIER R., FALAIS M., 1971 - Mise en évidence et étude d'un cas de toxicité manganique sur sols ferrallitiques d'Ankerakab Diego Suarez (Madagascar).  
*L'agronomie tropicale, Sér. Agr. Gen., 2 : 368-374.*
- PAPADAKIS J., 1966 - Climates of the world and their agricultural potentialities.  
*Buenos aires, 174 p.*
- PARIBOK T.A., ALEXEYEV-POPOVA N.V., 1966 - Content of some chemical elements in the wild plants of the Polar Ural, as related to the problems of serpentine vegetation.  
*Bot. Zh. 51 : 339-353.*
- PARIS J.P., ANDREIEFF P., COUDRAY J., 1979 - Sur l'âge Eocène supérieur de la mise en place de la nappe ophiolitique de Nouvelle Calédonie  
*C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. B, 288 : 1659-1661.*
- PEGUY F.P., 1970 - Précis de climatologie  
*Masson, Paris, 468 p.*
- PINTO DA SILVA A.R., 1970 - A flora e a vegetação das áreas ultrabásicas do nordeste Transmontano.  
*Agr. Lusit., 30 : 175-364.*
- PRATT P.F., 1966 - Chromium in "Diagnostic criteria for plants and soils"  
*H.D. CHAPMAN, Ed. Riverside University of California Div. Agr. Sciences : 136-141*
- PROCTOR J., 1971a - The plant ecology of serpentine. II. Plant response to serpentine soils.  
*J. Ecol. 59 : 397-410*
- PROCTOR J., 1971b - Plant ecology of serpentine. III. The influence of a high magnesium/calcium ratio and high nickel and chromium levels in some British and Swedish soils.  
*J. Ecol. 59(3) : 837-842.*
- PROCTOR J., WOODSELL S.R.J., 1971 - The plant ecology of serpentine. I. Serpentine vegetation of England  
*J. Ecol., 59 : 375-395.*
- PROCTOR J., WOODSELL S.R.J., 1975 - The ecology of serpentine soils.  
*Adv. Ecol. Res., 9 : 255-366*
- QUANTIN P., 1969 - Note sur quelques sols en Nouvelle Calédonie  
*Rapp. multigr. 12 p. O.R.S.T.O.M. Nouméa.*
- RAYNAL J., 1974 - Notes cypérológicas 22. Les *Costularia* de Nouvelle Calédonie  
*Adansonía, Sér. 2, 14(3) : 337-377*
- ROBINSON W.O., EDGINTON G., BYERS H.G., 1935 - Chemical studies of infertile soils derived from rocks high in magnesium and generally high in chromium and nickel  
*Tech. Bull. US Dep. Agric. 471*
- ROUX G., ROUX M., 1967 - A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie.  
*Rev. Statis. Appliquée, 15(2) : 59-72.*
- RUNE O., 1953 - Plant life on serpentine and related rocks in the north of Sweden  
*Acta phytogeogr., suec. 31 : 1-139.*
- SARLIN P., 1954 - Bois et forêts de la Nouvelle-Calédonie  
*Centre Tech. Forest. Trop., 330 p.*

- SAROSIEK J., 1964 - Ecological analysis of some plants growing on serpentine soils in Lower Silesia  
*Monographiae Bot.* 18 : 1-105
- SCHLECHTER, 1907-1908 - Beiträge zur Kenntnis der Flora von Neu Kaledonien  
*Englers Bot., Jahrb.* 39, : 1-274, 40 : 20-45
- SCHMID M., 1972 - Végétation et Flore. In Carte géologique de la Nouvelle Calédonie,  
*Notice explicative sur les feuilles de Prony*  
*B.R.G.M.* : 10-16
- SCHMID M., 1978 - The melanesian forest ecosystems (New Caledonia, New Hebrides, Fidji Islands and Salomon Islands)  
In *Tropical forest ecosystems*, UNESCO, Paris.  
*National Resources Research*, XIV : 654-683.
- SCHMID M., 1980 - Flore et végétation de la Nouvelle-Calédonie  
*Hachette Pacifique ed. (sous presse)*.
- SCHNELL R., 1977 - Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux  
La flore et la végétation de l'Afrique tropicale. 2ème partie,  
vol. 4,  
*Ed. Gauthier-Villars, Paris*, 378 p.
- SEVERNE B.C., BROOKS R.R., 1972 - A nickel accumulating plant from Western Australia  
*Planta* 103 : 91-94.
- SEVERNE B.C., 1974 - Nickel accumulation by *Hybanthus floribundus*  
*Nature*, vol. 248 : 807-808.
- SHEWRY P.R., PETERSON P.J., 1975 - Calcium and magnesium in plants and soils from serpentine area on Unst Shetland.  
*J. Appl. Ecol.*, 12 : 381-391.
- SLEUMER H., 1974 - A concise revision of the Flacourtiaceae of New Caledonia and the loyalty Islands.  
*Blumea* 22 : 123-147
- SOANE B.D., SAUNDER D.H., 1959 - Nickel and chromium toxicity of serpentine soils in Southern Rhodesia  
*Soil Sci.*, 88 : 322-330
- SPECHT R.L., 1969 - A comparison of the sclerophyllous vegetation characteristic of mediterranean type climates in France, California and Southern Australia. I. Structure, morphology and succession.  
*Aust. J. Bot.* 17 : 277-292
- SPENCE D.H.N., 1959 - Studies on the vegetation of Schetland. II. Reasons for the restriction of the exclusive pioneers to serpentine debris.  
*J. Ecol.*, 47 : 641-649.
- SPENCE D.H.N., 1970 - Scottish serpentine vegetation  
*Oikos* 21 : 22-31.
- SPENCE D.H.N., MILLAR E.A., 1963 - An experimental study of the infertility of a Schetland serpentine soil.  
*J. Ecol.* 51(2) : 333-343.
- SPORNE K.R., 1969 - The ovule as an indicator of evolutionary status in angiosperms.  
*New Phytol.*, 68 : 555-566
- TAKHTAJAN A., 1969 - Flowering plants. Origin and dispersal (trad. Jeffrey ed.)  
*Olivier et Boyd, Edimburgh, 1971*), 310 p.

- TRESCASES J.J., 1969 - Premières observations sur l'altération des péridotites de Nouvelle Calédonie. *Pédologie, Géochimie, Géomorphologie. Cah. ORSTOM, Sér. GÉOLOGIE 1(1) : 27-57*
- TRESCASES J.J., 1975 - L'évolution géochimique supergène des roches ultrabasiques en zone tropicale *Mémoire O.R.S.T.O.M. n° 78, 259 p.*
- U.N.E.S.C.O., 1973 - Classification internationale et cartographie de la végétation. *Paris, 91 p.*
- VANSELOW A.P., 1966a - Cobalt. In "Diagnostic criteria for plants and soils". *H.P. CHAPMAN Ed. Riverside University of California, Div. Agr. Sciences : 142-155*
- VANSELOW A.P., 1966b - Nickel. In "Diagnostic criteria for plants and soils". *H.P. CHAPMAN Ed. Riverside University of California, Div. Agr. Science : 302-309*
- VERGNANO O., HUNTER J.G., 1953 - Nickel and Cobalt toxicities in oat plants. *Ann. Botany (London), N.S., 17 : 317-328*
- VERLIERE G., 1974 - Etude de la croissance et de la nutrition du chêne gomme (*Arillastrum gummiiferum*) sur quelques sols calédoniens *Rapp. Multigr., 18 p., O.R.S.T.O.M. Nouméa.*
- VERLIERE G., HELLER R., 1980 - Etude de l'absorption du nickel par des racines isolées de *Leucaena glauca* et de son effet sur leur croissance (Sous presse).
- VIROT R., 1956 - La végétation canaque. *Mém. Mus. Hist. Nat. Paris, Sér. Bot. 8, 388 p.*
- VIROT R., 1968 - Flore de la Nouvelle Calédonie et Dépendances. Fasc. 2 Protéacées. *Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, 253 p.*
- VIROT R., 1975 - Flore de la Nouvelle Calédonie et Dépendances. Fasc. 6 Epacridacées. *Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, 160 p.*
- VLAMIS J., EMERTON W., 1967 - Manganèse and Silicon interaction in the gramineae. *Plant and Soil 27(1) : 131-139*
- WALKER R.B., 1954 - The ecology of serpentine soils. III. Factors affecting plant growth in serpentine soils. *Ecology, 35 : 359-366*
- WALKER R.B., WALKER H.M., ASHWORTH P.R., 1955 - Calcium-magnesium nutrition with special reference to serpentine soils. *Plant physiol., 30 : 214-221*
- WITHER E.D., BROOKS R.R., 1977 - Hyperaccumulation of nickel by some plants of S.E. Asia. *J. Geoch. Explor. 8 : 579-583.*
- WHITTAKER R.H., 1954 - The ecology of serpentine soils. IV. The vegetation response to serpentine soils. *Ecology 35(2) : 275-288*
- WHITTAKER R.H., 1960 - Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California *Ecol. Monogr. 30 : 279-338*
- WILD H., 1965 - The flora of the Great Dyke of S. Rhodesia with special reference to serpentine soils *Kirkia 5(1) : 48-96*

- WILD H., 1970 - Geobotanical anomalies in Rhodesia. III. The vegetation of nickel bearing soils  
*Kirkia* 7 : 1-62
- WILD H., 1974a - Variation in the serpentine Floras of Rhodesia  
*Kirkia* 9 : 209-232
- WILD H., 1974b - Indigenous plants and chromium in Rhodesia  
*Kirkia* 9 : 233-241
- WILD H., 1978 - The vegetation of heavy metal and other toxic soils.  
*In Biogeography and Ecology of Southern Africa*  
Edited by M.J.A. WERGER, The Hague : 1.301-1.332
- YAMANAKA T., 1959 - Serpentine flora of Mt. Higashi Akaiski, Shikoku  
Japan  
*Acta phytotax geobot.*, Kyoto 18 : 80-97.

## ANNEXES

## LISTE DES ESPECES

<i>Acacia farnesiana</i>	(L.) Willd.	Légumineuses
<i>Acacia spirorbis</i>	Labill.	Légumineuses
<i>Acmopyle pancheri</i>	(Brong. et Gris) Pilger	Podocarpacees
<i>Acridocarpus austro-caledonicus</i>	Baill.	Malpighiacées
<i>Acronychia laevis</i>	Forst.	Rutacées
<i>Actinokentia divaricata</i>	Dammer	Palmiers
* <i>Aeolanthus biformifolius</i>	De Wild.	Labiées
<i>Agatea deplanchei</i>	Brong. et Gris	Violacées
<i>Agathis lanceolata</i>	Lindley ex Warburg	Araucariacées
<i>Agathis ovata</i>	(Moore) Warburg	Araucariacées
<i>Albigaardia ovata</i>	Burn.	Cypéracées
<i>Albizia granulosa</i>	Benth.	Légumineuses
<i>Alectryon carinatum</i>	Radlk.	Sapindacées
<i>Alphitonia neo-caledonica</i>	Guill.	Rhamnacées
<i>Alphitonia xerocarpa</i>	Baill.	Rhamnacées
<i>Alstonia coriacea</i>	Panck. ex S. Moore	Apocynacées
<i>Alstonia deplanchei</i>	Heurck. et Muell.	Apocynacées
<i>Alstonia lenormandii</i>	Heurck. et Muell.	Apocynacées
<i>Alstonia undulata</i>	Guill.	Apocynacées
* <i>Alyssum bertolonii</i>	Desv.	Crucifères
<i>Alyxia baillonii</i>	Guill.	Apocynacées
<i>Alyxia breviflora</i>	Heurck. et Muell.	Apocynacées
<i>Alyxia caletiioides</i>	(Baill.) Guill.	Apocynacées
<i>Alyxia clusiophylla</i>	(R. Br.) Guill.	Apocynacées
<i>Alyxia diellipticocarpa</i>	Heckel ex L. Plandron	Apocynacées
<i>Alyxia glaucophylla</i>	Heurck. et Muell.	Apocynacées
<i>Alyxia leucogyne</i>	Heurck. et Muell.	Apocynacées
<i>Alyxia microbuxus</i>	(R. Br.) Guill.	Apocynacées
<i>Alyxia microcarpa</i>	Panch.	Apocynacées
<i>Alyxia nummularia</i>	S. Moore	Apocynacées
<i>Alyxia rubricaulis</i>	(R. Br.) Guill.	Apocynacées
<i>Alyxia sarasini</i>	Guill.	Apocynacées
<i>Amyema scandens</i>	(V. Tiegh.) Danser.	Loranthacées
<i>Amylothea pyramidata</i>	(V. Tiegh.) Danser.	Loranthacées
<i>Antidesma messianiana</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Apiopetalum velutinum</i>	Baill.	Araliacées
<i>Araucaria bernieri</i>	Buchholz	Araucariacées
<i>Araucaria biramulata</i>	Buchholz	Araucariacées
<i>Araucaria columnaris</i>	(Forst.) Hook.	Araucariacées
<i>Araucaria humboldtensis</i>	Buchholz	Araucariacées
<i>Araucaria laubenfelsii</i>	Corbasson	Araucariacées
<i>Araucaria montana</i>	Brong. et Gris	Araucariacées
<i>Araucaria muelleri</i>	(Carrière) Brong. et Gris	Araucariacées
<i>Araucaria rulei</i>	Muell.	Araucariacées
<i>Araucaria schmidii</i>	De Laub.	Araucariacées
<i>Araucaria subulata</i>	Vieill.	Araucariacées
<i>Argophyllum ellipticum</i>	Labill.	Escalloniacées
<i>Argophyllum grunowi</i>	Zahlbr.	Escalloniacées
<i>Argophyllum laxum</i>	Schltr.	Escalloniacées
<i>Argophyllum montanum</i>	Schltr.	Escalloniacées
<i>Arillastrum gummiferum</i>	Panch. ex Baill.	Myrtacées
<i>Aristida pilosa</i>	Labill.	Graminées
<i>Artia coriacea</i>	Guill.	Apocynacées
<i>Artia coriacea var. orbicularis</i>	(Guill.) Boit.	Apocynacées

\*Espèces n'appartenant pas à la flore néo-calédonienne.

<i>Asplenium novae caledoniae</i>	Hook.	Aspléniacées
<i>Atractocarpus deplanchei</i> n.d. = <i>Gardenia deplanchei</i>	Vieill.	Rubiacées
<i>Austrobuxus buxoides</i>	(Baill.) Airy Shaw	Euphorbiacées
<i>Austrobuxus carunculatus</i>	(Baill.) Airy Shaw	Euphorbiacées
<i>Austrobuxus rubiginosus</i>	(Guill.) Airy Shaw	Euphorbiacées
<i>Baeckea ericoides</i>	Brong et Gris	Myrtacées
<i>Baeckea parvula</i>	D.C.	Myrtacées
<i>Balanops pancheri</i>	Baill.	Balanopacées
<i>Baloghia anisoneura</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Baloghia drimiiflora</i>	(Baill.) Schltr.	Euphorbiacées
<i>Baloghia lucida</i>	Endl.	Euphorbiacées
<i>Baloghia mackeeana</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Baloghia oligostemon</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Baloghia pulchella</i>	Schltr.	Euphorbiacées
<i>Basselinia pancheri</i>	(Brong et Gris) Vieill.	Palmiers
<i>Baumea deplanchei</i>	Böck.	Cypéracées
<i>Beauprea congesta</i>	Viot	Protéacées
<i>Beauprea gracilis</i>	Brong. et Gris	Protéacées
<i>Beauprea montana</i>	(Brong et Gris) Viot	Protéacées
<i>Beauprea montisfontium</i>	Guill.	Protéacées
<i>Beauprea neglecta</i>	Viot	Protéacées
<i>Beauprea pancheri</i>	Brong. et Gris	Protéacées
<i>Beauprea spathulaefolia</i>	Brong. et Gris	Protéacées
<i>Beaupreopsis paniculata</i>	(Brong et Gris) Viot	Protéacées
<i>Beccariella baueri</i>	(Montr.) Aubr.	Sapotacées
<i>Beccariella sebertyi</i>	(Panch.) Pierre	Sapotacées
<i>Bikkia campanulata</i>	(Brong.) Schltr.	Rubiacées
<i>Bikkia macrophylla</i>	K. Schum.	Rubiacées
<i>Bocquillonina brachypoda</i>	Baill.	Euphorbiacées
<i>Bocquillonina castaneifolia</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Bocquillonina sessiliflora</i>	Baill.	Euphorbiacées
<i>Boronella pancheri</i>	Baill.	Rubiacées
<i>Boronella verticillata</i>	Baill.	Rubiacées
<i>Boronia koniamboensis</i>	Dän.	Rutacées
<i>Brongniartikentia vaginata</i>	(Brong.) Becc.	Palmiers
<i>Callistemon gnidioides</i>	(Brong. et Gris) Guill.	Myrtacées
<i>Callistemon pancheri</i>	Brong. et Gris	Myrtacées
<i>Callistemon suberosum</i>	Brong. et Gris	Myrtacées
<i>Callitris neo caledonica</i>	Dümmer	Cupressacées
<i>Callitris sulcata</i>	(Parlatore) Schltr.	Cupressacées
<i>Calophyllum caledonicum</i>	Vieill.	Guttifères
<i>Calycorectes rubiginosa</i>	(Brong. et Gris) Guill.	Myrtacées
<i>Campecarpus fulcitus</i>	(Brong.) H. Wendl.	Palmiers
<i>Caryophyllus kriegeri</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Casearia deplanchei</i>	Sleumer	Flacourtiacées
<i>Casearia silvana</i>	Schltr.	Flacourtiacées
<i>Casuarina chamaecyparis</i>	Poiss.	Casuarinacées
<i>Casuarina collina</i>	POISS.	Casuarinacées
<i>Casuarina deplancheana</i>	Miq.	Casuarinacées
<i>Casuarina glaucescens</i>	Schltr.	Casuarinacées
<i>Casuarina leucodon</i>	Poiss.	Casuarinacées
<i>Celtis conferta</i>	Planch.	Ulmacées
<i>Cestis hypoleuca</i>	Planch.	Ulmacées
<i>Cerberiopsis candelabrum</i>	Vieill. ex Panch. et Sebert.	Apocynacées
<i>Cerberiopsis comptonii</i>	(Moore) Guill.	Apocynacées
<i>Chorizandra cymbaria</i>	R. Br.	Cypéracées
<i>Citronella sarmentosa</i>	(Baill.) Howard	Icacinacées

