

TERRITOIRE DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

SERVICE DE L'ÉCONOMIE RURALE

**LES SOLS DE PLANEZES DE TAHITI  
EVOLUTION SOUS L'INFLUENCE  
DE REBOISEMENTS EN  
PINS DES CARAÏBES**

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE MER

**R. JAMET**

avec la collaboration de

**L. STEIN**



CENTRE DE PAPEETE

**MAI 1980**

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

TERRITOIRE DE LA  
POLYNESIE FRANCAISE

-----  
SERVICE DE  
L'ECONOMIE RURALE  
-----

LES SOLS DE PLANEZES DE TAHITI  
EVOLUTION SOUS L'INFLUENCE  
DE REBOISEMENTS EN  
PINS DES CARAIBES

R. JAMET

avec la collaboration de

L. STEIN

CENTRE O.R.S.T.O.M.  
DE PAPEETE

-----  
N° 1980/4

MAI 1980



LES SOLS DE PLANEZES DE TAHITI  
EVOLUTION SOUS L'INFLUENCE DE  
REBOISEMENTS EN PINS DES CARAIBES

par

R. JAMET<sup>(1)</sup>

L. STEIN<sup>(2)</sup>

(Mai 1980 - 107 p. multigr.)  
23 planches

R E S U M E

---

Un vaste programme de reboisement en "Pinus Caribaea" est actuellement en cours en Polynésie Française, sous climat tropical (P = de 1.500 à plus de 4.500 mm - T = 26°C). La superficie plantée, de 1.350 ha aujourd'hui, doit être portée à 11.000 ha au cours des deux prochaines décennies.

Les recherches effectuées sont basées sur l'étude comparée de couples : sols sous lande à fougères (*Gleichenia linearis*)/sols sous plantations de pins âgées de 9 à 12 ans, établies aux dépens de ces mêmes landes, sur des plateaux de pente faible, reliques de planèzes, et dans des conditions écologiques variables.

Les sols bruns ou rouges, bien drainés, issus de basalte d'épanchement terminal ou secondaire, y sont peu profonds, à dominante limoneuse; ils sont pauvres en minéraux argileux (métahalloysite) ou en sont totalement dépourvus, désilicifiés et constitués d'oxyhydroxydes - de fer, en quantités variables (25 à 50%) sous forme de goethite, hématite, magnétite en proportions variables, finement cristallisées, rarement amorphes, - d'aluminium, de titane avec parfois illuviation d'alumine. Ils sont également extrêmement pauvres en bases. Ce sont des Fermono-

---

(1) - Pédologue de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.) - Centre de Papeete - B.P. 529 - Tahiti.

(2) - Technicien du Service de l'Economie Rurale - B.P. 100 - Papeete - Tahiti.

sialsols (sols ferrallitiques) et des Oxydisols (1) proches des "Typic gibbsi-humox" à charge susceptible de varier avec le pH.

L'influence du pin sur l'évolution du sol, pas toujours très accusée, est, cependant, nette et, dans l'ensemble, négative.

En l'absence d'argile minéralogique, la matière organique y joue un rôle prépondérant de par son abondance, sa forte pénétration en profondeur : dans la formation du complexe d'échange, la rétention des bases, du phosphore, de l'eau. Sous les pins, l'on observe une décroissance du taux de matière organique qui demeure cependant élevé. Partout, les acides organiques, moins abondants sous les pins, sont constitués aux 3/4 par les acides fulviques, essentiellement sous la forme libre. Sauf dans certains sols rouges issus de basalte d'éruption secondaire, il n'y a pas, sous pins, croissance globale de la proportion d'acides fulviques, par contre, au sein de ceux-ci, la fraction libre, la plus dégradante, croît généralement, dans les horizons supérieurs.

Il y a, corrélativement, sous les pins, baisse de la capacité d'échange des horizons supérieurs, décroissance de la somme des bases retenues par le complexe. Les horizons supérieurs s'acidifient, mais l'on y constate une baisse de l'acidité d'échange due à une diminution de l'aluminium échangeable.

Une influence positive du pin a trait à l'augmentation fréquente, dans les sols qu'il recouvre, de la teneur en phosphore total, déjà élevée sous fougères, et assimilable. L'on y observe également des variations importantes dans la répartition des proportions respectives des différentes formes, mobiles ou plus ou moins fortement rétrogradées du phosphore.

Sous fougères, la structure, la porosité, la perméabilité du sol sont bonnes et le pin est, pour l'instant, en ce domaine, sans effet apparent; par contre l'on observe, sous les pinèdes, une décroissance de la réserve hydrique utile qui, durant la période la plus sèche, apparaît proche du point de flétrissement.

L'implantation du pin, dans des sols initialement sous lande à *Gleichenia linearis*, conduit donc, au bout d'une dizaine d'années, à une dégradation de certaines des caractéristiques chimiques ou physico-chimiques du sol, à un enrichissement en phosphore, est sans effet sur la plupart des propriétés physiques. Ces modifications risquent de s'aggraver avec l'âge.

---

(1) - "Projet de classification des sols par R. FAUCK", M. LAMOUREUX, A. PERRAUD, P. QUANTIN, P. ROEDERER, J. VIEILLEFON et P. SEGALEN.  
O.R.S.T.O.M. PARIS - 1979.

THE PLANEZE SOILS OF TAHITI  
EVOLUTION UNDER THE INFLUENCE  
OF REFORESTATION WITH CARRIBEAN PINES

by

R. JAMET<sup>(1)</sup>

L. STEIN<sup>(2)</sup>

(May 1980 - 107 p. multigr.)  
23 plates

S U M M A R Y

---

An important reforestation program in "Pinus Caribaea" is presently underway in French Polynesia, under a tropical climate (R : from 1.500 to more than 4.500 mm - temperature : 26 degrees C). The planted surface area, presently 1.350 hectares, is to be increased over the next twenty years to 11.000 hectares

Research carried out is based on compared studies of couples : soils under fern-patch (*Gleichenia linearis*)/soils under pine plantation 9 to 12 years old, established at the cost of these same fern-patch, on tableland with weak slopes, remnants of planezes, and under variable ecological conditions.

The well drained brown or red soils, originating in terminal or secondary basalt outpourings, are not very deep, and have silt dominant; they are poor in clay minerals (metahalloysite) or entirely lack in it, are desilicified and made up of oxihydroxides - of iron, in variable quantities (25 to 50%) under the form of goethite, hematite, magnetite in various proportions, finely crystallized, rarely amorphous - and aluminium and titania oxihydroxides with, from time to time, alumina illuviations. They are also very poor in basics. They are "Fermonosialsols" (ferralitic soils) and "Oxydisols" (3) close to "typic gibbsiumox" with a charge apt to vary with the pH factor.

The influence of the pine tree on the evolution of the soil, not always very marked, is nevertheless clear and on the whole negative.

- 
- (1) - Pedologist for the "Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer" (O.R.S.T.O.M.) - Papeete Center - P.O. Box 529 - Tahiti.
- (2) - Technician for the Department of Rural Economy - P.O. Box 100 - Papeete - Tahiti.
- (3) - "Project for classification of soils" by R. RAUCK, M. LAMOUROUX, A. PERRAUD, P. QUANTIN, P. ROEDERER, J. VIEILLEFON and P. SEGALIN.  
O.R.S.T.O.M. PARIS - 1979.

With the absence of mineralogical clay, the organic matter plays a preponderating role by its abundance, its strong in-depth penetration, in the development of the exchange complex, the retention of basics, phosphorus and water. Under the pines, one can observe a decrease in the rate of organic matter, which nevertheless remains high. In all cases, the organic acids, under the pines in less abundance, are made up for three/fourths by fulvic acids, essentially in the free form. Except for a few red soils issued from secondary basaltic eruptions, there has been no global increase under the pines in the proportion of fulvic acids, however, within them, the free fraction, the most degrading, generally increase in the higher levels of the soils.

Correlatively, under the pines, there is a decrease in the exchange capacity of the higher levels and decrease of the total basics retained by the complex. There is an acidifying of the higher levels but one notices a decrease in the exchange acidity due to a drop in exchangeable aluminium.

