

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre de Nouméa

- - - - -

P E D O L O G I E

Les Sols de l'île de Mangareva (Gambier)

Reconnaissance, Inventaire et Etude détaillée
des caractéristiques physiques, hydrodynamiques, chimiques,
physicochimiques et minéralogiques des principaux types de sols.

par

G. T E R C I N I E R

Directeur de recherches (O.R.S.T.O.M.)

- -

Nouméa, Septembre 1966

Dans le cadre des études confiées au S.M.C.B. en Polynésie Française, celle des sols de l'île de Mangareva a été exécutée sur convention passée entre l'O.R.S.T.O.M. et la D.I.R.C.E.N.

Les reconnaissances, prospections, prélèvements d'échantillons et levées de minutes de carte ont été faits en février et mars 1966 avec les moyens matériels mis aux Iles Gambier à la disposition de la mission O.R.S.T.O.M. par le S.M.C.B.

A l'exception de certaines déterminations nécessitant un matériel très spécialisé (nature des argiles, teneurs en oligoéléments) qui ont été confiées aux Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy, les analyses ont été effectuées au laboratoire de Pédologie du centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, sous la direction technique effective du chercheur responsable de l'étude, du mois d'avril au mois d'août 1966.

Le présent rapport, dans lequel sont exploités les résultats obtenus tant sur le terrain qu'au laboratoire, a été rédigé au cours des mois d'août et septembre 1966. La carte pédologique prévue ne l'accompagne pas, faute des fonds topographiques nécessaires à la mise au propre des levées de terrain et aux tirages : au cas où ces fonds topographiques seraient fournies, il deviendrait possible de la dresser et de la communiquer au demandeur dans un délai de quelques semaines.

Inventaire des Sols de l'île de Mangaréva

Profils Tableaux
étudiés d'analyses

I - <u>Sols Minéraux bruts</u> : p. 17			
1 - <u>Basaltes et Dolerites</u> : p. 17			
2 - <u>Tufs Gris et Rouges basaltiques</u> : p. 17			
II - <u>Sols peu Evolués</u> : p. 18 - 43			
II A - <u>Sols d'Erosion</u> : p. 18 - 22			
1 - <u>Bruns Gris juvéniles sur roche en place</u> : p.18 - 19	GA 16	TAB I	
2 - <u>Bruns Rouge sur zones de départ ferrallitique</u> : p.19-22			
2 - 1 : Bruns Rouge modaux : p. 20	GA 26	TAB I	
2 - 2 : Bruns Rouge remaniés par produits de ruissellement : p. 21 - 22	GA 36	TAB I	
II B - <u>Sols d'Apports</u> : p. 22 - 43			
1 - <u>D'Eboulis humifères</u> : p. 22 - 27			
1 - 1 : de ruissellement sur plateau : p. 22 - 24	GA 1	TAB II	
1 - 2 : pierreux de bas de pentes : p. 24 - 25	GA 5 et 6	TAB II	
1 - 3 : rocheux de flancs et hauts de pentes : p.25-27	GA 22	TAB III	
2 - <u>Colluviaux-Alluviaux</u> : p. 27 - 43			
2 - 1 : <u>Bruns Gris eutrophes</u> : p. 27 - 33			
2-1-1 : modaux : p. 27 - 29	GA 27	TAB III	
2-1-2 : vertiques : p. 29 - 31	GA 23 et 44	TAB IV	
2-1-3 : remaniés non calcaires : p. 31	GA 32	TAB IV	
2-1-4 : remaniés calcaires : p. 31 - 33	GA 35	TAB IX	
2 - 2 : <u>Bruns Chocolat et Bruns eutrophes</u> : p.33 - 37			
2-2-1 : magnésicoles de piedmont : p. 33 - 36	GA 11 et 20	TAB V	
2-2-2 : calcicoles de recouvrement sur calcaire : p.36-37	GA 38	TAB V	
2 - 3 : <u>Ferrallitites Brun Rouge mésotrophes</u> : p.37-43			
2-3-1 : de ruissellement : p. 38 - 40	GA 10 et 42	TAB VI	
2-3-2 : d'épandage : p. 40 - 43	GA 18 et 41	TAB VI	
III - <u>Sols Calcimorphes</u> : p. 43 - 52			
1 - <u>Humo Carbonatés sur sable corallien</u> : p. 44 - 52			
1 - 1 : modaux : p. 44 - 48	GA 7,17 et 33	TAB VII	
1 - 2 : remaniés en surface par des apports : p.48-50	GA 14,29 et 30	TAB VIII	
1 - 3 : hydromorphisés : p. 51 - 52	GA 13	TAB IX	

.../...

IV - Vertisols et Paravertisols : p. 53 - 65

1 - Sols Bruns Vertiques : p. 53 - 65

1 - 1 : Intergrades aux Sols d'Erosion : p. 54 - 57

1-1-1 : régurisés : p. 54 - 55

1-1-2 : pierreux : p. 55 - 57

GA 39 TAB X
GA 8,9 et 43 TAB X et XI

1 - 2 : Intergrades aux Sols Ferrallitiques : p. 57-62

1-2-1 : pierreux typiques : p. 58 - 60

1-2-2 : profonds de méplats : p. 60 - 62

GA 15 et 31 TAB XI
GA 25 TAB XII

1 - 3 : Colluviaux : p. 62 - 64

GA 2 TAB XII

VI - Sols à Mull : p. 65 - 67

1 - Sols Bruns Eutrophes Tropicaux : p. 65 - 67

GA 40 TAB XIII

VIII - Sols à Sesquioxides : p. 67 - 83

1 - Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique : p. 68 - 83

1 - 1 : Ferrallitiques non dégradés : p. 69 - 71

GA 3 TAB XIII

1 - 2 : Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique dégradés :
p. 71 - 78

1-2-1 : érodés principalement en nappe : p. 72 - 74

GA 12 TAB XIII

1-2-2 : profondément érodés, avec remaniements importants :
p. 74-78

GA 4,19 et 37 TAB XIV et XV

1 - 3 : Remaniés par apports de minéraux frais : p. 79-83

1-3-1 : de contrebas de falaises rocheuses : p. 79-82

GA 21 TAB XV

1-3-2 : de bas de pente : p. 82 - 83

GA 28 TAB XV

X Sols Hydromorphes : p. 84 - 88

1 - Humiques à Gley à anmoor calcique : p. 84 - 86

GA 24 TAB IX

2 - A Gley tachetés eutrophes : p. 86 - 88

GA 34 TAB XVI

Remarque : Les Sols des classes V (Isohumiques) et VII (à humus grossier) ne sont pas représentés à Mangareva. Ceux de la classe IX (Holomorphes) n'ont qu'une trop faible extension, sur l'extrême bordure littorale, pour être pris en considération.

Légende de la carte des Sols de l'île de Mangaréva

- 1 - Association de Sols Minéraux bruts, Bruns Gris juvéniles d'Erosion et Bruns Vertiques pierreux.
- 2 - Association de Sols Bruns Gris juvéniles d'Erosion et Bruns Vertiques régurisés et pierreux.
- 3 - Sols d'Erosion Bruns Rouge sur zones de départ ferrallitique.
- 4 - Sols d'Eboulis humifères de ruissellement sur plateau.
- 5 - Sols d'Eboulis humifères pierreux et rocheux de pentes.
- 6 - Sols Colluviaux - Alluviaux Bruns Gris eutrophes.
- 7 - Sols Colluviaux - Alluviaux Bruns Chocolat et Bruns eutrophes.
- 8 - Ferrallitites Brun Rouge de ruissellement.
- 9 - Ferrallitites Brun Rouge d'épandage.
- 10 - Sols Humo Carbonatés sur sable corallien.
- 11 - Sols Humo Carbonatés sur sable corallien hydromorphisés.
- 12 - Sols Brun Vertiques.
- 13 - Sols Bruns Eutrophes de pentes.
- 14 - Sols Ferrallitiques non dégradés.
- 15 - Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique dégradés ou remaniés.
- 16 - Sols Humiques à Gley à anmoor calcique (principale surface)
- 17 - Sols à Gley tachetés eutrophes (principales surfaces)

Remarque : La présente légende ne reprend pas exactement les termes de l'inventaire précédent.

Les sujétions de la cartographie conduisent en effet à y grouper des sols appartenant à des classes différentes mais intimement associés sur le terrain. De même certaines distinctions au niveau des sous groupes, séries ou phases assez faciles à faire entrer dans l'inventaire devenaient quasi impossibles en cartographie. Des groupes de sols bien définis mais strictement localisés et n'occupant le plus souvent que de faibles surfaces d'un seul tenant, hydromorphes particulièrement, n'ont pu être qu'occasionnellement portés sur la carte.

De plus, il doit être précisé que, dans une île à relief aussi tourmenté que Mangaréva, une cartographie des sols autre que schématique demanderait non seulement beaucoup de temps, mais aussi et surtout une importante assistance technique (piquetage) et une documentation, fond topographique de précision à grande échelle et photographies aériennes de qualité surtout, dont nous étions loin de disposer.

Introduction

Située par 23°07' de latitude S et 134°58' de longitude W, Mangareva est l'île principale du petit archipel des Gambiers, à l'extrémité SE du territoire de la Polynésie Française. C'est une île haute d'origine volcanique d'environ 15 km², nettement allongée de l'ENE à l'WSW, et culminant à 441 m au Mont Duff. On peut y distinguer deux parties. La première, orientée du NE au SW et culminant au Mont Mokotaké (211 m), est formée d'une longue arête principale de 6 km de long sur 1 km de large en moyenne dont se détachent, au N et à l'E, des arêtes secondaires délimitant un certain nombre de baies dont celle de Takou. La seconde, orientée d'E en W, longue de 5 km et atteignant 2 km dans sa plus grande largeur, est beaucoup plus massive et plus haute avec les M^t Duff et Mokoto (425 m). A la limite de ces deux parties, la largeur de l'île est réduite à 700 m et sa hauteur à une centaine de mètres au col de Gatavaké. Décalées au SW par rapport à cet isthme, s'étendent de part et d'autre du pied du Mont Duff les deux plus vastes plaines côtières de Mangareva, celle de Gatavaké sur la côte NW et celle de Rikitéa, capitale administrative et principale agglomération de l'archipel, sur la côte ESE.

En dépit de leur taille plus modeste, de caractéristiques climatiques assez différentes et de l'éloignement, les Gambiers présentent certaines analogies de milieu naturel et humain avec les Marquises. Comme celles-ci du reste, et contrairement aux Australes situées sous la même latitude, elles ont souffert d'un grave dépeuplement au cours du 19^e siècle et des premières années du 20^e siècle amenant la population à y passer de plusieurs milliers à quelque 500 habitants. Ces derniers vivent presque tous à l'heure actuelle à Mangareva et tout particulièrement dans les agglomérations de Rikitéa et de Takou, les autres régions même apparemment fertiles de l'île étant presque totalement laissées à l'abandon. Jusqu'à ces dernières années, du fait surtout de l'éloignement, les Gambiers vivaient en économie quasi fermée basée sur la pêche, un peu d'élevage (porcs, bovins, chèvres devenues cependant assez rares et poulets), la culture de plantes racines (taros, patates, manioc, ignames) et la cueillette de fruits (noix de coco, mangues, fruits de l'arbre à pain). Un minimum de revenus monétaires était apporté par la vente sur Tahiti d'un peu de coprah, de nacre et d'objets de bois sculpté ainsi que, généralement sur les Touamotou, de café et de fruits frais (oranges principalement). Une brusque mutation de cette économie s'observait au moment de notre passage : plein emploi de la main d'œuvre disponible, engouement pour les cultures maraîchères européennes provoqué par une forte demande à prix élevé avec, corrélativement, désaffection pour les cultures traditionnelles vivrières et surtout d'exportation, ces dernières d'un moindre rapport que le travail salarié ou la production de légumes, par des méthodes plus ou moins "minières", sur des terres de la frange littorale rarement utilisées jusqu'ici en cultures sarclées.

Il convient aussi de rappeler que les Gambiers ont été très densément peuplés et que l'élevage du mouton et de la chèvre, fort mal adapté à des îles à relief aussi tourmenté, y fut entrepris en grand à une époque donnée. S'il est actuellement difficile de faire la part d'un possible surpeuplement ancien et d'un élevage inadapté et sans doute mal contrôlé vis à vis d'un probable déboisement, de la dégradation des terres, de l'érosion des sols et, sans doute aussi, d'une modification dans un sens plus souvent défavorable que favorable du mode même d'évolution pédologique de ceux-ci, il est certain que l'un et l'autre ont pu fortement y contribuer.

I - Les conditions du milieu dans leurs rapports avec les sols.

A - Le Climat

L'on dispose de données assez complètes de 13 années d'observations du Service Météorologique de la Polynésie Française à Rikitéa (1952 à 1964). Il convient cependant de préciser que, si réduit que puisse être sa superficie, une île océanienne présentant un côté au vent (Rikitéa) et un côté sous le vent (Takou), à relief aussi dur et tourmenté que Mangareva, est susceptible de présenter des écarts climatiques considérables d'un point à un autre au moins en ce qui concerne la pluviosité et l'humidité relative. Néanmoins, aucune preuve de telles variations climatiques d'une région ou d'une côte à l'autre de l'île ne peut être retirée de l'examen de la composition floristique ou de l'aspect physiognomique de la végétation, non plus que du mode de répartition et d'évolution actuelle des sols. D'après de tels critères, le versant sous le vent paraîtrait recevoir des précipitations plus abondantes que le versant au vent, ce qui serait pour le moins surprenant ; la raison de cette anomalie apparente doit sans doute être recherché dans une répartition de la végétation et des sols beaucoup plus en rapport avec la morphologie qu'avec le climat.

Rikitéa est caractérisé par des précipitations atmosphériques assez abondantes et surtout remarquablement bien réparties puisque sur 1960 mm de pluie tombant en moyenne dans l'année, le mois le plus humide (mars) en reçoit 213 et le plus sec (septembre) 123. Le nombre de jours de pluie par mois est aussi très stable, 16 pour les plus humides, 12 pour les plus secs. Même si l'on choisit une "année sèche" comme 1964 où la somme des précipitations n'a été que de 1330 mm, on constate que deux mois seulement ont reçu moins de 80 mm de pluie : février avec 56 mm en 5 jours et Novembre avec 60 mm en 9 jours. Si une bonne part de cette eau tombe sous forme de pluies fines, les précipitations diluviennes de 100 à 200 mm en 24 heures n'en sont pas pour autant exceptionnelles et peuvent se produire à n'importe quelle époque de l'année : à en juger d'après l'importance du ruissellement sur les pentes et, au moins en ce qui concerne les surfaces de Sols Ferrallitiques, de celle des transports solides qui résultent des chutes de 15 à 25 mm de pluie en quelques heures que nous avons pu observer, de telles masses d'eaux ne peuvent s'infiltrer sur place que pour une très faible part et sont susceptibles de provoquer une érosion très importante quoique extrêmement variable dans son intensité et dans ses formes selon la nature des sols et du couvert végétal.

L'humidité relative et la tension de vapeur d'eau moyennes ne varient aussi que très peu au cours de l'année; la première de ces vapeurs oscillant entre 81 % en décembre et 77 % en août, la seconde entre 26,6 millibars en février et 19,8 millibars en août.

L'évaporation mesurée à l'évaporomètre de Pitche est de l'ordre de 900 à 1.000 mm par an et ne dépasse qu'exceptionnellement 100 mm par mois. Si l'on tient compte de ce que l'évapotranspiration potentielle qui correspond à la quantité d'eau évaporée par un sol garni de végétation est au maximum de 75 % de l'évaporation mesurée par cette méthode et plus probablement de l'ordre de 50 à 60 % de celle-ci (1), on constate que non seulement aucune période de l'année à Rikitéa ne peut être statistiquement qualifiée de sèche (évapotranspiration plus forte que pluviosité), mais même que les périodes de sécheresse accidentelles doivent y être assez rares et peu marquées. Néanmoins notre séjour à Mangareva ayant coïncidé avec une période de très net déficit pluviométrique, l'humidité en place de certains sols de plateaux ou flancs de pente couverts, soit d'une végétation dense, grosse consommatrice d'eau, soit au contraire quasi dénudés et soumis à un drainage externe intense, a été trouvée assez voisine de celle correspondant au point de flétrissement (p_F 4,2). mais il convient de préciser à ce sujet, d'une part que les arbres, arbustes ou légumineuses lianiformes responsables de cette grosse consommation d'eau ne paraissent guère souffrir de la dite sécheresse, de l'autre que ce déficit en eau utile n'a été retrouvé pour aucun des sols des zones littorales y compris ceux que les producteurs de légumes se croient tenus d'arroser abondamment et fréquemment, les mesures ayant bien entendu été faites sur des surfaces ne recevant pas d'arrosage. Dans ces mêmes zones littorales, l'absence complète ou quasi complète de compétition pour l'eau entre couvert de plantes salissantes ou Leucaena glauca (acacia) d'une part. et cocotier de l'autre, amène aux mêmes conclusions.

L'insolation est voisine de 2020 H année avec un maximum en janvier de 253 H et surtout un minimum très bien marqué en Juin : 139 H. Le nombre de jours d'insolation continue aussi bien que nulle est faible : 8 et 12 respectivement en 1964 année plus ensoleillée que la normale. Au cours de la période de référence, on note que la nébulosité est en moyenne égale ou inférieure à $1/8$, 8 jours par an et égale ou supérieure à $7/8$, 97 jours par an. Au total, l'ensoleillement apparaît modéré, nettement inférieur à celui des Touamotou et des Marquises (Atuona), légèrement plus faible que celui de la "côte sèche" de Tahiti (Faaa) et des Sous le Vent (Bora Bora) mais, sans même tenir compte de Rapa, supérieur à celui des Australes.

Au sol, les vents soufflent le plus souvent du SE au NE avec une nette dominance plein Est. Les vents du N, du NW et de l'W ne sont cependant pas rares, ceux du S et du SW étant par contre exceptionnels.

La température moyenne annuelle à Rikitéa est de $23^{\circ}7$ et l'écart entre le mois le plus chaud (février) et le plus froid (août) est de $4^{\circ}2$, les températures supérieures à 30° aussi bien qu'inférieures à 15° étant très exceptionnelles (aucune en 1964). On remarquera que la température moyenne est plus élevée et la

.../...

(1) D'après SCHOFIELD cité par DUCHAUFOUR, l'évapotranspiration potentielle est égale à celle d'une nappe d'eau libre multipliée par 0,6 (hiver) ou 0,8 (été). Les mesures faites par la section d'hydrologie du centre ORSTOM de Nouméa indiquent qu'en Nouvelle Calédonie, dont le climat est assez comparable à celui des Gambiers, l'évaporation mesurée à l'évaporomètre de Pitche est sensiblement égale à celle d'une nappe d'eau libre multipliée par 1,3.

variation thermique annuelle plus faible que pour les autres îles françaises du Pacifique situées sensiblement sous la même latitude. Aussi et compte tenu de ce qu'à Rurutu (T moyenne 23°4) et, jusqu'à une certaine altitude correspondant à des températures sans doute moins élevées, dans les îles du centre et du sud des Nouvelles Hébrides, le cocotier prospère tout à fait normalement, l'insuffisance de chaleur ne paraît pas constituer une explication satisfaisante de la fréquente inadaptation de celui-ci dans les plaines littorales et sur les plus basses pentes de Mangareva où, du reste, il n'est pas rare de voir certains de ces palmiers bien développés et chargés de noix. En réalité un facteur limitant climatique plus sérieux de la productivité du cocotier pouvait y être parfois une insolation trop limitée liée à sa plantation trop serrée, à sa fréquente association avec des arbres de grande taille (manguier, arbre à pain, jmelonnier) lui disputent la lumière et à l'interposition d'écrans montagneux devant le soleil une partie de la journée : or c'est sur le site et aux alentours immédiats de Rikitea que de telles situations d'ensoleillement insuffisant du cocotier sont les plus fréquentes. Mais pour l'ensemble de l'île, ce sont des facteurs édaphiques qui nous paraissent de loin les plus limitants même pour des plantes héliophiles et à exigences thermiques assez élevées comme le cocotier : très faible potentiel de fertilité et dégradation des Sols Ferrallitiques, déficience potassique assez généralisée et tout particulièrement marquée pour les Sols sableux Calcaires de la bordure littorale, excessive compacité et très médiocre drainage interne des Sols Vertiques.

B - Géologie - Morphologie - Evolution physiographique

Peu de renseignements sont disponibles à ce sujet. Les Gambiers représentent certainement l'une des terres volcaniques les plus anciennes de la Polynésie Française, peut être d'âge paléogène, qui, depuis sa mise en place, a été profondément attaquée par l'érosion et a sans doute subie de multiples variations de son niveau de base. L'on peut supposer qu'elles constituent des témoins d'un grand arc volcanique dont la subsidence aurait provoqué un enfoncement beaucoup plus marqué et prolongé dans le temps en son centre (Touamotou) qu'à ses extrémités : Gambiers et peut être Pitcairn à l'ESE, Iles Sous le Vent et atoll surélevé de Makatéa à l'WNW.

D'après nos propres observations, Mangareva est essentiellement constituée de coulées subhorizontales de basalte, interstratifiées avec des tufs à lapilli eux-mêmes basaltiques, les masses de ces deux formations étant sensiblement équivalentes. Par la suite, de nombreux filons de dolérite sont venus les injecter et les recouper obliquement tandis qu'une activité fumerollienne provoquait une fréquente rubéfaction des tufs, rubéfaction qu'il faut se garder de confondre avec un début d'altération pédologique.

A l'inégale résistance à l'érosion et à l'altération des coulées massives et des tufs peuvent être rapportées les formes en gradins du modelé, particulièrement bien marquées aux flancs de Mont Duff, mais pouvant être également observées ailleurs, notamment tout le long du versant SE de l'île. Il est possible que le large méplat du "plateau du couvent", au pied sud du Mont Duff, soit lié à la présence d'une coulée particulièrement épaisse et résistante, encore qu'une interprétation de ce plateau comme marquant un ancien niveau de base nous paraisse plus satisfaisante. L'armature de filons doléritiques recoupant les coulées et les tufs selon un angle de l'ordre de 45° pourrait être, au moins pour une part, responsable de nombreux affleurements rocheux et du caractère fréquemment cahotique et cloisonné du relief. Comme dans d'autres îles de la Polynésie Fran-

gaise (région de Faaa à Tahiti, col de Huahine à Tubuai), la rubéfaction des tufs se communique à leurs produits d'altération; aussi conviendrait-il de ne pas considérer des variations mêmes brutales de la couleur des sols comme un indice certain de mode ou de degré différent de pédogénèse.

Compte tenu de certaines caractéristiques particulières du volcanisme basaltique océanien, les sols formés à partir de ces roches ont toute chance d'être particulièrement bien pourvus en fer, titane et phosphore. L'alumine risque d'y être subordonnée au fer et peut même en arriver à l'être au titane (Hawaï, Samoa, région de Taravao à Tahiti). La magnésie pourra s'y trouver en quantité nettement supérieure à la chaux à l'état de réserves et sensiblement équivalente sous forme échangeable (Archipel de la Société, Australes, Marquises, Nouvelles Hébrides). Quant à la potasse elle risque d'être fréquemment déficiente et subordonnée au sodium. Au niveau des oligoéléments, le manganèse, le nickel, le cobalt, le chrome, le gallium, le césium et le vanadium pourront être abondants, tandis que le bore, le molybdène, l'étain, le plomb et le rubidium risquent d'être faibles (Archipel de la Société, Australes, Nouvelles Hébrides).

L'altération ferrallitique des roches basaltiques est susceptible de se produire à une température nettement moins élevée et jusqu'à un stade plus avancé que celle des roches acides. Néanmoins pour des îles comme Mangareva, les formes tourmentées du relief maintenant les sols de fortes pentes à un stade d'évolution juvénile (parfois à produits amorphes très actifs), sont un très sérieux facteur limitant de la ferrallitisation. En cas de médiocre ou mauvais drainage interne et de pédogénèse en présence d'une eau d'imbibition chargée en silice et bases (magnésie tout particulièrement), des argiles de la famille de la montmorillonite se forment très préférentiellement, d'où l'individualisation de Sols Vertiques. Entre ces deux pôles, ferrallitique et vertique, un stade intermédiaire ferrallitique avec individualisation sur roches basiques et en climat chaud et régulièrement humide toute l'année d'un type d'argile assez particulier, l'halloysite se manifeste fréquemment (Moorea, Tubuai, Nouvelles Hébrides, Antilles Françaises (1)). A l'examen morphologique, il est particulièrement difficile de reconnaître la présence d'halloysite ou métahalloysite, aussi bien dans des sols à faciès vertique que dans ceux à faciès ferrallitique. Si la diffraction aux rayons X peut seule apporter une certitude, des capacités d'échange relativement basses de sols à faciès vertique et, à l'inverse, anormalement élevés de sols à faciès ferrallitique sont des indications de la présence probable d'halloysite comme type d'argile dominante.

Une très nette dyssymétrie de versant se remarque à Mangareva, le flanc de l'île exposé au SE et au S présentant une pente moyenne beaucoup plus accusée que celui exposé au NW et au N. Tout en constituant un argument en faveur de l'emplacement d'une ancienne caldera au SE, ceci permet de comprendre pourquoi les Sols Ferrallitiques très nettement dominants sur la face sous le vent de l'île cèdent très fréquemment la place à des sols beaucoup moins évolués, généralement Bruns Vertiques, sur sa face au vent. Néanmoins les Sols Ferrallitiques du versant sous le vent sont actuellement soumis à une érosion intense favorisée par des pourcentages de pente encore très forts tandis que l'on remarquera, sur l'un comme sur l'autre versant, aux environs de la cote 80 m, une série de méplats

.../...

(1) Cf COMET-DAAGÉ (F.) et LAGACHE (P.) - Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles françaises : Cahiers ORSTOM, Vol III, fasc 2, p. 91-121, 1965

correspondant, même du côté au vent, à des Sols Ferrallitiques profonds : l'un de ces méplats très développé et pour une part recouverts de produits d'éboulis récents du Mont Duff correspond au plateau du couvent au S de Rikitea.

Au cycle actuel d'érosion s'attaquant à la face sous le vent de l'île correspondent des formations colluvioalluviales de piedmont venant recouvrir en biseau et selon une pente sensible des sables calcaires coralliens sensiblement à la cote 1,50 m. Par contre, sur l'autre versant de l'île, une zone légèrement déprimée favorable à l'individualisation de surfaces plus ou moins marécageuses, s'étend assez souvent en arrière de ces mêmes sables coralliens jusqu'au pied de pente : l'on peut en déduire l'absence d'érosion accélérée subactuelle d'hypothétiques Sols Ferrallitiques ayant recouverts les fortes pentes dominant le littoral SE et S. L'on peut vraisemblablement rapporter les formations sableuses littorales d'origine corallienne à un récent abaissement de 1 à 2 m du niveau de base d'origine eustatique reconnu pour toutes les îles du Pacifique Sud, la présence de quelques grès de plage nettement exondés et lapiézés en contre bas du plateau du couvent paraissant confirmer ce point de vue. A une cote de l'ordre de 4 à 5 m, un autre niveau de base, marqué par une petite falaise avec encoche à sa base peut être suivi sur tout le pourtour de l'île, une terrasse surélevée occupant le fond de la baie de Rikitea, en contrebas de la piste de Gatavaké, paraissant aussi y correspondre.

De façon tout à fait schématique et à titre largement hypothétique, on peut, à partir des observations précédentes, proposer pour les Gambiers en général et Mangareva en particulier l'évolution physiographique suivante,

La mise en place d'appareils aériens beaucoup plus importants que les témoins qui en subsistent serait peut être intervenu dès le paléogène. Après cessation de l'activité volcanique, l'érosion aurait profondément attaqué et disséqué ces formations en dégageant les parties les plus dures à l'état de necks et de dykes (Mt Duff et Mokoto), mettant à nu les filons de dolerites et provoquant, par les eaux météoritiques les traversant, la cimentation en tufs des niveaux de scories. Une longue période de subsidence aurait en même temps amené l'enfoncement progressif des îles, cette subsidence s'étant cependant assez précocement arrêtée ou considérablement ralentie. Le niveau de base lors d'une grande transgression (pliocène, quaternaire ancien ?) aurait été de 70 à 80 m plus élevée qu'actuellement : ce niveau retrouvé pour un grand nombre d'îles du Pacifique, notamment Makatea et Rurutu en Polynésie Française, correspondrait au plateau du couvent et à un net décrochement de la ligne de pente sur tout le pourtour de Mangareva. L'état de quasi pénéplanisation alors atteint aurait favorisé une altération profonde et prolongée de la roche amenant le maximum des Sols Ferrallitiques et les plus développés en épaisseur d'entre eux à se retrouver sensiblement à ce niveau. Lors de la régression qui aurait suivi, la ferrallitisation se serait étendue, au dessous de cette cote, aux pentes relativement douces du versant NW et N de Mangareva, mais n'aurait que peu affectée les pentes beaucoup plus raides de son versant SE et E, à moins que la majorité des Sols Ferrallitiques formés sur celui ci n'ait été précocement déblayé par l'érosion. Des fluctuations récentes du niveau de base, d'origine vraisemblablement eustatique, sont marquées par des terrasses de 5 m et 1,50 m, cette dernière subactuelle correspondant aux formations colluvioalluviales modernes et aux plages de sable corallien légèrement surélevées reconnues sur tout le pourtour de Mangareva. Sans qu'il soit facile d'en établir la part de responsabilité par rapport à d'autres facteurs, approfondissement excessif, lessivage et désertification des profils, déboisement et mesusage des surfaces, ces mouvements positifs récents de quelques mètres ont pu contribuer à déclencher la phase d'érosion accélérée s'attaquant actuellement de façon spectaculaire aux Sols Ferrallitiques du versant sous le vent de l'île.

.../...

L'incertitude régnant sur l'âge du volcanisme mangarévien est une première objection que l'on peut faire à une évolution physiographique telle que celle que nous venons de proposer. Les travaux, malheureusement incomplètement venus à notre connaissance, de D. KRUMMENACHER et J. NOETZLIN du laboratoire de géochronologie de l'université de Genève sur la datation des coulées éruptives dans différents archipels de la Polynésie Française devraient permettre de la lever (cf. C.R. sommaire Sté Géol. de France, 1966, fasc 3, 21 mars 1966). Une autre possible objection pourrait être l'absence de récif barrière fortorement exondé témoin de la transgression de 70 à 80 m admise. De tels récifs surélevés manquent cependant souvent autour d'îles océaniques ayant presque certainement subi une telle transgression (Nouvelle Calédonie, Rurutu) et, même en mer suffisamment chaude, ce qui n'a pas été forcément le cas ici, des barrières coralliennes ne se développent pas obligatoirement (Marquises). De plus, à l'autre extrémité du grand arc des Touamotou, en mer plus chaude, on trouve l'atoll soulevé de Makatea et des récifs barrières surélevés autour de certaines îles hautes (Bora Bora, Maupiti).

C - Végétation

L'extension de deux formations végétales occupant, en dehors des plaines côtières, la majorité des surfaces de Mangareva attire immédiatement l'attention : la lande à fougères (Dicranopteris linéaria, synonyme Gleichenia dichotoma) et la "jungle" à aeho (Miscanthus floridulus, synonyme M. japonicus).

La lande à Gleichenia représente le type de végétation le plus courant sur sols dégradés et fortement acides, souvent de nature ferralitique, de toutes les zones humides des îles du Pacifique Sud. Elle induit, sous son couvert, l'individualisation d'humus encore lié à la fraction minérale des sols (modérément acide), mais dont le rapport C/N très élevé et la forte teneur en acide fulvique sont l'indication d'une évolution difficile et incomplète de la matière organique dont la décomposition est presque certainement inapte à libérer de l'azote utilisable. A Mangareva, elle constitue un couvert souffreteux des lignes de crêtes et flancs de pentes de Sols Ferrallitiques, y laissant même la place, en cas d'érosion par ravines, ravins et arrachements, à des surfaces totalement dénudées; mais sur pentes douces, méplats et colluvions, elle peut être assez haute, dense et verdoyante.

Le Miscanthus, grande graminée rappelant un roseau et même par sa tige, certains bambous, est relativement rare en Polynésie Française, au moins en tant qu'élément physionimique du paysage, mais est très répandu, à ce titre, dans d'autres îles du Pacifique Sud : Nouvelle Calédonie et plus encore Fidji. Si son adaptation au climat et aux conditions de très fortes pentes des Gambiers est tout à fait normale, on le trouve généralement ailleurs sur des sols jaunes eutrophes ou mésotrophes certes, mais plus friables et à meilleur drainage interne que ceux de type Brun Vertique qu'il occupe très préférentiellement à Mangareva. En sous étage du Miscanthus, une autre graminée, Paspalum cf orbiculare, contribue sérieusement au couvert et à la fixation de ces mêmes Sols Bruns Vertiques.

Généralement au haut du flanc NW et N de l'île et formant alors, à partir de la ligne de crête, des angles rentrant dans la lande à fougères, le Miscanthus, moins bien développé végétativement et en touffes discontinues, est associé à quelques plants rabougris de goyaviers et à un tapis ras d'Elephantopus mollis (faux tabac) et de Chrysopsis aciculatus (piri-piri) : cette formation végétale correspond très souvent à des Sols d'Erosion sur zone de départ ferralitique.

Une autre formation herbacée paraissant avoir une signification édaphique assez précise est la prairie haute à Panicum maximum (herbe de Guinée) qui, à Mangareva, occupe souvent les Sols d'Eboulis humifères déboisés et Brun Gris juvéniles d'Erosion.

En dehors des plaines littorales, seuls les Sols d'Eboulis humifères apparaissent encore fréquemment boisés, encore que la sylve naturelle y ait été quasi totalement détruite, de rares témoins avec, comme essence la plus caractéristique le bancoulier (Aleurites moluccana), s'accrochant aux pentes très raides et difficilement accessibles des têtes d'éboulis. L'on y trouve surtout des arbres ou arbustes utiles, plantés ou protégés par l'homme : caféiers et leurs légumineuses d'ombrage, cocotiers et arbres à pain (Artocarpus altilis) moins nombreux cependant que sur les terres alluviales, tandis que le manguier et surtout le jamelonier (Syzygium cumini synonyme Eugenia jambolana) tendent parfois à y être envahissants. La strate herbacée sous le couvert de ces formations arbustives de pente est généralement très réduite ou inexistante, remplacée par un mulch de feuilles et brindilles, mais il n'en est plus de même sur la formation d'éboulis du plateau du couvent où, constituée de fougères à feuilles finement dentelées, graminées ombrophiles (Oplismenus hirtellus) et commelinacées, elle est très dense et fournie.

Ceinturant sur tout le pourtour de Mangareva, le pied des pentes à la limite des formations colluvio-alluviales et correspondant pour une part à l'ancien niveau de base de 5 m, on trouve une formation arbustive dense et fournie avec, comme essence très nettement dominante, le Bourao (Hibiscus tiliaceus); sous son couvert, la strate herbacée est ici encore très réduite et le mulch de feuilles particulièrement important.

En dehors de celles trop mal drainées, la plupart des surfaces colluvio alluviales formées de produits d'origine volcanique sont occupées par des formations végétales arborées constituées d'espèces généralement utiles mélangées : cocotiers et arbres à pain surtout, mais aussi manguiers, avocatiers, jameloniers etc... Sous leur couvert sont fréquemment plantés des bananiers, caféiers, orangers et autres arbustes jugés dignes d'intérêt. Un troisième étage de cultures sarclées, patates et manioc surtout, conduites selon un assolement plus ou moins bien établi devait sans doute occuper périodiquement ces mêmes surfaces lorsque Mangareva était densément peuplée. Mais beaucoup de ces surfaces étant actuellement quasi laissées à l'abandon, c'est une puissante végétation de plantes herbacées salissantes qui y assure le couvert du sol : Stachytarpheta indica (herbe bleue), Lantana camara (lantana), Ocimum basilicum et gratissimum (basilic), Sida rhombifolia (herbe à balai), Urena lobata (paka), Elephantopus mollis (faux tabac), etc... L'envahissement préférentiel par le basilic paraît être une indication de réaction quasi neutre et de forte teneur en chaux échangeable des sols, tandis que le paka, plus abondant ici que dans la plupart des autres archipels de la Polynésie et dont il est étonnant que les qualités comme plante à fibre soient pratiquement ignorées de l'artisanat local, indiquerait plutôt des sols modérément à assez franchement acides. Surtout lorsque l'horizon superficiel du sol meuble quoiqu'à l'occasion mal structuré, jouit en même temps d'un pédoclimat particulièrement frais, cette végétation herbacée haute de plantes salissantes laisse souvent la place à une prairie basse mais très fournie à Paspalum conjugatum (herbe de Taravao) mélangée dans les situations les plus humides de Commelina nudiflora (maapape).

Au cas où le drainage interne de ces surfaces colluvio alluviales devient très médiocre, ce qui est fréquent surtout le long du versant au vent, l'arbre à pain, le cocotier, le caféier et l'oranger en souffrent manifestement, le bananier et le manguier y étant assez indifférents, tandis que la puissance de compétition du jamelonier en est fortement accrue, cet arbre d'intérêt économique fort marginal et dont les peuplements sont difficiles à détruire et défricher en devenant alors franchement nuisible.

L'engorgement volontaire par l'eau des surfaces alluviales les plus basses a été certainement systématiquement recherché dans le passé pour la culture du taro d'eau (Colocasia antiquorum). Mais l'abandon ou le quasi abandon de nombreuses tarodières et la dégradation des techniques élaborées d'irrigation drainage appliquées à cette culture ont provoqué la transformation de beaucoup de ces surfaces en simples marécages recouverts d'un matelas épais et spongieux de Commelina nudiflora associé à quelques cypéracées, au Coix lacrima-jobi et à Jussiaea erecta, cette dernière bonne indicatrice de sols tourbeux ou semi tourbeux eutrophes. Une conséquence sérieuse de l'absence d'entretien et de la disparition des réseaux de drainage des anciennes tarodières, a certainement été de favoriser l'engorgement par l'eau des sous sols à leur voisinage et même de l'ensemble des zones les plus basses des plaines littorales. Il est extrêmement probable que c'est là la cause principale du dépérissement de beaucoup d'arbres à pain et cocotiers et de certaines inadaptations locales du caféier arabica et de l'oranger au milieu édaphique, ces plantes présentant toutes d'assez sérieuses exigences quant au drainage interne des sols.

La végétation des sols sur sables coralliens peut être également très fournie. En tant qu'espèces ligneuses le cocotier y domine généralement, mais l'on y trouve aussi l'arbre à pain, diverses légumineuses arborées ou arbustives dont Leucaena glauca (acacia) susceptible d'y constituer des peuplements quasi purs en sous étage, des orangers, citronniers, du bourao et de nombreux faux bois de rose (Thespesia populnea) au bois semi précieux. Le bananier et les cultures sarclées dérobées de patates et de manioc tendent à l'heure actuelle à y être remplacées par des cultures de légumes d'origine européenne sans que les longues périodes traditionnelle de repos des terres soient respectées ou remplacées par des techniques agricoles élaborées, des arrosages sans doute excessifs mis à part. Un couvert dense et très fermé de plantes herbacées salissantes peut y occuper les jachères : à l'herbe bleue, au lantana, à l'herbe à balai et au basilic, de nombreuses plantes lianes sont alors associées dont un certain nombre de légumineuses de type Vigna. Assez souvent aussi c'est un couvert graminéen haut parfois avec légumineuses associées qui tend à s'y installer après culture : Panicum maximum et surtout Sorghum halepense (sorgho) favorisés non par la présence de calcaire mais par le caractère très meuble du sol. Un tapis herbacé de Sporobolus indicus, Cenchrus echinatus et surtout Chrysopogon aciculatus paraissant souffrir de la sécheresse même lorsque le sol est frais ou franchement humide, est l'indice d'une terre appauvrie et déséquilibrée, l'épuisement à la suite d'un mode "minier" d'exploitation de l'azote facilement mobilisable et des maigres réserves en potasse de ces sols coralliens en portant en général la responsabilité. Plus qu'à l'insuffisance de chaleur, à la sécheresse, à la sénilité ou à des carences en fer et manganèse qui en sont les causes les plus souvent évoquées, le médiocre développement végétatif et la faible production du cocotier croissant dans de telles situations doivent sans doute être rapportés à la double action cumulative de la concurrence alimentaire exercée par les couvertures graminéennes et de la déficience potassique. A l'opposé, l'occupation, en association avec de nombreuses légumineuses rampantes, des surfaces de sols sableux coralliens par une graminée affectionnant l'ombre, Oplismenus hirtellus et une

fougère fortement calcicole et grosse productrice d'humus, Phymatodes scolopendria (synonyme Polypodium scolopendrium) est l'indice de terres n'ayant pas souffert de mesurage et en équilibre avec un couvert arboré jouant le rôle de forêt secondaire dense.

Les formations végétales halophyles n'occupent que de faibles surfaces à Mangareva sur l'extrême frange littorale ou le long de fossés et du bas-cours de ruisseaux dans lesquels remonte la marée. Le cocotier, le faux bois de rose en tant qu'arbres, les Sporobolus, le Cynodon dactylon et certaines légumineuses supportent bien le sel mais ne sont nullement spécifiques de la présence de celui-ci dans les sols. Acacia simplicifolia beaucoup plus significatif à ce point de vue, sans doute récemment introduit, n'est aux Gambier qu'une curiosité. Ipomea pescaprae et parfois Vigna marina y jouent le rôle de colonisateurs de hauts de plages mais c'est sans doute Lepoturus repens qui est le meilleur indicateur de salure.

D - Erosion et Sédimentation

C'est à partir des échantillons d'eaux prélevés par l'hydrologue et analysés au laboratoire de pédologie du centre ORSTOM de Nouméa que l'on peut tenter d'apprécier l'érosion chimique normale liée à l'altération de la roche, au passage en solution et à l'entraînement par les eaux de la chaux, magnésie, sodium, potassium et silice notamment. En bas des pentes et dans les zones alluviales les cations en solution, calcium et magnésium particulièrement, sont ensuite adsorbés sur le complexe d'échange des sols qu'ils resaturent et, par leur action floculente sur les fines particules solides en suspension des eaux de ruissellement, favorisent la sédimentation de ces dernières. Il est en outre possible que la silice et, dans certains cas, la magnésie en solution participent à l'édification d'argiles de néoformation dans ces mêmes zones colluvio-alluviales.

L'érosion solide joue avec une intensité et selon des formes variables selon la nature des terres de pentes. Elle se manifeste de façon particulièrement intense sur les Sols Ferrallitiques du versant sous le vent de Mangareva et de la partie SE du plateau du couvent. Après que, sans doute à la suite d'une déforestation et d'un mode d'exploitation inadéquat, l'érosion en nappe ait décapé leur horizon humifère convenablement structuré, leurs sous sols microsableux du fait du caractère à la fois peu agrégé et peu dispersé de leur structure se révèle extrêmement battants, l'eau y ruisselant sans s'y infiltrer et les particules terreuses fines s'y mettant facilement en suspension. Il en résulte, aux passages préférentiels de l'eau de ruissellement, la formation de ravines s'approfondissant rapidement en ravins puis, par effondrement des têtes et parois de ces derniers, d'arrachements (lavaka). En définitive, non seulement les profils en arrivent à être profondément tronqués et remaniés, mais les formes du modelé originel en sont complètement modifiées et, en de nombreux points, les zones de départ ferrallitiques décapées jusqu'à proximité de la roche en place. La sédimentation qui en résulte est pour une part assez grossière, les sables formés surtout de débris de zones de départ ("mamou") et une partie des limons se déposent alors par simple gravité en piedmont, tandis qu'une forte proportion des argiles est entraînée à la mer qu'elle colore en brun rouge le long du rivage. Néanmoins, une certaine quantité de limon fin et d'argile se dépose également dans les petites plaines littorales, la floculation précédemment évoquée par la chaux et la magnésie en solution dans les eaux de drainage pouvant y participer, moins sans doute cependant que la mise au contact de ces fractions granulométriques fines avec les sables calcaires des plages surélevées à haut pouvoir

floculant et leur piégeage par un couvert herbacé dense, de Paspalum conjugatum et Commelina nudiflora notamment.

Du fait probablement de leur structure large et stable, en dépit des forts pourcentages des pentes où on les reconnaît et de l'important ruissellement superficiel de l'eau facilité par leur médiocre perméabilité lors de fortes pluies, les Sols Bruns Vertiques résistent remarquablement bien aux formes d'érosion classiques. Ils n'apparaissent que très rarement ravinés et les eaux ruisselant même en quantité importante et avec force à leur surface ne sont qu'opalescentes sans plus. Cette opalescence est certainement due à la mise en suspension d'argile très fine (ultra clay) qui, d'après nos observations sur place, résistent à la floculation même au contact de calcaire libre : il est possible qu'il s'agisse surtout d'allophane qui pourrait alors provenir, plutôt que des Sols Bruns Vertiques, des Sols Bruns Gris juvéniles d'Erosion ou même de l'altération directe des Sols Minéraux bruts qui leur sont presque toujours associés. Malgré cette finesse et cette résistance à la floculation, une part notable de ces argiles, plutôt que d'aller à la mer, peut se déposer dans les plaines littorales basses de la côte au vent, la stagnation de l'eau y étant favorisée par l'existence d'une zone déprimée entre les bas de pentes et le bourrelet de plage. Une autre forme d'érosion à laquelle les Sols Bruns Vertiques sont certainement sensibles est un glissement lent provoquée par leur engorgement par l'eau en périodes de pluies prolongées. C'est sans doute à ce phénomène que doivent être rapportées les formes moutonnées de leur relief local et les considérables épaisissements de leurs profils sur les méplats et arrondis de bas de pentes.