<i>Cleidion lasiophyllum</i>	Pax et Hoffm.	Euphorbiacées
<i>Cleistanthus stipitatus</i>	Müell. Arg.	Euphorbiacées
<i>Clinosperma bracteale</i>	(Brong.) Becc.	Palmiers
<i>Codia albifrons</i>	Vieill. ex. Guill.	Cunoniacées
<i>Codia discolor</i>	(Brong. et Gris) Guill.	Cunoniacées
<i>Codia ferruginea</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Codia montana</i>	Forst.	Cunoniacées
<i>Codia nitida</i>	Schltr.	Cunoniacées
<i>Coelospermum billardieri</i>	Dän.	Rubiacées
<i>Comptonella drupacea</i>	Guill.	Rutacées
<i>Cordylone neo caledonica</i>	Linden	Liliacées
<i>Costularia arundinacea</i>	(Sol. ex Vahl.) Kük.	Cypéracées
<i>Costularia breviseta</i>	J. Raynal	Cypéracées
<i>Costularia comosa</i>	(C.B. Clarke) Kük.	Cypéracées
<i>Costularia fragilis</i>	(Dän.) Kük.	Cypéracées
<i>Costularia nervosa</i>	J. Raynal	Cypéracées
<i>Costularia pubescens</i>	J. Raynal	Cypéracées
<i>Costularia setacea</i>	J. Raynal	Cypéracées
<i>Costularia stagnalis</i>	(Dän.) Kük.	Cypéracées
<i>Costularia xyridioides</i>	(Dän.) Kük.	Cypéracées
* <i>Crotalaria cobalticola</i>	Duvign. et Plancke	Légumineuses
<i>Croton insularis</i>	Baill.	Euphorbiacées
<i>Cryptocarya phyllostemon</i>	Kosterman	Lauracées
<i>Cryptostegia grandiflora</i>	R. Br.	Apocynacées
<i>Cunonia atrorubens</i>	Schltr.	Cunoniacées
<i>Cunonia bullata</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Cunonia deplanchei</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Cunonia lenormandi</i>	Vieill.	Cunoniacées
<i>Cunonia macrophylla</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Cunonia multijuga</i>		Cunoniacées
<i>Cunonia pseudo verticillata</i>	Guill.	Cunoniacées
<i>Cunonia pulchella</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Cunonia purpurea</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Cunonia rotundifolia</i>	Dän.	Cunoniacées
<i>Cunonia schinziana</i>	Dän.	Cunoniacées
<i>Cupaniopsis inoplea</i>	Radlk.	Sapindacées
<i>Cymbopogon refractus</i>	(R. Br.) A. Camus	Graminées
<i>Dacrydium araucarioides</i>	Brong. et Gris	Podocarpacees
<i>Dacrydium guillauminii</i>	Buchholz	Podocarpacees
<i>Dendrobium cymatoleguum</i>	Schltr.	Orchidacées
<i>Dendrobium fractiflexum</i>	Finet	Orchidacées
<i>Dendrobium gracilicaule</i>	F. Muell.	Orchidacées
<i>Dendrobium odontochilum</i>	Reichenb. F.	Orchidacées
<i>Dendrobium polycladium</i>	Reichenb. F.	Orchidacées
<i>Dendrobium steatoglossum</i>	Reichenb. F.	Orchidacées
<i>Dendrobium vandifolium</i>	A. Finet	Orchidacées
<i>Dendrobium verruciferum</i>	Reichenb. F.	Orchidacées
<i>Deplanchea sessilifolia</i>	Vieill. ex Van Steenis	Bignoniacées
<i>Deplanchea speciosa</i>	Vieill.	Bignoniacées
<i>Dianella intermedia</i>	Endl.	Liliacées
<i>Dicranopteris linearis</i>	(Burm.) Underwood	Gleicheniacées
* <i>Dicoma niccolifera</i>		Composées
<i>Dodonaea viscosa</i>	Jacq.	Sapindacées
<i>Dracophyllum alticola</i>	Dän.	Epacridacées
<i>Dracophyllum cosmelicoides</i>	Panch. ex Oliver	Epacridacées

\* Espèces n'appartenant pas à la flore néo-calédonienne.

<i>Dracophyllum involucreatum</i>	Brong. et Gris	Epacridacées
<i>Dracophyllum ramosum</i>	Panch. ex Brong. et Gris	Epacridacées
<i>Dracophyllum verticillatum</i>	Labill.	Epacridacées
<i>Drosera neo caledonica</i>	Hamet	Droséracées
<i>Duboisia mycoporoides</i>	R. Br.	Légumineuses
<i>Dubouzetia campanulata</i>	Pancher.	Elaeocarpacées
<i>Dubouzetia caudiculata</i>	Sprague	Elaeocarpacées
<i>Dubouzetia confusa</i>	Guill. et Virot	Elaeocarpacées
<i>Dubouzetia elegans</i>	Brong. et Gris	Elaeocarpacées
<i>Dubouzetia guillauminii</i>	Virot	Elaeocarpacées
<i>Dutaillyea sessilifoliola</i>	Guill.	Rutacées
<i>Dysoxylum nitidum</i>	C. Dc.	Méliacées
<i>Earina deplanchei</i>	Reichenb. F.	Orchidacées
<i>Elaeocarpus alaternoides</i>	Brong. et Gris	Elaeocarpacées
<i>Elaeocarpus vaccinioides</i>	Muell.	Elaeocarpacées
<i>Eragrostis elongata</i>	(Willd.) Jacq.	Graminées
<i>Eriaxis rigida</i>	Reichenb. F.	Orchicacées
<i>Eristemon pallidum</i>	Schltr.	Rutacées
<i>Erythroxyllum novo-caledonicum</i>	D.E. Schulz	Erythroxyllacées
<i>Eugenia elusoides</i>	Brong. et Gris	Myrtacées
<i>Eugenia gacognei</i>	Montr.	Myrtacées
<i>Eugenia kaalensis</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Eugenia stricta</i>	Panch.	Myrtacées
<i>Exocarpos baumannii</i>	H.U. Stauffer	Santalacées
<i>Exocarpos neo-caledonicus</i>	Schltr. et Pilger	Santalacées
<i>Exocarpos phyllanthoides</i>	Endl.	Santalacées
<i>Exocarpos pseudo-casuarina</i>	Guill.	Santalacées
<i>Fagara pinnata</i>	Engler	Rutacées
<i>Ficus asperula</i>	Bur.	Moracées
<i>Fimbristylis neo-caledonica</i>	C.B. Clarke	Cypéracées
<i>Flagellaria neo-caledonica</i>	Schltr.	Flagellariacées
<i>Gahnia aspera</i>	Spreng.	Cypéracées
<i>Gahnia novocaledonensis</i>	Benl.	Cypéracées
<i>Gahnia sieberana</i>	Kunth.	Cypéracées
<i>Garcinia amplexicaulis</i>	Vieill.	Guttifères
<i>Garcinia neglecta</i>	Vieill.	Guttifères
<i>Gardenia aubryi</i>	Vieill.	Rubiacées
<i>Gardenia urvillei</i>	Montr.	Rubiacées
<i>Garnieria spathulaefolia</i>	(Brong. et Gris) Brong & Gris	Protéacées
<i>Geigera balansae</i>	(Baill.) Schinz. & Guill.	Rutacées
<i>Geissois hirsuta</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Geissois intermedia</i>	Vieill. ex Pampan	Cunoniacées
<i>Geissois magnifica</i>	Baker F.	Cunoniacées
<i>Geissois montana</i>	Vieill. ex. Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Geissois pruinosa</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Geissois racemosa</i>	Labill.	Cunoniacées
<i>Geissois trifoliolata</i>	Guill.	Cunoniacées
<i>Geniostoma calastrinea</i>	Baill.	Loganiacées
<i>Geniostoma densiflora</i>	Baill.	Loganiacées
<i>Geniostoma nanae caledoniae</i>	Vieill.	Loganiacées
<i>Geniostoma oleifolium</i>	S. Moore	Loganiacées
<i>Geniostoma rupestre</i>	Forst.	Loganiacées
<i>Gleichenia circinata</i>	Fourn.	Gleicheniacées
<i>Gmelina neo-caledonica</i>	S. Moore	Verbénacées
<i>Graptophyllum macrostemon</i>	Heine	Acanthacées
<i>Graptophyllum ophiolithicum</i>	Heine	Acanthacées
<i>Greslania circinata</i>	Bal.	Graminées
<i>Greslania montana</i>	Bal.	Graminées
<i>Greslania rivularis</i>	Bal.	Graminées

<i>Grevillea exul</i> Lindl. ssp. <i>exul</i>		Protéacées
<i>Grevillea exul</i> Lindl. ssp. <i>rubiginosa</i> Viro		Protéacées
<i>Grevillea gillivrayi</i> Hook. var. <i>gillivrayi</i>		Protéacées
<i>Grevillea meisneri</i>	Montr.	Protéacées
<i>Guettarda eximia</i>	Baill.	Rubiacées
<i>Guettarda trimera</i>	Guill.	Rubiacées
<i>Guioa glauca</i>	Radlk.	Sapindacées
<i>Guioa koniamboensis</i>	Guill.	Sapindacées
<i>Guioa pectinata</i>	Radlk.	Sapindacées
<i>Guioa villosa</i>	Radlk.	Sapindacées
<i>Halfordia kendack</i>	Guill.	Rutacées
* <i>Haumaniastrum robertii</i>	(Robyns) Duvig. et Plancke	Labiées
<i>Hedycaria parviflora</i>	Perk. et Schltr.	Monimiacées
<i>Helichrysum neo-caledonicum</i>	Schltr.	Composées
<i>Hemigraphis neo-caledonica</i>	Heine	Acanthacées
<i>Hibbertia altigena</i>	Schltr.	Dilléniacées
<i>Hibbertia baudouinii</i>	Brong. et Gris	Dilléniacées
<i>Hibbertia lucens</i>	Brong. et Gris	Dilléniacées
<i>Hibbertia lucida</i>	Schltr. ex Guill.	Dilléniacées
<i>Hibbertia pancheri</i>	Briq.	Dilléniacées
<i>Hibbertia pulchella</i>	Schltr.	Dilléniacées
<i>Hibbertia ngoyensis</i>	Schltr.	Dilléniacées
<i>Hibbertia trachyphylla</i>	Schltr.	Dilléniacées
<i>Hibbertia virotii</i>	Guill.	Dilléniacées
<i>Homalium austro-caledonicum</i>	Seemann	Flacourtiacées
<i>Homalium deplanchei</i>	(Vieill.) Warburg	Flacourtiacées
<i>Homalium guillainii</i>	(Vieill.) Briq.	Flacourtiacées
<i>Homalium francii</i>	Guill.	Flacourtiacées
<i>Homalium kanaliense</i>	(Vieill.) Briq.	Flacourtiacées
<i>Homalium kanaliense</i> var. <i>boulindae</i>	(Vieill.) Briq. Sleumer	Flacourtiacées Flacourtiacées
<i>Homalium mathieuanum</i>	(Vieill.) Briq.	Flacourtiacées
* <i>Homalium panayum</i>	F. Villar	Flacourtiacées
* <i>Homalium pleiandrum</i>	Blake	Flacourtiacées
<i>Homalium rubrocostatum</i>	Sleumer	Flacourtiacées
<i>Homalium serratum</i>	Guill.	Flacourtiacées
<i>Hugonia lenormandii</i>	Vieill. ex Guill.	Linacées
<i>Hugonia penicillantherum</i>	Baill.	Linacées
<i>Hybanthus austro-caledonicus</i>	Schinz et Guill.	Violacées
<i>Hybanthus caledonicus</i>	(Turz.) Cretz.	Violacées
<i>Hybanthus caledonicus</i> (Turz.) Cretz. var. <i>linearifolia</i> Urb.	(Lindl.) F. Muell.	Violacées
* <i>Hybanthus floribundus</i>	(Lindl.) F. Muell.	Violacées
<i>Ilex sebertii</i>	Panch.	Aquifoliacées
<i>Iteiluma baillonii</i>	(Zahlb.) Baill.	Sapotacées
<i>Ixora collina</i>	Beauv.	Rubiacées
<i>Ixora francii</i>	Schltr. et Krause	Rubiacées
<i>Jasminum didyllum</i>	Forst.	Oléacées
<i>Jasminum kriegeri</i>	Guill.	Oléacées
<i>Joinvillea plicata</i>	(Hook.) Newel et Stone	Flagellariacées
<i>Knightia deplanchei</i>	Vieill. ex Brong. et Gris	Protéacées
<i>Lantara camara</i>	L.	Verbénacées
<i>Lasiochlamys peltata</i>	Sleumer	Flacourtiacées
<i>Lepidosperma laterale</i>	R. Br.	Cypéracées
<i>Lepidosperma perteres</i>	C.B. Clarke	Cypéracées
<i>Leptostylis filipes</i>	Benth.	Sapotacées
<i>Lethedon le ratii</i>	(Guill.) Kosterm.	Thyméléacées
<i>Lethedon microphylla</i>	(Guill.) Kosterm.	Thyméléacées
<i>Leucaena glauca</i> = <i>L. Leucocephala</i>	(Lam.) De Wit	Légumineuses

\* Espèces n'appartenant pas à la flore néo-calédonienne

<i>Librocedrus chevalieri</i>	Buchholz	Cupressacées
<i>Liparis laxa</i>	Schltr.	Orchidacées
<i>Litsea ripidion</i>	Guill.	Lauracées
<i>Litsea triflora</i>	Guill.	Lauracées
<i>Lomandra insularis</i>	Schltr.	Xanthorrhoeacées
<i>Lycopodium ceruum</i>	L.	Lycopodiacées
<i>Lycopodium deuterodensum</i>	Hert.	Lycopodiacées
<i>Maba glauca</i>	Montr.	Ebénacées
<i>Macadamia angustifolia</i>	Viro	Protéacées
<i>Macadamia francii</i>	(Guill.) Sleumer	Protéacées
<i>Macadamia neurophylla</i>	(Guill.) Viro	Protéacées
<i>Marsdenia billardieri</i>	D.C. Nc	Asclépiadacées
<i>Marsdenia ericoides</i>	Schltr.	Asclépiadacées
<i>Maxwellia lepidota</i>	Baill.	Sterculiacées
<i>Maytenus bureaviana</i>	(Loes.) Loes.	Célastracées
<i>Maytenus drakeana</i>	(Loes.) Loes.	Célastracées
<i>Maytenus pancheriana</i>	(Loes.) Guill.	Célastracées
<i>Maytenus sebertiana</i>	(Loes.) Loes.	Célastracées
<i>Medicosma le ratii = Melicope le ratii</i>	Guill.	Rutacées
<i>Megastylis gigas</i>	(Reichenb.) Schltr.	Orchidacées
<i>Megastylis glandulosa</i>	(Schltr.) Schltr.	Orchidacées
<i>Megastylis montana</i>	(Schltr.) Schltr.	Orchidacées
<i>Melaleuca brongniartii</i>	Dän.	Myrtacées
<i>Melaleuca gnidioides</i>	Brong. et Gris	Myrtacées
<i>Melaleuca quinquenervia</i>	(Cav.) S.T. Blake	Myrtacées
<i>Melicope leptococca</i>	Guill.	Rutacées
<i>Melodinus balansae</i>	Baill.	Apocynacées
<i>Meryta coriacea</i>	Baill.	Araliacées
<i>Metrosideros delichandra</i>	Schltr.	Myrtacées
<i>Metrosideros demonstrans</i>	Tison	Myrtacées
<i>Metrosideros engleriana</i>	Schltr.	Myrtacées
<i>Metrosideros humboldtianum</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Metrosideros operculata</i>	Labill.	Myrtacées
<i>Metrosideros tetrasticha</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Mollugo nudicaulis</i>	Lam.	Ficoidées
<i>Montrouziara cauliflora</i>	Planch. et Triana	Guttifères
<i>Montrouziara gabriellae</i>	Baill.	Guttifères
<i>Montrouziara sphaeroidea</i>	Panch.ex Planch. et Triana	Guttifères
<i>Montrouziara verticillata</i>	Planch. et Triana	Guttifères
<i>Mooria aquarum</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Mooria artensis</i>	Montr.	Myrtacées
<i>Mooria buxifolia</i>	Brong. et Gris	Myrtacées
<i>Mooria canescens</i>	Brong. et Gris	Myrtacées
<i>Morinda candollei</i>	Beauvis.	Rutacées
<i>Morinda gatopensis</i>	Guill.	Rutacées
<i>Myodocarpus coronatus</i>	Dub. et Vig.	Araliacées
<i>Myodocarpus crassifolius</i>	Dub. et Vig.	Araliacées
<i>Myodocarpus elegans</i>	Dub. et Vig.	Araliacées
<i>Myodocarpus fraxinifolius</i>	Brong. et Gris	Araliacées
<i>Myodocarpus lanceolatus</i>	Dub. et Vig.	Araliacées
<i>Myrtopsis novae caledoniae</i>	Engl.	Rutacées
<i>Myrtopsis selingii</i>	Guill.	Rutacées
<i>Myrtopsis myrtoidea</i>	(Baill.) Guill.	Rutacées
<i>Myrtopsis macrocarpa</i>	Schltr.	Rutacées
<i>Myrtus alaternoides</i>	Brong. et Gris	Myrtacées
<i>Myrtus artensis</i>	(Montr.) Guill. et Beauvis	Myrtacées
<i>Myrtus emarginata</i>	Pancher	Myrtacées
<i>Myrtus ngoyensis</i>	Schltr.	Myrtacées
<i>Myrtus oemulans</i>	Schltr.	Myrtacées
<i>Myrtus rufo punctata</i>	Panch.	Myrtacées

