

Évolution des sols d'origine
volcanique sous l'influence
de reboisements en
Albizzia Falcata

R. JAMET

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

SERVICE DE L'ÉCONOMIE RURALE



Notes et documents Sciences de la Terre

N° 30

PEDOLOGIE

O.R.S.T.O.M.

TAHITI

- 1985 -

POLYNESIE FRANCAISE

O.R.S.T.O.M.

Service de l'Economie Rurale

ÉVOLUTION DES SOLS D'ORIGINE VOLCANIQUE
SOUS L'INFLUENCE DE REBOISEMENTS
EN
ALBIZZIA FALCATA

Rémi JAMET

- Mars 1985 -

SOMMAIRE

Page

INTRODUCTION

I - ALBIZZIA FALCATA, ARBRE FIXATEUR D'AZOTE.

II - SITUATION, SITE DES PARCELLES RETENUES, VEGETATION, GEOLOGIE.

III - CLIMAT

IV - METHODE D'ECHANTILLONNAGE

V - LES SOLS - CARACTERISTIQUES

- EVOLUTION SOUS L'INFLUENCE DE ALBIZZIA FALCATA

1 - Morphologie

2 - Le profil textural

3 - Propriétés physiques des sols

3.1. - Stabilité structurale

3.2. - Densité - Porosité

3.3. - L'eau dans le sol

4 - La phase minérale du sol

4.1. - Les éléments majeurs

4.2. - Déterminations qualitatives

4.3. - Les éléments-traces

5 - Le phosphore

6 - La matière organique

6.1. - Evolution de la matière organique globale et de l'azote

6.2. - Evolution des différentes fractions de la matière organique

6.3. - Composition des acides fulviques et humiques

a) Les acides fulviques

b) Les acides humiques

7 - Le complexe absorbant

7.1. - Capacité d'échange

7.2. - Les bases échangeables

7.3. - La réaction du sol

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

- Description de profils

- Méthodes d'analyses

RESUME

Dans le cadre du programme de reforestation appliqué par le Territoire depuis une vingtaine d'année, les reboisements en *Albizzia falcata* viennent en second, après les pins des Caraïbes, avec près de 2500 ha, inégalement répartis sur tous les archipels. Destinée, avant tout, à assurer la protection des sols contre l'érosion, et, de ce fait, introduite dans les secteurs les plus sensibles, cette légumineuse arborescente a aussi la réputation d'améliorer les sols qu'elle recouvre, réputation corroborée par certaines observations.

L'étude entreprise a pour but de préciser l'impact de cet arbre, une dizaine d'années après son introduction, sur la fertilité du sol. A cet effet, les caractéristiques des sols sous *Albizzia* sont comparées à celles de sols témoins demeurés sous végétation naturelle, une lande à fougères, (étude de couples), les parcelles sélectionnées étant situées dans les îles de Moorea et Huahine.

Les résultats obtenus mettent en évidence un bilan dans l'ensemble assez nettement positif, concernant en particulier le domaine de la fertilité organique marquée par un accroissement, sous *Albizzia*, de la fraction humifiée et surtout de la fertilité azotée.

La fertilité minérale s'accroît aussi, sensiblement, dans l'ensemble, bien qu'apparaisse une légère accentuation de l'acidité, en liaison avec l'accroissement du taux d'acides organiques, à un moindre degré de l'alumine échangeable.

Quant aux propriétés physiques des sols, déjà fortement érodés préalablement aux implantations des *Albizzia*, leur structure tend à s'améliorer tandis que décroît, faiblement, la porosité, et avec elle la réserve hydrique utile.

RESUME

After Caribbean pines, the "Albizzia falcata", with close to 2,500 ha unevenly distributed over the archipelagos, is second on the list in the Territory's reforestation program, in effect for some twenty years. This leguminous tree, whose principal quality is to protect the ground from erosion, and for this reason it was planted in the most fragile zones, has also acquired the reputation of improving the ground it covers, a reputation that has been corroborated by various observations.

This study is aimed at defining the tree's impact on the richness of the soil, ten years after it was first planted. The characteristics of the ground below the Albizzia tree are compared with those of test grounds covered with natural fern vegetation. The land plots chosen are on the islands of Moorea and Huahine.

On the whole the results are extremely positive, especially in the area of organic richness, where the ground supporting the Albizzia showed an increase in the humified portion, and above all in nitrate richness.

Mineral richness likewise increases appreciably on the whole, despite a slight accent on acidity, along with the rise in the level of organic acid, to a lesser degree in exchangeable alumina.

The physical structure of the ground, already heavily eroded before the planting of the Albizzia, tends to improve while the porosity of the soil tends to decrease very slightly and along with it the useful hydrous reserve.

Cette étude a été réalisée dans le cadre de la "Convention d'études pédologiques" O.R.S.T.O.M. - Territoire de la Polynésie Française, et vient compléter celles, déjà effectuées, visant à définir l'évolution des sols des îles hautes volcaniques sous l'influence de végétations introduites.

Le choix s'est, cette fois, porté sur *Albizzia falcata*, légumineuse arborescente, dont les reboisements ont acquis une assez grande extension, suivant de près ceux effectués en Pins des Caraïbes. Sur les 6 700 hectares, reboisés en Polynésie Française entre 1966 et 1983, 2 350 environ, soit plus du tiers, l'ont été en *Albizzia falcata*, avec toutefois, une répartition très inégale d'un archipel à l'autre : 152 ha aux Iles du Vent, 1 083 ha aux Iles sous le vent, 613 ha aux Iles Australes, 240 ha aux Iles Marquises, 235 ha dans l'archipel des Gambiers et seulement 8 ha dans celui des Tuamotu.

Cinq parcelles, reboisées depuis 10 à 15 ans au moment des observations, ont été sélectionnées pour cette étude, à raison de trois dans l'île de Moorea et deux dans l'île de Huahine ; ainsi que quatre parcelles conjointes ou voisines, demeurées sous végétation naturelle, l'étude étant basée sur la comparaison des caractéristiques des sols de chacun des couples ainsi définis.

La quasi-totalité des analyses physiques, chimiques ou minéralogiques ont été effectuées dans les différents laboratoires de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy ; seules quelques déterminations physiques ont pu être réalisées localement.

I - ALBIZZIA FALCATA, ARBRE FIXATEUR D'AZOTE

Légumineuse arborescente de la famille des Mimosées, *Albizzia falcata* (dit localement Falcata), originaire de Malaisie, a été introduit à Tahiti par Harrison Smith en 1936, au jardin botanique de Papeari ; mais la germination des graines, aux téguments épais, est difficile et capricieuse.

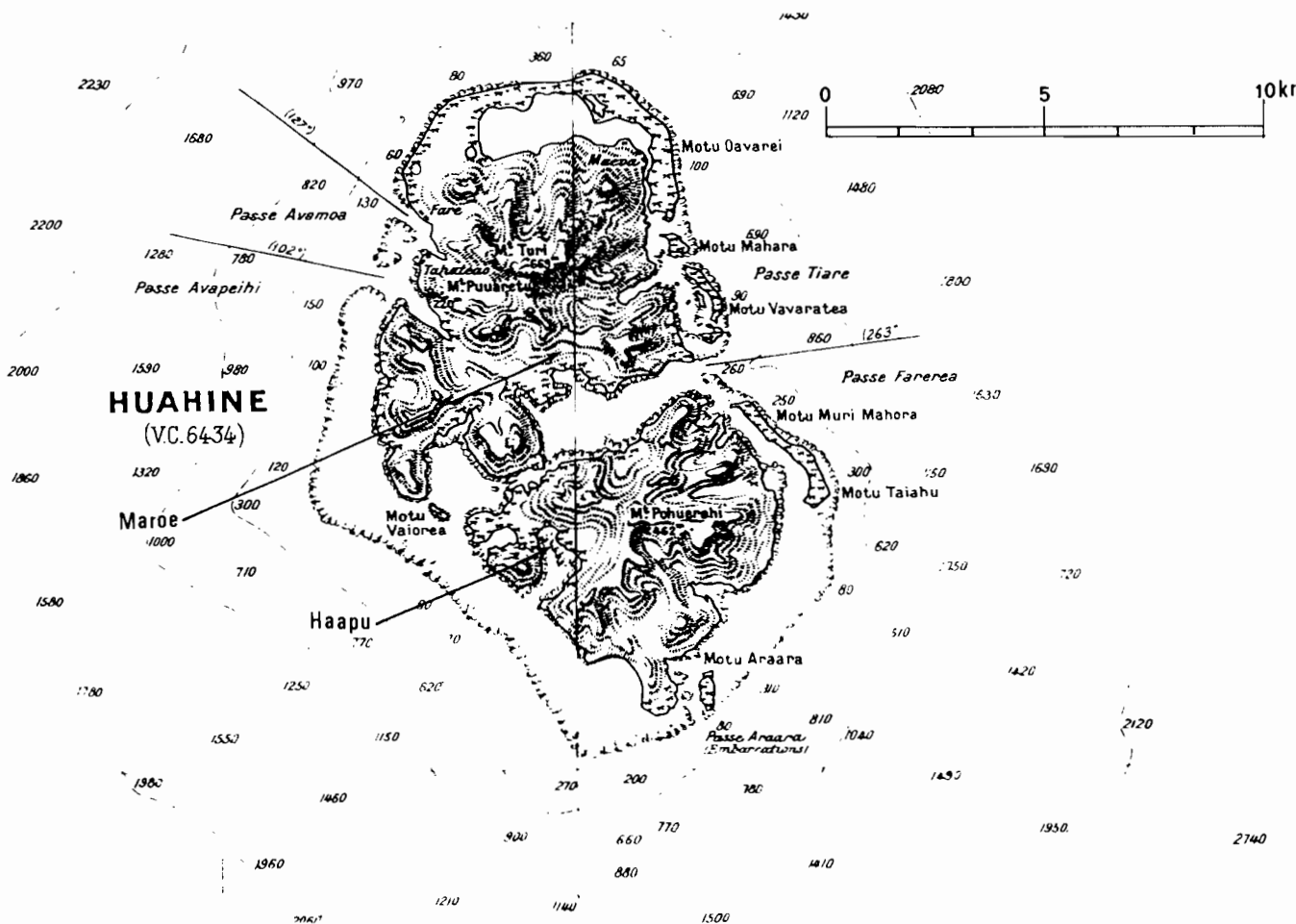
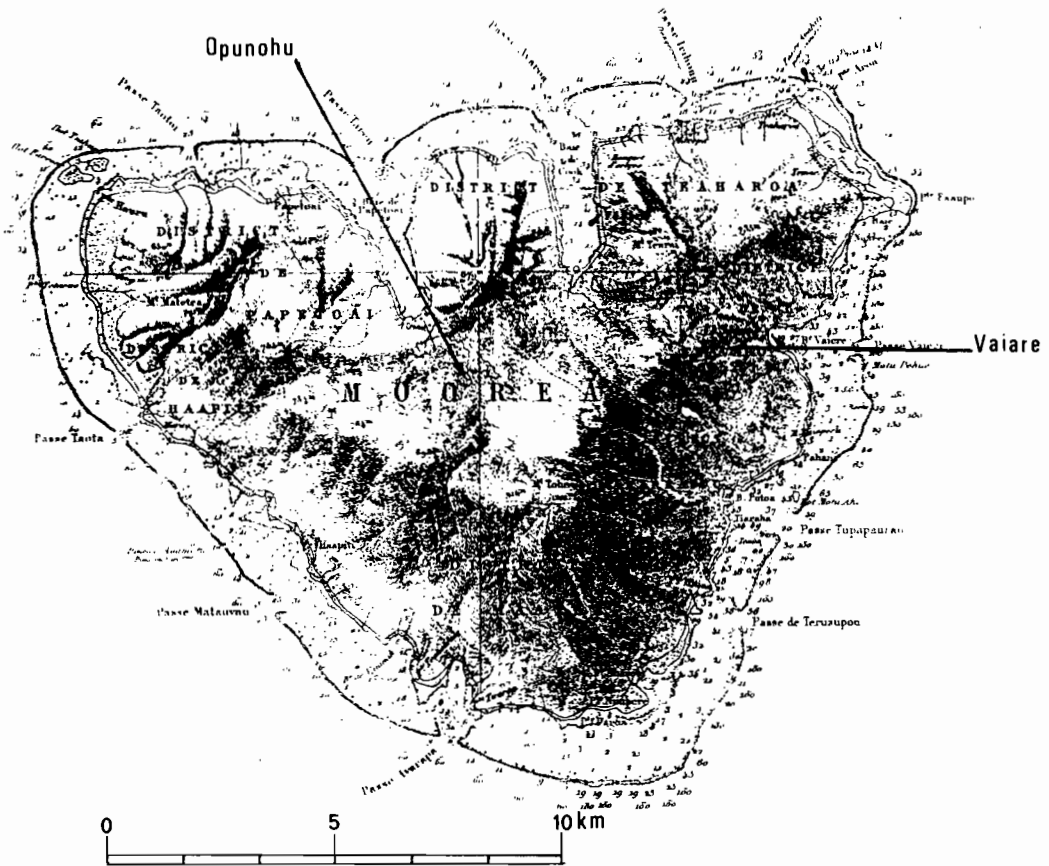
C'est un arbre de croissance rapide pouvant, dans de bonnes conditions, atteindre 15 mètres en 3 ans, 30 mètres à 9 ans.

Son puissant enracinement est essentiellement traçant, nombre de ses grosses racines courant à la surface du sol, ce qui conduit à le déconseiller en bordure des pistes qu'il peut rendre impraticables, tandis que sur les pentes, il contribue efficacement à la protection antiérosive. C'est d'ailleurs essentiellement à cet effet qu'ont été développés les reboisements en *Albizzia falcata*, reboisements de protection donc, établis prioritairement dans les secteurs les plus sensibles où sévit une érosion active, et dans les bassins versants des îles aux ressources en eaux précaires.

Il a aussi été utilisé comme arbre d'ombrage pour le caféier, mais il a l'inconvénient de voir ses grosses branches se briser facilement. Son bois léger et tendre peut être utilisé en coffrages, caisserie, ou pour la fabrication de pirogues.

En même temps qu'il protège les sols de l'érosion, *Albizzia falcata*, arbre fixateur d'azote, a aussi, de ce fait, la réputation de les améliorer. Comme chez d'autres légumineuses, ce sont des bactéries (les Rhizobium), vivant en symbiose avec la plante, qui fixent l'azote de l'atmosphère du sol et le transforment en azote combiné, cela dans des nodules développés sur les racines et dus à un développement pathologique des cellules sous l'action même des bactéries.

Et ce sont les nodules morts, aussi bien que les feuilles et toutes les parties aériennes de l'arbre qui, en retournant au sol et s'y décomposant, l'enrichissent en azote.



II - SITUATION, SITE DES PARCELLES RETENUES, VEGETATION, GEOLOGIE.

1 - Ile Moorea (Iles du Vent - Archipel de la Société)

- a) Parcelles Vaiare : V.LA sous lande à *Anuhe*
V.AF sous *Albizzia falcata*

Côte Est de l'île, petit bassin versant au-dessus de la baie de Vaiare. Flanc N.O. d'une petite croupe culminant vers 300 mètres, érodé avec loupes de glissement. Parcelles sur pentes peu accentuées de 30 à 50 %, à l'altitude de 50/60 m.

Substrat basaltique d'épanchement ancien, résultant de coulées métriques de pendage faible (6 à 10°) de laves mélanocrates.

V.LA : secteur témoin recouvert d'une lande de fougères, *Gleichenia linearis* ou *Anuhe*, peu élevées et peu denses, parsemées de *Metrosideros collina* (Pua Rata) arbustes chétifs.

V.AF : plantation d'*Albizzia falcata* de 1 hectare environ, âgée de 10 ans ; hauteur maximale \approx 20 m ; diamètre des troncs à 1 mètre : de 30 à 80 cm ; espacement : 7 à 8 m, avec des manquants.

Les deux secteurs sont séparés par une ravine assez importante.

- b) Parcelles Opunohu : OP.LA2 sous lande à *Anuhe*.
OP.AF2 } sous *Albizzia falcata*.
OP.AF3

OP.LA2 : parcelle témoin, sur le tiers supérieur de la pente O.S.O. d'une petite croupe culminant à environ 90 m ; pente au niveau du profil : 30 %. Lande à *Gleichenia linearis* (*Anuhe*), élevée et dense avec petits goyaviers épars.

OP.AF2 : parcelle d'*Albizzia falcata* de un peu plus de 1 ha, à proximité immédiate de la parcelle précédente sur pente semblable, à la même altitude.

Arbres médiocres d'une dizaine d'année, mais peu de manquants.

OP.AF3 : parcelle d'*Albizzia falcata*, beaux arbres d'une douzaine d'année, couvrant plus de 1 ha. Sur colline symétrique, sise de l'autre côté de la vallée, pentes de 15 à 20 %, à environ 90 mètres d'altitude.

Le substratum géologique est, pour l'ensemble de ces parcelles, constitué de basalte mélanocrate, assez riche en phénocristaux d'augite et d'olivine.

2 - Ile de Huahine (Iles sous le Vent - Archipel de la Société)

- a) Parcelles Maroe : MAR.AN sous lande à *Anuhe*
MAR.AL sous *Albizzia falcata*

Au Sud de l'Ile du Nord (Huahine Nui) dans l'axe de la baie Faie, au-dessus de la baie Maroe et de la route.

MAR.AN : parcelle témoin sous lande à *Gleichenia linearis* (*Anuhe*) parsemée de *Metrosideros collina* (Pua Rata) et de quelques *Pandanus*.

Sur pente moyenne de 35 %, à l'altitude de 130 mètres.

MAR.AL : parcelle reboisée en *Albizzia falcata*, assez beaux arbres d'une dizaine d'année ; en contrebas de la route, dans le prolongement de la parcelle précédente, pente ondulée, érodée, de 35 à 40 % (mi-pente) à l'altitude de 110 mètres.

Le substrat de ces deux parcelles est un basalte gris-bleu avec, fréquemment, des phénocristaux jaune d'olivine, noirs d'augite et dont apparaissent quelques gros blocs en surface, ainsi que des blocs d'une roche grenue (gabbro) provenant vraisemblablement d'un dyke voisin.

- b) Parcelles Haapu : HA.AN sous lande à *Anuhe*
HA.AL sous *Albizzia falcata*

A l'Ouest de l'Ile du Sud (Huahine Iti) sur la baie de Haapu.

HA.AN : parcelle témoin sous lande à *Gleichenia linearis* (*Anuhe*) avec *Metrosideros collina* (Pua Rata) épars, et *Miscantus japonicus* (Aeho). Secteur faiblement vallonné, pente de 40 % sud, à l'altitude de 30 mètres.

HA.AL : parcelle d'*Albizzia falcata*, inférieure à 1 ha ; gros arbres d'une quinzaine d'année, à proximité d'une cocoteraie. Pente plus faible, de 20 %, à l'altitude de 35 mètres.

Le substrat de ces parcelles est un tuf, débris volcaniques plus ou moins grossiers et lités, dont la puissance ne dépasse guère 2 mètres.

III - CLIMAT

Précipitations : Il n'existe, pour Huahine, qu'un seul poste pluviométrique situé à Fare sur la côte Ouest, sous le vent de l'île. La pluviosité moyenne annuelle y atteint 2 824 mm. Il est probable qu'à Haapu, sous le vent également de l'île, les précipitations soient voisines, mais supérieures sur les parcelles de Maroe sises à 140 m d'altitude, le gradient pluviométrique croissant en effet rapidement avec celle-ci.

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jlt.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
FARE (Huahine) 11 m	396,5	300,0	247,8	217,2	208,9	139,8	185,2	78,4	134,2	220,6	336,7	358,8	2824,2
AFAREAITU (Moorea) 3 m	378,1	262,4	226,0	162,8	132,1	96,7	96,6	86,2	93,6	136,9	249,2	320,9	2241,4
OPUNOHU (Moorea) 90 m	476,9	351,2	277,0	199,4	161,4	176,9	145,9	150,2	141,1	224,8	313,8	476,3	3094,9

Périodes : Fare = 1975-1983 - Afareaitu = 1961-1983 - Opunohu = 1970-1983.

PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES

A Moorea, les postes de Opunohu et de Afareaitu proches des secteurs retenus, reçoivent, respectivement, des précipitations de 3 094 et 2 241 mm, celles reçues par les parcelles voisines de Opunohu et Vaiare étant sans doute très proches.

Il est à noter, pour le secteur d'Afareaitu, le net ralentissement des précipitations, moins sensible ailleurs, durant les 4 mois de Juin à Septembre.

Pour chacune de ces stations, les écarts à la moyenne sont importants, se traduisant ainsi par rapport à la moyenne annuelle :

FARE : 2824 $\begin{matrix} + 1000 \\ - 1600 \end{matrix}$ mm ; AFAREAITU : 2241 $\begin{matrix} + 1300 \\ - 1200 \end{matrix}$ mm.