C'est essentiellement par éboulement de blocs de roches et ruissellement grossier de pierres et graviers le long des pentes qu'ils surplombent que se manifeste l'érosion des Sols Minéraux bruts. Selon les cas, il en résulte soit l'individualisation de véritables Sols d'Eboulis humifères à leur pied (Mt Duff), soit des apports rocheux et pierreux à la surface de Sols Ferrallitiques (flanc N du Mt Mokato entre autre), soit le remaniement par des débris de roche en cours d'altération de diverses séries de sols, Ferrallitiques très fortement érodées au préalable ou non et, dans de nombreux cas aussi, Bruns Vertiques.

Du fait de l'absence de tapis herbacé, une érosion en nappe assez importante pourrait affecter les Sols d'Eboulis humifères en forte pente mais, compte tenu de l'altération certainement rapide de nombreux débris de roche qu'ils contiennent et de leur couvert arboré et arbustif généralement dense, elle prend, si elle existe, une forme ménagée ne présentant guère de danger. Une autre forme d'érosion susceptible d'affecter ces mêmes sols est l'éboulement lui-même : c'est ainsi que l'ancien cimetière de Rikitea a été recouvert il y a quelques dizaines d'années d'une épaisse couche de terre.

E - Action de l'homme

Celle-ci a été nécessairement très importante du fait de la densité de peuplement ancienne des Gambier et aussi des essais d'élevage conduits de façon sans doute mal adaptée au relief et à la nature des sols.

La destruction du couvert forestier qui devrait certainement recouvrir les Sols Ferrallitiques et le mesusage de ces terres très fragiles autrement que sous couvert arboré qui a suivi a certainement été importante et lourde de con-

.../...

séquences d'autant que les quelques rares témoins non dégradés qu'on trouve montrent qu'ils n'étaient nullement infertiles. Même si ce déboisement et ce mesurage n'en ont sans doute pas déclanchés les premières manifestations et en ont été les causes immédiates plutôt que profondes, les phénomènes d'érosion qui en sont résultats ont pris une telle ampleur que l'on peut considérer la très grande majorité de ces sols comme irrécupérables. Compte tenu du stade atteint, on peut même se demander si, moyennant des précautions évidemment assez délicates à prendre pour éviter le recouvrement par des sédiments stériles des plaines côtières, il ne vaudrait pas mieux, plutôt que de tenter de s'y opposer, favoriser et accélérer le phénomène, afin de permettre le décapage jusqu'à la roche en cours d'altération sur laquelle pourraient se reformer des sols valables.

Le caractère nettement vertique, sous couvert graminéen, de la grande majorité des sols reconnus sur fortes pentes pose un problème : l'ensemble des conditions du milieu, mis à part la nature basique et la richesse en magnésium de la roche, y serait en effet nettement plus favorable à l'individualisation de Sols d'Erosion humifères ou Bruns Eutrophes sous couvert arboré. Dans un premier stade, la destruction d'un tel couvert, en modifiant les conditions de drainage interne et d'évapotranspiration aurait favorisé leur engorgement périodique, la présence dans les mêmes conditions, à part une végétation arborée dense, de Sols Bruns Eutrophes sur les pentes dominant Takou, tendant à confirmer ce point de vue. Dans un second stade, la compaction provoquée par le piétinement de troupeaux de chèvres et moutons aurait encore très fortement accentué ce caractère vertique : un argument en faveur de cette hypothèse est que les seules autres îles hautes de la Polynésie Française où peuvent être reconnues d'assez importantes surfaces de Sols Vertiques sont les Marquises, sur lesquelles d'importants troupeaux de chèvres ont également exercés leur emprise. Ici encore, le phénomène risque d'être difficilement réversible, d'autant que le caractère vertique des sols ainsi acquis risque de s'opposer à la réussite de beaucoup de plantations arbustives ou arborées qui, seules, permettraient la mise en valeur correcte de terres en aussi forte pente.

Par contre, le déboisement et le travail profond des Sols d'Eboulis humifères effectués dans le passé surtout en vue de la culture de l'igname, même compte tenu des longues périodes de jachère qu'ils impliquent, ne paraissent pas avoir d'effets réellement irréversibles.

L'importance de la sédimentation tend assez paradoxalement à réduire les effets directs de l'action de l'homme sur les formations colluvio alluviales le long de la côte sous le vent de Mangareva, les remaniements et apports dus au ruissellement y compensant et masquant assez vite les modifications et aménagements que celui-ci apporte au milieu édaphique.

Il n'en est plus de même le long de la côte au vent où la sédimentation est beaucoup moins importante. Des niveaux pierreux à l'emplacement ou au voisinage immédiat d'anciennes habitations, des poches charbonneuses ou de terre calcinée, des horizons fortement compactés par le piétinement s'y retrouvent continuellement en surface ou à faible profondeur. Surtout, l'héritage des anciennes tarodières irriguées qui, à l'époque du fort peuplement de ces îles, devaient assurer pour une large part la nourriture de la population s'y retrouve sous forme d'horizons vertiques, de pseudo gley ou de gley humifères. L'état d'abandon ou de quasi abandon où sont actuellement laissées beaucoup de ces anciennes surfaces de tarodières, les réseaux de drainage notamment n'y étant plus

.../...

entretenus, ne peut qu'accentuer l'effet des phénomènes d'hydromorphisme au niveau des sous sols de l'ensemble des plaines littorales basses.

La forme de "culture minière" à laquelle sont soumis depuis peu de temps les sols coralliens sableux du bourrelet littoral avec, comme circonstances aggravantes, des arrosages très excessifs, provoquent nécessairement une déperdition accélérée d'humus, un fort lessivage de l'azote minéralisé et de la potasse échangeable, la question du phosphore étant, dans le cas, moins inquiétante. Si une jachère prolongée peut y amener la reconstitution des réserves humiques actives génératrices d'azote mobilisable, par contre le stock déjà fort limité de potasse échangeable trouvé dans ces terres non exploitées ne pourra se reconstituer à partir de réserves en cet élément dont les sols correspondants sont à peu près totalement dépourvus.

F - Influence de la mer

Celle ci a certainement une incidence majeure sur le climat : pluies abondantes et régulièrement réparties dans l'année sous une latitude de 23°, faibles amplitudes des variations thermiques annuelles et journalières notamment.

Par contre, ce serait certainement une erreur que d'en attendre une action directe importante sur les sols par l'intermédiaire de la salure. L'une des conclusions les plus nettes que l'on puisse en effet tirer des études conduites sur les terres des îles suffisamment pluvieuses du Pacifique Sud est que, si petites et si isolées que soient celles ci au milieu de vastes étendues marines, la salure provoquée par des apports d'eau de mer y est quasi négligeable en dehors des cas de submersion par les cyclones ou ras de marée auxquels les Gambier ne paraissent guère exposés.

Le sel apporté par les embruns peut certes provoquer quelques brûlures au feuillage des plantes qui y sont particulièrement sensibles (cacaoyer), mais est au total en quantité beaucoup trop faible pour n'être pas, au fur et à mesure, totalement lessivé par les pluies. Quant à sa remontée à partir d'une nappe saumâtre sous jacente, elle est doublement impossible du fait de l'inexistence d'une saison sèche et de l'interposition de la lentille d'eau douce de GHYBEN-HERZBERG abondamment alimentée en bas de pente et dans les plaines littorales par les eaux d'infiltration.

La fraction humique des sols peut néanmoins retenir de petites quantités de chlorures et vraisemblablement des quantités proportionnellement plus importantes de sulfates apportées par les embruns. La potasse et sans doute aussi le bore peuvent s'intégrer dans un cycle végétation  sol et se retrouver ainsi en proportion notable dans les terres vierges de la bordure littorale, mais les apports de ces éléments par cette voie sont trop faibles pour avoir une action sensible autrement qu'à longue échéance. Il est impossible, dans la quasi totalité des cas, d'attribuer à des apports d'eau de mer plutôt qu'à l'altération des roches basaltiques les quantités de sodium que l'analyse permet de mettre en évidence dans les sols de Mangareva.

Au niveau des horizons profonds engorgés des sols sableux coralliens de la bordure littorale, il faut utiliser des méthodes très sensibles pour mettre en évidence une légère élévation relative des teneurs en chlorures et sodium. Par

.../...

contre, aucune élévation parallèle des teneurs en potassium n'a été noté à ce niveau, bien au contraire, ce qui paraît exclure toute possibilité de remontée notable de cet élément par des plantes halophiles à enracinement profond, cocotier ou autre, à partir d'une nappe un tant soit peu saumâtre.

II - Principales caractéristiques et propriétés des Sols

Classe I - Sols Minéraux bruts

Il s'agit de Sols Squelettiques, c'est-à-dire de la roche en place elle-même. Tandis que son altération superficielle donne naissance à des produits surtout graveleux et caillouteux, celle s'exerçant selon des diaclases provoque périodiquement l'éboulis de masses rocheuses et pierreuses. L'ensemble de ces débris vient ruisseler ou s'écraser en contre bas, y permettant l'enrichissement superficiel des sols qu'ils y rencontrent en minéraux en cours d'altération, ces derniers parfois physicochimiquement très actifs. Dans les conditions de roche et de climat régnantes, de petites quantités d'argile particulièrement active de la famille de l'allophane sont également susceptibles de se former dans la toute première phase de l'altération et, étant donné leur grande stabilité en suspension, d'être entraînées par les eaux de ruissellement jusque dans les plaines littorales.

Les Sols Minéraux bruts sont très bien représentés à Mangareva, notamment le long de l'arête faitière de sa partie NE, aux flancs des Monts Duff et Mokoto et à l'extrémité occidentale de l'île au S de la baie de Ganotu. Néanmoins, leurs affleurements, ou n'occupent que de faibles surfaces d'un seul tenant, ou se présentent sous forme de gradins alternant avec des Sols Brun Gris d'Erosion et surtout Bruns Vertiques : aussi leur cartographie n'est-elle guère possible qu'en association avec ces derniers.

1 - Sols Squelettiques sur Basaltes et Dolérites.

Ce sont de loin les plus répandus, ces roches massives résistant les mieux à l'altération. Tandis que les Basaltes se présentent sous forme de longs gradins étagés notamment aux flancs du Mont Duff, les filons de Dolérites correspondent à de petits affleurements locaux assez irrégulièrement réparties, certains de leurs pointements pouvant être reconnus en dehors des zones où des Sols Minéraux bruts ont été portés sur la carte, en particulier le long des arêtes secondaires délimitant un certain nombre de baies.

2 - Sols Squelettiques sur Tufs Gris et Rouges basaltiques.

On ne peut guère les reconnaître qu'aux flancs de falaises là où ils sont protégés par des coulées de basalte les recouvrant. Partout ailleurs, même sur les pentes les plus raides, leur facilité d'altération provoque leur évolution très rapide en Sols Brun Gris juvéniles d'Erosion et Bruns Vertiques régularisés.

Classe II - Sols peu évolués

Du fait d'un relief particulièrement mouvementé, favorable à l'érosion sur les pentes comme aux apports en contre bas de celles-ci et à la sédimentation en piedmont, l'on peut distinguer, parmi les Sols peu évolués, deux groupes ~~aux mêmes~~ ~~subdivisables en un certain nombre de sous groupes.~~

Groupe II A - Sols d'Erosion

Ils correspondent, sur pentes généralement abruptes, à un état d'équilibre instable entre altération et érosion, celle-ci déblayant au fur et à mesure les produits de celle là et maintenant du même coup les sols à un stade d'évolution juvénile. Selon que le phénomène s'exerce aux dépens de la roche saine ou d'horizons profonds de sols tronqués lors d'une phase d'érosion accélérée antérieure, on peut en distinguer à Mangareva deux ~~sous~~ groupes ou familles.

1 - Sols Bruns Gris juvéniles sur roche en place.

En dépit de conditions apparemment très favorables à leur individualisation, de tels Sols ne sont pas très répandus et n'occupent que de faibles surfaces, la raison paraissant en être qu'ils représentent un terme de passage assez instable entre Sols Minéraux bruts d'une part et Sols Bruns Eutrophes ou Bruns Vertiques de l'autre.

Nous en décrivons néanmoins un profil typique, GA 16, reconnu le long de la ligne de crête secondaire séparant les baies de Takou et de Ganhutu, sous prairie haute discontinue à Miscanthus et Paspalum cf orbiculare associés à un couvert ras d'Elephantopus mollis et Chrysopogon aciculatus.

0-10 cm - Brun gris foncé, assez humifère, lacs dense de racines, argilo sableux, les sables étant des débris de roche altérée, structure nuciforme à polyédrique stable assez large, consistance un peu grasse mais friabilité néanmoins satisfaisante, drainage interne correct sans plus; passage assez rapide mais avec poches et apophyses à l'horizon suivant.

10-35 cm - Juxtaposition de taches à contours diffus brun gris ardoisé et ocre jaune, faiblement humifère sauf par poches et apophyses où pénètrent également les racines, tuf fortement altéré conférant à l'horizon correspondant une texture pseudograveleuse, structure assez finement nuciforme ou continue et brisante selon l'état d'altération local de la roche, drainage interne actif; passage transitionnel à :

35 cm - Arène d'altération gravelo pierreuse ocre jaune à ocre brune, passant progressivement à la roche quasi saine.

A l'examen des résultats analytiques, on remarque un assez fort pouvoir de rétention pour l'eau et des capacités d'échange extrêmement élevés, particulièrement au niveau du sous-sol en dépit de la texture plutôt sableuse de celui-ci. Si la nature de l'argile, montmorillonite associée à des traces de métahalloysite, en est pour une part responsable, le phénomène doit être rapporté pour une plus large part encore à la très forte activité physicochimique des produits d'altération directs de la roche correspondant aux fractions sableuses. En effet des

.../...

mesures effectuées sur ces dernières, extraites du sous sol lors de l'analyse granulométrique, conduisent à attribuer des capacités d'échange de 54 et 58,5 meq. pour 100 gr respectivement aux sables grossiers et aux sables fins, supérieures donc à celle du sol lui même. Il convient du reste de préciser que ce phénomène "d'activation des sables", particulièrement net au niveau des horizons d'altération, loin d'être exceptionnel, se retrouve très fréquemment dans les sols jeunes des îles hautes océaniques formés aux dépens de roches volcaniques basiques poreuses ou vacuolaires. (1)

Par ailleurs, le rapport C/N de l'ordre de 14, voisin de celui des Sols Bruns Vertiques, est l'indice d'une humification paresseuse et sans doute incomplète. La chaux et plus encore la magnésie échangeables sont extrêmement abondantes tandis que, sous cette même forme, la potasse n'est présente qu'en quantité limitée surtout en sous sol où elle est, de plus, très nettement subordonnée au sodium. En dépit d'une réaction faiblement acide, le complexe d'échange est saturé à près de 100 %. Les réserves en phosphore, déterminées pour le seul horizon de surface, sont satisfaisantes sans plus.

Rien de très particulier à signaler en ce qui concerne les oligo éléments si ce n'est que les teneurs en Ni, Co et Cr, voisines de celles trouvées dans les Sols Bruns Vertiques pierreux, sont plus faibles en général que celles de l'ensemble des sols de Mangareva formés aux dépens des roches volcaniques.

2 - Sols Brun Rouge sur zones de départ ferrallitiques.

Contrairement aux précédents, ils sont assez répandus, particulièrement sur les pentes du versant sous le vent de l'île, au dessus d'une centaine de mètre d'altitude. Ils paraissent bien correspondre à d'anciennes surfaces de Sols Ferrallitiques décapés par l'érosion jusqu'à un niveau profond de la zone de départ. On les reconnaît assez facilement dans le paysage grâce notamment à leur végétation de Miscanthus en touffes discontinues associées à un tapis ras d'Elephantopus et Chrysopogon contrastant avec la lande à fougères.

En fonction de l'intensité de l'érosion et de l'importance des apports de produits d'éboulis et de ruissellement en provenance des Sols Minéraux bruts qui les dominent le plus souvent, leurs caractéristiques morphologiques comme leurs propriétés physicochimiques sont susceptibles de varier dans d'assez larges proportions. Néanmoins leur couleur, de brun gris jaunâtre en surface passe au brun rouge foncé en profondeur et, en dépit de la présence de nombreux débris de roche altérés tout le long du profil, la fraction argile y est presque toujours la plus abondante.

Une autre caractéristique sans doute commune à l'ensemble de ces sols est de présenter, en dépit d'une "porosité large" limitée (cf écarts entre pF 3 et 1,9), une "porosité très large" importante mise en évidence par de notables écarts entre les valeurs pF 1,9 et de la capacité de rétention maximum pour l'eau; l'on peut en déduire que l'infiltration de cette dernière est relativement facile.

.../...

(1) cf G. TERCINIER et P. QUANTIN - Influence de l'altération de cendres et ponces volcaniques d'âge récent sur la nature, les propriétés et la fertilité des sols aux Nouvelles Hébrides - Communication 11^e Congrès Pacific Science, Tokyo, Août 1966.

La distinction en deux séries ou types que nous avons faite repose sur la présence ou non de minéraux en cours d'altération active susceptibles de relever les valeurs du pH et du taux de saturation. Mais, morphologiquement, cette distinction est difficile car, d'une part il n'est pas toujours aisé de différencier à l'oeil des débris ayant gardés le mode d'organisation de la roche mais totalement vidés de leurs bases de ceux contenant encore des minéraux altérables, de l'autre l'altération en surface de cailloux ou graviers de basalte éboulés ou ruisselés est souvent capricieuse, leur présence n'entraînant pas nécessairement une resaturation de sols précédemment désaturés.

2 - 1 : Sols Brun Rouge sur zone de départ ferrallitiques modaux

Ils correspondent à ceux présentant une réaction très fortement acide et un complexe d'échange quasi totalement désaturé.

Nous en donnerons comme exemple le profil GA 26, reconnu à 180 m d'altitude sur les contreforts ENE du Mt Mokoto, dans une position telle qu'il n'en reçoit que peu de produits d'éboulis ou de ruissellements directs.

0-20 cm - Brun gris foncé, moyennement humifère, racines assez nombreuses, argilo sableux à graveleux, nombreux débris de roche très altérée, structure polyédrique à nuciforme moyenne assez stable, bonne friabilité et bon drainage interne; passage progressif à :

20-60 cm - Brun rouge avec nuance kaki, légèrement humifère (acide fulvique ?), bonne pénétration des racines, argilo sableux à gravelo argileux, gros débris de roche très altérée friable, structure microgrumeleuse très instable passant à particulière, consistance "soufflée", toucher onctueux, capacité pour l'eau paraissant élevée mais drainage interne moyen à médiocre; passage assez rapide avec arrêt brusque de la pénétration des racines à :

60-120 cm - Rouge brun, non humifère, argilo graveleux à argilo pierreux, les graviers et pierres correspondant à de gros débris de roche très altérée friable, structure continue massive ou brisante selon la place, capacité pour l'eau paraissant élevée mais drainage interne moyen à médiocre.

On remarquera, à l'analyse, que les nombreux débris de roche reconnus se retrouvent dans les sables et non comme graviers, preuve de leur degré poussé d'altération entraînant leur friabilité. Les rapports C/N très élevés sont l'indication d'une mauvaise humification, mais l'on y notera une anomalie, celui de l'horizon supérieur étant de 16,7 contre 20,5 au dessous : il est probable que ceci correspond à un début de reprise d'activité biologique en surface dû à l'apport de quelques minéraux frais et à la substitution sans doute récente du Miscanthus et de ses espèces associées à la lande à fougères, des rapports C/N de 19 à 22 étant très caractéristique de la présence de celle-ci.

Si le taux de saturation est très bas, particulièrement en sous sol, la capacité minérale d'échange apparaît assez élevée, indication de la très probable présence d'hallowite comme principal matériel argileux. La chaux échangeable est très déficiente en profondeur et subordonnée à la magnésie tout le long du profil; la potasse comme la chaux tend à se concentrer en surface tandis que le sodium devient, au dessous de 75 cm de profondeur, l'élément le plus abondant sous forme échangeable. La très forte quantité de phosphore de réserve doit sans doute être rapportée à une anomalie locale car, dans les sols de flancs de pentes de Mangareva, on n'en retrouve nulle part ailleurs de même ordre de grandeur.

2 - 2 : Sols Brun Rouge remaniés par produits de ruissellement

Nous en avons étudié un profil, GA 36, reconnu vers 125 m d'altitude au flanc de pentes dominant au S la baie de Ganutu, en contre bas du point coté 142 m, ce dernier correspondant à un affleurement rocheux.

0-10 cm - Brun violacé foncé au dessous d'une couche gravelo pierreuse superficielle, matière organique assez abondante avec humus bien lié à la fraction minérale et bonne exploration d'un lacis de fines racines; texture apparemment limono sableuse à limono graveleuse, nombreux débris de roche dont certains peu altérés; structure nuciforme à polyédrique moyennement large et très stable, excellente friabilité; capacité pour l'eau satisfaisante se conciliant avec un très bon drainage interne. Passage semi progressif à :

10-35 cm - Brun rougeâtre foncé avec nuance olive, diminution progressive de l'humus qui reste bien lié à la fraction minérale, assez bonne exploration des racines, lesquelles sont cependant gênées par la largeur de la structure; texture apparemment limono à argilo pierreuse, nombreux débris de roche souvent peu altérée; structure polyédrique large assez stable, bon effritage mais en assez grosses mottes; bon drainage interne. Passage progressif par l'intermédiaire d'un niveau caillouteux à :

37-70 cm - Brun rouge foncé, faiblement humifère, quelques racines pénétrant, argileux et argilo pierreux par lits successifs, débris et blocs de roche à divers degrés d'altération; structure polyédrique large relativement stable, assez compact mais s'effritant bien; drainage interne satisfaisant. Passage progressif par l'intermédiaire d'un niveau pierreux à :

70-120 cm - Rouge brun foncé moucheté d'ocre rouille et de noir, non ou très peu humifère, peu ou pas de racines pénétrant ; texture argileuse à argilo pierreuse, débris de roche moyennement à très fortement altérée, assez compact mais s'effritant; drainage interne paraissant correct.

Etant entendu que les pierres et cailloux ont été en majorité éliminés lors du prélèvement, la présence de quelques graviers à l'analyse physique témoigne du caractère assez peu altéré des débris de roches correspondants. En revanche, et même si la texture en place apparaît plutôt limoneuse, l'argile est de loin dominante dans la terre fine. Le caractère satisfaisant du drainage interne jusqu'à 60 cm au moins est mis en évidence par les écarts importants entre pH 1,9 et capacité maximum de rétention pour l'eau.

Contrairement à ce qui a été constaté pour le type de sol précédent, l'humification paraît se faire correctement comme en témoignent les rapports C/N de 10 à 12 tout le long du profil. Les réactions moyennement plutôt que fortement acides et surtout les taux de saturation assez élevés du complexe d'échange sont certainement en rapport avec la présence de nombreux débris de roche en cours d'altération active. Par contre, les capacités minérales d'échange sont parmi les plus faibles trouvées à Mangareva pour les sols formés à partir des produits du volcanisme : malgré ceci, c'est d'halloysite et métahalloysite avec seulement des traces de goethite dont l'argile est constituée entre 50 et 60 cm de profondeur.

Parmi les éléments échangeables, la magnésie domine assez nettement la chaux tandis que la potasse, relativement satisfaisante sur au moins 20 cm, devient ensuite très faible, le sodium par contre devenant de plus en plus abondant avec la profondeur; les très faibles quantités de chlorures solubles indiquent bien que ce sodium est lié au complexe d'échange et non en solution dans les eaux interstitielles.

Les réserves de phosphore médiocres ont des chances d'être inférieures ici à celles présentes dans les sols de même type.

Au niveau des oligoéléments, le zinc est mieux représenté et le strontium plus faible dans l'horizon de surface que dans la majorité des sols formés aux dépens des produits du volcanisme à Mangareva, sans qu'il y ait sans doute lieu d'en tirer des conclusions généralisables.

Groupe II B - Sols d'Apports

Correspondant à des produits d'éboulis, de ruissellement et de sédimentation, ils sont en quelque sorte complémentaires des Sols d'Erosion. De par le caractère actuel ou subactuel de leur dépôt, ils n'ont pas subi d'évolution pédologique importante en place, mis à part une altération active des nombreux débris de roche qu'ils contiennent, un fréquent enrichissement humifère et parfois un début d'hydromorphisme.

Deux sous groupes bien distincts peuvent en être définis à Mangareva.

1 - Sols d'Eboulis humifères.

On les reconnaît directement en contrebas des plus importants massifs montagneux, les produits pour une large part rocheux et pierreux de l'érosion des Sols Minéraux bruts venant s'y accumuler soit sur des méplats soit en flancs et bas de pentes. Très bien représentés sur tout le pourtour du Mont Duff, ils n'occupent que de plus faibles surfaces au pied du Mont Mokoto et deviennent rares ailleurs.

Il nous est apparu qu'ils étaient localement presque toujours confondus avec les Sols Bruns Vertiques dont ils se différencient cependant nettement sur un grand nombre de points : structure, comportement vis à vis de l'eau, conditions d'humification, richesse en phosphore et potasse entre autre. Or une telle confusion risque d'être à l'origine de nombreux déboires, interprétations erronées, voire de l'adoption de plans de mise en valeur inadaptés, les bonnes aptitudes manifestées par les Sols d'Eboulis pour les plantations arborées et arbustives étant loin de se retrouver pour les Sols Bruns Vertiques.

1 - 1 : Sols d'Eboulis humifères de ruissellement sur plateau

Ils correspondent, au pied de la face S du Mont Duff, à des apports venus recouvrir le large méplat constituant le plateau du couvent. La puissante végétation qui les recouvre y contraste fortement avec celle des autres terres de la même région de l'île. Ils paraissent constituer un recouvrement parfois peu épais de Sols Ferrallitiques que l'on retrouve facilement au dessous d'eux, notamment dans le profil étudié (horizon 1 - 3). A une époque donnée, ils ont certainement été parmi les plus intensément cultivés des sols de Mangareva mais, pour des raisons ne paraissant nullement tenir à leur épuisement, depuis déjà d'assez longues années seules la cueillette ou le ramassage occasionnels du café, des oranges et des noix de coco y sont encore pratiqués. A l'époque de leur utilisation intensive de nombreuses et importantes constructions y furent édifiées, les pierres utilisées à cette fin ayant certainement été extraites des sols eux mêmes : la ruine et l'effondrement de ces constructions y provoque actuellement un réempierrage superficiel de beaucoup de leurs surfaces.

.../...

Nous en avons étudié un profil typique, GA 1, sous végétation arborée dense d'Albizia lebeck, cocotiers et manguiers avec sous étage de caféiers et bananiers et couvert herbacé très fourni d'Oplismenus hirtellus, Commelina nudiflora et Elephantopus mollis.

Surface : Nombreuses pierres et cailloux de basalte peu altéré, ainsi que noix de coco germées, pourries ou cassées.

0-20 cm - Brun gris très foncé, fortement humifère, très bien exploré par les racines; texture apparente limoneuse, graviers de roche plus ou moins altérée; structure nuciforme à grumeleuse stable assez large, consistance ferme mais excellente friabilité; terre fraîche sans excès où un très bon drainage interne se concilie à une capacité utile pour l'eau élevée. Passage progressif à :

20-55 cm - Brun gris encore très foncé et nettement humifère, enracinement très satisfaisant; texture apparemment limono argileuse avec assez rares "fantômes" de roche très altérée; structure nuciforme à polyédrique grossière stable, assez compact en place mais s'effritant bien; drainage interne paraissant très satisfaisant en dépit de la compacité. Passage brutal à :

55-120 cm - Rouge jaune, non humifère sauf le long de trajets d'anciennes racines mais très peu de racines actuelles pénétrantes; texture argileuse, absence de débris de roche altérée ; structure continue massive, terre compacte onctueuse plutôt que plastique; drainage interne paraissant rester satisfaisant.

A l'analyse, on constate que l'argile dominante tout le long du profil est particulièrement abondante au dessous de 60 cm. L'humidité du sol en place correspond, au cours d'une période assez sèche, à des pF de l'ordre de 3,2 à 3,5 sans variation nette de la surface à la profondeur. La porosité large, conditionnant l'infiltration, est importante sur au moins 40 cm et reste notable en profondeur en dépit de la compacité de l'horizon correspondant.

Matière organique et azote sont abondants surtout si l'on considère le développement en épaisseur des horizons humifères : c'est sans doute à cette épaisseur et à l'abondance des déchets végétaux réincorporés au sol plus qu'à une nitrification paresseuse que l'on doit rapporter des rapports C/N de l'ordre de 12,5.

A des réactions très modérément acides correspond une saturation à plus de 90 % du complexe d'échange jusqu'à 40 cm et d'encore 80 % en profondeur, la capacité d'échange elle-même diminuant nettement de la surface à l'horizon rouge jaune probablement ferrallitique où elle reste néanmoins satisfaisante. Parmi les éléments échangeables, la chaux, contrairement à ce qui se constate dans beaucoup de sols de l'île, domine nettement la magnésie surtout en surface, tandis que le sodium, selon un processus quasi général, croît progressivement avec la profondeur. La potasse échangeable présente un comportement particulier intéressant que l'on retrouve dans les Sols Ferrallitiques non dégradés de la même région du plateau du couvent : sa forte accumulation en surface se fait certainement, par l'intermédiaire de la végétation, aux dépens de l'horizon 20-40 cm, le net nouvel accroissement de la teneur en cet élément en profondeur devant sans doute être rapportée à la non pénétration de racines susceptibles de le ramener en surface.

Le phosphore de réserve est abondant dans l'horizon superficiel : la rétrogradation de cet élément ayant peu de chance d'y être très importante, on peut en conclure à un potentiel de fertilité élevée de ces sols également bien pourvus en humus actif, potasse et chaux échangeable, les facteurs limitant de leur productivité potentielle étant plutôt une structure trop grossière et l'excessive compacité du sous sol profond interdisant la pénétration des racines.

A noter enfin qu'il est très probable que les sols de ce type sont particulièrement bien pourvus en chrome et ce sium, ceci pour des raisons d'ordre géochimique, les teneurs en ces deux microéléments étant particulièrement fortes pour tous les sols du pourtour du Mont Duff où ils ont été recherchés.

1 - 2 : Sols d'Eboulis humifères pierreux de bas de pentes

De telles formations viennent recouvrir en éventail les bas de pentes du Mont Duff de part et d'autre du col de Gatavaké. Du fait de la dissymétrie du versant précédemment évoquée, elles présentent une plus faible extension au SW côté Rikitea qu'au N côté Gatavaké où nous en avons étudié deux profils : l'un, GA 5, sous le couvert dense d'une caféière ombragée, l'autre, GA 6, sous prairie à Panicum maximum, Miscanthus et Elephantopus jouant le rôle de jachère après culture d'ignames (ufi).

C'est le premier de ces profils, GA 5, que nous décrivons :

Entre de grosses pierres et blocs rocheux roulés occupant un cinquième environ des surfaces, on trouve une terre profonde.

0-20 cm - Brun très foncé légèrement grisâtre, matière organique abondante à humus bien lié à la fraction minérale, racines nombreuses bien réparties dans la masse; texture apparemment limono graveleux avec nombreux débris de roche pour une large part peu altérée; structure nuciforme moyenne très stable, très bonne friabilité; frais sans excès en place, capacité pour l'eau paraissant importante et excellent drainage interne.

20-30 cm - horizon transitionnel bien exploré par les racines, apparemment plus argileux et avec débris de roche plus fortement altérée qu'au dessus; structure nuciforme un peu; moins stable.

30-70 cm et au delà - Brun foncé avec nuance jaune rougeâtre, faiblement humifère très bonne pénétration des racines; texture argilo graveleux à pierro argileuse avec débris de basalte et tufs à tous les stades de l'altération; structure nuciforme à polyédrique moyenne à assez bonne stabilité, drainage interne satisfaisant.

Le profil GA 6 se différencie surtout de GA 5 par sa couleur tirant sur le gris en surface et sa moins bonne stabilité de structure en profondeur s'accompagnant d'une tendance à une rétention excessive pour l'eau, tout ceci pouvant logiquement être rapportée au remplacement du couvert arboré par un couvert herbacé.

Les quantités de graviers trouvées dans les échantillons de terre épiérés lors de leur prélèvement indiquent qu'une partie notable des débris de roche contenus dans ces sols sont peu altérés. L'argilitisation est cependant importante et les pourcentages de fractions granulométriques fines plus élevés en sous sol qu'en surface. En fonction du couvert végétal, on remarquera que le sous sol du profil GA 5 est assez sec en place alors qu'au même niveau du profil GA 6 la quantité d'eau présente correspond à un pH légèrement inférieur à 3. Les écarts

.../...

importants entre pH 1,9 et capacité maximum pour l'eau, indice d'une porosité très large, ont toutes chances d'être en rapport avec une bonne infiltration même sous couvert herbacé.

A en juger par le rapport C/N des sous sols inférieur à 10 sous couvert arboré et égal à 11,3 sous graminées hautes, l'humification est sans doute meilleure dans le premier cas.

A des pH de 5,7 à 6,3 correspondent des coefficients de saturation de l'ordre de 80 à 85 %, les capacités d'échange étant satisfaisantes à assez élevées. L'étude de l'argile de l'horizon GA 5-2 ne conduit pas à des conclusions très nettes : on y trouve de petites quantités d'halloysite et goethite probablement associés à des produits amorphes, la présence de ces derniers étant tout à fait normale dans des sols riches en débris de roche en début d'altération. Sous forme échangeable la chaux est plus abondante que la magnésie sans toutefois la dominer très nettement surtout en sous sol; le sodium n'a pas tout à fait le même comportement dans les deux profils étudiés. Les différences de teneurs en potasse échangeable peuvent tenir à deux causes : utilisation de la quasi totalité de celle disponible par une végétation arborée dense en laissant le sol lui même assez dépourvu dans le cas de GA 5, mais aussi sélection empirique des surfaces qui en sont les mieux pourvues pour la culture d'une plante racine comme l'igname dans le cas de GA 6.

Les fortes réserves en phosphore de l'horizon superficiel du profil GA 5 n'ont pas de raison d'être associées à un pouvoir de rétrogradation élevé; aussi peut on considérer un tel sol comme très bien pourvu en cet élément, les facteurs limitants de sa productivité étant plutôt l'excès de pierres, le pourcentage de pente encore fort et, dans certains cas, la déficience potassique, ses propriétés physiques elles mêmes et son comportement vis à vis de l'eau apparaissant dans l'ensemble très favorables.

Parmi les oligoéléments, le chrome et le césium sont beaucoup plus abondants que dans la plupart des autres sols de l'île autres que ceux du pourtour du Mont Duff.

1-3 : Sols d'Eboulis humifère rocheux de flancs et hauts de pentes.

Ils occupent d'assez importantes surfaces immédiatement en contrebas des principales formations de Sols Minéraux bruts, entre 120 et 200 m d'altitude au pied du Mokoto et surtout au pied du Mont Duff où ils recouvrent notamment une bonne partie des pentes dominant directement Rikitea à l'W et au SW.

Le profil décrit a été reconnu à 60 m d'altitude sur un flanc de pente dominant directement la cathédrale de Rikitea. Localement le couvert en est assuré par une vieille caféière non entretenue sous très vieux et très hauts cocotiers, le jamelonier faisant preuve dans toute la zone considérée d'un pouvoir de compétition l'amenant à être dangereusement envahissant.

Entre de grosses pierres et têtes rocheuses occupant près de la moitié de la surface, on trouve des poches profondes de terre meuble.

0-15 cm - Brun foncé, humus assez abondant très fortement lié à la fraction minérale, nombreuses racines et radicelles bien réparties dans la masse; texture apparemment limono graveleuse avec nombreux cailloux de roche peu à moyennement

.../...

altérée; structure grumeleuse à nuciforme moyenne stable, très bonne friabilité; capacité utile pour l'eau paraissant élevée et excellent drainage interne. Passage progressif à :

20-50 cm - Brun chocolat foncé, faiblement humifère, très bon enfoncement et répartition des racines dans la masse; texture apparemment limono graveleuse avec nombreux débris de roche à divers stades d'altération; structure nuciforme assez fine moyennement stable, très bonne friabilité; drainage interne très actif. Passage progressif à :

50 cm et au delà - Terre brun chocolat foncé remplissant les interstices entre de gros blocs rocheux, très peu humifère mais racines pénétrant bien et s'enfonçant dans toutes les fentes; texture apparente limono graveleuse à argilo caillouteuse, nombreux débris de roche plus ou moins altérée; structure nuciforme fine médiocrement stable, un peu tassé en place mais s'effritant bien; drainage interne très actif.

A l'analyse, la présence de nombreux débris de roche peu altérée se manifeste par une quantité notable de graviers dans les échantillons préalablement épierrés et de sable grossier dans la terre fine où néanmoins on trouve 30 % d'argile environ et plus de 50 % d'argile + limon, les caractéristiques structurales de ce sol le faisant apparaître en place moins bien pourvu en fractions granulométriques fines qu'il ne l'est en réalité.

En profondeur le profil apparaît plus sec qu'en surface, ce qui confirme à la fois la bonne exploration par les racines des remplissages terreux entre les blocs de roche et l'intensité du drainage interne noté à l'examen morphologique. Les écarts considérables, même en profondeur, entre la valeur du potentiel capillaire à pF 1,9 et la capacité maximum de rétention pour l'eau constituent une indication supplémentaire d'un très bon drainage interne et d'une facile infiltration de l'eau.

La matière organique est peut être moins abondante que l'examen en place le faisait prévoir, la raison paraissant en être une humification rapide et très active amenant le rapport C/N à être inférieur à 10 tout le long du profil.

Compte tenu de la matière organique, la capacité minérale d'échange assez élevée ne paraît guère varier de la surface à la profondeur, une partie devant sans doute en être rapportée à des "sables actifs" et produits amorphes. Le taux de saturation du complexe d'échange de 90 à 95 % s'accorde mieux avec la réaction quasi neutre du sous sol qu'avec celle modérément acide de l'horizon de surface. Chaux et magnésie échangeables sont abondantes tandis que l'horizon superficiel est remarquablement bien pourvu en potasse, cet élément se retrouvant encore en quantité notable en profondeur ce qui est loin d'être le cas pour la grande majorité des sols de Mangaréva; de plus le sodium, bien qu'augmentant de haut en bas du profil, n'y domine pas nettement la potasse en sous sol.

Comme dans les autres types de Sols d'Eboulis humifères, le phosphore est abondant et la déficience en cet élément nullement à redouter.

Il n'est pas sans intérêt de constater qu'à s'en tenir à l'ensemble de ses propriétés physiques, physicochimiques et chimiques, ainsi qu'à son comportement vis à vis de l'eau, un tel sol doit être considéré comme exceptionnellement fertile. C'est sa position sur forte pente et son caractère rocheux qui en

.../...

limitent considérablement les possibilités, lesquelles demeurent néanmoins importantes et sans doute à l'heure actuelle sous estimées pour un certain nombre de cultures arbustives ou lianiformes.

2 - Sols Colluviaux - Alluviaux.

Il est difficile pour une île aussi petite, à relief aussi tourmenté, à nombreux ruisseaux intermittents mais à très rares cours d'eaux permanents, d'établir une distinction nette entre formations colluviales et alluviales. Il serait sans doute plus exact de parler de produits de ruissellement venant se déposer dans des plaines côtières généralement étroites et allongées entre pieds de pentes et bourrelet de plage.

D'après la nature des sols, les formes et l'intensité de l'érosion sur leurs "pentes nourricières" ainsi que du début d'évolution pédologique susceptible de les affecter on peut en distinguer au moins trois séries ou types principaux.

2 - 1 - Sols Colluviaux - Alluviaux Brun Gris Eutrophes

Ils correspondent à des apports provenant principalement des pentes recouvertes de Sols Brun Gris juvéniles, d'Eboulis humifères, Bruns Eutrophes et surtout Bruns Vertiques. Concommément avec les Sols Humo Carbonatés ils sont dominants dans les plaines littorales le long de la côte au vent depuis la pointe Matai-utea jusqu'à la pointe Koutu-puki-puki. Mais on les retrouve aussi le long de la côte sous le vent où ils occupent notamment une bonne partie de la plaine de Gatavaké en piedmont du Duff et du Mokoto ainsi qu'en bordure des plaines de Taku et Ganhutu immédiatement en contrebas des arêtes secondaires limitant latéralement les baies du même nom.

Selon qu'ils ont été ou non affectés par un début d'évolution sur place dans le sens vertique ou d'après les remaniements d'origine le plus souvent antropomorphe qu'ils ont subi, on peut en distinguer plusieurs types.

2 - 1 - 1 : Sols Brun Gris eutrophes modaux

On n'y remarque pas, en dehors d'un considérable enrichissement en matière organique agissant dans un sens favorable sur la stabilité de structure, d'évolution pédologique d'un matériel très argileux conférant aux terres une assez forte compacité et cohésion; en dépit de cette texture très fine, de nombreux débris de roche peu altérée se retrouvent tout le long des profils.

Le profil GA 27 étudié, sous vieille cocoteraie envahie par une "haute brousse" de plantes salissantes subligneuses (basilic, lantana, Elephantopus mollis) provient du centre de la plaine de Rikitéea, immédiatement à l'arrière de la zone marécageuse des tarodières.

0-15 cm : Brun très foncé un peu grisâtre, fortement humifère, bien exploré par un chevelu dense de racines; textures apparemment argilo graveleuse, débris de roche peu à fortement altérée; structure nuciforme assez grossière stable, cohésion assez forte mais terre s'effritant très bien; capacité utile pour l'eau paraissant élevée et drainage interne correct sans plus. Passage progressif à :

15-30 cm : Brun foncé avec nuance gris jaunâtre, diminution progressive de l'humus encore abondant, bon enracinement cependant gêné par une trop forte cohésion; texture argilo graveleuse avec débris de roche peu à assez fortement altérée; structure polyédrique moyenne encore assez stable, cohésion et compacité assez élevées, mais bon effritage; drainage interne paraissant assez lent. Passage progressif à :

30-60 cm et au delà : Brun foncé avec nuance gris beige, diminution très progressive de l'humus et assez bonne pénétration des racines en profondeur; texture argilo graveleuse à argilo pierreuse, débris de roche en cours d'altération active; structure polyédrique peu stable à angles très bien marqués, compact, cohésion élevée; drainage paraissant malgré tout s'effectuer assez correctement.

Tout le long du profil on trouve une certaine quantité de graviers correspondant à des débris de roche peu altérée, ceci n'empêchant pas l'argile de représenter plus de 50 % de la masse de la terre fine. Le pouvoir de rétention en eau utile est important dans l'horizon superficiel et les écarts nettement supérieurs à 10 % rapportés au poids de l'eau entre le potentiel capillaire à pH 1,9 et la capacité de rétention maximum sont l'indice d'une assez importante porosité très large même en profondeur, laquelle permet une infiltration satisfaisante en dépit des fortes compacités et cohésions notées à l'examen morphologique.

La matière organique très abondante en surface est encore présente en quantité très notable jusqu'à une assez grande profondeur : compte tenu de cette abondance et de la masse de déchets végétaux retournant au sol, un rapport C/N de 13 en surface n'indique pas obligatoirement une humification passagère ou incomplète, d'autant que ce rapport s'abaisse à près de 10 en profondeur.

En dépit de la présence de débris de roche en cours d'altération sur toute l'épaisseur du profil, le complexe d'échange n'est quasi saturé qu'en surface, la saturation à 80 % des sous sols restant néanmoins très satisfaisante et plus élevée que ne le laisserait prévoir le pH de 5,5. En attribuant à la matière organique une capacité d'échange probable de 180 meq. pour 100 gr, celle de la fraction minérale serait voisine de 20 meq. pour 100 gr, en assez bon accord avec la présence mise en évidence par l'étude de l'argile de métahalloysite associée à un peu de goethite. Parmi les éléments échangeables le chaux est abondante et domine nettement la magnésie, ce qui s'accorde bien avec l'absence de montmorillonite dans l'argile tandis que la potasse, satisfaisante sans plus en surface, devient très faible en profondeur; le sodium, comme ce sera très souvent le cas dans les sols du sous groupe colluvio alluvial, ne présente pas d'horizon de concentration ni de variation nette le long du profil, l'élément considéré étant néanmoins à l'état adsorbé sur le complexe d'échange comme le prouve une teneur en chlorure 10 fois plus faible qu'en sodium.

Le phosphore de réserve est abondant et risque moins encore que dans les Sols d'Eboulis d'être fortement rétrogradé.

Parmi les oligoéléments recherchés, seuls le strontium et le baryum sont présents à des teneurs plus faibles que celles trouvées dans l'ensemble des sols de Mangareva, aucun oligoélément ne se singularisant par une teneur plus forte.