<i>Myrtus supra axillaris</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Myrtus thymifolia</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Myrtus turbinata</i>	Schltr.	Myrtacées
<i>Nautophylla imbricata</i>	Guill.	Loganiacées
<i>Neoguillauminia cleopatra</i>	(Baill.) Croizat	Euphorbiacées
<i>Neocallitropsis pancheri</i>	(Carr.) de Laub.	Cupressacées
<i>Nepenthes vieillardii</i>	Hook	Nepenthacées
<i>Normandia neo-caledonica</i>	Hook.	Rubiacees
<i>Ochrosia balansae</i>	(Guill.) Guill.	Apocynacées
<i>Ochrosia sylvatica</i>	Dän.	Apocynacées
<i>Oncotheca balansae</i>	Baill.	Oncothécacées
<i>Olax hypoleuca</i>	Baill.	Olacacées
<i>Osmanthus austrocaledonicus</i>	(Vieill.) Knoblauch	Oléacées
<i>Osmanthus monticola</i>	(Schltr.) Knoblauch	Oléacées
<i>Oxalis neocaledonica</i>	Guill.	Oxalidacées
<i>Oxera nerifolia</i>	Beauvis.	Verbenacées
<i>Oxera pittosporifolia</i>	Guill.	Verbenacées
<i>Oxera robusta</i>	Vieill.	Verbenacées
<i>Pagiantha cerifera</i>	(Seb. et Pancher.) Markgr.	Apocynacées
<i>Pancheria alaternoides</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Pancheria brunhesii</i>	Pampan	Cunoniacées
<i>Pancheria communis</i>	E.G. Baker	Cunoniacées
<i>Pancheria confusa</i>	Guill.	Cunoniacées
<i>Pancheria elegans</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Pancheria egleriana</i>	Schltr.	Cunoniacées
<i>Pancheria ferruginea</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Pancheria gatopensis</i>	Vieill. ex Guill.	Cunoniacées
<i>Pancheria hirsuta</i>	Vieill. ex Pampan	Cunoniacées
<i>Pancheria multijuga</i>	Guill.	Cunoniacées
<i>Pancheria reticulata</i>	Guill.	Cunoniacées
<i>Pancheria rivularis</i>	Schltr.	Cunoniacées
<i>Pancheria robusta</i>	ex Guill. Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Pancheria vieillardii</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Parasitaxus ustus</i>	(Vieill.) de Laub.	Podocarpacées
<i>Parsonsia carnea</i>	Panch.	Apocynacées
* <i>Pearsonia metallifera</i>	Wild	Légumineuses
<i>Peripterygia marginata</i>	(Baill.) Loes.	Célastracées
<i>Phyllanthus aenus</i>	Baill.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus balanseanus</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus bucooides</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus cataractarum</i>	Muell.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus chrysanthus</i>	Baill.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus deciduiramus</i>	Dän.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus induratus</i>	Moore	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus kanalensis</i>	Baill.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus maytenifolius</i>	Moore	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus ngoyensis</i>	Schltr.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus montrouzieri</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus pancherianus</i>	(Muell. Arg.) Baill.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus peltatus</i>	Guill.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus persimilis</i>	Muell. Arg.	Euphorbiacées
<i>Phyllanthus serpentinus</i>	Moore	Euphorbiacées
<i>Pilocalyx eugemoides</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Pittosporum collinum</i>	Guill.	Pittosporacées
<i>Pittosporum gracile</i>	Panch. ex Brong. et Gris	Pittosporacées
<i>Pittosporum kaalense</i>	Guill.	Pittosporacées
<i>Pittosporum leniceroides</i>	Brong. et Gris	Pittosporacées
<i>Pittosporum poumense</i>	Guill.	Pittosporacées
<i>Pittosporum pronyense</i>	Guill.	Pittosporacées
<i>Planchonella dictyoneura</i>	(Baill.) Pierre	Sapotacées
<i>Planchonella kuebiniensis</i>	Aubr.	Sapotacées

\* Espèces n'appartenant pas à la flore néo-calédonienne

* <i>Planchonella oxyedra</i>	Dubard	Sapotacées
<i>Plectronia odorata</i>	Benth. et Hook.	Rubiacées
<i>Podocarpus gnidioides</i>	Carrière	Podocarpacees
<i>Podocarpus novae caledoniae</i>	Vieill.	Podocarpacees
<i>Podocarpus sylvestris</i>	Buchholz	Podocarpacees
<i>Podonaphelium homei</i>	Radlk.	Sapindacées
<i>Premna integrifolia</i>	L.	Verbénacées
<i>Psidiomyrtus locellatus</i>	Guill.	Myrtacées
<i>Psidium guajava</i>	L.	Myrtacées
<i>Psychotria balansae</i>	(Baill.) Guill.	Rubiacées
<i>Psychotria calorhamus</i>	(Baill.) Guill.	Rubiacées
<i>Psychotria collina</i>	Labill.	Rubiacées
<i>Psychotria coptosperma</i>	(Baill.) Guill.	Rubiacées
<i>Psychotria deplanchei</i>	(Beauvis.) Guill.	Rubiacées
<i>Psychotria douarrei</i>	(Beauvis.) Dän.	Rubiacées
<i>Psychotria oleoides</i>	(Baill.) Schltr.	Rubiacées
<i>Psychotria rupicola</i>	(Baill.) Schltr.	Rubiacées
<i>Psychotria semperflorens</i>	(Baill.) Panch. ex Beauvis.	Rubiacées
<i>Pteridium aquilinum</i>	(L.) Kühn.	Ptéridacées
<i>Pteridium esculentum</i>	(Forst.) Cockayne	Ptéridacées
<i>Quintinia major</i>	(Baill.) Schltr.	Escalloniacées
<i>Quintinia minor</i>	Schltr.	Escalloniacées
<i>Quintinia oreophylla</i>	Schltr.	Escalloniacées
<i>Rapanea asymetrica</i>	Mez.	Myrsinacées
<i>Rapanea diminuta</i>	Mez.	Myrsinacées
<i>Rapanea lecardii</i>	Mez.	Myrsinacées
<i>Rauwolfia semperflorens</i>	Schltr.	Apocynacées
<i>Rhamnoluma calomeris</i>	(Baill.) Aubr.	Sapotacées
<i>Rhamnoluma deplanchei</i>	(Baill.) Aubr.	Sapotacées
<i>Rhodammia andromedioides</i>	Guill.	Myrtacées
* <i>Rinorea bengalensis</i>	(Wall.) O.K.	Violacées
<i>Santalum austrocaledonicum</i>	Vieill.	Santalacées
<i>Scaevola balansae</i>	Guill.	Goodéniacées
<i>Scaevola beckii</i>	Zahlr.	Goodéniacées
<i>Scaevola cylindrica</i>	Schltr. et Krause	Goodéniacées
<i>Scaevola erosa</i>	Guill.	Goodéniacées
<i>Scaevola montana</i>	Labill.	Goodéniacées
<i>Schizachyrium obliquiberbe</i>	A. Cam.	Graminées
<i>Schizaea dichotoma</i>	(L.) Sm.	Schizaeacées
<i>Schizaea laevigata</i>	Mett.	Schizaeacées
<i>Schoenus brevifolius</i>	R. Br.	Cypéracées
<i>Schoenus juvenis</i>	C.B. Clarke	Cypéracées
<i>Schoenus neo-caledonicus</i>	C.B. Clarke	Cypéracées
<i>Schoenus rivularis</i>	J. Rayn.	Cypéracées
<i>Schoenus tendo</i>	Hook.	Cypéracées
<i>Scleria brownii</i>	Kunth.	Cypéracées
<i>Sebertia acuminata</i>	Pierre ex Baill.	Sapotacées
<i>Secamone insularis</i>	Schltr.	Sapotacées
<i>Serianthes petitiana</i>	Guill.	Légumineuses
<i>Setaria jaffrei</i>	Morat	Graminées
<i>Smilax neo caledonica</i>	Schltr.	Liliacées
<i>Smilax purpurata</i>	Forst.	Liliacées
<i>Solanum campostylum</i>	Bitter	Solanacées
<i>Solanum styraciflorum</i>	Schltr.	Solanacées
<i>Solanum vaccinioides</i>	Schltr.	Solanacées
<i>Solmsia calophylla</i>	Baill.	Thyméliacées
<i>Soulamea pancheri</i>	Brong. et Gris	Simarubacées
<i>Sphenomeris deltoidea</i>		Lindsaeacées
<i>Spiraeanthemum ellipticum</i>	Vieill. ex Pampan	Cunoniacées
<i>Spiraeanthemum pedunculatum</i>	Schltr.	Cunoniacées

\* Espèces n'appartenant pas à la flore néo-calédonienne

<i>Sporobulus creber</i>	Nardi	Graminées
<i>Stenocarpus comptonii</i>	Moore	Protéacées
<i>Stenocarpus milnei</i>	Hook.	Protéacées
<i>Stenocarpus trinervis</i>	(Montr.) Guill.	Protéacées
<i>Stenocarpus umbelliferus</i>		
(J.R. et G. Forst) Druce var. <i>umbelliferus</i>		Protéacées
<i>Stenocarpus umbelliferus</i>		
(J.R. et G. Forst) Druce var. <i>billardieri</i> Guill.ex Viot		Protéacées
<i>Storckiella comptonii</i>	E.G. Baker	Légumineuses
<i>Storckiella pancheri</i>	Baill.	Légumineuses
<i>Strasburgeria robusta</i>	(Vieill. ex Panch. et Sebert.)	
	Guill.	Strasburgeriacées
<i>Stromatopteris moniliformis</i>	Mett.	Gleicheniacées
<i>Styphelia albicans</i>	(Brong. et Gris) Sleumer	Epacridacées
<i>Styphelia coryphila</i>	(Guill.) Sleumer	Epacridacées
<i>Styphelia cymbulae</i>	(Labill.) Sprengel	Epacridacées
<i>Styphelia floribunda</i>	(Brong. et Gris) Sleumer	Epacridacées
<i>Styphelia longistylis</i>	(Brong. et Gris) Sleumer	Epacridacées
<i>Styphelia macrocarpa</i>	(Schltr.) Sleumer	Epacridacées
<i>Styphelia pancheri</i>	(Brong. et Gris) F. Muell.	Epacridacées
<i>Styphelia vieillonii</i>	Viot	Epacridacées
* <i>Sutera fodina</i>	Wild	Scophulariacées
<i>Symplocos rotundifolia</i>	Brong. et Gris	Symplocacées
<i>Syzygium ngoyense</i>	(Panch. ex Brong. et Gris) Guill.	Myrtacées
<i>Tarenna leiloba</i>	(Guill.) Moore	Rubiacees
<i>Tarenna microcarpa</i>	(Guill.) J. Jeremie	Rubiacees
<i>Terminalia novocaledonica</i>	Dän.	Combrétacées
<i>Tetracera scandens</i>	(L.) Merrill.	Dilléniacées
<i>Themeda gigantea</i>	Hack.	Graminées
<i>Themeda triandra</i>		Graminées
<i>Tieghemopanax decorans</i>	Vig.	Araliacées
<i>Tieghemopanax dioiscus</i>	Vig.	Araliacées
<i>Tieghemopanax harmsii</i>	Vig.	Araliacées
<i>Tieghemopanax pancheri</i>	Vig.	Araliacées
<i>Tieghemopanax sessiliflorus</i>	Vig.	Araliacées
<i>Tieghemopanax weinmanniae</i>	Vig.	Araliacées
<i>Tmesipteris vieillardii</i>	Dangeard	Psilotacées
<i>Tricostularia guillauminii</i>	(Kük. J. Rayn.	Cypéracées
<i>Trimenta neocaledonica</i>	Baker F.	Triméniacées
<i>Tristania callobuxus</i>	Brong. et Gris	Myrtacées
<i>Tristania capitulata</i>	Panch.	Myrtacées
<i>Tristania glauca</i>	Panch.	Myrtacées
<i>Tristania guillainii</i>	Vieill.	Myrtacées
<i>Trouettea lissophylla</i>	Pierre ex Baill.	Sapotacées
<i>Uvaria baillonii</i>	Guill.	Anonacées
* <i>Vaccinium myrtillus</i>	L.	Ericacées
<i>Vitex trifolia</i> L. var. <i>bicolor</i>	(Lam.) Moldenke	Verbénacées
<i>Weinmania dichotoma</i>	Brong. et Gris	Cunoniacées
<i>Wickstroemia viridiflora</i>	Meissn.	Thyméliacées
<i>Xanthostemon aurantiacum</i>	Schltr.	Myrtacées
<i>Xanthostemon flavum</i>	Panch.	Myrtacées
<i>Xanthostemon macrophyllum</i>	Pampan	Myrtacées
<i>Xanthostemon myrtifolium</i>	(Brong. et Gris) Pampan	Myrtacées
<i>Xanthostemon rubrum</i>	Nieden zu	Myrtacées
<i>Xeronema moorei</i>	Brong. et Gris	Liliacées
<i>Xyris neo-caledonica</i>	Rendle	Xyridacées
<i>Xyris pancheri</i>	Rendle	Xyridacées
<i>Xylosma bouliandae</i>	Sleumer	Flacourtiacées
<i>Xylosma confusum</i>	Guill.	Flacourtiacées
<i>Xylosma dothioense</i>	Guill.	Flacourtiacées
<i>Xylosma kaalense</i>	Sleumer	Flacourtiacées

\* Espèces n'appartenant pas à la flore néo-calédonienne

<i>Xylosma molestum</i>	Sleumer	Flacourtiacées
<i>Xylosma pancheri</i>	Guill.	Flacourtiacées
<i>Xylosma pininsulare</i>	Guill.	Flacourtiacées
<i>Xylosma serpentinum</i>	Sleumer	Flacourtiacées
<i>Xylosma tuberculatum</i>	Sleumer	Flacourtiacées
<i>Xylosma vincentii</i>	Guill.	Flacourtiacées
<i>Zieridium gracile</i>	Baill.	Rutacées