OPUNOHU : 3094 $\begin{matrix} + 1800 \\ - 1000 \end{matrix}$ mm

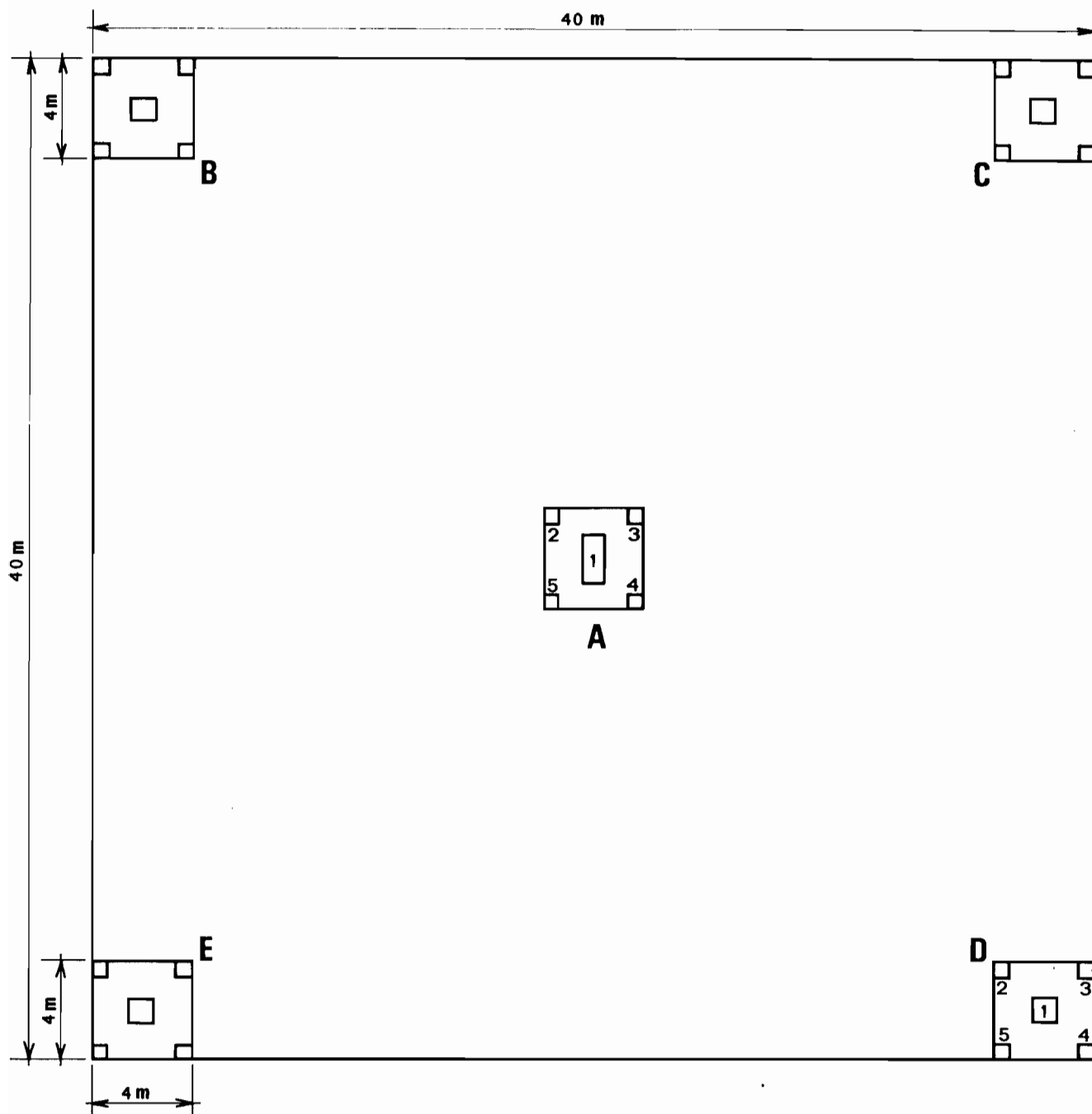
La température moyenne annuelle n'est connue ni pour l'une, ni pour l'autre des 2 îles concernées, aucun enregistrement n'y étant effectué. Elle est comprise entre 25°7 et 26°7 températures moyennes respectives des îles de Tahiti et Bora-Bora situées de part et d'autre.

Il en est de même pour l'humidité relative moyenne journalière qui, à Tahiti et Bora-Bora, varie respectivement de 77 à 81 % et 75 à 79 %.

IV - METHODE D'ECHANTILLONNAGE

Cette étude a été réalisée par comparaisons à l'intérieur de couples : sols sous lande à *Anuhe*/sols initialement sous la même végétation et reboisés depuis 10 à 15 ans en *Albizzia falcata*, et de couples entre eux.

Dans chacune des plantations d'*Albizzia* sélectionnées, a été délimitée une parcelle de forme et dimensions variables avec la configuration du reboisement, la présence ou non de "trous" dus aux manquants, la dimension moyenne des parcelles étant de 40 m x 40 m. Il est procédé de même dans la lande voisine de chacun des secteurs reboisés.



Plan de prélèvements des échantillons.

Au centre et en chacun des angles des parcelles ainsi définies, sont délimitées 5 microparcelles A-B-C-D-E de 3 à 4 mètres de côté. En A (centre) est creusée une fosse dont la profondeur varie en fonction du matériau rencontré de 1,2 à 2,2 mètres ; au centre de B-C-D-E sont creusés des trous de 0,5 m, et en chacun des angles de ces 5 microparcelles de petits trous de 30 cm. Les prélèvements sont effectués, au sein de chacun des couples, sur des tranches de sol de 10 cm et à la même profondeur, mais à profondeur pouvant varier, d'un couple à l'autre, en relation avec la morphologie du sol.

- Les premier et second prélèvements (0-10 et 20-30 cm) sont effectués en chacun des angles et centres des 5 microparcelles. Après mélange et homogénéisation, un échantillon moyen de chacun de ces prélèvements est d'abord obtenu pour chacune des microparcelles. Du mélange de ces 5 échantillons sera extrait l'échantillon final issu des 25 prélèvements ;

- le troisième prélèvement (40-50 cm) est effectué uniquement au centre des 5 microparcelles, l'on en retire un échantillon moyen ;

- les quatrième (70-80 ou 80-90 cm) et cinquième (100-110 ou 140-150 cm) prélèvements sont effectués uniquement dans la fosse centrale.

V - LES SOLS - CARACTERISTIQUES

EVOLUTION SOUS L'INFLUENCE DE ALBIZZIA FALCATA

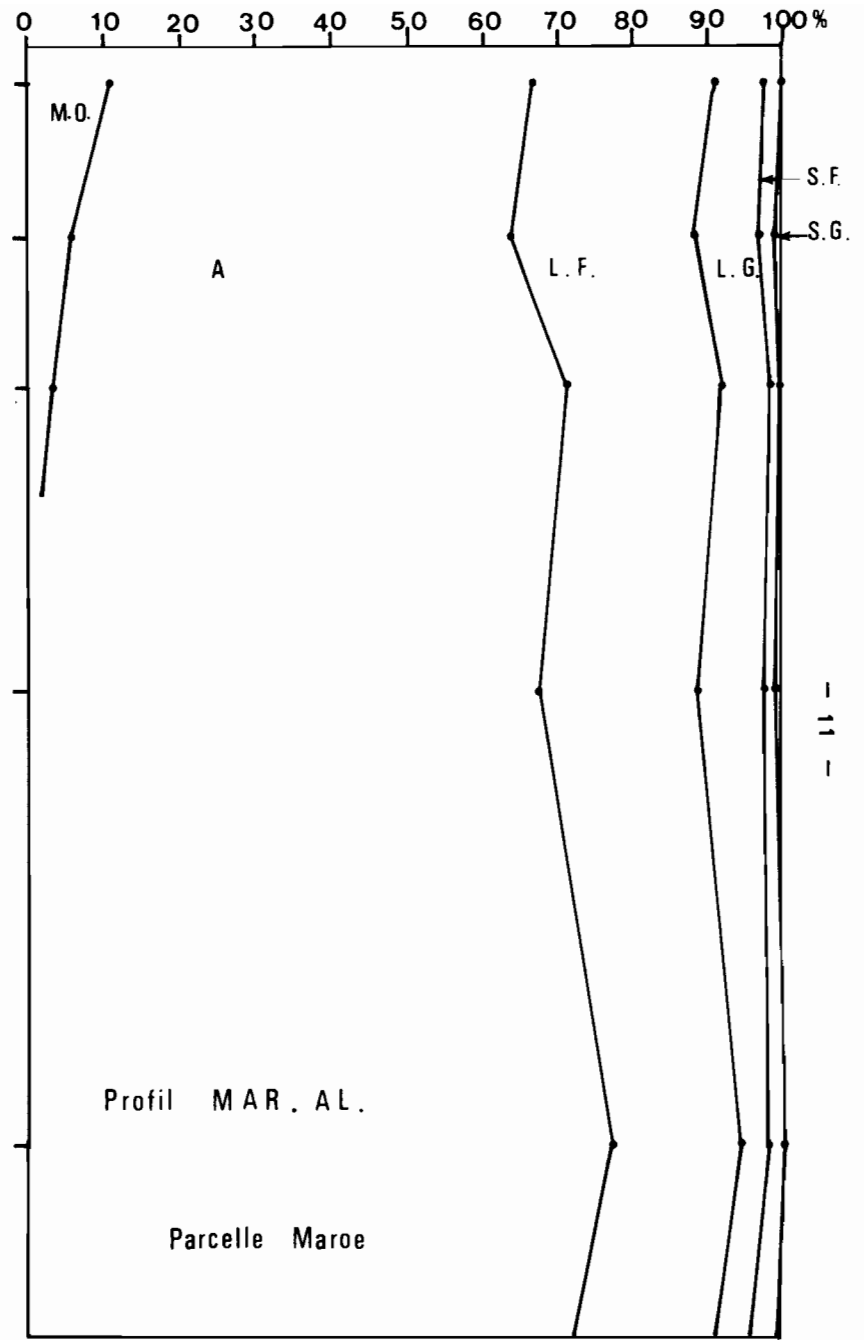
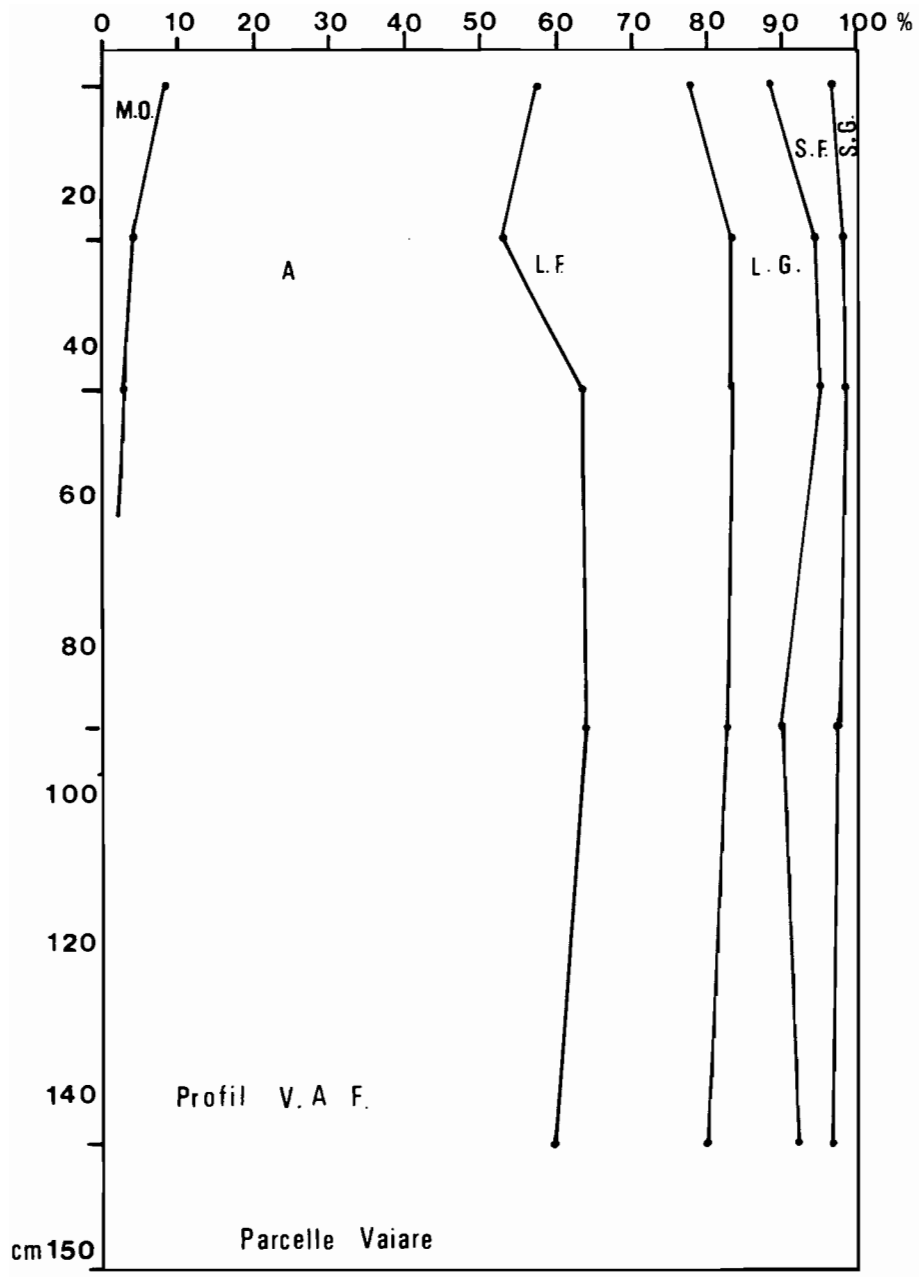
1 - Morphologie

La caractéristique première des sols de chacune des parcelles étudiées est leur faible épaisseur. L'horizon C1, roche altérée friable (ou mamu) y apparaît entre 15 et 70 cm, sa profondeur moyenne ne dépassant pas 32 cm.

De l'horizon humifère A1, de 10 à 20 cm d'épaisseur, de structure grumeleuse à polyédrique subanguleuse fine à très fine, l'on passe à un horizon de transition vers C1, généralement assez difficile à définir car, bien qu'ayant déjà, parfois, les caractéristiques de C1, il est toujours assez riche en matière organique (4 % en moyenne). Cet horizon pourra être un A3 ou AB3 ou AC selon qu'il est plus proche de A ou de C ; l'horizon C1 étant lui-même, en sa partie sommitale, assez fortement pénétré par la matière organique qui y atteint 2,5 % en moyenne. Meuble, bien structuré, l'horizon de transition possède, comme A1, une macro et microporosité élevée, l'eau y filtre rapidement jusqu'au mamu (C1). A ce niveau, le drainage se ralentit et il se produit un écoulement latéral interne vers le bas de la pente. Ce n'est qu'au moment des fortes précipitations que peut se produire un engorgement momentané des horizons de surface, entraînant un écoulement superficiel qui favorise l'érosion, engorgement d'autant plus rapide que le sol est moins profond.

Sous *Albizzia falcata*, le système racinaire favorise l'écoulement vers la profondeur et ses grosses racines, courant en surface, ralentissent les écoulements superficiels, accentuant ainsi son action antiérosive.

Les sols issus de roches basaltiques sont de teinte sombre, bruns à gris-brun (5 à 10 YR 3/3 ou 3/4) ; font exception les sols issus de tufs brun-rouge à rouges.



PL.1 Profil textural

(Analyses sur terre conservée humide. Résultats au % de terre sèche)

Tableau 1

Végét.	Echant.	Prof. cm	Horiz.	Refus > 2 mm	En % de la terre fine < 2 mm				
					Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers
Lande	V.LA	11 0-10	A1	9,7	57,5	17,6	9,7	5,5	2,0
		12 20-30	AB	1,3	56,0	17,7	8,1	6,8	7,5
		13 40-50	C	3,0	50,0	25,8	17,1	5,4	1,4
		14 80-90	C	0	47,7	22,7	16,0	10,2	3,7
Albizzia	V.AF	11 0-10	A1	0	48,9	20,4	10,9	8,2	4,8
		12 20-30	A3	1,1	59,6	20,1	11,0	4,0	2,1
		13 40-50	B3	2,8	60,5	19,5	12,0	3,5	1,4
		14 80-90	B3C	1,1	63,7	19,0	7,5	6,9	2,7
		15 140-150	C	1,1	60,5	20,0	12,0	4,0	1,5
Lande	OP.LA	21 0-10	A1	4,4	52,1	21,6	6,0	7,4	2,2
		22 20-30	AC	2,9	64,0	17,4	7,0	6,5	2,5
		23 40-50	C	7,8	60,0	19,7	10,5	5,3	3,0
		24 70-80	"	1,5	65,3	16,7	7,0	6,4	3,8
		25 100-110	"	0	58,0	22,5	7,1	8,5	3,1
		26 130-140	"	4,1	57,0	26,4	7,9	5,8	2,0
Albizzia	OP.AF	21 0-10	A1	2,0	49,0	23,5	8,4	6,5	3,4
		22 20-30	AC	9,1	64,5	20,8	4,6	4,6	3,1
		23 40-50	C	5,4	62,5	21,8	6,5	3,2	3,6
		24 100-110	"	21,8	35,3	26,9	21,0	14,4	2,5
"	OP.AF	31 0-10	A1	0	57,0	22,5	5,3	3,8	0,7
		32 20-30	AC	0,7	58,0	23,7	10,8	3,6	1,5
		33 40-50	C	1,5	52,2	26,0	13,4	4,9	2,2
		34 70-80	"	5,6	52,6	26,7	12,7	4,7	2,4
		35 100-110	"	2,4	31,6	32,3	19,1	14,2	2,5
		36 140-150	"	14,9	26,0	34,3	18,5	14,6	6,0
Lande	MAR.AN	11 0-10	A1	0	55,0	23,0	6,6	2,8	1,0
		12 20-30	AC	6,6	51,5	26,6	10,5	4,2	2,5
		13 40-50	C	0,8	52,0	26,0	12,0	6,0	1,5
		14 80-90	"	0	51,0	23,4	16,5	7,3	1,5
		15 140-150	"	0	58,9	31,4	8,0	0,3	0,3
		16 200-210	"	0	51,0	27,9	10,5	9,0	0,5
Albizzia	MAR.AL	11 0-10	A1	0	57,6	24,5	6,5	1,9	0
		12 20-30	AC	0,8	59,0	24,2	9,4	2,3	0,8
		13 40-50	C	0	68,0	21,0	7,3	0,8	0
		14 80-90	"	4,7	68,0	21,0	8,6	1,5	0,5
		15 140-150	"	2,4	78,0	16,8	3,0	1,1	0
		16 200-210	"	0,7	62,0	22,0	7,3	5,9	1,5
Lande	HA.AN	11 0-10	A1	0	69,2	15,5	5,3	2,6	0
		12 20-30	A3	0	50,5	35,8	5,5	3,1	0
		13 40-50	C	0	68,0	19,3	6,9	3,4	0
		14 70-80	"	0	50,7	30,1	17,0	1,8	0
		15 100-110	"	0	51,0	30,0	17,0	1,8	0
		16 150-160	"	0	50,9	21,5	24,6	2,4	0
		17 200-210	"	0	37,0	37,0	17,2	7,4	0,8
Albizzia	HA.AL	11 0-10	A1	0	49,4	29,0	5,5	3,5	0,5
		12 20-30	A3	2,7	69,0	19,2	5,5	3,1	0,7
		13 40-50	C	0	69,9	18,6	5,5	2,3	0,6
		14 70-80	"	0	67,9	18,5	11,0	1,5	0
		15 100-110	"	0	47,0	32,5	13,5	4,1	1,2
		16 150-160	"	3,9	44,0	35,4	16,0	2,0	1,9
		17 200-210	"	0,8	48,6	32,4	6,8	9,4	2,1

GRANULOMETRIE DE LA TERRE FINE < 2 MM CONSIDEREE SECHEE A 105°C.

(Analyse sur terre humide)

2 - Le profil textural

Les sols, dans leur ensemble, et particulièrement ceux issus de tufs, sont de texture extrêmement fine.

Les éléments grossiers > 2 mm, quasiment absents de ces derniers, peuvent, sur roches basaltiques, très rarement, atteindre 10 voire 20 % (petits graviers durs, parfois ferruginisés); dans l'ensemble il ne s'en trouve guère plus de 1 à 5 %. Au sein de la fraction fine, dominant et très nettement, sauf parfois au-dessous de 1 mètre, les argiles (< 2 μ), l'horizon Al pouvant toutefois être marqué par un certain appauvrissement qui, en moyenne, apparaît plus accentué sous *Albizzia falcata* : 52 % d'argile en Al contre 58 % sous lande.

Les teneurs en argile sont maximales dans la partie médiane des profils, au sein de l'horizon d'altération Cl : la teneur moyenne y dépasse 60 %, quant aux valeurs maximales elles atteignent 70 %.

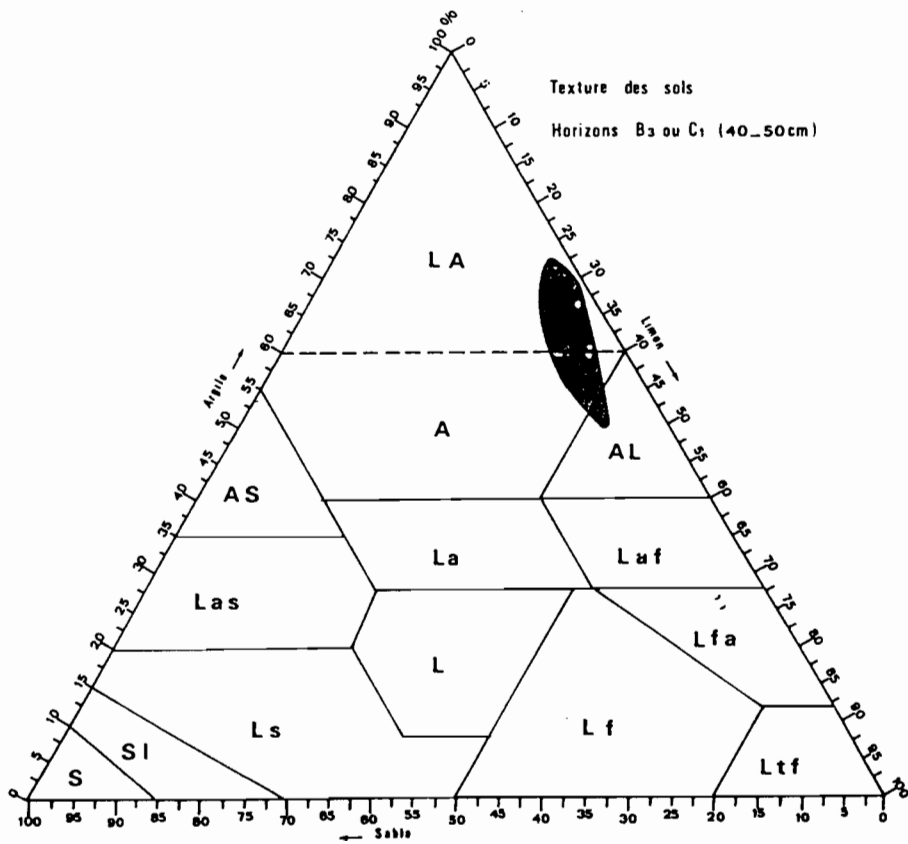
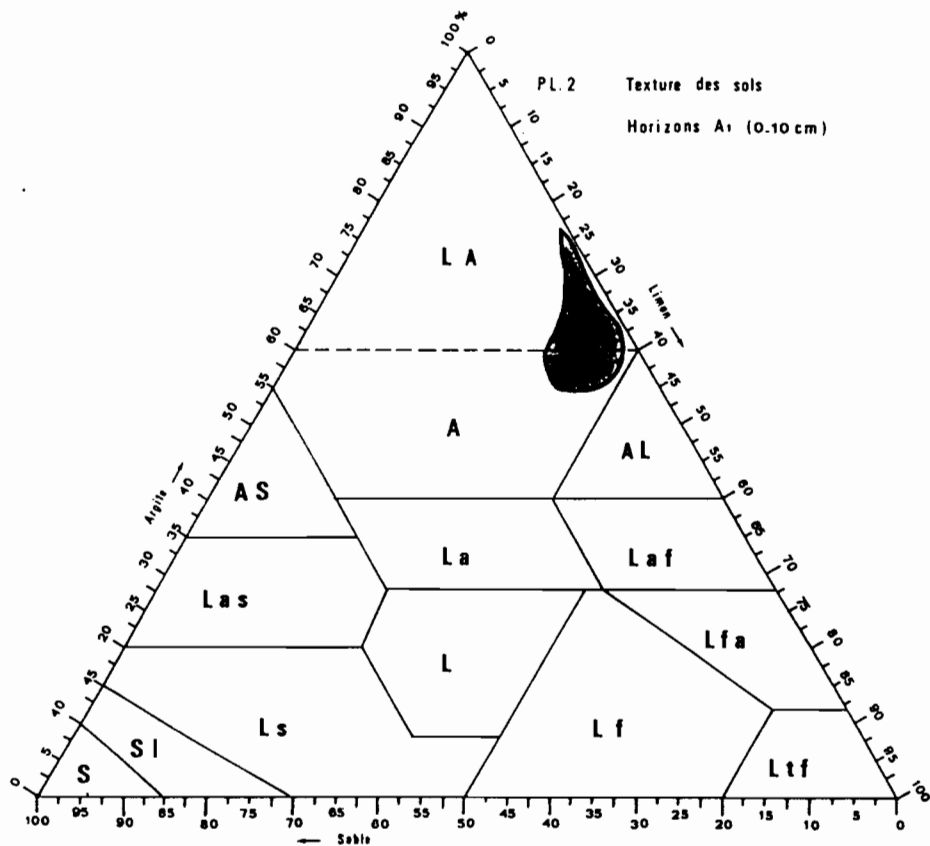
Dans ces matériaux non quartzeux, les sables, fines lithoreliques, ou minéraux primaires, sont très peu abondants : moins de 3 % de sables grossiers, un peu plus, parfois, de sables fins, en particulier en profondeur. Quant aux limons fins (2-20 μ) ils constituent de 20 à 30 % de la phase solide du sol, croissant légèrement vers la profondeur.