A positive influence of the pine can be found in the frequent increase in the soils it covers, of the total phosphoric content which is already high under ferns, and assimilable phosphorus. One can also observe important variations in the distribution of the respective proportions of various forms, mobile, or more or less retrograded, in phosphorus.

For the time being, the structure, porosity, permeability of the ground under the ferns are good and the pine in this domain is without apparent effects; however, under the pine plantations, one can observe a decrease in the useful hydric reserve which, during the dryest season, appears to be on the point of drying out.

The planting of pines in soils that initially were under fern-patch of *Gleichenia linearis*, therefore conduce over a ten year period or so, to a degradation of certain chemical or physico-chemical characteristics of the soil, to an enrichment in phosphorus, and is without effect on most of the physical properties. These modifications are liable to increase with time.

Cette étude, réalisée dans le cadre de la "convention d'études pédologiques", conclue entre le Territoire de la Polynésie Française et l'O.R.S.T.O.M., constitue l'une des études spécifiques définies en annexe à cette convention, à savoir : "Etude de l'évolution des principales caractéristiques des sols en milieu forestier".

La sélection des cinq parcelles reboisées, support de ces recherches, a été faite en collaboration avec la Section Forestière du Service de l'Economie Rurale. Les travaux de terrain ont été réalisés en Décembre 1978. Au cours de ceux-ci, 64 échantillons de sols ont été prélevés aux fins d'analyses physiques, chimiques et minéralogiques dont la quasi-totalité a été effectuée dans les différents laboratoires des Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy, sous la direction de Mrs Combeau, Dabin, Pelloux et Pinta. Des déterminations minéralogiques aux rayons X ont également été faites à l'Institut des Sciences de la Terre de l'Université de Dijon, sous la direction de Mr. le Professeur N. Leneuf. Enfin, certaines déterminations physiques, humidités, densités apparentes, réalisées sur prélèvements spécifiques complémentaires, ont pu être faites localement.

SOMMAIRE

	<u>Page</u>
AVANT-PROPOS	1
SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	5
<b>I - LES PARCELLES D'ETUDE ET LE MILIEU</b>	
1 - SITUATION - CARACTERISTIQUES DES SECTEURS ET DES PLANTATIONS RETENUS	8
2 - LE MILIEU	12
Climat	12
Géologie - Géomorphologie	13
Végétation	14
3 - METHODE D'ECHANTILLONNAGE	14
<b>II - LES SOLS : CARACTERISTIQUES ET EVOLUTION SOUS L'INFLUENCE DU PIN</b>	
1 - MORPHOLOGIE DES SOLS DE PLANEZES	17
2 - LE PROFIL TEXTURAL	22
3 - LA MATIERE MINERALE DU SOL : COMPOSITION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE	25
3.1. Composition chimique	
3.1.1. La désilicification	25
3.1.2. L'aluminium	25
3.1.3. Le titane	26
3.1.4. Le fer - ses différentes formes	29
3.1.5. Les éléments alcalino-terreux et alcalins	35
3.1.6. Les éléments-traces	35

	<u>Page</u>
3.2. Déterminations qualitatives	39
3.3. Le phosphore	40
3.3.1. Teneur du sol en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40
3.3.2. Niveau de la fertilité phosphatée	43
3.3.3. Les formes du phosphore	46
4 - LA MATIERE ORGANIQUE	51
4.1. Répartition de la matière organique totale dans les sols	51
- sous lande à Anuhe	
- sous pinèdes	
4.2. Les différentes fractions de la matière organique, leur évolution	54
- sous lande à Anuhe	54
. la matière organique légère	
. la matière organique extractible	
. la fraction non extractible	
- sous les pinèdes	57
4.3. Composition des acides fulviques et des acides humiques	60
4.3.1. Les acides fulviques	60
4.3.2. Les acides humiques	63
5 - PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS	65
5.1. Le complexe absorbant	65
5.1.1. Capacité d'échange	65
5.1.2. Cations échangeables - taux de saturation	69
5.2. La réaction du sol	70
6 - L'EAU DANS LE SOL	73
7 - REPRESENTATION VOLUMIQUE DES DIFFERENTES PHASES DU SOL	77
7.1. La densité réelle	77
7.2. La densité apparente	79
7.3. Représentation volumique	79
8 - STABILITE STRUCTURALE - PERMEABILITE	82
9 - CLASSIFICATION DES SOLS	82

	<u>Page</u>
<b>III - CONCLUSION</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>89</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX DANS LE TEXTE</b>	<b>93</b>
<b>LISTE DES PLANCHES DANS LE TEXTE</b>	<b>94</b>
<b>METHODES D'ANALYSES ET DE DOSAGES</b>	<b>95</b>
<b><u>ANNEXE</u> : DESCRIPTIONS DE PROFILS</b>	

## INTRODUCTION

---

Parmi les facteurs intervenant de façon active dans la formation et l'évolution du sol, la végétation n'est pas le moindre et son influence peut, parfois, devenir prépondérante, en particulier par le pédoclimat qu'elle engendre, par l'intermédiaire de la matière organique qu'elle abandonne au sol et dont la qualité comme la quantité sont fonction du type de végétation.

Il est des végétations herbacées ou arborées considérées, à juste titre, comme améliorantes pour le sol, d'autres, au contraire, ont la réputation d'être dégradantes. C'est le cas des résineux et du pin en particulier dont l'action podzolisante a maintes fois été décrite en pays tempéré. Cette même tendance a été observée dans des sols sableux du Congo (R. Jamet, 1968) et, pour les sols argileux de cette région de l'Afrique Equatoriale, le pin, succédant à la savane herbeuse, conduit aussi à un appauvrissement notable (R. Jamet, 1975). D'autres auteurs en arrivent à des conclusions identiques, tels Cornforth (1970) pour des sols de Trinidad sous *Pinus caribaea*, la variété qui précisément nous intéresse ici, Pernet (1954) à Madagascar pour des sols dérivés de roches variées, dont certains de basalte. Par contre, Latham (1979) étudiant à Fidji l'influence de ce même pin implanté depuis 10 ans, dans des fougères à *Talasia*, en arrive à des conclusions inverses : "la plantation de pins apparaît comme un élément régénérateur du milieu".