D'un point de vue agronomique le potentiel de fertilité d'un tel sol risque d'être surtout limité, d'une part par une compacité trop forte susceptible d'être cependant facilement corrigée par des façons culturales convenables étant donné son assez bonne structure, de l'autre par le risque d'épuisement rapide de ses réserves en potasse facilement utilisables si la restitution de celles exportées par les récoltes n'était pas assurée.

2 - 1 - 2 : Sols Brun Gris eutrophes vertiques

L'acquisition, par les Sols Brun Gris eutrophes colluviaux alluviaux, d'un caractère vertique ou paravertique, c'est à dire d'une structure polyédrique large à faces luisantes, d'une très forte cohésion et compacité en même temps que d'une faible macroporosité en profondeur, paraît être principalement sous la dépendance d'un engorgement périodique de leur sous sol dû soit à leur position topographique, soit à leur utilisation antérieure en tarodière. En effet, bien que d'assez fortes quantités de magnésie y soient adsorbées sur leur complexe d'échange, les argiles qui en ont été extraites ne contiennent pas de phyllites de la famille de la Montmorillonite.

Deux profils en ont été étudiés provenant du fond de la baie de Rikitée en contre bas du col de Gatavaké; mais alors que GA 23 dominant de quelques dizaines de centimètres la partie franchement marécageuse de la plaine correspond au niveau des formations colluvio-alluviales actuelles, GA 44 a été reconnu, en contrebas du laboratoire du C.E.A., sur une terrasse dominant de quelques mètres la même plaine. La végétation est sensiblement identique dans les deux cas : envahissement par le jamelonier d'une vieille cocoteraie maladive, couvert fourni de Paspalum conjugatum mais seulement par plages, le jamelonier n'admettant aucune végétation herbacée sous son ombrage direct.

C'est le profil GA 44 que nous décrivons, le profil GA 23 présentant des caractéristiques morphologiques très voisines, mis à part une moins grande abondance de débris de charbons de bois et une marmorisation moins bien marquée de son second horizon.

0-12 cm : Brun gris très foncé, matière organique abondante mais non parfaitement décomposée, lacis de racines assez dense; texture limono argileuse, rares débris de roche peu altérée et présence de charbon de bois; macrostructure prismatique donnant de grosses mottes enserrées par les racines, microstructure nuciforme moyenne médiocrement stable, assez forte cohésion en place, toucher gras et onctueux; forte rétention pour l'eau et drainage interne très médiocre. Passage progressif à :

12-80 cm : Brun foncé avec nuance jaune kaki, matière organique diminuant lentement le long de cet horizon, racines de jamelonier pénétrant bien, mais racines de cocotier rares et pour la plupart mortes, très peu de radicelles ou racines fines; texture limono argileuse à argilo limoneuse, rares débris de roche altérée mais restes de charbon de bois abondants; structure polyédrique large à faces luisantes assez stable, très cohérent, assez compact et un peu collant en place; drainage interne très médiocre à mauvais se manifestant par une marmorisation diffuse due à des mouvements de fer. Passage semi progressif à :

80-130 cm et au delà : Brun Rouge foncé moucheté de jaune, de plus en plus jaune rouge en profondeur, non ou peu humifère, quelques grosses racines de jamelonier s'enfonçant; texture argilo limoneuse à argilo graveleuse, assez nombreux débris

de roche en cours d'altération et toujours présence de charbon de bois; structure massive, consistance devenant franchement plastique; très humide en permanence mais non engorgé, mauvais drainage interne.

La présence de nombreux débris de charbon de bois sur toute l'épaisseur du profil pourrait indiquer une utilisation prolongée ancienne avec brulis, des témoignages locaux indiquant aussi que la surface considérée a été précédemment utilisée en tarodière.

Si l'argile est la fraction granulométrique dominante, en dépit de l'accroissement de compacité et plasticité constaté du haut en bas du profil, la somme argile + limon tend à diminuer au profit surtout des sables grossiers de l'horizon superficiel à la profondeur. La quantité d'eau retenue au point de flétrissement (pF 4,2) est élevée particulièrement en surface, tandis que la macroporosité devient fort réduite au niveau de l'horizon profond (cf écarts entre pF 3, 1,9 et capacité maximum de rétention pour l'eau de l'échantillon 44-3). L'abondance de la matière organique peut être due aux conditions d'hydromorphisme en ralentissant la décomposition; néanmoins, tout en étant assez élevés, les rapports C/N de 13 à 14 de la partie supérieure des profils le sont moins que l'on aurait pu attendre compte tenu du mauvais drainage interne, de l'apport de débris végétaux d'une myrtacée telle que le jamelonnier et de la présence de nombreux restes de charbon de bois.

En dépit de pH compris entre 5,5 et 6, les coefficients de saturation sont de l'ordre de 80 à 90 % tout le long des profils et les valeurs en général assez élevées des capacités d'échange pourraient être pour une part rapportées à la présence de produits amorphes. L'étude des argiles met en effet en évidence de tels produits associés à de la métahalloysite et à des traces de goethite dans l'horizon 23-2, tandis que, dans l'horizon 44-3, dont la capacité d'échange est nettement plus faible, à de la métahalloysite encore dominante, c'est de la goethite qui est surtout associée, la présence de petites quantités de produits amorphes n'étant que probable.

Parmi les éléments échangeables, la magnésie bien qu'abondante l'est cependant moins que la chaux, la potasse tend d'autant plus à se concentrer en surface que l'ensemble du profil en est mal pourvu, le sodium par contre se concentrant en profondeur, surtout dans le profil GA 23. Les quantités de chlorures très faibles trouvées dans GA 23 ne correspondent nullement à celles de sodium, lequel est donc bien présent à l'état échangeable.

Le phosphore de réserve, déterminé pour deux des horizons du profil GA 23, est très satisfaisant et, malgré le risque de rétrogradation peut être plus important que dans le type de sol précédent, une déficience en cet élément est peu à craindre.

Les quantités des divers oligoéléments recherchés sont pratiquement identiques dans les horizons superficiels des deux profils étudiés et très voisines de celles trouvées en moyenne dans l'ensemble des sols de l'île autres qu'humus-carbonatés.

Ce sont ici les propriétés physiques qui sont essentiellement limitatives de l'utilisation des terres : les cultures exigeantes vis à vis du drainage interne, de la friabilité et de l'aération, y compris le cocotier, l'orange, le caféier arabica et l'arbre à pain y sont mal préadaptées tandis que, par exemple, le bananier et a fortiori le taro d'eau qui devait traditionnellement

occuper de telles surfaces y sont beaucoup plus recommandables, surtout si des fumures à dominance potassique leur étaient apportées. A noter également des possibilités d'utilisation en élevage intensif.

2 - 1 - 3 : Sols Brun Gris eutrophes remaniés non calcaires

Comme déjà indiqué, les sols de cette série ont été particulièrement remaniés sous l'action de l'homme, la densité du peuplement en ayant été considérable et l'utilisation certainement intensive dans le passé. En fait, il est assez rare que les Sols Brun Gris eutrophes colluviaux alluviaux ne présentent pas de traces de tels remaniements : niveaux pierreux, charbonneux ou de terre calcinée, horizons compactés par le piétinement ou plus ou moins tachetés et décolorés à la suite de la culture irriguée du taro d'eau.

Il est évidemment impossible de fournir une description généralisable de tels sols, les variations morphologiques y étant quasi de hasard et sous la dépendance d'antécédents difficilement contrôlables. Un exemple en est cependant fourni par GA 32 reconnu, sous cocotiers maladifs et couvert herbacé dense et fourni de Paspalum conjugatum, au fond de la baie d'Atirikigaro.

Dans le profil on reconnaît un niveau caillouteux presque certainement à rapporter à un remaniement entre 20 et 30 cm et des restes de charbons de bois particulièrement abondants à 60 cm de profondeur. Le sous sol, en dépit d'une structure polyédrique large assez stable, est très compact et présente des signes d'engorgement périodique par l'eau, ce qui pourrait correspondre à une ancienne tarodière en fosse. L'horizon de surface friable, onctueux et particulièrement riche en matière organique mal décomposée formant feutrage et retenant énormément d'eau peut vraisemblablement être rapporté à un remblayage fait à l'aide de déchets divers.

La caractéristique essentielle de ce sol est qu'en dépit de la capacité d'échange élevé et du caractère parfaitement saturé de son complexe organo minéral, l'humification s'y fait très mal comme en témoignent les hautes valeurs du rapport C/N. La quantité de matière organique élevée trouvée entre 30 et 60 cm, comme le rapport C/N supérieur à 20 de celle ci, correspondent sans doute à un sol hydromorphe enterré. On notera aussi la très nette concentration de la potasse échangeable en surface contrastant avec la stabilité des teneurs en chaux, magnésium et sodium le long du profil. La quantité non absolument négligeable de chlorure présente dans l'horizon de surface témoigne d'un certain pouvoir de rétention envers l'ion Cl de la matière organique, surtout si celle ci est incomplètement humifiée.

2 - 1 - 4 : Sols Brun Gris eutrophes remaniés calcaires

Les sols colluviaux alluviaux Brun Gris recouvrent fréquemment un substratum de sable corallien. Si, le plus souvent, le passage à ce dernier est brutal, il arrive également que du calcaire s'en trouve mélangé en quantité variable quoique généralement faible à l'ensemble du profil. Plutôt qu'à des causes naturelles, ces mélanges paraissent dus à l'action de l'homme.

Un bon exemple en est fourni par le profil GA 35 reconnu dans la partie orientale de la plaine d'Atitouti face à la descente du plateau du couvent de la piste de Rikitée. La végétation en est, sous de vieux arbres à pain, des plantations mal venues de caféiers et orangers, le bananier par contre y prospère.

0-30 cm : Brun grisâtre très foncé avec quelques points blancs humifères; enracinement abondant, enracinement limité par la difficulté d'exploration des radicelles; texture apparemment argilo sableuse avec quelques débris de roche volcanique altérée et de calcaire; structure nuciforme large peu stable; consistance lourde et grasse, assez forte cohésion; très humide en place, drainage interne très médiocre. Passage progressif à :

30-70 cm : Brun beige encore très foncé, un peu humifère, même type d'enracinement qu'au dessus; texture argilo sableuse à argilo graveleuse avec assez nombreux débris de roche volcanique altérée et de calcaire; structure polyédrique large très peu stable, tendance massive, consistance grasse et compacte en place mais assez bon effritement; même comportement vis à vis de l'eau qu'au dessus. Passage progressif à :

70-100 cm : Brun beige de plus en plus clair, faiblement humifère, rares racines pénétrant; texture sablo argileuse devenant de plus en plus grossière vers le bas par augmentation de la proportion de sable calcaire; structure continue, consistance grasse et onctueuse en dépit de la richesse en fractions grossières; drainage interne encore médiocre.

100-150 cm : passage progressif à sable calcaire blanc grisâtre, le sable corallien quasi pur étant atteint à 140 cm.

A l'analyse, on trouve une petite quantité de graviers; l'argile, le limon et les sables sont en proportions sensiblement voisines dans toute la partie supérieure du profil. Plus de la moitié des carbonates mis en évidence au calcimètre se retrouve sous forme de calcaire actif. Si la microporosité utile (écarts entre pH 4,2 et 3) est assez élevée, la macroporosité est plutôt limitée, ce qui correspond bien à la médiocrité du drainage interne reconnu à l'examen morphologique.

La matière organique n'est que modérément abondante en surface mais diminue très progressivement le long du profil, l'augmentation du rapport C/N avec la profondeur étant sans doute en rapport avec les difficultés du drainage.

A des pH supérieurs à 7 correspond le calcaire libre, la chaux desée étant en fait la somme de celle présente comme échangeable et de celle facilement soluble; le rapport de la magnésie échangeable à la capacité d'échange est un des plus faibles trouvé à Mangareva, la potasse nettement concentrée en surface étant en quantité certainement insuffisante vis à vis de la capacité d'échange. Les quantités particulièrement faibles de sodium échangeable et de chlorures solubles prouvent que les caractéristiques structurales assez défavorables de ce sol ne sont absolument pas à rapporter à une tendance halophile que l'examen morphologique aurait pu faire soupçonner. En réalité, la structure large et la compacité en présence de calcaire libre et d'humus sont à rapporter ici à la présence de montmorillonite comme argile dominante, une capacité minérale d'échange élevée du sol lui-même y étant du reste associée. De la métahalloysite accompagne la montmorillonite ainsi que de petites quantités d'aragonite, ces dernières correspondant à des débris de calcaire coquiller et madréporique, à l'exclusion d'organismes à calcite tels que foraminifères ou lithothamniées.

Le phosphore est très abondant et, moins encore que dans les autres sols peu évolués précédemment étudiés, n'est susceptible d'être déficient dans l'alimentation des plantes.

Les teneurs en un certain nombre d'oligoéléments, Zn, Cu, V, Ni, Co, Cs, sont ici plus faibles que dans les sols formés à partir des seuls sédiments d'origine volcanique, un certain risque de carence en zinc et cuivre pouvant en résulter; par contre le strontium lié à la présence des débris coralliens est très abondant.

En définitive, ce sol est un bon exemple de terre à composition granulométrique assez satisfaisante, particulièrement riche en chaux et suffisamment humifère sur une grande épaisseur, dont les possibilités d'utilisation n'en sont pas moins limitées par des défauts physiques que l'on a l'habitude de rapporter à l'excès d'argile, à l'absence de chaux ou au manque d'humus. Dans le cas, la responsabilité en revient à la nature propre des phyllites présentes nuisible au drainage interne, l'inconvénient de la chose étant accentué par des infiltrations d'eau en provenance des bas de pentes et un drainage externe insuffisant.

Les possibilités de mise en valeur sont sensiblement ici les mêmes que sur Sols Alluvio-Colluviaux Brun Gris vertiques avec cependant marge d'amélioration du comportement vis à vis de l'eau plus importante par action sur le drainage externe et aptitude sans doute exceptionnelle à l'élevage intensif grâce notamment à la richesse en phosphore. Même si une amélioration considérable de la structure était obtenue, le caféier ou toute autre culture nettement calcifuge serait à déconseiller.

2 - 2 - Sols Colluviaux-Alluviaux Brun Chocolat et Brunseutrophes

A la différence des précédents, ils correspondent à des apports provenant principalement des pentes recouvertes de Sols Ferrallitiques ou à faciès ferrallitique. Néanmoins, à la suite d'un début d'évolution sur place, ils ont acquis une couleur allant du brun chocolat au brun franc et surtout un complexe d'échange saturé ou quasi saturé. On les reconnaît essentiellement le long de la côte sous le vent où ils sont cependant trop intimement imbriqués aux Sols Colluviaux-Alluviaux Gris Brun eutrophes et Brun Rouge mésotrophes pour que la distinction cartographique avec ceux-ci ait une signification autre que figurative.

2 - 2 - 1 : Sols Brun Chocolat magnésicoles eutrophes de piedmont

Ils correspondent, en contrebas des pentes, à des formations de piedmont présentant encore une pente sensible en direction du littoral et leur couleur tire fréquemment sur le brun chocolat. A supposer que les sédiments d'origine ferrallitique dont ils sont formés aient ramblayés des zones coralliennes, celles-ci sont à trop grande profondeur pour avoir une influence sur les sols. En revanche, l'eau qui s'y infiltre à partir des pentes les dominant est à réaction basique et contient en solution de petites quantités de calcium, mais surtout du magnésium et de la silice dissouts au niveau de l'horizon d'altération des Sols Ferrallitiques (1). La dominance de la magnésie sur la chaux dans les

.../...

(1) cf. résultats d'analyses des eaux de Mangareva, prélevées par l'hydrologue et étudiées au laboratoire de Pédologie du centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa. L'échantillon d'eau n° 10 paraît être l'un des plus typiques à ce point de vue.

eaux d'infiltration provoque une resaturation préférentielle en cet élément du complexe d'échange. Il est également possible que la présence de montmorillonite en quantité importante dans le matériel sédimentaire puisse être attribuée à une néosynthèse de cette phyllite, à partir des gels d'hydroxydes des Sols Ferrallitiques d'une part et de la silice et magnésie en solution dans une eau d'imbibition à réaction basique de l'autre.

Deux profils en ont été étudiés, GA 11 reconnu sous caféière densément ombragée par des Albizzia dans le fond NE de la baie de Kirimiro et GA 20, sous même type de végétation, à une centaine de mètres en direction de Takou du débouché de la piste de Rikitéa dans la plaine d'Apeakava. De ces profils très semblables nous donnons une description synthétique.

0-20 cm : Brun foncé avec nuance chocolat plus nette dans GA 20, humus lié modérément abondant, bon enracinement avec nombreuses racelles explorant toute la masse; texture apparemment limono argileuse, débris de roche rares et complètement altérées; structure nuciforme moyennement large médiocrement stable, consistance ferme corrigée par un très bon effritage; capacité en eau utile élevée se conciliant avec un très bon drainage interne. Passage insensible à :

20-60 cm : Brun jaune foncé, de moins en moins humifère, bonne pénétration et exploration des racines; texture apparemment limoneuse devenant progressivement limono sableuse vers le bas, assez nombreux débris de roche complètement altérée (morceaux de "manou" provenant des zones de départ ferrallitiques); structure nuciforme à polyédrique assez fine peu stable, consistance ferme mais très bonne friabilité; très bon drainage interne. Passage progressif à :

60-110 cm et au delà : Brun jaune piqueté d'ocre rouge, non humifère, racines pénétrant mais en faible nombre; texture sablo limoneuse avec nombreux débris de roche complètement altérée ("manou"); structure continue secondairement micro grumoleuse, consistance meuble et friable; très bon drainage interne.

L'absence de graviers témoigne de l'altération très poussée des débris de roche reconnus à l'examen morphologique. Avec des quantités de même ordre d'argile et de limon et une proportion satisfaisante de sables, la fraction grossière de ceux ci augmentant le long des profils, la composition granulométrique est bien équilibrée. La quantité d'eau contenue dans les sols en place correspond à très peu de chose près à "l'humidité équivalente" (pF 3). La capillarité est très bonne à convenable entre les diverses valeurs de pF mesurées, ce qui correspond à une porosité pour l'air comme pour l'eau au moins satisfaisante sur toute l'épaisseur étudiée des profils.

Si la matière organique est plutôt moins abondante que dans d'autres types de sols de l'île, c'est sans doute parce que l'humification y est plus active au moins en surface, comme le prouvent des rapports C/N compris entre 10 et 11 en dépit de l'abondance des débris végétaux retournant au sol.

Il n'y a pas de très bonne corrélation entre des réactions moyennement acides à quasi neutres et coefficients de saturation dans tous les cas supérieurs à 90 %, ceci étant sans doute dû à la présence de quantités importantes de montmorillonite dans la fraction argileuse, une désaturation très limitée de cette phyllite pouvant en effet entraîner un abaissement important du pH. A la montmorillonite doit être également rapportée une capacité minérale d'échange

.../...

élevée, de l'ordre de 30 meq. pour 100 gr, du sol lui même. Les résultats de l'étude de l'argile extraite de l'horizon GA 20-2 sont du reste particulièrement instructifs. D'importantes quantités de montmorillonite y sont associées, ce qui n'a rien d'anormal, à de la métahalloysite et des "fire clay" (argiles de la famille de la kaolinite mal cristallisées). Mais on y trouve aussi de l'hématite qui n'a pu guère s'individualiser qu'à la suite d'une évolution poussée des Sols à Sesquioxides recouvrant les collines nourricières de ces formations colluvio alluviales. De plus et surtout, on y reconnaît un peu de cristobalite dont la présence pourrait être l'indication d'une silicification en cours, le même phénomène étant susceptible de provoquer, surtout comme c'est ici le cas en présence de magnésie, le néosynthèse de la montmorillonite par combinaison de la silice en solution ou à l'état de gel à des gels d'hydroxydes.

La magnésie échangeable, déjà très abondante en surface, arrive à dominer la chaux en sous sol. Bien que très nettement concentrée dans l'horizon humifère, la potasse y est cependant déjà sérieusement déficiente, les sous sols étant très fortement carencés en cet élément. Le sodium, présent lui aussi en faible quantité, ne s'accumule préférentiellement à aucun niveau du profil, cette absence de niveau d'accumulation préférentielle de l'ion Na se retrouvant pour la plupart des Sols Colluvio Alluviaux et tout particulièrement pour ceux dérivant des Sols Ferrallitiques.

La quantité de chlorure présente est absolument négligeable.

Les réserves en phosphore sont moyennes et la migration très limitée de cet élément du sous sol à la surface dans le profil GA 20, plutôt qu'une très forte rétrogradation, paraît indiquer que c'est la potasse plus que le phosphore qui joue ici le rôle de facteur limitant de la nutrition minérale des plantes.

Au niveau des oligoéléments, les teneurs sont de l'ordre de celles des autres sols de l'île, le manganèse et le gallium étant cependant un peu plus abondants qu'ailleurs.

Sur les sols de ce type, la végétation et particulièrement les cultures arborées ou arbustives apparaissent souvent très vigoureuses au moins du point de vue végétatif. Beaucoup plus qu'à un potentiel de fertilité chimique élevé, elles le doivent à des caractéristiques structurales, à un comportement vis à vis de l'eau et à une humification favorables.

En revanche, les très faibles teneurs en potasse échangeable sont inquiétantes, d'autant qu'elles sont associées à des capacités d'échange élevées et à des quantités de magnésie, élément antagoniste, exceptionnellement abondantes. S'il est possible que, sous végétation arborée et arbustive dense et en l'absence d'exportations notables correspondant à l'économie de cueillette pratiquée, la potasse échangeable présente, très rapidement réutilisée, suffise aux besoins essentiels des plantes, il n'en serait certainement plus de même en cas d'utilisation agricole même modérément intensive de ces terres : de sérieuses carences potassiques apparaîtraient alors rapidement qu'il serait nécessaire de compenser par des apports d'engrais. Le phosphore, moins abondant et peut être moins facilement assimilable que dans les Sols Colluviaux Alluviaux Brun Gris, pourrait, après correction de la déficience potassique, devenir lui aussi utile à apporter. Les possibilités des sols de régions tropicales humides en matière pastorales étant avant tout fonction de leur richesse en phosphore, alors qu'en matière d'agriculture elles le sont au moins autant de la qualité de la structure

.../...

et de la richesse en potasse, nous ne croyons pas que de telles terres présentent d'aptitudes particulières pour une intensification de l'élevage.

2 - 2 - 2 : Sols Bruns calcicoles eutrophes de recouvrement sur calcaire

De couleur brun gris très foncé en surface, brun foncé franc en profondeur et ne présentant qu'une très faible pente en direction du littoral, ils sont formés à partir de produits pour une large part au moins d'origine ferrallitique sédimentés sur un substratum corallien. Au contact de ce calcaire retrouvé à assez faible profondeur et par remontée capillaire ou par l'intermédiaire des racines de l'eau d'imbibition de celui ci, leur complexe d'échange s'en retrouve essentiellement saturé en calcium. Leur capacité minérale d'échange, nettement plus faible rapportée au taux d'argile que dans le cas précédent, et leur réaction encore très voisine de la neutralité pour un coefficient de saturation de 80 à 85 %, paraissent indiquer que de la montmorillonite n'est pas présente en quantité notable dans leur fraction fine.

Une étude a été faite d'un profil de ce type de sol, GA 38, reconnu sous couvert arboré de cocotier, manguier et bourao et végétation herbacée assez diversifiée et dense dans la partie N de la plaine de Gatavaké, à 400 m environ du débouché de la piste de Rikitéa dans cette plaine.

0-25 cm : Brun gris très foncé, franchement humifère, très forte densité de racines particulièrement sur les 15 premiers centimètres; texture apparemment argilo à limono graveleuse, quelques débris de roche peu altérée; structure nuciforme à polyédrique moyennement large et médiocrement stable, consistance un peu lourde, ferme, effritage assez médiocre; capacité de rétention pour l'eau paraissant élevée et drainage interne plutôt lent. Passage assez rapide à :

25-75 cm : Brun foncé, faiblement humifère, assez bonne pénétration des racines; texture argilo graveleuse avec débris de roche à divers degrés d'altération (y compris débris de "mamou"); structure polyédrique moyennement large peu stable avec tendance schisteuse, consistance assez lourde et onctueuse mais meilleur effritage qu'au dessus; drainage interne satisfaisant dans la partie supérieure de l'horizon mais devenant médiocre à sa base où l'on remarque une tendance à l'engorgement par l'eau. Passage assez progressif à :

75-110 cm : Brun encore assez foncé, peu humifère, quelques racines pénétrant; texture argilo graveleuse à argilo pierreuse avec nombreux débris de zones de départ ferrallitique roulés; structure continue secondairement microgrumeleuse; meilleur drainage interne qu'entre 60 et 75 cm. Passage brutal à :

110 cm et au delà : Sable calcaire corallien blanc.

La présence, à rapporter à des débris de roche peu altérée, d'une petite fraction graveleuse à l'analyse granulométrique témoigne d'une origine mixte du matériel sédimentaire, des produits d'érosion de sols jeunes s'y trouvant mélangés à ceux de sols ferrallitiques, ces derniers fournissant les débris de zones de départ ("mamou"). Si la proportion des sables grossiers croît continuellement le long du profil, l'argile n'en reste pas moins la fraction granulométrique dominante jusqu'au contact avec la formation corallienne; du reste la quantité particulièrement élevée d'argile de l'horizon le plus superficiel contribue certainement à rendre celui ci assez lourd et médiocrement perméable.

.../...

Les quantités d'eau retenues dans le sol en place au moment du prélèvement sont voisines de celles correspondant à l'humidité équivalente (pF 3), tandis que la macroporosité utile apparaît satisfaisante sur au moins 50 cm, celle plus faible trouvée en profondeur ayant une signification douteuse, du fait d'un prélèvement à la sonde de l'échantillon correspondant ayant pu amener son compactage.

La matière organique, abondante dans l'horizon de surface, diminue ensuite assez brutalement pour se stabiliser à un peu plus de 1 % de la masse du sol jusqu'au delà de un mètre; l'abaissement progressif de 13 à 10,5 du rapport C/N le long du profil paraît correspondre à une humification modérément active mais néanmoins encore satisfaisante.

A des réactions quasi neutres correspondent des coefficients de saturation de plus de 90 % en surface et de 80 à 85 % en sous sol, les capacités d'échange moins élevées que ceux des Sols Brun Chocolat n'en restant pas moins encore très satisfaisantes. La chaux domine très largement la magnésie échangeable tandis que la potasse apparaît comme très gravement déficiente, son accumulation relative très fortement marquée en surface devant être interprétée comme l'indication d'une avidité particulière de la végétation envers un aliment qui lui est d'autant plus nécessaire qu'elle en manque : dans ces conditions, les racines en épuisent complètement le sous sol sans, pour autant, arriver à en enrichir suffisamment l'horizon humifère. Sans être abondant ni particulièrement concentré à un niveau donné, le sodium échangeable domine complètement le potassium en profondeur.

Sans être absolument négligeable, les quantités de chlorures solubles trouvées en surface sont loin d'être équivalentes au sodium dosé comme échangeable, la quasi disparition des ions Cl en profondeur donnant à penser que ceux ci sont surtout retenus par la matière organique.

Le phosphore assez abondant et sans doute assez facilement utilisable ne peut, face à la grave déficience potassique constatée, tenir le rôle de facteur limitant de l'alimentation minérale de la végétation.

Les défauts de structure et de comportement vis à vis de l'eau d'un tel sol sont relativement mineurs et pourraient être en grande partie corrigés par des aménagements convenables portant surtout sur l'amélioration du drainage externe afin de combattre une tendance à l'engorgement de surface. Par contre, la déficience en potasse nous y paraît trop accusée pour que l'on puisse en tirer un bon parti en agriculture sans utilisation d'engrais en apportant.

Compte tenu de la richesse ou de teneurs très satisfaisantes en chaux, phosphore et azote, ainsi que de l'ensemble des caractéristiques physiques et hydriques, un élevage intensif devrait pouvoir d'autre part y être assez facilement conduit.

2 - 3 - Ferrallititas Brun Rouge mésotrophes

Elles se forment par sédimentation en bas de pente ou dans les plaines littorales de la côte sous le vent des produits de l'érosion accélérée actuelle des Sols Ferrallitiques ou à faciès ferrallitique.

Contrairement aux formations colluvio alluviales précédentes il s'agit de sols absolument non évolués sur place dont la différenciation morphologique est à peine ébauchée par l'individualisation d'un horizon humifère superficiel parfois à peine discernable à l'oeil.

Du fait du caractère très récent ou actuel de leur dépôt, les phénomènes précédemment évoqués de resaturation du complexe d'échange par de la magnésie ou de la chaux n'auraient pas dû avoir le temps de se produire. Cependant, en dépit de réactions très acides correspondant à des pH inférieurs ou tout au plus égaux à 5,0, leur complexe d'échange est relativement bien saturé, en magnésie particulièrement, d'où le choix pour les désigner du terme mésotrophe. Les coefficients de saturation, les plus souvent compris entre 50 % et 75 %, peuvent être rapportés au ravinement jusqu'au voisinage de la roche sous-jacente de beaucoup de Sols Ferrallitiques, à des apports de minéraux en cours d'altération en provenance d'autres classes de sols venant s'y mélanger et, surtout, à une sédimentation sélective des particules argileuses en suspension ayant adsorbées une quantité d'ions Ca et surtout Mg suffisante pour provoquer leur floculation; dans certains cas, leur mise au contact avec les formations sableuses coralliennes peut aussi être évoquée. Leur capacité d'échange à rapporter à la fraction minérale apparaît aussi très élevée pour des sols de cette origine, la principale raison en étant que les fractions fines sont, non des kaolinites, mais leurs homologues, halloysite et métahalloysite, dont la capacité d'échange spécifique est au moins deux fois plus élevée. La présence reconnue, dans l'une au moins des argiles extraites de ces Ferrallitites, de montmorillonite, en même temps qu'elle justifie la capacité minérale d'échange élevée du sol correspondant, pose le problème de l'origine de cette phyllite : on peut admettre soit qu'elle provient des parties profondes, au contact de la roche, des zones de départ ferrallitiques en place, soit que sa néosynthèse très précoce intervienne en même temps que la floculation au contact d'eaux silico magnésiennes.

Nous avons distingué deux types de ces sols se différenciant du reste très facilement d'après l'aspect physionimique de la végétation.

2 - 3 - 1 : Ferrallitites Brun Rouge de ruissellement

Ce sont des produits non triés et, pour large part, formés de débris de roche complètement altérée en provenance des zones de départ attaquées par une érosion en ravins et "lavaka" intense. Ils viennent se déposer directement en bas de pente et, surtout, recouvrir en éventail les fonds de plaines côtières au débouché des cirques d'érosion. La végétation en est tout à fait caractéristique : lande à Gleichenia dichotoma très fournie et haute avec quelques boqueteaux de bourao trapus et fréquemment atteints de "die back" (extrémité des branches mortes); les quelques rares cocotiers que l'on peut y voir, s'ils ne sont pas morts, ont un aspect particulièrement lamentable.

On peut les reconnaître tout le long du versant sous le vent de Manga-reva, mais c'est dans le fond des plaines de Ganutu, Kirimiro et Apeakava qu'on en voit les plus grandes surfaces.

Le profil GA 42 de la plaine d'Akaputu dont nous donnons les résultats d'analyse fait en réalité terme de passage (intergrade) aux Sols Colluviaux Alluviaux Brun Chocolat et Brun eutrophes, aussi est ce le profil GA 10, tout à fait typique, de la plaine de Kirimiro que nous décrivons.

.../...

0-5 cm : Brun gris foncé, matière organique à fort pouvoir colorant plutôt qu'abondante, lacs dense de racines de fougères formant feutrage; texture apparemment limono sableuse avec débris de "mamou" abondants; structure grumeleuse faible, consistance onctueuse; drainage interne médiocre avec légère tendance à l'hydromorphisme perché. Passage progressif à :

5-30 cm : Brun rouge foncé un peu grisâtre, humus peu abondant mais à fort pouvoir colorant (acide fulvique ?), racines encore nombreuses mais beaucoup d'entre elles mortes; texture sablo argileuse avec débris de "mamou" abondants, structure grumeleuse fine peu stable passant à farineuse, très bonne friabilité; drainage interne bien meilleur qu'au dessus. Passage assez rapide à :

30-70 cm et au delà : Brun rouge foncé avec nuance beige sans doute due à la présence d'un peu d'humus de type fulvique, peu de racines vivantes mais assez nombreuses racines mortes peut être ruisselées en même temps que les sédiments; texture argilo sableuse avec encore une certaine quantité de débris de roche complètement altérée (mamou); structure nuciforme très faible passant à continue, consistance assez grasse, onctueuse et collante; drainage interne assez médiocre mais absence de symptômes d'hydromorphie.

L'absence quasi totale de graviers témoigne de l'état complètement altéré des nombreux débris de roche friables reconnus tout le long du profil, ces débris de "mamou" se retrouvant par contre dans une fraction sableuse assez abondante; la texture un peu plus fine de l'horizon profond n'est sans doute due qu'à une modification des conditions de sédimentation.

Le drainage interne médiocre de la partie tout à fait superficielle du profil est marqué par une teneur en eau du sol frais correspondant à un pF plus bas que dans les autres horizons. On notera qu'en profondeur la microporosité est élevée mais la macroporosité fort limitée, la mesure étant ici valable, le prélèvement correspondant n'ayant pas été fait à la sonde : il en résultera une forte capacité utile pour l'eau mais une perméabilité certainement assez médiocre à ce niveau.

Non seulement la matière organique est médiocrement abondante, même et surtout en surface, mais les rapports C/N sont extrêmement élevés, des valeurs de ceux ci égaux ou supérieurs à 20 étant caractéristiques du mode d'humification mauvais et très incomplet presque toujours reconnu sous lande à Gleichenia.

En dépit de réactions très acides, le complexe d'échange est saturé entre les $2/3$ et les $3/4$ de sa capacité, cette dernière de 24 à 30 meq. pour 100 gr. étant très élevée compte tenu de la nature du sol. L'étude de la fraction argileuse de l'horizon GA 10-3 ne conduit cependant pas à des conclusions très nettes : on y trouve, associée à un probable mélange de métaalloysite et de fire clay, une assez forte proportion de goethite, une telle composition ne rendant que difficilement compte des capacités minérales d'échange mesurées. Parmi les éléments échangeables, la magnésie est nettement dominante, la chaux étant néanmoins présente en quantité nullement négligeable; la potasse est très faible, sa concentration relativement limitée en surface indiquant soit que son transfert depuis les horizons profonds n'a pas eu le temps de se produire, soit un comportement oligotrophe envers cet élément du Gleichenia. Dans le cas et à titre plutôt exceptionnel, le sodium paraîtrait avoir un comportement assez semblable à celui du potassium, la véritable raison de sa légère diminution du haut en bas du profil pouvant cependant être une proportion un peu plus élevée

.../...

de sédiments en provenance des zones de départ ferrallitiques (débris de "mamou") en surface qu'en profondeur, les teneurs en sodium échangeable des Sols Ferrallitiques croissant, comme on le verra, très nettement le long de leurs profils.

Les chlorures solubles ne sont présents qu'en très faibles quantités, des traces en étant seulement retenues tout à fait en surface.

Le phosphore de réserve est relativement satisfaisant, d'autant que le sol en paraît également pourvu sur toute son épaisseur, mais ici l'on peut craindre une très forte rétrogradation de cet élément le rendant difficilement utilisable par les plantes.

Les teneurs en oligoéléments de l'horizon GA 10-1 ne se différencient pas de celles les plus généralement trouvées dans l'ensemble des sols de l'île.

Dans leur état actuel les Ferrallitites Brun Rouge foncé de ruissellement sont considérées comme des terres stériles. La cause principale paraît bien en être leur végétation dense de fougères ne tolérant pas la concurrence d'autres plantes et induisant sous son couvert un mode d'humification extrêmement défavorable, les très hauts rapports C/N qui y correspondent ne permettant pas la minéralisation de l'azote. Ce défaut ne peut être corrigé que progressivement par remplacement dirigé de la fougère par d'autres plantes d'abord suffisamment rustiques mais génératrices d'humus doux et actif (Albizzia falcata ou même plus simplement bourao), lesquelles pourront à leur tour préparer la place à des plantes plus exigeantes. Lorsque ce stade sera atteint, il faudra évidemment corriger la déficience potassique et, sans doute aussi, le déséquilibre calcium-magnésium et les réactions excessivement acides par apport de sable corallien, la question des besoins réels en phosphore ne pouvant guère être résolue que par des essais directs.

Une possibilité plus rapide de mise en valeur serait d'y effectuer, sur défrichement direct de la lande à fougères, un semis de Melinis minutiflora en vue d'une exploitation pastorale, cette graminée d'assez bonne valeur fourragère étant une des rares plantes susceptibles de résister victorieusement à la concurrence du Gleichenia et de s'adapter immédiatement à l'humus de type particulier laissé par ce dernier. Néanmoins les réussites d'ores et déjà obtenues dans cette voie en Polynésie Française (plateau de Taravao par exemple) l'ont été sur des sols tout aussi pauvres sinon plus à bien des points de vue et présentant le même mode d'humification, mais nettement mieux pourvus en matière organique totale et à très fortes réserves en phosphore. De plus, du point de vue de l'acquisition d'un potentiel de fertilité réellement satisfaisant du sol lui même, le pâturage à Melinis constitue une impasse de par le mode même d'humification sous son couvert assez voisin de celui de la lande à fougères.

2 - 3 - 2 - Ferrallitites Brun Rouge foncé d'épandage

Elles sont, pour la plus grande part de leur masse, formées de produits en provenance de Sols Ferrallitiques, mis en suspension dans l'eau lors de l'érosion de ces derniers et venant se sédimenter dans les plaines côtières du versant sous le vent de l'île. La stagnation, évaporation et infiltration de ces eaux en zones suffisamment planes, la floculation des fractions granulométriques fines par les processus déjà indiqués ou leur piégeage par une végétation herbacée dense sont à l'origine de cette sédimentation. Néanmoins une certaine

quantité de fractions granulométriques plus grossières s'y trouve presque toujours mélangée en proportions du reste variables en fonction de l'emplacement et de la state considérée.

Contrairement aux Ferrallitites de ruissellement, la végétation y est vigoureuse et diversifiée, avec notamment cocotiers et bananiers de belle venue et couvert herbacé dense et fourni de Paspalum conjugatum et Commelina nudiflora assez souvent remplacés par l'Urena lobata (paka).

Des sols de ce type existent tout le long de la côte sous le vent de Mangareva, mais c'est surtout d'Apeakava à Ganhutu qu'on en reconnaît les plus grandes surfaces.

Nous en avons étudié deux profils, GA 18, à égale distance d'Apeakava et de Takou, au lieu dit Taaroa, sous beaux cocotiers et couvert particulièrement dense de Paspalum conjugatum et Commelina nudiflora, et GA 41, à 50 m du cimetière de Takou en direction du littoral, sous couvert arboré discontinu de cocotiers, Albizia, manguier, bourao, bananiers et même type de végétation herbacée.

C'est le profil GA 18 que nous décrivons

0-3 cm : Brun olive, matière organique médiocrement abondante mais humification paraissant active, enracinement limité; texture argileuse, absence de débris de roche altérée; non structuré, consistance grasse et onctueuse; excessivement humide après une assez forte pluie. Ce petit horizon correspond en réalité à un dépôt actuel, ce qui justifie l'inorganisation de sa structure et sa non exploitation par les racines.

3-20 cm : Brun olive, humus actif lié à la fraction minérale mais médiocrement abondant, bonne exploration par les racines; texture argilo limoneuse, absence de débris de roche altérée reconnaissable; structure nuciforme moyennement large assez peu stable mais très bonne friabilité; capacité utile pour l'eau paraissant importante et se combinant à un drainage interne très satisfaisant. Passage assez brusque à :

20-80 cm : Brun olive piquetée de jaune et d'ardoise, non ou très peu humifère mais bonne pénétration des racines; texture apparemment sablo argileuse avec nombreux débris fins de roche complètement altérée; structure schisteuse à polyédrique faible, consistance assez onctueuse et grasse mais assez bonne friabilité; très humide en place avec tendance à l'engorgement (après assez forte pluie). Passage brutal à :

80 cm et au delà : Nouvel horizon brun olive argilo limoneux identique, sauf en ce qui concerne son caractère non humifère et sa structure continue, à l'horizon 3-20 cm.

Morphologiquement, le profil GA 41 se distingue de GA 18 par une couleur plus franchement brun rouge, la présence sur toute l'épaisseur du profil de débris assez abondants de "mamou", une structure mieux marquée et un meilleur drainage interne en profondeur.

Les différences de composition granulométrique d'un profil à l'autre, comme d'un horizon ou plutôt d'une state à l'autre, sont sous la dépendance des variations très capricieuses de l'alluvionnement lui même. L'on notera cependant une assez bonne stabilité de la somme argile + limon de l'ordre de 60 à 70 % de la masse du sol.

Si la microporosité est élevée dans tous les cas, la macroporosité est beaucoup plus variable, surtout en profondeur, l'horizon 41-2 en ayant une excellente mais non l'horizon 18-2 dont l'humidité, au moment de son prélèvement, équivalait à une valeur du pF de 1,9 trop basse même après une forte pluie et qui justifie la tendance à l'engorgement noté à l'examen morphologique.

La matière organique n'est pas plus abondante en surface et l'est beaucoup moins en profondeur que dans les Ferrallitites Brun Rouge de ruissellement, mais l'azote est deux fois plus abondant entre 0 et 25 cm et le rapport C/N, encore un peu élevé dans GA 41, devient tout à fait satisfaisant dans GA 18, ce qui correspond bien à une matière humique liée et active biologiquement.

A des réactions très acides correspondent des coefficients de saturation de 50 à 55 % en surface et voisins de 40 % en profondeur, plus élevés que la mesure du pH ne le laissait prévoir. La capacité minérale d'échange est très élevée pour des Ferrallitites, particulièrement dans GA 18 dont l'argile est en grande partie de la montmorillonite, la présence de celle ci pouvant ne pas être étrangère au médiocre drainage interne et à la tendance à l'engorgement du sous sol correspondant. Les capacités d'échange moins élevées le long du profil 41 et la meilleure macroporosité de son sous sol paraîtraient indiquer que c'est de l'hallowaysite ou métahallowaysite qui en constituerait la majorité de la fraction argileuse. La chaux échangeable, tout en restant supérieure à 3 meq. pour 100 gr dans le cas le plus défavorable, reste toujours plus ou moins nettement subordonnée à la magnésie. La potasse est très faible en dépit du très beau développement végétatif de plantes exigeantes en cet élément tel que le cocotier et le bananier, la quantité particulièrement réduite qu'on en trouve dans GA 18-2 paraissant indiquer qu'en dépit du caractère extrêmement juvénile du sol son transfert, sous la pression des besoins des plantes, peut être extrêmement rapide vers l'horizon de surface. Les teneurs en sodium, un peu plus fortes en surface qu'en profondeur et sensiblement plus élevées dans le profil 41, ne peuvent être mise en rapport avec les chlorures solubles reconnus seulement en quantités très faibles, pratiquement identiques dans les deux profils et augmentant plutôt avec la profondeur.

L'on remarquera la grande stabilité des teneurs en phosphore de réserve de l'ensemble des Sols Colluviaux-Alluviaux dérivant de formations ferrallitiques, mais si elles sont assez satisfaisantes en elles mêmes, on peut douter, dans le cas présent, de leur facile mise à la disposition des plantes.

Les oligoéléments, recherchés dans l'horizon 18-1, y ont été trouvés aux doses les plus généralement reconnus dans l'ensemble des sols de Mangareva.

Il est particulièrement intéressant de constater que les Ferrallites Brun Rouge d'épandage sont généralement considérées comme parmi les sols les plus fertiles de l'île, alors qu'elles ne se différencient réellement des Ferrallites Brun Rouge de ruissellement, considérées comme stériles, que par leur mode

d'humification induit par un couvert végétal différent. Si cette constatation peut rendre optimiste quant aux possibilités de mise en valeur des Ferrallitites de ruissellement, nous n'en croyons pas moins que cette fertilité actuelle, empiriquement notée, tient surtout à un mode d'exploitation extensif et discontinu sous un couvert arboré assez dense fournissant par ses fruits des produits de cueillette, mais risque d'être fort précaire et fragile dans d'autres conditions. Elle ne pourrait sans doute pas se maintenir après plusieurs cultures annuelles sarclées répétées, ni même sous plantations arborées ou arbustives auxquelles seraient demandées une grosse production à l'unité de surface correspondant à de fortes exportations d'azote et de potasse. En conséquence, leur promotion à un mode d'agriculture intensif exigerait certainement des amendements calcaires à une dose permettant de relever le pH d'environ une unité, la protection des surfaces afin d'y maintenir de bonnes conditions d'humification et des fumures assez abondantes, certainement à dominance potassique, mais sans pour autant oublier l'azote pour des cultures annuelles sarclées ou des caféières sans ombrage ni, sans doute le phosphore pour l'élevage.