ANNEXE I : CARTE DES ESPECES

carte 1 B

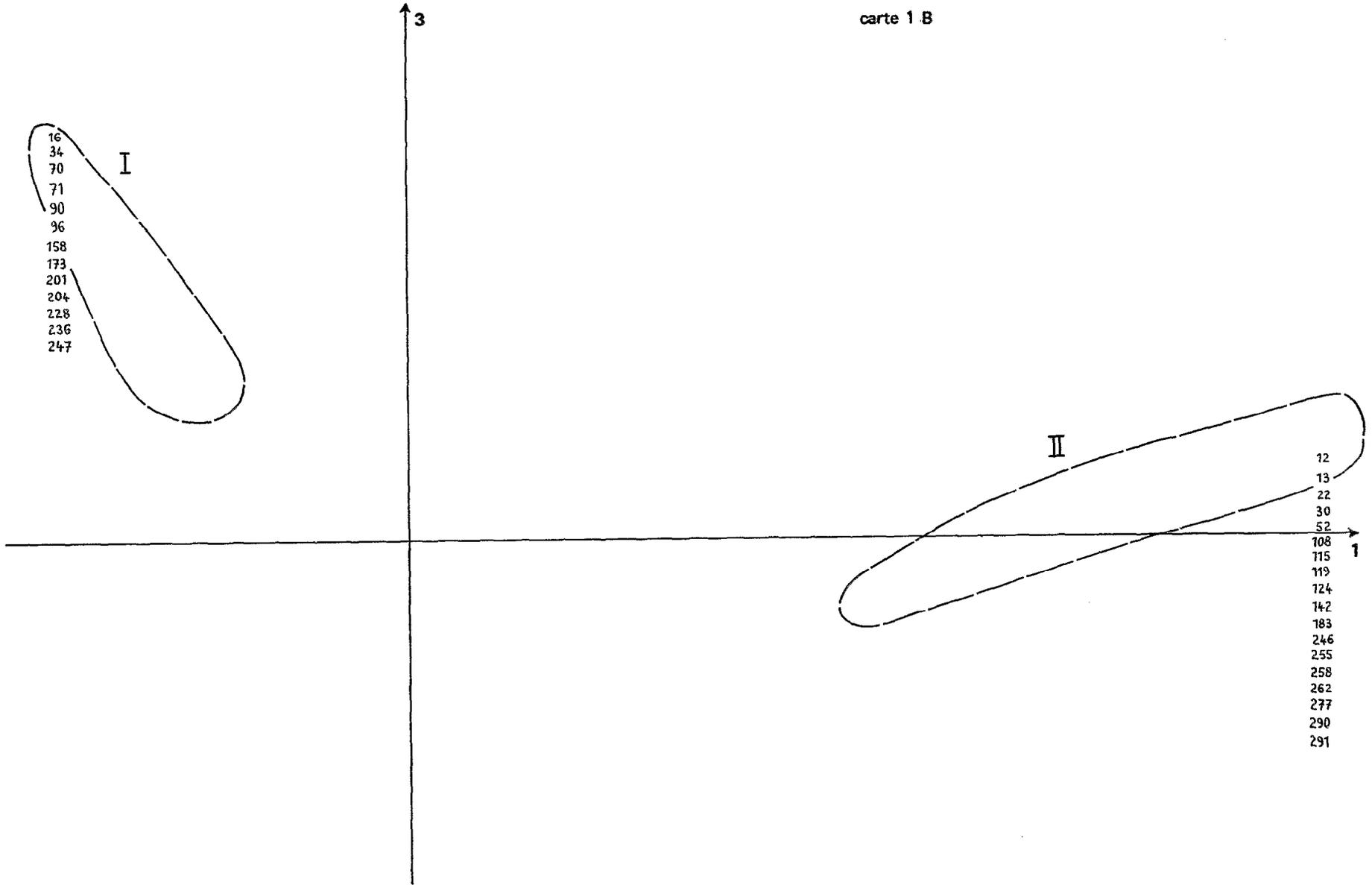


DIAGRAMME 1 B  
(Massif du Sud)

Secteur I

16	<i>Araucaria humboldtensis</i>
34	<i>Beauprea congesta</i>
70	<i>Cunonia bullata</i>
71	<i>Cunonia rotundifolia</i>
90	<i>Dracophyllum alticola</i>
96	<i>Dubouzetia guillauminii (J.1956)</i>
158	<i>Librocedrus chevalieri</i>
173	<i>Metrosideros tetrasticha</i>
201	<i>Nautophylla imbricata</i>
204	<i>Osmanthus monticola</i>
228	<i>Podocarpus gnidioides</i>
236	<i>Quintinia oreophila</i>
247	<i>Scaevola erosa (J.2000)</i>

Secteur II

12	<i>Alyxia microcarpa (J 419)</i>
13	<i>Albigaardia ovata</i>
22	<i>Austrobuxus carunculatus</i>
30	<i>Baeckea parvula</i>
52	<i>Cleistanthus stipitatus</i>
108	<i>Eugenia clusioides</i>
115	<i>Fimbristylis neo-caledonica</i>
119	<i>Gahnia aspera</i>
124	<i>Geniostoma densiflora</i>
142	<i>Hibbertia lucida</i>
183	<i>Mooria canescens</i>
246	<i>Scaevola montana</i>
255	<i>Soulamea pancheri</i>
258	<i>Stenocarpus milnei</i>
262	<i>Styphelia cymbulae (J 421)</i>
277	<i>Taranna microcarpa</i>
290	<i>Xanthostemon rubrum</i>
291	<i>Xanthostemon flavum</i>

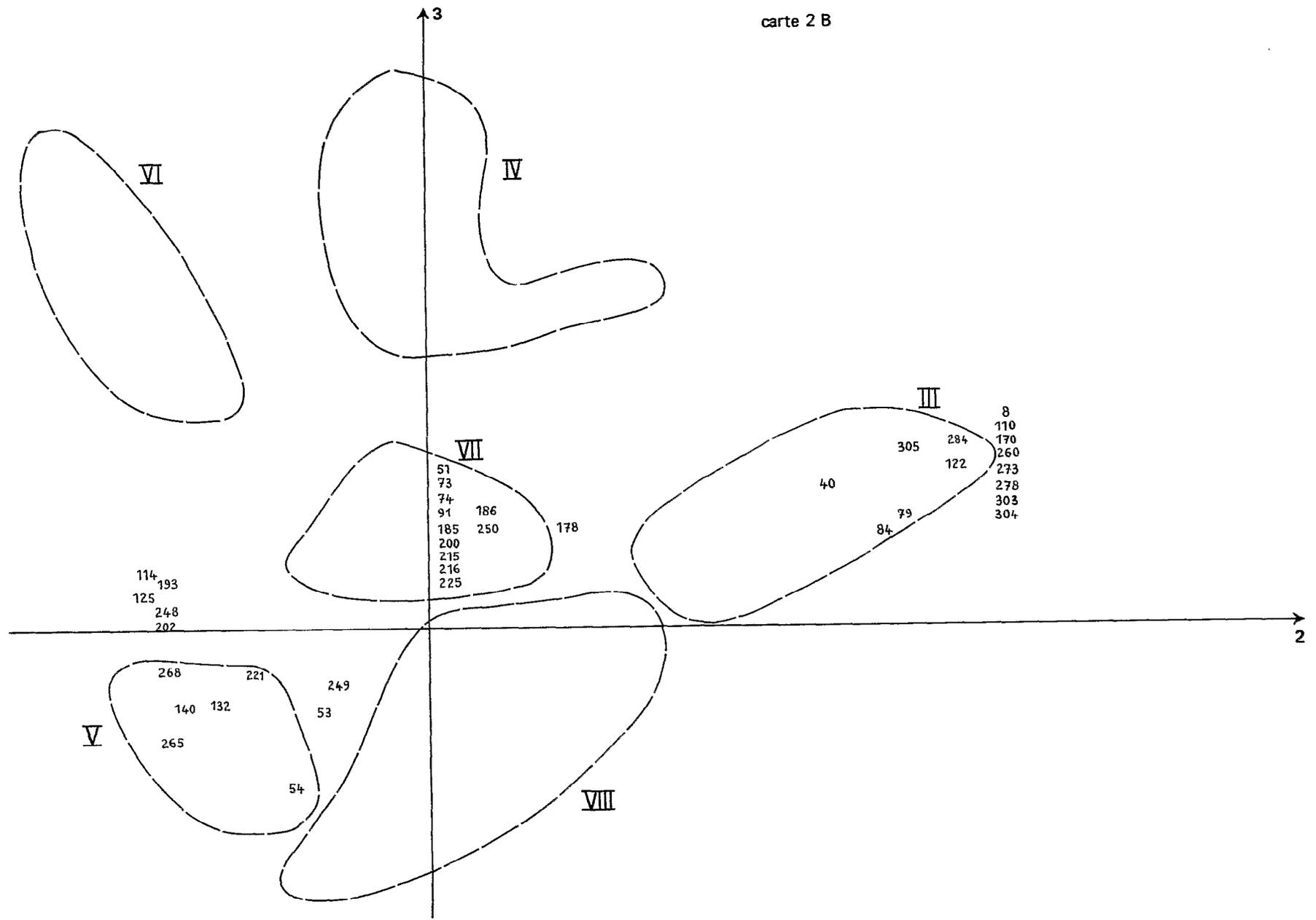


DIAGRAMME 2 B  
(Massif du Sud)

## Secteur III

40	<i>Casuarina deplancheana</i>
84	<i>Deplanchea speciosa</i>
79	<i>Dendrobium verruciferum</i>
305	<i>Styphelia veillonii</i>
284	<i>Tristania guillainii</i>
122	<i>Gardenia aubryi</i>
8	<i>Alphitonia xerocarpa</i>
110	<i>Exocarpos baumani</i>
170	<i>Medicosma le ratii</i>
260	<i>Stenocarpus comptonii</i>
273	<i>Arillastrum gummiiferum</i>
278	<i>Tarenna leiloba</i>
303	<i>Beccariella sebertii</i>
304	<i>Trouettea lissophylla</i>

## Secteur V

114	<i>Ficus asperula</i>
193	<i>Myrtus rufo punctata</i>
125	<i>Geniostoma sp. (cf. J.837)</i>
248	<i>Schoenus juvenis</i>
202	<i>Normandia neo caledonica</i>
268	<i>Styphelia albicans</i>
140	<i>Hibbertia trachyphylla</i>
132	<i>Grevillea exul</i>
265	<i>Styphelia coryphila</i>
221	<i>Peripterygia marginata</i>
54	<i>Costularia pubescens</i>
199	<i>Myodocarpus coronatus</i>
53	<i>Costularia nervosa</i>

## Secteur VII

51	<i>Chorizandra cymbaria</i>
73	<i>Cunonia purpurata</i>
74	<i>Cunonia deplanchei</i>
91	<i>Dracophyllum cosmelioides</i>
185	<i>Mooria buxifolia</i>
200	<i>Myodocarpus lanceolatus</i>
215	<i>Pancheria communis</i>
216	<i>Pancheria rivularis</i>
225	<i>Phyllanthus pancherianus</i>
186	<i>Mooria aquarum</i>
250	<i>Schoenus brevifolius</i>
178	<i>Melaleuca gnidioides</i>

carte 3 B

2

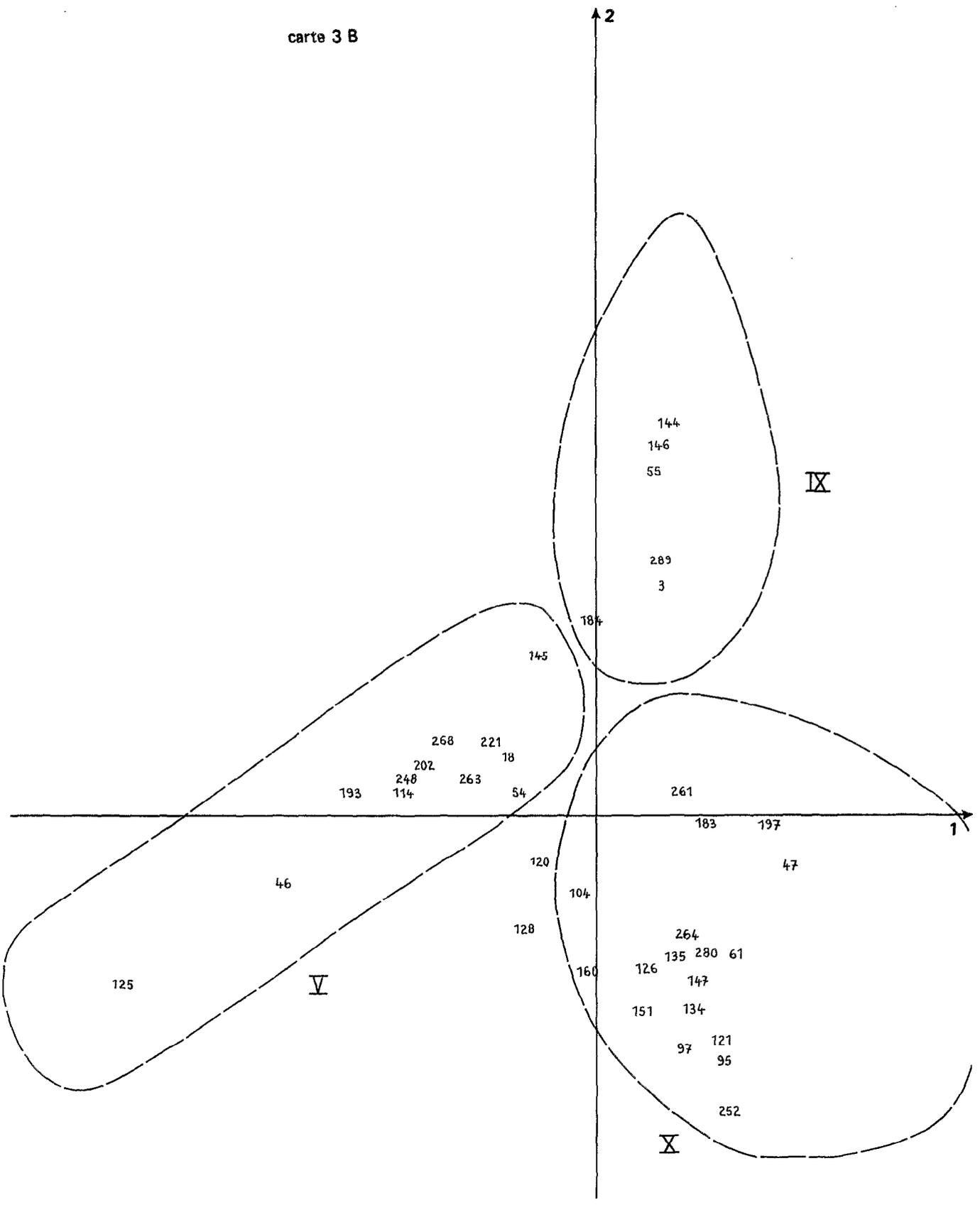


DIAGRAMME 3 B  
(Massif du Sud)

## Secteur IX

- 144 *Stenocarpus umbelliferus* var. *umbelliferus*
- 146 *Homalium kanaliense*
- 55 *Costularia comosa*
- 289 *Xanthostemon aurantiacum*
- 3 *Agatea deplanchei*
- 184 *Mooria artensis*

## Secteur V

- 145 *Hibbertia pulchella*
- 268 *Styphelia albicans*
- 221 *Peripterygia marginata*
- 18 *Argophyllum montanum*
- 202 *Normandia neo-caledonica*
- 263 *Styphelia cymbulae* (J.2220)
- 54 *Costularia pubescens*
- 248 *Schoenus juvenis*
- 114 *Ficus asperula*
- 193 *Myrtus rufo-punctata*
- 46 *Callistemon suberosum*
- 125 *Geniostoma* sp. (cf J837)