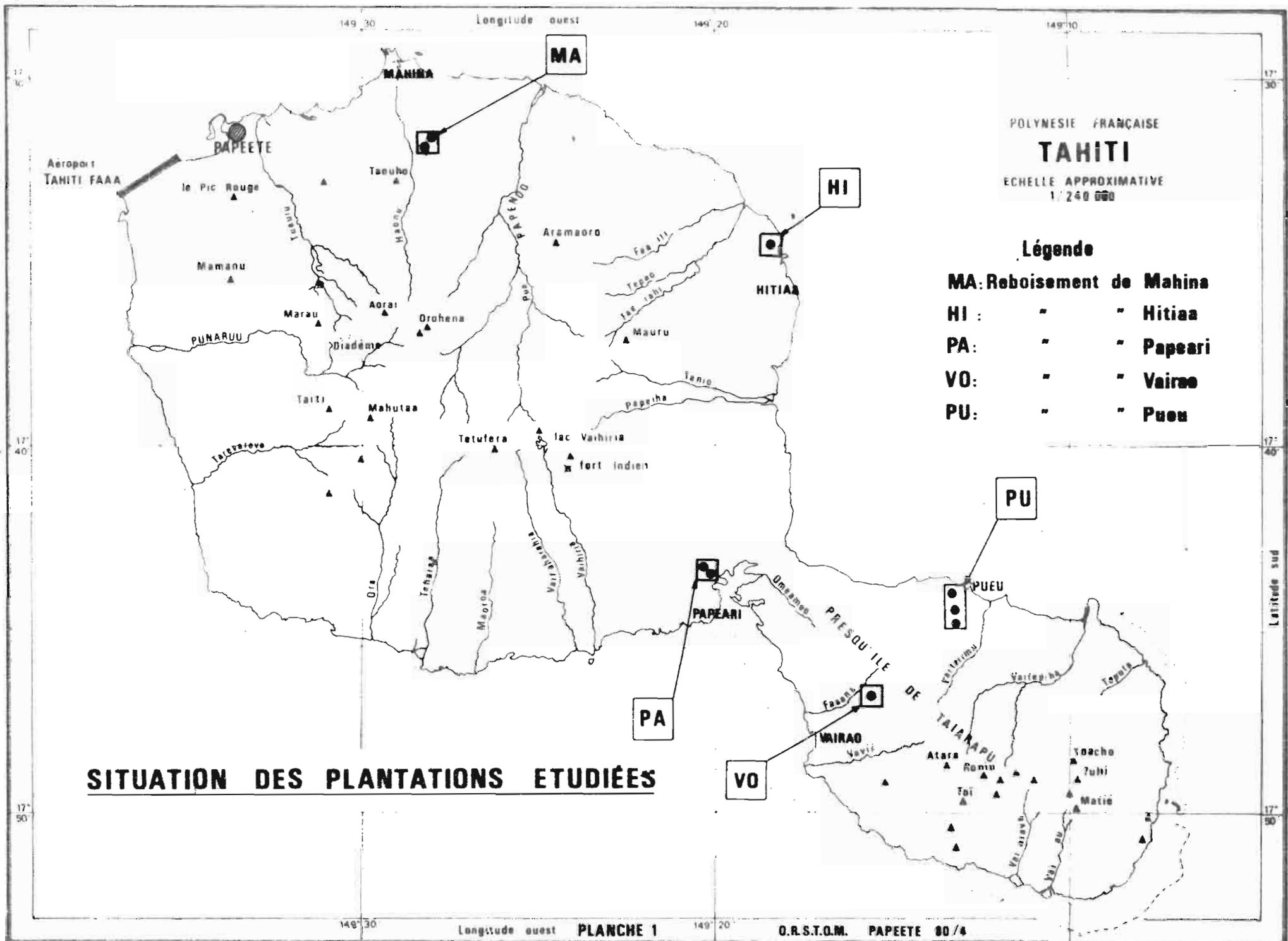
Qu'en est-il à Tahiti ? Donner une réponse à cette question est le but de cette étude et pour ce faire, nous allons essayer de déceler les modifications apportées aux caractéristiques physiques, chimiques et même minéralogiques de sols qui, au préalable recouverts d'une lande à *Cleichenia linearis* (Anuhe), ont été reboisés, en moyenne depuis plus de 10 années en pins des Caraïbes (*Pinus caribaea*).

Ces recherches sont donc basées sur l'étude de couples : sols sous végétation naturelle (Anuhe)/sols de pinèdes, étude comparative des deux éléments de chacun des couples, situés dans des conditions en tous points identiques, et des couples entre eux, ceux-ci répartis autour de l'île, dans des conditions écologiques (pluviométrie - roche-mère) variables.

Cette étude se veut aussi détaillée que possible, dans les domaines définis ci-dessus, compte-tenu de l'importance prévue du développement de la reforestation en pins en Polynésie Française, cet arbre qui pourrait être qualifié de providentiel tant il semble s'adapter, sans trop de difficultés, à des conditions pourtant parfois extrêmement difficiles, ce qui est l'une des raisons de son choix.

Il y a aujourd'hui 1.350 hectares de pins plantés dans tout le Territoire, dont 630 ha pour la seule île de Tahiti, et le plan actuel de reboisement prévoit l'implantation annuelle de 450 ha dont 150 pour Tahiti jusqu'à atteindre une superficie totale de 11.000 hectares, chiffre considéré comme suffisant pour assurer l'autoconsommation du Territoire. Le massif de résineux devrait donc, à ce rythme, atteindre cette superficie dans une vingtaine d'années, date à laquelle commencera l'exploitation des plus anciens des arbres de cette première génération, âgés de plus de 25 ans. Le reboisement, toujours en *Pinus caribaea*, doit alors succéder régulièrement à l'abattage, perpétuant en sa totalité le massif ainsi créé.

Il apparaît donc, de ce fait, nécessaire de savoir comment évolue le sol, s'il subit ou non des dégradations, sous l'influence du pin et, si oui, d'évaluer la baisse de fertilité dont risquent de souffrir les plantations de seconde génération et de faire en sorte que, connaissant mieux les problèmes, l'on puisse y remédier en parfaite connaissance de cause.



## I - LES PARCELLES D'ETUDE LE MILIEU

### 1 - SITUATION - CAPACTERISTIQUES DES SECTEURS ET DES PLANTATIONS RETENUS

Cinq plantations ont été sélectionnées pour cette étude en fonction de deux critères essentiels, le site et l'âge; le site en relation avec le niveau des précipitations et la nature de la roche-mère, l'âge aussi élevé que possible car l'influence risque d'être d'autant plus nette que le reboisement est plus ancien.

Planèze de Mahina (MA) - Sur la face nord de l'île, plateau d'orientation N-NW, pente de 15 à 25%, altitude moyenne : 430 m.

Plus de 25.000 pins, couvrant environ 20 ha, y ont été plantés entre 1967 et 1976, auxquels s'ajoutent près de 4.000 arbres divers, essentiellement *Albizzia falcata*.

La plantation étudiée (Reasin), introduite en Mars 1967, était âgée de 12 ans au moment du prélèvement des échantillons. Elle couvre environ 2 ha, les arbres y sont espacés de 2,6 x 3 m, le diamètre des troncs, à 1 mètre, varie d'environ 15 à 30 cm. Les arbustes, comme dans toutes les autres plantations, ont reçu un engrais complet durant les 3 premières années.

- pour les sols sous pins (MAP), il a été fait une double analyse, au 1/4 supérieur de la pente (25%) et 100 mètres en contrebas sur un faux replat (pente de 10 à 15%).

- pour les sols de la lande à Anuhe (MAS), l'étude a été faite sur la bordure est du vallon bordant la plantation : pente 25%, altitude 400 mètres environ.

Planèze de Hitiaa (HI) - Sur le flanc est de l'île, plateau d'orientation N-NE. Le secteur reboisé est établi sur un replat au tiers inférieur de la planèze : altitude 130 m, pente de 2 à 5%.

Les pins, plantés en 1966 et 1967, couvrent une superficie totale d'environ 2,5 ha.

L'étude porte sur le reboisement Vieu (HIP), âgé de 13 ans à la date des prélèvements; l'espacement des arbres y est de 2,5 x 3 m, le diamètre des troncs variant de 15 à 35 cm.

La parcelle sous lande à Anuhe (HIS) occupe un secteur étroit de pente identique jouxtant la plantation. L'ensemble est entouré de pâturages.

Planèze de Pueu (PU) - Sur le flanc nord de la presqu'île, planèze morcelée en bandes radiales d'orientation nord dont l'une, étroite, a été reboisée par plus de 35.000 pins (près de 25 ha) entre 1971 (plus des 2/3) et 1977 : (reboisement Auffray).

Les échantillons (PUP) ont été prélevés sous la plantation la plus âgée (8 ans 1/2), en bas de la planèze : altitude 100 m, pente de 15%. L'espacement des pieds y est de 2,6 x 2,6 m, le diamètre des troncs va de 12 à 30 cm environ.

La parcelle-témoin sous lande à Anuhe constitue une enclave au sein de la pinède (PUS).

Planèze de Vairao (VO) - Dans la partie ouest de la presqu'île, lambeau de planèze à 2 kms au nord de Vairao, à proximité de son sommet. Le secteur a vraisemblablement été contaminé par une éruption secondaire provenant d'une petite bouche à feu latérale. Pente irrégulière de 40-45% d'orientation ouest, altitude : 580 m.

Trois hectares de pins ont été plantés en 1966-67 (reboisement Poroi). L'espacement des pieds est de 2,6 x 3 m, le diamètre moyen des troncs avoisine 20 cm.

Deux parcelles d'étude (VOP) ont été implantées le long de la pente convexo-concave débouchant sur un petit vallon, la première au 1/3 supérieur, la seconde au 1/3 inférieur, 100 m en contrebas.