Classe III - Sols Calcimorphes

La présence de sols sableux calcaires sur toute la frange littorale des plaines côtières de Mangareva paraît, comme dans beaucoup d'autres îles hautes du Pacifique Sud, correspondre à un récent relèvement du niveau de base d'origine eustatique d'environ 1,50 m. Il s'agirait de plages de sable corallien soulevées, les preuves réelles d'un tel relèvement que nous avons pu noter se limitant cependant à quelques rares grès de plages lapiézis entre Atitouti et Rikitea. Les sols étudiés étant toujours formés de seuls matériaux sableux ou tout au plus finement graveleux et ne semblant jamais reposer, au dessus de l'actuel niveau de la mer, sur un récif corallien en place, ils pourraient aussi être considérés comme formés sur des "cayes littorales" ayant délimitées, en arrière d'elles mêmes, des zones lagunaires ultérieurement dessalées et plus ou moins comblées par des sédiments. Ce comblement par des sédiments du revers de ces plages ou cayes est d'ailleurs couramment observé à Mangareva (cf profils GA 35, 38 et 24). Lorsque les apports de sédiments sont particulièrement abondants, ils peuvent aller jusqu'à recouvrir complètement ces formations sableuses, comme c'est fréquemment le cas surtout le long de la côte sous le vent. Mais, très fréquemment aussi, ces sédiments d'origine volcanique sont seulement venus se mélanger à la partie superficielle des formations de sable corallien dont les sous sols restent formés de calcaire apparemment pur. Néanmoins, au niveau de ces sous sols, on trouve des traces de fer et manganèse nettement plus importantes que dans les sols des Touamotou étudiés en même temps, alors que leurs teneurs en la plupart des macro ou microéléments qui auraient pu y être fortement accrus par une pollution d'origine volcanique y restent sensiblement les mêmes (Al, Si, Ti, Cu, Ni, Co, Cr, Cs). Ceci doit vraisemblablement être rapporté aux conditions d'hydromorphisme régnant, au moins en profondeur, dans les zones déprimées remplies de sédiments d'origine volcanique reconnues sur leur revers : le fer et le manganèse réduits, passant à l'état soluble dans ces conditions, peuvent être entraînés par la nappe phréatique à écoulement lent en direction du littoral et venir ainsi polluer les horizons profonds des sols sableux coralliens. Ces conditions d'hydromorphisme, liées beaucoup plus au quasi affleurement de la nappe phréatique en charge dans les zones arrières littorales déprimées des plaines côtières qu'à une perméabilité insuffisante, peuvent du reste s'étendre aux sols calcimorphes eux mêmes.

.../...

Mais il n'est pas moins intéressant de remarquer qu'en dépit de teneurs en silice très notables des eaux d'infiltration du massif volcanique de Mangareva, les horizons profonds de sable corallien n'en contiennent que des traces de même ordre de grandeur par kilo que celles présentes dans un litre de ces eaux. Ceci pourrait constituer un argument en faveur du piégeage de la silice en solution par les sédiments d'origine volcanique.

Les teneurs en magnésie des sols sableux coralliens de la bordure de Mangareva sont nettement inférieures à celles des sols coralliens des Touamotou : la raison en est certainement l'origine biologique différente des sables, formés ici de débris coquillers et de polypiers, organismes à aragonite, alors que les sables des Touamotou sont à foraminifères, organismes à calcite. De cette faible teneur en magnésie de carbonates quasi purs, résultent des teneurs un peu plus élevées en chaux totale des sables calcaires des Gambiers que de ceux des Touamotou.

Par rapport aux Sols Calcimorphes des atolls, ceux de Mangareva se différencient également par l'absence de concentration très élevée de phosphore en surface, par des teneurs en soufre total environ deux fois plus faibles et par l'inexistence d'horizons superficiels d'humus brut basique. Les teneurs considérables en phosphore de certaines surfaces de sols d'atolls paraissent dues à des imprégnations de guano, beaucoup plus rares et même généralement inexistantes en bordure des îles hautes. Les raisons des différences de teneur en soufre sont plus difficilement explicables, les calcaires à aragonite des atolls en contenant la même proportion que ceux à calcite et la migration de cet élément le long des profils paraissant assez peu marquée; peut être une fixation plus importante des sulfates de l'eau de mer intervient elle dans le cas des îles basses. L'absence d'individualisation d'horizons d'humus brut basique superficiels peut tenir à la fois de ce que de tels horizons s'observent, presque toujours, sur substratum pierreux et non sableux et au manque de soufre et de phosphore en quantité suffisante pour permettre à la matière organique de conserver la teneur de 1 % de soufre et phosphore par rapport au carbone qui lui est probablement nécessaire pour s'accumuler à l'état d'humus brut basique ou neutre.

1 - Sols Humo Carbonatés sur sable corallien.

Seule la série que nous avons qualifiée de modale répond exactement à la définition des Sols Humo Carbonatés.

De leur remaniement en surface par des apports argilo limoneux en provenance du massif volcanique, les sols de la série suivante peuvent être considérés comme en intergrade aux Rendzines noires ou grises. Leur engorgement par l'eau de la nappe phréatique en charge à faible profondeur peut, de plus, leur conférer un caractère supplémentaire hydromorphe.

1 - 1 - Sols Humo Carbonatés modaux

Sans doute moins répandus au total que ceux remaniés en surface par des apports, on peut néanmoins les reconnaître fréquemment le long du littoral, tant sur la côte au vent que sur la côte sous le vent. Ils occupent préférentiellement les zones de bourrelets de plage bien marqués.

.../...

Nous en avons étudié deux profils typiques, GA 17 dans la petite baie suivant celle de Takou et dominée par la pointe Teone-ei, sous assez beaux cocotiers et végétation herbacée de jachère dense et diversifiée (nombreuses légumineuses), et GA 33 sous couvert arboré et arbustif dense et couvert herbacé de graminées et fougères ombrophiles. Le profil GA 7 de la plaine d'Atiahua, sous cocoteraie maladive et hautes graminées, que nous avons classé dans la même série de sols, paraît avoir été légèrement pollué en surface par des apports de sédiments d'origine volcanique.

C'est le profil GA 17 que nous décrivons.

0-25 cm : Noir grisâtre, franchement humifère, enracinement très dense et bien réparti dans la masse; texture sableuse grossière avec, semble-t-il, petites quantités d'argile et limon; structure grumeleuse faible, très meuble et "soufflée" à la suite d'une culture sarclée récente; très frais à la suite d'une assez forte pluie mais néanmoins bien ressuyé. Passage semi progressif à :

25-50 cm (environ) : Gris franc, un peu humifère, bon enfoncement des racines; texture sableuse grossière; structure particulaire large, friabilité excessive; très humide en place après une assez forte pluie en dépit d'un drainage interne certainement excellent. Passage rapide mais capricieux quant à la profondeur à :

50 cm (environ) et au delà : Blanc avec nuance gris rosâtre, quelques traces humifères le long des trajets de grosses racines s'enfonçant; texture sableuse grossière; structure particulaire large, friabilité élevée; très humide en place sans que la nappe en charge soit cependant atteinte à 125 cm de profondeur.

Par rapport au profil GA 17, le profil GA 33 présente un horizon superficiel moins épais mais plus fortement humifère et sa texture en profondeur est encore plus grossière. Contrairement aux deux précédents, le profil GA 7, dont la texture sableuse est par ailleurs moins grossière, n'a pas été prélevé immédiatement après une assez forte pluie; par contre la nappe libre en charge y est atteinte à 90 cm, alors qu'elle ne l'était pas à 1,25 m dans GA 17 et 33.

Pour ces trois profils, le calcaire mesuré au calcimètre aussi bien que calculé à partir du dosage de la chaux totale dépasse 80 % en surface et 90 % en profondeur de la masse du sol séché à l'air. Le calcaire actif, nettement plus faible dans le profil 17, pourrait indiquer un caractère extrêmement juvénile de celui-ci, les débris coralliens n'ayant pas eu le temps de se "corroder" à l'air et au contact de l'humus; ce point de vue paraît confirmé par de faibles valeurs du potentiel capillaire jusqu'à pF 1,9 et par la quantité très limitée de fractions fines trouvées dans son horizon de surface.

En dehors de cette individualisation de calcaire très fin dont est certainement constitué la très grande majorité des argiles et limons mis en évidence dans l'horizon de surface, les sables coralliens forment l'essentiel de la masse du sol, la proportion des sables grossiers, généralement dominants, variant malgré tout largement d'un profil à l'autre.

La forte humidité hygroscopique et la capacité maximum de rétention pour l'eau très élevée de l'horizon 33-1 sont certainement à rapporter à sa richesse en matière organique. La microporosité utile est élevée et la macroporosité très élevée quel que soit l'horizon ou le profil considéré, l'écart entre

.../...

la quantité d'eau retenue à un potentiel capillaire de 1,9 et à la capacité maximum (pF 0) étant particulièrement considérable. Les circonstances ayant voulu que les échantillons représentatifs des profils 17 et 33 aient été prélevés immédiatement après une assez forte pluie, leur humidité en place correspond à des valeurs du pF de l'ordre de 1,9 en profondeur et d'un peu plus de 2 en surface, en dépit d'un apparent bon ressuyage de cette dernière. Dans le cas du profil 7, l'horizon de surface, pour une valeur du pF nettement inférieure à 3, apparaît fraîche sans plus, la valeur anormale trouvée en profondeur tenant à son engorgement par la nappe phréatique.

L'humus est très nettement concentré en surface où il peut tendre à s'accumuler (GA 33-1), une épaisseur plus grande de l'horizon correspondant s'accompagnant d'une teneur moindre en matière organique devant sans doute être rapportée à des remaniements par les cultures. C'est probablement aussi à l'action des cultures annuelles sarclées sur les conditions d'humification qu'on peut attribuer les variations quelque peu désordonnées du rapport C/N, celui vérifié à plusieurs reprises de l'horizon 17-2 n'en étant pas moins aberrant; de tels sols, à leur état d'équilibre humique sous végétation naturelle, paraissent devoir présenter des rapports C/N voisins de 10 ou même parfois inférieurs à cette valeur (cf profil GA 33).

Les réactions en présence de calcaire libre sont évidemment basiques, avec des pH supérieurs à 8 en profondeur mais s'abaissant à 7,5 dans l'horizon de surface du fait de l'action acidifiante ou plutôt neutralisante de l'humus. Les capacités d'échange, pratiquement nulles en profondeur, sont fonction en surface du taux de matière organique dont le pouvoir d'adsorption spécifique est voisin de 200 meq. pour 100 gr. Par rapport à la capacité d'échange, la magnésie déterminée comme "échangeable" n'est présente qu'en quantité modérée à assez faible en surface, celle déterminée comme telle en sous sol étant en réalité "soluble". La potasse tend à se concentrer très nettement en surface tout en y restant faible, les sous sols pouvant en être quasi totalement dépourvus, même et surtout dans l'horizon 7-3 engorgé par la nappe phréatique en charge à une vingtaine de mètres du littoral. Du reste, le sodium est également très faible avec un minimum de teneur dans les horizons intermédiaires 7-2, 17-2 et 33-2.

De même, en dépit de l'immédiate proximité de la mer, les chlorures solubles sont souvent indosables, de faibles traces pouvant seulement en être mis en évidence en profondeur et dans l'horizon très fortement humifère 33-1.

La magnésie totale augmentant en général le long des profils ne représente pas plus de 0,3 à 1 % de la chaux. Le phosphore, satisfaisant sans plus en surface, devient faible à très faible en sous sol, preuve probable d'une assez grande avidité des plantes envers cet élément mais aussi d'une notable mobilité de celui-ci. Le soufre varie plus d'un profil à l'autre que le long du même profil, les teneurs en étant comprises entre 0,2 et 0,35 % exprimés en SO₃.

La plupart des oligoéléments recherchés ne sont présents qu'en faible quantité dans le profil GA 17, le strontium très abondant et le manganèse relativement satisfaisant mis à part. Dans de tels sols, l'alumine, la silice et le titane ne se trouvent qu'à des doses de très loin plus faibles que la plupart des oligoéléments classiques dans les sols formés aux dépens des roches volcaniques, le fer bien que beaucoup mieux représenté pouvant y être également considéré comme un microélément.

.../...

En défrichement direct de la végétation naturelle ou d'une vieille jachère, ces Sols Humo Carbonatés sableux peuvent apparaître très fertiles sauf pour quelques cultures particulièrement sensibles à la chlorose calcique (caféier par exemple). Mais, dans ces conditions, les réserves humiques actives s'épuisent très rapidement et, à une alimentation pléthorique en azote, succède très rapidement une carence en ce même élément. De même, la potasse, si limitée qu'en soient les teneurs dans de tels sols, y est très mal retenue sur le complexe d'échange et donc sous une forme très facilement assimilable qui peut faire illusion pendant quelque temps. La capacité d'échange et le maintien d'une cohésion suffisante y sont uniquement fonction de la quantité et de la qualité de la matière organique, la décomposition rapide de cette dernière ayant des conséquences graves aussi bien sur leurs propriétés physiques que physicochimiques. L'action neutralisante et chelatante, très importante vis à vis de l'assimilabilité en présence de calcaire libre de la plupart des oligoéléments, fer et manganèse, mais aussi zinc, cuivre, vanadium, cobalt, etc .. dont ces sols sont fort mal pourvus, se trouve également fortement réduite ou annulée par une telle décomposition accélérée de la matière organique.

Les arrosages certainement excessifs auxquels se croient tenus les producteurs maraichers locaux ont comme conséquence de provoquer un lessivage de l'azote au fur et à mesure de sa nitrification et de la potasse au fur et à mesure de sa désorption. La surestimation de la part des praticiens des besoins en eau tient à trois causes se renforçant les unes les autres.

- Rupture des liaisons capillaires dans la partie superficielle de sols très sableux fréquemment travaillés et exposés à l'ensoleillement direct, d'où dessèchement rapide mais limité à quelques centimètre de ceux-ci.
- Appréciation empirique des besoins en eau par la quantité qui en est nécessaire pour provoquer l'état de "luisance" du sol, lequel correspond ici à une capacité maximum de rétention de très loin plus élevée (plusieurs m³ par are) que les valeurs pF 1,8 à 2 du potentiel capillaire au dessous desquelles il ne faudrait pas descendre.
- Effets de sécheresse physiologique liés aux nécroses et chloroses provoquées par les déficiences en azote, potasse et éventuellement carences en oligoéléments, ces déficiences et carences étant elles même provoquées par la combinaison de l'exposition des sols à l'ensoleillement direct et les arrosages excessifs lessivants.

En conséquence, il serait certainement nécessaire, pour que de telles cultures maraichères ne correspondent pas à un mode d'exploitation "minier" sans lendemain, de réduire dans une très large proportion les apports d'eau par arrosage et de les remplacer par une technique de culture sous paillis (mulch) évitant à la fois l'exposition des terres travaillées à l'ensoleillement direct et la rupture des liaisons capillaires de leurs premiers centimètres. Il n'en conviendra d'ailleurs pas moins de leur apporter des doses suffisantes d'engrais qui, en ce qui concerne l'azote et la potasse au moins, devront être fréquemment répétées plutôt que massives.

Pour les cultures arborées (cocotier, arbre à pain), arbustives (agrumes) ou semi pérennes couvrantes (bananier) susceptibles de présenter de l'intérêt dans de tels sols, la question de l'enrichissement ou tout au moins de la restitution de la potasse exportée nous paraît dominer les autres. A titre

d'exemple, un calcul simple indique que la quantité de cet élément présent sous forme échangeable sur 1 mètre d'épaisseur - et les réserves totales risquant aussi d'en être très limitées - ne correspondent qu'aux exportations provoquées par une production, sans restitution des déchets de récolte, de 1 tonne de coprah à l'hectare pendant 3 à 4 ans au maximum. Dans certains cas, et notamment pour les agrumes, une attention peut être plus grande encore qu'à celle en manganèse et fer, devra être portée aux possibles carences en d'autres oligoéléments, en particulier en zinc et cuivre.

1 - 2 - Sols Humocarbonatés remaniés en surface par des apports

Ils se différencient essentiellement et d'ailleurs uniquement des précédents par la présence de quantités assez importantes de sédiments d'origine volcanique mélangés à leurs horizons superficiels humifères. L'épaisseur de ceux-ci est celle que l'on peut logiquement attribuer à la couche arable antérieurement travaillée : 25 à 30 cm. Les horizons inférieurs, formés de sable corallien pratiquement pur, présentent les mêmes caractéristiques et propriétés morphologiques, structurales, hydriques, physicochimiques et chimiques que les Sols Humocarbonatés modaux.

C'est au revers des bourrelets de plage ou aux emplacements ou de tels bourrelets sont mal marqués que l'on reconnaît préférentiellement les sols de cette série. Nous en avons étudié deux profils typiques, GA 14 dans la plaine de Vaituatai sous vieille cocoteraie d'aspect fort médiocre et couvert herbacé haut et dense à Sorghum, Lantana et Stachytarpheta, GA 30 dans la partie N de la plaine de Rikitéa sous cocoteraie de meilleur aspect, à la limite d'une brousse subligneuse très dense et d'un jardin maraîcher. Le profil GA 29, sous jachère d'un an et dont l'étude analytique a été limitée au seul horizon de surface, fait plutôt terme de passage (intergrade) aux Sols Colluviaux Alluviaux Brun Gris remaniés calcaires.

C'est le profil GA 30 que nous décrivons, la coupe pédologique du profil 14 étant d'ailleurs identique.

0-20 cm : Brun gris très foncé, fortement humifère, racines formant lacis dense entre 0 et 3 cm puis nombreuses et bien réparties dans la masse; texture apparemment sablo limoneuse; structure d'abord grenue à grumeleuse puis finement nuciforme médiocrement stable, cohésion médiocre, friabilité très élevée; drainage interne plutôt excessif. Passage assez brutal à :

20-30 cm : Brun gris encore foncé, assez humifère, racines de cocotiers principalement assez nombreuses; texture sablo argileuse; macrostructure polyédrique large à prismatique faible, microstructure particulière assez grossière, assez tassé en place mais s'effritant très bien; drainage interne paraissant nettement mais rapide qu'au dessus et au dessous. Passage brutal à :

30-70 cm : Blanc légèrement grisâtre passant progressivement à blanc pur, très faiblement humifère puis non humifère, quelques grosses racines de cocotier s'enfonçant; texture sableuse de plus en plus grossière vers le bas; structure particulière grossière, faible cohésion; franchement humide en place en dépit d'une macroporosité certainement très élevée. Passage insensible à :

70 cm et au delà : Blanc pur, sable grossier corallien très humide puis tendance à l'engorgement au delà de 90 cm, sans que la nappe libre ait été cependant atteinte à 1,25 m.

Tout en étant encore très importante, la proportion de calcaire reste inférieure à 80 % de la masse du sol séchée à l'air sur les 30 premiers centimètres de surface, mais passe à 95 % en profondeur. Le calcaire actif, élevé à très élevé, n'en reste pas moins assez variable en fonction non de la proportion de sédiments d'origine volcanique mélangés mais de celle du calcaire très fin vraisemblablement reprécipité (cf quantité "d'argile" de 14-3 et 30-3 comparé au pourcentage de calcaire actif).

Néanmoins, la plus grande partie de l'argile et du limon des horizons superficiels humifères correspond certainement aux apports de sédiments terrigènes.

Du fait de la présence de ces sédiments terrigènes contenant, d'après l'étude des argiles qui en ont été extraites, des produits amorphes vraisemblablement de la famille des allophanes, l'hygroscopicité des horizons supérieurs est assez élevée, ce qui n'empêche pas leur microporosité utile et leur macroporosité d'être encore très satisfaisantes à élevées. L'écart entre le pouvoir de rétention maximum pour l'eau et la quantité de celle ci retenue à pF 1,9 y est cependant moins considérable que dans les sous sols correspondant ou dans les horizons homologues de Sols Humo Carbonatés modaux. Bien que les prélèvements aient été faits, dans le cas, au cours d'une période de relative sécheresse pendant laquelle les producteurs maraichers locaux passaient une partie notable de leurs journées à arroser des sols de ce type, l'humidité en place des horizons humifères supérieurs a été trouvée très voisine de "l'humidité équivalente" correspondant à pF 3,0, pour s'abaisser au dessous de cette valeur en sous sol.

La matière organique est franchement abondante sur une épaisseur très satisfaisante, mais l'on remarquera qu'elle est presque deux fois plus faible dans GA 29-1 après un ou deux ans de cultures sarclées, la déperdition correspondante d'azote étant d'environ 3 tonnes à l'hectare, dix fois supérieure sans doute à la quantité de cet élément ayant réellement servi à l'alimentation des plantes cultivées. Les rapports C/N de l'ordre de 11 à 12 entre 0 et 20 cm sont corrects vis à vis de teneurs élevées en matière organique, d'autant qu'elles s'abaissent en sous sol au dessous de 10.

L'on ne note pas de différence nette de réaction le long des profils entre Sols Humo Carbonatés modaux et remaniés par des apports, l'horizon 29-1 lui même quoique modérément calcaire présentant un pH de 7,5. La réaction moins fortement basique des horizons de surface que de profondeur est donc beaucoup plus sous la dépendance de l'humus que de la quantité de carbonates présente. Par contre, une part notable de la capacité d'échange de ces mêmes horizons supérieurs est certainement à rapporter à la quantité de sédiments terrigènes qu'ils contiennent, d'autant que l'étude de l'argile extraite de l'horizon 14-1 y met en évidence, en plus d'aragonite correspondant à des calcaires coquilliers et à madréporaires, de la métahalloysite et des produits amorphes, ces derniers ayant de fortes chances d'être de l'allophane.

Les teneurs en magnésie échangeable ou para échangeable des horizons supérieurs humifères sont relativement faibles rapportées à la capacité d'échange, des déficiences éventuelles en cet élément demeurant néanmoins très improbables, d'autant qu'une certaine quantité de MgO semi soluble peut être extraite des horizons profonds. Par contre, les quantités de potasse échangeable présentes demeurent toujours très insuffisantes en surface bien qu'y étant quasi totalement concentrées, les horizons non humifères profonds en étant dépourvus à un point

rarement atteint dans des sols; on notera également qu'à la suite probablement des cultures maraichères sarclées qui y ont été conduites, les quantités de potasse présentes dans GA 29-1 sont deux fois plus faibles que celles des horizons homologues 14-1 et 30-1. Le sodium échangeable n'est pas plus abondant que dans les Sols Humo Carbonatés modaux et sa répartition est la même le long des profils. On peut dire sensiblement la même chose des chlorures solubles.

Le phosphore de réserve en arrive, dans les horizons superficiels de ces sols, à être non seulement satisfaisant mais même abondant, une part de ces réserves pouvant avoir migré sous la pression des besoins de la végétation depuis les horizons profonds qui en sont fort médiocrement pourvus, mais une autre étant vraisemblablement apportée par les sédiments terrigènes, les Sols Colluviaux Alluviaux Brun Gris eutrophes formés à partir de sédiments de même origine en étant eux mêmes bien pourvus. Les réserves en magnésie sont assez limitées et passent par un minimum juste au dessous des horizons humifères, celles trouvées en surface étant sans doute "d'origine basaltique" et un accroissement des teneurs en cet élément en profondeur étant très généralement observé dans les Sols Humo Carbonatés sableux que nous avons eu l'occasion d'étudier dans de nombreuses îles françaises du Pacifique. Si les quantités de chaux totale sont nettement réduites en surface vis à vis des Sols Humo Carbonatés modaux, elles sont les mêmes en profondeur où, du fait de moindres teneurs en sulfates et surtout en magnésie, elles dépassent significativement celles trouvées dans les sols d'atolls.

Les déterminations d'oligoéléments effectuées dans l'horizon 14-1 montrent que celui ci en est nettement mieux pourvu que les horizons homologues des Sols Humo Carbonatés modaux, le zinc, le cuivre et le vanadium y étant cependant un peu faibles tandis que le strontium reste très élevé. Les teneurs en oligoéléments sont du reste très voisines de celles trouvées dans l'horizon superficiel du Sol Colluvio-Alluvial Brun Gris eutrophe remanié calcaire (GA 35-1).

Vis à vis de leur utilisation agricole les Sols Humo Carbonatés ramaniés en surface présentent, au moins au niveau de leur couche arable, quelques avantages sur les Sols Humo Carbonatés modaux : existence d'une capacité minérale d'échange, cohésion et liaisons capillaires entre particules ou agrégats terreux un peu meilleures bien qu'encore insuffisantes, écarts moins grands quoique toujours très élevés entre les quantités d'eau réellement utiles à leur apporter et celles excessives qu'à partir d'une appréciation inexacte de la question, le cultivateur croit utile de leur fournir, moindres risques de carences en oligoéléments, teneurs encore plus satisfaisantes en phosphore.

Néanmoins les problèmes posés par leur mise en valeur restent à très peu de chose près identiques, les deux principales difficultés en étant exactement les mêmes : épuisement extrêmement rapide, sans grand profit pour les cultures, des réserves humiques actives et de l'azote facilement minéralisable de leurs surfaces travaillées et exposées directement au rayonnement solaire, grave déficience potassique.

Les moyens à mettre en oeuvre, les erreurs à éviter, les mesures et techniques d'aménagement et de protection, les modalités d'emploi des engrais compensateurs des exportations ou correcteurs de déficiences y seront donc aussi les mêmes.

.../...

1 - 3 - Sols Humo Carbonatés hydromorphisés sur sable corallien

Ils correspondent, dans des zones légèrement déprimées à l'arrière des bourrelets de plage, à des Sols Humo Carbonatés remaniés en surface par des apports où l'engorgement, à partir d'une nappe phréatique battante, remonte jusqu'aux horizons enrichis en sédiments terrigènes. Il en résulte une mobilité du fer contenu dans ces sédiments qui vient constituer un horizon de gley tacheté bleu vert clair et rouilleux sur fond blanc livide, au niveau des sables calcaires sous-jacents.

Ce type de sol est assez peu répandu à Mangareva et les seules surfaces de quelque étendue que nous y avons reconnues se situent dans les plaines d'A-péakava et de Kirimiro. C'est dans cette dernière que nous en avons étudié un profil, sous cocoteraie misérable et couvert herbacé ras de Chrysopogon aciculatus associé à une petite cypéracée et à quelques touffes de Paspalum cf orbiculare et Elephantopus.

0-20 cm : Brun Gris très foncé, assez fortement humifère, bonne répartition dans la masse de nombreuses racines et radicelles; texture apparemment limono argileuse; structure nuciforme à polyédrique moyennement large et stable, consistance assez meuble et friable, un peu onctueux au toucher; comportement vis à vis de l'eau paraissant correct. Passage rapide à :

20-35 cm : Gris bleuté foncé avec taches rouilleuses à contours diffus, encore franchement humifère, racines relativement nombreuses mais peu de radicelles; texture sablo argileuse; structure polyédrique large instable passant à massive, consistance onctueuse; rétention vis à vis de l'eau excessive. Passage très progressif à :

35-70 cm : Gris bleuté clair avec taches rouilleuses à contour diffus et mouchetures noires (charbon de bois), très peu humifère, quelques racines pénétrant; sable assez fin associé à une certaine quantité d'argile; structure grumeleuse très instable passant à continue, enduit très onctueux recouvrant les grains de sable corallien; non engorgé mais rétention pour l'eau manifestement excessive. Passage progressif à :

70-90 cm : Gris très clair avec taches ocre jaune, non ou très peu humifère, très peu de racines pénétrant; texture sableuse encore associée à une fraction notable très fine argilo calcaire; structure continue, toucher onctueux; excessivement humide à la limite de l'engorgement. Passage progressif à :

90-125 cm et au delà : Blanc livide avec taches jaune rouilleuses, non humifère, quelques racines mortes, texture sableuse grossière; structure continue, complètement engorgé par l'eau, nappe libre atteinte à 1 mètre.

En dépit d'une proportion d'argile encore très notable et de la présence de taches ferrugineuses, la proportion de calcaire ramené au poids du sol séché à l'air dépasse 80 % entre 25 et 45 cm et 95 % de 80 à 90 cm. Si les quantités élevées d'argile et de limon de l'horizon tout à fait supérieur sont certainement à rapporter aux sédiments d'origine terrigène, la majorité de l'argile de l'horizon 13-2 et la quasi totalité de celle de l'horizon 13-3 sont constituées de calcaire très fin. Du reste, l'étude spectrographique de l'argile extraite de GA 13-3 ne met en évidence aucun produit phylliteux, mais seulement

.../...

de l'aragonite dominante et de la calcite, cette dernière pouvant provenir soit d'organismes, assez rares dans les sables coralliens de l'île, dont le test en est formé, soit d'une reprécipitation de calcaire cryptocristallin sous cette forme. Ceci correspond également à une "activité" particulièrement élevée du calcaire entre 25 et 90 cm.

Les mesures du pF montrent qu'au moment du prélèvement l'horizon de surface 13-1 était parfaitement ressuyé, l'horizon 13-2 étant franchement humide sans plus. L'échantillonnage des horizons profonds ayant dû être fait à la sonde, une bonne partie de l'eau en a été expurgé et l'humidité du sol frais déterminée au laboratoire y est certainement inférieure à celle présente en place.

A part peut être une légère tendance à l'élévation du rapport C/N, le comportement de la matière organique ne paraît pas très différent de celui reconnu dans les autres sols formés sur sable corallien.

Si la réaction est également très voisine en surface de celle des autres séries de Sols Humo Carbonatés, l'accroissement du pH avec la profondeur y apparaît moins sensible sous l'effet peut être des sols de fer solubles. La capacité d'échange des divers horizons est uniquement fonction de la matière organique et de la quantité de sédiments fins terrigènes qu'ils contiennent, le calcaire cryptocristallin ne possédant pas de propriétés d'adsorption cationique. Les teneurs et comportement des éléments échangeables ou solubles, magnésium, potassium et sodium sont les mêmes que dans les deux séries de sols précédents, la carence potassique y étant cependant encore plus accentuée. L'on peut dire sensiblement la même chose des chlorures solubles, de la chaux, magnésie, phosphore et soufre total.

En ce qui concerne les oligoéléments recherchés dans l'échantillon de profondeur GA 13-3, les principales différences par rapport aux autres Sols Humo Carbonatés sont des teneurs, aisément prévisibles du reste, en fer et, quoiqu'à un moindre degré, en manganèse plus élevées. Par contre, on notera que l'alumine et la silice notamment n'y sont encore présentes qu'en quantité particulièrement faible, même en tant que microéléments.

En dépit d'un risque peut être moindre de décomposition accélérée des réserves humiques actives et d'une mobilité plus grande du fer et du manganèse, les possibilités de ces sols hydromorphisés risquent d'être plutôt inférieures à celles des autres Sols Humo Carbonatés. Beaucoup de plantes cultivées, arborées ou arbustives notamment, risquent de mal supporter l'engorgement et les conditions plus ou moins franchement réductrices des sous sols.

Revenir à la culture du taro qui, d'après certains indices, a dû y être antérieurement pratiquée serait encore leur meilleure utilisation, avec possibilité de production maraichère de type européen sur des diguettes résultant de l'aménagement. Mais, en tout état de cause, l'apport d'engrais potassiques y serait une nécessité avec laquelle il serait sans doute vain de chercher des accommodements.

Classe IV - Vertisols et Paravertisols

Une importante extension des sols à caractère vertique plus ou moins bien marqué est, sans doute, la principale originalité de la pédologie des Gambier par rapport à celle des autres archipels d'origine volcanique de la Polynésie Française où l'on n'en reconnaît que très rarement. A Mangareva, en effet, les Sols Vertiques ou Paravertiques sont nettement dominants au flanc des pentes du versant sous le vent de l'île depuis la pointe Koutupuhi-puhi jusqu'à la pointe Mutai-utea. De plus, on les retrouve sur le versant au vent où, associés à des Sols juvéniles d'Erosion, ils recouvrent très souvent les extrémités des arêtes secondaires au-dessous d'une soixantaine de mètres d'altitude.

Leur position en flanc de pentes fortes à très fortes en ferait des Vertisols Lithosoliques. Néanmoins, leur caractère vertique se manifestant par une couleur gris-noir très foncé indépendamment de leur teneur en matière organique et, surtout en sous sol, par une structure polyédrique à prismatique large, une cohésion très forte et une macroporosité très faible, n'est pas toujours assez accusé pour que l'on puisse les considérer comme des Vertisols typiques. Un fréquent début de rubéfaction de leur horizon B et des réactions plutôt faiblement acides que neutres s'y opposent également. L'on a plutôt affaire à des termes de passage (intergrade), avec accentuation de la largeur de la structure, de la cohésion et diminution de la macroporosité, entre Sols Bruns Eutrophes de pentes vertiques et Ferrisols. L'étude de leur fraction minérale fine confirme du reste ce point de vue : on y trouve, selon les profils ou les horizons, des proportions variables de montmorillonite, d'hallowysite ou métahallowysite et de goethite. De tels intergrades entre Vertisols Lithomorphes et Sols Rouges tropicaux, ces derniers encore mal définis (1), paraissent du reste assez répandus dans les îles océaniques tropicales à climat assez régulièrement humide et formés à partir de venues volcaniques basiques, Nouvelles-Hébrides (2) et Antilles Françaises (3) notamment.

1 - Sols Bruns Vertiques

En fonction de ce qui précède, c'est le terme que nous avons adopté pour désigner ces sols. Selon qu'ils seront sur très fortes pentes, relativement peu épais, mélangés de nombreux débris de roche non ou peu altérée ou, au contraire, sur des pentes moins accusées et relativement profonds, nous en distinguerons trois sous groupes ou séries

.../...

(1) : Cf HUMBEL (F.X.): Compte rendu d'une tournée commune au Cameroun et au Tchad effectuée par des pédologues et des géologues - Bull.Biblio. Pédologie ORSTOM, T 14, fasc.3, 1965, pp 11 - 12

(2) : Résultats encore non publiés du centre ORSTOM de Nouméa

(3) : Cf.COLMET - DAAGE (F.)et LAGACHE (P.): Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles Françaises - Cahiers Pédol. ORSTOM, vol.3, fasc 2, 1965, pp 91 - 121

1 - 1 - Sols Bruns Vertiques intergrade aux Sols d'Erosion

C'est sur des pentes dont le pourcentage dépasse fréquemment 100 % (45°) et ne s'abaisse que rarement au-dessous de 70 % qu'on les reconnaît, fréquemment associés à des Sols d'Erosion humifères mais beaucoup plus répandus au total que ces derniers. En dépit de telles déclivités, leur épaisseur n'est nullement négligeable et la proportion élevée de pierres, cailloux et graviers qu'ils contiennent n'empêche pas l'argile d'être très abondante dans la terre fine et, de par sa nature montmorillonitique, de conférer aux sols un caractère verticale bien marqué. Un fréquent début de rubéfaction de l'horizon B et la présence d'un peu d'halloysite, métahalloysite et goethite dans celui-ci indiquent cependant déjà leur tendance à passer aux Sols Rouges tropicaux.

1 - 1 - 1 : Sols Bruns Vertiques régurisés intergrade aux Sols d'Erosion

Formés sur tufs, ils sont relativement rares.

Leur principal intérêt est plutôt d'ordre scientifique car, de par surtout leur épaisse arène d'altération et le caractère assez finement structuré de leur horizon superficiel, ils présentent d'assez étroits liens de parenté avec les Vertisols lithomorphes grumosoliques de Nouvelle-Calédonie, Black Earth d'Australie et Shallow Black Soils de l'Inde. Mais, d'autre part, leur distinction d'avec les Sols d'Erosion proprement dit est assez délicate et, à la limite, artificielle comme on peut s'en rendre compte par comparaison avec le profil GA16 caractéristique de ces derniers.

Le profil GA 39 que nous décrivons de ces Sols Brun Vertiques régurisés a été reconnu à la pointe Tapaeturu, le long de l'ancienne piste, sous formation à Miscanthus relativement peu dense à cet endroit.

0 - 20 cm : Brun Gris très foncé, médiocrement humifère, assez bonne répartition du lacs radiculaire; texture apparemment sablo limoneuse, les sables correspondant à des débris tuffeux peu à moyennement altérés; structure nuciforme assez large très stable, compact et très cohérent en place mais devenant friable une fois travaillé; paraît n'avoir qu'une très faible capacité utile pour l'eau et un assez médiocre drainage interne en place d'où risque d'engorgements et de dessications excessives se succédant. Passage semi progressif par apophyses diffuses à :

20 - 80 cm et au-delà : Moucheté de brun jaune et de gris foncé, non humifère, racines ne pénétrant pas au-delà de 35 cm; texture granulo à sablo limoneuse correspondant à une arène d'altération de tuf scoriacé; structure pseudo graveleuse grossière, consistance ferme et brisante en place s'effritant sous le choc; bon drainage interne probable.

De par son profil de type AC, sa texture assez grossière et sa faible microporosité le rendant très sensible à la sécheresse (humidité du sol frais voisine du point de flétrissement), un tel sol pourrait être qualifié d'extrêmement juvénile, voire subsquelettique, si, même et surtout en sous sol, son hygroscopicité déjà importante et sa capacité d'échange élevée ne s'y

opposaient. Sa macroporosité large (écart entre p_F 1,9 et capacité maximum pour l'eau) assez considérable surtout en surface est à mettre en rapport avec une structure elle-même assez large de type grumosolique; néanmoins, la mesure de la macroporosité large sur échantillon d'un sol très cohérent en place mais s'effritant facilement, comme c'est ici le cas, présente une signification douteuse à moins d'être effectuée sur micromonolithe, ce qui n'a pas été possible.

En dépit de la couleur très foncée de l'horizon A, la matière organique n'y est que médiocrement abondante. Le rapport C/N, d'une valeur assez normale de 12,7 en surface, passe à plus de 20 en profondeur, sans qu'il soit possible d'en tirer de conclusion précise, compte tenu de la très faible quantité de matière organique qu'on y trouve et, surtout, du fait qu'un seul profil de sol de ce type ait été étudié.

A des réactions neutres et même faiblement alcalines en profondeur correspondent des coefficients de saturation de 93 et 100 %. La capacité d'échange est à tel point élevée vis à vis des teneurs en matière organique et argile, même si cette dernière est de la montmorillonite, qu'en profondeur surtout elle doit être pour une large part attribuée à une "activité physicochimique" des fractions sableuses. La magnésie échangeable très abondante domine assez nettement la chaux tandis que, contrairement au sodium, la potasse échangeable tend nettement à se concentrer au niveau de l'horizon superficiel humifère où sa teneur, acceptable en elle-même, apparaît néanmoins trop faible par rapport à celle en magnésie, ce déséquilibre K/Mg s'accroissant considérablement en profondeur.

1 - 1 - 2 : Sols Bruns Vertiques pierreux intergrade aux Sols d'Erosion

Formés aussi bien sur tufs que sur roche massives ou éboulis, ils sont, contrairement aux précédents, très répandus sur les surfaces en très fortes pentes du versant au vent comme sur un certain nombre de celles du versant sous le vent de Mangareva.

Ils correspondent à une série de sols bien défini à profil A (B) C de 60 cm de développement, dont 20 à 25 pour un horizon humifère à structure nuciforme grossière passant progressivement à un horizon (B) à structure polyédrique large ou prismatique plus ou moins nettement rubéfié à sa base.

Contrairement aux Sols Bruns Vertiques intergrade aux Sols Fersialitiques, le Panicum maximum et des légumineuses lianiformes s'intègrent assez couramment à la végétation qui les recouvrent, l'association Miscanthus - Paspalum cf orbiculare y restant néanmoins dominante.

Trois profils en ont été étudiés, G A 8 en contrebas immédiat de la ligne de crête secondaire où monte la piste, 200 m avant Atiahua en direction de Gatavaké, G A 9 au flanc N W de la plaine de Kirimiro, au dessus de la piste en direction de Gatavaké, et GA 43 au S W d'Akaputu au flanc de la ligne de crête se prolongeant par la pointe Teauo-u. Les différences entre ces

trois profils tiennent à la nature de la roche sous jacente, tufs pour GA 8 et 9, éboulis rocheux pour GA 43 et à la végétation qui les recouvre : Panium maximum pour GA 8, association Miscanthus - Paspalum pour GA9, légumineuses lianiformes étouffant le Miscanthus pour GA43. De plus, le profil GA 43 présente un caractère plus pierreux et une rubéfaction mieux marquée de la base de son horizon (B). C'est ce dernier que nous décrivons à titre d'exemple.

0 - 15 cm : Brun gris très foncé, franchement humifère, racines nombreuses bien réparties; texture apparemment limono pierreuse avec nombreux débris de roche généralement peu altérée; structure nuciforme grossière stable, assez compact en place mais s'effritant bien quoiqu'en assez grosses mottes; très sec au moment du prélèvement, drainage interne satisfaisant par espaces lacunaires assez larges entre les mottes terreuses. Passage très progressif à :

15 - 30 cm : Brun foncé grisâtre, encore assez humifère, racines assez nombreuses surtout au contact des pierres; texture limono à argilo pierreuse, nombreux débris de roche peu altérée; structure polyédrique très large à prismatique avec faces s'emboitant, forte cohésion en place, effritage facile seulement en grosses mottes; drainage interne encore satisfaisant à l'état suffisamment sec par assez larges fentes ouvertes. Passage semi progressif avec interposition de lit pierreux à :

30 - 60 cm : Brun foncé rougeâtre, de plus en plus rouge brun vers le bas, trajets d'anciennes racines marqués par remplissages humifères, racines actuelles pénétrant seulement par les fentes; texture argilo pierreuse, débris et blocs de roche peu altérée; structure polyédrique très large à prismatique moins stable qu'au dessus, très compact, un peu plastique; à peine frais au moment du prélèvement, drainage interne probablement médiocre.

60 cm et au delà : Pénétration de terre rouge brune dans les fentes et espaces lacunaires entre les grosses pierres et blocs de roche. Si la proportion de gros cailloux éliminés lors des prélèvements est assez variable d'un profil à l'autre, celle des débris graveleux de roche plus ou moins altérée y est sensiblement constante, les horizons superficiels en contenant plus que les profonds. Ceci n'empêche pas l'argile d'être presque toujours la fraction granulométrique dominante; néanmoins elle est accompagnée d'une quantité nettement plus importante de limon ou sable fin en surface qu'en profondeur. Cette argilitisation plus poussée de l'horizon (B), accompagnée de rubéfaction, confirme l'origine complexe de ces sols suggérée par leur examen morphologique. La partie supérieure de leur profil est certainement très enrichie en produits de ruissellement (débris de roche altérée) alors que leur base est constituée des seuls produits d'altération de la roche sous jacente.

Le caractère assez "séchant" de ces sols est marqué par des humidités en place nettement inférieures à celle correspondant à p F 3,0 sur une épaisseur de 50 cm et pouvant approcher ou même atteindre le point de flétrissement (p F 4,2) en surface (GA 43 - 1). De plus, si la microporosité utile est assez variable d'un profil comme d'un horizon à un autre, la macroporosité totale (écart entre p F 3,0 et capacité maximum pour l'eau) est assez limitée en sous sol.

Les teneurs en matière organique, moyennes à satisfaisantes sans plus en surface, sont encore notables en profondeur, celles trouvées en sous sol dans le profil 43 paraissant cependant anormales. Le rapport C/N de 13 à 13,5 en surface et ne s'abaissant que peu le long du profil témoigne d'une humification plutôt pénible ne permettant guère de compter sur une minéralisation rapide de l'azote.

En dépit de pH variant de 5,6 à 6,7 sans raisons bien apparentes, le coefficient de saturation voisin de 95% est remarquablement stable d'un profil comme d'un horizon à l'autre. Il n'en est pas tout à fait de même de la capacité d'échange qui, bien que restant élevée dans tous les cas, varie assez nettement surtout en fonction de la teneur en argile et, sans doute aussi, de la nature de celle-ci : l'étude de la fraction inférieure à 2 microns extraite de l'horizon GA 9-2 met en évidence de la montmorillonite associée à un peu d'halloysite, métahalloysite et goethite. La chaux et la magnésie échangeables sont toutes deux très abondantes mais, selon les profils, l'un ou l'autre de ces éléments domine plus ou moins nettement. La potasse échangeable est, dans deux des trois profils étudiés, relativement satisfaisante en surface où elle se concentre très nettement. Le sodium a un comportement inverse : augmentant le long du profil, il peut devenir assez abondant en profondeur. Dans le profil GA 8, le mieux pourvu en sodium, il n'a pas été trouvé la moindre trace de chlorures solubles.

Contrairement à la majorité des sols précédemment passés en revue, les réserves de phosphore recherchées dans le profil GA 9 sont très faibles : cette faiblesse des réserves en phosphore, s'accompagnant d'ailleurs d'une forte proportion de celles-ci facilement extractibles et contrastant fréquemment avec de fortes teneurs en ce même élément des sols d'apports de même origine lithologique, s'observe du reste souvent dans les Sols Vertiques lithosoliques des îles du Pacifique que nous avons eu l'occasion d'étudier.

Les oligoéléments recherchés dans l'horizon 9 - 1 y sont présents en quantités sensiblement identiques à celles les plus souvent trouvées dans l'ensemble des sols de l'île formés à partir d'un matériel volcanique; le chrome et le molybdène y sont cependant un peu plus faibles, une carence en ce dernier élément apparaissant néanmoins très peu probable, la teneur reconnue étant encore assez satisfaisante tandis que la réaction très peu acide, la richesse en chaux et la proportion limitée de goethite doivent plutôt en favoriser l'assimilation par les plantes.