3 - Propriétés physiques des sols

3.1. - Stabilité structurale

La structure des horizons humifères de l'ensemble des sols étudiés, grumeleuse à polyédrique subanguleuse, est bonne et aucune différence notable n'apparaît entre les sols sous végétation naturelle (*Gleichenia linearis* ou *Anuhe*) et sous *Albizzia falcata*.

Cependant, le coefficient d'instabilité structurale (Is) y croît sensiblement, à Moorea, des parcelles Opunohu aux parcelles Vaiare, de 0,2 unité. Les sols des premières sont faiblement désaturés en Al, riches en



matière organique et en calcium échangeable ; la désaturation des seconds est nettement plus accentuée, les teneurs en matière organique, bien qu'encore élevées, et en ions Ca^{++} , sont plus faibles, ce qui contribue à expliquer cela.

D'autre part, au sein même de chacune de ces parcelles, l'on observe une légère croissance de la stabilité structurale sous *Albizzia falcata*, (Is décroît de 0,1 unité).

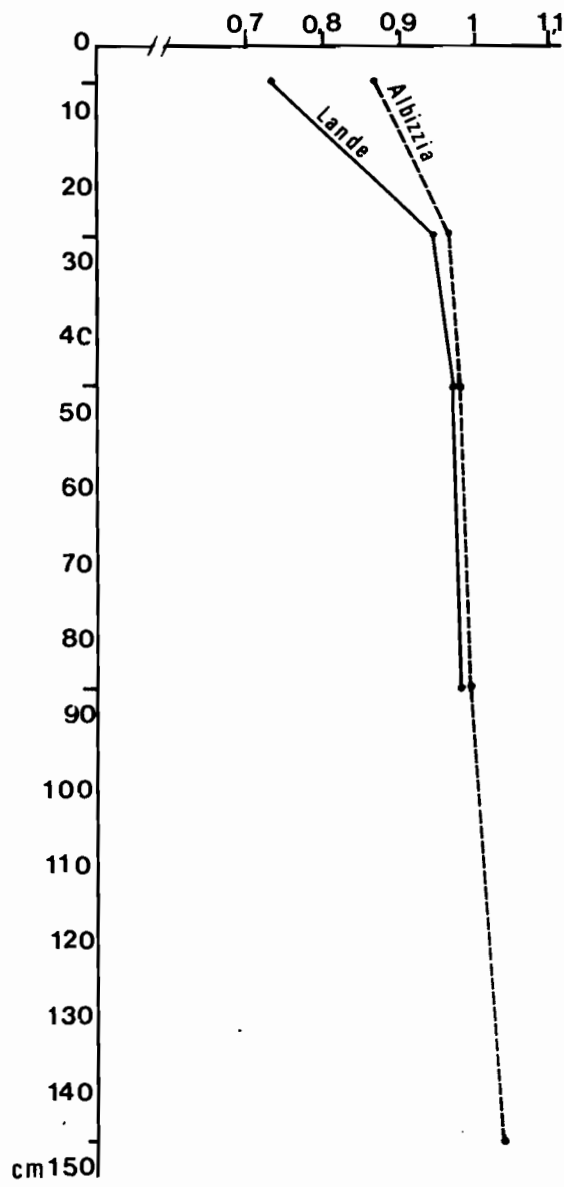
Parallèlement, la dispersion A + L croît très nettement d'Opunohu à Vaiare et décroît légèrement des parcelles sous lande à *Anuhe* à celles sous *Albizzia*.

Echant.	Végétation	Prof. cm	S/T %	M.O. %	Ca^{++} mé/100 g	A + L %	Is
V.LA 11	Lande à Anuhe	0-10	12	7,4	1,26	34,2	0,6
V.AF 11	<i>Albizzia falcata</i>	"	22	8,6	2,38	27,8	0,5
OP.LA 21	Lande à Anuhe	"	41	11,0	6,41	22,4	0,4
OP.AF 21	<i>Albizzia falcata</i>	"	75	10,1	7,25	16,6	0,3
OP.AF 31	<i>Albizzia falcata</i>	"	52	11,4	6,74	17,6	0,3

3.2. - Densité - Porosité

De 2,7 en moyenne dans les horizons humifères, la densité réelle de ces sols croît légèrement en profondeur pour atteindre 2,8-2,9 vers 1,5 mètre.

La densité apparente, masse de l'unité de volume de sol sec, a été mesurée sur des échantillons de sols non remaniés, prélevés sur les profils dans des boîtes de 500 cm³, à deux couvercles, spécialement conçues.



PL. 3
Densité apparente moyenne de 3
profils sur basalte

Sous *Anuhe* : elle est, dans l'horizon humifère, en moyenne en 0,72 et croît plus ou moins régulièrement avec la profondeur pour atteindre 0,9 vers 1 mètre.

Sous *Albizzia falcata* : si elle demeure identique, voisine de 1 en profondeur, elle croît par contre, légèrement, en surface, pour y atteindre en moyenne 0,84, croissance due, pour l'essentiel à une moins grande abondance de fines racines.

Parallèlement, la porosité totale qui est, en moyenne de 73 % en A1 sous lande à *Anuhe*, y décroît faiblement à 68 % sous *Albizzia*. En profondeur elle est partout voisine de 65 %.

3.3. - L'eau dans le sol (voir planche)

L'humidité a été mesurée sur le sol en place fraîchement creusé, au mois d'Août, en saison la plus sèche et hors d'une période pluvieuse, dans les parcelles de Vaiare et Opunohu, à Moorea.

Dans la parcelle Vaiare - sous lande à *Anuhe*, le profil hydrique laisse voir une très légère croissance, de 38 à 42 % du poids du sol sec, de la teneur en eau, avec la profondeur, jusqu'à 70 cm ; elle passe par un maximum de 50 % à 90 cm puis décroît.

- sous *Albizzia falcata*, la courbe de la teneur en eau est sensiblement parallèle à la précédente, mais en retrait de 3 points jusqu'à 70 cm, au-delà elle diverge.

Dans la parcelle Opunohu - sous lande à *Anuhe*, l'humidité, légèrement supérieure (de 5 à 11 points) à celle de la parcelle précédente, en corrélation avec des teneurs en matière organique + argile, notablement supérieures, va régulièrement croissant de 43 à 60 %, jusqu'à 1,50 m.

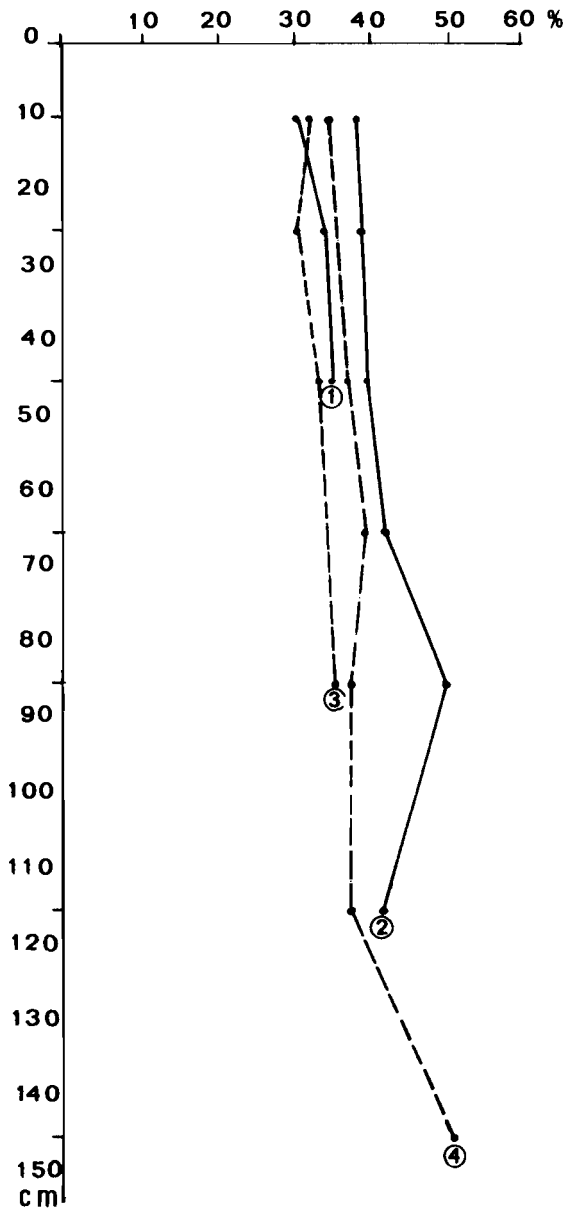
- sous *Albizzia falcata*, dans les 2 parcelles OP.AF2 et OP.AF3, le taux d'humidité croît, au sein de l'horizon humifère de 5 points environ (47 %) par rapport aux sols sous végétation naturelle.

Tableau 2

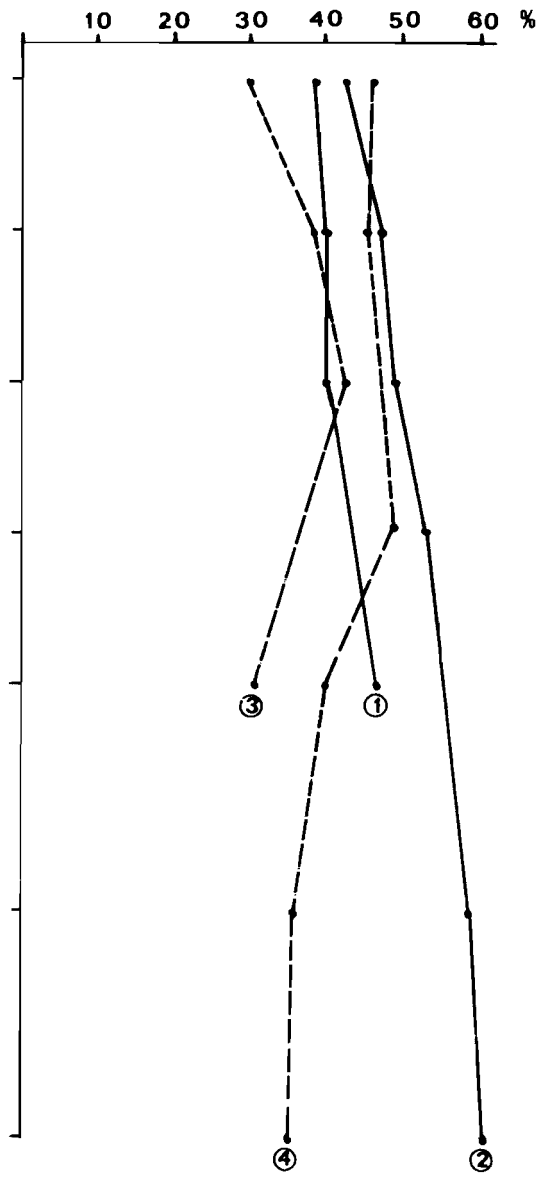
	Echant/Végétation	Profond cm	Humidité %			Eau utile P.Hyd.-pF4,2 %	Densité apparente
			pF4,2	pF2,5	Sol en place Prof. Hy. (1)		
Parcelles Vaiare	V.LA Lande à Anuhe	5-15	30,5	39,6	37,9	7,4	0,69
		20-30	33,6	41,6	39,3	5,7	0,94
		40-50	34,6	42,7	40,2	5,6	0,91
		60-70			42,2		
		80-90			49,8		
		110-120			41,7		
	V.AF Albizzia falcata	5-15	31,9	39,2	34,0	2,1	0,92
		20-30	30,4	38,8	-		0,82
		40-50	33,5	40,2	37,2	3,7	0,92
		60-70	-	-	39,9		-
		80-90	35,5	40,5	37,1	1,6	1,03
		110-120			37,3		-
		140-150			51,0		1,04
Parcelles Opunohu	OP.LA2 Lande à Anuhe	0-10	38,4	48,7	42,8	4,4	0,76
		20-30	39,9	48,2	47,1	7,2	0,95
		40-50	40,5	51,2	48,8	8,3	1,03
		60-70	-	-	53,3		-
		80-90	47,0	53,4	-		0,98
		110-120			59,0		
		140-150			60,7		
	OP.AF2 Albizzia falcata	0-10	30,3	43,9	47,9	17,6	0,81
		20-30	38,9	48,4	45,5	6,6	1,02
		40-50	43,2	49,3	-		1,04
		60-70	-	-	49,0		
		80-90	31,4	35,0	40,1	8,7	
		110-120			36,3		
		140-150			35,8		
	OP.AF3 Albizzia falcata	0-10	41,4	51,3	46,6	5,2	0,81
		20-30	43,4	51,7	-		1,10
		40-50	44,0	49,7	47,7	3,7	1,03
		60-70	-	-	47,6		-
		80-90	40,5	48,9	48,2	7,7	0,95
		110-120			54,5		
		140-150			58,0		

(1) En Août (saison sèche).

L'EAU DANS LE SOL - DENSITE APPARENTE



Parcelle Vaiare



Parcelle Opunohu

1 VLA pF 4.2)
 2 VLA p.Hyd.)
 3 VAF pF 4.2)
 4 VAF p.Hyd.)

← Lande à Anuhe →

← Albizzia Falcata →

1 OPLA 2 pF 4.2
 2 OPLA 4 p.Hyd.
 3 OPAF 2 pF 4.2
 4 OPAF 4 p.Hyd.

PL.4 L'eau dans le sol - Profils hydriques (saison sèche - Août)
 - Point de flétrissement (pF 4.2)

En-deçà de cet horizon, la courbe de distribution de l'eau est en retrait, légèrement, de 2 à 8 points, sur tout le profil de la parcelle OP.AF3, et jusqu'à 70 cm dans la parcelle OP.AF2, mais très nettement au-delà où la roche altérée est ici beaucoup plus dure, moins poreuse.

Parallèlement à l'établissement des profils hydriques, des mesures d'humidité à pF 2,5 (humidité équivalente) ont été effectuées sur des échantillons conservés humides. Les valeurs obtenues sont voisines de celles données par le profil hydrique ; tous profils et horizons confondus, elles n'en diffèrent que de + 2 à 5 points.

L'eau retenue par les forces de liaison supérieures à la pression osmotique (16 Atmosphères ou pF 4,2, point de flétrissement) donc inaccessible aux racines, atteint, pour les parcelles Vaiare de 30 à 35 % du poids du sol sec, croissant avec la profondeur, aussi bien sous lande à *Anuhe* que sous *Albizzia*. L'eau utile, circonscrite par les 2 courbes profil hydrique/pF 4,2 y est donc très faible : 6 à 7 % sous lande et seulement 2 à 3 % sous *Albizzia*, soient des hauteurs d'eau moyenne de, respectivement, 26 et 16 mm pour la couche 0-50 cm du sol.

Dans les parcelles Opunohu, l'humidité à pF 4,2 est sensiblement plus élevée, de 7 points en moyenne, et croît parallèlement à celle correspondant à la capacité de rétention, de sorte que, sous lande, la teneur en eau utile est peu différente de celle observée à Vaiare (30 mm pour la même tranche 0-50 cm). Il en est de même sous *Albizzia* où la hauteur d'eau utile atteint 21 mm dans la parcelle. OP.AF3 (l'horizon A1 de la parcelle OP.AF2 fait exception).

Dans les deux cas, la réserve hydrique utile, faible, est, sous *Albizzia* et pour la tranche 0-50 cm du sol, inférieur de 10 mm, à celle existant sous la lande à *Anuhe*.

4 - La phase minérale du sol

4.1. - Les éléments majeurs

Cinq profils ont été soumis à l'analyse triacide afin de connaître la composition chimique globale des sols objets de cette étude. Le résidu étant

Tableau 3

Echantillons	VAIARE (Moorea)			OPUNOHU (Moorea)						MAROE (Huahine)			HAAPU (Huahine)		
	V.AF 12	14	15	OP.LA 22	24	26	OP.AF 32	34	36	MAR.AL 12	14	16	HAA.AL 12	15	17
Profondeur cm Horizons	20-30	80-90	140-150	20-30	70-80	130-140	20-30	70-80	140-150	20-30	80-90	200-220	20-30	100-110	200-220
Perte au feu	16,8	15,75	15,15	14,25	13,20	11,75	13,60	13,00	12,35	15,45	13,80	13,25	15,15	12,80	12,90
Résidu total	0,24	0,22	0,08	1,60	0,16	0,10	0,17	0,13	0,14	0,12	0,12	0,13	0,19	0,10	0,21
SiO ₂ silicates	31,3	30,85	29,4	31,05	34,75	33,80	33,45	32,85	36,10	22,95	26,05	27,55	26,50	31,65	28,85
Al ₂ O ₃	29,0	30,5	30,5	23,75	26,50	23,50	25,00	25,00	26,25	22,75	25,50	27,25	25,25	27,75	27,25
Fe ₂ O ₃	19,0	19,0	20,0	22,75	20,75	24,50	22,50	24,5	19,75	30,25	26,75	24,00	24,75	21,50	24,50
TiO ₂	2,65	2,70	3,65	4,40	3,60	4,20	3,60	3,50	4,60	6,80	7,20	6,90	5,20	5,10	4,00
MnO ₂	0,063	0,079	0,091	0,614	0,135	0,174	0,41	0,103	0,077	0,206	0,162	0,186	0,891	0,246	0,384
CaO	0,12	0,10	0,10	0,18	0,19	0,29	0,16	0,12	0,12	0,17	0,14	0,20	0,16	0,14	0,13
MgO	0,44	0,40	0,44	0,68	0,64	1,55	1,16	0,64	0,53	0,59	0,59	0,70	0,99	0,57	1,09
K ₂ O	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	0,13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Na ₂ O	0,18	0,20	0,18	0,15	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12	0,14	0,12	0,15	0,14	0,12
Total	99,833	99,839	99,631	99,444	100,075	100,114	99,891	99,973	99,957	99,416	100,462	100,296	99,541	100,006	99,444
SiO ₂ /R ₂ O ₃	1,29	1,22	1,15	1,37	1,48	1,46	1,44	1,37	1,57	0,92	1,03	1,09	1,09	1,29	1,14
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,83	1,71	1,65	2,31	2,22	2,44	2,27	2,23	2,33	1,71	1,73	1,71	1,78	1,93	1,79
Ca	4,28	3,57	3,67	6,42	6,78	10,34	5,71	4,28	4,28	6,06	4,99	7,13	5,71	4,99	4,64
Mg	21,83	19,84	21,83	33,73	31,75	76,88	57,54	31,75	26,29	29,27	29,27	34,72	49,11	28,27	54,07
K	0,85	0,85	0,85	0,42	0,64	2,76	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Na	5,81	6,45	5,81	4,84	3,87	3,87	4,19	3,87	4,19	3,87	4,52	3,87	4,84	4,52	3,87
me/100 g Somme	32,77	30,71	32,06	45,41	43,04	93,85	67,65	40,11	34,97	39,41	38,99	45,93	59,87	37,99	62,79

COMPOSITION CHIMIQUE DES SOLS. (TERRE FINE < 2 MM)

(ANALYSE TRIACIDE)

quasiment inexistant (< 0,5 %), cette technique nous donne directement les teneurs en éléments majeurs.

La silice : les basaltes en renferment, en moyenne, 43 % (moyenne pour 8 échantillons variés), les sols intéressés de 23 à 37 %.

La perte en est donc importante, pouvant aller de 43 % pour les sols les plus fortement désilicifiés (parcelle MAR, à Huahine), à 20 % seulement pour les sols d'Opunohu à Moorea. Cette perte est consécutive à la transformation des minéraux constitutifs de la roche en métahalloysite.

L'alumine : sa teneur moyenne (exprimée en Al_2O_3) est, dans la roche basaltique, de 15 %. L'on en observe dans le sol, un gain important, la teneur moyenne y étant de 26 %, modulée d'un profil à l'autre, de 24 à 30 %, soit un gain par rapport à la roche-mère, de 60 à 100 %. Parfois constante tout au long du profil, sa teneur peut croître, modérément toutefois, avec la profondeur.