Les deux parcelles-témoins (VOS) sous la lande à Anuhe ont été tracées dans des conditions identiques à partir d'une vingtaine de mètres de la lisière du reboisement.

Localités	Appellation des profils sous		Altitude m	Pente et orientation	Pluviométrie mm	Profondeur du "mamou" cm	Age des plantations années	Végétation naturelle
	Lande	Pins						
Mahina	MAS	MAP	430	15 - 25 % N - NO	2.684 (Super-Mahina) Alt. 250 m	50	12	Gleichenia (Anuhe) dense et haute
Hitiaa	HIS	HIP	130	2 - 5 % N - NE	3.217 (Hitiaa) Alt. 3 m	35	13	Gleichenia dense
Pueu	PUS	PUP	100	15 % N	3.261 (Pueu) Alt. 3 m	50	8,5	Gleichenia très dense et haute
Vairao	VOS	VOP	580	40 - 45 % O	2.901 (Plateau d'Afaahiti) Alt. 218 m	+ 160	13	Gleichenia dense peu élevée + Pua-Rata
Papeari	PAS	PAP	180	18 % S	2.531 (Papeari) Alt. 1 m	35	13	Gleichenia assez dense peu élevée

Caractéristiques des sites retenus

TABLEAU 1

Station Période	Altitude m	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Super-Mahina 1974-1977	250	411	305	277	198	104	96	102	58	42	206	249	635	2.684
Hitiaa 1968-1977	3	394	405	338	252	235	156	108	140	202	282	292	415	3.217
Pueu 1968-1977	3	372	428	332	242	204	180	106	149	163	283	316	487	3.261
Afaahiti plateau 1961-1977	218	313	316	306	221	158	154	125	143	144	236	316	470	2.901
Papeari 1923-1977	1	309	224	223	208	216	160	142	139	168	184	257	302	2.531

Précipitations : Hauteurs mensuelles et annuelles (en cm)

TABLEAU 2

Planète de Papeari (PA) - Au sud de l'île, à proximité de l'isthme de Taravao. Reboisements (Bambridge) implantés sur des reliques de basse planète : environ 7 ha de pins entre 1966 et 1975. La plantation concernée (PAP) est située à la partie supérieure d'un petit plateau (pente 18%, altitude 180 m) où elle couvre moins de 2 ha avec un espacement des arbres de 2,6 x 3,2 m.

Le reboisement n'a épargné que de petits secteurs de végétation naturelle (Anuhe) à sa périphérie. A défaut d'une parcelle-témoin suffisamment étendue, les échantillons sous lande ont donc été prélevés en 3 points différents (PAS) mais d'altitude et pente identiques à celles de la parcelle sous pins.

## 2 - LE MILIEU

### Climat

Les précipitations sont, à Tahiti, soumises à l'influence des alizés soufflant de l'est et la lecture des relevés pluviométriques annuels, fournis par les postes situés à la périphérie de l'île, laisse apparaître une très nette opposition entre la face au vent et celle sous le vent. Aucun des secteurs de reboisement étudiés ne se trouve dans le secteur sous le vent le plus sec, Faaa - Paea, qui, abrité derrière un fort écran montagneux, ne reçoit guère plus de 1,5 m d'eau chaque année.

Les relevés pluviométriques des stations les plus proches de nos terrains d'étude sont reportés dans le tableau 2. Les moyennes annuelles obtenues, portant sur un nombre d'années très variable (4 à 55 ans), sont difficilement comparables. Les stations les plus arrosées y ressortent cependant nettement : Pueu et Hitisa, de même que les plus sèches : Mahina et Papeari partiellement protégées par le relief avoisinant.

L'on observe, pourtant, un net ralentissement des précipitations au cours de l'hiver austral (J - Jt - A) particulièrement sensible à Mahina, à l'abri des vents du SE, où ces 3 mois reçoivent moins de 100 mm.

Les relevés ci-après concernent soit la plaine littorale, soit des altitudes inférieures à celles occupées par les plantations de pins, or le gradient pluviométrique croît très rapidement avec l'altitude et en fonction de l'orientation des versants aux vents dominants. Les hauteurs d'eau reçues par les secteurs concernés sont donc d'autant plus sous-évaluées qu'ils sont plus élevés.

Sur le plan des précipitations reçues, les 5 secteurs étudiés peuvent être ainsi séparés :

Mahina (< 3 m) - Papeari ( $\approx$  3 m) - Vairao (> 3 m) - Hitiaa - Pueu (> 4 m).

La température moyenne annuelle est de 25,7°C à Faaa et les écarts entre les moyennes journalières des mois le plus chaud et le plus froid ne dépasse pas 2,6°C.

La moyenne journalière du degré hygrométrique est quasi-constante toute l'année 76 à 79%. Mais au cours de la journée les variations sont plus sensibles : la moyenne des maximums et des minimums étant respectivement de 90 et 63%.

### Géologie - Géomorphologie

Quatre des secteurs concernés par cette étude sont situés sur des plateaux de taille et forme variées, généralement allongés dans le sens de la pente. Ce sont des témoins encore importants de plateaux beaucoup plus vastes ou planèzes, correspondant aux pentes primitives des volcans et constituées par des coulées de lave basaltique fluide, de la phase terminale d'épanchement, rejetée par les cratères centraux, planèzes aujourd'hui fortement disséquées par l'érosion des vallées radiales et le ravinement.

Le quatrième secteur, situé à près de 600 m d'altitude, au-dessus de Vairao, est vraisemblablement établi sur des épanchements secondaires, de pentes nettement plus fortes, issus d'un petit orifice latéral et dont le matériau basaltique donne naissance à des sols rouges.

### Végétation

Les reboisements ont été implantés dans le domaine de la fougère : *Gleichenia linearis* (Anuhe), où les peuplements rarement purs sont le plus souvent mélangés d'autres espèces.

A Mahina l'on y trouve quelques goyaviers (Tuava) qui réapparaissent également, épars, sous les pins, associés à des touffes de fougères et quelques Lantana.

A Hitiaa, en bordure de la parcelle-témoin à Anuhe, se dressent quelques *Pandanus* et *Albizzia falcata*, tandis que sous les pins, épars et dispersés, l'on remarque quelques goyaviers, des fougères, des sensitives (*Mimosa pudica*).

A Pueu, à la périphérie du petit secteur à Anuhe épargné par le reboisement, l'on observe : goyaviers, Purau (*Hibiscus tiliaceus*), pistachiers. Sous les pins apparaissent des touffes de *Gleichenia* et quelques goyaviers.

A Vairao, la couverture de *Gleichenia* est parsemée d'assez nombreux *Pua rata* (*Metrosideros collina*) dont la taille n'excède pas 1 à 2 mètres et dont réapparaissent quelques exemplaires sous les pins, en association avec des touffes de fougères.

A Papeari, la lande à *Gleichenia* est ponctuée de nombreux goyaviers qui réapparaissent aussi, épars, sous les pins, avec des touffes de carex et fougères.

Dans l'ensemble, la végétation de sous-bois des plantations entretenues est très peu développée.

### 3 - METHODE D'ECHANTILLONNAGE

En place des secteurs reboisés, croissait il y a 9 à 13 ans la même lande à Anuhe qu'actuellement aux alentours. L'étude de l'évolution des sols de cette lande, sous l'influence du pin nouvellement introduit, sera donc basée sur l'étude de couples englobant les 2 types de végétation.

Les prélèvements d'échantillons pour analyses, tant sous pins que sous fougères, ont été effectués selon le principe utilisé en agronomie. Dans chacune des 5 plantations sélectionnées et dans la lande avoisinante, est délimité un carré de 20 mètres de côté (parcelle d'étude). Au centre de cette parcelle et en chacun de ses angles sont, d'autre part, délimités 5 petits carrés de 2 m de côté (sous-parcelles I, II, III, IV, V). Au centre de I est creusée une fosse profonde de 1 à 1,6 mètre environ, des trous de 50 cm de profondeur au centre de II, III, IV et V et enfin de petits trous de 20 à 30 cm en chacun des angles des 5 sous-parcelles (voir planche 2).