1 - 2 - Sols Bruns Vertiques intergrade aux Sols Fersiallitiques

Par rapport aux précédents, on les reconnaît sur des pentes un peu moins accusées mais qui ne peuvent être qu'exceptionnellement qualifiées de modérées. Ils s'en distinguent morphologiquement par un développement en épaisseur généralement quoique non obligatoirement plus important de leur profil et, surtout, par un caractère fermé et une compacité nettement plus forte, une perméabilité et macroporosité nettement plus faible de leur horizon (B) à structure massive plutôt que polyédrique large ou prismatique.

Bien que la rubéfaction de ce même horizon (B) ne soit pas toujours très accusée, le stade d'évolution pédologique plus possédé atteint est marqué par le remplacement quasi complet, au moins en sous sol, de la montmorillonite par de l'halloysite et métahalloysite, avec généralement abaissement corrélatif de la capacité d'échange et du coefficient de saturation.

1 - 2 - 1 : Bruns Vertiques pierreux typiques intergrade aux Sols Ferriallitiques

Ce sont sans doute les plus répandus des Paravertisols de l'île : ils y occupent la majorité des très fortes pentes du versant sous le vent auxquelles ils confèrent leur aspect physionimique particulier par la végétation dense et haute à Miscanthus (Aheo) qui les recouvrent.

Leur distinction d'avec les Sols Bruns Vertiques pierreux intergrade aux Sols d'Erosion, basée beaucoup plus sur la structure massive, la compacité plus élevée et la macroporosité plus faible de leur horizon (B) que sur le développement en épaisseur de leur profil ou le pourcentage encore très élevé des pentes, est assez délicate et, à la limite, artificielle.

Sous "jungle" à aheo dense et haute et sur pente de l'ordre de 75 %, deux profils en ont été étudiés, GA 15 aux trois quart de la montée du col où passe la piste de Rikitea à Kirimiro et à 30m environ au-dessus du tracé de cette piste, et GA 31 à la base du flanc S W de la ligne de crête secondaire se prolongeant par la pointe Matai-utea. On remarquera que si GA 31 est un sol de bas de pente, GA 15 dont nous donnons la description est un sol de haut de pente.

0 - 5 cm : Brun gris extrêmement foncé quasi noir, fortement humifère, laois de racines et radicelles; texture apparemment limono argileuse avec quelques cailloux de basalte peu altérée; structure nuciforme grossière médiocrement stable, consistance grasse; franchement humide en place (après pluie), drainage interne déjà assez lent; passage progressif à :

5 - 45 cm : Brun gris très foncé, encore nettement humifère, assez bonne pénétration et répartition des racines dans la masse; texture apparemment argilo-limoneuse entre de grosses pierres de basalte peu altérée; structure polyédrique large à faces luisantes assez instable, consistance grasse et onctueuse; terre fraîche en place, drainage interne médiocre. Passage progressif à :

45 - 75 cm et au-delà : Terre fine chamois foncé en remplissage entre grosses pierres et blocs rocheux de basalte qu'elle cimente, non humifère, rares racines pénétrant avec difficulté et seulement jusqu'à une soixantaine de centimètres ; texture apparemment argilo-caillouteuse entre pierres et blocs rocheux; structure polyédrique faible passant à massive, consistance très compacte, grasse et collante; très faible porosité et perméabilité en place.

Contrairement à ce que l'examen morphologique laissait prévoir, le limon est aussi abondant que l'argile sauf dans l'horizon profond 31 - 3 où l'argile est nettement dominante, les sables étant en revanche peu abondants. L'écart entre les valeurs du potentiel capillaire à pF 4, 2 et 3 sur au moins 45 cm d'épaisseur permet à ces sols d'avoir une bonne capacité utile pour l'eau leur permettant, contrairement aux Sols Bruns Vertiques intergrade aux Sols d'Erosion, de bien conserver la fraîcheur. Si, conformément à leur caractère grumosolique, leur macroporosité utile reste satisfaisante sensiblement sur la même épaisseur, il n'en est plus du tout de même au niveau de leur horizon brun plus ou moins rougeâtre profond, les écarts très faibles entre valeur du potentiel capillaire à pF 3 et capacité maximum de rétention pour l'eau y étant certainement en rapport avec une infiltration très difficile de celle-ci et donc une perméabilité très réduite.

L'observation directe confirme ce point de vue, de l'eau ayant rempli après une pluie le fond du trou creusé pour l'étude du profil GA 31, ne s'étant pas infiltré après plusieurs jours. On notera aussi l'hygroscopicité des échantillons correspondants au profil GA 15, trop réduite pour des sols finement texturés à montmorillonite ou halloysite vraie.

La matière organique est assez abondante et, surtout, ne décroît que très progressivement le long des profils. Le rapport C/N élevé ou même tout à fait en surface très élevé (GA 15 - 1) décroît nettement avec la profondeur pour en arriver à être inférieur à 10 dans l'horizon brun rougeâtre. L'abondance de la matière organique et la décroissance régulière du rapport C/N le long des profils paraît être l'indication d'une humification lente mais complète de l'abondante masse de déchets végétaux fournie par la végétation dense de Miscanthus.

A des valeurs du pH ne s'écartant guère de 5,8, correspondent cependant des coefficients de saturation un peu plus variables que dans les Sols Bruns Vertiques intergrade aux Sols d'Erosion quoiqu'encore les plus souvent compris entre 80 et 90%. Les capacités d'échange, rapportées au taux de matière organique et de fractions granulométriques fines, y sont également nettement plus faibles. C'est surtout le cas pour le profil de haut de pente GA 15 dont une étude de l'argile extraite de l'horizon 15 - 2 met en évidence un probable mélange de métahalloysite et fire clay associé à de l'hématite et, indication probable d'une grande mobilité de la silice, un peu de cristobalite. Les capacités d'échange plus élevées associées à une hygroscopicité plus forte le long du profil de bas de pente GA 31 peuvent être l'indication soit de la présence de petites quantités de montmorillonite, soit de quantités notables d'halloysite vraie hydratée plutôt que de métahalloysite et fire clay.

La chaux et la magnésie sont adsorbées en quantités assez élevées et sensiblement équivalentes sur le complexe d'échange; la potasse, comme presque toujours nettement concentrée au voisinage de la surface, est beaucoup plus abondante dans le profil GA 15 qui en est assez bien pourvu que dans le profil GA 31, le sodium modérément abondant tendant plutôt à se concentrer en profondeur.

Contrairement à ce que l'examen morphologique laissait prévoir, le limon est aussi abondant que l'argile sauf dans l'horizon profond 31 - 3 où l'argile est nettement dominante, les sables étant en revanche peu abondants. L'écart entre les valeurs du potentiel capillaire à pF 4, 2 et 3 sur au moins 45 cm d'épaisseur permet à ces sols d'avoir une bonne capacité utile pour l'eau leur permettant, contrairement aux Sols Bruns Vertiques intergrade aux Sols d'Erosion, de bien conserver la fraîcheur. Si, conformément à leur caractère grumosolique, leur macroporosité utile reste satisfaisante sensiblement sur la même épaisseur, il n'en est plus du tout de même au niveau de leur horizon brun plus ou moins rougeâtre profond, les écarts très faibles entre valeur du potentiel capillaire à pF 3 et capacité maximum de rétention pour l'eau y étant certainement en rapport avec une infiltration très difficile de celle-ci et donc une perméabilité très réduite.

L'observation directe confirme ce point de vue, de l'eau ayant rempli après une pluie le fond du trou creusé pour l'étude du profil GA 31, ne s'étant pas infiltré après plusieurs jours. On notera aussi l'hygroscopicité des échantillons correspondants au profil GA 15, trop réduite pour des sols finement texturés à montmorillonite ou halloysite vraie.

La matière organique est assez abondante et, surtout, ne décroît que très progressivement le long des profils. Le rapport C/N élevé ou même tout à fait en surface très élevé (GA 15 - 1) décroît nettement avec la profondeur pour en arriver à être inférieur à 10 dans l'horizon brun rougeâtre. L'abondance de la matière organique et la décroissance régulière du rapport C/N le long des profils paraît être l'indication d'une humification lente mais complète de l'abondante masse de déchets végétaux fournie par la végétation dense de Miscanthus.

A des valeurs du pH ne s'écartant guère de 5,8, correspondent cependant des coefficients de saturation un peu plus variables que dans les Sols Bruns Vertiques intergrade aux Sols d'Erosion quoiqu'encore les plus souvent compris entre 80 et 90%. Les capacités d'échange, rapportées au taux de matière organique et de fractions granulométriques fines, y sont également nettement plus faibles. C'est surtout le cas pour le profil de haut de pente GA 15 dont une étude de l'argile extraite de l'horizon 15 - 2 met en évidence un probable mélange de métahalloysite et fire clay associé à de l'hématite et, indication probable d'une grande mobilité de la silice, un peu de cristobalite. Les capacités d'échange plus élevées associées à une hygroscopicité plus forte le long du profil de bas de pente GA 31 peuvent être l'indication soit de la présence de petites quantités de montmorillonite, soit de quantités notables d'halloysite vraie hydratée plutôt que de métahalloysite et fire clay.

La chaux et la magnésie sont adsorbées en quantités assez élevées et sensiblement équivalentes sur le complexe d'échange; la potasse, comme presque toujours nettement concentrée au voisinage de la surface, est beaucoup plus abondante dans le profil GA 15 qui en est assez bien pourvu que dans le profil GA 31, le sodium modérément abondant tendant plutôt à se concentrer en profondeur.

Le profil 31 est le seul des 4 Sols Bruns Vertiques de Mangareva dans lesquels le phosphore ait été dosé dont les réserves en cet élément ont été trouvées assez satisfaisantes.

Parmi les oligoéléments recherchés dans l'horizon GA 15 - 1, le nickel, le cobalt et le chrome sont un peu moins abondants qu'ailleurs dans les sols formés à partir des roches volcaniques de Mangareva, sans que l'on puisse parler d'ordre de grandeur réellement différent et moins encore de risque de carence.

1 - 2 - 2 : Sols Bruns Vertiques profonds de méplats intergrade aux Sols Fersiallitiques

Ils correspondent aux rares surfaces en pente moyenne (25 à 40 %) reconnus au milieu des sols précédents dont ils se distinguent par un développement beaucoup plus important en épaisseur de leur profil, pouvant passer en profondeur à un Sol franchement fersiallitique ou ferrallitique, et par la bien moindre quantité de gros débris de roche peu altérée qu'ils contiennent. Ils ne sont bien représentés que de part et d'autre et immédiatement en contrebas de la haute ligne de crête rejoignant les massifs des Monts Duff et Mokoto. Nous en décrivons un profil, GA 25, reconnu sous savane demi haute à Miscanthus associé à un couvert assez fourni de Paspalum cf orbiculare et à quelques touffes de goyaviers et Elephantopus, vers 260 m d'altitude côté sous le vent de l'île, immédiatement en contrebas N E de la Selle.

0 - 15 cm : Brun gris très foncé, franchement humifère, bonne exploration des racines; texture apparemment argilo limoneuse, quelques débris de roche altérée; structure nuciforme à polyédrique large médiocrement stable, consistance onctueuse et grasse; franchement humide en place, drainage interne assez médiocre. Passage progressif à :

15 - 40 cm : Brun gris foncé avec nuance bleuté, moyennement humifère, racines encore assez nombreuses et convenablement réparties dans la masse; texture apparemment argilo limoneuse avec fins débris de roche altérée; structure polyédrique très large et médiocrement stable à faces luisantes, consistance très ferme mais effritage en grosses mottes relativement facile; très frais en place, drainage interne ni meilleur ni plus mauvais qu'au dessus. Passage assez rapide à :

40 - 80 cm : Brun jaune foncé avec remplissages grisâtres le long de trajets d'anciennes racines, très peu humifère, pénétration difficile et limitée à 70 cm des racines actuelles; texture apparemment argilo sableuse, d'assez nombreux fins débris de roche altérée constituant les sables; structure prismatique avec tendance massive, consistance compacte et collante; très frais en place, drainage interne certainement très médiocre. Passage très progressif à :

80 - 115 cm : Chamois assez foncé, non ou très humifère, non pénétré par les racines; texture très argileuse, quelques rares débris de roche altérée; structure massive, très compacte et plastique; niveau formant pan argileux imperméable mais tout juste frais au moment du prélèvement. Passage brutal à :

115 - 140 cm et au delà : Rouge brun foncé, non humifère; texture argileuse ; structure massive secondairement microgrenue, encore très compact mais nettement moins plastique qu'au dessus; amélioration probable du drainage interne.

Du point de vue de la granulométrie et de la matière organique, les mêmes remarques que pour les Sols Bruns Vertiques pierreux typiques peuvent être faites : on remarquera les plus fortes teneurs en sables de l'horizon 25 - 3 contrastant avec la texture extrêmement argileuse de 25 - 4, indication probable d'un remaniement par ruissellement.

Si l'on compare les quantités d'eau retenues en place au moment du prélèvement aux valeurs du potentiel capillaire, le profil étudié apparaît d'autant plus humide que l'horizon considéré est plus superficiel, sans doute à la suite de pluies récentes mais aussi comme conséquence d'une infiltration très lente. Plus qu'à de faibles écarts entre l'humidité équivalente et la capacité maximum pour l'eau, dont la mesure s'est du reste ici heurtée à des difficultés d'ordre technique, la très faible perméabilité en profondeur a pu, comme dans le cas du profil GA 31, être constatée par la non infiltration de l'eau ayant rempli le trou de sondage.

A des réactions voisines de pH 6,0 tout le long du profil correspondent des coefficients de saturation d'au moins 90 % sur toute l'épaisseur des horizons humifères, mais s'abaissant ensuite jusqu'aux environs de 80 %. La capacité minérale d'échange, surtout si on la rapporte aux fractions fines, est nettement plus élevée dans toute la partie supérieure des profils qu'à sa base, ce qui paraît bien confirmer son origine polygénétique et polyphasée suggérée par l'examen morphologique, un sol à faciès vertique de 80 cm d'épaisseur, pouvant s'être individualisé au-dessus d'un sol enterré fersiallitique sinon ferrallitique (cf structure microgrenue au delà de 115 cm). L'étude de l'argile extraite de l'horizon 25 - 4 met du reste seulement en évidence de l'halloysite et de la goethite, la présence d'halloysite plutôt que de métahalloysite constituant une indication intéressante notamment en ce qui concerne le comportement du sous sol profond vis à vis de l'eau.

La chaux et la magnésie échangeable sont adsorbées en quantités absolument équivalentes sur le complexe d'échange tout le long du profil, tandis que la potasse est d'autant plus nettement concentrée en surface que l'ensemble du profil en est fort mal pourvue, le sodium présentant le comportement inverse.

Les réserves en phosphore, déjà médiocres dans l'horizon tout à fait superficiel, deviennent très faibles en profondeur.

Le seul oligoélément présent dans l'horizon 25 - 1 en quantité un peu différente de celles reconnus le plus souvent dans les sols formés à partir du volcanisme à Mangareva est le chrome, plus abondant sans doute en fonction d'apports en provenance du Mt Duff.

1 - 3 - : Sols Bruns Vertiques Colluviaux

Ce sont sans doute les sols de Mangareva présentant les caractères vertiques les plus accusés aussi bien du point de vue physique et physicochimique que morphologique : structure polyédrique très large à prismatique à faces luisantes, compacité et absence de macroporosité en sous sol, très forte capacité d'échange pour une part liée à la présence de montmorillonite dans leur fraction argileuse, réaction assez voisine de la neutralité, forte teneur en magnésie, etc... La couleur tirant sur l'olive en profondeur est également un indice d'engorgement intense lié à l'absence de macroporosité. Néanmoins, l'individualisation préférentielle d'halloysite au niveau de la zone d'altération de la roche sous jacente ne permet pas de les considérer comme des Vertisols tout à fait typiques.

Ce n'est pas à la limite des plaines littorales et du massif volcanique que l'on peut les plus fréquemment les reconnaître, mais sensiblement à la cote 80 m. au pied sud du Mont Duff en bordure du plateau du couvent et dans le prolongement de celui-ci jusqu'au pied du Mokoto.

Le profil sous couvert dense de Miscanthus et Paspalum cf orbiculare dont nous donnons la description a été reconnu sur une pente de 30 à 40% juste au dessus de l'extrémité ouest du plateau du couvent et à proximité immédiate du lieu dit Roruru.

0 - 15 cm : Brun foncé, moyennement humifère, forte densité de racines, texture apparemment limoneuse, quelques débris de roche altérée; structure nuciforme grossière, assez compacte, friabilité moyenne; frais en place sauf les 2 ou 3 premiers centimètres superficiels, drainage assez satisfaisant. Passage semi progressif à :

15 - 40 cm : Brun gris foncé avec nuance jaunâtre, faiblement humifère, trajets d'anciennes racines remplis de terre plus humifère, racines actuelles assez nombreuses; texture argilo sableuse, fins débris de roche dont certains peu altérés; structure polyédrique large, compacité élevée; très frais en place, drainage interne très ralenti. Passage extrêmement progressif à :

40 - 65 cm: Brun olive foncé, très peu humifère, quelques racines pénétrant; texture argileuse, très peu de débris de roche discernables; structure prismatique à faces luisantes, consistance très compacte et fermée; apparemment très frais en place, très mauvais drainage interne. Passage brutal à :

65 - 90 cm : Gris olive avec nuance bleuâtre en place, non ou très peu humifère, très rares racines pénétrant; texture argileuse devenant argilo sableuse à la base par apparition de débris de tufs très fortement altérés; structure prismatique instable à faces luisantes, très compact, complètement fermé et imperméable; tendance à l'engorgement en place se manifestant par un début de glaysification. Passage progressif à :

90 - 110 cm et au-delà : Brun moucheté de gris ardoisé et d'ocre, non humifère; texture argilo sableuse passant progressivement à gravelo argileuse par accroissement de la proportion des débris de tufs en cours d'altération; structure continue, consistance de plus en plus pseudo graveleuse par passage à l'arène d'altération; moins humide qu'au dessus, drainage interne s'améliorant avec la profondeur.

Sauf tout à fait en surface où, en fonction de récents apports probables de produits de ruissellement, le limon se trouve en quantité sensiblement égale, l'argile est nettement dominante; au-delà de un mètre de profondeur la proportion des sables, surtout grossiers, augmente notablement.

L'humidité hygroscopique aussi bien qu'à pF 4,2 très élevée est en rapport avec les familles d'argiles présentes à écartement de feuillets variable. La microporosité utile élevée, sauf dans l'horizon le plus superficiel, permet à de tels sols profonds d'emmagasiner beaucoup d'eau à l'intérieur de leur profil même s'ils apparaissent assez séchants tout à fait en surface. Par contre, et en accord avec les observations de terrain, la macroporosité peut en être considérée comme nulle au dessous de 40 cm, ceci s'accompagnant évidemment d'une imperméabilité à peu près totale du sous sol profond. En accord également avec un caractère vertique bien marqué, la matière organique n'est que médiocrement abondante et décroît assez rapidement le long du profil en dépit de la couleur sombre de celui-ci; le rapport C/N par contre ne s'abaisse que très lentement de 13,3 à 11,7 de la surface à la profondeur.

A des réactions comprises entre 6,0 et 6,5 et tendant à s'élever avec la profondeur correspondent des coefficients de saturation très voisins de 95% tout le long du profil. Les capacités d'échange très élevées et croissant plutôt que diminuant avec la profondeur doivent être presque entièrement rapportées à la fraction minérale : si celle de l'horizon 2 - 3 s'explique bien par la nature de l'argile, montmorillonite, métahalloysite et traces d'halloysite, il n'en est plus de même de celle de l'horizon 2 - 5 où de l'halloysite même associée à un peu de montmorillonite possible justifie difficilement la capacité d'échange trouvée. Ici encore, il faut presque nécessairement faire intervenir une activité physicochimique élevée des fractions granulométriques grossières.

Les 18 à 20 milliéquivalents pour 100 gr. de magnésie adsorbés sur le complexe d'échange n'empêchant pas la chaux échangeable, présente dans les mêmes proportions, d'être elle même très abondante, la potasse étant une fois de plus faible et nettement concentrée en surface. Le sodium échangeable,

par contre, est assez abondant surtout en sous sol, sa concentration au delà de un mètre méritant d'être notée; les chlorures solubles n'en restent pas moins inexistant en surface et équivalents à moins de 10% du sodium dosé comme échangeable en profondeur. Les réserves en phosphore n'ont pu être déterminées avec précision, mais sont certainement très faibles même en surface.

Comme dans le cas de la plupart des sols des flancs et du pourtour immédiat du Mont Duff, le chrome et le césium sont particulièrement abondants parmi les oligoéléments recherchés.

Les possibilités de mise en valeur des Sols Bruns Vertiques que nous venons de passer en revue risquent d'être assez limitées; ils sont d'ailleurs quasi totalement inutilisés à l'heure actuelle par la population man-garévienne.

Les principales difficultés n'en sont pas tellement une probable mise à la disposition difficile de leurs réserves d'azote aux plantes, ni même leurs fréquentes déficiences phosphatées ou potassique, défauts plus ou moins aisément corrigeables ou compensables. Les facteurs limitants les plus sérieux de leur productivité potentielle sont leurs pourcentages de pente réellement excessifs, leur mauvais comportement vis à vis de l'eau et compacité en sous sol.

Les cultures céréalières, de maïs ou sorgho par exemple, qui conviendraient assez bien à de tels sols vertiques grumosoliques ne peuvent sérieusement être envisagées sur des pentes aussi fortes. Il en est sensiblement de même de l'élevage qui, si on l'envisageait malgré tout, devrait être conduit de façon extrêmement ménagée et prudente afin d'éviter les risques très sérieux d'érosion par glissements, les faibles ou médiocres teneurs en phosphore des sols étant également peu favorables à leur utilisation pastorale; en la matière ce serait sans doute encore l'utilisation du *Leucaena glauca* (acaria) comme paturage arbustif qui, sauf pour les cheveaux, conviendrait le mieux.

La compacité et le très médiocre sinon mauvais drainage interne qui y interdisent la croissance correcte du cocotier et de l'arbre à pain, risquent d'avoir les mêmes effets sur le caféier arabica et les agrumes dont les exigences sur ces points sont probablement encore plus strictes : c'est en fonction de cette donnée absolument essentielle qu'il faut absolument se garder de transposer les résultats obtenus en matière de culture arborée ou arbustive sur les Sols d'Eboulis humifères aux Sols Bruns Vertiques. La variété assez aberrante à toutes petites feuilles de caféier arabica, connue sous les divers noms de "petit moka", "café riz", "bourbon pointu" et, en Nouvelle Calédonie, "café Leroy", pourrait cependant être susceptible de s'adapter à ces conditions, mais si la qualité du produit qu'il fournit est exceptionnelle, on ne peut malheureusement en dire autant de sa productivité. Le manguier, l'anacardier et, dans des conditions d'aménagement convenable, le bananier

offrirait plus de chances de réussite, sans parler du jamelonier, essence arborée parmi les mieux préadaptées, mais à classer plutôt parmi des plantes nuisibles qu'utiles à Mangareva. Une autre possibilité, intéressante surtout à assez longue échéance, serait d'y favoriser, en partant sans doute des surfaces de Sols Brun Gris juvéniles d'Erosion qui leur sont associés, l'implantation et l'envahissement de Leucaena glauca. En dehors de son intérêt pastoral et du fait du pouvoir à la fois asséchant, assainissant, effritant et structurant de son réseau radiculaire, on pourrait en espérer une amélioration considérable des caractéristiques structurales et du comportement vis à vis de l'eau de ces sols.

Classe VI - Sols à Mull

En région tropicale humide, cette classe est à peu près uniquement représentée, le plus souvent en flanc de pente, par des Sols Bruns Eutrophes. Généralement associés à des Sols d'Erosion humifères ou à certains sous groupes de Sols d'Apport dont ils sont parfois difficiles à distinguer, ils sont assez répandus sur beaucoup d'îles hautes du Pacifique Sud.

1 - Sols Bruns Eutrophes Tropicaux

Compte tenu des formes du relief, de la nature des roches (tufs basaltiques notamment) et des caractéristiques du climat, l'on aurait pu s'attendre à ce que ce groupe de sol soit bien représenté à Mangareva. En fait, et de même que pour les Sols d'Erosion humifères, il n'en est rien. Les seules surfaces notables que nous en ayons reconnues occupent l'extrémité des lignes de crêtes secondaires délimitant la baie de Takou. Néanmoins, il convient de rappeler, d'une part que la majorité des Sols Bruns Vertiques que nous avons précédemment étudié peuvent être considérés comme intergrade entre Vertisols et Sols Bruns Eutrophes, de l'autre qu'il est possible, et l'étude du profil suivant tend à le confirmer, que ce caractère vertique soit souvent apparu à la suite d'un déboisement et d'un mésusage des Sols Bruns Eutrophes.

Le profil GA 40 que nous décrivons a été reconnu sous vieille caféière non ou très peu productive et très densément ombragée de gros Albizzia lebbeck, quelques dizaines de mètres en contrebas, côté Takou, de la ligne de crête secondaire se prolongeant par la pointe Autapu.

0 - 20 cm : Brun foncé, franchement humifère, racines moyennement nombreuses et plus ou moins bien réparties dans la masse; texture apparemment limoneuse, quelques débris de roche peu altérée; structure nuciforme grossière, consistance très ferme en place, bon effritage en mottes cependant un peu grossières; apparaît sec en place en dépit d'une pluie assez abondante dans les heures précédentes, drainage interne excellent à excessif par espaces lacunaires largement ouverts. Passage progressif à :

20 - 45 cm : Brun assez foncé avec nuance légèrement rougeâtre, un peu humifère, racines sensiblement aussi nombreuses qu'au dessus et plutôt mieux réparties dans la masse; texture apparemment limoneuse avec débris de roche plus ou moins altérée assez abondants; structure nuciforme assez grossière encore assez stable, consistance ferme en place mais bon effritage en mottes plus fines qu'au dessus; assez sec, bon drainage interne. Passage très progressif à :

45 - 70 cm et au delà : Brun foncé rougeâtre, matière organique non discernable à l'oeil, assez nombreuses racines pénétrant et s'enfonçant; texture apparemment argileuse à limoneuse, quelques rares débris de roche altérée et cailloux de roche non altérée; structure polyédrique assez large et médiocrement stable, consistance ferme en place mais assez bon effritage; encore assez sec en place et drainage interne satisfaisant.

On remarque immédiatement de nombreuses convergences d'ordre morphologique entre ce profil et ceux des Sols Bruns Vertiques précédemment décrits. Les différences essentielles portent sur une structure plus fine et plus stable, une bien meilleure friabilité et, surtout, sur un drainage interne par les espaces intersticiels entre éléments structuraux que l'on pourrait qualifier d'excessif si la cause principale d'un pédoclimat sec n'en apparaissait pas plutôt la très importante évapotranspiration d'un couvert végétal arbustif et arboré très fourni. On n'en conçoit pas moins facilement comment le déboisement, en privant le sous sol de son armature de racines l'effritant et l'asséchant, pourrait favoriser l'apparition d'un caractère vertique dans un tel profil.

La présence, très fréquemment reconnue, de nombreux trajets d'anciennes grosses racines dans la partie inférieure des profils des Sols Bruns Vertiques corrobore cette façon de voir.

Les teneurs en argile sont beaucoup plus élevées que l'examen morphologique le faisait prévoir, indication d'une microstructure très stable qui, dégradée, risquerait également de favoriser l'apparition d'un caractère vertique.

L'intensité de l'évapotranspiration et sans doute aussi du drainage interne est bien mise en évidence par le fait que, même peu de temps après une pluie moyennement abondante, la quantité d'eau contenue sur toute l'épaisseur du profil en place est à peine supérieure à celle correspondant au point de flétrissement (pF 4,2). Cette sensibilité du sol à la sécheresse est du reste favorisée par une assez faible microporosité utile, la macroporosité, favorisant l'infiltration et le drainage interne étant assez élevé par opposition.

La matière organique et l'azote, assez abondants en surface, sont encore présents en quantité notable jusqu'au delà de 60 cm. Le rapport C/N, de 12 dans la partie supérieure du profil et devenant voisin de 10 en profondeur, est relativement satisfaisant pour un sol à pédo climat sec; l'on aurait cependant pu s'attendre à le trouver un peu moins élevé sous un couvert dense de légumineuses arborées.

A des réactions neutres en surface et encore égales ou supérieures à pH 6,0 en profondeur correspondent des coefficients de saturation de 100% dans l'horizon superficiel et de 90% entre 60 et 70 cm. L'abaissement important, en dépit d'un net accroissement de la proportion d'argile, de la capacité d'échange entre les horizons 40 - 2 et 40 - 3 a de fortes chances d'être en rapport avec une modification de la nature même de cette argile. Comme c'est très souvent sinon généralement le cas pour tous les sols de pentes de l'île, les matériaux ayant servi à la formation des horizons de surface et de profondeur ne sont sans doute pas les mêmes, ceux-ci correspondant aux produits d'altération de la roche sous jacente et ceux là à des produits de ruissellement.

En surface la chaux est adsorbée en quantité sensiblement équivalente à la magnésie sur le complexe d'échange mais, en sous sol, cette dernière devient nettement dominante. La déficience grave en potasse mise en évidence par l'analyse ne peut qu'être encore accentuée par des teneurs en magnésie aussi élevées que celles présentes. Le sodium, sans être réellement abondant et tout en augmentant légèrement le long du profil, n'en domine pas moins nettement le potassium même en surface.

Les réserves en phosphore sont très faibles ce qui, conjointement avec la déficience potassique, risque de limiter considérablement les possibilités agricoles d'un tel sol en l'absence de fumures convenables.

En dehors de cette double déficience en des éléments aussi importants que le phosphore et la potasse, une trop grande sensibilité à la sécheresse semble être, dans le cas particulier de ce sol, un défaut sérieux; il semblerait néanmoins assez facile de le corriger par diminution du couvert jusqu'au point utile pour que le caféier arabica et les agrumes ne risquent pas d'en souffrir, mais sans dépasser ce point afin de ne pas risquer d'induire une évolution du sol dans le sens vertique.

Classe VIII - Sols à Sesquioxides

Ils sont caractérisés par l'individualisation des oxydes métalliques, fer et alumine. Sur roches basiques et sous un climat sans saison sèche bien définie, comme c'est le cas pour la plupart des îles hautes de la Polynésie, l'évolution rapide d'une matière organique à humus bien évolué n'est pas à prendre en considération.

Beaucoup des Sols Bruns Vertiques précédemment étudiés, de par leur tendance à la rubéfaction de leur horizon (B) indiquant une individualisation de l'oxyde de fer, peuvent déjà être considérés comme intergrades aux Sols Fersiallitiques, terme que nous préférons à celui de Ferrugineux tropical. L'ensemble des caractéristiques morphologiques, physicochimiques et chimiques de tels sols reconnus sur les îles hautes de la Polynésie Française comme des Nouvelles Hébrides les différencient en effet par trop des Sols Ferrugineux tropicaux décrits ailleurs et les rapprocheraient parfois curieusement des Sols Rouges ou Brun Rouge Méditerranéens.

Néanmoins les sols reconnus à Mangareva dans lesquels les sesquioxides sont nettement individualisés appartiennent plutôt à la sous classe des Sols Ferrallitiques.

1 - Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique

Par "ferrallitiques", il faut entendre les sols dans lesquels non seulement la plus grande partie de l'oxyde de fer est individualisé, mais où une partie au moins de l'alumine se trouve aussi à l'état libre, soit sous forme de gibbsite, soit à l'état de gel. Ils correspondent schématiquement aux sols anciennement désignés comme "latéritiques", terme abandonné comme trop imprécis et trop mal défini.

En fait le caractère ferrallitique d'un sol est assez difficile à établir. Si la présence de gibbsite dans la fraction argileuse, reconnue dans l'un des profils étudiés et possible dans un autre, en fournit la preuve, son absence ne signifie pas pour autant que le profil considéré ne soit pas au moins légèrement ferrallitique surtout, comme c'est le cas ici, en l'absence de concrétions (1) et en présence, dans deux au moins des profils étudiés, d'hallowaysite, laquelle est très souvent accompagnée de produits amorphes de natures diverses. Mais une certitude ne peut alors être acquise qu'à la suite d'analyses chimiques longues, délicates et précises qu'il n'était pas possible d'entreprendre dans le cadre de la présente étude. C'est pour cette raison que nous avons été amené à utiliser, dans tous les cas douteux, l'expression "Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique".

Dans la définition de ce terme nous nous sommes surtout basés :

- Sur le développement considérable des profils en épaisseur que nous avons dû d'ailleurs apprécier par reconstitution de ceux-ci à partir d'observations portant sur des sols de plus en plus érodés.
- Sur la présence d'une zone de départ également très épaisse où l'organisation de la roche mère complètement altérée apparaît encore en "surimpression". Cette zone de départ est désignée dans toute la Polynésie Française sous le nom de "mamu". A Mangareva on y reconnaît, alternativement superposés, les anciens niveaux de tufs, fortement argilitisés et fermés, et de basalte, sous forme de roche tendre fendillée s'effritant facilement en fins débris limono sableux.
- Sur la structure micro polyédrique ou micro grenue de leur horizon B, favorable au drainage interne lorsque les profils sont complets, mais entraînant l'apparition d'un caractère fortement battant du sol lorsque l'érosion l'amène en surface.

(1) Les Sols les plus fortement Ferrallitiques des territoires Français du Pacifique ne contiennent souvent aucune concrétion : Tahiti, Tubuai, Marquises, Loyautés, Wallis.

- Sur la désaturation, sauf parfois en surface, du complexe d'échange. Lorsqu'il en résulte, dans les horizons non humifères, une réaction inférieure à pH 5,0, des quantités très notables d'alumine extraites apparaissent au cours des opérations analytiques partant sur le dosage des éléments échangeables.

Une indication utile peut également être fournie par la végétation, les surfaces de Sols Ferrallitiques correspondant très souvent dans les îles tropicales d'origine volcanique du Pacifique Sud à la lande à Gleichenia. Il doit cependant être bien précisé à ce sujet que cette lande est beaucoup plus caractéristique des sols dégradés acides sous climat humide de toute l'Océanie que des seuls Sols Ferrallitiques de cette région.

1 - 1 - Sols Ferrallitiques non dégradés

Ils n'occupent à Mangareva que de très faibles surfaces au haut de la montée de la piste de Rikitea au plateau du couvent. On peut penser que leur caractère non dégradé est lié à un contexte historique leur ayant épargné le mésusage. Il n'en est pas moins intéressant de constater que, bien qu'il s'agisse des seuls sols de l'île dont la nature ferrallitique a pu être établie de façon certaine grâce à la présence de gibbsite dans leur fraction argileuse, ils correspondent à des terres assez fertiles, parmi les mieux pourvues en matière organique bien humifiée, azote et potasse, à complexe d'échange bien saturée sur toute l'épaisseur de leur couche arable, forts éloignées donc de l'idée que l'on se fait de "sols latéritiques".

Un profil, GA 3, en a été étudié à proximité immédiate de l'actuel cimetière de Rikitea sans assez belle caféière mélangée de bananiers, quelque peu envahie de lantana et densément ombragée d'Albizia et autres espèces ligneuses (Bourao, manguier). Il correspond à une petite surface formant curieusement oasis de fertilité au milieu de la lande à Gleichenia.

0 - 15 cm : Brun Rouge foncé, humus abondant et bien lié à la fraction minérale, bon enracinement bien réparti dans la masse; texture apparemment limoneuse, aucun débris de roche discernables; structure grumeleuse à nuciforme stable assez grossière, assez ferme en place mais excellente friabilité en petites mottes; assez sec en place, très bon drainage interne. Passage très progressif à :

15 - 40 cm : Brun rouge foncé, humus lié encore assez abondant et diminuant lentement le long de l'horizon, nombreuses racines explorant bien toute la masse; texture apparemment limoneuse; structure nuciforme assez grossière bien marquée, consistance un peu ferme en place, mais extrêmement friable et finement motteuse par effritage; assez sec en place, très bon drainage interne. Passage progressif à :

40 - 120 cm et au delà : D'abord rouge brun sombre puis rouge de plus en plus vif, faiblement humifère puis non humifère, assez bon enfoncement de grosses racines mais radicules disparaissant au delà de 70 cm; texture apparemment limoneuse; macrostructure polyédrique instable passant à continue, microstructure finement nuciforme ou grenue, friabilité moyenne; frais en place sans plus, bon drainage interne.

La dominance de l'argile s'accroissant encore avec la profondeur, en dépit d'une texture apparente plutôt limoneuse et d'un excellent sinon excessif drainage interne, est certainement en rapport avec une microstructure très stable de l'ensemble du profil.

La microporosité est assez limitée ce qui, se combinant à une évapotranspiration importante dans le cas, amène le sol à se retrouver, au cours de toute période de sécheresse un tant soit peu prolongée, sérieusement déficitaire en eau utile sur toute l'épaisseur du profil bien exploré par les racines. Par contre la macroporosité large (écarts entre capacité maximum pour l'eau et quantité de celle-ci retenue à pF 1,9) est importante, en rapport avec un drainage interne excellent sinon excessif.

La matière organique très abondante, bien liée à la fraction minérale et répartie sur une assez grande épaisseur pourrait faire considérer ce sol comme "Ferrallitique Humifère Brun" et non "Brun Rouge" en dépit de sa couleur. Le rapport C/N inférieur à 13 jusqu'à 30 cm indique une assez bonne humification sans doute liée à la nature du couvert végétal et à un coefficient de saturation du complexe d'échange assez élevé; son accroissement en profondeur jusqu'à une valeur de 14, voisine de celle des horizons homologues des Sols Ferrallitiques dégradés, doit par contre être mis sur le compte de l'évolution pédologique elle-même.

Une nette discordance apparaît entre horizons superficiels humifères à réaction voisine de la neutralité et complexe d'échange bien saturé et horizon profond non humifère à réaction fortement acide et coefficient de saturation inférieur à 40 %. Il faut certainement y voir un effet du maintien prolongé d'une végétation arborée et arbustive dense conservant les éléments qui lui sont utiles dans un cycle d'échange continu entre elle-même et la seule tranche du profil qu'elle explore intensément par ses racines. La capacité d'échange à rapporter à la fraction minérale est une des plus faibles reconnues à Mangareva, abstraction faite des Sols Humo Carbonatés; ceci est particulièrement net à la base de l'horizon humifère où, compte tenu de la quantité de matière organique présente, elle ne peut guère dépasser 7 à 8 milliéquivalents pour 100 gr. Ceci est en bon accord avec la nature des argiles extraites de l'échantillon GA 3 - 2, mélange probable de métahalloysite et fire clay, goethite et gibbsite, la présence de quantités notables de gibbsite fournissant la preuve de la nature nettement ferrallitique du sol lui-même.

La chaux échangeable, abondante en surface et encore satisfaisante à la base de l'horizon humifère, devient franchement faible en profondeur, tandis que la diminution des teneurs en magnésium le long du profil est beaucoup moins marquée si bien que cet élément, nettement dominé par la chaux en surface, la domine à son tour en profondeur. Contrairement à ce qui est constaté presque partout ailleurs dans l'île, la potasse est abondante et sa répartition le long du profil obéit à une règle que nous avons souvent observée lorsque les besoins des plantes en cet élément sont assez facilement couverts: forte accumulation dans la partie supérieure de l'horizon humifère aux dépens de la partie inférieure de celle-ci, puis remontée des teneurs en

profondeur. Le sodium est ici subordonné au potassium même en profondeur, ce qui est rare à Mangareva.

Le point faible, du point de vue du niveau de fertilité actuel de ce sol, est ses forts médiocres réserves en phosphore, d'autant que sa nature ferrallitique risque d'en favoriser la rétrogradation.

Comme dans le cas des autres sols du pourtour du Mt Duff, le chrome et le césium sont particulièrement abondants dans l'horizon 3 - 1. L'on remarquera néanmoins que ces fortes teneurs en chrome sont associées à des quantités de nickel et cobalt moins élevées que dans tous les autres sols de l'île formés à partir du volcanisme où ils ont été recherchées. Ceci pourrait constituer une indication d'une possible accumulation résiduelle relative du chrome difficile cependant à transposer au césium.

En dehors d'une probable déficience phosphatée, sans doute corrigable par des apports d'engrais de préférence localisés pour échapper à la rétrogradation, les possibilités de mise en valeur de tels sols sont limitées par leur fragilité à la dénudation provoquant leur désaturation, la décomposition accélérée de leurs fractions humiques actives, la dégradation de leur macrostructure et favorisant l'érosion de la partie supérieure de leur profil dans laquelle est concentrée la quasi totalité de leur potentiel de fertilité. Ils devraient donc être réservés aux cultures arborées, arbustives, lianiformes ou, tout au plus, semi pérennes à fort développement végétatif (bananier, canne à sucre), de telles considérations n'ayant plus cependant à Mangareva qu'un intérêt assez théorique, les Sols Ferrallitiques non dégradés y occupant tout au plus quelques hectares.

1 - 2 : Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitiques dégradés

Contrairement aux précédents ils sont très largement répandus : dominants sur toutes les pentes du versant sous le vent (coté Takou), de la pointe Matai-utea à la baie de Ganutu, ils sont également bien représentés le long du versant au vent où, généralement à mi pente, ils occupent les formes les moins mouvementées du modelé. Sur pentes relativement douces, on les retrouve sur toute la partie est du plateau du couvent où ils enserrent les derniers témoins de Sols Ferrallitiques non dégradés.

Leur végétation caractéristique est la lande à Gleichenia dichotoma le plus souvent lépreuse et ouverte, laissant même assez souvent la place à des étendues de sol absolument nu et ne devenant parfois haute, verdoyante et fournie qu'en bas de pente.

Un point important à préciser est que ces sols peuvent contenir et surtout être recouverts, sur une proportion très notable de leur surface de gros cailloux et blocs rocheux d'éboulis sans en être sensiblement modifié, ces cailloux et blocs massifs de basalte ne s'altérant pas dans ces conditions de façon suffisante et selon le processus voulu pour en changer les caractéristiques morphologiques ni les propriétés physiques, chimiques ou physico-chimiques.

Selon l'intensité de l'érosion ayant tronqué et plus ou moins remaniés leur profil, on doit en distinguer deux types ou phases.

1 - 2 - 1 : Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique érodés principalement en nappe.

Sans être aussi nombreux que ceux profondément érodés en ravins et "lavaka" (arrachements), ils restent relativement répandus le long du versant sous le vent. Sur le versant au vent ils sont, sauf sur le plateau du couvent, intimement associés aux Sols à faciès Ferrallitique remaniés par des apports de minéraux frais et fort difficiles à distinguer de ces derniers.

L'on n'y reconnaît pas de surfaces complètement dénudées ni de ravins s'enfonçant profondément dans l'épaisseur des profils, ce qui n'empêche pas, lors des fortes pluies, l'eau d'y ruisseler entre les touffes de fougères et d'y laisser sous forme de trainées plus ou moins sableuses et de micro talwegs, des traces manifestes d'une importante érosion en nappe et ravines.

D'un point de vue morphologique, si l'horizon superficiel à humus doux bien lié à la fraction minérale, à structure grumeleuse à nuciforme large et stable des Sols Ferrallitiques non dégradés a complètement disparu, leur horizon B reste épais et il ne nous a pas été possible d'atteindre à travers lui, par les moyens de trouaison et de sondage trop limités dont nous disposions, le "mamou" correspondant à la zone de départ. Contrairement aussi à ce qui a été quasi systématiquement observé dans le cas des Sols à faciès Ferrallitiques profondément érodés en ravins et "lavaka", leur horizon superficiel humifère n'est pas, pour sa plus large part, formé de débris de "mamou" apportés par le ruissellement.

Un profil, GA 12, en a été étudié au flanc d'une colline formant mamelon à sommet arrondi au-dessus de l'extrémité nord de la plaine de Kirimiro. A l'emplacement du prélèvement de pourcentage de pente est de l'ordre de 50% et la végétation une lande assez ouverte à *Gleichenia souffreteux*.

0 - 5 cm : Brun foncé avec nuance chocolat, matière organique assez abondante mais mal décomposée, lacs dense de racines; texture apparente limoneuse, quelques rares débris grossiers de nature non identifiable; structure grumeleuse faible passant à poudreuse par effritage, meuble, cohésion faible; bon drainage interne. Passage assez rapide à :

5 - 40 cm : Beige jaune foncé, médiocrement humifère, racines assez nombreuses mais le plus souvent manquant de turgescence sinon mortes; texture apparemment limono argileuse, pas ou très peu de débris de roche; structure polyédrique large peu stable, consistance assez compacte en place, onctueuse au toucher, mais assez bon effritage; bon drainage interne. Passage progressif à :

40 - 110 cm et au delà : Beige jaune foncé, paraissant encore faiblement humifère, peu ou pas de racines s'enfonçant; texture apparemment argileuse, absence de débris de roche en cours d'altération; structure faiblement prismatique secondairement micropolyédrique, assez compact et collant en place; drainage interne ralenti mais encore largement suffisant, la terre paraissant même à peine fraîche au moment du prélèvement.

.../...

L'argile est la fraction très largement dominante même quand la texture appréciée apparaît plutôt comme limoneuse. La proportion un peu plus faible d'argile et la présence de quantités un peu plus élevées de sable tout à fait en surface est à rapporter à l'érosion en nappe. La microporosité et même la macroporosité fine (écarts entre pF 3,0 et 1,9) sont assez limitées, en rapport avec une assez facile dessiccation du sol après quelques jours sans pluies: on notera qu'au moment du prélèvement les quantités d'eau utilisables par les plantes étaient très faibles. Par contre la macroporosité large, conditionnant l'infiltration et le drainage, est importante même dans l'horizon profond très argileux et compact.