Il y a très peu (< 1 %) d'alumine amorphe ou crypto-cristalline. Les rapports moléculaires SiO_2/Al_2O_3 fluctuent d'un profil à l'autre entre 1,7 et 2,4.

Le fer : troisième élément en quantité, il peut parfois devenir prépondérant (MAR). La roche-mère en renferme 13 % en moyenne, tandis que les teneurs moyennes, au sein des profils, varient de 19 à 27 %, soit un enrichissement de 50 à 130 %. Les variations au sein d'un même profil sont faibles ; il peut toutefois apparaître un léger enrichissement superficiel (parcelle MAR : 1,25/1).

Le fer libre susceptible d'être mobilisé par les processus pédogénétiques y entre pour une proportion assez élevée et variable de 48 à 74 %, la plus faible correspondant aux sols rouges riches en hématite.

Il n'y a pas de fer amorphe mais des hydroxydes finement cristallisés.

Tableau 4

Echant.	Prof. cm	Fer Total %	Fer Libre %	$\frac{FeI}{FeT}$
VAF.	12 20-30	19,0	11,6	0,61
	14 80-90	19,0	11,6	0,61
	15 140-150	20,0	12,6	0,63
OP.LA	22 20-30	22,75	15,0	0,66
	24 70-80	20,75	12,9	0,62
	26 130-140	24,50	15,1	0,62
OP.AF	32 20-30	22,50	16,6	0,74
	34 70-80	24,50	18,2	0,74
	36 140-150	19,75	13,4	0,68
MAR.AL	12 20-30	30,25	21,0	0,69
	14 80-90	26,75	17,3	0,65
	16 200-220	24,00	14,7	0,61
HA.AL	12 20-30	24,75	14,0	0,57
	15 100-110	21,50	10,4	0,48
	17 200-220	24,50	16,5	0,67

TENEURS EN FER TOTAL ET FER LIBRE

Le titane : inclus dans les augites titanifères, la titano-magnétite, l'ilménite et sous forme d'anatase, le titane entre pour 3,6 % en moyenne dans la constitution de la roche-mère.

Les sols étudiés en renferment des teneurs, soit moindres ou à peine supérieures (parcelles de Moorea), soit supérieures pouvant aller jusqu'au double dans la parcelle de Huahine, les teneurs variant peu au sein d'un même sol.

Eléments alcalino-terreux et alcalins : la roche-mère basaltique est, avec près de 18 %, riche en calcium et magnésium, potassium (respectivement 9,7 et 1,2 %).

Mais ces éléments sont rapidement éliminés au cours de l'altération et il n'en reste plus au total que de 0,7 à 2 % dans le sol. Le magnésium demeure l'élément le mieux représenté avec de 0,4 à 0,7 % soit 20 à 35 mé/100 g, exceptionnellement plus. Le calcium est presque entièrement éliminé, il n'en subsiste que de 0,1 à 0,2 % soit 4 à 7 mé/100 g environ. Quant au potassium les teneurs les plus fréquentes vont de 0,2 à 0,8 mé/100 g avec une répartition constante tout au long des profils.

4.2. - Déterminations qualitatives

Elles ont été effectuées par les R.X., sur le sol en sa totalité (poudre), sur des échantillons en provenance de chacune des 5 parcelles sélectionnées.

Le composant essentiel de ces sols est la métahalloysite, dont la teneur calculée oscille entre 50 et 70 %, marquant très nettement aux R.X. par ses raies dissymétriques à 7,33, 4,41 et 3,58 Å. Dans certains de ces sols (Opunohu), l'aluminium saturé, il demeure un excès de silice et sans doute se forme-t-il un peu d'argile 2/1 qui n'apparaît toutefois pas sur les diagrammes.

Dans toutes les autres parcelles où $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \approx 1,7$ apparaît de l'alumine libre cristallisée sous forme de gibbsite dont les raies à 4,86 Å

Tableau 5

	Végétation	Echant.	Prof. cm	B	Pb	Ga	Ge	Bi	Mo	Sn	V	Cu	Ni	Co	Cr	
Parcelle 1	Lande à Anuhe	V.LA	11	0-10	< 10	15	20	< 10	< 10	< 10	10	30	10	30	< 10	100
			12	20-30	"	15	15	"	"	< 10	10	30	10	80	"	800
	Albizzia f	V.AF	11	0-10	"	15	15	"	"	< 10	< 10	150	10	30	"	500
			12	20-30	"	15	20	"	"	10	< 10	200	10	80	"	300
			13	40-50	"	15	20	"	"	< 10	10	100	10	50	"	300
	Parcelle 2	Lande à Anuhe	OP.LA	21	0-10	"	< 10	20	"	"	< 10	< 10	300	10	80	30
23				40-50	"	"	30	"	"	< 10	< 10	100	50	50	30	1000
25				100-110	"	"	20	"	"	< 10	< 10	300	50	150	15	>1000
Albizzia f		OP.AF	21	0-10	"	"	20	"	"	< 10	< 10	300	30	100	30	1000
			23	40-50	"	"	20	"	"	< 10	< 10	300	50	100	30	1000
			31	0-10	"	"	30	"	"	< 10	< 10	500	30	100	30	>1000
33	40-50	"	"	25	"	"	< 10	< 10	500	30	100	30	>1000			
Parcelle 3	Lande à Anuhe	MAR.AN	11	0-10	"	10	25	"	"	10	< 10	200	20	300	10	1000
			13	40-50	"	10	25	"	"	< 10	< 10	200	20	300	10	1000
			15	140-150	"	11	20	"	"	< 10	< 10	100	20	100	< 10	300
	Albizzia f	MAR.AL	11	0-10	"	10	30	"	"	10	< 10	300	20	300	30	1000
			13	40-50	"	10	30	"	"	10	< 10	300	20	300	10	1000
Parcelle 4	Lande à Anuhe	HA.AN	11	0-10	"	< 10	30	"	"	10	< 10	300	30	300	30	1000
			13	40-50	"	"	30	"	"	10	< 10	300	30	300	30	1000
			15	100-110	"	"	25	"	"	10	< 10	300	30	300	20	1000
			17	200-210	"	"	25	"	"	10	< 10	300	30	300	20	1000
	Albizzia f	HA.AL	11	0-10	"	"	30	"	"	10	< 10	300	100	300	30	1000
			13	40-50	"	"	30	"	"	10	< 10	300	100	300	30	1000

LES ELEMENTS-TRACES DANS LES SOLS SOUS LANDE A "ANUHE" ET ALBIZZIA FALCATA (EN P.P.M.).

sont de faible intensité, mais plus accentuées cependant pour les sols issus des tufs volcaniques ; la teneur calculée de la gibbsite ne dépasse en effet pas 5 % dans les sols sur basalte, 8 % sur tufs.

Le fer se présente surtout sous la forme des deux oxydes, hématite et magnétite, la goethite y est moins importante; il s'y ajoute parfois un peu d'ilménite (FeTiO_3). L'hématite (raies à 2,69/2,70 et 2,51 Å) apparaît dominante, particulièrement dans les horizons les plus proches de la surface. Elle conserve son importance plus profondément où croît cependant la proportion de magnétite (2,53 Å).

L'hématite est particulièrement abondante dans les sols des parcelles de Huahine, Maroe et Haapu, cette dernière surtout dont elle colore les sols en rouge vif. Quant à la goethite, ses raies à 2,42 et 4,18 Å sont très faibles ou inexistantes.

4.3. - Les éléments - traces

Sur le tableau ci-après sont reportées les teneurs en éléments-traces obtenues par spectrométrie d'émission d'arc.

Le chrome est le plus abondant avec, dans toutes les parcelles sauf Vaiare, 1000 ppm ou davantage, cette dernière, particulièrement sous lande, n'en renferme que 100 ppm en Al. Quant à la roche-mère basaltique les teneurs y vont de 100 à 300 ppm.

Le Vanadium, présent dans la roche à hauteur de 200 ppm environ, se retrouve dans le sol à des teneurs oscillant entre 100 et 300 ppm. Comme précédemment la parcelle Vaiare fait exception, tout particulièrement les sols sous lande qui n'en renferment que 30 ppm.

Le Nickel, les teneurs les plus courantes vont de 100 à 300 ppm ; elles chutent à 30 ou 80 ppm dans la parcelle Vaiare et les sols sous lande d'Opunohu. La roche en renferme environ 150 ppm.

Le cuivre, 20 à 50 ppm en sont les teneurs les plus courantes avec des exceptions de part et d'autre : 10 ppm à Vaiare mais 100 à Haapu sous

Tableau 6

Végétation	Echant.	Prof. (cm)	P ₂ O ₅ Total ‰	P ₂ O ₅ Assim. p.p.m.	Matière organique %	
Lande à Anuhe	V.LA	11	0-10	2,16	46	7,4
		12	20-30	2,00	62	3,6
		13	40-50	2,10	69	1,9
Albizzia	V.AF	11	0-10	2,12	45	8,6
		12	20-70	2,12	42	3,9
		13	40-50	2,33	63	3,5
Lande à Anuhe	OP.LA	21	0-10	1,22	37	11,0
		22	20-30	1,04	40	3,8
		23	40-50	1,07	44	2,2
Albizzia	OP.AF	21	0-10	1,32	39	10,1
		22	20-30	1,05	32	3,6
		23	40-50	1,02	42	2,4
"	OP.AF	31	0-10	0,995	26	11,4
		32	20-30	0,750	17	2,3
		33	40-50	0,886	29	1,4
Lande à Anuhe	MAR.AN	11	0-10	1,28	41	12,0
		12	20-30	1,12	13	4,2
		13	40-50	1,27	17	2,8
Albizzia	MAR.AL	11	0-10	1,35	24	10,9
		12	20-30	1,31	8	6,7
		13	40-50	1,33	32	3,5
Lande à Anuhe	HA.AN	11	0-10	1,33	20	9,6
		12	20-30	1,26	3	3,6
		13	40-50	1,13	10	2,1
Albizzia	HA.AL	11	0-10	1,56	23	11,1
		12	20-30	1,55	24	4,3
		13	40-50	1,55	18	2,9

PHOSPHORE TOTAL ET ASSIMILABLE

Albizzia. La roche en renferme de 100 à 200 ppm.

Cobalt, dans la parcelle Vaiare et les sols sous lande de Maroe les teneurs en sont \leq 10 ppm, partout ailleurs elles atteignent 20 à 30 ppm.

Gallium, ses teneurs, pour l'ensemble des sols, varient entre 15 et 30 ppm.

Plomb, la parcelle la plus riche est ici celle Vaiare avec 15 ppm, partout ailleurs les teneurs sont \leq 10 ppm.

Pour les autres éléments dosés : Molybdène, bismuth, germanium, étain, les teneurs sont extrêmement réduites et généralement $<$ 10 ppm.

Le manganèse a été dosé avec les éléments majeurs sur les extraits de l'analyse triacide (voir tableau page). Les teneurs en sont très largement variables de 310 à près de 9000 ppm dans les sols sur tufs, la parcelle Vaiare étant, encore, nettement la plus pauvre en cet élément. Quant aux basaltes de Tahiti ils en renferment en moyenne 1700 ppm.

5 - Le phosphore

L'ensemble de ces sols, sous lande à *Anuhe* comme sous *Albizzia* avec 1 à 2 % de P_2O_5 total, n'en est que très moyennement pourvu (le basalte sain en renferme 5 %). Il est toutefois possible de différencier les sols des parcelles Vaiare qui en renferment 2 %, des autres (1 à 1,5 %). Ces teneurs, sur la tranche du sol analysée, de 0 à 50 cm, ou bien demeurent stables ou bien décroissent légèrement avec la profondeur, sans qu'apparaissent de différences notables entre les sols sous lande à *Anuhe* et ceux sous *Albizzia falcata*.

La fraction assimilable, directement accessible aux racines, est extrêmement réduite, n'atteignant jamais 70 ppm avec des minimums voisins de, ou $<$ 20 ppm dans les sols de la parcelle Haapu de Huahine, soit 1 à 4 % seulement du P_2O_5 total, toutes parcelles et végétations confondues.

Tableau 7

Végétation	Echantillon	Prof. (cm)	P ₂ O ₅ Assimilable (Olsen-Dabin)		P ₂ O ₅ soluble	P ₂ O ₅ lié à Ca ⁺⁺		P ₂ O ₅ lié à Al ³⁺		P ₂ O ₅ lié à Fe ³⁺		P ₂ O ₅ organique		P ₂ O ₅ total (nitrique) %
			p.p.m.	%		p.p.m.	p.p.m.	%	p.p.m.	%	p.p.m.	%	p.p.m.	
Lande	VLA	11 0-10	46	2,1	Tr	64	3	32	1,5	266	12,3	1374	63,6	2,16
		12 40-50	69	3,0	Tr	69	3,0	41	1,8	389	16,7	1764	75,6	2,10
Alb.	VAF	11 0-10	45	2,1	Tr	73	3,4	32	1,5	275	13	1305	61,6	2,12
		13 40-50	63	2,6	Tr	87	3,6	32	1,3	389	16,2	1832	76,2	2,33
Lande	OPLA	21 0-10	37	2,2	Tr	78	4,6	23	1,3	156	9,1	1420	82,8	1,22
		23 40-50	44	4,1	Tr	60	5,6	14	1,3	179	16,7	595	55,6	1,07
Alb.	OPAF	21 0-10	39	2,4	Tr	105	6,5	14	0,9	151	9,4	1305	80,8	1,32
		23 40-50	42	4	Tr	50	4,7	14	1,3	174	16,4	825	77,6	1,02
Alb.	OPAF	31 0-10	26	2	Tr	50	3,9	14	1,1	137	10,7	1054	82,3	0,995
		33 40-50	29	3,3	Tr	32	3,6	5	5,6	169	19,1	595	67,1	0,886
Lande	MARAN	11 0-10	41	2,3	Tr	50	2,8	18	1,0	142	8,0	1512	85,8	1,28
		13 40-50	17	1,0	Tr	32	1,9	9	0,5	137	8,0	1512	88,6	1,27
Alb.	MARAL	11 0-10	24	1,2	Tr	27	1,3	14	0,7	133	6,6	1809	75,3	1,35
		13 40-50	32	1,6	Tr	23	1,1	5	0,2	119	5,8	1878	91,3	1,33
Lande	HAAN	11 0-10	20	1	Tr	27	1,4	9	0,5	110	5,8	1740	91,3	1,33
		13 40-50	10	0,7	Tr	32	2,1	5	0,3	87	5,8	1374	91,1	1,13
Alb.	HAAL	11 0-10	23	1	Tr	32	1,4	14	0,6	142	6	2153	91	1,56
		13 40-50	18	0,8	Tr	27	1,2	9	0,4	169	7,7	1970	89,8	1,55

LES DIFFERENTES FORMES DE P₂O₅ DANS LE SOL

La majeure partie du phosphore du sol est ici liée à la matière organique : de 60 à 80 % dans les parcelles de Moorea, de 75 à plus de 90 % dans celles de Huahine et ce, aussi bien à 50 cm, où les teneurs en matière organique ne dépassent pas 2 à 3 %, que dans l'horizon humifère A1.

Une autre fraction relativement importante, croissant généralement avec la profondeur, est liée au fer. Dans les parcelles de Moorea elle atteint 10 % en A1 et 16 à 20 % à 50 cm, et seulement 6 à 8 % dans les parcelles de Huahine, sur l'ensemble de la tranche 0-50 cm, bien que les teneurs en fer y soit sensiblement identiques, voire supérieures.

Une fraction beaucoup plus faible est liée à l'aluminium et au calcium, respectivement 0,5 à 2 % et 1 à 6 %, avec, là aussi, des taux légèrement supérieurs à Moorea.

Les formes les plus fortement retenues ou " P_2O_5 d'inclusion", obtenues par différence entre P_2O_5 total (nitrique) et la somme des différentes formes précédentes peut atteindre 20 % à Moorea. Dans la plupart des cas cependant, pour les parcelles de Huahine en particulier, le phosphore obtenu par extraction à l'acide nitrique bouillant est inférieure à cette somme. Il est donc vraisemblablement dosé par défaut.

6 - La matière organique

6.1. - Evolution de la matière organique globale et de l'azote

Dans les parcelles témoins, la végétation est à nette dominante d'une fougère, *Gleichenia linearis* (Anuhe), constituant de véritables landes. Les sols y sont riches en matière organique, richesse en relation avec la densité, la hauteur du couvert végétal, qui va, pour les horizons A2 de 7,4 % (parcelle Vaiare) à 12 % (parcelle Maroe), la teneur moyenne en étant, pour les quatre parcelles étudiées, de 10 %.

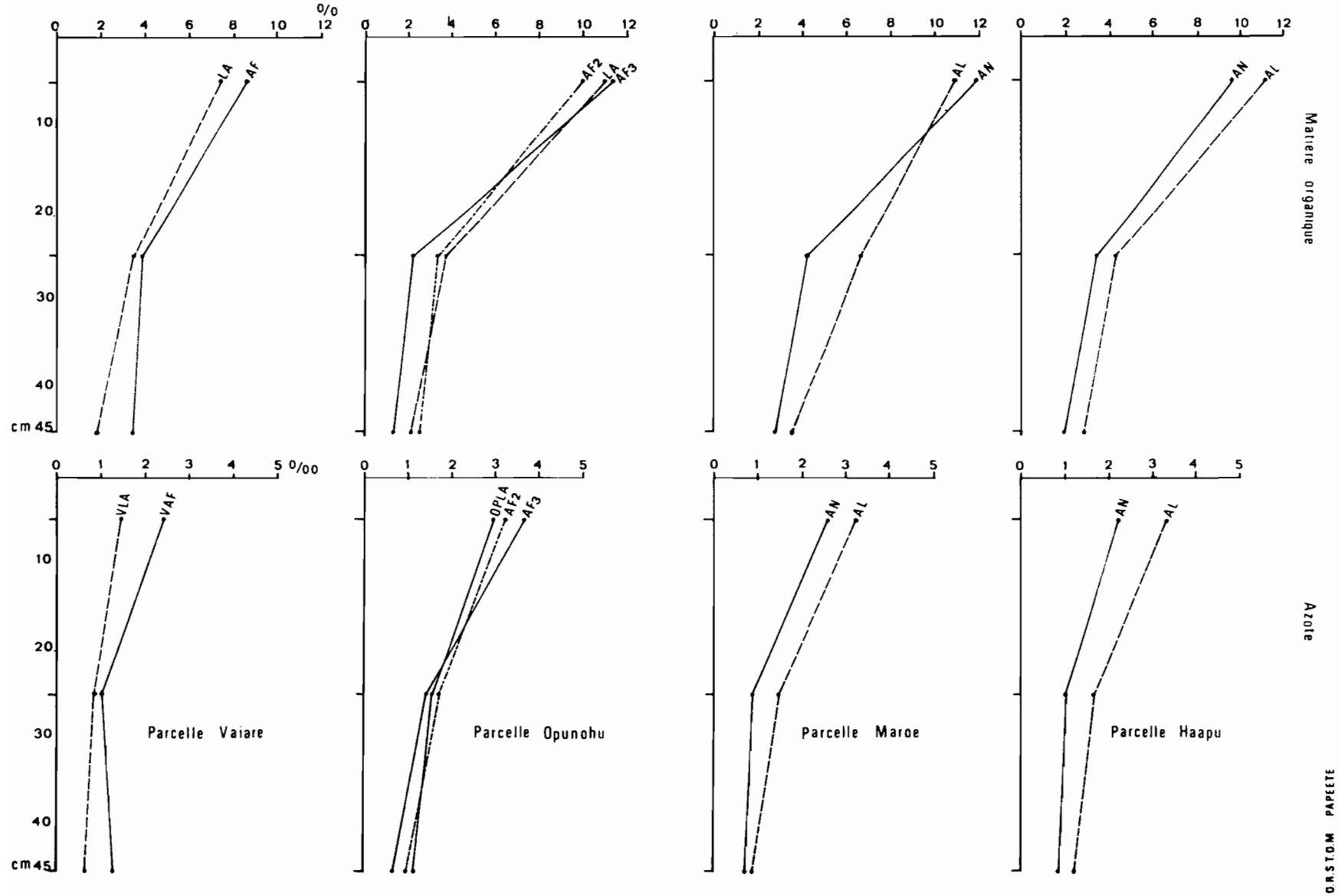
La migration, assez importante, vers la profondeur, (moyenne à 50 cm : 2,3 %) est fonction de la teneur des horizons de surface, le coefficient de migration oscillant entre 0,20 et 0,26 entre l'horizon A1 et la tranche 40-50 cm.