Les prélèvements sont effectués, au sein de chacun des couples, sur des tranches de sol de même épaisseur, situées à la même profondeur, mais variables d'un couple à l'autre en fonction de la morphologie du sol :

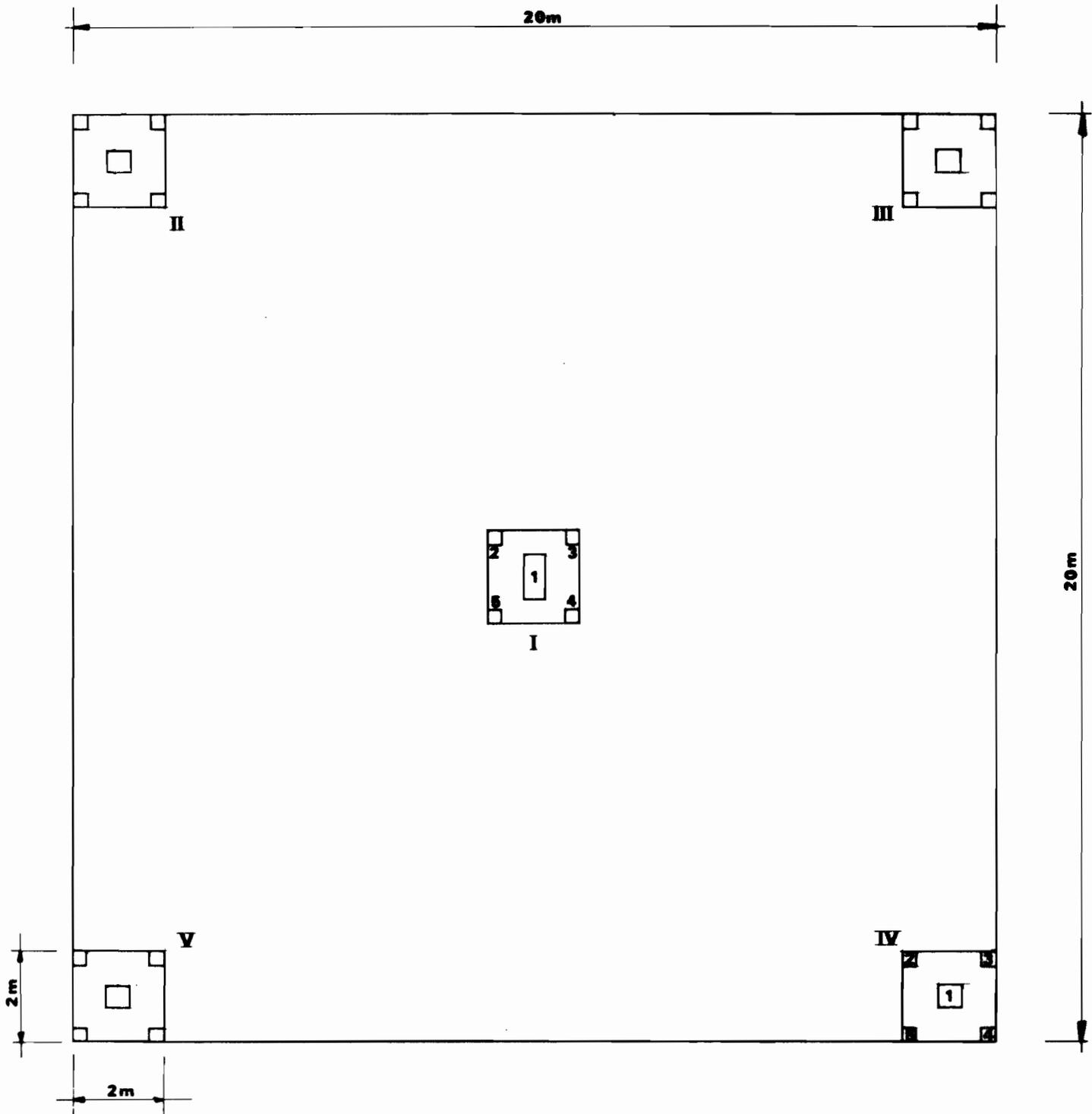
- le 1<sup>er</sup> (0-7 ou 0-10 cm) et le 2<sup>ème</sup> prélèvement (12-20 ou 15-25 cm) sont effectués en chacun des angles et centres des 5 sous-parcelles.

- le 3<sup>ème</sup> (25-35 ou 30-40 cm) et le 4<sup>ème</sup> prélèvement (40-50 ou 45-55 cm) sont effectués seulement au centre de chacune de ces 5 sous-parcelles.

- quant aux autres prélèvements (5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup>), ils sont faits uniquement dans la fosse centrale.

Des prélèvements 1 et 2, de surface, l'on retire d'abord, après mélange et homogénéisation dans un récipient adéquat, un échantillon moyen pour chacune des 5 sous-parcelles. De ces 5 échantillons remélangés et homogénéisés, l'on extrait l'échantillon final résultant donc de prélèvements effectués en 25 points, et qui sera soumis à l'analyse.

Pour les 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> prélèvements, l'échantillon moyen est fabriqué, de la même manière, à partir des 5 échantillons initiaux.



Echelle:  $\frac{1}{1250}$

**PLAN DE PRÉLÈVEMENTS  
DES ÉCHANTILLONS**

## II - LES SOLS

### CARACTERISTIQUES ET EVOLUTION SOUS L'INFLUENCE DU PIN

#### I - MORPHOLOGIE DES SOLS DE PLANEZES

L'une des principales caractéristiques des sols dérivés des roches basaltiques est leur faible épaisseur. Dans quatre des cinq secteurs étudiés, l'épaisseur du sol meuble jusqu'à l'horizon d'altération (mamou) oscille en effet entre 30 et 90 cm. Le drainage vertical y est fortement ralenti à faible profondeur et peut aboutir, ainsi que nous avons pu l'observer en d'autres secteurs, à un engorgement rapide des horizons supérieurs au moment des fortes averses, ce qui, sur ces pentes, favorise un écoulement superficiel rapide et l'érosion.

La roche encore assez dure quoique entièrement altérée a pu, localement, être atteinte avant 1 mètre. La zone d'altération présente une grande variété d'aspect : brun à gris-brun à reflets blanc-violacé (Pueu); brun-ocre, brun-violacé (Mahina); jaunâtre, parfois moucheté de nodules gris-violacé ou rougeâtres en place de cristaux altérés, ou bariolé de plages rouille avec, localement début de carapacement (Pueu).

Dans les quatre secteurs considérés, les sols sont de teinte sombre, brun à brun-ocre ou brun-rougeâtre. Seuls font exception ceux du 5ème secteur développés sur des épanchements basaltiques secondaires, au-dessus de Vairao : brun-rouge à rouge en profondeur, ces sols sont nettement plus profonds, le mamou n'étant encore pas atteint à 2 mètres.

Une autre caractéristique importante de ces sols, de texture à dominante limoneuse et riches en matière organique, est la forte pénétration de celle-ci dont les teneurs peuvent encore dépasser 3% à plus de 50 cm.

Les profils sont décrits avec de plus amples détails en Annexe.