C'est beaucoup plus la qualité de la matière organique que sa quantité qui laisse à désirer. Le rapport C/N de 20,5 en surface correspond en effet à une très mauvaise décomposition et évolution de celle-ci n'amenant que la formation d'un humus résiduel inactif sinon toxique. La responsabilité du couvert de Gleichenia dans ce mode d'humification paraît bien établie ici par le fait que le rapport C/N décroît le long du profil pour atteindre, entre 70 et 80 cm une valeur de 14 égale à celle trouvée à la même profondeur dans le profil de Sol Ferrallitique non dégradé précédemment étudié.

Les réactions sont très acides tout le long du profil et le taux de saturation du complexe d'échange, déjà inférieur à 30 % en surface, s'abaisse à 10 % en profondeur. Les capacités d'échange restent par contre assez élevées, anormalement élevées même non seulement pour un Sol Ferrallitique mais également pour un sol à argile kaolinique, la raison en étant presque certainement que le rôle de cette dernière est tenu par de l'hallowaysite ou métahallowaysite, à pouvoir d'adsorption variable mais généralement deux à trois fois plus élevé.

Comme dans presque tous les Sols à faciès Ferrallitiques dégradés, les inconvénients d'un faible taux de saturation du complexe colloïdal sont encore accentués par le fait que la magnésie y est adsorbée en quantité de loin plus importante que la chaux sérieusement déficiente. Ceci n'est pas non plus de nature à faciliter l'utilisation par les plantes des très faibles quantités de potasse échangeable qui, ici encore et en dépit de probables faibles exigences vis à vis d'elle de la maigre lande à fougères, sont d'autant plus nettement concentrées en surface que l'ensemble du sol en est plus mal pourvu. Le sodium échangeable, présent en assez faible quantité, ne manifeste pas de tendance nette à se concentrer à un niveau quelconque du profil. Par contre, des quantités très notables d'alumine échangeable ou pseudo échangeable apparaissent en sous sol, particulièrement dans l'horizon 12 - 3.

En elles mêmes les réserves en phosphore seraient assez acceptables, mais on remarquera que, contrairement à la potasse et à la chaux, cet élément ne se concentre pas en surface, soit du fait d'un comportement particulièrement oligotrophe envers lui du Gleichenia, soit par suite d'une rétrogradation le privant de toute mobilité, ces deux facteurs pouvant d'ailleurs fort bien jouer ensemble.

Les possibilités des Sols Ferrallitiques ou à facies Ferrallitique érodés principalement en nappe sont très réduites. Aucune utilisation agricole ne peut, même à assez longue échéance, en être sans doute, envisagé dans le contexte mangarévien. Une certaine utilisation pastorale par substitution de pâturages à Melinis à la lande à fougères, ne paraît possible que pour des surfaces très limitées d'arrondis de bas de pente et de la partie est du plateau du couvent, les pentes étant partout ailleurs trop fortes et les risques d'accentuation des phénomènes érosifs trop importants. Le boisement, extrêmement recommandable en lui-même, devra beaucoup plus viser à réduire les risques d'érosion qui, dans beaucoup de cas, menace de passer à ses formes les plus virulentes qu'à la recherche d'un profit direct : c'est pourquoi il sera sans doute préférable de s'adresser à des essences ligneuses les plus rustiques et les mieux préadaptées possibles, telles que les eucalyptus ou le bois de fer (Casuarina equisetifolia), plutôt qu'à l'Albizzia falcata par exemple.

1 - 2 - 2 : Sols Ferrallitiques ou à facies Ferrallitiques dégradés, profondément érodés, avec remaniements importants

Ils sont très répandus et immédiatement reconnaissables dans l'environnement par de profonds ravins et importants arrachements (lavaka) complètement dénudés recoupant et oblitérant même parfois complètement les formes d'un modelé originel de hautes collines à formes plutôt massives. Il en résulte l'individualisation de surfaces où quelques lambeaux de lande à fougères sur pentes relativement modérées subsistent seules au milieu d'un paysage désolé de terre, de couleur allant du rouge vif au gris ardoisé, en très fortes pentes et ne portant aucune végétation.

A de tels phénomènes d'érosion accélérée, correspondent évidemment des profils tronqués non seulement de leurs horizons superficiels humifères originels, mais même de majeure partie de leur horizon B argileux rouge, brun rouge ou brun jaune que l'on est même loin de retrouver partout, quand ce ne serait qu'à l'état de "culot". En fait, c'est bien souvent un niveau plus ou moins profond et absolument stérile de la zone de départ ferrallitique, connue en Polynésie Française sous le nom de "mamou", qui a été amené en surface. Si ce mamou correspond à une ancienne coulée de basalte, il se présente sous l'aspect d'une roche très tendre s'effritant facilement, de couleur gris ardoisé moucheté d'ocre jaune et de noir, assez largement fendillée à l'état sec, mais fermée et compacte à l'état humide ; par contre, s'il correspond à un niveau de tuf, il est complètement argilitisé, très compact et fermé même à l'état sec, de couleur rouge vif à rouge brun plus ou moins bariolé de violet et piqueté de mauve clair. L'interposition très fréquente de niveaux de tufs entre des coulées de basalte provoque alors, dans l'épaisseur de la zone de départ pouvant atteindre plus de 10 mètres, l'apparition de pseudo horizons B pris en sandwich entre deux niveaux de roche complètement altérée mais ayant gardé en surimpression l'organisation et plus ou moins l'aspect des coulées volcaniques. Quelle que soit, par ailleurs, le niveau profond du profil découpé par l'érosion, leurs surfaces dénudées se recouvrent en période sèche de pseudo

sables et pseudo-graviers, extrêmement roulants sur les pentes, y rendant d'ailleurs la marche difficile et même dangereuse. En revanche, par suite d'une microstructure polyédrique ou grenue, elles acquèrent rapidement, à l'état humide, un comportement de sable très fin leur conférant un caractère fortement battant et "savonneux" amenant l'eau des pluies à y ruisseler au lieu de s'y infiltrer.

Mais, aux phénomènes d'érosion accélérée, se surajoutent des remaniements par ruissellement. Ce sont, en réalité, à des débris de mamou que correspond la plus grande partie du matériel constitutif des horizons humifères où s'accrochent encore une lande à Gleichenia souffreteuse. De plus, le passage à l'horizon suivant est toujours brutal et "en discordance", comme si la couche humifère était surajoutée. Il paraît donc bien certain que, plutôt qu'à des lambeaux d'un modelé originel, les surfaces présentant un horizon humifère et un maigre couvert végétal correspondent à des accumulations locales de produits de ruissellement en provenance des hauts de pente encore plus profondément érodés (cf Sols Bruns Rouge d'Erosion sur zones de départ ferrallitique). Ceci semble bien confirmé par une très fréquente inversion du relief local mise en évidence, lors des trouaisons ou sondages, par le fait qu'au dessous des lambeaux de sols humifères plus ou moins en relief vis à vis de l'environnement, la base de ces dépôts de ruissellement se situe à un niveau plus bas que les horizons B ou de zone de départ en place dans leur prolongement.

Trois profils de ces sols ont été étudiés, GA 4 sous lande lépreuse à Gleichenia coupée seulement de quelques ravins, 100 m en contre bas du cimetière de Rikitéa sur le plateau de Roruru, GA 19 en flanc de colline dominant la partie est de la plaine d'Apeakava, sensiblement au dessus du croisement des pistes de Rikitea et de Takou à Kirimiro, et GA 37 en flanc NE de la baie de Ganutu. GA 19 et 37 correspondent à des flancs de ravins délimitant un lambeau de lande à fougères.

A titre d'exemple, nous donnons la description du profil GA 19

0-30 cm : Brun foncé avec nuance jaune rougeâtre, humus médiocrement abondant mais à fort pouvoir colorant, racines surtout concentrées en un lavis superficiel ; texture apparemment assez grossière avec sables constitués de débris de roche complètement altérée ; structure médiocrement stable assez finement grumeleuse, consistance très meuble, faibles cohésion et densité apparente ; très frais après assez forte pluie, bon drainage interne. Passage brutal en biseau à : 30-50 cm : Brun rouge tacheté d'ocre jaune et piqueté de blanc, très faiblement humifère, traces d'anciennes racines dans les fentes mais très peu de racines actuelles ; texture apparemment limoneuse/argileuse, quelques "fantômes" de roche complètement altérée ; structure prismatique secondairement micropolyédrique, consistance compacte assez brisante ; très frais après forte pluie, drainage interne ralenti mais encore très satisfaisant. Passage assez progressif à : 50-120 cm et au delà : Kaki tacheté et piqueté de brique et de noir ardoisé, non humifère, pas de racines pénétrant ; texture pseudo graveleuse s'effritant en particules apparemment limoneuses ; structure massive très brisante sous le choc ; très frais en place, excellent drainage interne.

Dans ce profil, le premier horizon correspond à un recouvrement en biseau de produits de ruissellements, le second à un "culot" d'horizon B et le troisième à une zone de départ sur coulée de basalte.

Les deux autres profils étudiés ne l'ont pas été après une assez forte pluie ; en particulier l'étude de GA 37 a été effectuée à l'issue d'une période relativement sèche. Dans GA 4, les apports de ruissellement, au dessus d'un horizon B franchement argileux, ont 80 cm d'épaisseur et forment plusieurs dépôts superposés : la pente relativement modérée leur a permis de rester assez fins. Dans GA 37, les dépôts de produits de ruissellement, épais de 60 cm, reposent directement sur une zone de départ très épaisse formée de coulées superposées de basalte et de niveaux de tufs. Mais l'argilitisation très poussée, mise en évidence par l'analyse granulométrique dans GA 37-1 et 37-2, est peu sensible en place, les horizons correspondant y apparaissent, le premier grossièrement sableux, le second pseudo pierreux ; par contre, la composition granulométrique de GA 37-3 correspond bien à l'appréciation que l'on peut avoir, sur le terrain, de la texture de ce niveau de tuf altéré en flanc de ravin.

De façon générale, du reste, ces sols sont mieux pourvus en argile que leur examen morphologique ne le fait prévoir, beaucoup de débris ou bancs de roche complètement altérée, apparaissant sableux, pseudo granuleux ou pseudo pierreux, étant déjà fortement argilitisés, la texture apparemment limoneuse d'autres horizons devant être en réalité rapportée à une microstructure polyédrique ou grenue stable. Néanmoins, dans le profil GA 4, la présence de produits de ruissellement est bien mise en évidence par la disparition des sables grossiers au niveau de l'horizon B (GA 4-4) ; dans le profil GA 19, l'horizon superficiel contient une très forte proportion de sable grossier ; même dans le profil GA 37, la proportion de débris sableux grossiers est nettement plus élevée en surface qu'en profondeur.

La microporosité est le plus souvent médiocre à moyenne, parfois cependant assez élevée au niveau de la zone de départ, surtout quand cette dernière correspond à une coulée de basalte altérée. Cette microporosité limitée, se combinant à un drainage latéral intense par les flancs de ravins, rend assez sensible à la sécheresse les parties superficielles des profils (GA 37-1 et 37-2), une dessication limitée à quelques centimètres (GA 4-1) devant être rapportée à l'exposition au rayonnement solaire de surfaces très mal recouvertes de végétation et ayant plutôt un effet de "dry farming". La microporosité, même si elle apparaît un peu plus limitée dans les horizons B très argileux et relativement compacts, est dans l'ensemble élevée et largement suffisante pour assurer aux profils ou à ce qui en reste en bon drainage interne. Mais le facteur limitant de l'infiltration de l'eau dans de tels sols est, en réalité, le caractère extrêmement battant de leurs surfaces dénudées favorisant la formation de croûtes et carapaces terreuses superficielles quasi imperméables.

La matière organique est médiocrement à peu abondante même si son pouvoir colorant est important ; on notera la brusque chute de teneur en carbone entre GA 4-3 et 4-4, correspondant au passage des produits de ruissellements à un horizon B, enterré après avoir sans doute été mis à nu par l'érosion.

Mais, surtout, la décomposition et l'évolution de la matière organique sous Gleichenia aboutissent à la formation d'humus résiduel stérile, comme l'indiquent les rapports C/N régulièrement égaux ou supérieurs à 20 en surface. Ce rapport C/N s'abaisse en profondeur, sauf dans le profil G A 37 où le sous sol est à tel point dépourvu de carbone et d'azote que sa prise en considération perd une grande partie de son sens.

A des valeurs du pH comprises entre 4,4 et 5 correspond une désaturation quasi complète du complexe d'échange en profondeur. Le taux de saturation est un peu plus élevé en surface et peut même y devenir égal ou supérieur à 50% (19-1, 37-1), plus par suite sans doute de la présence de quelques débris de roche incomplètement altérée apportés par le ruissellement que du maintien des éléments utiles dans un cycle d'échange plante-sol. Les capacités d'échange, tout en étant nettement moins élevées que dans la plupart des autres sols formés à partir des produits du volcanisme à Mangareva, n'en demeurent pas moins assez variables et relativement fortes pour des Sols Ferrallitiques. En fait, la présence de gibbsite, associée à de la goethite et à un probable mélange de metahalloysite et fire clay, n'a été signalée comme possible que dans le profil G A 4 (horizon 4-3) dont la capacité minérale d'échange est la plus faible. Dans G A 19-3, la présence d'halloysite et metahalloysite, associée à de la goethite et peut être à un peu de fire clay, justifie une capacité d'échange relativement élevée ; il en est sensiblement de même pour G A 37-3 où de la metahalloysite est sans doute associée à des produits amorphes de nature difficile à préciser et à un peu d'hématite possible.

La dominance très nette de la magnésie échangeable tout le long des profils paraît être une caractéristique de l'ensemble des Sols Ferrallitiques dégradés de Mangareva. Le fait que le relèvement parfois très brutal du coefficient de saturation en surface doive lui être pour sa plus grande part attribué corrobore le point de vue selon lequel ce relèvement est à rapporter aux apports par ruissellement de débris de roche basique fortement mais cependant non totalement altérée, l'expurgation de la chaux au cours de l'altération de telles roches précédant nettement celle de la magnésie. Corrélativement, les sols sont très mal pourvus en chaux, la plupart des horizons profonds en étant même à peu près complètement dépourvus (profils G A 37 et surtout G A 4). La potasse échangeable présente un comportement inhabituel ailleurs : en dépit du fait que les sols en soient très mal pourvus, certains niveaux des sous sols en contiennent plus que l'horizon de surface humifère : il faut certainement voir là la conséquence d'une incapacité des racines à s'enfoncer au delà d'une certaine profondeur et même, sans doute, de pénétrer d'autres horizons que celui formé de produits de ruissellement ; un examen de la répartition de la potasse échangeable le long du profil G A 4 est particulièrement instructif à cet égard. Dans le cas extrême de désaturation du complexe adsorbant et de déficience potassique représenté par le profil G A 4, il n'est pas non plus sans intérêt de remarquer que le comportement du sodium devient identique à celui du potassium le long du profil, ce qui n'est nullement courant ailleurs. Enfin, au cours des opérations analytiques, il a été noté que des quantités d'alumine très notables, probablement supérieures à celles de tous les autres éléments échangeables réunis, ont été extraites de

tous les horizons non humifères de ces sols en même temps que les dits éléments échangeables.

Les réserves de phosphore, déterminées dans le profil G A 19, sont médiocres quoiqu'encore à la rigueur acceptables et un peu plus faibles en surface qu'en profondeur, sans que les mêmes conclusions doivent en être obligatoirement tirées que dans le cas du profil de Sol Ferrallitique ou à faciès Ferrallitique érodé principalement en nappe précédemment étudié.

Il n'apparaît pas, d'après les déterminations effectuées sur les échantillons de surface G A 4-1, 19-1 et 37-1, que le degré d'évolution avancé, le lessivage en bases ou les phénomènes d'érosion et de remaniement par ruissellement auxquels ces sols ont été soumis affectent de façon sensible leurs teneurs en oligo-éléments par rapport aux autres sols de Mangareva formés à partir du même matériel lithologique. De la même façon que dans d'autres îles de la Polynésie Française où des recherches identiques ont été effectuées (Moorea, Tubuai), les quantités de micro éléments trouvés dans les sols semblent être avant tout sous la dépendance des facteurs géochimiques. Les teneurs particulièrement élevées en chrome et césium associées à des quantités de nickel, cobalt et baryum plutôt plus faibles qu'ailleurs de G A 4-1 apportent une confirmation supplémentaire à ce point de vue, les mêmes constatations pouvant être faites pour les autres sols de classe, groupe ou série différentes de la même région de Roruru, comme de tout le pourtour du Mt Duff (G A 2-1, 2-5, 3-1, 5-1)

Envisager les possibilités de mise en valeur des Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique profondément érodés avec remaniements importants serait sans aucun doute un non sens, quelque regrettable que puisse être cette constatation s'appliquant à environ un tiers des surfaces de Mangareva. Les essais de reboisement eux mêmes risqueraient d'entraîner à des efforts et frais démesurés par rapport aux résultats à en attendre, non seulement sur le plan économique mais même sur celui de la seule conservation des sols, le stade d'érosion et de dégradation d'ores et déjà atteint ayant toute chance d'être irréversible.

On devra sans doute se contenter de tenter de limiter les dégâts aux seules surfaces qui en sont gravement affectées et, pour celles-ci, s'efforcer de discipliner et régulariser les phénomènes d'érosion et de ruissellement. C'est surtout là un problème d'aménagement par boisement périphérique et de retenue, ainsi que de stabilisation des lits de talwegs. L'on peut aussi se poser la question de savoir s'il ne vaudrait pas mieux, plutôt que de tenter de lutter contre elle, faciliter dans un tel cas l'érosion, afin d'obtenir le décapage de la roche en cours d'altération active sur laquelle pourraient se former de nouveaux sols fertiles. Les principales difficultés d'une telle opération seraient évidemment d'éviter le recouvrement par des produits de ruissellement et de sédimentation stériles des plaines de piedmont et une pollution excessive des eaux et fonds du lagon par les boues qui s'y déverseraient.

1 - 3 - Sols à faciès Ferrallitique remaniés par apports de minéraux frais

Leur nature réellement ferrallitique apparaît douteuse. Ils présentent bien, en profondeur, une épaisse zone de départ correspondant à la roche complètement altérée (mamou) permettant de les différencier des Sols Bruns Rouges d'Erosion formés à partir de la roche en cours d'altération. Par contre, leurs horizons superficiels contiennent une notable à très forte proportion de débris de roche en cours d'altération active venus recouvrir cette zone de départ préalablement érodée. Il s'agit donc de sols polyphasés, dans lesquels la pédogénèse ne se fait ni à partir du même matériel lithologique ni, obligatoirement, dans le même sens en profondeur et en surface. Il convient de bien insister sur le fait que les débris de roche des horizons superficiels sont en cours d'altération "active" car, à Mangareva comme sur beaucoup d'autres îles polynésiennes, il arrive très fréquemment que de nombreux graviers, cailloux et blocs de roche peu ou non altérée se retrouvent en surface, et même parfois dans l'épaisseur des profils, sans avoir d'action apparente rejeunissante sur le mode d'évolution pédologique ou reminéralisante sur l'ensemble des propriétés physicochimiques ou chimiques de leur fraction terre fine.

1 - 3 - 1 : Sols à faciès Ferrallitique remaniés de contrebas de falaises rocheuses.

Des débris de roche en cours d'altération, en provenance de ces falaises ou affleurements rocheux recouverts de Sols Minéraux bruts, de Sols d'Erosion ou même Brun Vertiques pierreux, viennent recouvrir et se mélanger à la partie superficielle de Sols à faciès Ferrallitique préalablement tronqués par l'érosion qu'ils rajeunissent et dont ils resaturent plus ou moins le complexe d'échange.

C'est surtout à mi pente, sur les formes du modelé les plus arrondies dominées par des falaises locales, le long du versant au le vent de l'île principalement, qu'on peut reconnaître ces sols souvent difficiles à distinguer dans le paysage des Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitiques érodés en nappe. Ils portent une formation à Gleichenia relativement haute et fournie, dans laquelle tentent de s'introduire diverses autres plantes : Miscanthus, goyavier, bourao, crotolaires, Paspalum paniculatum, parfois Melinis minutiflora; on observe souvent le passage rapide de cette lande à fougères à une formation arbustive dense à bourao paraissant, à partir de la bordure des plaines côtières, monter plus ou moins haut à l'assaut des pentes.

Nous décrivons un profil, GA 21, dominant à une altitude d'environ 50 m la partie nord de la plaine de Rikitée, 200 m au delà de la piste conduisant à Kirimiro.

0-20 cm : Brun gris très foncé, matière organique abondante mais assez mal humifiée, racines principalement concentrées en un lacis superficiel; texture apparemment argilo limoneuse avec, en plus, assez nombreux débris sableux. et graveleux tendres de roche plus ou moins altérée; structure polyédrique assez fine médiocrement stable, consistance assez meuble, un peu onctueux; horizon humide en place, drainage interne d'abord de qualité assez moyenne puis s'améliorant à la base de l'horizon. Passage assez progressif à :

20-30 cm : Brun foncé avec nuance jaunâtre, quelques mouchetures ocre jaune, pénétration de la matière organique par poches, nombreuses racines fines en presque totalité mortes; terre argilo limoneuse avec petits débris de roche en cours d'altération en remplissage dans de la roche friable complètement altérée; structure finement polyédrique dans les parties argilo limoneuses, continue avec consistance brisante et friable en même temps qu'onctueuse au toucher dans les parties de roche altérée; drainage interne paraissant nettement meilleur qu'au dessus. Passage très progressif à :

30-120 cm et au delà : Brun foncé jaunâtre passant par places à gris ardoisé piqueté d'ocre et de blanc, non ou très peu humifère, racines complètement absentes; texture apparemment graveleuse à pierreuse passant à apparemment limoneuse dès qu'on exerce une certaine pression; macrostructure prismatique à continue, microstructure polyédrique très fine, consistance très friable et brisante; excellent drainage interne.

Au delà de 30 cm, c'est de façon évidente à une zone de départ de nature ferrallitique, formée aux dépens d'une coulée de basalte, que l'on a affaire tandis que, entre 20 et 30 cm, l'on se trouve en présence d'un niveau de contact entre celle ci et des produits de ruissellement et d'éboulis venus la recouvrir.

L'argilitisation poussée de la zone de départ, contenant néanmoins quelques noyaux plus résistants, aboutit à conférer aux divers horizons une composition granulométrique identique, argilo limoneuse, mais contenant aussi une certaine quantité de sables. La macroporosité assez moyenne reste également sensiblement la même tout le long du profil : l'on remarquera, bien qu'aucune pluie n'ait immédiatement précédé les prélèvements, que, rapporté au potentiel capillaire, l'horizon superficiel est un peu plus humide en place que le sous sol et l'horizon profond. Ceci correspond au drainage interne meilleur en profondeur qu'en surface déjà noté à l'examen morphologique, mais indique aussi que c'est la pénétration des eaux de pluie dans les tous premiers centimètres qui conditionne l'infiltration, la macroporosité en profondeur étant en effet largement suffisante pour que le risque d'engorgement n'y soit absolument pas à redouter.

Si la matière organique est nettement plus abondante que dans les Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitiques dégradés précédents et constitue un horizon humifère relativement épais, sa qualité sous lande à Gleichenia laisse toujours autant à désirer avec un rapport C/N dépassant 20 en surface et s'abaissant assez lentement le long du profil.

A des valeurs du pH de 5,2 à 5,3, soit donc à des réactions franchement plutôt que fortement acides, correspondent des coefficients de saturation de 50 % dans la partie humifère du profil et de 30 % en profondeur. La capacité d'échange est, comme dans les cas précédents, assez élevée pour des Sols à faciès Ferrallitique, ce que justifie la nature de l'argile de l'horizon 21-3, halloysite, *métahalloysite, peut être un peu de fire clay et un peu de goethite. On notera, en passant, que de la goethite ne s'est encore individualisé qu'en petite quantité dans une telle zone de départ formé de basalte complètement altérée argilitisée et "déminalisée", mais conservant néanmoins l'organisation et, en surimpression, l'aspect de la roche en place.

Bien que, parmi les éléments échangeables, la magnésie soit encore bien représentée, elle ne domine pas de la même façon que dans les Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique dégradés précédents, notamment dans les horizons superficiels dont les teneurs en chaux peuvent être considérées comme convenables. Il faut certainement voir là l'effet d'apports de débris de roche assez frais, contenant encore des réserves en chaux susceptibles de passer à l'état échangeable au fur et à mesure de leur altération sur place. Le sol est aussi un peu moins mal pourvu en potasse dans ses horizons humifères que ceux précédemment étudiés mais, comme dans ceux-ci, le transfert en surface des quantités relativement élevées présentes au niveau de son sous sol profond ne peut se faire, faute d'exploration par les racines de celui-ci. La propension du sodium échangeable à croître le long du profil, assez fréquente dans les sols évolués sur place de Mangareva, est particulièrement marquée ici mais, pas plus qu'ailleurs, ne correspond à la présence de quantités comparables, même de loin, de chlorures solubles. Il n'a pas été noté d'extraction d'aluminium échangeable ou pseudo échangeable lors des opérations analytiques, l'apparition en quantité importante de cet élément sous une telle forme paraissant du reste liée à des réactions inférieures à 5,0 d'horizons non ou très peu humifères.

Les réserves de phosphore assez satisfaisantes de l'horizon de surface contribuent à rapprocher celui ci des horizons homologues des Sols d'Eboulis humifères; tout en risquant d'être encore considérable, la rétrogradation a aussi des chances de moins fortement entraver son assimilation par les plantes que dans le cas des Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique dégradés précédemment étudiés. Par contre, du fait du non enfoncement des racines en profondeur, il apparaît fort douteux que les quantités également non négligeables de cet élément contenues dans la zone de départ sous jacente puisse être transférées en surface.

Compte tenu de ce que le strontium faible est le micro élément qui y varie le plus d'un sol à l'autre, les quantités d'oligoéléments trouvées dans l'horizon GA 21-1 sont du même ordre que celles reconnues dans la majorité des terres de l'île formées à partir des produits du volcanisme.

En dépit de leurs pentes presque toujours très fortes, de la mauvaise qualité de leur humus et de l'incapacité des racines de s'y enfoncer au delà d'une profondeur très limitée, les Sols à faciès Ferrallitique remaniés de contrebas de falaises rocheuses ne sont sans doute pas inutilisables. Bien qu'il serait sans doute possible d'y obtenir occasionnellement une petite production de cultures annuelles telles que manioc ou même igname (hufi), les risques d'érosion et de dégradation seraient trop importants pour que l'on puisse les recommander. Le problème posé par l'excès de pente se présente sensiblement de la même façon vis à vis de l'élevage, en dépit d'une probable bonne et rapide adaptation du Melinis minutiflora à la nature de ces terres. Par contre le boisement, y compris sous des formes économiquement intéressantes, pourrait être sérieusement envisagé. Bien qu'il risque d'y souffrir au début de sa plantation, l'Albizia falcata pourrait, par la suite, s'y développer de façon tout à fait satisfaisante et, par la mutation qu'il apporterait aux conditions d'humification, transformer ces sols apparemment stériles en terres assez fertiles. En cette hypothèse, néanmoins, nous craignons que les cultures arbustives ou arborées de rapport les plus couramment envisagées, caféier arabica, agrumes et cocotier n'y soient pas tellement à leur place, le bananier, le caféier robusta et peut être même le pimentier paraissant mieux convenir. Une autre possibilité peut être plus intéressante, car offrant plus de facilité, plus rapidement rentable et tout aussi valable à longue échéance serait, évidemment en prenant les mesures nécessaires contre l'érosion

la plantation du bourao servant ensuite de support à la vanille, laquelle pourrait, dans ces conditions, trouver dans ces sols un milieu édaphique à sa convenance.

1 - 3 - 2 : Sols à faciès Ferrallitique remaniés de bas de pente.

En contrebas des précédents, ils occupent les parties encore en forte pente des pieds de collines à forme arrondie, le long du versant au vent et parfois aussi du versant sous le vent de l'île.

Dans le paysage ils se présentent sous l'aspect d'une bande de quelques mètres à quelques dizaines de mètres tout au plus, recouverte d'une végétation arbustive dense et fournie de bourao (Hibiscus tiliaceus) et tapis herbacé très réduit sinon inexistant, s'interposant entre les formations végétales beaucoup plus diversifiées des plaines côtières et les landes à Gleichenia.

Ils correspondent, en fait, à deux sols superposés. Leur partie supérieure, formée de débris de roche à tous les stades d'altération, éboulés et ruisselés à partir des hauts de pentes, présente toutes les caractéristiques d'un Sol peu évolué d'Apport, mais repose directement sur une zone de départ de type ferrallitique. Ils sont, du reste, extrêmement difficiles à distinguer de Sols d'Erosion humifères, plus ou moins recouverts eux mêmes de produits de ruissellement et d'éboulis, occupant les mêmes situations vis à vis de l'environnement : seule la présence d'un "mamou" en sous sol permet de les différencier, la dominance quasi absolue du bourao comme couvert végétal ayant cependant une certaine valeur indicative en faveur des Sols à faciès Ferrallitiques remaniés.

Nous en décrivons un profil, GA 28, reconnu presque immédiatement en contrebas de la lande à fougère correspondant au profil du type de sol étudié précédent (GA 21), sur une pente très forte dominant de quelques mètres la partie nord de la plaine de Rikitée.

0-25 cm : Brun foncé, matière organique abondante et bien humifiée, nombreuses racines explorant toute l'épaisseur de l'horizon; texture apparemment limono graveleuse à limon pierreuse, les plus grosses pierres ayant été éliminées lors du prélèvement, cailloutis superficiel formant mulch minéral, puis débris de roche à tous les stades d'altération réparties dans la masse; structure grumeleuse à nuciforme moyennement large très stable, excellente friabilité provoquant l'effritage en fines mottes; frais sans excès en place, très bon drainage interne. Passage rapide mais avec poches et apophyses à :

25-60 cm et au delà : Masse de roche complètement altérée tendre jaune rouge piquetée de brique, de noir ardoisé et de blanc, non ou très peu humifère, assez bonne pénétration des racines de bourao; texture pseudo rocheuse se réduisant facilement à sablo limoneuse; structure continue secondairement micropolyédrique ou micro grenue, consistance brisante, effritage facile; frais en place sans plus, très bon drainage interne.

Si l'horizon humifère de surface contient une assez forte proportion de graviers correspondant à des débris de roche peu altérée, sa fraction terre fine est déjà pour sa plus grande part argilitisée, ce que l'examen sur place n'indique pas, une grande stabilité structurale y masquant complètement les caractéristiques d'une texture fine. Par contre, dans l'horizon sous jacent, on ne trouve pas de graviers, mais une proportion assez élevée de sables grossiers y correspond à de petits noyaux de roche complètement altérée mais ayant conservée une certaine cohésion.

.../...

En dépit d'une microporosité utile assez limitée en surface, la position en bas de pente du sol lui assure un pédoclimat frais, en même temps que sa macroporosité large, très importante tout le long du profil, y maintient un excellent drainage interne.

Contrairement à ce qui a été constaté pour tous les Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitiques recouverts de la lande à Gleichenia, la matière organique est non seulement abondante en surface, mais l'humification s'y fait de façon satisfaisante, comme l'indique un rapport C/N de 11,9. L'élévation de ce même rapport C/N en profondeur correspond au mode d'évolution pédologique même de l'horizon considéré.

Une très nette opposition se manifeste entre les caractéristiques du complexe d'échange de l'horizon de surface et du sous sol. Entre 0 et 15 cm, la réaction est très modérément acide, le complexe organominéral saturé à 85 %, la chaux assez abondante et présente en quantité équivalente à la magnésie, la potasse très satisfaisante, le sodium faible. Par contre, à 50 cm de profondeur, la réaction est très fortement acide, le taux de saturation nettement abaissé, la magnésie largement dominante sur la chaux, la potasse extrêmement faible et le sodium abondant. On remarquera, qu'en fonction sans doute de la pénétration des racines du bourao dans la zone de départ érodée jouant le rôle de sous sol, le transfert de la potasse de celle ci à l'horizon humifère superficiel est presque certainement intervenu. Compte tenu du taux de matière organique, la capacité minérale d'échange de l'horizon superficiel, formé de débris de roche en cours d'altération et d'argilitisation active, est assez faible par rapport à celles les plus souvent reconnues dans des conditions de pédogénèse analogues. Par contre, cette même capacité minérale d'échange apparaît très élevée pour un sous sol à allure de zone de départ ferrallitique, d'autant que les quantités d'argile mises en évidence par l'analyse granulométrique y sont relativement limitées : il faut sans doute admettre, d'une part que cette argile est vraisemblablement de l'halloysite, de l'autre que les fractions granulométriques plus grossières présentent elles mêmes une activité physicochimique très notable, à rapporter à de l'halloysite d'imprégnation ou même à des produits amorphes de la famille des allophanes.

Les réserves en phosphore de l'horizon humifère sont un peu trop limitées, mais ont des chances d'être assez facilement utilisables par les plantes.

Les possibilités d'utilisation des Sols à faciès Ferrallitiques remaniés de bas de pente sont assez proches de celles des Sols d'Eboulis humifères. Bien que se présentant sur fortes pentes et selon des bandes étroites ne constituant que des surfaces très limitées d'un seul tenant, ils sont au total assez répandus et d'abord suffisamment aisé à partir des lieux habités ou habitables pour que ces possibilités méritent d'être prises en considération. Les trop fortes pentes y interdisent le plus souvent les cultures annuelles, mais des plantations pérennes arbustives ou lianiformes leur conviennent : caféier arabica, agrumes et, croyons nous aussi, poivrier dont il serait intéressant de faire l'essai. Nous serons plus réservés en ce qui concerne les cultures arborées à enracinement profond, le "mamou" trop proche de la surface risquant d'être impénétrable aux lacis radiculaires du cocotier ou de l'arbre à pain, voire même de jouer vis à vis de ceux ci un rôle toxique.

Classe X - Sols Hydromorphes

L'engorgement par l'eau avec, comme conséquence, l'individualisation de Sols Hydromorphes est un phénomène fréquent sur les îles hautes polynésiennes, de tels sols pouvant même occuper dans d'autres archipels (Îles de la Société, Australes) de très importantes surfaces. La cause en est rarement l'imperméabilité du matériel sol lui-même mais, presque toujours, la présence de la nappe phréatique en charge à faible profondeur dont la frange capillaire remonte jusqu'à la surface ou à proximité immédiate de celle-ci, provoquant la saturation par l'eau de l'ensemble du profil. C'est donc essentiellement en fonction des formes du modelé provoquant dans certaines "zones privilégiées" l'affleurement de la nappe hydrostatique qu'apparaîtront des Sols Hydromorphes. De plus, le rôle primordial qu'a joué dans l'alimentation polynésienne la culture humide du taro (Colocasia antiquorum) a évidemment été à l'origine de l'extension volontaire et dirigée des conditions d'hydromorphisme à beaucoup de surfaces qui n'y étaient que marginalement exposées.

Selon que les Sols Hydromorphes de Mangareva correspondent à des zones déprimées vis à vis de l'environnement des plaines littorales ou à des ruptures ou bas de pentes, l'on se trouvera en présence de deux groupes différents de sols.

1 - Sols Humiques à Gley à ammoar calcique

Ces Sols semi tourbeux, engorgés de façon au moins temporaire sur toute l'épaisseur de leur profil, correspondent à des zones déprimées des plaines littorales en arrière des bourrelets de plage : des sédiments fins d'origine terrigène y ont progressivement remblayés des formations sableuses coralliennes que l'on retrouve à la base des profils. Non seulement le calcaire sous-jacent y maintient un état de saturation du complexe d'échange des sols, mais les nombreux remaniements provoqués par l'utilisation agricole prolongée et intensive de ceux-ci ont souvent provoqué leur mélange à du calcaire libre remonté de la profondeur ou en provenance des Sols Humo Carbonatés voisins. La pratique traditionnelle du mulch des taro-dières et, sous jachère, la densité de la végétation de Commelina nudiflora (maapape), parfois associé à l'"humigène" Phymatoscolopendria et au calcicole Jussiaea erecta, favorisent l'accumulation de matière organique évoluée de type ammoor représentant au minimum 10 % de la masse du sol sec sur une assez grande épaisseur.

Le profil que nous décrivons, GA 24, correspond à l'assez vaste étendue de taro-dières plus ou moins bien entretenues reconnue dans la partie centre sud de la plaine de Rikitée, en arrière du site même du village (résidence).

0-25 cm : Noir avec nuance gris bleu, matière organique très abondante paraissant bien humifiée, lais dense de racines de Commelina nudiflora surtout concentré en surface; texture argileuse, quelques débris sableux calcaires enrobés d'argile; structure continue, consistance assez spongieuse, onctueuse et fluente; total engorgement par l'eau, nappe libre à 10 cm lors de l'examen morphologique. Passage progressif à :

25-60 cm : Gris noir très foncé, apparition d'une nuance beige à la base de l'horizon, matière organique abondante bien liée à la fraction minérale, peu de racines pénétrant; texture argileuse devenant argilo sableuse vers le bas par accroissement de la proportion de sable corallien; structure continue massive, consistance compacte et tassée; en dépit de l'engorgement permanent moins saturé d'eau que l'horizon précédent. Passage assez rapide à :

.../...

60 cm et au delà : Blanc livide, ni humus ni racines, sable corallien assez grossier; structure particulaire, très faible cohésion, engorgé par l'eau en permanence. A noter qu'il n'a pas été possible d'effectuer un prélèvement de cet horizon en évitant sa pollution par ceux qui le surmontent dans le profil.

Du carbonate de chaux, en quasi totalité actif, a été trouvé dans toute la masse de terre turbo gleyseuse, la proportion en augmentant lentement le long du profil jusqu'au niveau du sable corallien sous jacent constitué de calcaire pratiquement pur.

L'argile est la fraction granulométrique nettement dominante, suivie d'assez loin par le limon, les petites quantités trouvées de sable grossier correspondent à peu de chose près au calcaire déterminé au calcimètre.

L'humidité en place de l'horizon le plus superficiel est supérieure à celle déterminée au laboratoire comme capacité maximum pour l'eau, cette dernière elle même légèrement inférieure à celle correspondant au potentiel capillaire pF 1,9. Un sol complètement engorgé peut contenir plus d'eau que sa capacité maximum théorique, mais il n'en demeure pas moins que de telles anomalies correspondant aussi à des effets de tassements lors des mesures mettant en évidence à la fois la nature assez spongieuse de cet horizon et son instabilité de structure. Les résultats obtenus pour l'horizon suivant sont absolument opposés, l'humidité en place paraissant à peine y dépasser celle correspondant au potentiel capillaire pF 3,0 : la chose est sans doute à rapporter à une très forte compaction du sol en place qu'il n'a pas été possible de préserver lors de l'échantillonnage.

Les quantités d'eau particulièrement élevées retenues à pF 4,2 et 3, entre 0 et 20 cm, sont également à rapporter à un comportement assez voisin de celui d'une tourbe de l'horizon correspondant, le comportement de l'horizon suivant étant assez différent. Si la microporosité est élevée et la macroporosité fine (écart entre pF 3 et 1,9) encore très notable, la macroporosité large apparaît pratiquement nulle, ce résultat, certainement valable pour GA 24-2, devant être interprété avec prudence pour l'horizon de surface où, dans la mesure pratiquée, l'instabilité de structure risque d'avoir sérieusement interféré.

La matière organique est très abondante et ne diminue que très progressivement le long du profil. Son rapport C/N voisin de 15 n'est pas particulièrement élevé pour un Sol Hydromorphe engorgé de façon permanente ou semi permanente, des valeurs de ce rapport ne dépassant pas 15 se retrouvant d'ailleurs pour presque tous les Sols Hydromorphes de la Polynésie Française : Tourbes basses à complexe d'échange bien saturé même quand leurs réactions sont fortement acides, Sols à Gley et Hydro-Calcimorphes.

Dans le cas présent, du calcaire libre confère à ces sols une réaction basique dès leur surface correspondant à un complexe d'adsorption saturé. Par suite de la richesse en matière organique et de la nature même de leur fraction argileuse, montmorillonite assez mal cristallisée et métahalloysite dans GA 24-2, la capacité d'échange est très élevée. Par rapport à cette dernière et en fonction de la dominance de la chaux en présence de calcaire libre, la magnésie et le sodium échangeables ne sont pas particulièrement abondants, ce qui n'a guère d'inconvénient et indique l'absence de toute tendance halomorphe, confirmée du reste par les quantités extrêmement faibles de chlorures

solubles également trouvées. La faiblesse des teneurs en potasse échangeable, par contre, risque d'être le facteur limitant de toute production agricole adaptée à ces sols, taro en tout premier lieu, d'autant que les réserves en phosphore sont importantes et que ce dernier élément n'a pas de raison d'être particulièrement rétrogradée dans de telles terres.

Parmi les oligoéléments recherchés dans GA 24-1 et 24-2, un certain nombre sont nettement moins abondants que dans l'ensemble des sols de Mangaréva, formés à partir des produits du volcanisme, vanadium, cuivre, zinc et molybdène notamment parmi ceux dont les carences peuvent avoir des conséquences sérieuses. D'autres sont par contre plus abondants, strontium apporté par les débris coralliens, et aussi plomb et étain dont l'origine, comme dans les quelques autres sols de l'île en contenant, ne doit peut être pas être recherchée ailleurs que dans les résidus de l'activité humaine. On remarquera également l'abaissement de la teneur en manganèse dans GA 24-2, signe probable de la mise en solution et de l'expurgation progressive de cet élément du profil liées à l'hydromorphisme lui-même.

Les conditions d'engorgement quasi permanent de l'ensemble du profil des Sols Humiques à Gley à anmoor calcique réduisent leurs possibilités d'utilisation à un nombre de productions très limitées, mais susceptibles d'être conduites de façon intensive. Le drainage, localisé à leurs seules surfaces cultivées et associé à l'édification de levées de terre formant diguettes, peut entrer dans le cadre des techniques à mettre en oeuvre pour ces productions, mais n'aurait guère d'effet sur le niveau de la nappe en charge. Pour assurer le rabattement de celle-ci, nécessaire pour une mise en valeur intensive en pâturages ou cultures maraichères de type européen, il faudrait qu'un drain principal profond ceinture le pied des pentes en amont des zones marécageuses et que l'eau ainsi recueillie soit évacuée à l'aide de gros collecteurs. Mais le plus simple et, en définitive peut être, le plus intéressant y serait sans doute la remise en honneur de la culture du taro dont la technique est encore suffisamment connue de la population mangarévienne pour ne pas poser de problèmes autres que celle d'une abondante fumure potassique susceptible d'en accroître les rendements de façon spectaculaire et de réduire considérablement les périodes de jachères, la production de certains légumes comme le chou devenant en même temps possible sur les levées de terre résultant de l'aménagement. En cette hypothèse, il serait aussi utile de prêter attention aux risques de carences en certains oligoéléments : bore, zinc, cuivre, vanadium, molybdène.

2 - Sols à Gley tachetés eutrophes.

Ils correspondent à des mouillères apparaissant toutes les fois que, par suite des conditions locales du modelé, la nappe phréatique en charge est suffisamment proche de la surface pour que sa frange capillaire remonte jusqu'à proximité immédiate de celle-ci. Ce ne seront donc pas tant des sols de surfaces planes que de pentes modérées dominées par des pentes beaucoup plus fortes. Dans le paysage, ils sont surtout reconnaissables par la végétation herbacée dense qui les recouvre, par les maladies physiologiques se manifestant sur la plupart des essences arbustives ou arborées qu'on tente d'y faire croître et, aussi, par les formes en vagues successives de leur relief local, à rapporter à la fois à leur anéagement antérieur en terrasses en vue de la culture du taro et à des glissements en masse les affectant du fait de leur "fluidité". Un micro relief en pseudo taupinières due notamment à la divagation du bétail sur un milieu édaphique manifestant une certaine thixotropie, permet aussi très souvent de facilement les reconnaître.

.../...

C'est surtout en piedmont des Mont Duff et Mokoto jouant le rôle de châteaux d'eau qu'on trouve de tels sols, non seulement en bas de pentes, de Ganoa à Atitouti par exemple, mais aussi le long de ruptures de pentes, comme du plateau du couvent à l'extrémité sud ouest du site de Rikitée.

Nous en décrivons un profil, GA 34, reconnu sur pente modérée, anciennement aménagée en tarodière et présentant actuellement un micro relief en pseudo taupinière bien marqué, dans le prolongement est de la plaine de Ganoa. La végétation en est un couvert herbacé très fourni de Paspalum conjugatum, Paspalum cf orbiculare, Commelina nudifolia, Phynatodes scolopendria et Jussiaea erecta, ces deux dernières espèces nettement calcicoles : au voisinage immédiat, on remarque des cocotiers atteints de "pencil point", bourao présentant des symptômes de "die back" et bananiers à allure chlorosée.