Tableau 8

Parcelles	Végétation	Ech.	Prof. cm	Horiz.	M.O. totale				M.O. extractible (AH+AF)		M.O. non extractible humine				M.O. légère C%	
					M.O. %	C %	N %	C/N	C %	ZdeC.T.	C %	ZdeC.T.	N %	C/N		
1 VAIARE (Moorea)	Lande	VLA	11	0-10	A1	7,4	43,1	1,49	28,9	10,27	23,82	20,48	47,51	0,660	31,0	0,95
			12	20-30	AB	3,6	21,1	0,867	24,3	4,74	22,46	4,23	20,04	0,191	22,1	0,33
			13	40-50	C	1,9	11,2	0,564	19,9							
	Alb.	VAF	11	0-10	A1	8,6	49,8	2,44	20,4	14,90	29,91	12,11	24,31	0,685	17,7	1,12
			12	20-30	A3	3,9	22,8	1,01	22,6	6,86	30,08	5,09	22,32	0,300	16,9	0,47
			13	40-50	B3	3,5	20,6	1,27	16,2							
2 OPUNOHU (Moorea)	Lande	OPLA	21	0-10	A1	11,0	63,8	3,02	21,1	13,93	21,83	37,41	58,63	1,380	27,1	2,04
			22	20-30	AC	3,8	22,1	1,74	12,7	4,76	21,53	11,50	52,03	0,899	12,8	0,26
			23	40-50	C	2,2	12,5	1,04	12,0							
	Alb.	OPAF	21	0-10	A1	10,1	58,9	3,17	18,6	14,30	24,27	32,04	54,39	1,425	22,5	1,42
			22	20-30	AC	3,6	21,1	1,58	13,4	5,15	24,40	9,69	45,92	0,745	13,0	0,30
			23	40-50	C	2,4	14,0	1,13	12,4							
	Alb.	OPAF	31	0-10	A1	11,4	66,1	3,67	18,0	18,48	27,95	17,83	26,97	1,346	13,2	3,41
			32	20-30	AC	2,3	13,1	1,00	13,1	3,80	29,00	8,12	61,98	0,956	8,5	0,19
			33	40-50	C	1,4	8,1	0,648	12,6							
3 MAROE (Huahine)	Lande	MARAN	11	0-10	A1	12,0	70,1	2,65	26,4	17,55	25,03	36,84	52,55	1,246	29,6	1,42
			12	20-30	AC	4,2	24,6	0,924	26,6	5,57	22,64	10,94	44,47	0,463	23,6	0,20
			13	40-50	C	2,8	16,5	0,800	20,6							
	Alb.	MARAL	11	0-10	A1	10,9	63,2	3,26	19,4	18,40	29,11	31,55	49,92	1,418	22,2	2,58
			12	20-30	AC	5,6	32,9	1,52	21,7	8,59	26,10	13,24	40,24	0,756	17,5	0,48
			13	40-50	C	3,5	20,5	0,913	22,4							
4 HAAPU (Huahine)	Lande	HAAN	11	0-10	A1	9,6	56,0	2,24	25,0	13,59	24,26	29,63	52,91	0,977	30,3	1,29
			12	20-30	A3	3,6	20,7	1,06	19,6	5,78	27,92	11,13	53,76	0,685	16,3	0,18
			13	40-50	C	2,1	12,1	0,881	13,7							
	Alb.	HAAN	11	0-10	A1	11,1	64,8	3,35	19,3	16,45	25,38	35,01	54,02	1,100	31,8	2,06
			12	20-30	A3	4,3	25,1	1,67	15,0	5,72	22,78	12,67	50,47	0,853	14,7	0,26
			13	40-50	C	2,9	16,7	1,24	13,4							

LA MATIERE ORGANIQUE : SES DIFFERENTES FRACTIONS

PL 5 Matière organique et azote sous lande à Anuhe
et Albizzia Falcata



LA ou AN : Lande à Anuhe
AB ou AL : Albizzia Falcata

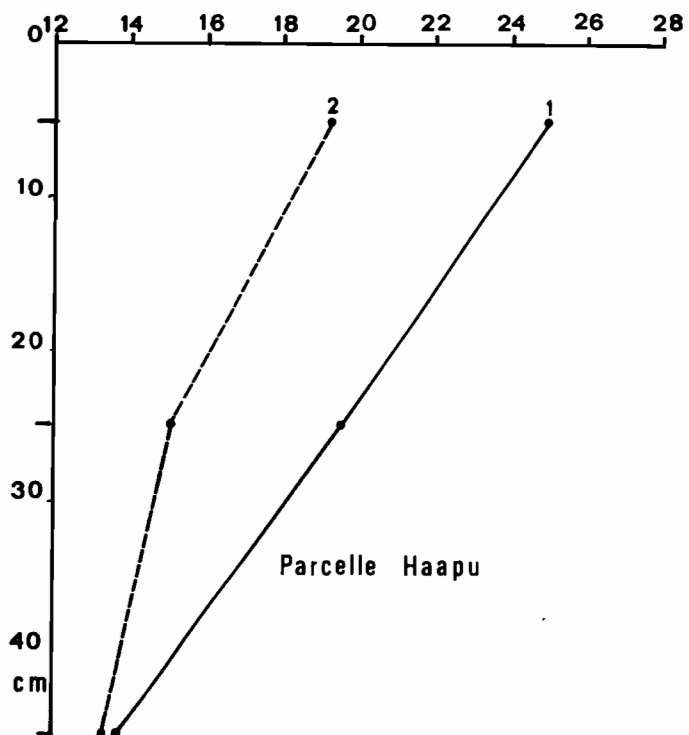
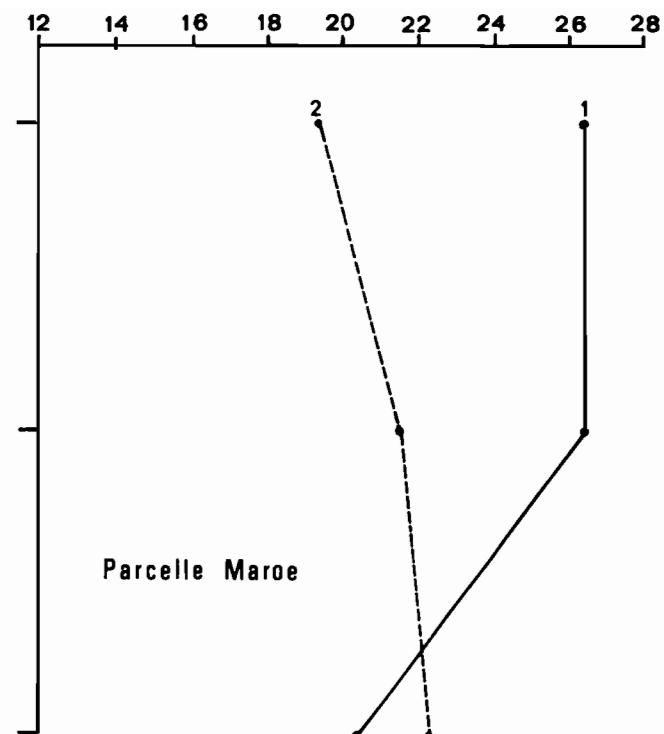
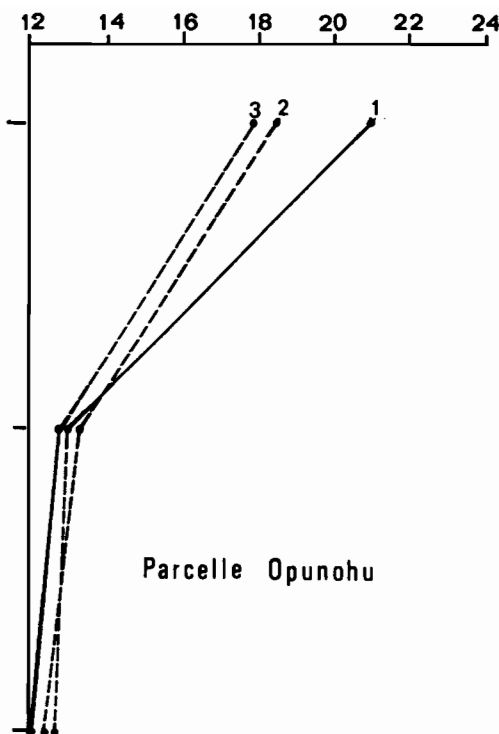
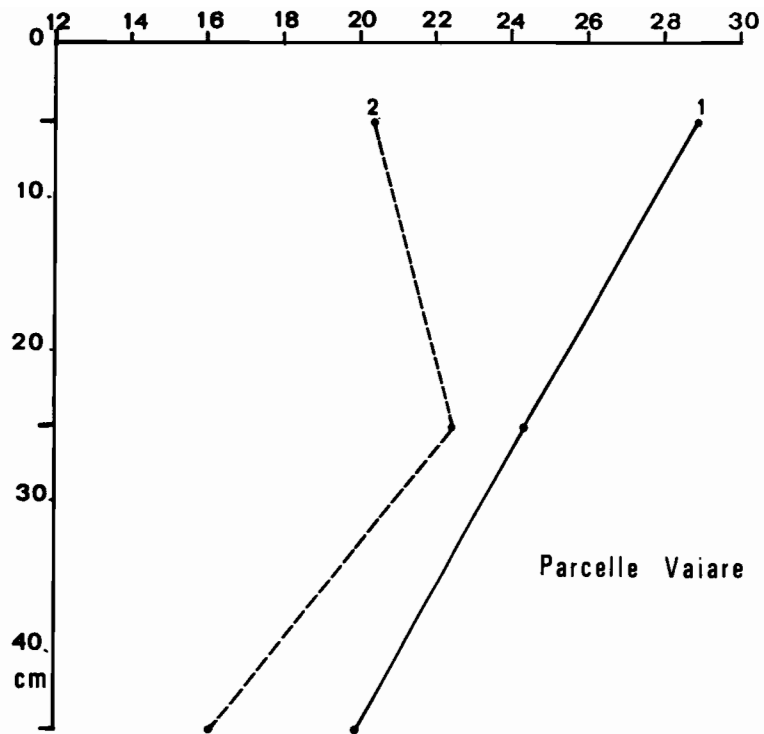
Quant aux teneurs en azote, elles varient, dans les horizons A1 de 1,5 à 3 ‰ (moyenne : 2,4 ‰). Si l'on se réfère aux normes déterminées par B. Dabin, elles sont, au regard du pH, voisin de 5,0, bonnes et satisfaisantes encore entre 20 et 30 cm, avec une teneur moyenne de 1,1 ‰. L'azote décroît moins vite que le carbone avec la profondeur, d'où des rapports C/N qui, élevés en A1 avec une valeur moyenne de 25, décroissent progressivement avec la profondeur entre 12 et 20 (moyenne : 16).

Sous *Albizzia falcata*, la teneur moyenne en matière organique de l'horizon A1 est de 10,4 ‰ (8,6 à 11,4 ‰) sans grande variation comparative-ment aux sols sous *Anuhe*. La pénétration y est toutefois sensiblement meilleure, avec une teneur moyenne de 3 ‰ à 50 cm, traduite par le coefficient de migration moyen proche de 0,25, qui varie toutefois assez largement d'un sol à l'autre entre 0,12 et 0,40.

Les teneurs en azote, en A1, oscillent entre 2,4 et 3,7 ‰ (moyenne : 3,2 ‰), accusant un gain systématique, parfois très faible (5 ‰), mais pouvant parfois dépasser 50 ‰. Et, sauf pour la parcelle Opunohu, les teneurs en profondeur sont, sous *Albizzia*, nettement plus importantes que dans les parcelles témoins : 1,35 ‰ entre 20 et 30 cm, soit un gain moyen de près de 30 ‰, qui se retrouve en-dessous, vers 50 cm.

Ces caractéristiques, teneur assez stable de la matière organique en surface, avec croissance de la fraction azotée, croissance à la fois de la matière organique globale et de l'azote en-dessous, se reflètent dans le rapport C/N qui, en surface, décroît sous les *Albizzia* de 3 à 8 points (C/N moyen : 19) tandis qu'il demeure stable plus profondément.

La fraction azotée de l'humine suit, quant à elle, sensiblement la même voie avec, toutefois une croissance nettement plus faible en surface, ne dépassant pas 14 ‰, et plus accentuée en-dessous sauf, comme précédemment, dans la parcelle Opunohu. Les rapports C/N relatifs à l'humine, stables ou en faible baisse vers 20-30 cm, parfois aussi en A1, peuvent dans ce dernier horizon accuser une chute supérieure à 10 points (C/N humine moyen en A1, sous *Albizzia* : 21,5, sous *Anuhe* : 29,5).



PL.6 Rappports C/N

1 — sous lande à Anuhe
 2 - - - sous plantation d'Albizzia

Tableau 9

Parcelles	Végétation	Echant.	Prof. cm	Mat.Org. %	Azote total % sous		Gain 2-1 %	Azote de l'humine % sous		Gain 2-1 %	
					Végét.Nat. (1)	Albizzia (2)		Végét.Nat. (1)	Albizzia (2)		
VAIARE (Moorea)	Lande à Anuhe	V.LA 11 12 13	0-10	7,4	1,49			0,660			
			20-30	3,6	0,867		0,191				
			40-50	1,9	0,564		-				
	Albizzia falcata	V.AF 11 12 13	0-10	8,6		2,44	64		0,685	4	
			20-30	3,9		1,01	16	0,300	57		
			40-50	3,5		1,27	125	-			
	OPUNOHU (Moorea)	Lande à Anuhe	OP.LA 21 22 23	0-10	11,0	3,02			1,380		
				20-30	3,8	1,74		0,899			
				40-50	2,2	1,04		-			
Albizzia falcata		OP.AF 21 22 23	0-10	10,1		3,17	5		1,425	3	
			20-30	3,6		1,58	-	0,745	-		
			40-50	2,4		1,13	9				
		OP.AF 31 32 33	0-10	11,4		3,67	21,5		1,346	-	
			20-30	2,3		1,00	-	0,956	6		
			40-50	1,4		0,648	-	-	-		
MAROE (Huahine)	Lande à Anuhe	MAR.AN 11 12 13	0-10	12,0	2,65			1,246			
			20-30	4,2	0,924		0,463				
			40-50	2,8	0,800		-				
	Albizzia falcata	MAR.AL 11 12 13	0-10	10,9		3,26	23		1,418	14	
			20-30	6,7		1,52	64	0,756	63		
			40-50	3,5		0,913	14				
HAAPU (Huahine)	Lande à Anuhe	HA.AN 11 12 13	0-10	9,6	2,24			0,977			
			20-30	3,6	1,06		0,685				
			40-50	2,1	0,881		-				
	Albizzia falcata	HA.AL 11 12 13	0-10	11,1		3,35	50		1,100	12,6	
			20-30	4,3		1,67	56	0,859	25		
			40-50	2,9		1,24	49				

ENRICHISSEMENT DU SOL EN AZOTE SOUS L'INFLUENCE DE
ALBIZZIA FALCATA.

6.2. - Evolution des différentes fractions de la matière organique

La matière organique a été scindée en trois fractions :

- la fraction légère (M.O.L.) constituée de débris végétaux de faible densité, non encore transformés. Elle est peu importante.

- la fraction humifiée extractible par les réactifs alcalins, constituée par les acides humiques et fulviques ;

- l'humine ou fraction inextractible en milieu alcalin, très hétérogène quant à la nature de ses constituants, liée à la fraction minérale.

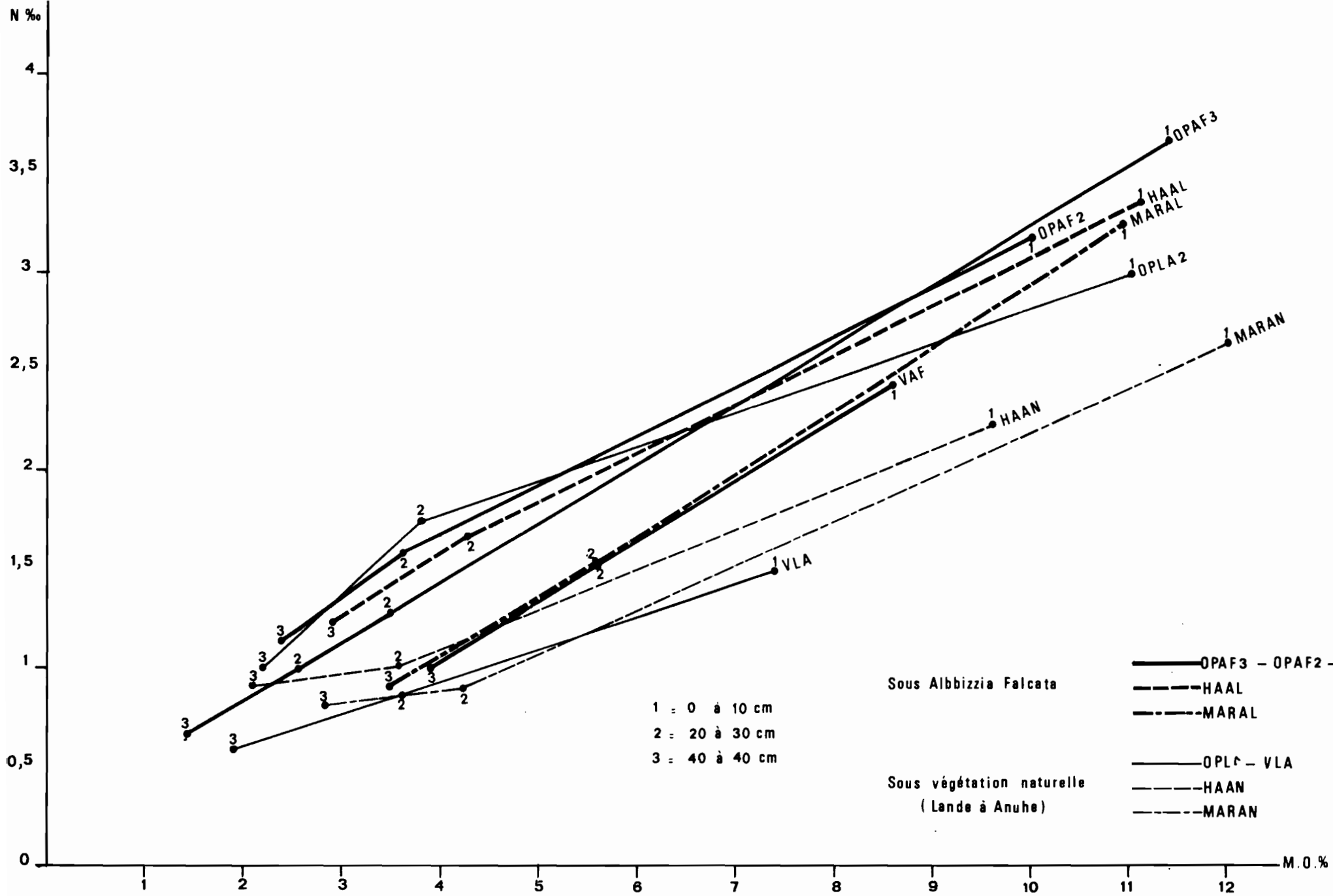
Sous végétation naturelle (lande à Anuhe)

- La fraction légère atteint 1 à 2 % du poids du sol ou 2 à 3 % du carbone total, dans l'horizon humifère A1, cette teneur chutant de 2 à 7 fois dès 20 cm.

- La fraction extractible en milieu alcalin, exprimée en carbone, constitue, en A1, de 10 à 18 % du sol (14 % en moyenne) ; soit une fraction à peu près constante, voisine de 24 %, du carbone total. Sa teneur décroît en-dessous, en valeur absolue, entre 4 et 6 % (moy. : 5,2 %) bien que représentant toujours la même proportion du carbone total.

Cette fraction, la plus évoluée de la matière organique, est, en A1, constituée par 72 à 85 % d'acides fulviques (moy. : 78 %), et plus de 90 % en-dessous. Les acides humiques, dont la teneur chute très rapidement en profondeur, constituent le reste.

- L'humine est, en A1, plus abondante que la fraction humifiée, y constituant, en moyenne, 31 % de la terre fine (20 à 37 %). Ce qui correspond à 52 % du carbone total. Elle décroît de 2 à 5 fois dès 20 cm mais, sauf dans la parcelle Vaiare, entre toujours pour 50 % dans le carbone total.



PL.7 Variations du taux d'azote en fonction de la teneur en matière organique (de 0 à 50cm)

Sous Albizzia falcata

- La fraction légère croît de façon importante en Al : 2,1 % en moyenne contre 1,4 %.

- Les matières humiques extractibles croissent systématiquement et de façon parfois importante dans l'horizon Al, bien qu'y décroisse parfois la teneur en matière organique globale. Le pourcentage moyen d'humification passe en effet de 23,7 à 27,3 soit un gain moyen de près de 4 points, les extrêmes allant de 1 à 6.

Dans les horizons A3 ou AB (20-30 cm), l'évolution varie avec le lieu. Dans les parcelles d'*Albizzia* de Vaiare et Opunohu, de Moorea, où, par rapport aux parcelles témoins, la matière organique soit croît, soit plus rarement, décroît, le taux d'humification croît, lui, très nettement (de 6 points : 22 à 28 %) ; il y croît aussi d'ailleurs mais plus modestement par rapport à l'horizon Al (0,5 points). Il en va autrement des deux parcelles de Huahine où ce taux est dans tous les cas décroissant.

En Al, au sein des matières humiques, dominant toujours très nettement les acides fulviques, en proportion inchangée ou décroissante jusqu'à atteindre une valeur assez constante : 72 % + 2 contre 78 % sous lande à *Anuhe*.

- La teneur en humine de l'horizon Al sous *Albizzia* est largement variable de 12 à 35 % ; sa valeur moyenne y est de 25 % qui correspondent à 42 % du carbone total, en chute donc de 10 points par rapport aux sols des landes. Mais il est indispensable de faire, sur ce point, une distinction entre les sols de Moorea où, dans deux des trois parcelles, ce taux est de 25 % seulement, et les autres, où il atteint ou dépasse 50 %.

6.3. - Composition des acides fulviques et humiques

a) Les acides fulviques : peuvent être dissociés en deux fractions, l'une libre, très mobile, douée d'un pouvoir dégradant à l'égard des colloïdes argileux, l'autre liée aux acides humiques, moins acide, moins mobile et agressive.

Tableau 10

Végét.	Echant.	Prof. cm	Horiz.	Carbone total %	Acides Fulviques (A.F.)			Acides Humiques (A.H.)						AF / ΣAFH	AF / AH	
					Totaux		AFL(1) / AFT	Totaux		AH pyro / AHT (2)	Acides humiques pyro %					
					%	%CT		%	%CT		Gris	Int.	Bruns			
Lande	VLA	11	0-10	A1	43,1	8,49	19,69	0,51	1,78	4,13	0,76	43	9	48	0,82	4,76
		12	20-30	AB	21,1	4,36	20,66	0,67	0,38	1,80	0,87	43	9,5	47,5	0,92	11,47
Alb.	VAF	11	0-10	A1	49,8	11,04	22,16	0,49	3,86	7,75	0,70	48,5	9	42,5	0,74	2,86
		12	20-30	A3	22,8	6,18	27,10	0,64	0,68	2,98	0,82	48,5	9	42,5	0,90	9,08
Lande	OPLA	21	0-10	A1	63,8	10,07	15,78	0,32	3,86	6,05	0,56	64,5	10,5	25	0,72	2,61
		22	20-30	AC	22,1	4,39	19,86	0,41	0,37	1,67	0,62	58	10,5	31,5	0,92	11,86
Alb.	OPAF	21	0-10	A1	58,9	9,98	16,94	0,34	4,32	7,33	0,56	65,5	9,5	25	0,70	2,31
		22	20-30	AC	21,1	4,69	22,22	0,50	0,46	2,18	0,50	61	9,0	30,0	0,91	10,20
	OPAF	31	0-10	A1	66,1	13,14	19,87	0,32	5,34	8,07	0,61	54	7,5	38,5	0,71	2,46
		32	20-30	AC	13,1	3,55	27,09	0,53	0,25	1,90	0,56	57	14,5	28,5	0,93	14,2
Lande	MARAL	11	0-10	A1	70,1	12,92	18,43	0,41	4,63	6,60	0,65	58,5	8	33,5	0,74	2,79
		12	20-30	AC	24,6	5,18	21,05	0,52	0,39	1,58	0,79	48,5	13,5	38	0,93	13,28
Alb.	MARAL	11	0-10	A1	63,2	13,72	21,70	0,41	4,68	7,40	0,69	50,5	11	38,5	0,74	2,93
		12	20-30	AC	32,9	7,97	20,33	0,59	0,62	1,58	0,87	49,5	9	41,5	0,93	12,85
Lande	HAAAL	11	0-10	A1	56,0	11,53	20,59	0,40	2,06	3,68	0,62	60	9,5	30,5	0,85	5,60
		12	20-30	A3	20,7	5,50	26,57	0,51	0,28	1,35	0,68	72,5	12	15,5	0,95	19,64
Alb.	HAAAL	11	0-10	A1	64,8	12,01	18,53	0,35	4,44	6,85	0,60	61,5	8,5	30	0,73	2,70
		12	20-30	A3	25,1	5,48	21,83	0,46	0,24	0,95	0,66	70,5	13,5	16	0,96	22,83

(1) Acides fulviques libres/Acides fulviques totaux. (2) Acides humiques extraits au pyrophosphate/Acides humiques totaux.