Echantillons sous Savane Pins		Profond. cm	Horizon	Terre fine % du sol	En % de la Terre fine				
					Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers
MAS	11	0- 7	A 1	95,8	28,4	43,0	4,9	11,2	14,2
	12	12- 20	A 1	97,9	40,8	34,7	4,8	10,6	8,8
	13	25- 35	A 3	85,9	42,8	34,3	4,9	6,1	11,7
	14	45- 55	B 3 C	87,9	41,2	31,4	8,2	5,7	13,5
	15	70- 80	C 1	89,9	46,0	34,9	7,0	6,3	5,8
MAP	11	0- 7	A 1	91,1	16,0	38,3	6,5	17,9	21,7
	12	12- 20	A 3	96,0	28,2	37,0	5,4	14,8	14,0
	13	25- 35	A 3	97,0	35,0	32,8	6,0	14,1	12,0
	14	45- 55	C 1	93,0	33,3	34,0	8,9	10,2	13,6
	21	0- 7	A 1	92,0	15,8	37,0	5,6	15,3	25,9
	22	12- 20	A 3	92,0	21,0	39,2	3,0	19,7	16,9
	23	25- 35	C 1	85,4	27,2	29,7	5,6	21,0	16,4
HIS	11	0- 10	A 11-12	95,8	31,6	48,7	2,2	7,6	9,9
	12	15- 25	A 12	92,8	20,6	47,2	1,7	7,8	22,5
	13	30- 40	A 3 C	96,8	22,6	39,0	5,6	15,6	17,0
	14	60- 70	C 1	89,1	20,5	44,5	9,4	8,7	16,9
HIP	11	0- 10	A 11-12	97,3	30,2	38,3	2,7	10,4	18,5
	12	15- 25	A 3	97,4	22,5	44,2	7,3	10,7	15,1
	13	30- 40	B 3 C	97,7	15,9	46,2	7,0	13,1	17,9
	14	60- 70	C 1	98	12,7	51,8	6,7	12,3	16,5
PAS	11	0- 7	A 11	93,3	15,6	34,6	5,2	20,0	24,6
	12	12- 20	A 12	87,0	13,0	32,4	6,3	20,2	28,1
	13	25- 35	B 3 C	91,0	15,4	29,6	8,1	16,2	30,6
	14	40- 50	C 1	90,7	16,7	39,0	15,2	8,2	21,0
PAP	11	0- 7	A 11	96,6	19,0	37,9	4,7	13,9	24,2
	12	12- 20	A 12	93,0	13,8	32,1	7,2	13,0	33,8
	13	25- 35	B 3 C	95,1	16,4	32,4	5,5	12,1	33,3
	14	40- 50	B 3 C	88,3	12,6	32,3	11,1	12,6	31,4
	15	90-100	C 1	90,9	10,5	33,6	20,0	9,1	26,6

Granulométrie de la Terre fine < 2 mm  
considérée séchée à 105° C

Profils : MA - HI - PA

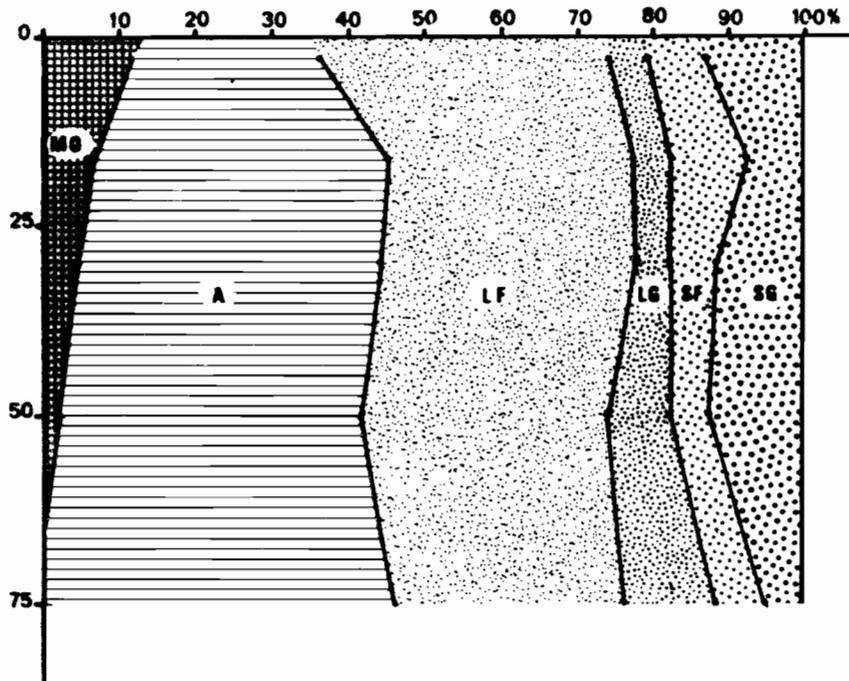
(Analyse sur terre humide)

TABLEAU 3

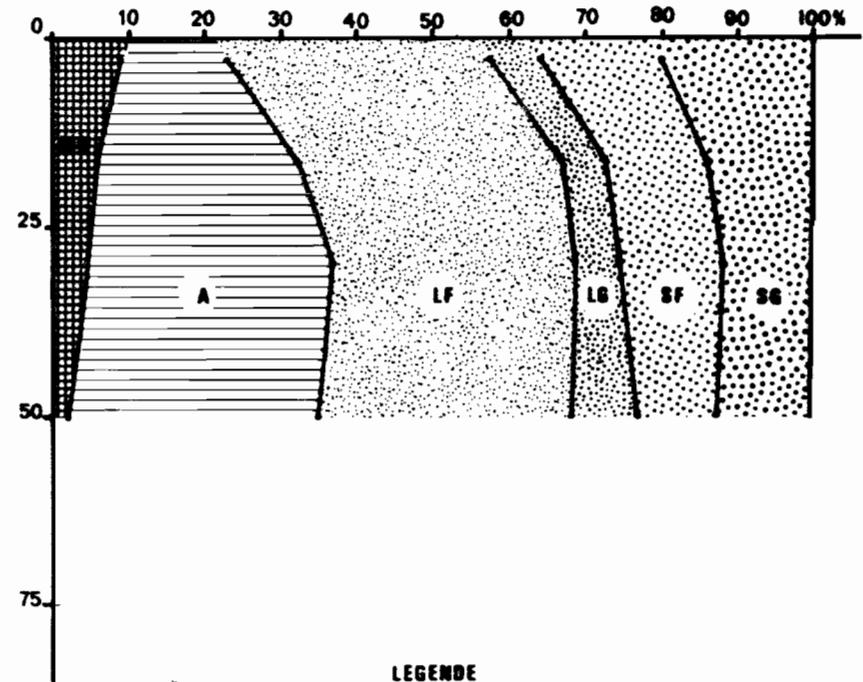
GRANULOMETRIE DE LA TERRE FINE  $\leq 2$  mm. CONSIDEREE SECHEE A 105°C.

MAHINA : Profils MA

MAS : Sol sous lande à "Anuhe."



MAP : Sol sous pins



LEGENDE

- MO. Matière organique
- A. Argile < 2  $\mu$
- LF. Limon fin 2 - 20  $\mu$
- LG. Limon grossier 20 - 50  $\mu$
- SF. Sable fin 50 - 200  $\mu$
- SG. Sable grossier 200 - 2000  $\mu$