## Secteur X

- 261 *Styphelia cymbulae* (J.2232)
- 183 *Mooria canescens*
- 197 *Myodocarpus fraxinifolius*
- 120 *Garcinia amplexicaulis*
- 47 *Callistemon pancheri*
- 104 *Eugenia stricta*
- 128 *Gmelina neo-caledonica*
- 264 *Styphelia pancheri*
- 160 *Litsea triflora*
- 126 *Geissois pruinosa*
- 135 *Guioa glauca*
- 280 *Tieghemopanax pancheri*
- 61 *Codia discolor*
- 147 *Hybanthus caledonicus*
- 151 *Ixora francii*
- 134 *Guioa villosa*
- 97 *Dysoxylum nitidum*
- 121 *Garcinia neglecta*
- 95 *Dubousetia confusa*
- 252 *Schoenus tendo*

carte 4 B

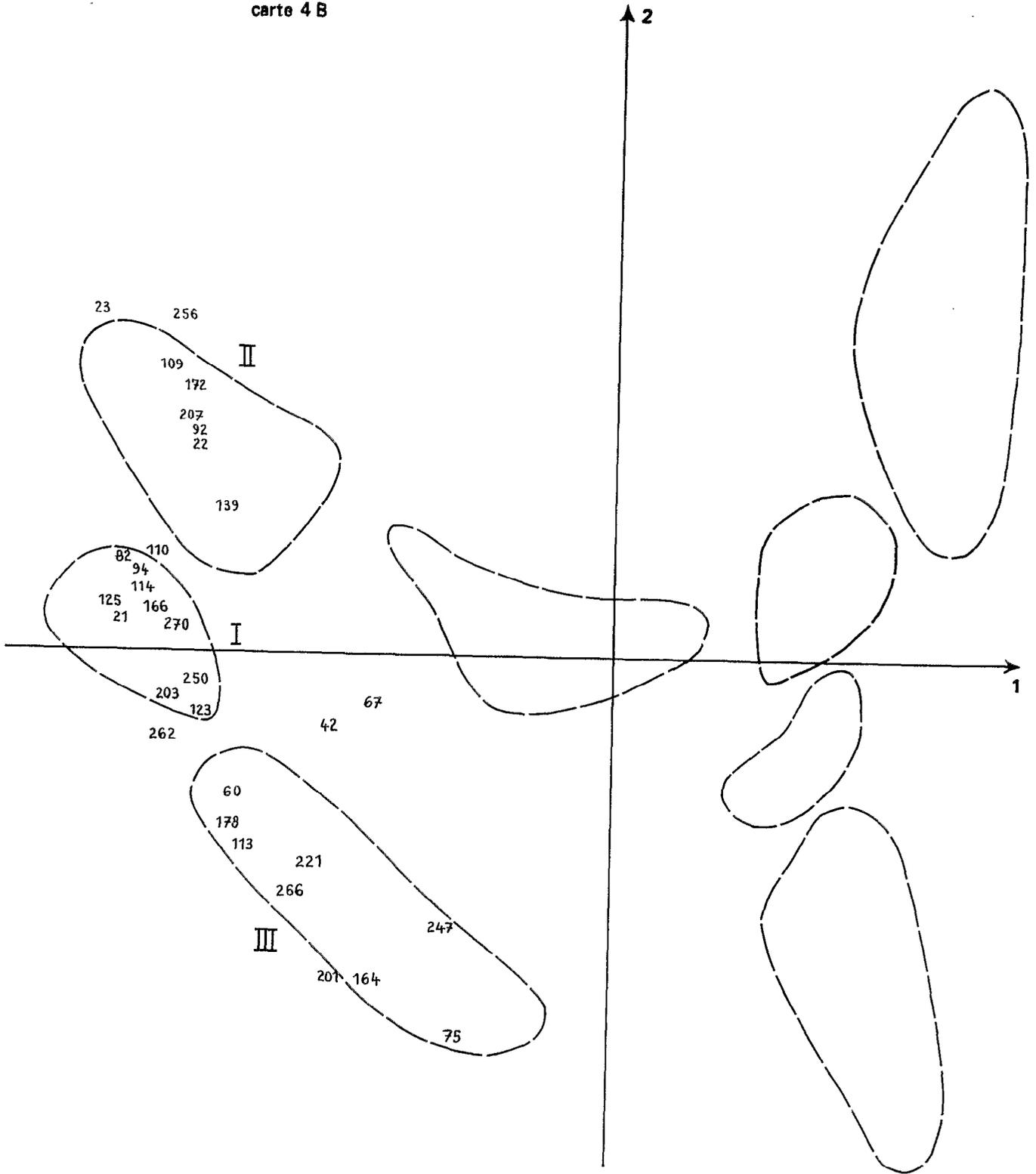


DIAGRAMME 4 B  
(Massif du Boulinda)

## Secteur II

23	<i>Alstonia undulata</i>
256	<i>Alextryon carinatum</i>
109	<i>Gardenia urvillei</i>
172	<i>Melaleuca quinquenervia</i>
207	<i>Plectronia odorata</i>
92	<i>Eragrostis elongata</i>
22	<i>Aristida pilosa</i>
139	<i>Lepidosperma laterale</i>

## Secteur I

110	<i>Gahnia aspera</i>
82	<i>Erythroxylum novo caledonicum</i>
94	<i>Fimbristylis neo caledonica</i>
114	<i>Grevillea meisneri</i>
125	<i>Hybanthus caledonicus</i>
166	<i>Mooria canescens</i>
21	<i>Atractocarpus deplanchei</i>
270	<i>Xanthostemon macrophyllum</i>
250	<i>Stenocarpus milnei</i>
203	<i>Phyllanthus montrouzieri</i>
123	<i>Homalium deplanchei</i>
67	<i>Dodonaea viscosa</i>
42	<i>Casuarina chamaecyparis</i>
262	<i>Tieghemopanax decorans</i>

## Secteur III

60	<i>Citrus oxanthera</i>
178	<i>Oxalis neo caledonica</i>
113	<i>Setaria jaffrei</i>
221	<i>Rhamnoluma deplanchei</i>
266	<i>Terminalia neo caledonica</i>
247	<i>Stenocarpus trinervis</i>
201	<i>Phyllanthus deciduiramus</i>
164	<i>Maxwellia lepidota</i>
75	<i>Dubouzetia caudiculata</i>

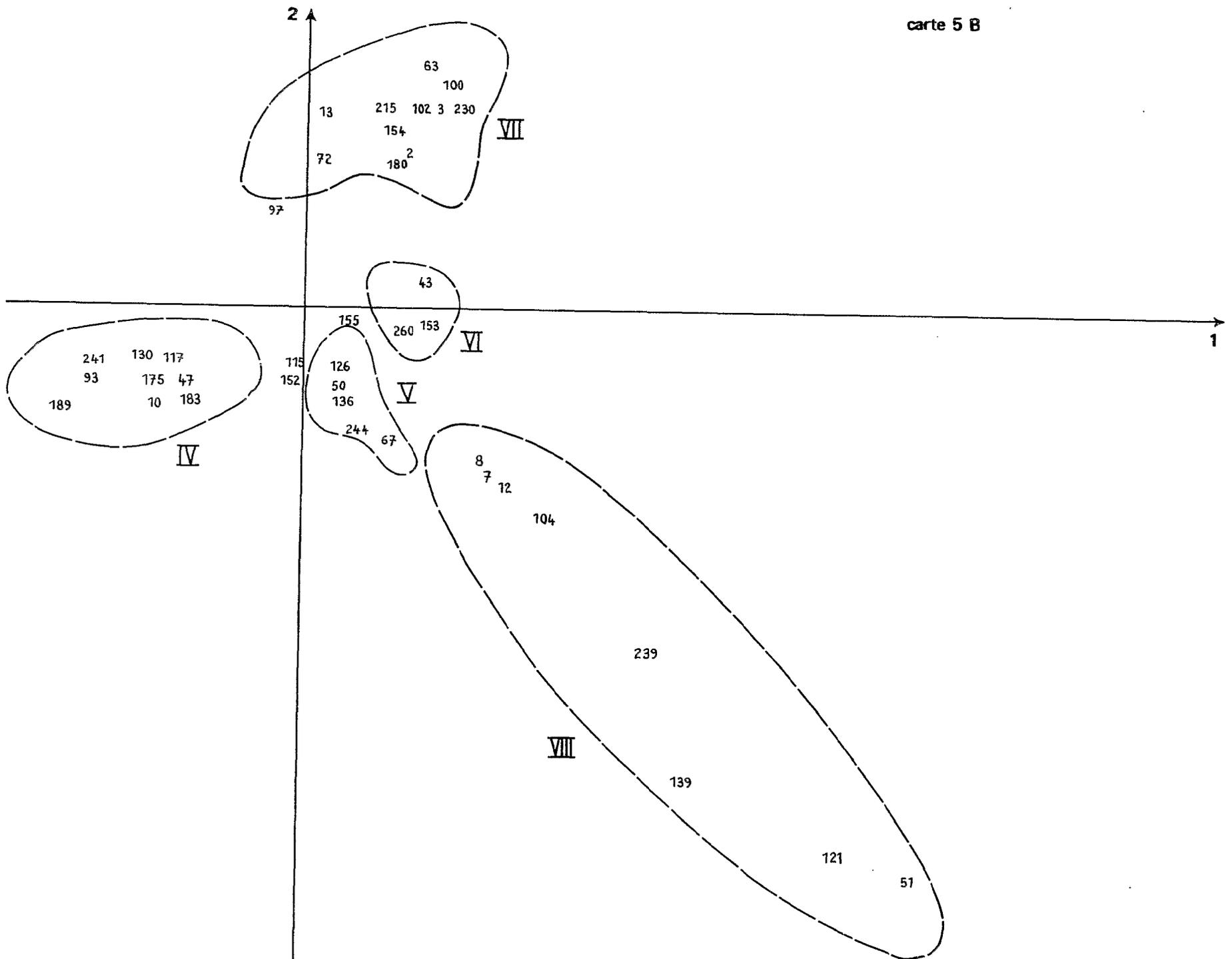


DIAGRAMME 5 B  
(Massif du Boulinda)

## Secteur VII

63	<i>Dubouzetia elegans</i>
100	<i>Garnieria spathulaefolia</i>
13	<i>Argophyllum ellipticum</i>
215	<i>Rapanea diminuta</i>
102	<i>Gahnia novocaledonensis</i>
3	<i>Alyxia caletioides</i>
230	<i>Styphelia cymbulae</i> (V.102)
154	<i>Myodocarpus crassifolius</i>
72	<i>Dicranopteris linearis</i>
2	<i>Araucaria rulei</i>
180	<i>Pancheria confusa</i>
97	<i>Gleichenia circinata</i>

## Secteur V

## Secteur IV

241	<i>Schoenus juvenis</i>
93	<i>Ficus asperula</i>
189	<i>Psidiomyrtus locellatus</i>
130	<i>Knightia deplanchei</i>
117	<i>Hibbertia altigena</i>
175	<i>Normandia neo caledonica</i>
47	<i>Callistemon gridioides</i>
183	<i>Peripterygia marginata</i>
10	<i>Argophyllum laxum</i>

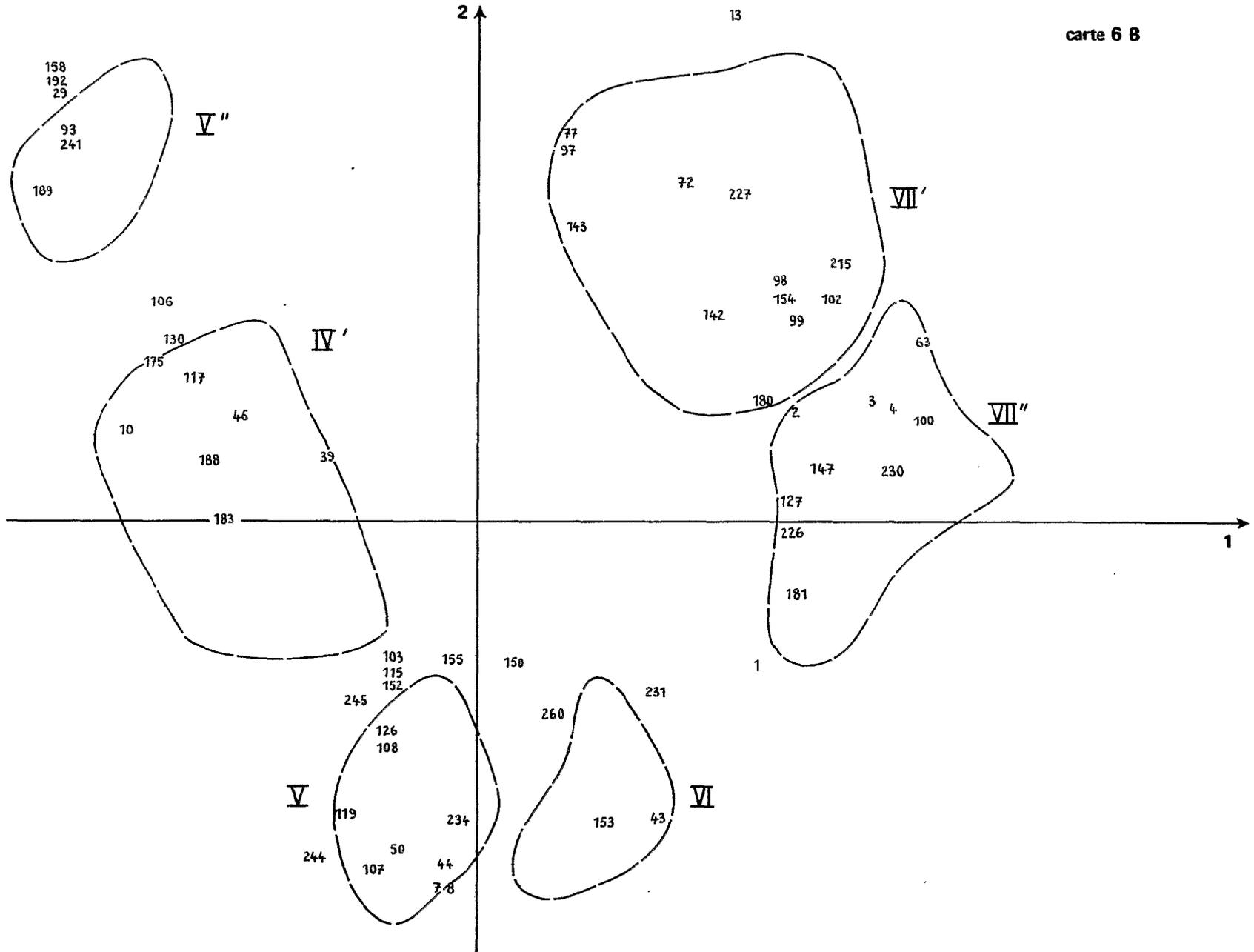
155	<i>Melicope leptococca</i>
115	<i>Homalium kanaliense</i> <i>var. boulindae</i>
152	<i>Myodocarpus elegans</i>
126	<i>Ixora francii</i>
50	<i>Casuarina glaucescens</i>
136	<i>Geniostoma rupestre</i>
244	<i>Schoenus tendo</i>
67	<i>Dodonaea viscosa</i>

## Secteur VI

43	<i>Caryophyllus kriegeri</i>
153	<i>Morinda</i> sp.
260	<i>Tristania guillainii</i>

## Secteur VII

8	<i>Acridocarpus austro-</i> <i>caledonicus</i>
7	<i>Acacia spirorbis</i>
12	<i>Halfordia kendack</i>
104	<i>Guioa pectinata</i>
239	<i>Solanum styraciflorum</i>
139	<i>Lepidosperma laterale</i>
121	<i>Helichrysum neo-</i> <i>caledonicum</i>
51	<i>Coelospermum billardieri</i>



## DIAGRAMME 6 B

(Massif du Boulinda)

## Secteur IV"

- 158 *Myrtus rufo-punctata*
- 192 *Pancheria engleriana*
- 29 *Bikkia macrophylla*
- 93 *Ficus asperula*
- 241 *Schoenus juvenis*
- 189 *Psidiomyrtus locellatus*

## Secteur VI

- 260 *Tristania guillainii*
- 231 *Styphelia veillonii*
- 153 *Morinda* sp.
- 43 *Caryophyllus kriegeri*

## Secteur IV'

- 106 *Geissois pruinosa*
- 130 *Knightia deplanchei*
- 175 *Normandia neo-caledonica*
- 117 *Hibbertia altigena*
- 46 *Codia ferruginea*
- 10 *Argophyllum laxum*
- 188 *Phyllanthus* sp. (J2211)
- 39 *Costularia nervosa*
- 183 *Peripterygia marginata*

## Secteur VII

- 13 *Argophyllum ellipticum*
- 77 *Earina deplanchei*
- 97 *Gleichenia circinata*
- 72 *Dicranopteris linearis*
- 227 *Symplocos rotundifolia*
- 143 *Metrosideros engleriana*
- 215 *Rapanea diminuta*
- 102 *Gahnia novocaledonensis*
- 98 *Grevillea gillivrayi*
- 154 *Myodocarpus crassifolius*
- 142 *Metrosideros demonstrans*
- 180 *Pancheria confusa*
- 63 *Dubouzetia elegans*
- 2 *Araucaria rulei*
- 3 *Alyxia caletioides*
- 4 *Alyxia sarasini*
- 100 *Garnieria spathulaefolia*
- 147 *Myrtus* sp. (J 2386)
- 230 *Styphelia cymbulae* (V102)
- 127 *Ilex seberti*
- 226 *Styphelia macrocarpa*
- 181 *Pittosporum dzumacense*
- 1 *Alyxia rubricaulis*

## Secteur V

- 103 *Grevillea exul*
- 115 *Homalium kanaliense*  
var. *boulindae*
- 152 *Myodocarpus elegans*
- 245 *Stenocarpus milnei* (V134)
- 155 *Melicope leptococca*
- 150 *Myodocarpus fraxinifolius*
- 126 *Ixora francii*
- 108 *Guettarda trimera*
- 119 *Hibbertia lucens*
- 244 *Schoenus tendo*
- 107 *Garcinia neglecta*
- 50 *Casuarina glaucescens*
- 234 *Styphelia cymbulae* (J2184)
- 44 *Costularia pubescens*
- 7 *Acacia spirorbis*
- 8 *Acridocarpus austro*  
*caledonicus*

ANNEXE 2

COMPOSITION CHIMIQUE DU SOL DES PRINCIPALES ASSOCIATIONS VEGETALES DU MAQUIS SUR TERRAINS ULTRABASIQUES.