LES FRACTIONS EXTRACTIBLES DU CARBONE ORGANIQUE - RAPPORTS CARACTERISTIQUES.

LES ACIDES HUMIQUES.

Sous végétation naturelle, dans l'horizon humifère A1, les acides fulviques libres sont relativement peu abondants : en moyenne 40 % des acides fulviques totaux ; 52 % dans la tranche 20-30 cm.

Sous Albizzia falcata, suivant l'augmentation des teneurs en matières humiques, les acides fulviques libres croissent en valeur absolue dans la tranche 0-30 cm : 16 % et 6 %, respectivement en A1 et A3 ou AB, contre 14 et 15 % dans ces mêmes horizons sous lande à Anuhe. Cependant les proportions au sein des acides fulviques totaux ne varient que très peu : 38 % en moyenne ou A1, 54 % en-dessous.

b) Les acides humiques : on en distingue deux grands groupes et un troisième moins important, séparés par électrophorèse sur papier.

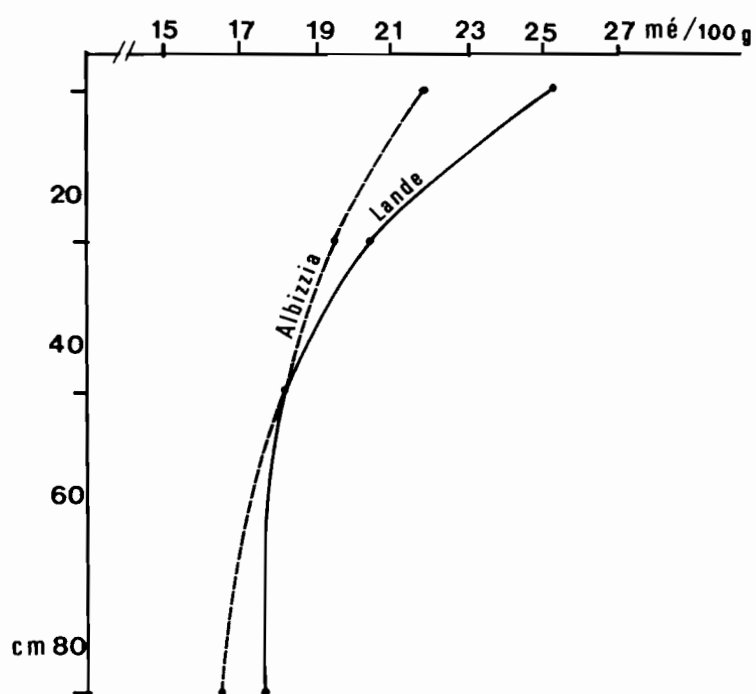
- Les acides humiques gris (A.H.G.), peu mobiles, constituent avec les colloïdes minéraux des complexes argilo-humiques stables.

- Les acides humiques bruns (A.H.B.), les plus mobiles, faiblement liés aux argiles en des complexes peu stables.

- Les acides humiques intermédiaires (A.H.I.) moyennement mobiles.

La séparation n'a été faite que sur la fraction des acides humiques extraite au pyrophosphate, dont la proportion peut atteindre 90 % ou descendre, parfois à 60 % voire moins encore. Lors d'une étude précédente, la séparation sur les acides humiques extraits à la soude indiquait 80 % d'A.H.G.. Il est donc probable que les proportions réelles d'A.H.G. soient supérieures à celles obtenues ici.

Sous lande à Anuhe : la teneur moyenne en A.H.G. est de 56 % en A1, mais les variantes sont importantes d'une parcelle à l'autre : 43 % à Vaiare et 65 % à Opunohu. Pour ces mêmes parcelles l'on obtient respectivement 48 et 25 % d'A.H.B. (moyenne : 34 %).



PL.8 Capacité d'échange moyenne
sous lande à Anuhe et Albizzia

Sous Albizzia : au sein d'un même secteur, les variations observées dans les proportions des A.H.G. de A1 sont variables. Elles vont tantôt croissant (à Vaiare : + 5 points) tantôt décroissant (à Maroe : - 8 points) la proportion moyenne demeurant à 56 %. Il en est de même en-dessous (20-30 cm), où les A.H.G. peuvent dépasser 70 % des acides humiques totaux, la moyenne demeurant toutefois, comme sous lande, proche de 57 % ; les A.H.B. évoluent en sens inverse.

7 - Le complexe absorbant

7.1. - Capacité d'échange

Les deux composants essentiels doués de la faculté de retenir les ions sont l'argile et la matière organique et, au sein de celles-ci, les matières humiques principalement.

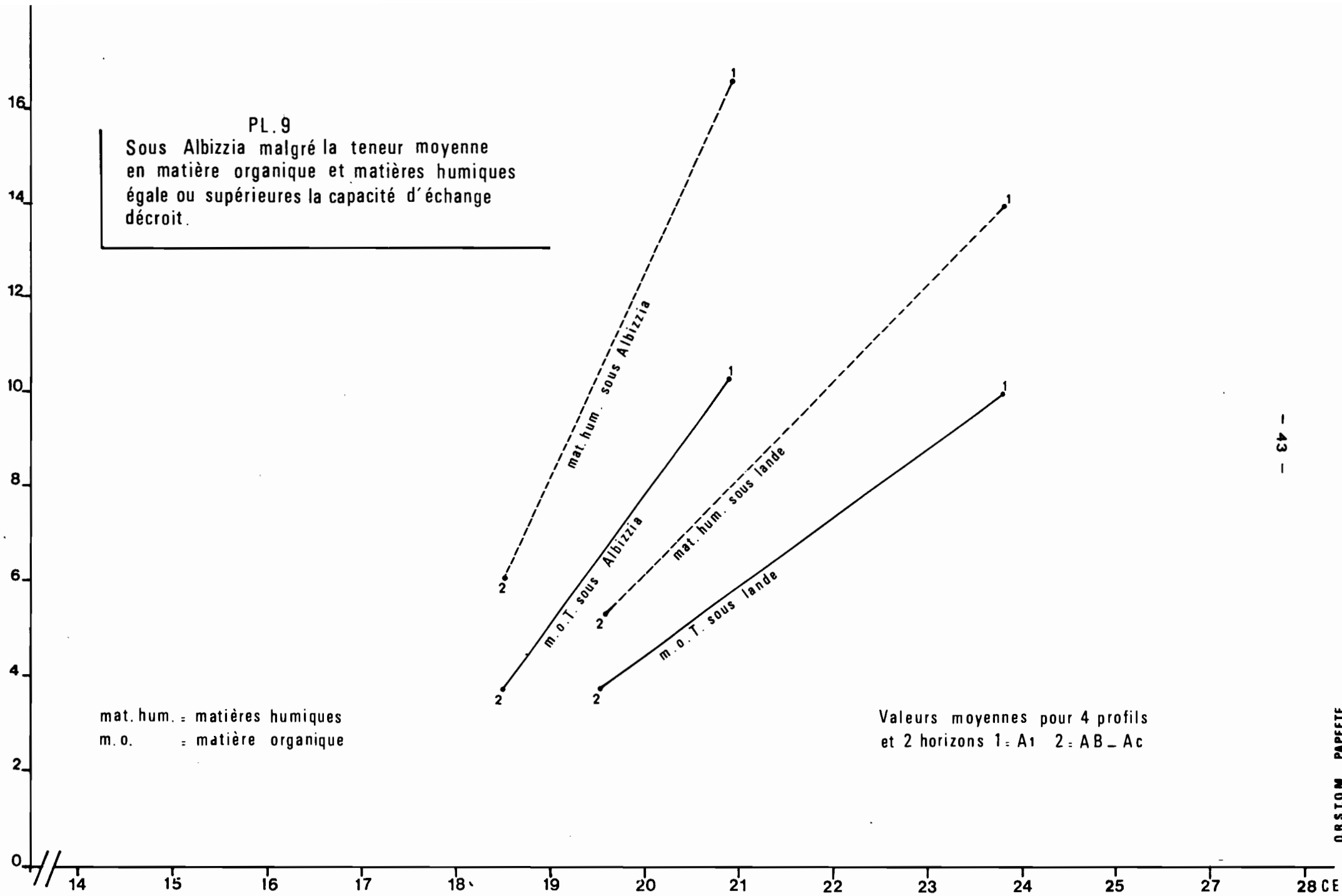
La capacité d'échange de la matière organique varie donc avec son état d'évolution, elle dépasse généralement 200 mé/100 g. Celle de la métahalloysite, argile présente dans ces sols, peut également varier de 8 à 15 mé/100 g environ. Grâce à ses teneurs élevées, la matière organique jouera un rôle prépondérant dans la constitution du complexe des horizons superficiels.

Sous lande à Anuhe : avec une moyenne de 10 % de matière organique, les horizons A1 possèdent une capacité d'échange moyenne de 25 mé/100 g (25 ± 4 mé)..

Malgré la chute importante de la teneur en matière organique (3,8 % en moyenne) dans la tranche 20-30 cm du sol, la capacité d'échange n'y décroît, en moyenne que de 4,5 points ($20,5 \pm 5$ mé) et à 1 mètre, où la teneur en matière organique est inférieure à 1 %, elle est encore de 16 mé/100 g environ (16 ± 5 mé), pour une teneur moyenne en argile de 52 % et une teneur calculée en métahalloysite de 70 %, obtenue en attribuant à cette dernière la totalité de la silice obtenue à l'analyse.

PL. 9

Sous Albizzia malgré la teneur moyenne en matière organique et matières humiques égale ou supérieures la capacité d'échange décroît.



Sous Albizzia falcata : malgré une teneur moyenne en matière organique très légèrement supérieure (10,4 %), et assez nettement plus forte en matières humiques dont la proportion par rapport au carbone total croît dans des proportions notables, l'on observe une décroissance, faible toutefois, de la capacité d'échange (la parcelle Vaiare faisant exception avec, au contraire, une capacité d'échange croissant de 4 points entre 0 et 30 cm).

En A1 la capacité d'échange moyenne y est de 22 mé/100 g, inférieure de 3 mé à celle observée sous Anuhe. A 20-30 cm, cette baisse s'atténue à 1 mé (19,5 ± 3 mé). En-dessous, elle est plus fluctuante suivant en cela les variations de la teneur en argile ; vers 1 mètre, la valeur moyenne observée dans les sols sous Albizzia est très légèrement supérieure et correspond à une teneur moyenne en argile sensiblement supérieure. Cependant, si l'on observe cette capacité d'échange profil par profil, l'on remarque que la corrélation argile/C.E. est loin d'être parfaite. Des anomalies font que la C.E. maximum ne coïncide pas toujours avec la teneur maximale en argile, peut-être la dispersion aux ultra-sons n'est-elle pas toujours parfaite, et sans doute les limons fins ont-ils aussi une capacité d'échange non négligeable.

7.2. - Les bases échangeables

Sous lande à Anuhe : à l'image de la réserve minérale, la réserve cationique échangeable est, sauf parfois dans les horizons humifères, faible.

L'équilibre des bases s'établit ainsi en A1 = Ca > Mg > K > Na mais avec, pour les deux premiers éléments, de grandes fluctuations :

Ca = 3,22 ($\begin{smallmatrix} + & 3 \\ - & 2 \end{smallmatrix}$) mé/100 g. Mg = 2,20 ($\begin{smallmatrix} +2 \\ -1,2 \end{smallmatrix}$) mé/100 g... la parcelle Opunohu étant assez riche en Ca et Mg échangeables, celles de Vaiare et Haapu, pauvres.

L'équilibre Ca/Mg = 1,3 à 2,5 (exceptionnellement < 1), pour une valeur moyenne de 1,5, est donc satisfaisant. De même K/T ≈ 5 % pour l'ensemble des sols, il n'y a donc pas de besoins immédiats en potasse,

Tableau 11

	Végétation	Echant.	Prof. cm	Horiz.	Cations échangeables mé/100 g					C.E.C ⁽¹⁾ (T) mé/100 g	S/T	PH					
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S			H2O	KCL				
VAIARE (Moorea)	Lande à Anuhe	V.LA	11	0-10	A1	1,26	0,95	0,17	0,13	2,51	20,1	12	5,0	4,1			
			12	20-30	AB	0,54	0,25	0,06	0,14	0,99	15,8	6	5,3	4,1			
			13	40-50	C	0,25	0,13	0,05	0,14	0,57	12,1	5	4,6	4,0			
			14	80-90	C	0,06	0,09	0,07	0,15	0,37	11,0	3	4,8	4,0			
	Albizzia f.	V.AF	11	0-10	A1	2,38	2,54	0,28	0,16	5,36	23,9	22	4,5	4,0			
			12	20-30	A3	0,57	0,69	0,13	0,14	1,53	19,8	8	4,8	4,1			
			13	40-50	B3	0,16	0,16	0,05	0,16	0,53	19,0	3	5,1	4,1			
			14	80-90	B3C	0,09	0,06	0,02	0,20	0,37	16,2	2	5,3	4,1			
			15	140-150									5,1	4,1			
	OPUNOHU (Moorea)	Lande à Anuhe	OP.LA	21	0-10	A1	6,41	4,17	0,53	0,22	11,33	27,9	41	5,7	4,1		
				22	20-30	AC	4,83	2,74	0,13	0,26	7,96	25,2	32	5,8	4,0		
				23	40-50	C	5,69	4,88	0,15	0,34	11,06	24,5	45	5,9	4,0		
				24	70-80	"	4,44	2,78	0,15	0,24	7,61	21,9	35	5,8	3,9		
				25	100-110	"	6,46	3,55	0,19	0,23	10,43	25,8	40	5,9	3,9		
				26	130-140									4,8	3,8		
Albizzia f.		OP.AF	21	0-10	A1	7,25	6,44	0,40	0,27	14,36	19,2	75	5,4	4,3			
			22	20-30	AC	5,17	3,88	0,12	0,47	9,64	22,4	43	5,6	4,4			
			23	40-50	C	4,03	4,35	0,11	0,42	8,91	19,0	47	5,6	4,4			
			24	100-110	"	9,03	7,38	0,14	0,53	17,08	23,4	73	5,8	4,2			
		OP.AF	31	0-10	A1	6,74	5,30	0,51	0,29	12,84	24,8	52	5,1	4,1			
	32		20-30	AC	1,93	2,09	0,06	0,21	4,29	20,2	21	5,4	3,9				
	33		40-50	C	1,92	1,92	0,04	0,23	4,11	18,9	22	5,3	3,9				
	34		70-80	"	0,48	1,12	0,03	0,27	1,90	18,3	10	5,4	3,8				
	35		80-90	"	0,48	0,38	0,04	0,20	1,10	19,8	6	5,3	3,7				
	36		140-150	"								5,3	3,7				
MAROE (Huahine)	Lande à Anuhe	MAR.AN	11	0-10	A1	3,98	1,49	0,31	0,20	5,98	28,3	21	5,1	3,8			
			12	20-30	AC	0,47	0,95	0,06	0,13	1,61	21,6	7	5,1	3,8			
			13	40-50	C	0,19	0,76	0,04	0,13	1,12	21,3	5	5,2	3,8			
			14	80-90	"	0,19	0,38	0,03	0,21	0,81	14,6	6	5,1	3,9			
			15	140-150	"	0,16	0,63	0,05	0,08	0,92	18,2	5	5,3	3,8			
			16	200-220									4,7	3,5			
	Albizzia f.	MAR.AL	11	0-10	A1	1,74	2,84	0,24	0,18	5,0	18,9	26	4,9	3,8			
			12	20-30	AC	0,31	0,63	0,07	0,10	1,11	18,2	6	4,9	3,8			
			13	40-50	C	0,22	0,25	0,04	0,13	0,64	20,8	3	5,6	3,8			
			14	80-90	"	0,19	0,13	0,02	0,11	0,45	15,0	3	5,6	3,8			
			15	140-150	"	0,06	0,25	0,02	0,05	0,38	14,2	3	5,3	3,9			
			16	200-220									5,1	3,7			
			HAAPU (Huahine)	Lande à Anuhe	HA.AN	11	0-10	A1	1,26	2,20	0,20	0,18	3,84	25,1	15	5,1	3,7
						12	20-30	A3	0,47	0,94	0,04	0,12	1,57	19,4	8	5,3	3,8
						13	40-50	C	0,47	0,94	0,02	0,08	1,51	14,8	10	5,5	3,9
						14	70-80	"	0,31	1,01	0,02	0,08	1,42	18,0	8	5,3	3,8
15	100-110	"				0,25	0,53	0,04	0,13	0,95	15,1	6	5,5	3,8			
16	150-160	"				0,16	0,63	0,04	0,09	0,92	15,3	6	5,4	3,8			
Albizzia f.	HA.AL	11		0-10	A1	5,50	3,14	0,29	0,19	9,12	22,9	40	5,4	4,0			
		12		20-30	A3	0,62	1,25	0,05	0,10	2,02	16,8	12	4,9	4,2			
		13		40-50	C	0,31	0,93	0,03	0,09	1,36	13,7	10	4,7	4,1			
		14		70-80	"	0,72	1,62	0,02	0,37	2,73	15,1	18	5,7	4,0			
		15		100-110	"	1,09	1,56	0,02	0,33	3,00	13,8	22	5,4	3,9			
		16		150-160	"	0,78	0,78	0,02	0,25	1,83	10,6	17	5,3	4,2			
		17		200-220									5,5	3,9			

(1) Mesures faites sur échantillons conservés humides.

ce que confirment les valeurs du rapport $K/Ca + Mg$ % toujours supérieures à 2 % et dont la valeur moyenne atteint 5,8 %; et cependant les teneurs en potassium = 0,2 à 0,5 mé/100 g (m = 0,30 mé) sont très faibles.

Sauf à Opunohu, où l'ensemble du profil en est bien pourvu, les teneurs en calcium et magnésium chutent rapidement dès le sommet de l'horizon A3 ou AC (moyenne 20-30 cm, sauf Opunohu : Ca = 0,5, Mg = 0,7 mé/100 g).

Sous Albizzia falcata : l'équilibre moyen des bases en A1 est encore $Ca > Mg > K > Na$ mais dans certaines parcelles l'on a : $Mg > Ca > K > Na$. Dans l'horizon A1, l'on observe une croissance systématique de la teneur en magnésium, sa valeur moyenne passant de 2,2 à 4 mé (valeurs extrêmes = 2,5 à 6,5 mé) ; hausse qui se manifeste aussi généralement dans la tranche 20-30 cm et parfois plus profondément.

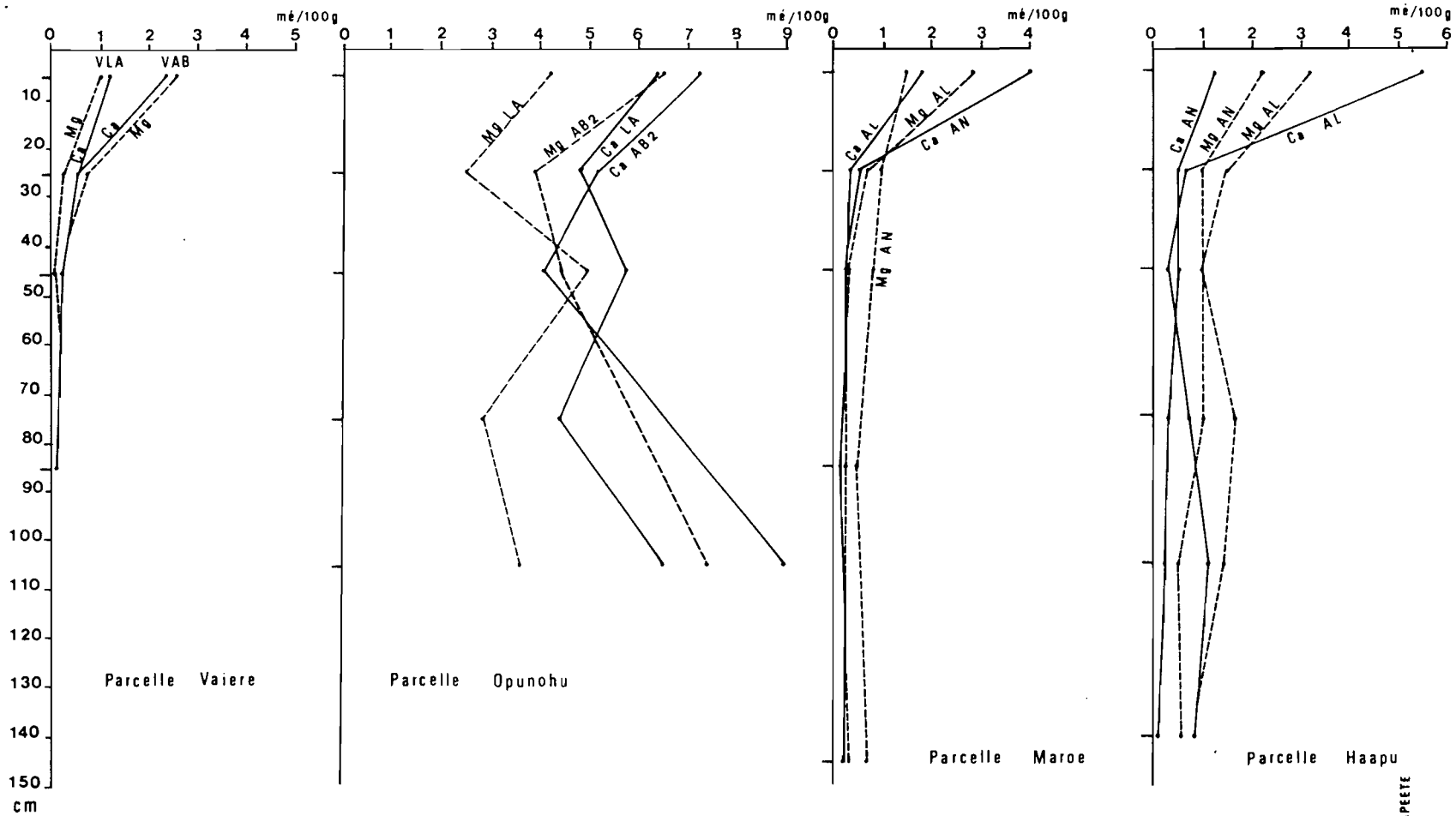
Sauf exception (parcelle Maroe), le calcium échangeable est aussi plus abondant, sa teneur moyenne passant de 3,2 à 4,7 mé/100g en A1, la répercussion en profondeur étant nettement moindre. Mais le rapport Ca/Mg avec une valeur moyenne de 1,1 se rapproche de la limite minimale (extrêmes = 0,6 à 1,8).