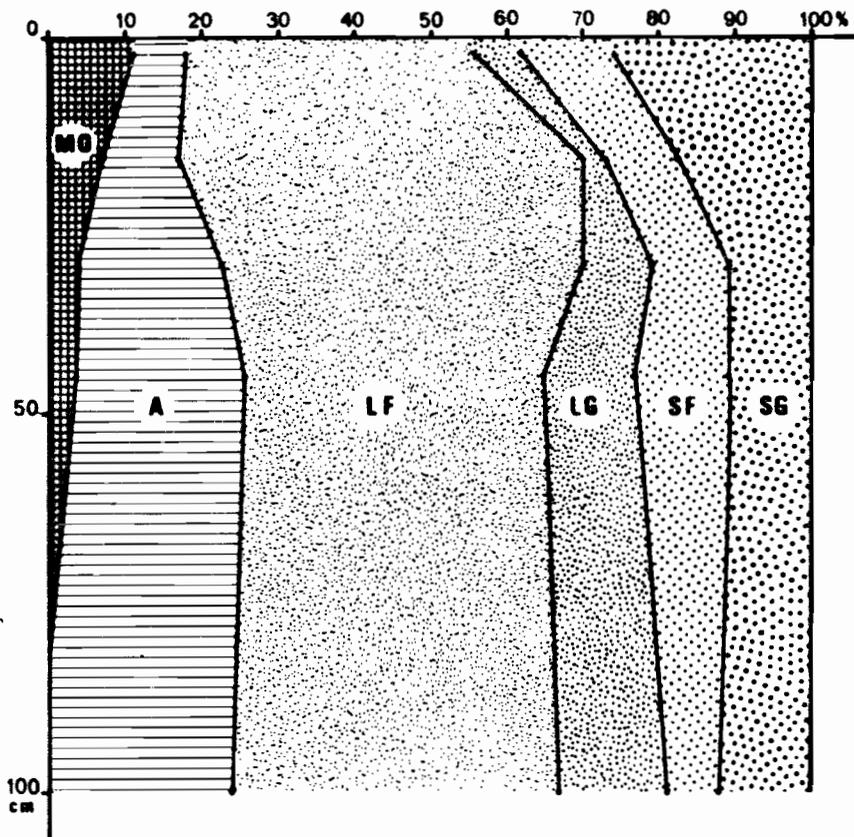
Echantillons sous Savane Pins		Profond. cm	Horizon	En % de la Terre fine						
				Terre fine % du sol	Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers	
PUS	11	0- 7	A 11	92,6	7,7	42,6	6,6	13,9	29,2	
	12	12- 20	A 12	94,8	11,3	56,9	2,7	10,6	18,6	
	13	25- 33	A B	97,9	19,2	50,0	9,6	10,3	11,1	
	14	40- 50	A B	98,8	22,7	41,2	12,7	12,0	11,5	
	15	90-100	C 1	93,5	24,4	42,7	13,7	6,9	12,3	
PUP	11	0- 7	A 11	95,3	8,8	47,7	8,2	15,0	20,1	
	12	12- 20	A 12	98,1	13,1	45,9	14,0	11,5	15,4	
	13	25- 33	A B	98,3	16,2	41,9	9,6	15,0	17,6	
	14	40- 50	B 3 C	96,8	15,9	37,4	10,7	17,7	18,4	
	15	90-100	C 1	88,8	7,8	34,4	21,7	9,1	27,3	
VOS	11	0- 7	A 1	91,5	25,6	33,3	5,4	12,6	23,4	
	12	12- 20	A 3	98,2	22,9	29,0	8,0	17,7	22,5	
	13	25- 32	B 2	96,4	23,2	34,8	10,3	14,1	16,9	
	14	40- 50	B 2	96,6	19,8	37,9	13,1	12,8	16,6	
	15	90-100	B 3	98,8	18,1	33,1	14,3	13,2	20,1	
	16	150-160	B 3 C	96,3	22,4	33,2	10,1	12,8	21,6	
VOP	11	0- 7	A 1	90,5	22,4	31,0	7,7	13,0	25,8	
	12	12- 20	A 3	90,5	21,2	31,0	8,9	16,3	28,8	
	13	25- 32	A 3	96,9	21,7	36,5	14,4	13,7	13,4	
	14	40- 50	B 2	98,0	22,3	37,0	13,1	12,3	15,4	
	15	90-100	B 3 C	98,3	13,8	38,0	13,5	16,0	18,8	
VOS	21	0- 7		92,1	15,6	37,9	1,4	15,1	29,9	
	22	12- 20		86,7	29,4	39,8	6,9	10,0	13,7	
	23	25- 32		42,6	34,3	39,0	6,2	10,1	10,5	
	24	40- 50		81,7	37,2	37,6	5,6	8,4	11,2	
Bas de pente	VOP	21	0- 7		89,8	20,0	34,7	7,0	15,4	22,7
		22	12- 20		91,5	24,5	32,9	5,1	19,7	17,8
		23	25- 32		86,2	39,5	27,7	6,0	13,4	13,4
		24	40- 50		90,8	38,6	30,6	3,7	12,2	14,8

Granulométrie de la Terre fine < 2 mm  
considérée séchée à 105° C

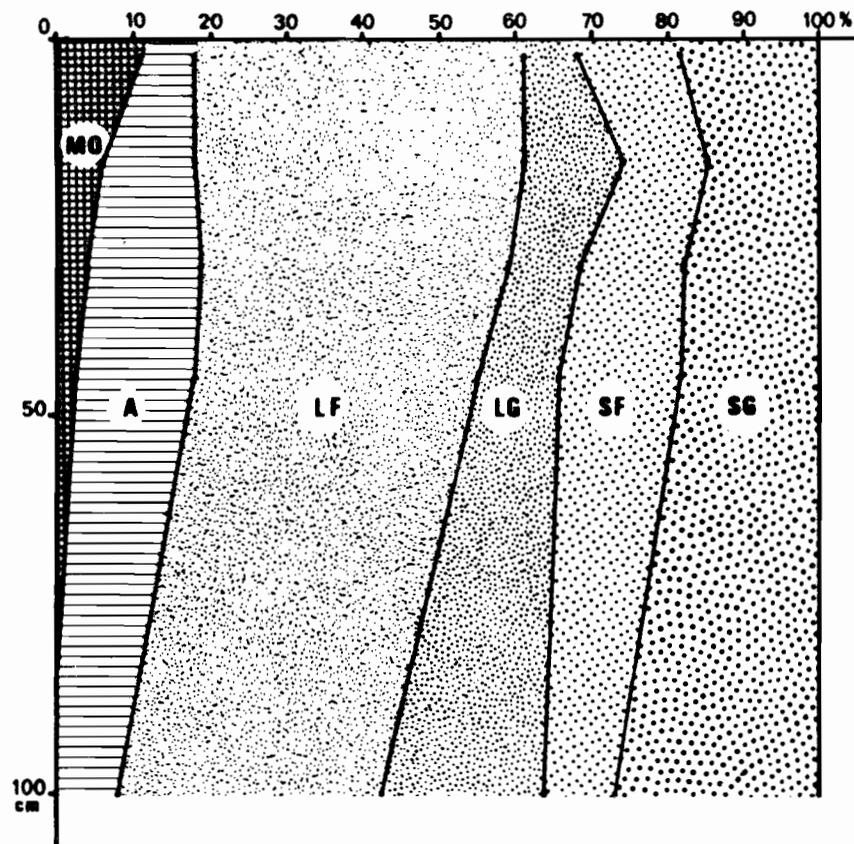
Profils PU et VO  
(Analyse sur terre humide)

TABLEAU 4

GRANULOMETRIE DE LA TERRE FINE  $\leq 2$  mm. CONSIDEREES SECHEES A 105°C.



PUS: Sol sous lande à "Anuhe"



PUP: Sol sous pins

PUEU : Profils PU

## 2 - LE PROFIL TEXTURAL (Voir planches 3 à 6)

Les éléments grossiers  $> 2 \text{ mm}$ , fragments de roche, éléments ferrugineux suffisamment durs pour échapper à la pulvérisation lors de l'analyse, sont, dans tous ces sols assez peu abondants : pouvant atteindre 20%, ils demeurent généralement inférieurs à 10%.