0-10 cm : Brun gris très foncé avec grandes taches rouilleuses se développant à partir de 5 cm, matière organique abondante, humus lié à la fraction minérale, racines des plantes herbacées formant un lacis dense; texture argileuse, absence de débris de roche en cours d'altération reconnaissables; structure mal définie à tendance grumeleuse très instable, consistance plastique, grasse, extrêmement onctueuse et quasi fluente; engorgement total dès la surface (après assez forte pluie), nappe libre atteinte à 10 cm. Passage progressif à :

*0-30 cm : Grandes taches rouilleuses et gris bleuté (fer réduit) côte à côte, humus lié paraissant encore assez abondant, peu de racines actuelles, mais nombreuses traces d'anciennes racines; texture argileuse, pas de débris de roche en cours d'altération discernables; structure prismatique faible, consistance onctueuse et fluante; horizon engorgé par l'eau en permanence. Passage progressif à :

30-45 cm : Petites taches et trainées rouilleuses dans une masse gris bleu indiquant la présence de la plus grande partie de l'oxyde de fer à l'état réduit, non ou très peu humifère, quelques traces d'anciennes racines; texture apparemment gravelo à sablo argileuse, très nombreux débris de roche en cours d'altération; structure continue, consistance onctueuse entre les graviers et crémeuse à leur contact; horizon engorgé par l'eau en permanence. Passage progressif à :

45 cm et au delà : Arène d'altération tachetée de gris bleu et d'ocre jaune, devenant rapidement impénétrable à la sonde.

On remarquera, en dehors des importants mouvements de fer caractéristiques de la gleysification, qu'il s'agit d'un sol très argileux mais peu profond, l'absence de fractions granulométriques grossières dans les horizons supérieurs contrastant avec la richesse en débris de roche en cours d'altération, correspondant aux graviers et sables grossiers, trouvés au delà de 30 cm.

Les microporosités et même macroporosités fines très importantes indiquent un fort pouvoir de rétention en eau utile qui peut être favorable à des cultures telles que celle du taro. Il est difficile d'interpréter les résultats de mesures de la capacité maximum pour l'eau, l'instabilité de structure et la sensibilité au tassement de ce sol les affectant par trop; mais le fait, qu'après une forte pluie de surcroît, l'humidité en place d'un tel sol totalement engorgé est très voisine, dans chacun de ses horizons, de celle correspondant à un potentiel capillaire de pF 1,9 indique une absence quasi totale de macroporosité large et donc une perméabilité proprement dite extrêmement réduite.

.../...

L'abondance de la matière organique et son caractère très bien évolué vis à vis de conditions d'hydromorphisme, mis en évidence par un rapport C/N de 12 à 13, rapproche le sol étudié de ceux semi tourbeux à anmoor, en même temps qu'elle est un indice de son caractère eutrophe.

Ce même caractère eutrophe est confirmé par une réaction très voisine de la neutralité en surface et ne s'abaissant pas au dessous de pH 6,0 en profondeur. La saturation du complexe organo minéral n'est cependant pas complète, le taux en étant de l'ordre de 80 % en surface et s'abaissant progressivement le long du profil jusqu'au voisinage de 60 %. La capacité d'échange, tout en étant assez élevée, reste nettement inférieure à celle des Sols Humiques à Gley à anmoor calcique précédents. Dans la partie supérieure du profil, elle est à rapporter, pour une part à la matière organique, pour l'autre à l'argile qui, d'après l'examen effectué de celle extraite de GA 34-2, est constituée de métahalloysite et fire clay probablement associés à des produits amorphes. En dépit d'une texture beaucoup plus grossière, la capacité minérale d'échange au sommet de l'arène d'altération est certainement plus élevée que dans les horizons superficiels, indication probable d'une notable activité physicochimique des débris de roche en cours d'hydrolyse.

La chaux échangeable, assez abondante, ne domine pas cependant nettement la magnésie présente en quantité presque équivalente. La potasse échangeable est très nettement concentrée au voisinage de la surface, les 10 centimètres superficiels seulement en étant pourvus de façon satisfaisante. Le sodium est relativement abondant et, en sous sol au moins, domine de très loin le potassium.

Les réserves de phosphore, quoiqu'assez médiocres, peuvent peut être suffire aux besoins des plantes, sous la double condition que la rétrogradation en soit très limitée et qu'elle ne soient pas trop fortement engagées dans des composés humiques à évolution lente.

Contrairement à ce qui a été constaté pour les Sols Humiques à Gley à anmoor calcique précédents, il n'existe aucune différence notable entre les teneurs en oligoéléments déterminés dans l'horizon GA 34-1 et celles les plus souvent trouvées dans la majorité des sols de l'île formés à partir des produits du volcanisme, à l'exception peut être du manganèse un peu moins abondant. Des déficiences en cuivre, zinc, molybdène et vanadium ne devraient donc guère être à redouter.

Bien que leur assainissement par drainage soit plus facile, les possibilités d'utilisation des Sols à Gley tachetés sont sensiblement les mêmes que ceux des Sols Humiques à Gley à anmoor calcique. Les cultures arborées ou arbustives ne leur conviennent absolument pas et le choix de leur méthode d'aménagement dépendra de l'option prise quant à leur utilisation : remise en honneur de la culture du taro, cultures maraichères associées ou non aux tarodières, éventuellement pâturages de fauche plutôt du reste que de brouet. Si, dans les fumures minérales à leur apporter, la potasse a toute chance de très bien marquer particulièrement sur les tarodières, le phosphore pourrait être également nécessaire à l'obtention de rendements élevés, au bon état sanitaire des cultures et, à fortiori, à la qualité d'un fourrage de fauche, les risques de carences en oligoéléments paraissant par contre devoir être écartés.

C O N C L U S I O N S

La classification et l'inventaire que nous venons de présenter peuvent paraître assez compliqués. Il est bien certain que la consistance de l'étude demandée, reconnaissance au niveau du type et cartographie pédologique d'une petite île à relief particulièrement tourmenté, comme certaines des conditions prévues pour sa réalisation, temps assez considérable à consacrer au travail sur le terrain et nombre d'échantillons à analyser très élevé par rapport à la surface à prospecter notamment, postulaient qu'un inventaire détaillé des sols soit effectué.

Néanmoins, même si cet inventaire n'avait été fait qu'à un niveau assez élevé de la classification, il aurait été encore nécessaire de distinguer une bonne quinzaine de groupes ou sous groupes principaux de sols. La raison en est qu'une île haute polynésienne, quelle qu'en soit la superficie, est toujours bâtie sensiblement sur le même modèle. On y trouve un massif volcanique dont les formes tourmentées du relief sont un facteur majeur de différenciation des sols, un ensemble de formations d'éboulis et colluvio alluviales sur le pourtour de ce massif et une ceinture littorale de plages coralliennes soulevées, les conditions même de ce modelé impliquant l'affleurement de la nappe hydrostatique en bas de pente et dans les parties déprimées des plaines littorales.

Il en résulte, évidemment, que même compte tenu d'une certaine diversité de nature des roches éruptives, de dissymétries climatiques ou géomorphologiques de versants plus ou moins bien marquées, de l'intensité variable des phénomènes de ferrallitisation et d'hydromorphie, de l'acquisition occasionnelle de caractères vertiques par les Sols Bruns Eutrophes, l'inventaire des sols de l'ensemble des îles hautes du territoire, surtout si on le limitait au niveau des groupes et sous groupes, n'apparaîtrait pas beaucoup plus compliqué que celui de l'une quelconque de ces îles.

Le problème de la cartographie pédologique risque d'être beaucoup plus délicat, du fait même des formes tourmentées et cloisonnées du relief entraînant une maille de variation extrêmement petite dans la nature des sols. Aussi n'y a-t-il guère de moyen terme entre une cartographie schématique, au niveau des classes et des principaux groupes, pour laquelle une échelle du 1/50.000 au 1/100.000 serait quand même nécessaire, et une cartographie fine au 1/10.000 ou au maximum 1/20.000. D'ailleurs, ce même problème se pose de façon encore plus évidente pour les îles basses étant donné la forme particulière de celles-ci. Cette question d'une nécessaire cartographie à très grande échelle, pour préciser et illustrer de façon valable tout inventaire des sols un tant soit peu détaillé, risque d'être le facteur limitant de toute étude pédologique conduite sur le territoire. Non seulement elle implique, pour le spécialiste, un temps de travail considérable à l'unité de surface mais surtout elle présuppose, au départ, des levés topographiques actuellement inexistantes ou de précision très insuffisante qu'il est hors de sa compétence et plus encore de ses moyens d'entreprendre.

Pour en venir à la présente étude, une première conclusion générale à en tirer est qu'en dehors des surfaces de sables coralliens littoraux, l'altération des roches par hydrolyse est très rapide et active, la plupart des sols, même à caractère très juvénile, contenant une forte à très forte proportion d'argile. De par la nature fréquemment montmorillonitique ou halloysitique de celle-ci, sans même parler de la présence assez courante de produits amorphes, les sols présentent des capacités d'échange cationiques et de rétention pour

l'eau le plus souvent élevées. Ces caractéristiques sont encore accentuées par le fait que beaucoup des fractions granulométriques plus grossières, correspondant non à un squelette inerte mais à des débris de roche en cours d'altération, sont elles mêmes dotées d'une activité physicochimique et d'un pouvoir de rétention pour l'eau nullement négligeables et parfois considérables.

Bien que la perméabilité des roches mères, coulées et tufs basaltiques et sables coralliens, soit par elle même élevée, l'infiltration des eaux de pluie laisse beaucoup à désirer, tant par suite des fortes pentes favorisant le ruissellement que de la nature des deux principaux groupes de sols recouvrant ces pentes, Bruns Vertiques et Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique érodés. Dans le cas des Sols Bruns Vertiques, c'est leur très médiocre drainage interne qui en porte la responsabilité, tandis que, dans celui des Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique érodés, c'est un caractère battant acquis en surface, leurs sous sols et zones de départ étant très drainants. L'infiltration des eaux météoriques peut se faire cependant de façon correcte lorsque ces mêmes pentes sont recouvertes de Sols d'Erosion Brun Gris ou même Brun Rouge, d'Eboulis, Bruns Eutrophes ou Ferrallitiques non dégradés, ce qui correspond bien, dans le paysage, aux "châteaux d'eau" dont s'échappent des cours d'eaux permanents ou quasi permanents. La perméabilité des sols des plaines littorales est assez variable, très médiocre à moyenne dans le cas des Sols Brun Gris eutrophes, satisfaisante à élevée dans celui des Sols Brun Chocolat, Bruns eutrophes et Brun Rouge mésotrophes, très élevée dans celui des Sols Humo Carbonatés. Mais, dans toute cette zone, c'est l'écoulement assez difficile en direction de la mer de la nappe hydrostatique en charge, abondamment alimentée tant par les eaux de ruissellement que d'infiltration ou d'apport météorique direct, qui conditionne en premier les caractéristiques hydrodynamiques des sols, l'engorgement de certaines surfaces y étant sous la dépendance de ce phénomène. D'autre part, la considérable macroporosité fine et moyenne des sols sur sable corallien de la bordure littorale, en même temps qu'elle fausse l'appréciation empirique de leurs besoins en eau pour les cultures, en fait une "roche magasin" à capacité utile assez élevée pour la lentille d'eau douce de GHYBEN-HERZBERG. La matière organique est, dans l'ensemble, beaucoup plus abondante et à évolution nettement plus lente qu'il n'est habituel en région tropicale, cette constatation étant d'ailleurs généralisable à l'ensemble des îles d'origine volcanique ou corallienne du Pacifique Français. Sa nature est cependant assez variable et pas toujours facile à définir d'après les normes courantes. Dans le cas des Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique dégradés et de ceux qui en dérivent directement par érosion, sédimentation ou remaniements, il paraît s'agir de moder acide à très haut rapport C/N, l'individualisation de ce type d'humus étant, du reste, au moins autant sous l'influence de la lande à Gleichenia qui les recouvre que de la nature même du sol. C'est dans le cas des Sols Bruns Vertiques que la nature même de l'humus est la plus difficile à préciser : peut être s'agit-il d'un moder calco magnésien. Dans les Sols Hydromorphes, c'est presque certainement à un ammor calcique que l'on a affaire tandis que, dans l'ensemble des Sols d'Apports, Bruns Gris juvéniles, Bruns Eutrophes et même Ferrallitiques non dégradés, il paraît bien s'agir de mull forestier. Dans les Sols Humo Carbonatés, enfin, il semblerait que l'on se trouve en présence d'un mélange de mull et de mull moder calcique.

Tout ceci demanderait évidemment à être précisé notamment par des fractionnements par la méthode TIURIN-DUCHAUFOUR.

En dépit de ces assez fortes teneurs en matière organique, le pouvoir d'adsorption de la très grande majorité des sols formés à partir des produits du volcanisme est, comme déjà indiqué, surtout fonction de l'activité physico-chimique de la fraction minérale. La capacité d'échange de celle-ci ne paraît susceptible de s'abaisser au dessous de 10 milliéquivalents pour 100 gr. que dans les Sols complètement Squelettiques et les horizons les plus superficiels des Sols Ferrallitiques. Mais une activation des débris de roche en cours d'hydrolyse confère fréquemment aux sols les plus juvéniles et à leur arène pierro-graveleuse d'altération une capacité d'échange considérable. De même, la présence d'halloysite hydratée, assez souvent semble-t-il associée à des produits amorphes, amène les capacités d'échange des horizons profonds et particulièrement des épaisses zones de départ des Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique à être assez élevées. Par contre, la capacité d'échange des Sols Humo Carbonatés est exclusivement fonction de leurs teneurs en matière organique et, éventuellement, des produits de ruissellement terreux venus les polluer en surface.

Ce n'est guère que dans les Sols Ferrallitiques ou à faciès Ferrallitique en place et non remaniés par des apports de minéraux frais, occupant il est vrai une proportion considérable de la superficie totale de l'île, que l'on observe une forte désaturation du complexe d'échange, particulièrement marquée au niveau de leurs horizons intermédiaires. Cette désaturation qui affecte tout spécialement la chaux s'accompagne de l'acquisition de réactions fortement acides correspondant à des pH inférieurs à 5,0. Cependant, il convient de ne pas établir de relation trop précise entre pH et coefficient de saturation ou teneurs en chaux à Mangareva. La présence d'humus du type moder ou riche en fractions fulviques, le comportement particulier de la montmorillonite en cours d'acidification et, peut être aussi, la présence de gels alumineux peuvent se manifester par un fort abaissement des valeurs du pH sans que la désaturation du complexe d'échange soit très accusée.

Une constatation que nous avons déjà pu faire à peu près pour tous les sols formés à partir de roches plutoniques basiques des îles françaises du Pacifique s'applique aussi à Mangaréva, à savoir la proportion particulièrement élevée de magnésie échangeable par rapport à la chaux même quand, comme c'est sans doute le cas ici, ce dernier élément est mieux représenté dans la roche saine. Le coefficient de partage entre les éléments adsorbés étant nettement plus favorable à la chaux qu'à la magnésie, ceci suppose que les eaux d'imbibition des sols contiennent souvent beaucoup plus d'ions Mg que Ca. Mais ceci suppose également que le "matériau" dont dérive directement les sols est beaucoup plus riche en magnésium qu'en calcium, ce que nous avons d'ailleurs pu vérifier de nombreuses fois, notamment à Tahiti, Moorea, aux Marquises et aux Australes. Il faut donc admettre une expurgation sélective du calcium de la roche dans la toute première phase de son altération, s'accompagnant d'un mécanisme de rétention non moins sélectif vis à vis de la magnésie, question qui a récemment retenu notre attention à propos d'études menées aux Nouvelles Hébrides. Par ailleurs, cette dominance de la magnésie sur la chaux est d'autant plus marquée que les sols sont plus évolués, plus désaturés et que les matériaux à partir desquels ils se sont formés sont plus fortement altérés. Il faut certainement voir là une conséquence du mécanisme de rétention de l'ion Mg que nous venons d'évoquer : le piégeage de cet élément dans le réseau cristallin et entre les feuillets de certaines phyllites, montmorillonite et peut être aussi halloysite hydratée, est suivie de sa libération très progressive au fur et à mesure de la propre transformation de ces dernières en d'autres types d'argiles.

Par contre, dès que du calcaire libre se trouve mélangé ou même simplement au contact de sédiments d'origine terrigène, comme cela se produit dans certaines formations alluviales ou semi tourbeuses des plaines littorales, le calcium devient très nettement dominant, la magnésie à l'état échangeable ne servant plus alors qu'à saturer 10 % environ de la capacité d'échange des sols. A plus forte raison, les quantités de magnésium à l'état échangeable ou hémisoluble présentes par rapport à celles de calcium sont très limitées dans les Sols Humo Carbonatés. Ceci est encore accusé par le fait que, contrairement à ceux des Touamotou, les sables coralliens de la bordure littorale de Mangareva sont formés presque exclusivement de débris d'organismes à aragonite, minéral qui, à la différence de la calcite, n'accepte pas de magnésie dans son réseau cristallin.

Il ne semble pas que, dans les conditions de pédogénèse prévalant à Mangareva, il existe de mécanisme de rétention de la potasse de même nature que pour la magnésie : la chose est tout à fait normale, le piégeage de cet élément étant plutôt le fait de phyllites comme l'illite, inexistante ici, et la kaolinite, mal représentée à l'état de fire clay d'individualisation du reste sans doute tardive. Aussi la potasse qui n'est adsorbée qu'avec assez peu d'énergie sur le complexe organo minéral est elle souvent gravement déficiente dans les sols de Mangareva où elle subsiste essentiellement grâce à un cycle continu d'échanges entre les plantes et la tranche supérieure des sols explorées par les racines : il en résulte une concentration d'autant plus marquée en surface de cet élément que les sols en sont plus mal pourvus et que leur épaisseur exploitable par les racines est plus limitée. Ce comportement de la potasse se retrouve de façon encore plus nette dans les Sols Humo Carbonatés, du fait de l'absence de tout pouvoir de rétrogradation envers elle de la matière organique et du calcaire et de la capacité d'échange nulle de leur fraction minérale. De plus, l'interposition de la lentille d'eau douce de GHYBEN-HERZBERG s'y oppose à toute remontée de celle contenue dans l'eau de mer, comme le prouvent les quantités particulièrement faibles de cet élément trouvées à l'analyse dans leurs horizons profonds engorgés.

Le sodium, dont les roches éruptives basiques sont beaucoup mieux pourvues que de potassium, est dans l'ensemble aussi plus abondant sous forme échangeable. Il ne présente pas de tendance nette à se concentrer dans les horizons superficiels humifères explorés par les racines, sauf dans quelques rares cas où il semblerait jouer un rôle "d'aliment de famine" pour les plantes dans des sols particulièrement pauvres en chaux et potasse; par contre, et au moins dans les sols suffisamment évolués sur place, il manifeste une propension assez nette à se concentrer en profondeur dans les profils. Cet élément n'est pas, bien au contraire, plus abondant dans les Sols Humo Carbonatés de plages coralliennes surélevées que dans les sols formés à partir des roches volcaniques et, comme dans ces derniers, n'y est accompagné que de quantités absolument négligeables de chlorures solubles. Ceci non seulement confirme l'absence de salure de la nappe sous jacente même sur l'extrême bordure littorale, mais montre la faible influence des embruns sur les sols et amène à la conclusion que ceux ci n'ont pas été recouverts, à une époque récente, par de l'eau de mer, à la suite d'une violente tempête ou d'un raz de marée par exemple.

La question du phosphore dans les sols ne figurait pas au programme d'études prévues en dépit de l'intérêt majeur qu'elle présente vis à vis de l'utilisation agricole et pastorale des terres et des conclusions d'ordre biologique et géochimique qu'il est souvent possible d'en tirer en Polynésie Française. Les quelques déterminations de phosphore de réserve que nous avons cependant effectuées indiquent de fortes variations de teneurs en cet élément selon la nature des sols et, sans doute aussi, selon les régions de l'île considérées. Comparées aux résultats obtenus concernant les oligoéléments, elles permettent de soupçonner une nature lithologique différente de la partie occidentale de l'île, massif du Mont Duff en particulier qui paraîtrait formé d'un basalte plus nettement basique qu'ailleurs, : des déterminations de fer total et surtout suffisamment précises de titane, le fait que les sols contiennent plus de 2 000 p.p.m. de ce dernier élément n'apprenant rien que l'on ne sache déjà (1), pourraient permettre de préciser ces données. D'autre part, les quantités limitées de phosphore trouvées en surface dans les Sols Humo Carbonatés indiquent que, contrairement à beaucoup de sols des Touamotou, ils n'ont pas été imprégnés de façon sensible par des apports de guano et n'ont donc pas servi dans le passé, à d'importants rassemblements d'oiseaux de mer.

En ce qui concerne les oligoéléments, l'ensemble des sols formés à partir des produits du volcanisme en contiennent d'assez fortes quantités. Le cobalt, le chrome, le cuivre, le manganèse, le nickel, le zinc sont abondants sans que, cependant, la proportion de ceux d'entre eux liés à la nature basique de la roche (Co, Cr et Ni notamment) atteigne celle que l'on trouve sur les ankaramites-océanites d'autres archipels de la Polynésie Française ou, à fortiori, sur les Péridotites de la Nouvelle Calédonie. La présence de fortes quantités de césium, élément non habituellement lié aux roches basiques, est d'autant plus intéressante à noter que les teneurs les plus élevées en sont associées à une proportion également très élevée de chrome sur tout le pourtour du Mont Duff.

Le baryum, le gallium, le lithium, le molybdène, le vanadium sont présents dans ces mêmes sols en quantités moyennes, tandis que le plomb, l'étain et surtout le rubidium ne s'y trouvent qu'en faible quantité. Il semble que la répartition et la quantité d'éléments traces de ces sols soit beaucoup plus sous la dépendance de facteurs géochimiques que pédologiques, à l'exception sans doute du strontium beaucoup mieux représenté, en général, dans les sols à caractère juvénile que dans ceux très évolués ou dérivant, par érosion ou sédimentation, d'un matériel déjà complètement altéré.

Dans les sols contenant du calcaire libre mélangé à des sédiments terrigènes, il est assez curieux de constater que les teneurs en la plupart des microéléments s'abaissent beaucoup plus que proportionnellement à la quantité de carbonate présent, à l'exception évidemment du strontium constituant quasi majeur des formations coralliennes et dont, par le fait même, les teneurs deviennent très élevées.

.../...

(1) - Le titane est souvent un élément constitutif majeur des sols formés sur roches basaltiques en Polynésie Française : c'est le fait de savoir s'ils en contiennent des quantités de l'ordre de 2 %, 5 %, 10 % ou même 20 % (plateau de Taravao) qui, d'un point de vue pédologique (cf coefficient d' titane de G. BARDOSSY) comme géochimique, présente un réel intérêt.

Bien qu'une mise en mouvement du manganèse dans les Sols à Gley soit quasi certaine, l'appauvrissement en cet élément des matériaux d'origine volcanique soumis à l'hydromorphisme apparaît moins nettement qu'à l'enrichissement des Sols Humo Carbonatés avec lesquels ils sont en communication par l'intermédiaire de la nappe hydrostatique.

En effet, la principale différence trouvée, au niveau des microéléments, entre les horizons profonds des Sols Humo Carbonatés des Touanotou et ceux de la bordure littorale de Mangareva est une teneur en manganèse et fer de ces derniers nettement supérieure. Par contre, beaucoup d'oligoéléments, dont certains nécessaires à la vie végétale ou animale comme le cuivre, le zinc, le cobalt et le vanadium, apparaissent gravement déficients dans ces mêmes Sols Humo Carbonatés, l'apparente carence en molybdène étant peut-être moins inquiétante étant donné la facile assimilabilité des plus infimes traces de cet élément en milieu calcaire et en l'absence de fer libre. Les quantités régulièrement supérieures à 1 500 p. p.m. de strontium dans un matériel corallien appellent sensiblement les mêmes remarques que celles faites, à propos du titane, dans les terres formées à partir d'un matériel basaltique.

Une dernière constatation intéressante, concernant les Sols Humo Carbonatés, est leur teneur extrêmement faible, au moins au niveau de leurs horizons profonds, en des éléments constitutifs ailleurs de la trame des sols, alumine, silice et titane surtout qui, beaucoup plus que le fer ou même le manganèse, y jouent le rôle d'éléments traces peu abondants.

A N N E X E S

=====

METHODES ANALYTIQUES

Les analyses et déterminations physiques et hydrodynamiques ont été conduites au laboratoire de pédologie du Centre ORSTOM de Nouméa, sous la direction technique et le contrôle scientifique permanent du chercheur chargé de l'ensemble de l'étude. La mise en oeuvre des méthodes a été confiée à Mme C.MAYET et Mr. H.THOMAS auxiliaires de recherches et Mlle G.SIALEY aide-technique. Quelques déterminations ont été également effectuées par Mr. SCHAUP et Mlle TUAHIVA.

Les déterminations de micro-éléments et d'argiles, ces dernières préalablement extraites à Nouméa, ont été faites au laboratoire de Spectrographie des Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM à Bondy sous la direction de Mr. M.PINTA.

- 1 - METHODES GENERALES

Les déterminations portant sur la granulométrie et l'hydrodynamique des sols ont été faites sur échantillons conservés humides, à l'exception de celle de l'humidité à 105° (hygroscopicité du sol séché à l'air) et de la matière organique. Les résultats en ont été ensuite rapportés à la masse du sol séché à 105°.

Les analyses granulométriques ont été faites par destruction de la matière organique à l'eau oxygénée, dispersion à l'hexamétaphosphate de sodium, prélèvement des fractions fines à la pipette de Robinson et séparation par tamisage des fractions grossières.

L'humidité du sol frais a été déterminée sur échantillons conservés dans des sacs en plastique imperméable à leur état d'humidité naturelle au moment du prélèvement. L'humidité à 105° (hygroscopicité) a été déterminée sur terre séchée à l'air. Les mesures de potentiels capillaires ont été conduites également sur terre maintenue humide, éventuellement épiercée mais ni tamisée ni effritée (1).

.../...

(1) - Des études précédemment conduites au laboratoire de Pédologie du Centre ORSTOM de Nouméa ont montré que le séchage comme le tamisage ou l'effritage préalable étaient à l'origine de causes d'erreurs considérables dans ces mesures.

Les humidités à pF 4,2 ont été déterminées à la presse membrane, celles à pF 3 et 1,9 à l'aide d'une centrifugeuse spécialement équipée. La mesure de la capacité maximum pour l'eau, d'un intérêt particulier dans le contexte de l'étude poursuivie, a fait l'objet d'une mise au point méthodologique : l'échantillon est humecté à refus par capillarité, centrifugé dans les conditions de mesure de la valeur pF 3 afin d'y recréer une macroporosité la plus voisine possible de celle du sol en place, réhumecté à refus par capillarité et placé à égoutter en chambre humide pendant 18 à 24 h sur une couche de papier filtre humectée également à refus; la quantité d'eau alors retenue est considérée comme correspondant à la "capacité maximum".

Les déterminations d'ordre chimique et physicochimique ont été conduites sur terre fine séchée à l'air et passant au tamis de 2 mm, à l'exception du pH déterminé sur terre conservée humide.

Le carbone total a été dosé d'après Anne par attaque au mélange sulfochromique bouillant, la matière organique correspondant à $C \times 1,724$, cette dernière valeur corrigée pour la ramener à la masse du sol séché à 105°. L'azote a été dosé par la méthode Kjeldahl.

Les pH ont été mesurés sur pâte de sols à l'aide d'un pHmètre à électrode de verre.

Les éléments échangeables ont été extraits à l'acétate d'ammonium normal et neutre. La chaux et la magnésie ont été dosées par des méthodes chimiques, manganimétrie de l'oxalate, acidimétrie du phosphate ammoniaco-magnésien, le potassium et le sodium par spectrométrie de flamme. La capacité d'échange T a été déterminée selon Peech par mesure de la quantité d'ions NH_4 adsorbables. Le coefficient de saturation V est égal à $S \times 100/T$, S étant exprimée en milliéquivalents pour 100 g de sol, la somme $CaO + MgO + K_2O + Na_2O$ échangeables.

Le phosphore de réserve a été extrait par attaque à l'acide perchlorique à fumées blanches jusqu'à destruction complète de la matière organique et dosé par la méthode de Lorentz : le phosphore organique fait en conséquence partie des réserves ainsi déterminées.

Les chlorures solubles ont été lessivés à l'eau échangée ou distillée chaude et dosés par argentométrie.

La couleur des sols a été déterminée par comparaison au code de Munsell spécialement établi dans ce but.

- 2 - METHODES PARTICULIERES

- A - Sols Calcaires

Le pourcentage approximatif des carbonates a été déterminé au calcimètre volumétrique, le calcaire actif par la méthode de Drouineau, les prises d'essais ayant cependant été dans la plupart des cas ramenées à 5 g pour 250 cc d'oxalate d'ammonium N/5.

L'agent dispersant utilisé pour les analyses granulométriques des sols contenant plus de 20 % de carbonates a été un mélange d'hexamétaphosphate et de citrate de sodium.

Dans le cas des sols calcaires, des quantités importantes de calcium et parfois de magnésium hemi-solubles sont extractibles par l'acétate d'ammonium en sus des formes échangeables de ces mêmes éléments, mais l'on peut, de façon générale, admettre que le taux de saturation y est voisin de 100 % de la capacité d'échange.

Les éléments de réserve ont été extraits, selon les cas, à l'acide nitrique, à l'acide perchlorique ou par attaque nitroperchlorique. La magnésie et le phosphore de réserve ont été dosés selon les mêmes méthodes que dans les sols non calcaires (après élimination préalable de la chaux dans le cas de la magnésie). La chaux a été dosée à une précision meilleure que 1 % (1) par titrage manganométrique comparatif avec du carbonate de chaux pur pour analyses. Les sulfates ont été déterminés par gravimétrie du sulfate de baryum précipité en milieu acide.

La perte au feu a été obtenue par calcination prolongée à 1100° dans des capsules de platine : conduite sur échantillons séchés à l'air, elle correspond à la somme $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}^- + \text{H}_2\text{O}^+ + \text{matière organique}$; comme pour le dosage de la chaux totale la précision obtenue est meilleure que 1 %.

- B - Extractions des argiles en vue de l'étude de leur nature

Toutes les extractions ont été faites sur échantillons conservés dans leur état d'humidité naturelle au moment du prélèvement.

a - Sols non calcaires

Après destruction de la matière organique à l'eau oxygénée, les sols ont été désorbés à l'acide chlorhydrique N/50, lavés à l'eau échangée, jusqu'à début de dispersion ou disparition des ions Cl, et dispersés à la soude. Les fractions argileuses ont été séparées par siphonnage, floculées avec le minimum possible d'acide chlorhydrique N/10, lavées sur filtre jusqu'à disparition des ions Cl, essorées à la presse membrane et expédiées sous forme de pâte humide au laboratoire de spectrographie des Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM.

b - Sols calcaires

Après destruction de la matière organique à l'eau oxygénée et passage sur tamis de 0,2 mm pour séparation des fractions les plus grossières gênantes pour la suite des opérations, les sols ont été lavés à plusieurs reprises par centrifugation, d'abord avec une solution à 50 g par litre de chlorure de potassium, puis à l'eau échangée jusqu'à net début de dispersion. La dispersion proprement dite a été faite à l'ammoniaque et l'argile extraite par siphonnage. La suspen-
.../...

(1) - Compte non tenu d'une possible interférence du strontium,

sion ainsi obtenue a été évaporée lentement, la fin de cette évaporation s'effectuant à la température ambiante. L'argile a été alors lavée sur filtre jusqu'à disparition des ions Cl, essorée à la presse membrane et expédiée à l'état de pâte humide au laboratoire de spectrographie des Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM.

NATURE DES SABLES DANS LES SOLS TRES FORTEMENT CALCAIRES

DE L'ILE DE M'NGAREVA

Déterminations de A.MICHEL : section d'Océanographie biologique

du Centre ORSTOM de Nouméa

GA 71 : Madréporaires, débris coquilliers, débris d'origine terrestre
GA 72 : Madréporaires, débris coquilliers, débris d'origine terrestre
GA 73 : Madréporaires, débris coquilliers, débris d'origine terrestre
GA 132 : Madréporaires, débris coquilliers
GA 133 : Madréporaires, débris coquilliers
GA 134 : Madréporaires, débris coquilliers
GA 142 : Madréporaires, débris coquilliers
GA 173 : Beaucoup de débris coquilliers, Madréporaires
GA 302 : Madréporaires, débris coquilliers, très rares débris
d'origine terrestre
GA 303 : Madréporaires, débris coquilliers
GA 331 : Madréporaires, débris coquilliers, très rares débris
d'origine terrestre
GA 332 : Madréporaires, débris coquilliers
GA 333 : Madréporaires, débris coquilliers

Type de sol

**Sols Brun Rouge d'érosion sur zones de
départ ferrallitiques**

		place								
N° Référence	GA	16-1	16-2	26-1	26-2	26-3	36-1	36-2	36-3	36-4
Profondeur en cm		0-8	15-30	0-15	30-50	70-80	0-8	12-20	50-60	70-90
Terre fine	%	100	100	100	100	100	99,0	97,9	92,9	100
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	30,0	18,6	33,0	28,5	32,4	54,2	62,1	64,5	65,2
Limon	%	36,4	21,9	29,1	26,3	29,8	30,2	24,4	18,6	16,2
Sable fin	%	17,6	17,2	19,9	22,2	23,0	8,50	7,65	8,30	12,9
Sable grossier	%	11,3	40,3	11,9	19,8	13,5	2,67	2,95	6,51	4,07
Matière organique	%	4,66	1,91	6,05	3,19	1,28	4,39	2,89	2,05	1,63
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	49,0	46,0	51,5	60,3	53,4	33,0	40,2	46,4	45,5
Humidité à 105°	%	14,2	17,9	9,9	10,8	12,6	10,9	10,8	12,0	11,7
Humidité pF 4,2	%	34,3	36,8	37,0	38,3	41,0	28,6	35,5	41,3	41,2
Humidité pF 3	%	50,5	46,1	50,2	55,4	52,6	37,7	43,7	47,5	47,4
Humidité pF 1,9	%	53,5	52,1	55,3	61,6	54,7	40,1	45,3	51,2	48,3
Capacité maximum pour l'eau	%	63,6	61,3	72,7	64,0	68,5	55,9	56,5	64,0	-
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	2,43	0,942	3,20	1,67	0,66	2,30	1,52	1,06	0,85
Azote total	%	0,174	0,0639	0,191	0,0815	0,0406	0,189	0,128	0,0925	0,078
C/N		14,0	14,7	16,7	20,5	16,3	12,2	11,8	11,5	10,9
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		6,05	6,05	4,95	5,05	5,00	5,50	5,20	5,55	6,05
CaO meq. p. 100 gr		25,5	25,4	1,36	0,28	0,08	5,26	3,70	3,70	3,74
MgO meq. p. 100 gr		24,2	24,6	2,64	1,31	0,81	7,95	6,28	5,29	7,03
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,51	0,093	0,40	0,154	0,087	0,53	0,58	0,187	0,042
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,17	0,27	0,15	0,28	0,95	0,30	0,64	0,90	1,11
Valeur S : meq. p. 100 gr		50,7	51,0	4,55	2,02	1,93	14,0	11,2	10,1	11,9
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		50,8	53,3	23,8	23,2	21,0	16,9	14,7	14,1	14,9
V (coefficient saturation)	%	99,8	95,7	19,1	8,70	9,19	83,1	76,2	71,6	79,9
P ₂ O ₅ de réserve	%	0,162	-	1,20	-	-	0,092	-	-	0,077
Cl soluble : meq. p. 100 gr		-	-	-	-	-	<0,02	0,050	0,075	0,045
Couleur humide (code Munsell)		3/3 10YR Brun foncé	3/3 10YR Brun foncé	3/2 7,5YR Brun foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé	3/4 5YR Brun Rouge foncé	3/3 5 YR Brun Rouge foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé
Nature des argiles		GA 16-2 : Montmorillonite, traces de Métahalloysite. GA 36-3 : Halloysite, Métahalloysite, traces de goethite.								
Remarque		GA 16-2 : Capacité d'échange des sables Sable fin : 58,6 meq. p. 100 gr " grossier : 54 meq. p. 100 gr								

TAB. II
Type de sol

N° Référence	GA
Profondeur en cm	
Terre fine	%

1-1	1-2	1-3	
0-15	25-40	70-80	
100	100	100	

	5-1	5-2	6-1	6-2	
	0-20	35-55	0-20	35-60	
	90,4	96,2	66,2	70,2	

N° Référence	GA	1-1	1-2	1-3		5-1	5-2	6-1	6-2	
Profondeur en cm		0-15	25-40	70-80		0-20	35-55	0-20	35-60	
Terre fine	%	100	100	100		90,4	96,2	66,2	70,2	
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	42,8	53,4	63,8		32,0	37,2	36,7	46,9	
Limon	%	26,3	25,6	24,9		26,5	24,5	29,6	26,7	
Sable fin	%	10,9	12,6	9,6		22,5	27,7	17,2	14,1	
Sable grossier	%	11,3	3,92	0,23		11,6	8,80	10,3	9,6	
Matière organique	%	7,73	4,40	1,47		7,33	1,74	6,20	2,64	
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	50,3	43,4	52,2		39,6	41,8	43,0	40,0	
Humidité à 105°	%	12,4	14,3	16,8		9,3	12,1	9,7	9,5	
Humidité pF 4,2	%	39,3	36,2	45,6		29,8	38,0	35,2	31,3	
Humidité pF 3	%	53,5	47,5	56,3		41,8	44,0	44,8	39,6	
Humidité pF 1,9	%	58,0	50,7	59,0		44,7	51,6	46,5	45,0	
Capacité maximum pour l'eau	%	80,6	66,3	67,2		59,3	59,3	66,5	60,5	
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	3,99	2,24	0,73		3,81	0,90	3,28	1,40	
Azote total	%	0,317	0,181	0,0625		0,304	0,0924	0,248	0,124	
C/N		12,6	12,3	11,7		12,5	9,75	13,2	11,3	
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		6,30	6,00	6,00		5,70	5,90	6,35	6,10	
CaO meq. p. 100 gr		25,6	21,2	11,1		17,6	13,0	14,3	9,80	
MgO meq. p. 100 gr		6,77	6,31	5,60		8,48	8,70	11,8	7,88	
K ₂ O meq. p. 100 gr		1,03	0,35	0,75		0,36	0,081	0,43	0,55	
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,19	0,21	0,54		0,21	0,61	0,41	0,42	
Valeur S : meq. p. 100 gr		33,6	28,1	18,0		26,7	22,4	26,9	18,7	
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		36,0	30,9	22,4		32,8	28,4	31,1	22,9	
V (coefficient saturation)	%	93,3	90,9	80,3		81,4	78,9	86,5	81,4	
P ₂ O ₅ de réserve	%	0,384	-	-		0,411	-	-	-	
Cl soluble : meq. p. 100 gr		-	-	-		-	-	-	-	
Couleur humide (code Munsell)		3/2 10 YR Brun Gris très foncé	3/2 10 YR Brun Gris très foncé	4/6 5 YR Rouge Jaune		2/2 10 YR Brun très foncé	3/2 7,5 YR Brun foncé	3/2 10 YR Brun Gris très foncé	3/2 7,5 YR Brun foncé	

GA 5-2 : Halloysite en petites quantités, un peu de goethite, probablement produits amorphes.

N° Référence	GA	22-1	22-2	22-3		27-1	27-2	27-3		
Profondeur en cm		0-15	25-45	60-70		0-12	15-30	35-55		
Terre fine	%	96,4	88,8	77,7		98,9	85,3	96,8		
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	28,7	33,8	29,1		52,2	58,6	54,4		
Limon	%	23,5	27,6	23,8		24,2	23,7	25,4		
Sable fin	%	18,2	16,1	17,8		9,50	9,20	11,3		
Sable grossier	%	24,9	20,6	28,0		5,05	4,75	6,60		
Matière organique	%	4,63	1,85	1,22		9,06	3,75	2,28		
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	38,7	28,6	24,8		54,9	49,0	51,4		
Humidité à 105°	%	8,9	8,6	7,6		10,9	11,6	12,3		
Humidité pF 4,2	%	28,5	21,4	18,8		39,0	38,5	41,3		
Humidité pF 3	%	40,2	29,3	23,8		54,6	50,1	51,1		
Humidité pF 1,9	%	42,5	32,5	27,7		59,2	52,7	53,4		
Capacité maximum pour l'eau	%	65,2	45,3	42,2		81,5	66,6	66,5		
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	2,47	0,988	0,657		4,74	1,95	1,18		
Azote total	%	0,269	0,0998	0,0663		0,361	0,161	0,115		
C/N		9,17	9,90	9,91		13,1	12,1	10,2		
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		5,80	6,30	6,35		6,05	5,50	5,55		
CaO meq. p. 100 gr		18,2	15,2	14,4		22,0	15,1	14,4		
MgO meq. p. 100 gr		10,1	11,8	11,6		7,92	5,20	4,20		
K ₂ O meq. p. 100 gr		1,85	0,320	0,360		0,59	0,106	0,051		
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,27	0,33	0,40		0,50	0,48	0,38		
Valeur S : meq. p. 100 gr		30,4	27,7	26,8		31,0	20,9	19,0		
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		33,0	30,2	28,0		34,2	25,4	24,3		
V (coefficient saturation)	%	92,1	91,7	25,7		90,6	82,3	78,2		
P ₂ O ₅ de réserve	%	0,316	0,239	-		0,324	-	0,131		
Cl soluble : meq. p. 100 gr		-	-	-		0,050	-	0,050		
Couleur humide (code Munsell)		3/2 7,5YR Brun foncé	3/2 7,5YR Brun foncé	3/2 7,5YR Brun foncé		2/2 10YR Brun très foncé	3/2 7,5YR Brun foncé	3/2 7,5YR Brun foncé		

Nature des argiles

GA 27-2 : Métahalloysite, un peu de goethite.