Quant au potassium échangeable ses teneurs en A1 sont très faiblement modifiées : baisse ou hausse peu sensibles, la valeur moyenne passant de 0,30 à 0,35 mé/100 g. Le rapport $K/Ca + Mg$ % subit, dans toutes les parcelles, une baisse sensible tout en demeurant satisfaisant, sa valeur moyenne passant de 5,8 à 4,3 %.

Dans l'ensemble donc, l'on observe, sous *Albizzia falcata*, et principalement en A1, une croissance du total des 4 principaux cations échangeables, la moyenne sous *Anuhe* étant de 5,9 mé/100 g, contre 9,3 mé sous *Albizzia*.

7.3. - Taux de saturation

Cette croissance se répercute sur le taux de saturation, lequel permet de distinguer 2 types de sols : sols faiblement à moyennement désa-



LA ou AN : Lande à Anuhe
 AB ou AL : Albizzia falcata

PL.10 Evolution quantitative du calcium et du magnésium échangeables de la lande à Anuhe au reboisement en Albizzia falcata.

O.R.S.T.O.M. PAPIETE

Tableau 12

Végétation	Echant.	Prof. cm	Horiz.	Al ⁺⁺⁺ échange	H ⁺ (mē/100 g)	PH		
						H2O	KCL	ΔpH
Lande à Anuhe	V.LA 11	0-10	A1	2,52	0,80	5,0	4,1	- 0,9
		20-30	AB	2,84	0,70	5,3	4,1	- 1,2
Albizzia falcata	V.AF 11	0-10	A1	2,75	0,60	4,5	4,0	- 0,5
		20-30	A3	3,68	0,74	4,8	4,1	- 0,7
Lande à Anuhe	OP.LA 21	0-10	A1	1,82	0,59	5,7	4,1	- 1,6
		20-30	AC	2,47	0,80	5,8	4,0	- 1,8
Albizzia falcata	OP.AF 21	0-10	A1	1,18	0,70	5,4	4,3	- 1,1
		20-30	AC	2,69	0,54	5,6	4,0	- 1,6
	OP.AF 31	0-10	A1	1,39	0,80	5,1	4,1	- 1,0
		20-30	AC	5,36	0,75	5,4	3,9	- 1,5
Lande à Anuhe	MAR.AN 11	0-10	A1	2,86	0,74	5,1	3,8	- 1,3
		20-30	AC	6,09	0,53	5,1	3,8	- 1,3
Albizzia falcata	MAR.AL 11	0-10	A1	2,21	0,58	4,9	3,8	- 1,1
		20-30	AC	3,88	0,79	4,9	3,8	- 1,1
Lande à Anuhe	HA.AN 11	0-10	A1	4,83	0,84	5,1	3,7	- 1,4
		20-30	A3	5,97	0,58	5,3	3,8	- 1,5
		40-50	C	4,70	0,84	5,5	3,9	- 1,6
Albizzia falcata	HA.AL 11	0-10	A1	1,20	0,73	5,4	4,0	- 1,4
		20-30	A3	1,97	0,67	4,9	4,2	- 0,7
		40-50	C	2,60	0,73	4,7	4,1	- 0,6

Al⁺⁺⁺ ET H⁺ ECHANGEABLES
DANS LES HORIZONS SUPERIEURS DES SOLS

turés à Opunohu, sols fortement désaturés pour les autres.

Le taux moyen de saturation en A1 est sous *lande* = 22 %
sous *Albizzia* = 43 %.

Et si l'on différencie les 2 types de sols :

Sols faiblement désaturés sous *Anuhe* ; S = 41 %

Sols faiblement désaturés sous *Albizzia* : S = 63 %

Sols fortement désaturés sous *Anuhe* : S = 16 %

Sols fortement désaturés sous *Albizzia* : S = 29 %

En profondeur (excepté Opunohu) : S < 10 %.

7.4. - La réaction du sol

Dans les parcelles témoins, sous lande à Anuhe, compris entre 5 et 5,4 (moyenne : 5,2), le pH des horizons humifères A1 est fortement acide ; en profondeur, il croît ou décroît faiblement dans des limites ne dépassant pas 0,5 point. L'écart ΔpH ($\text{pH KCl} - \text{pH H}_2\text{O}$), qui exprime l'acidité d'échange ou réserve d'acidité, croît généralement avec la profondeur jusqu'à 50 ou 100 cm. Dans les horizons A1, situé le plus souvent entre 1 et 1,5 il a tendance à s'ouvrir avec la croissance de la teneur en matière organique.

Sous *Albizzia falcata* : l'on observe une acidification légère mais presque systématique des 30 ou 50 cm supérieurs du sol, le pH y décroissant en moyenne de 0,2 unité en A1 (5,0 contre 5,2), de 0,3 unité entre 20 et 30 cm (5,1 contre 5,4). Cette baisse peut au maximum atteindre 0,5 unité (parcelle Vaiare).

Le pH qui, théoriquement, reflète l'état de saturation en bases du complexe absorbant et qui devrait donc croître sous *Albizzia* où le complexe est mieux saturé, évolue en sens inverse. En effet, si aux très bas pH (<5) et dans les horizons minéraux, correspondent effectivement les taux de saturation les plus faibles (<10 %), dans les horizons humifères il n'en est pas de même. D'autres facteurs interviennent ici, et en particulier les ions Al^{3+} et les molécules d'acides organiques, sans doute

Tableau 13

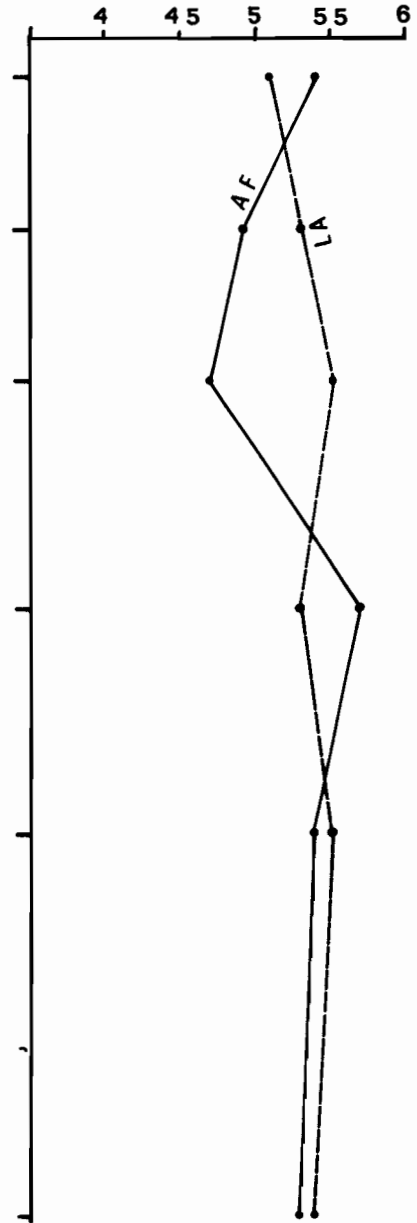
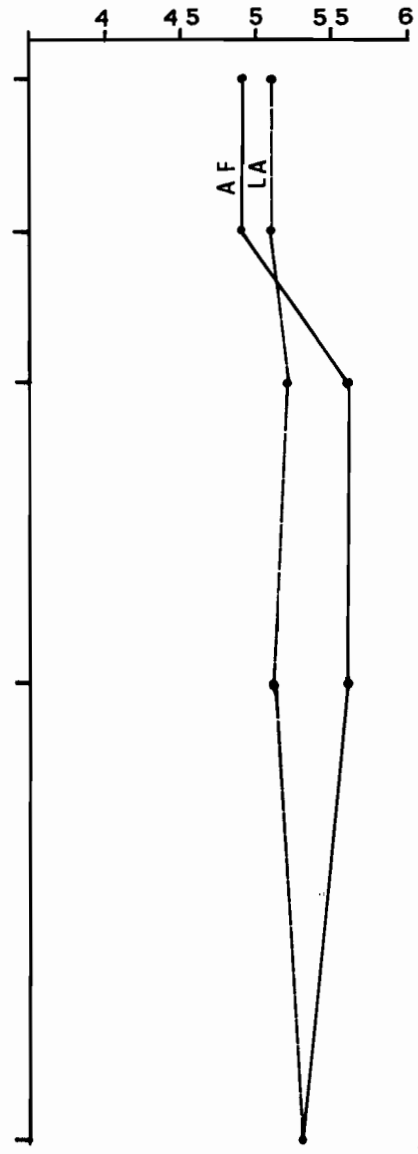
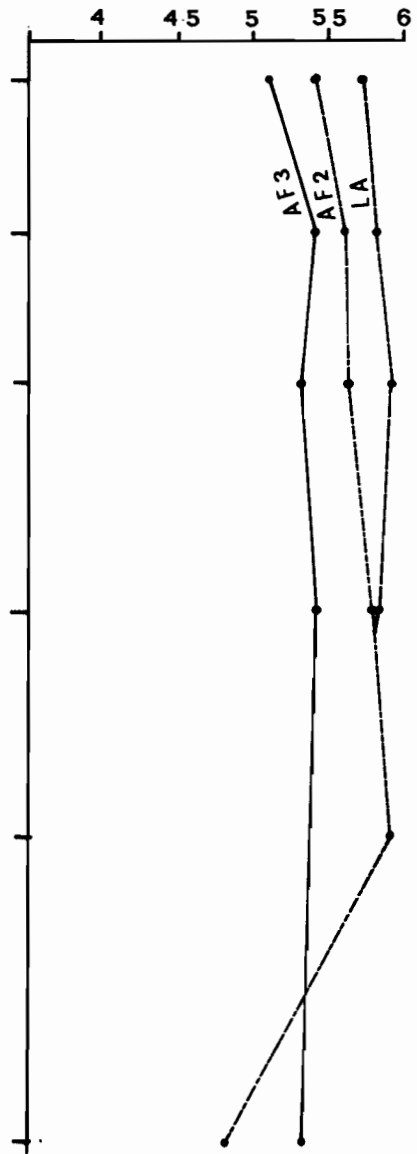
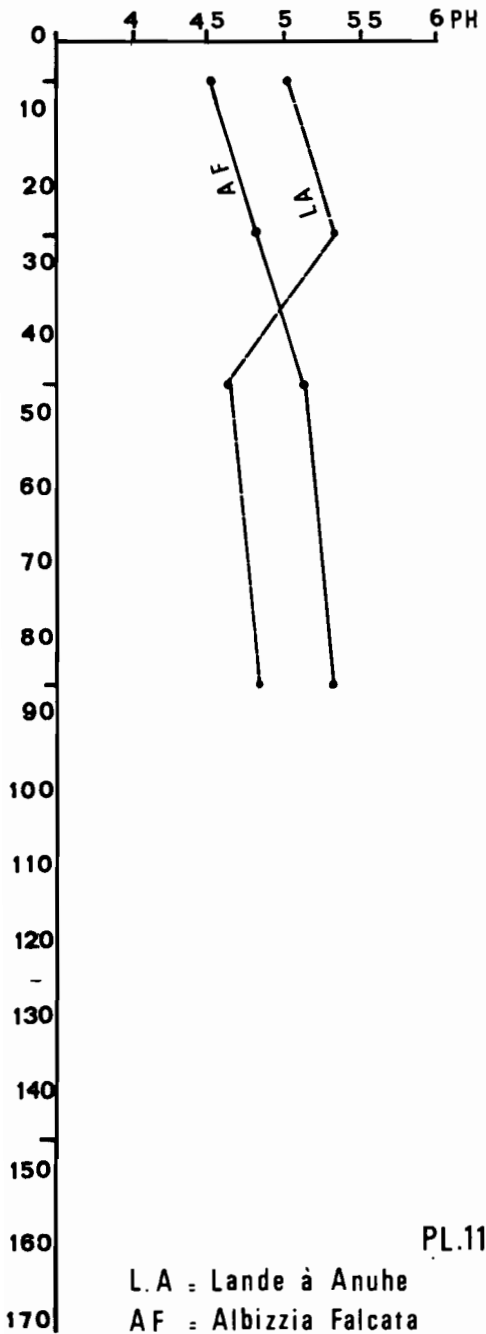
	Végétation	Profondeur cm	PH eau	S/T ⁽¹⁾ %	M. Humiques %	AF.T ⁽²⁾ %	AF.L ⁽³⁾ %	Al ⁺⁺⁺ éch. mÉ/100 g.
Parcelles Vaiare	Lande à Anuhe	0-10	5,0	12	10,27	8,49	4,37	2,52
		20-30	5,3	6	4,74	4,36	2,92	2,84
		40-50	4,6	5				
	Albizzia falcata	0-10	4,5	22	14,90	11,04	5,41	2,75
		20-30	4,8	8	6,86	6,18	3,97	3,68
		40-50	5,1	3				
Parcelles Opunohu	Lande à Anuhe	0-10	5,7	41	13,93	10,07	3,30	1,82
		20-30	5,8	32	4,76	4,39	4,79	2,47
		40-50	5,9	45				
	Albizzia falcata	0-10	5,4	75	14,30	9,98	3,42	1,18
		20-30	5,6	43	5,15	4,69	2,35	2,69
		40-50	5,6	47				
	Albizzia falcata	0-10	5,1	52	18,48	13,14	4,25	1,39
		30-30	5,4	21	3,80	3,55	1,89	5,36
		40-50	5,3	22				
Parcelles Maroe	Lande à Anuhe	0-10	5,1	21	17,55	12,92	5,33	2,86
		20-30	5,1	7	5,57	5,18	2,72	6,09
		40-50	5,2	5				
	Albizzia falcata	0-10	4,9	26	18,40	13,72	5,60	2,21
		20-30	4,9	6	8,59	7,97	4,72	3,88
		40-50	5,6	3				
Parcelles Haapu	Lande à Anuhe	0-10	5,1	15	13,59	11,53	4,66	4,83
		20-30	5,3	8	5,78	5,50	2,80	5,97
		40-50	5,5	10				4,70
	Albizzia falcata	0-10	5,4	40	16,45	12,01	4,21	1,20
		20-30	4,9	12	5,72	5,48	2,54	1,97
		40-50	4,7	10				2,60

(1) Taux de saturation

(2) Acides fulviques totaux

(3) Acides fulviques libres

PH ET FACTEURS SUSCEPTIBLES DE L'INFLUENCER



PL.11 Variation du pH avec la profondeur et le type de végétation

L.A = Lande à Anuhe
 AF = Albizzia Falcata

responsables de la croissance de l'acidité des solutions du sol : "L'hydrogène adsorbé sur les colloïdes organiques se dissocie facilement... pour un taux de saturation identique, les sols riches en matière organique vont donc manifester un pH plus bas" (Duthil 1970).

La baisse la plus forte du pH se manifeste dans la parcelle Vaiare ; l'on y observe jusqu'à 30 cm, une croissance conjuguée, nette, de la teneur en matières humiques, acides fulviques plus précisément et particulièrement de leur fraction libre, et moindre des ions Al^{3+} , qui concourent vraisemblablement à cette acidification.

Dans d'autres parcelles, soit les acides organiques seuls, soit les ions Al^{3+} sont susceptibles de provoquer l'accentuation constatée de l'acidité. Une exception est constituée par la parcelle Haapu où l'horizon le plus acide se trouve être l'horizon A1 sous Anuhe du fait sans doute d'une forte désaturation conjuguée avec la présence de plus de 5 mé d' Al^{3+} .

CONCLUSION

Entrepris depuis le début des années 60, le programme de reforestation du Territoire de la Polynésie Française est orienté vers deux objectifs : - objectif économique d'abord, visant à assurer l'auto-provisionnement en bois d'oeuvre de qualité courante, conifères essentiellement (*Pinus caribaea*), à accroître la production de bois d'ébénisterie, - objectif écologique ensuite avec pour but la protection des sols contre l'érosion. Deux espèces ont été sélectionnées à cet effet, *Casuarina equisetifolia* (Aito) et *Albizzia falcata* (Falcata) qui sont, et particulièrement la seconde, quatre fois plus répandue, prioritairement implantées dans les secteurs les plus sensibles, sur pentes moyennes ou fortes, des bassins versants le plus souvent.

Bien qu'aucune étude n'ait été réalisée, afin d'évaluer le rôle protecteur d'*Albizzia falcata*, la seule observation des diverses plantations montre qu'il remplit bien le rôle premier, de protection, qui lui est dévolu ; et il serait dommage de voir le rythme de l'extension des reboisements, qui est tombé de 250 hectares par an, en moyenne, entre 1975 et 1980, à 80 ha/an depuis, continuer à ralentir.

D'un autre côté, l'attention des agriculteurs a été attirée par le fait qu'au voisinage de cet arbre, au-delà de l'aplomb de ses frondaisons, les cultures vivrières, et en particulier le manioc, viennent mieux. Il nous a aussi été donné de l'observer et en particulier à Vaiare à Moorea ; d'autre part, sous *Albizzia*, les arbustes du sous-bois, *Metrosideros*, goyaviers, de même que les fougères sont également plus florissants que dans la lande voisine. C'est là une preuve empirique que, sous ou au voisinage de cette légumineuse, le sol s'améliore.

Et le but de cette étude était précisément de mettre en évidence les points positifs, ou éventuellement négatifs, de son influence sur le sol.

Destiné à les protéger d'une érosion déjà active, *Albizzia falcata* n'a, évidemment, pas été introduit sur les meilleurs sols, à l'abri, eux, de ce danger, mais au contraire sur des sols déjà fortement érodés et donc de faible épaisseur, celle-ci ne dépassant guère, pour les secteurs étudiés, 30 cm en moyenne.

Bien que de texture très fine, ils possèdent une bonne structure naturelle dont la stabilité tend encore à s'améliorer sous l'influence des *Albizzia* qui semblent toutefois provoquer un léger tassement de l'horizon humifère où décroît, très faiblement, la porosité totale. La réserve hydrique utile, déjà faible à l'origine a, de même, tendance à décroître sous *Albizzia*, phénomène sans gravité excessive compte-tenu de la pluviosité.

Ces sols ferrallitiques fortement ou moyennement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion, riches, à l'origine, en matière organique, le demeurent sous *Albizzia* qui semblent, de surcroît, favoriser sa meilleure pénétration vers la profondeur ; et sur le plan qualitatif, l'on y observe fréquemment, dans l'horizon A1, un accroissement de la fraction humifiée.

C'est sur le plan de la fertilité azotée que se fait surtout sentir l'influence d'*Albizzia*; il accroît systématiquement la teneur en azote du sol, très faiblement parfois, parfois très nettement, le gain pouvant atteindre 50 %, ce qui contribue à faire chuter le rapport C/N.

Concernant leur fertilité minérale, ces sols sont, à l'origine, diversement pourvus en éléments minéraux échangeables, mais le plus généralement, mal. Sous *Albizzia*, l'on dénote un assez net enrichissement en magnésium, moindre en calcium, avec pour corollaire une meilleure saturation du complexe absorbant.

Malgré tout, déjà fortement acides sous végétation naturelle, ces sols voient, sous l'influence des *Albizzia*, leur acidité s'accentuer encore, très légèrement toutefois, de moins de 0,5 unité de pH et ceci vraisemblablement sous l'action séparée ou conjuguée de l'aluminium échangeable, généralement croissant bien que peu abondant, et des acides organiques, fulviques "libres" en particulier.

Le bilan général apparaît toutefois nettement positif et explique l'influence bénéfique qu' exerce cette légumineuse arborescente sur la végétation proche, comme en témoignent les exemples cités ci-dessus. Plus probantes encore sont ces mesures effectuées, durant plus de vingt années, par un agriculteur de la vallée de Faahio (propriété Suzanne) dans l'île de Tahaa :

Sur les 190 ha de la vallée (fond plan et versants inclus), 45 sont implantés en cocotiers âgés de 70 ans (à l'aval) à 50/55 ans (à l'amont), qui remontent assez largement sur les pentes latérales. En 1960, 76 et 78 18 000 puis 8 000 puis 4 500 *Albizzia*, soit 76 ha, y ont été implantés, sur la partie supérieure des pentes (60 à 70 %), au-dessus des cocotiers. Et les faits suivants ont été constatés : la production de coprah, qui était de 30 tonnes en 1960, avant le début des implantations d'*Albizzia*, subit, par la suite une croissance progressive et régulière,

de 1960 à 65 : 32 tonnes

de 1965 à 70 : 36 tonnes

de 1970 à 75 : 38 tonnes

de 1975 à 80 : 40 tonnes

production globale, mais il est probable que les cocotiers subissant l'influence directe des *Albizzia* ont une production supérieure, comme peuvent en témoigner certaines des noix récoltées, dont la hauteur et le diamètre atteignent respectivement 25 et 20 cm. La récolte est effectuée dans des conditions identiques d'année en année, et alors que la cocoteraie vieillit, la production va croissant, le gain atteignant, au bout de 20 ans, plus de 30 % .