Associations végétales (Type de sol)		Eléments échangeables								Eléments totaux									
		pH	CE	Ca	Mg	K	Na	Ni	Cr	P %	Ca %	Mg %	K %	Na %	Fe %	Mn %	Ni %	Cr %	Co %
		me/100 g								ppm									
Association à <i>Soulamea panaheri</i> et <i>Hibbertia lucida</i> (Sol brun eutrophe hypermagnésien)	moyennes (10 échantillons) extrêmes	6,80 6,55 7,25	23,93 10,50 29,13	1,84 0,40 4,34	38,46 14,24 54,72	0,21 0,06 0,46	0,32 0,26 0,50	44,00 18,00 58,00	0,60 0,20 1,00	0,014 0,010 0,019	0,08 0,012 0,20	14,30 3,50 16,00	< 0,01 < 0,01 0,018	0,04 0,01 0,015	11,50 5,20 24,00	0,23 0,13 0,50	0,39 0,29 0,55	0,63 0,05 1,65	0,043 0,016 0,10
Association à <i>Atractocarpus deplanchei</i> et <i>Grevillea meisneri</i> (Sol brun eutrophe hypermagnésien)	moyennes (10 échantillons) extrêmes	6,90 6,40 7,50	33,60 25,70 42,70	1,45 0,14 4,20	32,65 23,00 39,50	0,21 0,11 0,34	0,31 0,16 0,41	66,00 25,00 104,00	0,22 0 0,84	0,023 0,014 0,026	0,04 0,01 0,09	7,94 2,05 16,45	0,013 < 0,01 0,03	0,01 < 0,01 0,02	15,30 8,60 24,90	0,40 0,19 0,92	0,47 0,36 0,56	1,27 0,50 3,69	0,057 0,02 0,14
Association à <i>Eleocharis odorata</i> et <i>Gardenia urvilletii</i> (Sol complexe ferrallitique sur alluvions serpentineuses)	moyennes (6 échantillons) extrêmes	6,02 5,60 6,40	13,37 0,80 22,70	1,81 0,25 4,70	8,30 1,48 16,80	0,20 0,08 0,45	0,43 0,15 0,85	0,36 0,14 0,61	8,06 (1ana- lyse)	0,020 < 0,01 0,05	0,02 < 0,01 0,02	1,20 < 0,01 2,07	0,015 < 0,01 0,02	0,01 < 0,01 0,01	33,46 23,00 41,50	1,92 1,01 2,98	0,35 0,14 0,61	8,06 5,56 10,33	0,093 0,03 0,26
Association à <i>Helichrysum neo-caledonicum</i> et <i>Guioa pectinata</i> (Sol complexe ferrallitique colluvial sur serpentineuses)	moyennes (4 échantillons) extrêmes	5,60 5,40 5,70		1,29 0,90 1,84	1,14 0,34 1,50	0,09 0,05 0,16	0,10 0,04 0,14	0,40 0,39 0,51	5,00 4,37 6,20	- 0,01 0,01	0,34 0,17 0,56	< 0,01 < 0,01 0,01	0,03 0,01 0,15	50,63 41,50 55,00	0,70 0,35 1,70	0,37 0,28 0,51	3,49 1,95 6,20	0,07 0,04 0,14	
Association à <i>Costularia pubescens</i> et <i>Styphelia albicans</i> (Sol ferrallitique érodé)	moyennes (17 échantillons) extrêmes	6,07 5,40 6,50	6,20 2,96 10,60	0,66 0,15 1,23	1,53 0,63 2,80	0,04 0,02 0,09	0,06 0,03 0,09	8,70 1,70 34,00	1,43 0 11,40	0,015 (1ana- lyse)	< 0,01 < 0,01 0,05	0,58 < 0,01 1,32	< 0,01 < 0,01 0,02	0,01 0,04 0,04	44,18 39,46 48,40	0,38 0,20 0,67	1,04 0,68 1,31	2,55 1,30 3,60	0,08 0,03 0,19
Association à <i>Hibbertia altigena</i> et <i>Beaupreopsis paniculata</i> (Sol ferrallitique érodé)	Une seule analyse	5,20	10,40	0,45	0,80	0,05	0,03	-	-	-	0,02	0,62	0,01	0,02	39,70	0,45	0,72	1,37	0,10
Association à <i>Knightia deplanchei</i> et <i>Argophyllum laevis</i> (Sol ferrallitique érodé)	moyennes (4 échantillons) extrêmes	5,87 5,50 6,30	4,08 2,80 6,24	0,86 < 0,01 1,59	1,94 0,54 4,41	0,04 0,02 0,07	0,07 0,05 0,11	27,40 10,80 43,90	1,61 1,29 1,93	0,020 (1ana- lyse)	0,01 < 0,01 0,02	0,54 0,07 1,51	0,01 0,01 0,01	0,01 0,01 0,01	37,90 28,00 46,80	0,29 0,22 0,33	0,65 0,28 1,02	2,87 1,25 4,96	0,075 0,04 0,10
Association à <i>Codia discolor</i> et <i>Eugenia stricta</i> (Sol ferrallitique remanié colluvionné)	moyennes (25 échantillons) extrêmes	5,32 4,50 6,00	6,15 0,45 12,80	0,74 0,11 2,20	0,61 0,11 1,69	0,05 0,01 0,06	0,055 0,01 0,22	6,30 1,30 16,00	10,74 1,30 56,20	0,030 0,023 0,043	0,01 < 0,01 0,06	0,33 0,14 1,30	0,013 < 0,01 0,09	0,025 0,01 0,25	45,00 32,40 58,70	0,63 0,20 1,50	0,71 0,26 1,05	2,43 1,24 5,40	0,13 0,02 0,43

## ANNEXE 2 (suite)

## COMPOSITION CHIMIQUE DU SOL DES PRINCIPALES ASSOCIATIONS VEGETALES DU MAQUIS SUR TERRAINS ULTRABASIQUES.

Associations végétales (Type de sol)		Eléments échangeables								Eléments totaux									
		pH	CE	Ca me/100 g	Mg	K	Na	Ni ppm	Cr ppm	P %	Ca %	Mg %	K %	Na %	Fe %	Mn %	Ni %	Cr %	Co %
Association à <i>Homalium kanaliense</i> et <i>Costularia comosa</i> (Sol ferrallitique remanié colluvionné ± hydromorphe)	moyennes	5,24	2,77	0,15	0,35	0,03	0,03	8,47	2,76	<0,01	0,22	<0,01	0,02	46,43	0,70	0,52	2,59	0,07	
	(13 échantillons)																		
	extrêmes	4,80	1,00	0,01	0,07	0,01	0,01	1,00	0	<0,01	0,10	<0,01	<0,01	44,00	0,36	0,40	1,90	0,05	
Association à <i>Pancheria communis</i> et <i>Mooria buxifolia</i> (Sol hydromorphe sur alluvions et colluvions ferrallitiques)	moyennes	5,42	17,77	0,45	2,24	0,05	0,19	34,79	1,11	<0,01	0,64	0,01	0,02	31,70	0,18	0,41	4,89	0,04	
	(13 échantillons)																		
	extrêmes	5,00	12,10	0,02	0,28	0,02	0,06	2,12	0	<0,01	0,18	<0,01	<0,01	16,20	0,06	0,15	1,10	0,02	
Sous-association à <i>Melaleuca gnidioides</i> et <i>Dracophyllum cosmelioides</i> (Sol hydromorphe sur alluvions)	Echantillon 1	5,10	5,79	0,05	0,35	0,02	0,12	-	-	<0,01	0,25	0,02	<0,01	44,03	0,26	0,37	2,58	0,05	
	Echantillon 2	5,20	5,20	0,45	1,33	0,08	0,21	-	-	<0,01	0,20	<0,01	<0,01	40,00	1,15	0,50	2,24	0,05	
		6,10	26,90	0,88	5,34	0,08	0,87	110,50	3,39	0,02	1,50	0,06	0,14	43,34	0,41	0,90	12,4	0,07	
Association à <i>Myodocarpus elegans</i> et <i>Melicope leptococca</i> (Sol ferrallitique remanié colluvionné)	Une seule analyse	6,10	1,17	0,01	0,32	0,02	0,01	-	-	0,01	18,6	0,21	0,32	38,60	0,45	0,58	3,41	0,05	
Association à <i>Tarvenna leiiloba</i> et <i>Gardenia aubryi</i> (Sol ferrallitique à gravillons et à cuirasse)	moyennes	4,85	5,47	0,55	0,30	0,03	0,06	0,82	2,04	0,031	0,012	0,62	0,01	0,012	44,19	0,17	0,19	5,57	0,023
	(12 échantillons)																		
	extrêmes	4,40	2,10	0,05	0,06	<0,01	<0,01	0	0,43	(ana-lyse)	<0,01	0,10	<0,01	<0,01	37,05	0,11	0,10	1,50	0,020
Association à <i>Codia albifrons</i> et <i>Exocarpos pseudo-casuarina</i> (Sol ferrallitique à gravillons et à cuirasse)	Une seule analyse	4,40		0,15	0,16	0,02	0,02	-	-	0,15	0,16	0,02	0,02	47,50	0,20	0,19	3,00	0,02	
Association à <i>Caryophyllus kriegei</i> (Sol ferrallitique gravillonnaire)	moyennes	5,50	3,60	0,67	0,51	0,11	0,09	0,47	1,20	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	50,90	0,44	0,13	2,86	0,035	
	(5 échantillons)																		
	extrêmes	5,00	2,10	0,01	0,01	0,01	0,06	0,20	1,00	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	47,00	0,23	0,08	2,60	0,017	
Association à <i>Rapanea diminuta</i> et <i>Araucaria rulei</i> (Sol ferrallitique à gravillons et à cuirasse)	moyennes	4,87	1,60	0,55	0,28	0,02	0,02	0,23	3,20	<0,01	0,35	0,015	0,02	50,10	0,26	0,24	3,55	0,027	
	(12 échantillons)																		
	extrêmes	4,40	0,40	0,15	0,01	0,01	0,01	0,12	2,18	<0,01	0,07	0,01	0,01	45,40	0,18	0,12	4,26	0,015	
Association à <i>Metrosideros tetrastricha</i> et <i>Quintinia oreophila</i> (Sol ferrallitique érodé)	moyennes	5,28	18,78	0,85	6,08	0,10	0,10	20,60	0,27	0,05	0,91	0,01	0,02	29,58	0,96	0,29	1,39	0,08	
	(5 échantillons)																		
	extrêmes	4,90	11,80	0,40	1,40	0,05	0,05	12,20	0	0,01	0,42	<0,01	0,01	14,20	0,19	0,16	0,74	0,05	

## ANNEXE 4

## METHODES D'ANALYSES

## Analyses minérales des végétaux

Les analyses, exception faite de celle de l'azote, ont été effectuées sur une prise de 2 g de poudres végétales calcinées au four à moufle à 450° pendant deux heures. Les cendres une fois pesées sont reprises par de l'acide chlorhydrique.

- Dosages de K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Ni, Cr, Co.

Ils ont été effectués sur le filtrat chlorhydrique par absorption atomique.

- Dosage du phosphore.

Le phosphore est dosé sur le filtrat chlorhydrique par colorimétrie automatique au TECHNICON. On utilise le complexe phosphovanadomolybdique formé en milieu nitrique.

- Dosage de la silice.

Il est effectué par pesées après calcination à 900° du résidu de la filtration chlorhydrique.

- Analyse de l'azote.

Elle est réalisée à partir d'une attaque sulfurique de 100 à 200 mg de matière végétale ; la réduction des nitrates est assurée par de l'acide salicylique. L'azote, fixé à l'état de sulfate d'ammonium, est dosé par volumétrie.

### Analyses chimiques des terres

#### - Matière organique : C, N.

Le carbone organique est dosé par oxydation au bichromate de potassium et à l'acide sulfurique (méthode Walkley et Black).

Le taux de matière organique est calculé en multipliant le pourcentage de carbone par le facteur 1,724.

L'azote total est dosé par la méthode Kjeldahl.

#### - Acidité - Alcalinité.

Le pH a été mesuré à l'eau (20 g de terre, tamisée à 2 mm, pour 50 ml d'eau) à l'aide d'un pH mètre Tacussel type T.S. 60.

#### - Complexe échangeable : bases échangeables, capacité d'échange.

Les éléments échangeables sont déplacés par l'acétate d'ammonium normal à pH 7. Le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium sont dosés par absorption atomique. La capacité d'échange est déterminée par la méthode au chlorure de calcium.

#### - Analyses totales.

Elles ont été réalisées sur extrait de sol par l'acide perchlorique concentré à chaud. Le résidu et la silice sont déterminés gravimétriquement après dissolution à chaud par la soude. Les éléments minéraux (Fe, Al, Mn, Ca, Mg, K, Na, Ni, Cr et Co) sont dosés par spectrométrie d'absorption atomique.

- Analyse du phosphore

La méthode utilisée tient compte du fait que les sols riches en chrome sont difficilement minéralisables par l'acide nitrique seul et que le chrome interfère sur le dosage des complexes phosphomolybdique ou phosphovanadomolybdique. L'attaque, effectuée sur 1 g de sol tamisé à 0,2 mm, est réalisée à l'aide de 5 ml d'acide nitrique et de 5 ml d'acide chlorhydrique portés à ébullition pendant 30 mn puis de 10 ml d'acide perchlorique porté à ébullition pendant plus d'une heure.

Le dosage par colorimétrie est réalisé après extraction du complexe phosphovanadomolybdique par l'alcool isoalymique.

## ANNEXE 5

ESPECES	Nombre d'analyses	N %	Ca %	Mg %	Na %	K %	P %	Mn ppm	Fe ppm	Ni ppm	Co ppm	Cr ppm	Sio <sub>2</sub> %	Cendres %
<i>Homalium kanaliense</i>	23	1,24 ± 0,03	1,09 ± 0,04	0,45 ± 0,04	0,04 ± 0,006	1,56 ± 0,09	0,034 ± 0,001	672 ± 100	137 ± 25	5834 ± 443	88 ± 18	3,8 ± 0,12	2,5 ± 1,4	9,73 ± 0,37
<i>Homalium guillainii</i>	5	1,52 ± 0,13	1,73 ± 0,12	0,43 ± 0,06	0,21 ± 0,03	0,86 ± 0,06	0,057 ± 0,004	255 ± 92	75 ± 17	8735 ± 650	31 ± 10	< 2,5	3,42 ± 0,7	10,43 ± 0,42
<i>Agatea deplanchei</i>	16	1,93 ± 0,09	0,94 ± 0,12	0,88 ± 0,10	0,14 ± 0,02	1,86 ± 0,15	0,059 ± 0,002	322 ± 81	66 ± 13	990 ± 265	26 ± 9	20 ± 15,1	1,25 ± 0,52	8,79 ± 0,35
<i>Hybanthus austro-caledonicus</i>	22	1,94 ± 0,10	0,93 ± 0,05	0,73 ± 0,04	0,42 ± 0,05	1,58 ± 0,13	0,055 ± 0,003	321 ± 51	172 ± 25	16135 ± 984	58 ± 11	48 ± 11	0,27 ± 0,09	8,83 ± 0,37
<i>Geissois pruinosa</i>	28	0,91 ± 0,02	1,10 ± 0,07	0,59 ± 0,02	0,13 ± 0,01	1,14 ± 0,07	0,035 ± 0,004	157 ± 28	121 ± 15	6630 ± 447	25 ± 3	15 ± 3	2,79 ± 0,27	9,16 ± 0,34
<i>Psychotria douarrei</i>	34	2,12 ± 0,10	1,54 ± 0,06	0,45 ± 0,10	0,23 ± 0,03	1,82 ± 0,10	0,067 ± 0,003	289 ± 45	170 ± 17	29750 ± 2230	5 ± 0,5	9,1 ± 1,3	0,37 ± 0,19	11,01 ± 0,42
<i>Phyllanthus aeneus</i>	15	1,16 ± 0,09	1,71 ± 0,14	0,20 ± 0,04	0,03 ± 0,01	1,26 ± 0,06	0,042 ± 0,004	632 ± 172	74 ± 18	1138 ± 225	30 ± 23	< 2,5	0,37 ± 0,10	3,40 ± 0,34
<i>Phyllanthus serpens</i>	11	1,20 ± 0,05	1,41 ± 0,10	0,42 ± 0,06	0,06 ± 0,02	1,22 ± 0,09	0,036 ± 0,001	1418 ± 704	120 ± 23	8580 ± 617	134 ± 47	3,5 ± 0,4	0,22 ± 0,09	7,91 ± 0,35
<i>Phyllanthus peltatus</i>	5	1,00 ± 0,04	1,16 ± 0,02	0,40 ± 0,05	0,01 ± 0,003	1,09 ± 0,07	0,035 ± 0,003	299 ± 73	89 ± 26	2110 ± 333	14 ± 3	4,5 ± 1,7	0,94 ± 0,26	6,97 ± 0,42
<i>Baloghia sp. (J. 1495)</i>	6	0,96 ± 0,03	1,89 ± 0,19	0,60 ± 0,05	0,28 ± 0,04	0,82 ± 0,10	0,034 ± 0,003	2087 ± 726	44 ± 3	2685 ± 625	35 ± 10	2,8 ± 0,72	1,29 ± 0,24	9,37 ± 0,82
<i>Sebertia acuminata</i>	10	1,36 ± 0,03	0,51 ± 0,03	0,30 ± 0,02	0,19 ± 0,04	0,71 ± 0,10	0,040 ± 0,003	63 ± 7	154 ± 47	14530 ± 667	8,4 ± 3,4	6,4 ± 1,1	3,89 ± 0,52	9,47 ± 0,38

COMPOSITION MINERALE DES FEUILLES DE QUELQUES ESPECES  
ACCUMULATRICES DE NICKEL. (résultats exprimés par rapport à la matière sèche).