Type de sol

TAB. IV		Sols colluviaux-alluviaux Brun Gris eutrophes vertiques						Sol colluvio-alluvial Brun Gris eutrophe remanié non calcaire	
Type de sol									
N° Référence	GA	23-1	23-2	23-3	44-1	44-2	44-3	32-1	32-2
Profondeur en cm		0-15	25-40	65-80	0-10	25-50	90-130	0-15	30-60
Terre fine	%	99,0	100	95,4	100	100	100	99,4	98,7
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)									
GRANULOMETRIE									
Argile	%	37,6	41,5	31,7	47,7	40,9	38,1	39,8	41,8
Limon	%	30,3	25,4	18,4	31,4	32,2	22,2	25,8	27,2
Sable fin	%	16,0	14,3	18,0	10,0	20,6	21,4	10,0	12,0
Sable grossier	%	9,85	15,3	30,8	1,36	2,45	16,6	11,9	13,7
Matière organique	%	6,20	3,50	1,09	9,47	3,82	1,65	12,5	5,21
COMPORTEMENT POUR L'EAU									
Humidité sol frais	%	56,5	44,4	50,2	70,5	-	42,6	75,4	45,5
Humidité à 105°	%	10,9	11,6	13,3	20,5	12,7	12,1	13,5	12,5
Humidité pF 4,2	%	38,8	35,1	37,7	46,3	32,7	36,6	54,7	33,3
Humidité pF 3	%	54,8	48,4	50,3	70,7	41,8	46,9	67,7	48,5
Humidité pF 1,9	%	59,8	51,3	57,3	78,4	45,8	49,4	83,4	52,1
Capacité maximum pour l'eau	%	74,6	62,4	-	99,3	59,0	52,1	116,5	62,6
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)									
MATIERE ORGANIQUE									
Carbone total	%	3,30	1,82	0,560	4,56	1,97	0,855	6,37	2,68
Azote total	%	0,252	0,134	0,0502	0,323	0,156	0,0765	0,359	0,118
C/N		13,1	13,6	11,1	14,1	12,6	11,2	17,8	22,7
COMPLEXE D'ECHANGE									
pH (eau, sur pâte de sol)		5,55	5,90	5,95	5,95	5,65	5,90	6,40	6,15
CaO meq. p. 100 gr		18,3	19,9	18,0	19,3	15,4	10,6	30,2	31,3
MgO meq. p. 100 gr		10,7	11,3	10,9	11,1	10,2	7,90	11,7	11,5
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,40	0,089	0,058	0,62	0,37	0,183	0,61	0,075
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,30	0,41	1,09	0,36	0,31	0,59	0,61	0,56
Valeur S : meq. p. 100 gr		29,7	31,7	30,0	31,4	26,3	19,3	43,1	43,4
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		36,2	36,6	33,9	35,6	30,6	22,3	43,4	44,5
V (coefficient saturation)	%	82,0	86,6	88,5	88,2	85,9	86,5	99,3	97,5
pCO ₂ de réserve	%	0,302	-	0,152	-	-	-	-	-
Cl soluble : meq. p. 100 gr		0,115	0,015	0,036	-	-	-	0,375	0,080
Couleur humide (code Munsell)		2/2 10 YR Brun très foncé	2/2 10 YR Brun très foncé	3/4 10YR Brun Jaune foncé	3/2 10 YR Brun Gris très foncé	3/3 10 YR Brun foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé	3/2 10 YR Brun très foncé	2/2 10 YR Brun très foncé
Nature des argiles	GA 23-2 : Métahalloysite, produits amorphes, traces de goethite. GA 44-3 : Métahalloysite, goethite, probablement un peu de produits amorphes.								
Remarque	Pour des raisons matérielles de présentation, les résultats concernant les sols colluviaux-alluviaux Brun Gris eutrophes remaniés calcaires ont été groupés avec ceux des Sols Calcoimorphes. : Voir tableau IX								

TAB. V		Sols colluviaux-alluviaux Brun Chocolat eutrophes magnésioles de piedmont				Sol colluvio-alluvial Brun eutrophe calcicole de recouvrement sur calcaire			
Type de sol									
N° Référence	GA	11-1	11-2	20-1	20-2		38-1	38-2	38-3
Profondeur en cm		0-20	35-55	0-15	25-40		0-20	30-50	80-105
Terre fine %		100	100	100	100		96,4	97,3	97,2
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)									
GRANULOMETRIE									
Argile %		31,2	23,8	30,6	27,7		57,0	46,9	44,6
Limon %		29,3	21,6	30,8	34,5		17,8	30,3	24,6
Sable fin %		18,0	18,0	16,4	10,6		12,8	14,8	13,6
Sable grossier %		17,5	35,6	18,7	25,8		5,14	6,47	15,9
Matière organique %		3,95	1,00	3,55	1,32		7,19	1,45	1,24
COMPORTEMENT POUR L'EAU									
Humidité sol frais %		40,3	41,2	53,9	47,3		60,7	47,0	52,6
Humidité à 105° %		10,8	12,0	10,4	10,4		13,9	12,7	12,9
Humidité pF 4,2 %		33,5	31,7	35,9	32,5		40,0	40,1	40,2
Humidité pF 3 %		41,4	41,4	55,7	47,9		59,5	49,8	54,5
Humidité pF 1,9 %		47,6	48,8	58,7	51,0		64,9	52,7	58,3
Capacité maximum pour l'eau %		70,5	59,9	70,1	58,7		85,7	63,9	65,0
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)									
MATIERE ORGANIQUE									
Carbone total %		2,07	0,516	1,87	0,692		3,66	0,745	0,635
Azote total %		0,190	0,043	0,184	0,0545		0,283	0,066	0,060
C/N		10,9	12,0	10,2	12,7		12,9	11,3	10,5
COMPLEXE D'ECHANGE									
pH (eau, sur pâte de sol)		6,30	6,20	5,20	5,80		6,20	6,05	6,70
CaO meq. p. 100 gr		17,9	11,9	16,6	12,8		19,3	13,7	19,9
MgO meq. p. 100 gr		14,9	22,0	14,7	16,9		5,78	2,30	1,80
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,185	0,037	0,21	0,050		0,24	0,022	0,014
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,24	0,27	0,26	0,17		0,48	0,67	0,47
Valeur S : meq. p. 100 gr		33,2	34,2	31,8	29,9		25,8	16,7	22,2
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		33,4	35,7	33,8	31,6		27,4	20,7	26,7
V (coefficient saturation) %		99,4	95,8	94,1	94,6		94,2	80,7	83,1
P ₂ O ₅ de réserve %		-	-	0,189	0,166		0,265	-	-
Cl soluble : meq. p. 100 gr		0,03	<0,02	<0,02	0,025		0,265	-	0,050
Couleur humide (code Munsell)		3/2 7,5YR Brun foncé	3/2 7,5YR Brun foncé	3/4 10YR Brun Jaune foncé	3/4 10YR Brun Jaune foncé		3/2 10YR Brun Gris très foncé	3/3 10YR Brun foncé	3/3 10YR Brun foncé

Nature des argiles	GA 20-2 : Montmorillonite, métahalloysite et fire-clay, Hématite, un peu de oristobalite.
--------------------	---

Type de sol

Ferrallitites Brun Rouge
mésotrophes d'épandage
en plaines côtières

Modale

Intergrade

ANALYSE PHYSIQUE (résultats
rapportés à terre séchée à 105°)

GRANULOMETRIE

Argile	%	26,2	29,6	37,4	45,0	39,5	36,3	29,1	33,9	39,5
Limon	%	26,8	24,6	27,0	41,2	33,0	36,4	30,1	26,1	24,6
Sable fin	%	22,8	21,4	16,5	9,05	14,4	15,9	26,1	11,0	14,5
Sable grossier	%	21,4	22,3	17,3	9,75	11,0	9,13	13,7	26,5	20,0
Matière organique	%	2,80	2,09	1,79	4,00	2,25	2,25	0,95	3,03	1,36

COMPORTEMENT POUR L'EAU

Humidité sol frais	49,5	45,1	48,3	51,2	49,9	57,4	58,8	50,8	42,1
Humidité à 105°	10,0	10,2	10,7	11,9	10,7	11,8	12,1	10,4	10,2
Humidité pF 4,2	32,7	29,1	32,6	38,2	35,5	42,0	34,1	33,1	29,5
Humidité pF 3	49,6	50,4	52,9	54,4	53,1	58,5	52,2	51,9	42,7
Humidité pF 1,9	59,5	55,4	55,8	58,8	56,6	66,4	58,4	61,5	48,8
Capacité maximum pour l'eau	77,7	69,5	61,4	75,1	66,8	75,1	62,2	70,6	64,3

ANALYSE CHIMIQUE
(sur terre séchée à l'air)

MATIERE ORGANIQUE

Carbone total	%	1,47	1,10	0,940	2,08	1,18	1,34	0,49	1,59	0,715
Azote total	%	0,0625	0,0504	0,0565	0,123	0,084	0,116	0,039	0,108	0,0535
C/N		23,6	21,8	16,6	16,9	14,0	11,6	12,5	14,8	13,3

COMPLEXE D'ECHANGE

pH (eau, sur pâte de sol)	5,00	4,90	4,80	4,90	5,25	4,70	4,40	4,70	4,65
CaO meq. p. 100 gr	6,20	4,90	5,20	8,10	13,2	8,60	4,92	4,92	3,12
MgO meq. p. 100 gr	13,9	12,1	12,3	7,90	4,75	9,20	6,14	8,49	6,31
K ₂ O meq. p. 100 gr	0,139	0,062	0,059	0,34	0,065	0,103	0,027	0,103	0,096
Na ₂ O meq. p. 100 gr	0,37	0,27	0,25	0,49	0,39	0,32	0,15	0,63	0,51
Valeur S : meq. p. 100 gr	20,6	17,3	17,8	16,8	18,4	18,2	11,2	14,1	9,95
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr	29,3	26,8	24,1	24,1	22,8	33,9	32,3	26,9	24,3
V (coefficient saturation)	70,3	64,5	73,8	69,8	80,7	53,7	34,7	52,4	40,9

P205 de réserve	℥	1,84	-	1,92	-	-	0,184	0,184	-	-
-----------------	---	------	---	------	---	---	-------	-------	---	---

Cl soluble : meq. p. 100 gr	0,10	-	0,03	0,280	0,105	0,045	0,090	0,050	0,100
-----------------------------	------	---	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

	3/2	3/3	3/3	3/2	3/3	3/2	3/2	3/3	3/3
Couleur humide (code Munsell)	7,5YR	5 YR	5 YR	5 YR	5 YR	7,5YR	7,5YR	5 YR	5 YR
	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun
	foncé	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	foncé	foncé	Rouge	Rouge
		foncé	foncé	foncé	foncé			foncé	foncé

Nature des argiles

GA 10-3 : Probablement mélange métahalloysite et fire-clay, goethite.

GA 18-2 : Montmorillonite, un peu de métahalloysite et fire-clay, hématite, traces possibles de goethite.

Remarque

Quantités importantes d'alumine parmi les éléments échangeables dans 10-2, 10-3, 18-2 et 41-2 notamment.

TAB. VII		Sols Humo-Carbonatés sur sable corallien,								
Type de sol		Modaux						Faiblement remanié par apports superficiels.		
N° Référence	GA	17-1	17-2	17-3	33-1	33-2	33-3	7-1	7-2	7-3
Profondeur en cm		0-20	40-50	80-100	0-12	25-35	60-110	0-20	30-50	80-100
Terre fine triée	%	97,9	98,7	99,7	97,3	82,9	91,5	99,9	99,9	100
Calcaire (calcim.) TF triée	%	84,4	86,9	95,8	78,8	94,8	94,3	80,2	90,6	92,7
Calcaire actif s/TF triée	%	9,15	9,20	7,95	18,6	19,8	17,7	22,5	15,8	19,9
Graviers s/TF triée	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE (fract. < 2 mm)										
Argile	%	5,78	3,70	2,38	12,8	1,34	1,46	17,2	2,06	1,69
Limon	%	5,03	3,84	1,39	4,25	1,45	2,52	5,75	0,40	1,38
Sable fin	%	14,7	13,7	26,6	4,32	1,84	4,59	38,8	54,6	47,2
Sable grossier	%	70,6	76,9	69,2	69,1	94,8	91,1	33,7	42,4	49,5
Matière organique	%	3,90	1,85	0,39	9,53	0,57	0,33	4,51	0,45	0,24
COMPORTEMENT POUR L'EAU (sur TF triée graveleuse)										
Humidité sol frais	%	23,5	25,5	22,5	53,9	32,9	33,6	36,0	38,3	48,1
Humidité à 105°	%	2,19	1,46	0,48	13,1	0,97	0,52	2,95	1,06	0,79
Humidité pF 4,2	%	7,90	5,35	4,10	24,8	7,15	5,10	15,5	5,65	4,70
Humidité pF 3	%	19,7	15,05	12,15	44,5	21,5	19,6	32,1	17,15	16,85
Humidité pF 1,9	%	28,0	26,4	22,3	55,9	33,2	33,4	43,8	37,1	35,7
Capacité maximum pour l'eau	%	49,8	42,5	36,5	99,3	85,1	68,5	67,7	68,5	55,1
ANALYSE CHIMIQUE (sur TF non graveleuse séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	2,21	1,06	0,22	4,89	0,33	0,19	2,54	0,258	0,135
Azote total	%	0,166	0,056	0,020	0,526	0,033	0,022	0,224	0,0294	0,0121
C/N		13,3	18,9	11,0	9,30	10,0	8,7	11,3	8,8	11,2
COMPLEXE D'ECHANGE (et éléments solubles)										
pH (eau, sur pâte de sol)		7,60	8,05	8,20	7,45	8,50	8,60	7,55	8,05	7,95
CaO meq. p. 100 gr		-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgO meq. p. 100 gr		2,37	2,03	2,13	1,71	1,44	1,49	0,67	1,57	0,70
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,141	0,055	0,042	0,210	0,013	0,020	0,143	0,051	0,020
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,13	0,11	0,14	0,16	0,11	0,17	0,21	0,12	0,20
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		8,40	4,40	1,20	14,7	0,80	0,60	9,10	2,20	1,95
ELEMENTS DE RESERVE										
CaO total	%	48,5	49,9	52,4	45,7	53,3	53,6	46,3	51,1	52,2
CaO total en CO ₃ Ca	%	86,5	89,0	93,5	81,5	95,1	95,7	82,7	91,2	93,1
MgO total	%	0,575	0,93	1,14	0,155	0,20	0,42	0,29	0,335	0,185
MgO total en CO ₃ Mg	%	1,20	1,95	2,38	0,32	0,42	0,88	0,61	0,70	0,39
CO ₃ Ca, CO ₃ Mg théorique	%	2,63	4,25	5,22	0,71	0,92	1,92	1,33	1,53	0,85
P ₂ O ₅ de réserve	%	0,176	0,120	0,032	0,247	-	0,022	0,113	-	0,037
SO ₃ de réserve	%	0,315	0,330	0,345	0,260	0,165	0,185	0,270	0,285	0,250
Cl soluble, meq. p. 100 gr		<0,02	<0,02	0,130	0,140	0,020	0,065	<0,02	<0,02	0,030
Couleur humide (code Munsell)										
		2/1 10 YR Noir	4/1 10 YR Gris foncé	8/3 10 YR Brun très pâle	2/2 10 YR Brun très foncé	8/3 10 YR Brun très pâle	8/2 10 YR Blanc	4/2 10 YR Brun Gris foncé	7/3 10 YR Brun très pâle	8/2 10 YR Blanc
Nature des argiles										
Perte au feu à 1100°	%	45,4	44,15	44,95	50,7	44,8	44,55	45,35	43,7	43,3

TAB. VIII

Type de sol

Sols Humo-carbonatés sur sable corallien remaniés en surface par des apports.

N° Référence	GA	14-1	14-2	14-3		29-1		30-1	30-2	30-3
Profondeur en cm		0-25	40-50	80-110		0-20		0-15	20-30	40-70
Terre fine triée %		97,2	100	100		100		98,7	99,7	99,9
Calcaire (calcim.) TF triée %		53,5	94,2	95,8		11,3		75,1	76,2	95,3
Calcaire actif s/TF triée %		15,9	18,6	22,4		4,75		21,7	22,8	15,1
Graviers s/TF triée %										
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE (fract. < 2 mm)										
Argile %		22,3	4,54	8,60		37,7		20,1	18,4	1,08
Limon %		12,9	1,86	3,25		27,0		7,50	8,64	1,93
Sable fin %		30,1	51,0	41,7		16,0		34,6	34,4	18,2
Sable grossier %		27,3	41,7	45,9		15,4		31,0	34,4	78,5
Matière organique %		7,38	0,84	0,55		3,90		6,77	4,12	0,21
COMPORTEMENT POUR L'EAU (sur TF triée graveleuse)										
Humidité sol frais %		32,0	20,5	33,6		37,6		35,1	32,2	27,5
Humidité à 105° %		6,43	1,02	0,60		8,90		6,46	3,82	0,62
Humidité pF 4,2 %		24,1	7,70	9,78		27,3		18,9	16,4	3,75
Humidité pF 3 %		34,7	18,15	26,8		37,8		34,6	31,6	12,6
Humidité pF 1,9 %		41,7	30,6	37,5		43,2		45,9	42,7	24,9
Capacité maximum pour l'eau %		63,9	56,1	56,3		56,9		67,7	65,4	50,3
ANALYSE CHIMIQUE (sur TF non graveleuse séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total %		4,02	0,48	0,317		2,08		3,69	2,30	0,118
Azote total %		0,342	0,052	0,0285		0,192		0,317	0,243	0,0149
C/N		11,7	9,2	11,1		10,8		11,6	9,5	7,9
COMPLEXE D'ECHANGE (et éléments solubles)										
pH (eau, sur pâte de sol)		7,40	8,05	8,35		7,50		7,45	7,75	8,50
CaO meq. p. 100 gr		52,2	-	-		50,3		-	-	-
MgO meq. p. 100 gr		1,68	1,12	1,04		1,49		2,48	0,62	2,00
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,173	0,018	0,012		0,088		0,20	0,082	0,015
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,34	0,10	0,07		0,27		0,27	0,25	0,19
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		23,1	0,90	0,13		25,1		14,3	10,0	0,50
ELEMENTS DE RESERVE										
CaO total %		32,3	52,7	52,9		7,36		43,5	43,4	53,4
CaO total en CO ₃ Ca %		57,4	94,0	94,4		13,1		77,6	77,4	95,3
MgO total %		0,42	0,155	0,445		0,645		0,20	0,175	0,465
MgO total en CO ₃ Mg %		0,88	0,32	0,93		1,35		0,42	0,37	0,97
CO ₃ Ca, CO ₃ Mg théorique %		1,92	0,71	2,04		2,95		0,92	0,80	2,13
P ₂ O ₅ de réserve %		0,528	-	0,037		0,222		0,353	0,293	0,037
SO ₃ de réserve %		0,205	0,330	0,240		-		0,275	0,235	0,260
Cl soluble, meq. p. 100 gr		0,150	<0,02	0,070		<0,02				
Couleur humide (code Munsell)										
		2/2 10 YR Brun très foncé	7/3 10 YR Brun très pâle	8/2 10 YR Blanc		2/2 5 YR Brun Rouge foncé		3/2 10 YR Brun Gris très foncé	3/2 10 YR Brun Gris très foncé	8/2 10 YR Blanc
Nature des argiles										
GA 14-1 : Un peu de métahalloysite, produits amorphes, aragonite.										
Perte au feu à 1100° %		-	45,05	44,9		-		-	-	44,7

TAB. IX		Sol Humo-Carbonaté sur sable corallien hydro- morphisé.				Sol Colluvio alluvial Brun Gris eutrophe remanié calcaire.		Sol Humique à gley à anmoor calcaïque.		
Type de sol										
N° Référence	GA	13-1	13-2	13-3	13-4	35-1	35-2	24-1	24-2	24-3
Profondeur en cm		5-15	25-45	80-90	90-110	0-30	40-60	0-20	35-55	80-110
Terre fine triée	%	100	99,9	100	99,7	99,5	97,4	100	100	-
Calcaire (calcim.) TF triée	%	26,5	80,2	95,8	95,8	9,80	14,4	5,03	12,35	87,0
Calcaire actif s/TF triée	%	10,4	28,7	26,6	19,3	5,55	7,50	4,50	10,4	18,5
Graviers s/TF triée	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE (fract. < 2 mm)										
Argile	%	34,2	16,7	13,3	3,08	34,0	31,9	47,7	49,0	-
Limon	%	21,7	7,95	5,60	1,50	31,2	29,1	26,5	26,0	-
Sable fin	%	15,8	34,2	36,6	21,9	14,3	14,6	5,90	2,83	-
Sable grossier	%	21,5	38,0	43,7	73,1	15,6	21,2	5,55	12,0	-
Matière organique	%	6,73	3,08	0,79	0,37	4,81	3,14	14,3	10,2	-
COMPORTEMENT POUR L'EAU (sur TF triée graveleuse)										
Humidité sol frais	%	45,4	36,8	37,5	48,8	48,9	43,2	131,0	80,9	57,4
Humidité à 105°	%	8,45	3,02	1,43	0,57	15,4	13,7	17,9	16,3	-
Humidité pF 4,2	%	34,2	15,4	9,9	5,0	32,8	29,9	70,5	47,3	8,05
Humidité pF 3	%	50,8	34,0	27,0	17,3	46,4	43,3	102,6	78,6	26,3
Humidité pF 1,9	%	58,8	43,2	36,8	33,2	52,7	49,5	121,3	94,7	45,3
Capacité maximum pour l'eau	%	-	59,5	47,0	55,5	67,1	56,2	123,1	96,2	-
ANALYSE CHIMIQUE (sur TF non graveleuse séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	3,60	1,73	0,434	0,213	2,42	1,60	7,05	5,07	-
Azote total	%	0,271	0,133	0,042	0,0196	0,198	0,111	0,473	0,329	-
C/N		13,3	13,0	10,3	10,9	12,2	14,4	14,9	15,4	-
COMPLEXE D'ECHANGE (et éléments solubles)										
pH (eau, sur pâte de sol)		7,40	7,75	7,95	7,90	7,20	7,50	7,30	7,35	7,75
CaO meq. p. 100 gr		53,5	-	-	-	62,8	62,8	73,0	65,0	-
MgO meq. p. 100 gr		2,0	0,46	0,51	1,92	4,58	1,97	4,50	4,63	-
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,130	0,021	0,010	0,008	0,51	0,143	0,165	0,185	-
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,24	0,12	0,10	0,18	0,39	0,31	0,54	0,46	-
I (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		25,9	8,10	0,90	0,80	43,2	38,0	51,5	44,4	-
ELEMENTS DE RESERVE										
CaO total	%	17,2	47,7	53,2	53,4	-	-	6,73	9,33	-
CaO total en CO ₃ Ca	%	30,7	85,1	95,0	95,3	-	-	12,0	16,6	-
MgO total	%	0,488	0,145	0,110	0,430	-	-	0,755	0,955	-
MgO total en CO ₃ Mg	%	1,02	0,30	0,23	0,90	-	-	1,58	2,00	-
CO ₃ Ca, CO ₃ Mg théorique	%	2,23	0,66	0,50	1,97	-	-	3,45	4,37	-
Fe ₂ O ₃ de réserve	%	0,367	-	0,104	-	0,608	-	0,534	-	-
SO ₃ de réserve	%	-	0,220	0,230	0,305	-	-	-	-	-
Cl soluble, meq. p. 100 gr		0,090	<0,02	<0,02	0,110	0,030	<0,02	0,130	0,040	
Couleur humide (code Munsell)										
		3/2 10 YR Brun Gris très foncé	4/1 10 YR Gris foncé	7/1 10 YR Gris très clair	8/2 10 YR Blanc	2/2 10 YR Brun très foncé	2/2 10 YR Brun très foncé	2/1 10 YR Noir	2/1 10 YR Noir	7/1 10 YR Gris très clair
Nature des argiles										
GA 13-3 : Aragonite dominante, calcite.										
GA 35-2 : Montmorillonite, métahalloysite, quantités faibles d'aragonite.										
GA 24-2 : Montmorillonite assez mal cristallisée, métahalloysite.										
Perte au feu à 1100°	%	-	46,4	44,8	44,75	-	-	-	-	-

TAB. X

Type de sol

Sols Bruns Vertiques intergrades aux Sols d'Erosion.

Régurisés

Pierreux

N° Référence	GA	39-1	39-2	43-1	43-2	43-3	8-1	8-2	8-3	
Profondeur en cm		0-20	35-60	0-15	15-30	40-55	0-10	30-45	50-60	
Terre fine	%	90,3	89,5	97,9	100	92,5	100	100	100	
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	17,5	7,7	42,6	49,0	57,3	36,3	37,2	45,6	
Limon	%	15,5	10,0	26,5	26,5	29,5	32,2	14,7	17,2	
Sable fin	%	13,1	12,7	16,4	15,3	1,03	14,6	20,9	10,8	
Sable grossier	%	51,5	69,0	10,0	6,0	9,70	12,7	25,9	24,9	
Matière organique	%	2,41	0,53	4,42	3,20	2,48	4,20	1,31	1,45	
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	17,2	18,2	28,8	32,1	33,7	39,15	50,35	56,55	
Humidité à 105°	%	6,6	7,4	10,9	10,6	10,4	12,1	16,2	18,0	
Humidité pF 4,2	%	16,9	13,9	30,8	30,8	25,9	30,65	37,05	43,3	
Humidité pF 3	%	19,4	17,8	34,1	36,1	39,5	43,7	52,5	60,6	
Humidité pF 1,9	%	24,6	20,1	38,4	41,8	41,4	48,0	57,3	64,5	
Capacité maximum pour l'eau	%	41,5	30,9	51,9	52,4	52,8	67,3	66,2	71,0	
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	1,31	0,289	2,31	1,68	1,30	2,18	0,655	0,715	
Azote total	%	0,103	0,0126	0,176	0,136	0,120	0,159	0,0500	0,0545	
C/N		12,7	22,9	13,1	12,4	10,8	13,6	13,1	13,1	
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		6,70	7,15	6,30	6,10	6,15	5,70	5,55	6,70	
CaO meq. p. 100 gr		9,00	10,2	9,95	9,70	9,10	9,30	8,40	8,30	
MgO meq. p. 100 gr		16,4	19,7	17,65	16,6	15,05	19,2	17,8	20,8	
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,43	0,120	0,65	0,25	0,188	0,21	0,20	0,076	
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,23	0,28	0,33	0,36	0,47	0,57	0,91	1,20	
Valeur S : meq. p. 100 gr		26,05	30,3	28,6	26,9	24,8	29,3	27,3	29,3	
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		28,0	30,0	29,6	28,2	25,3	31,1	28,5	31,3	
V (coefficient saturation)	%	93,1	100	96,6	95,4	98,0	94,2	95,8	93,6	
1205 de réserve	%	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cl soluble : meq. p. 100 gr		-	-	-	-	-	<0,02	-	<0,02	
Couleur humide (code Munsell)										
		3/2	4/2	3/2	3/2	3/3	3/2	3/2	4/2	
	10 YR	10 YR	2,5YR	10 YR	7,5 YR	5 YR	10 YR	7,5 YR	7,5 YR	
	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	Brun	
	Gris	Gris	Gris	Gris	Brun foncé	Rouge foncé	Gris	Brun foncé	Brun foncé	
	très foncé	foncé	très foncé	foncé			très foncé			

Nature des argiles

Type de sol

Sols Bruns Vertiques intergrades
aux Sols Fersiallitiques.
Pierreux typiques

N° Référence	GA	9-1	9-2		15-1	15-2	15-3	31-1	31-2	31-3
Profondeur en cm		0-20	35-45		0-5	15-40	55-75	0-20	25-35	45-60
Terre fine	%	96,9	98,8		99,8	94,8	89,0	96,4	100	93,2
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	32,0	61,9		32,9	34,9	36,9	32,3	33,0	54,6
Limon	%	36,9	27,7		37,5	36,5	37,5	30,6	39,7	26,0
Sable fin	%	16,2	7,1		14,1	12,8	14,9	14,2	6,7	11,8
Sable grossier	%	11,3	1,40		8,3	12,1	9,5	16,6	18,1	6,0
Matière organique	%	3,56	1,84		7,20	3,67	1,15	6,27	2,49	1,73
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	37,4	46,3		56,3	44,3	36,2	50,4	40,7	42,8
Humidité à 105°	%	12,3	14,5		8,8	8,7	8,85	10,3	12,2	12,7
Humidité pF 4,2	%	29,7	36,6		32,45	30,95	27,25	34,5	28,1	35,0
Humidité pF 3	%	41,0	51,6		54,2	45,8	36,0	58,6	41,5	48,2
Humidité pF 1,9	%	43,5	57,3		60,6	50,8	36,1	62,7	46,2	50,1
Capacité maximum pour l'eau	%	59,3	61,1		77,6	61,0	42,0	72,2	56,7	53,8
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	1,84	0,933		3,84	1,96	0,61	3,30	1,31	0,89
Azote total	%	0,135	0,0747		0,239	0,152	0,0648	0,238	0,117	0,095
C/N		13,6	12,5		16,1	12,9	9,4	13,9	12,3	9,4
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		6,20	5,95		5,85	5,85	5,80	5,80	5,90	5,60
CaO meq. p. 100 gr		19,6	18,7		9,44	9,48	8,68	12,7	11,8	12,9
MgO meq. p. 100 gr		17,2	18,1		9,85	7,29	5,56	13,5	11,3	12,45
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,64	0,086		0,94	0,51	0,066	0,32	0,057	0,067
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,69	0,84		0,40	0,56	0,71	0,55	0,49	0,61
Valeur S : meq. p. 100 gr		38,1	37,7		20,6	17,8	15,0	27,1	23,7	26,0
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		39,1	40,7		24,4	22,6	18,3	31,4	26,5	28,6
V (coefficient saturation)	%	97,4	92,6		84,4	78,8	82,0	86,3	89,4	91,0
Fe ₂ O ₃ de réserve	%	0,032	0,025		-	-	-	0,188	-	0,140
Cl soluble : meq. p. 100 gr		-	-		-	-	-	-	-	-
Couleur humide (code Munsell)		3/2 10 YR Brun Gris très foncé	3/2 7,5 YR Brun foncé		2/2 10 YR Brun très foncé	3/2 10 YR Brun Gris très foncé	3/2 10 YR Brun Gris très foncé	2/1 5 YR Noir	2/2 10 YR Brun très foncé	3/2 7,5 YR Brun foncé
Nature des argiles		GA 9-2 : Montmorillonite, un peu d'halloysite et de métahalloysite, un peu de goethite. GA 15-2 : Probablement mélange métahalloysite et fire-clay, hématite, un peu de cristobalite.								

Type de sol

Sol Brun Vertique
profond de bas de pente.

N° Référence	GA	25-1	25-2	25-3	25-4	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
Profondeur en cm		0-12	20-40	60-70	100-115	0-10	20-30	50-60	70-80	100-110
Terre fine	%	99,9	100	100	100	100	100	100	100	100
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	30,0	31,2	30,2	64,5	34,6	58,3	49,1	54,3	43,1
Limon	%	30,05	27,4	27,4	20,5	32,5	13,4	22,3	20,2	18,9
Sable fin	%	27,9	27,6	21,2	10,8	22,0	16,8	24,5	17,0	19,4
Sable grossier	%	6,7	9,8	20,1	2,83	6,94	9,74	2,91	7,35	18,0
Matière organique	%	5,25	3,94	1,08	1,29	3,92	1,69	1,14	1,16	0,53
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	56,1	44,5	39,5	52,8	40,2	59,7	61,5	63,3	65,9
Humidité à 105°	%	9,75	9,95	11,6	12,8	12,4	17,0	17,3	18,2	16,7
Humidité pF 4,2	%	34,7	31,2	29,8	43,1	35,3	41,4	45,1	47,9	50,7
Humidité pF 3	%	53,8	44,5	40,3	59,6	43,1	64,9	70,1	70,7	74,0
Humidité pF 1,9	%	60,8	49,7	46,2	63,3	47,9	68,7	71,5	72,5	75,0
Capacité maximum pour l'eau	%	71,1	62,4	52,9	-	65,3	77,8	71,8	73,2	77,5
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	2,77	2,08	0,56	0,665	2,06	0,84	0,565	0,568	0,265
Azote total	%	0,205	0,155	0,065	0,0615	0,155	0,067	0,045	0,0445	0,0225
C/N		13,5	13,4	8,6	10,8	13,3	12,5	12,5	12,8	11,7
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		5,90	6,15	6,10	5,95	6,00	6,10	6,10	6,55	6,40
CaO meq. p. 100 gr		16,3	16,9	11,9	9,12	18,9	17,4	20,0	18,9	20,1
MgO meq. p. 100 gr		16,6	16,0	12,1	9,75	17,1	18,0	19,1	19,7	19,6
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,30	0,073	0,024	0,049	0,236	0,061	0,064	0,062	0,058
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,26	0,26	0,67	0,73	0,54	0,96	0,82	0,94	1,57
Valeur S : meq. p. 100 gr		33,5	33,2	24,7	19,6	36,8	36,4	40,0	39,6	41,3
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		36,8	35,4	28,5	23,9	38,6	39,5	41,7	41,1	44,7
V (coefficient saturation)	%	91,0	93,8	86,7	82,0	95,3	92,2	95,9	96,4	92,4
pH ₀₅ de réserve	%	0,075	-	-	<0,030	<0,030	-	<0,030	-	-
Cl soluble : meq. p. 100 gr		-	-	-	-	<0,02	-	-	-	0,115
Couleur humide (code Munsell)										
		3/2 10 YR Brun Gris très foncé	3/2 10 YR Brun Gris très foncé	4/2 7,5 YR Brun à Brun foncé	4/4 7,5YR Brun à Brun foncé	3/2 7,5YR Brun foncé	4/2 10 YR Brun Gris foncé	4/2 10 YR Brun Gris foncé	4/2 2,5 Y Brun Gris foncé	4/4 7,5 YR Brun foncé
Nature des argiles		GA 25-4 : Halloysite, goethite. GA 2-3 : Montmorillonite, métahalloysite, traces d'halloysite. GA 2-5 : Halloysite, un peu de montmorillonite possible								

Type de sol

TAB. XIII		Sols à Mull Sol Brun Eutrophe de pente.			Sols Ferrallitiques ou à faciès ferrallitique. Sol Ferrallitique non dégradé.			Sol à faciès fer- rallitique dégradé, érodé principale- ment en nappe.		
Type de sol										
N° Référence	GA	40-1	40-2	40-3	3-1	3-2	3-3	12-1	12-2	12-3
Profondeur en cm		0-15	20-35	60-70	0-15	20-30	75-85	0-5	15-30	70-80
Terre fine	%	100	100	100	99,9	100	100	99,9	100	100
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	47,6	46,6	68,5	49,3	55,1	60,9	43,5	61,6	62,1
Limon	%	27,3	23,9	21,4	23,0	23,5	23,5	29,9	27,6	25,6
Sable fin	%	14,3	19,2	6,00	16,1	14,0	12,2	18,2	6,10	9,05
Sable grossier	%	5,40	8,10	1,85	3,07	1,67	1,68	3,01	2,15	1,45
Matière organique	%	5,36	2,20	2,24	8,46	5,69	1,71	5,34	2,48	1,78
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	38,6	35,0	33,0	43,0	38,8	45,8	30,8	38,6	41,3
Humidité à 105°	%	13,5	12,9	10,5	9,0	9,5	13,2	8,9	9,2	9,6
Humidité pF 4,2	%	37,6	33,4	32,4	40,7	36,4	43,1	29,6	34,1	38,0
Humidité pF 3	%	45,4	44,6	39,6	49,3	42,2	50,3	36,9	43,3	46,6
Humidité pF 1,9	%	50,3	52,8	42,2	52,6	45,6	53,8	41,5	46,3	48,8
Capacité maximum pour l'eau	%	61,9	62,3	52,6	70,3	64,9	67,5	63,8	62,5	60,7
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	2,74	1,13	1,18	4,50	3,01	0,875	2,79	1,32	0,94
Azote total	%	0,232	0,0935	0,115	0,385	0,241	0,0625	0,136	0,085	0,067
C/N		11,8	12,1	10,2	11,7	12,5	14,0	20,5	15,5	14,0
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		6,85	6,05	6,00	6,50	6,00	4,90	4,75	4,90	4,75
CaO meq. p. 100 gr		20,5	13,9	5,62	13,4	6,71	1,43	1,54	0,95	0,34
MgO meq. p. 100 gr		21,0	21,2	12,2	6,30	4,57	2,26	5,60	3,91	1,80
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,137	0,042	0,031	1,18	0,35	0,69	0,192	0,050	0,036
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,44	0,57	0,66	0,30	0,26	0,44	0,30	0,23	0,23
Valeur S : meq. p. 100 gr		42,1	35,7	18,5	21,1	11,9	4,82	7,63	5,14	2,41
P (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		41,1	36,4	20,7	23,8	15,8	14,0	26,1	24,1	24,8
V (coefficient saturation)	%	100	98,1	89,4	89,5	75,3	34,4	29,2	21,3	9,7
Lois de réserve	%	0,036	-	0,023	0,067	-	0,043	0,115	0,175	-
P soluble : meq. p. 100 gr		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Couleur humide (code Munsell)		3/2 7,5 YR Brun foncé	4/2 7,5 YR Brun à Brun foncé	3/2 7,5 YR Brun foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé	3/6 2,5YR Rouge foncé	3/2 7,5 YR Brun foncé	3/4 10 YR Brun Jaune foncé	3/4 10 YR Brun Jaune foncé
Nature des argiles	GA 3-2 : Probablement mélange métahalloysite et fire-clay, goethite, gibbsite.									
Remarque	GA 12-3 : Quantités importantes d'alumine parmi les éléments échangeables.									

Sols Ferrallitiques ou à faciès ferrallitique profondément érodés, avec remaniements importants.

Type de sol

N° Référence	GA	4-1	4-2	4-3	4-4		19-1	19-2	19-3	
Profondeur en cm		0-4	8-20	50-70	90-110		0-20	35-45	90-100	
Terre fine	%	99,6	100	100	100		100	100	100	
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	37,0	39,6	40,6	54,0		19,6	35,4	22,5	
Limon	%	17,1	19,9	14,9	28,7		21,4	28,1	26,2	
Sable fin	%	28,2	27,7	23,8	17,8		13,9	23,0	24,0	
Sable grossier	%	12,6	10,5	17,9	0,50		42,0	11,9	26,6	
Matière organique	%	5,05	2,30	2,76	1,01		3,06	1,59	0,63	
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	33,0	33,6	35,4	42,9		39,7	45,5	47,9	
Humidité à 105°	%	7,65	7,15	7,20	8,95		8,7	10,5	11,0	
Humidité pF 4,2	%	29,9	27,9	28,4	37,0		32,9	35,9	34,0	
Humidité pF 3	%	39,1	34,5	35,2	46,0		39,4	45,1	50,8	
Humidité pF 1,9	%	45,0	43,0	42,5	53,4		45,3	51,2	55,8	
Capacité maximum pour l'eau	%	65,3	56,9	55,8	62,7		59,0	61,9	69,1	
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	2,72	1,25	1,49	0,54		1,63	0,835	0,333	
Azote total	%	0,122	0,078	0,099	0,035		0,081	0,043	0,0187	
C/N		22,2	16,0	15,0	15,5		20,1	19,4	17,8	
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		4,75	4,85	4,90	4,90		4,90	4,75	4,80	
CaO meq. p. 100 gr		0,96	0,49	0,05	0,21		3,44	1,32	0,48	
MgO meq. p. 100 gr		2,01	0,57	0,27	0,68		6,67	2,75	1,20	
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,094	0,023	0,030	0,188		0,092	0,077	0,115	
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,22	0,09	0,09	0,38		0,36	0,56	0,54	
Valeur S : meq. p. 100 gr		3,28	1,17	0,44	1,46		10,6	4,71	2,34	
C (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		16,4	12,0	11,1	18,9		19,6	20,9	20,3	
V (coefficient saturation)	%	20,0	9,75	3,95	7,70		54,1	22,5	11,5	
pH de réserve	%	-	-	-	-		0,094	-	0,130	
C soluble : meq. p. 100 gr		-	-	-	-		-	-	-	
Couleur humide (code Munsell)		3/4 2,5 YR Brun Rouge foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé	3/4 5 YR Brun Rouge foncé	3/6 2,5 YR Rouge foncé		4/4 7,5 YR Brun foncé	4/3 5 YR Brun Rouge	3/4 10 YR Brun Jaune foncé	
Nature des argiles		GA 4-3 : Probablement métahalloysite et fire-clay, goethite, traces possibles de gibbsite. GA 19-3 : Halloysite, métahalloysite, peut-être un peu de fire-clay, goethite.								
Remarque		Quantités importantes d'alumine parmi les éléments échangeables dans la plupart des échantillons autres que 4-1 et 19-1.								

Type de sol

Sols à faciès ferrallitique remaniés par apport de minéraux frais de contre-bas de falaises rocheuses de bas de pentes

N° Référence	GA	37-1	37-2	37-3		21-1	21-2	21-3	28-1	28-2
Profondeur en cm		0-20	70-100	220-240		0-15	20-30	45-60	0-15	45-55
Terre fine	%	100	100	100		99,2	100	100	75,7	100
ANALYSE PHYSIQUE (résultats rapportés à terre séchée à 105°)										
GRANULOMETRIE										
Argile	%	46,7	44,8	39,7		35,2	44,7	40,9	46,5	27,3
Limon	%	20,8	26,9	32,8		31,6	30,8	31,1	29,5	20,4
Sable fin	%	16,2	20,9	22,2		18,4	12,3	16,1	10,6	19,8
Sable grossier	%	13,8	6,80	4,93		8,00	8,35	10,7	7,50	32,4
Matière organique	%	2,47	0,56	0,38		6,76	3,77	1,19	5,87	0,98
COMPORTEMENT POUR L'EAU										
Humidité sol frais	%	28,3	32,8	47,1		40,4	40,7	39,0	39,7	47,7
Humidité à 105°	%	10,3	13,2	11,9		8,55	9,2	11,1	8,6	14,3
Humidité pF 4,2	%	25,7	31,5	40,6		29,5	32,0	33,1	31,8	35,9
Humidité pF 3	%	36,1	43,3	51,2		40,2	42,6	41,0	41,4	49,0
Humidité pF 1,9	%	46,5	50,3	55,5		46,2	44,5	44,9	46,4	52,5
Capacité maximum pour l'eau	%	63,2	73,0	68,6		60,5	60,4	58,4	67,5	72,2
ANALYSE CHIMIQUE (sur terre séchée à l'air)										
MATIERE ORGANIQUE										
Carbone total	%	1,30	0,288	0,198		3,61	2,00	0,62	3,14	0,495
Azote total	%	0,066	0,0103	0,0075		0,170	0,116	0,037	0,264	0,037
C/N		19,7	28,0	26,4		21,2	17,3	16,7	11,9	13,3
COMPLEXE D'ECHANGE										
pH (eau, sur pâte de sol)		4,50	4,45	4,40		5,30	5,20	5,30	5,90	4,90
CaO meq. p. 100 gr		2,46	0,40	0,28		5,24	3,80	1,80	8,16	3,76
MgO meq. p. 100 gr		6,90	0,94	0,91		5,31	4,36	2,39	8,97	9,50
K ₂ O meq. p. 100 gr		0,082	0,138	0,051		0,21	0,172	0,58	0,65	0,040
Na ₂ O meq. p. 100 gr		0,51	0,93	0,15		0,29	0,69	1,04	0,31	1,32
Valeur S : meq. p. 100 gr		9,95	2,41	1,39		11,0	9,02	5,81	18,1	14,6
T (cap. d'éch.) meq. p. 100 gr		18,3	16,8	16,9		22,0	17,9	17,9	21,2	24,5
V (coefficient saturation)	%	54,4	14,3	8,2		50,0	50,4	32,5	85,8	59,6
P ₂ O ₅ de réserve	%	-	-	-		0,230	-	0,176	0,107	-
Cl soluble : meq. p. 100 gr		-	-	-		<0,02	-	0,060	-	-
Couleur humide (code Munsell)		3/4 5 YR Brun Rouge foncé	5/4 5 YR Brun Rouge	3/4 2,5YR Rouge Brun foncé		3/2 10 YR Brun Gris très foncé	3/2 7,5YR Brun foncé	4/4 7,5YR Brun foncé	3/2 7,5YR Brun foncé	3/2 5 YR Brun Rouge foncé
Nature des argiles		GA 37-3 : Métahalloysite, un peu d'hématite possible, probablement produits amorphes. GA 21-3 : Halloysite, métahalloysite, peut-être un peu de fire-clay, un peu de goethite.								
Remarques		1 - Echantillon 37-3 prélevé en flanc de ravin à un niveau correspondant à un tuf fortement altéré. 2 - Quantités importantes d'alumine parmi les éléments échangeables dans 37-2, 37-3 et 28-2.								

Type de sol

Sol à Gley tacheté eutrophe

[illegible]

TAB. XVII

SOLS DE L'ILE DE MANGAREVA
ELEMENTS TRACES (en parties par million)
SOLS FORMES A PARTIR DES SEULS PRODUITS DU VOLCANISME

		Mn	Ga	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Ni	Co	Cr	Cs	Sr	Ba	Li
GA	21	2000	16	2.4	2	80	80	80	240	200	2400	800	160	80	8
	25	1900	15	2.3	"	80	80	80	190	150	1500	800	150	80	8
	31	1500	14	2.2	2.2	70	70	70	150	70	1100	700	70	80	14
	41	800	16	2.3	2.3	80	80	80	190	120	1600	800	80	80	8
	51	2400	8	2.4	2.4	80	80	80	200	160	1600	800	120	80	8
	91	2000	16	1.4	2.4	80	80	160	200	160	80	240	160	120	8
	101	2000	16	2.4	2	80	80	160	240	160	160	240	80	120	8
	151	1600	16	2.3	"	80	80	160	160	80	80	230	80	120	8
	161	1500	15	2.3	"	80	80	110	190	110	120	230	110	110	8
	181	1600	16	2.4	"	80	80	120	200	120	160	240	80	120	8
	191	2400	24	2.4	"	80	80	240	240	240	160	240	10	240	16
	201	2400	24	2.4	"	80	80	240	240	240	160	240	20	240	16
	211	1500	15	2.3	"	80	80	150	230	150	150	230	10	150	8
	231	1500	15	2.3	"	80	80	150	230	150	380	230	20	80	8
	251	1600	16	2.4	"	80	80	160	240	240	400	240	24	80	16
	271	1500	15	2.2	"	70	70	220	220	220	150	220	15	70	7
	341	1000	14	2.1	"	70	70	140	210	210	210	210	10	70	7
	361	1600	16	2.4	"	80	80	250	240	240	240	240	10	80	8
	371	1600	16	2.4	"	80	80	120	240	240	400	240	10	80	8
	441	1400	14	2.1	"	70	70	140	210	210	140	210	20	70	7

Pour tous les échantillons : Pb < 2 - Bi < 8 - Ag < 2 - Rb < 2 - Ti > 2000

TAB. XVIII

SOLS FORMES A PARTIR DE PRODUITS DU VOLCANISME MELANGES DE DEBRIS CORALLIENS

	Mn	Pb	Ga	Sn	V	Cu	Ni	Co	Cr	Cs	Sr	Ba	Li
GA 131	2100	7	20	<2	7	20	70	70	140	70	2000	70	4
141	1200	18	12	18	2	18	50	20	180	60	> 2000	60	2.5
241	1300	6	20	19	6	19	60	60	180	60	1200	<60	3.5
242	700	7	20	<2	7	20	70	70	210	70	1700	70	3.5
351	1400	7	20	<2	7	20	75	75	220	75	1900	75	4

Pour ces 5 échantillons : Mo, Ag <1 - Zn <30 - Ge, Rb <2 - Ti > 2000

SOLS FORMES A PARTIR DE PRODUITS CORALLIENS NON OU TRES PEU POLLUES DES PRODUITS DU VOLCANISME

	Mn	Al	Si	Sn	V	Cu	Ni	Ti	Cr	Cs	Ba	Li	Fe
GA 133	170	<5	20	10	<1	3	2	6	6	<3	<30	16	> 2000
143	110	"	30	6	"	3	<1	6	3	"	"	16	1700
171	550	"	30	10	"	5	5	5	5	"	"	16	> 2000
173	170	"	60	6	"	2	2	6	3	"	"	16	1700

Pour ces 4 échantillons : Pb, Mo, Co, Ag <1 - Ge, GA <2 - Bi <5 - Zn <30 - Rb <10 - Sr > 1500