TABLEAUX DANS LE TEXTE

	<u>Page</u>
1 - Granulométrie de la terre fine < 2 mm	12
2 - L'eau dans le sol - Densité apparente.	18
3 - Composition chimique des sols - Analyse triacide.	21
4 - Teneurs en fer total et en fer libre.	23
5 - Les éléments traces.	25
6 - Phosphore total et assimilable.	27
7 - Les formes du phosphore.	29
8 - La matière organique : Ses différentes fractions.	31
9 - Enrichissement du sol en azote sous l'influence de Albizzia falcata.	35
10 - Les fractions extractibles du carbone organique. Rapports caractéristiques. Les acides humiques.	39
11 - Complexe absorbant. PH ₂	45
12 - Al ³⁺ et H ⁺ échangeables dans les horizons supérieurs des sols.	48
13 - PH et facteurs susceptibles de l'influencer.	50

LISTE DES PLANCHES

	Page
1 - PROFILS TEXTURAUX	11
2 - TEXTURE DES SOLS	14
3 - DENSITE APPARENTE	16
4 - L'EAU DANS LE SOL	19
5 - MATIERE ORGANIQUE ET AZOTE SOUS LANDE A ANUHE ET ALBIZZIA FALCATA	32
6 - RAPPORTS C/N	34
7 - VARIATION DU TAUX D'AZOTE EN FONCTION DE LA TENEUR EN MATIERE ORGANIQUE (DE 0 A 50 CM)	37
8 - CAPACITE D'ECHANGE MOYENNE SOUS LANDE A ANUHE ET ALBIZZIA	41
9 - DECROISSANCE DE LA CAPACITE D'ECHANGE SOUS ALBIZZIA	43
10 - EVOLUTION QUANTITATIVE DU CALCIUM ET DU MAGNESIUM ECHANGEABLES DE LA LANDE A ANUHE AU REBOISEMENT EN ALBIZZIA	47
11 - VARIATION DU pH AVEC LA PROFONDEUR ET LE TYPE DE VEGETATION	51

BIBLIOGRAPHIE

- BONNEAU (M.) et SOUCHIER (B.), 1979 - Pédologie : constituants et propriétés du sol. Masson. Paris.
- BOUYER (S.) et DAMOUR (M.), 1964 - Les formes du phosphore dans quelques types de sols tropicaux. 8ème congrès Int. de la Sci. du sol. Bucarest. C.R., Vol., IV, p. 551-561.
- BOYER (J.), 1978 - Le calcium et le magnésium dans les sols des régions tropicales humides et subhumides. Initiations. Documentations Techniques n° 35. ORSTOM, Paris.
- C.P.C.S. 1977 - Classification des sols. E.N.S.A. Grignon.
- DABIN (B.), 1970 - Méthode d'étude de la fixation du phosphore sur les sols tropicaux. Coton et fibres tropicales. Vol., XXV. Fasc. 3.
- DENEUFBOURG (G.), 1965 - Carte géologique à 1/40.000. Feuille Huahine. B.R.G.M. Paris.
- DENEUFBOURG (G.), 1965 - Carte géologique à 1/40.000. Feuille Moorea. B.R.G.M. Paris.
- DOMMERMUES (Y.), DREYFUS (B.), DIEM (H.G.) et DUHOUX (E.), 1985 - Fixation de l'azote et agriculture tropicale. La Recherche n° 162, Paris.
- DUCHAUFOUR (Pb.), 1977 - Pédologie : pédogénèse et classification. Masson, Paris.
- ECONOMIE RURALE (Service de l'), 1982 et 83. Bulletin de statistiques agricoles. Economie Rurale. Pirae, Tahiti.
- JAMET (R.) et STEIN (L.), 1980 - Les sols de planèzes de Tahiti, évolution sous l'influence de reboisements en pins des Caraïbes. ORSTOM. Service de l'Economie rurale. ORSTOM Papeete 1980/4.
- JAMET (R.), 1982 - Evolution des sols de Tahiti sous l'influence de cultures maraîchères intensives. Notes et documents Sciences de la Terre, n° 22. ORSTOM, Papeete.
- JAMET (R.), 1983 - Carte pédologique de la Polynésie Française. Feuille Tahiti à 1/40.000. Notice explicative. Notes et documents, n° 25. ORSTOM, Papeete.
- JAMET (R.), 1985 - Carte des aptitudes culturales et forestières. Feuille Tahiti à 1/40.000. Notice explicative. Notes et documents, n° 28. ORSTOM, Papeete.
- KONG (J.C.W.) et UEHARA (C.), 1973 - Chemistry, Minerology and Taxonomy of oxisols and ultisols. Soil and Crop Sc. Soc. of Florida proceedings. Vol., 33.

- LATHAM (M.) et BROOKFIELD (H.C.), 1983 - Iles Fidji Orientales, étude du milieu naturel, de son utilisation et de son évolution sous l'influence humaine. Travaux et documents de l'ORSTOM, n° 162, Paris.
- MARTIN (D.), 1972 - Choix d'une notation des horizons des sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM. Série Pédol. Vol., X, n° 1.
- METEOROLOGIE (Service de la), 1983 - Résumé des observations de surface. Service de la météorologie, Faaa.
- QUANTIN (P.) et LAMOUREUX (M.), 1974 - Adaptation de la méthode cénétique de Ségalen à la détermination des constituants minéraux de sols variés. Cah. ORSTOM, sér., pédol., Vol. X11, n° 1, 13-46. ORSTOM, Paris.
- QUANTIN (P.), 1976 - Archipel des Nouvelles-Hébrides. Sols et quelques données du milieu naturel. Santo. ORSTOM, Paris.
- SERVANT (J.), 1974 - Un problème de géographie physique en Polynésie Française : l'érosion, exemple de Tahiti. Cah. ORSTOM, sér. Sci. hum. Vol. X1, n° 3/4 : 203-209.
- SIEFFERMAN (G.), 1973 - Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun. Mém. ORSTOM, n° 66. Paris.
- PERNET (R.), 1953 - Influence de la végétation sur l'évolution organique des sols gneissiques et basaltiques. Mém. de l'Inst. Sci. de Madagascar. Série D, Tome V, p. 251-286.
- PERNET (R.), 1954 - Evolution des sols de Madagascar sous l'influence de la végétation. Mém. de l'Inst. Sci. de Madagascar. Série D, Tome VI, p. 202-408.

- ANNEXE -

Description de profils
Méthodes d'analyses

DESCRIPTION DE PROFILS

I - PARCELLES VAIARE (MOOREA)

Profil V.LA1 : Altitude : 55 m. Pente : 30 %. Nombreuses loupes de glissement.

Végétation : *Gleichenia linearis* (Anuhe) de taille réduite et densité moyenne. *Metrosideros collina* (Pua Rata) chétifs.

0 à 15 cm : A1

- Sec-Brunâtre (10YR 3/3). Humifère = 7 % de matière organique. Argileux. Très fortement structuré : structure grumeleuse et polyédrique subanguleuse fine à très fine (agrégats de 4 à 5 mm). Des pseudo-agrégats durs à noyau lithique. Forte porosité. Abondantes racines fines et moyennes pénétrant les agrégats, feutrage sur les premiers centimètres.

15 à 40 cm : AB

- Un peu plus frais. Gris-brun à brun jaunâtre (10YR 4/3 à 7,5YR 4/4). Petits graviers de basalte altéré, jaune clair. Argileux. Structure polyédrique fine et moyenne nette généralisée. Bonne micro et macroporosité. Friable. Nombreuses racines fines et moyennes.

40 à 120 cm : C

- Brun légèrement ocre (10YR 4/6 au 5/6). Horizon d'altération meuble (mamu), friable, bariolé de plages rouille ou gris-clair, diffuses. Argilo-limoneux. Racines.

Profil V.AF1 : Altitude 55 m. Pente 30 à 40 %. Même colline que V.LA, parcelles séparées par un petit vallon.

Végétation : *Albizzia falcata*. Sous-bois à *Gleichenia linearis* élevées et denses. *Metrosideros collina* (Pua Rata) ; Goyaviers ; *Hibiscus tiliaceus* (Purau) en lisière.

0 à 18/20 cm : A1

- Sec. Brun (5YR 3/3). Humifère : 11 % de matière organique. Argileux. Forte structure grumeleuse sur 5 cm, puis polyédrique fine subanguleuse. Pseudo-agrégats (lithoreliques), très durs. Forte activité :

nombreux vers, 5 à 10/dm³. Forte macro et microporosité. Abondantes racines fines à très grosses, horizontales.

18/20 à 40 cm : A3

- Sec. Brun légèrement jaunâtre (10YR 3,5/6). Argileux. Structure polyédrique très fine assez nette (à la loupe), aspect farineux à l'oeil nu. Très forte microporosité. Friable. Racines mortes de fougères. Nombreuses nodosités jaunâtres. Racines fines de fougères, fines et grosses d'Albizzia.

40 à 70 cm : B3

- Sec. Brun-rougeâtre (7,5YR 3,5/4). Gravier peu abondants de basalte altéré. Argileux. Structure polyédrique fine à très fine nette. Friable. Bonne macro et microporosité. Quelques fines racines mortes avec nodosités. Racines moyennes à grosses.

70 à 150 cm : B3C - C1

- Plus frais. Brun légèrement rougeâtre (7,5YR 3,5/4). Nombreuses plages de la roche basaltique altérée, friable, bleutée ou rosée, plus nombreuses vers la base. Nettement plus cohérent dans l'ensemble, dur au piochon. Plages plus fortement altérées, argileuses, de structure polyédrique fine assez nette. Réseau assez dense de fines racines mortes, noires avec nombreuses nodosités, en association avec un réseau de diaclases. Bonne microporosité. Peu de graviers basaltiques altérés. Racines.

II - PARCELLES OPUNOHU (MOOREA)

Profil OP.LA2 : Altitude 70 m. Pente 25 %.

Végétation : *Gleichenia linearis* (Anuhe) hautes et denses, petits goyaviers épars.

Quelques blocs de basalte en surface.

0 à 7/12 cm : A1

Assez frais. Brun (5YR 3/3). Humifère : 10 % de matière organique. Gravier peu abondants de basalte altéré. Argileux. Structure polyédrique subanguleuse fine à très fine. Friable. Poreux. Nombreuses racines de fougères. Transition distincte.

7/12 à 22/40 cm : AC

Frais. Brun rougeâtre (2,5YR 3/3). Plages de roche altérée friable, peu étendues. Graviers peu abondants de basalte altéré. Le reste argileux, de structure polyédrique fine à très fine, friable, poreux. Nombreuses racines.

22/40 à 140 cm : C

Frais. Roche altérée friable (mamu). Teinte de fond brun-rougeâtre à bariolage rouge, rosé ou grisâtre. Cailloux et graviers plus durs, peu abondants de basalte altéré. Argileux (craquellement à sec). Racines suivant préférentiellement les nombreuses diaclases.

Le profil OP.AF2, sur pente semblable et à la même altitude, sous *Albizzia falcata*, à sous-bois de fougères et goyaviers épars, est peu différent du précédent :

Horizon A1 de 10 à 15 cm fortement structuré (structure polyédrique subanguleuse fine à très fine).

Horizon AC encore plus réduit (une vingtaine de cm).

Horizon C, particulièrement à partir de 1 m, constitué de la roche basaltique altérée mais beaucoup plus dure, fissurée (réseau de diaclases emprunté par les racines). La roche-mère est une basalte à augite et olivine s'altérant en boules.

III - PARCELLES MAROE (HUAHINE)

Profil MAR.AN : Altitude : 140 m. Pente 40 % Est.

Végétation : *Gleichenia linearis* (Anuhe), *Metrosideros collina* (Pua Rata). Pandanus. *Miscanthus japonicus* (Aeho).

En surface des blocs épars de gabbro et de basalte.

0-15 cm : A1

- Brun (5YR 3/3). Humifère : 12 % de matière organique. Argileux. Très peu de graviers de la roche altérée. Structure grumeleuse et polyédrique subanguleuse, fine, nette. Friable. Peu collant. Apparition d'un réseau

de fentes de retrait à sec. Bonne activité animale (vers). Nombreuses racines de fougères avec nodosités, plus fréquentes à la base. Transition nette marquée par un réseau de racines horizontales.

15-210 cm AC-C1

Horizon d'altération (mamu). Brun rougeâtre (2,5YR 3/3) et brun-ocre (5YR 4/5). Gros blocs de roche grenue à partir de 60 cm. Terre friable, argileuse. Plages plus meubles brunes (7,5YR 3/3) de 70 à 110 cm. Gravier de la roche altérée. Racines assez nombreuses, moyennes et grosses jusqu'à 1 mètre, plus rares vers la base.

Profil MAR.AL : En contre bas du précédent. Altitude 110 m. Pente 35 à 40 %. Secteur ondulé.

Végétation : *Albizzia falcata* d'une quinzaine d'année recouvrant bien le sol. Sous-bois : *Gleichenia linearis* (Anuhe). *Metrosideros collina* (Pua Rata).

0-11 cm : A1

- Brun (5YR 3/3). Humifère : 11 % de matière organique. Très peu de graviers de la roche altérée. Argileux. Structure polyédrique subanguleuse, fine, très nette. Poreux. Friable. Grosses racines d'*Albizzia* affleurant parfois ou en relief. Nombreuses racines fines de fougères et d'*Albizzia* avec nodosités.

11-40 cm : AC

- Brun légèrement ocre (5YR 3/4). Gravier et petits cailloux peu abondants de la roche altérée. Plages d'altération, friables. Plages bien structurées, structure polyédrique fine à très fine. Argileux. Bonne porosité. Nombreuses racines avec nombreuses nodosités surtout jusqu'à 30 cm.

40-220 cm : C1

- Horizon d'altération (mamu). Friable. Gravier et cailloux peu abondants de la roche altérée, jusqu'à 180 cm, davantage au-delà. Terre fine argileuse. Bonne perméabilité, fortement ralentie en profondeur. Racines d'*Albizzia* moyennes et grosses jusqu'au fond.

IV - PARCELLES HAAPU (HUAHINE)

Profil HA.AN : Altitude 30 m. Pente 35 % Sud.

Végétation : *Gleichenia linearis* (Anuhe). *Metrosideros collina* (Pua Rata).
Miscanthus japonica (Aeho).

0-11/15 cm : A1

- Brun-rouge sombre (2,5YR 3/5). Humifère : 10 % de matière organique. Argileux. Structure polyédrique subanguleuse fine à très fine et grumeleuse moyenne, très nette. Friable. Très poreux. Nombreuses racines. Chevelu en surface. Transition distincte.

11/15 - 23/43 cm : A3

- Brun rouge (2,5 YR 4/4). Argileux. Structure moins nette, polyédrique très fine. Friable. Poreux. Nombreuses racines. Transition diffuse.

43-220 cm : C1

- Horizon d'altération avec plages de teintes variées : fond rouge sombre (2,5 YR 3/5). Entre 60 et 140 cm, niveau gris (2,5 YR 4/0) tâcheté de blanc avec petites cavités emplies de matériau plus argileux. Ensemble argileux à argilo-limoneux. Friable. Racines assez nombreuses au sommet, se raréfiant à la base.

Profil HA.AL : Altitude : 35 m. Pente 17 % Est.

Végétation : *Albizzia falcata* de 15 ans. Sous-bois : *Nephrolepis bisserrata* (Amoa). Quelques goyaviers.

0-10 cm : A1

- Brun (5YR 3/2,5). Humifère : 11 % de matière organique. Argileux. Structure polyédrique subanguleuse très fine. Friable. Peu collant. Poreux. Très peu de charbon de bois. Nombreuses racines fines, et grosses d'*Albizzia* qui affleurent le sol. Transition nette.

10-32 cm : A3

- Brun (5YR 3/3). Plus argileux. Structure polyédrique fine à très fine nette. Friable. Poreux. Nombreuses racines de toutes tailles horizontales et verticales avec développement important de nodosités.

32-160 cm : C1

- Horizon d'altération brun-ocre à brun-rougeâtre (5YR 3/4 et 2,5 YR 3/3). Très peu de cailloux de la roche altérée mais dure. Argileux à argilo-limoneux en profondeur. Friable. Racines fines et grosses jusqu'à la base.

160 cm : C2

- Horizon d'altération rouge-violacé (10R 3,5/2) même consistance. Plus limoneux. Quelques racines.

METHODES D'ANALYSES ET DE DOSAGE

(Analyses réalisées aux S.S.C. de l'ORSTOM à Bondy)

Terre fine

Fraction du sol passant au tamis de 2 mm.
Les résultats sont exprimés en % de terre fine.

Humidité

Séchage à l'étuve à 105°C pendant 4 heures.

Granulométrie (sur échantillons conservés humides)

Traitement à l'eau oxygénée. Dispersion aux ultra-sons.
Prélèvement à la pipette Robinson.

pH : méthode électrométrique "électrode de verre".

Carbone (Total, de la matière organique légère, de l'humine)

Par coulométrie : échantillon de 200 g. brûlé à 1100°C dans un four électrique sous courant d'oxygène avec production de CO², qui passe dans une cellule de mesure contenant du perchlorate de Ba à pH 8,1 et une électrode pH de haute précision. Il provoque la précipitation de CO₃ Ba avec abaissement du pH "enregistré" par l'électrode qui, par l'intermédiaire d'un système électronique, commande une électrolyse dans une cellule adjacente à celle de mesure dont elle est séparée par une paroi poreuse.

- Ba⁺⁺ traverse la paroi et réagit sur l'eau jusqu'au retour du pH à sa valeur de 8,1.

- l'ion ClO₄⁻ réagit sur l'eau pour donner de l'acide perchlorique et ce dernier réagit sur du carbonate de Ba en suspension.

Ce que l'on mesure finalement c'est la quantité d'électricité (exprimée en Coulombs) nécessaire pour ramener le pH de la cellule de mesure à sa valeur de consigne (8,1).

(Note : la cathode est dans la cellule de mesure et l'anode dans la cellule d'électrolyse).

Matière organique

M.O. = C % Total x 1,724.

Humus

Extractions : 2M PO_4H_3 , 0,1M $\text{P}_2\text{O}_7\text{Na}_4$ et 0,1N NaOH.

Les extraits concentrés (2M PO_4H_3) ou amenés à sec (pyro. et soude) sont attaqués par du bichromate sulfurique à chaud. L'excès de bichromate est traité en retour par Fe^{2+} (sel de Mohr).

Exprimés en ‰ de C des acides humiques et fulviques.

Azote

La méthode colorimétrique Technicon basée sur la réaction de Berthelot n'étant pas utilisable pour les sols étudiés, les dosages sont effectués par la méthode Kjeldahl modifiée, avec distillation.

Capacité d'échange (C.E.C.) (sur échantillons conservés humides)

Saturation du complexe par Cl_2Ca N tamponné (pH 7,0). Lavage par Cl_2Ca dilué (N/50). Déplacement de Ca et des traces résiduelles de Cl par NO_3K N.

Dosages = Ca^{++} total par colorimétrie Technicon avec Crésolphtaléine complexone - Cl^- par colorimétrie Technicon.

C.E.C. = Ca^{++} total - Cl^- .

Cations échangeables

Extraction à l'acétate d'ammonium M à pH 7. Percolation de 5-6 heures sur filtre par petites portions.

Dosage = - Ca et Mg = complexométrie automatique

- K et Na = photométrie de flamme (émission).

Al³⁺ échangeable

Extraction par KCl 1 N

Dosages sur filtrat = - Autoanalyseur Technicon

- Acidimétrie directe avec 2 colorants.

1) Phénolphtaléine = dosage Al³⁺ et H⁺

2) Rouge de méthyle = dosage H⁺ seul.

Al³⁺ calculé par différence.

Phosphore total

Extraction par NO₃H concentré bouillant.

Dosage par colorimétrie Technicon - Méthode Duval.

Phosphore assimilable

Méthode Olsen modifiée = extraction par un mélange de bicarbonate de sodium et fluorure d'ammonium tamponné à pH 8,5.

Dosage par colorimétrie Technicon.

Formes de phosphore

- Phosphore minéral = méthode Chang et Jackson.

- Phosphore soluble = extrait par une solution de chlorure d'ammonium (NH₄Cl 1 N).

- Phosphore lié à l'aluminium = extrait par une solution de fluorure d'ammonium 0,5 M à pH 7.

- Phosphore lié au fer et fraîchement précipité = extrait par une solution de soude diluée (0,1 N).

- Phosphore lié au calcium = extrait par une solution d'acide sulfurique dilué (0,5 N).

- Phosphate de fer d'inclusion = extrait par réduction au dithionite de sodium.

Phosphore organique : Deux extractions différentes par SO₄H₂ dilué et FNH₄ sur deux échantillons, l'un traité par H₂O₂, l'autre non traité. La différence entre les deux quantités de phosphore extraites donne le phosphore organique.

Dosage = colorimétrique à l'autoanalyseur Technicon - Méthode Duval.

Analyse triacide

Extraction de SiO_2 - Fe_2O_3 - Al_2O_3 - TiO_2 et des bases par le réactif triacide (SO_4H_2 - ClH - NO_3H).

Dosages = Fe^{3+} - Al^{3+} - Ti^{4+} par colorimétrie automatique à l'autoanalyseur Technicon.

SiO_2 = dissolution par NaOH à chaud - calcination - pesée

Bases = spectrophotométrie de flamme.

Fer libre

Extraction par l'hydrosulfite de sodium en milieu tamponné (acétate + tartrate de sodium).

Dosage à l'autoanalyseur Technicon.

Substances minérales amorphes (Fe_2O_3 - Al_2O_3 - SiO_2)

- Méthode Ségalen = modifiée Quantin

- Extraction 10 fois renouvelée par HCl 4N puis NaOH 0,5Na.

- Dosage = colorimétrie Technicon

- Représentation = courbe cumulative pour chacun des 3 éléments.

Eléments-traces

Attaque fluo-perchlorique en creuset Teflon - Reprise HCl

Dosages = spectrométrie d'émission d'arc

Détermination de l'humidité d'échantillons de sols à différents niveaux de potentiel matriciel = pF

En chambre d'extraction à haute ou basse pression.

Stabilité structurale (Is)

Méthode Hénin.

Densité réelle

Méthode du pycnomètre.

Densité apparente

Détermination du poids spécifique apparent d'un volume de sol connu, non remanié, prélevé in situ.

Rayons X

Détermination sur poudre (terre fine) - Anticathode au cobalt.

Centre ORSTOM de Tahiti
BP: 529 - Papeete.

Copyright 1985 ©