Massif du Sud tableau phytosociologique n° 4	Groupe VII : Association à <i>Pantheria communis</i> et <i>Mooria buxifolia</i>																												
	Sous association à <i>Melaleuca gnidioides</i> et <i>Dracophyllum cosmelioides</i>																												
	167	166	162	151	231	153	158	154	157	156	161	149	148	165	155	187	284	279	294	281	289	280	283	290	286	288	292	293	
<u>Espèces caractéristiques ou préférentielles du groupe VII</u>																													
59 <i>Costularia xyridioides</i>	3	3	2	4		4		1	1	2	4	3	2			3	1	3		+		+	1	+	3	2			
28 <i>Pantheria communis</i>	2		1	2		1		1	1	2	1	2	2	2		+	+					+	+						
295 <i>Xyris pancheri</i>	2	+	2		3	1		2	1	2	1					+	1	+			1			1			+	1	
285 <i>Tricostularia guillauminii</i>	1		+	1		1	+	1	+		+	1				+		1											
185 <i>Mooria buxifolia</i>	1		+			+				1	1	+																	
73 <i>Cunonia purpurea</i>					3					2		1	1	+				1											
250 <i>Schoenus brevifolius</i>	3	3	3	1		2		3	3	2	1	1	1	2	2														
51 <i>Chorizandra cymbaria</i>	1	+				1				+	+			+	+														
294 <i>Xyris neo-caledonica</i>	1	2	+	1			1	+	1	1		1	2																
251 <i>Schoenus rivularis</i>					3					1					3														
216 <i>Pantheria elegans</i>					2																				+			1	
<u>Espèces différentielles de la sous-association des berges des cours d'eau.</u>																													
177 <i>Melaleuca brongnartii</i>																2	1	3	2	2	2	+	2	2	1	2	2	1	
178 <i>Melaleuca gnidioides</i>																2	2	1	+	1	2	1		1	2	1	2		
91 <i>Dracophyllum cosmelioides</i>																1	1	1	+	1	1	2		1	1	1	1	2	
200 <i>Myodocarpus lanceolatus</i>																+	1	+		1	+	+	1	1	1	1	1	2	
186 <i>Mooria aquarum</i>						+							+			2	2					3	1	2	2	1	2		
313 <i>Decussocarpus minor</i>																+	+					2		+	+	1	1		
310 <i>Baloghia oligostemon</i>																+	1					+		1	+	+	+		
314 <i>Iteiluma baillonii</i>																													
267 <i>Styphelia longistylis</i>																	1					+	2	1	+				
229 <i>Podocarpus novae-caledoniæ</i>																		+				+		+					
311 <i>Metrosideros operculata</i>																	+					1							
317 <i>Ptilocalyx eugenioides</i>																+								+	1				
316 <i>Dacrydium guillauminii</i>																						1			1				
315 <i>Xanthostemon myrtyfolium</i>																									1			1	
36 <i>Bikkia campanulata</i>																								1	1	1	1		
<u>Espèces des sols à hydromorphie temporaire</u>																													
289 <i>Xanthostemon aurantiacum</i>																1	2	1	+	1	1	1	1	1	1	+	1		
57 <i>Costularia stagnalis</i>																1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1	
144 <i>Stenocarpus umbelliferus</i> var. <i>umbelliferus</i>													+			+	+	1	+	1	1	+	1	1	1	1	1		
131 <i>Grevillea gillivrayi</i>																+	+	+						1	2	+	+		
146 <i>Homalium kanaliense</i>																1	+	+	+		1	+		1					
55 <i>Costularia comosa</i>																1	1	+					1						
<u>Espèces compagnes à affinités écologiques variées</u>																													
102 <i>Eriaria rigida</i>		+	1	1	2	+	+	1	1	+	1	1	1	1	1							+		+					
156 <i>Lepidosperma perteres</i>		2	2	2	2		4	1	4	1	1	2	2	2	2										1				
243 <i>Scaevola beekii</i>		1	1	1	1	2	1	+	1			1	1	1	1							+	+	+					
58 <i>Costularia breviseta</i>							+		2	1	1	1	1	1	+	+	1	1	1			+					+	+	
29 <i>Baeckea ericoides</i>							+		1	1	1	2	1	+														+	
127 <i>Gleichenia circinata</i>		1	2		1		+	+					+	1	2							+							
92 <i>Drosera neo-caledonica</i>		1		+	+	2	+		+																				
184 <i>Mooria artensis</i>										+					1	1													
87 <i>Dracophyllum ramosum</i>																									+	+		+	
283 <i>Tristania glauca</i>																	+								+		+	+	
145 <i>Hibbertia pulchella</i>																									+			1	
214 <i>Pantheria alaternoides</i>																									+			+	
28 <i>Baumea deplanchei</i>		1				2					+				1	1	1				+	1							





Boulinda tableau phytosociologique n° 9	Groupe VII Association à <i>Rapanea diminuta</i> et <i>Araucaria rulei</i>		Groupe VI Association à <i>Caryophyllus kriegeri</i>	Groupe VIII Association à <i>Helichrysum neo caledonicum</i> et <i>Guioa pectinata</i>
	sous groupe VII'	sous groupe VII''		
	149	132 134 129 131 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149	104 105 106 98 97 104 103 109 101 100 107 99	139 140 137 141 146 145 143 148 142 147 144 138
<b>Espèces caractéristiques ou préférentielles du groupe VII</b>				
147 <i>Myrtus</i> sp. (J2386)	+	1	+	+
215 <i>Rapanea diminuta</i>	+	+		
99 <i>Guioa konicamboensis</i>	+	+		
98 <i>Grevillea gillivrayi</i>	+	+		
2 <i>Araucaria rulei</i>	+	+		
102 <i>Gahnia novocaledonensis</i>	+	+		
143 <i>Metrosideros engleriana</i>	+	+		
226 <i>Styphelia macrocarpa</i>	+	+		
3 <i>Alyxia caletoides</i>	+	+		
64 <i>Dutailleya sessilifoliola</i>	+	+		
143 <i>Metrosideros demoutrane</i>	+	+		
<b>Espèces caractéristiques ou préférentielles du groupe VII souvent absentes des zones dégradées.</b>				
230 <i>Styphelia gpe cymbulae</i> (V102)	+	+		
62 <i>Dracophyllum verticillatum</i>	+	+		
61 <i>Dendrobium polycladum</i>	+	+		
133 <i>Austrobuscus buxoides</i>	+	+		
127 <i>Ilex sebertii</i>	+	+		
63 <i>Dubousetia elegans</i>	+	+		
4 <i>Alyxia sorasini</i>	+	+		
79 <i>Elaeocarpus</i> sp. (J1194)	+	+		
100 <i>Garnieria spathulafolia</i>	+	+		
162 <i>Myrtenus</i> sp. (J1063)	+	+		
<b>Espèces différentielles liées à la dégradation du milieu</b>				
72 <i>Dicranopteris linearis</i>	+	+		
24 <i>Baeckea ericoides</i>	+	+		
97 <i>Glechima circinata</i>	+	+		
39 <i>Costularia nervosa</i>	+	+		
233 <i>Schoenus neo-caledonicus</i>	+	+		
<b>Espèces différentielles alti-montaines</b>				
77 <i>Earina deplanchei</i>	+	+		
227 <i>Symplocos rotundifolia</i>	+	+		
52 <i>Cononia lenormandii</i>	+	+		
154 <i>Myodocarpus crassifolius</i>	+	+		
13 <i>Argophyllum ellipticum</i>	+	+		
27 <i>Boronella pancheri</i>	+	+		
<b>Espèces caractéristiques ou préférentielles du groupe VI</b>				
43 <i>Caryophyllus kriegeri</i>	+	+		
153 <i>Morinda</i> sp.	+	+		
<b>Espèces des sols ferrallitiques remaniés</b>				
185 <i>Pancheria gpe obovata</i> (J3912)	+	+		
126 <i>Isora francii</i>	+	+		
115 <i>Homalium kanaliense</i> var. <i>boulindae</i>	+	+		
234 <i>Styphelia gpe cymbulae</i> (J2184)	+	+		
232 <i>Solmsia calophylla</i>	+	+		
103 <i>Grevillea exul</i>	+	+		
40 <i>Costularia comosa</i>	+	+		
146 <i>Myrtus</i> sp. (J2203)	+	+		
156 <i>Myodocarpus fraxinifolius</i>	+	+		
70 <i>Dendrobium gracilicaule</i>	+	+		
<b>Espèces caractéristiques ou préférentielles du groupe VIII</b>				
104 <i>Guioa pectinata</i>	+	+		
121 <i>Helichrysum neo caledonicum</i>	+	+		
<b>Espèces liées aux groupements de basse altitude</b>				
7 <i>Acacia spirorbis</i>	+	+		
8 <i>Acrtdocarpus austrocaledonicus</i>	+	+		
249 <i>Styphelia gpe cymbulae</i> (J2188)	+	+		
12 <i>Halfordia kendaek</i>	+	+		
69 <i>Deplanchea sessilifolia</i>	+	+		
216 <i>Rauwolfia semperflorens</i>	+	+		
67 <i>Dodonaea viscosa</i>	+	+		
159 <i>Myrtus artensis</i>	+	+		
74 <i>Dysoxylum nitidum</i> (J2195)	+	+		
253 <i>Santaloides</i> sp. (J1022)	+	+		
239 <i>Solanum styraciflorum</i>	+	+		
<b>Espèces des sols ferrallitiques gravillonnaires ou cuirassés</b>				
180 <i>Pancheria confusa</i>	+	+		
260 <i>Tristania guillainii</i>	+	+		
231 <i>Styphelia veillonii</i>	+	+		
269 <i>Tieghemopanax</i> sp. (J2201)	+	+		
1 <i>Alyxia rubricaulis</i> var. <i>boulindae</i>	+	+		
229 <i>Stenocarpus umbelliferus</i> var. <i>billardi</i>	+	+		
181 <i>Pittosporum kaalense</i>	+	+		
186 <i>Parsonsia</i> sp. (J2388)	+	+		
<b>Espèces compagnes à affinités écologiques diverses</b>				
39 <i>Cordia montana</i>	+	+		
182 <i>Pteridium aquilinum</i>	+	+		
131 <i>Leptidosperma perteres</i>	+	+		
148 <i>Myrtus alaternoides</i>	+	+		
228 <i>Smilax gpe neocaledonica</i>	+	+		
78 <i>Eriaxis rigida</i>	+	+		
269 <i>Tieghemopanax</i> sp. (J2196)	+	+		
223 <i>Scaevola</i> sp. (J2278)	+	+		
174 <i>Nepenthes vieillardii</i>	+	+		
116 <i>Hibbertia pancheri</i>	+	+		
272 <i>Wickstroemia viridiflora</i>	+	+		
132 <i>Lycopodium deuterodensum</i>	+	+		
145 <i>Montrouziera sphaeroidea</i>	+	+		
101 <i>Geniostoma oleifolium</i>	+	+		
261 <i>Tristania callobunus</i>	+	+		
66 <i>Dianella gpe intermedia</i>	+	+		
269 <i>Lomandra insularis</i>	+	+		
28 <i>Banksia deplanchei</i>	+	+		
96 <i>Guioa glauca</i>	+	+		
176 <i>Ocra nerifolia</i>	+	+		
68 <i>Dracophyllum ramosum</i>	+	+		
177 <i>Osmanthus austrocaledonicus</i>	+	+		
65 <i>Dendrobium odontochilum</i>	+	+		
46 <i>Costularia comosa</i>	+	+		
155 <i>Melicope leptococca</i>	+	+		
80 <i>Hedycharia parviflora</i>	+	+		

ESPECES SUPPLEMENTAIRES

25 <i>Basselintia gpe pancheri</i>	157-118	46 <i>Cordia ferruginea</i>	136-128
168 <i>Baloghia</i> sp.	159	157 <i>Moeria artensis</i>	117
218 <i>Rapanea</i> sp.	150	171 <i>Dendrobium vandifolium</i>	103
224 <i>Secamone insularis</i>	122-112-115	41 <i>Costularia breviseta</i>	119
187 <i>Phyllanthus persimilis</i>	143-144	188 <i>Phyllanthus</i> sp. (J2211)	135
152 <i>Myodocarpus elegans</i>	125	193-184 <i>Pittosporum gracile</i>	112-119
151 <i>Microsema le ratii</i>	119		

Boulinda tableau phytosociologique n° 10	Groupe V : Association à <i>Mydocarpus elegans</i> et <i>Melicope leptococca</i>										Groupe IV : association à <i>Knightsia deplanchei</i> et <i>Argophyllum laxum</i>																										
	89	95	96	90	86	85	87	92	88	94	91	83	84	95	59	51	52	56	57	74	63	58	60	62	64	65	79	55	77	53	54	75	76	78			
<b>Espèces caractéristiques ou préférentielles du groupe V</b>																																					
126 <i>Ixora francii</i>	2	2	1	+	+	1	+	+	1	1	1	+	+																								
155 <i>Melicope leptococca</i>	2		1			1				1	1	+	1																								
107 <i>Garcinia neglecta</i>	+	1				+				1	2	2	1	1																							
152 <i>Mydocarpus elegans</i>	1					1	1			+	1																										
136 <i>Geniostoma rupestre</i>						1				+	1	+	+	1																							
44 <i>Costularia pubescens</i>					4					2				+	1																						
149 <i>Myrtopsis</i> sp. (J2403)	1	+								+																											
150 <i>Mydocarpus fraxinifolius</i>										1	1																										
119 <i>Hibbertia lucens</i>	+									+	1			1																							
80 <i>Hedycaria parviflora</i>	+									+																											
108 <i>Guetarda trimera</i>										1	1																										
50 <i>Casuarina glaucescens</i>														1																							
244 <i>Schoenus tendo</i>														+																							
<b>Espèces liées aux sols ferrallitiques profonds</b>																																					
61 <i>Dendrobium polycladium</i>	1	+	+																																		
260 <i>Tristania guillainii</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2																							
185 <i>Pancheria gpe obovata</i> (J912)	1	2	1	2	+	1	+			+	1			1	1																						
234 <i>Styphelia gpe cymbulae</i> (J2184)	2	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	+																							
232 <i>Solmsia calophylla</i>	1	+	+	+	1	+	+	1	+	+	+	1	+	1	+																						
231 <i>Styphelia veillonii</i>	1	3	2	+						+	1			2	1																						
259 <i>Tieghemopanax</i> sp. (J2201)	1	+									1	+	+																								
8 <i>Acridocarpus austro-caledonicus</i>														+	+	+	+																				
65 <i>Dendrobium odontochilum</i>	+										1	1	+																								
235-228 <i>Smilax purpurata</i>	+	+								+	+	+																									
71 <i>Dendrobium vandifolium</i>	+	+								+																											
1 <i>Alysia rubricaulis</i>	+	+								+																											
127 <i>Ilex sebervillei</i>	1																																				
269 <i>Lomandra insularis</i>											+																										
153 <i>Morinda</i> sp.														+																							
229 <i>Stenocarpus umbelliferus</i> var. <i>billardieri</i>											+																										
<b>Espèces des groupements de basse altitude</b>																																					
7 <i>Acacia spirorbis</i>	+		1			1	+				1	1	+	+	2																						
67 <i>Dodonaea viscosa</i>	+					+					+	1		1																							
146 <i>Myrtus</i> sp. (J2203)	1	+								+																											
151 <i>Lethedon gpe leratii</i> (J894)	+	2									+	+																									
<b>Espèces caractéristiques ou préférentielles du groupe IV</b>																																					
130 <i>Knightsia deplanchei</i>											1	+																									
175 <i>Normandia neo-caledonica</i>													+																								
117 <i>Hibbertia altigena</i>											+																										
10 <i>Argophyllum laxum</i>																																					
190 <i>Phyllanthus</i> sp. (J2210)																																					
40 <i>Costularia comosa</i>																																					
187 <i>Phyllanthus persimilis</i>																																					
105 <i>Geniostoma</i> sp. (J837)																																					
46 <i>Codia ferruginea</i>																																					
241 <i>Schoenus juvenis</i>																																					
157 <i>Mooria artensis</i>																																					
47 <i>Callistemon gnidioides</i>																																					
106 <i>Geissois pruinosa</i>																																					
189 <i>Psidomyrtus locellatus</i>																																					
70 <i>Dendrobium gracilicaule</i>																																					
120 <i>Hibbertia heterotricha</i>																																					
<b>Espèces associées aux crêtes très érodées</b>																																					
192 <i>Pancheria engleriana</i>																																					
158 <i>Myrtus rufo punctata</i>																																					
93 <i>Ficus asperula</i>																																					
29 <i>Bikkia macrophylla</i>																																					
211 <i>Rhamnoluma</i> sp. (J2350)																																					
<b>Espèces liées aux groupements d'altitude</b>																																					
143 <i>Metrostideros engleriana</i>																																					
52 <i>Cunonia lenormandii</i>																																					
77 <i>Eartina deplanchei</i>																																					
27 <i>Boronella pancheri</i>																																					
194 <i>Pancheria reticulata</i>																																					
226 <i>Styphelia macrocarpa</i>																																					
<b>Espèces des sols ferrallitiques remaniés érodés ou colluvionnés</b>																																					
183 <i>Peripterygia marginata</i>	+																																				
39 <i>Costularia nervosa</i>	1	1	1	2	+	2	3				2	+	1	3																							
131 <i>Lepidosperma perteres</i>	2	3	1	2	2	2	3	3	1	2	3	2	2	3																							
68 <i>Dracophyllum ramosum</i>	+	+	1	1	1	2	1	1			1	1	1	2																							
41 <i>Costularia brevisepta</i>	+	+	2	1	2	+					2	2	2	1																							
115 <i>Homalium kanaliense</i> var. <i>boulindae</i>	+	+	1								1	+	1																								
188 <i>Phyllanthus</i> sp. (J2211)	+	+									1	+	+																								
103 <i>Grevillea exul</i>																																					







OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

*Direction générale :*

24, rue Bayard - 75008 PARIS

*Service des Publications :*

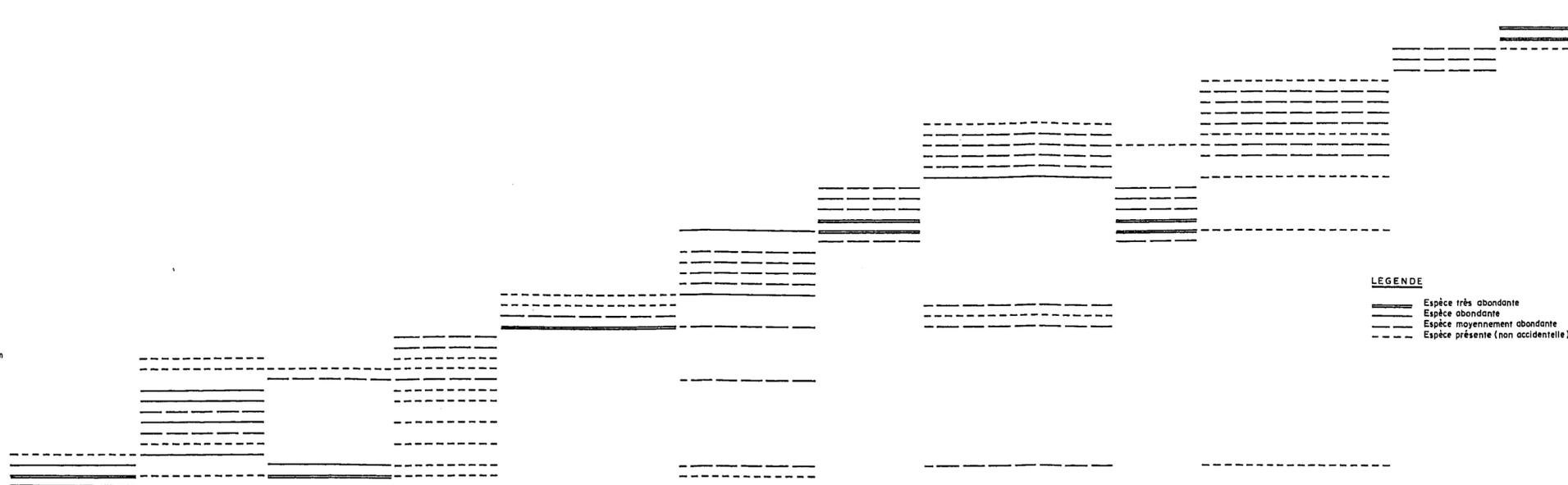
70-74, route d'Aulnay - 93140 BONDY

---

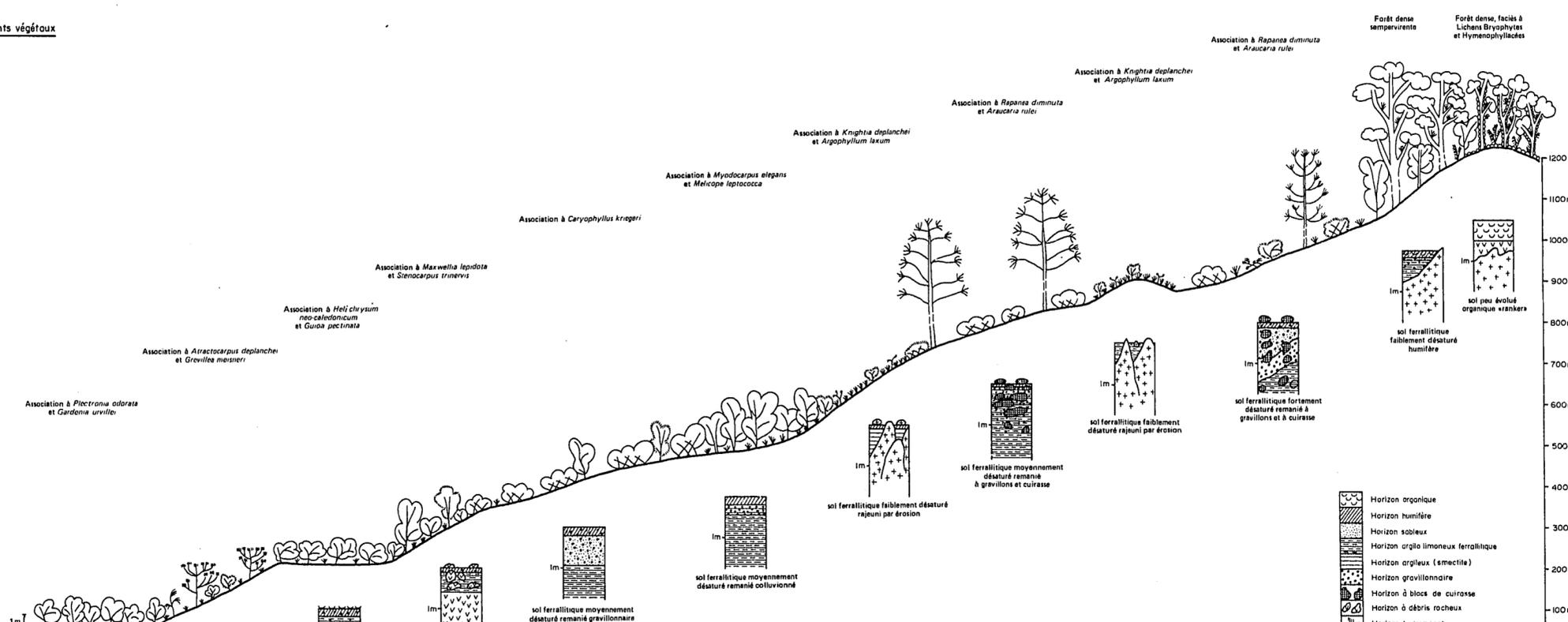
O.R.S.T.O.M. Éditeur  
Dépôt légal : 4e trim. 1980  
I.S.B.N. : 2-7099-0579-5

a) Distribution des principales espèces végétales

- Quintinia cf. media
- Metrosideros dolichandra
- Cunonia pulchella
- Cryptocarya sp.
- Decussocarpus comptonii
- Podocarpus sylvestris
- Araucaria montana
- Argophyllum ellipticum
- Symplocos sp.
- Cunonia atrorubens
- Gleichenia circinata
- Styphelia macrocarpa
- Metrosideros engleriana
- Pancheria confusa
- Styphelia cymbulata (M102)
- Araucaria rulei
- Normandia neo-caledonica
- Knightia deplanchei
- Hibbertia oligina
- Schoenus juvenis
- Costularia nervosa
- Peripterygia marginata
- Melicope leptococca
- Hibbertia lucens
- Casuarina glaucescens
- Myadocarpus cf. coronatus
- Styphelia cymbulata (J2184)
- Alyxia rubricaulis
- Caryophyllus kriegei
- Tristania guillotini
- Tristania callobuxus
- Maxwellia lepidota
- Erythroxylum novo-caledonicum
- Maytenus cf. bureviana
- Garcinia cf. neglecta
- Xanthostemon macrophyllum
- Casuarina chamaecypariss
- Astania deplanchei
- Maoria canescens
- Phyllanthus montrouzieri
- Eugenia gaeogenes
- Fimbristylis neo-caledonica
- Codia montana
- Acacia spirorbis
- Plectronia odorata



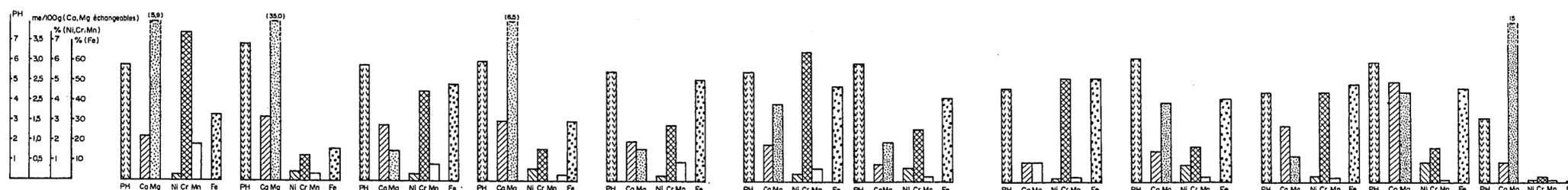
b) Répartition des groupements végétaux



c) Profils pédologiques



d) Composition minérale moyenne du sol des différents types de milieux



Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1: ABERPFTLHJDOCGQUVWMNSZXKY  
 zsaecmvnwxfkhdppqyjt 7142385690  
 Pour A2A 3A4: ABERPFTLHJDOCGQUVWMNSZXKY  
 zsaecmvnwxfkhdppqyjt 7142385690



COUPE SCHEMATIQUE DE LA PLAINE DES LACS (Massif du sud)

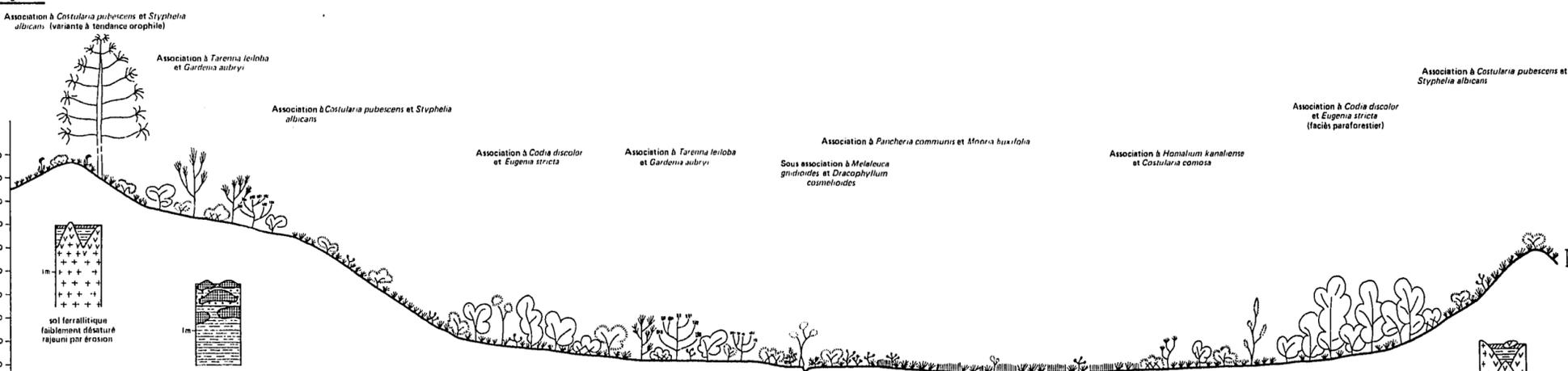
a) Distribution des principales espèces végétales

- Xeronema moorei
- Styphelia corymbosa
- Knightsia deplanchei
- Araucaria muelleri
- Normandia neo-caledonica
- Schoenus juvenis
- Styphelia albicans
- Callistemon suberosus
- Montrouzieria verticillata
- Codia albifrons
- Bikkia campanulata
- Psychotria rupicola
- Rhadamnia andromedoides
- Xyris pancheri
- Codia montana
- Dacrydium araucarioideum
- Casuarina deplancheana
- Gardenia aubryi
- Pancheria confusa
- Tarenna leioba
- Styphelia veillonii
- Tristania guillainii
- Peripterygia marginata
- Grevillea exul
- Codia nitida
- Ficus asperula
- Hibbertia pulchella
- Costularia nervosa
- Lepidosperma perterres
- Schoenus neo-caledonicus
- Myodocarpus fraxinifolius
- Alphitonia neo-caledonica
- Codia discolor
- Tristania callobuxus
- Eugenia stricta
- Litsea triflora
- Schoenus tenax
- Hibbertia lucens
- Garcinia neglecta
- Melaleuca gnidioides
- Decussocarpus minor
- Maoria aquorum
- Costularia xyridioides
- Schoenus brevifolius
- Tricostularia guillauminii
- Pancheria communis
- Maoria buxifolia
- Costularia stagnalis
- Dracophyllum ramosum
- Grevillea gillivrayi
- Xanthostemon aurantiacum
- Homalium kanaliense

- ===== espèce très abondante
- ===== espèce abondante
- espèce moyennement abondante
- espèce présente (non accidentelle)

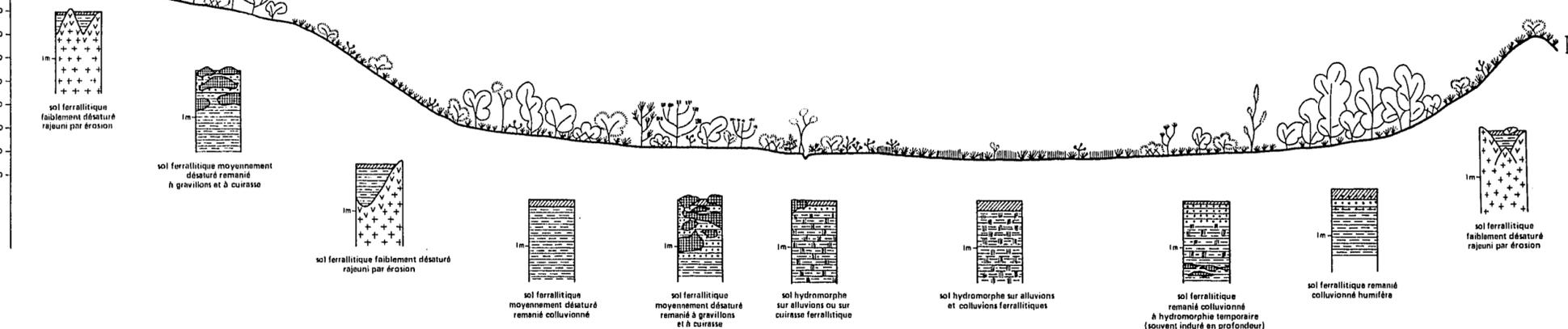


b) Répartition des groupements végétaux

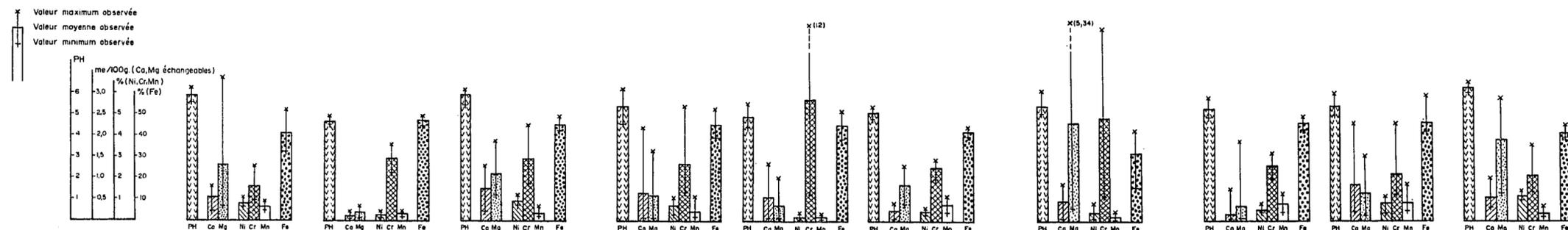


c) Profils pédologiques

- Horizon humifère
- Horizon argilo limoneux ferrallitique
- Horizon gravillonnaire
- Horizon à blocs de cuirasse
- Horizon hydromorphe
- Roche altérée
- Roche saine (Péridotites)



d) Composition minérale du sol des différents types de milieu



Cette mire doit être lisible dans son intégralité  
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLJDOCGQUVWMNSZXKY  
 zsaecmuvnwixrfkhdppqjlt 7142385690  
 Pour A2, A3, A4: ABERPFTHLJDOCGQUVWMNSZXKY  
 zsaecmuvnwixrfkhdppqjlt 7142385690