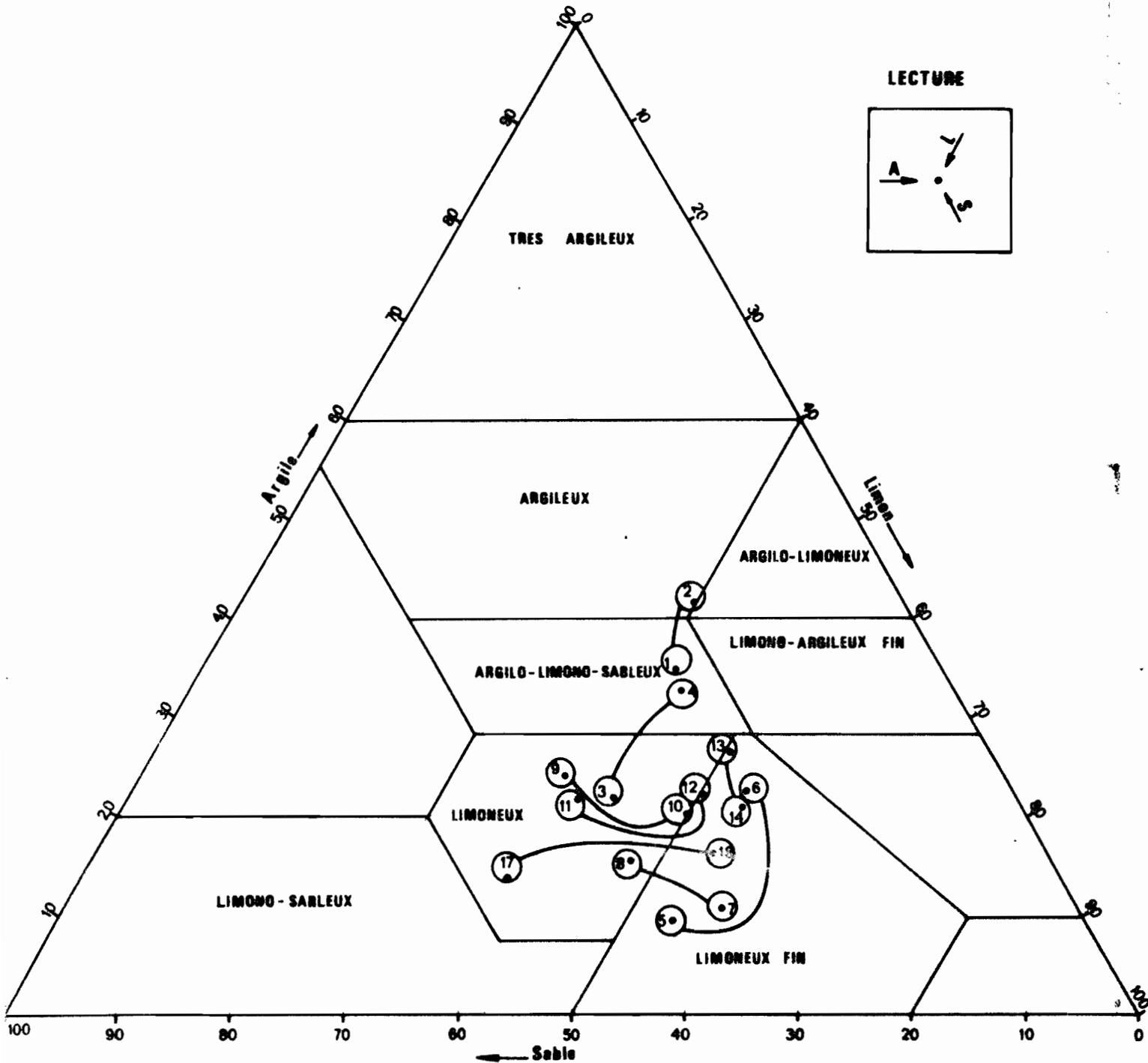
Au sein de la fraction  $< 2 \text{ mm}$  (terre fine), la séparation entre les différentes classes granulométriques varie d'un secteur à l'autre, plus modérément entre 2 profils d'un même couple (séparation faite sur terre humide).

Les limons fins (2-20  $\mu$ ), sauf à Mahina, dominant. Associés aux limons grossiers (20-50  $\mu$ ), ils constituent plus de 50% de la phase solide du sol à Pueu et Hitiaa, entre 40 et 50% ailleurs. La somme des fractions sableuses (50-2.000  $\mu$ ) y entre pour 20 à 40%, les teneurs en étant minimales à Mahina et Hitiaa, maximales à Papeari.

Quant à la fraction argileuse ( $< 2 \mu$ ), elle est maximale à Mahina où, aux oxyhydroxydes de fer et d'alumine, s'ajoute de la métahalloysite. Cette fraction fine y constitue 40% de la phase solide et seulement de 10 à 30% dans les autres sols.

Cette répartition granulométrique ressort bien du triangle des textures (planche 6) : tous les sols, à l'exception de ceux de Mahina (argileux) sont regroupés au sein des sols limoneux ou limoneux fins.

L'introduction du pin modifie-t-elle cette répartition granulométrique ? Il apparaît parfois en surface un appauvrissement en argile qui va s'accroissant sous les pins (Mahina - Pueu - Vairao), l'eau ruisselant sous la litière en est sans doute partiellement responsable. Cet appauvrissement s'accroît en bas de pente (MAP<sub>2</sub> - VOP<sub>2</sub>) et à Vairao, l'on observe aussi un enrichissement des horizons B en argile au détriment des limons grossiers.



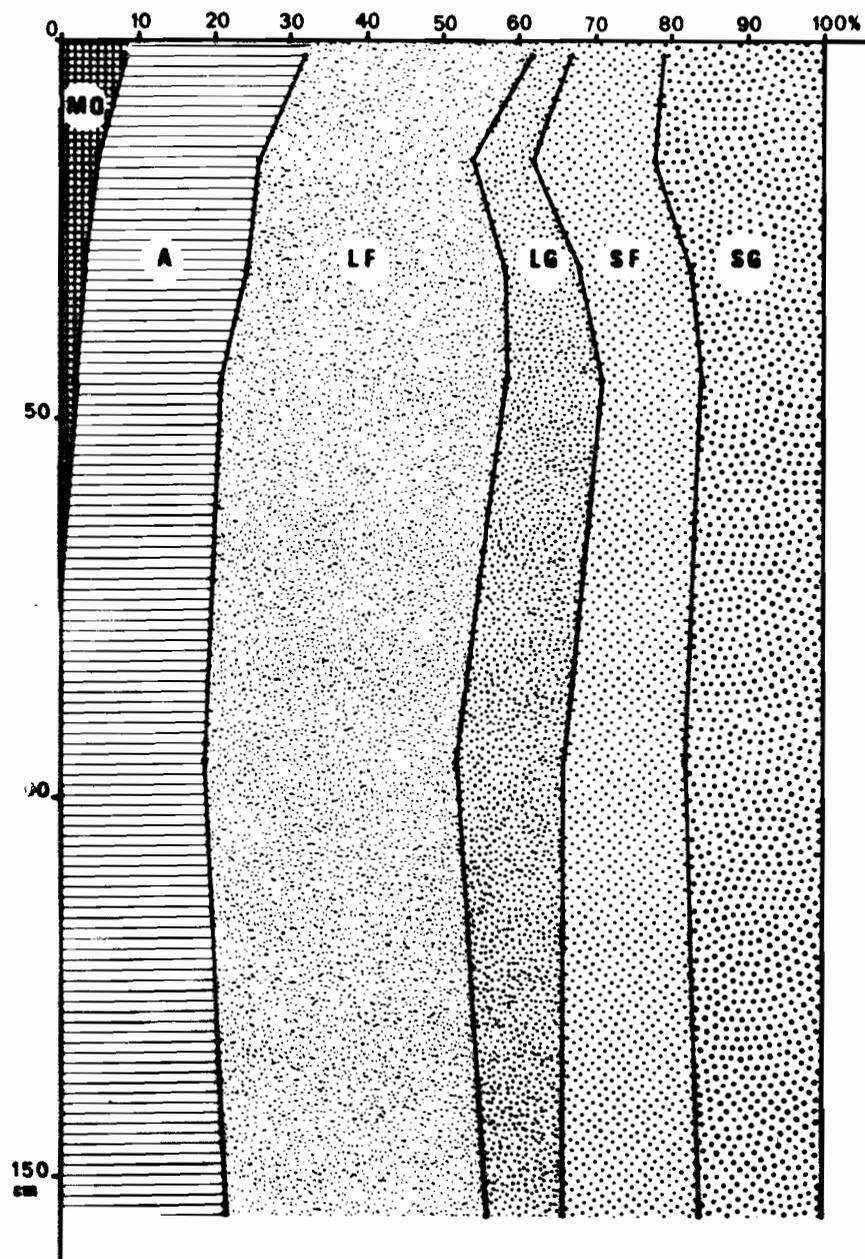
**COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS**

- 1 | MAS 0-20 cm
- 2 | MAS 45-55 cm
- 3 | MAP 0-20 cm
- 4 | MAP 45-55 cm
- 5 | PUS 0-20cm
- 6 | PUS 40-50cm
- 7 | PUP 0-20cm
- 8 | PUP 40-50cm

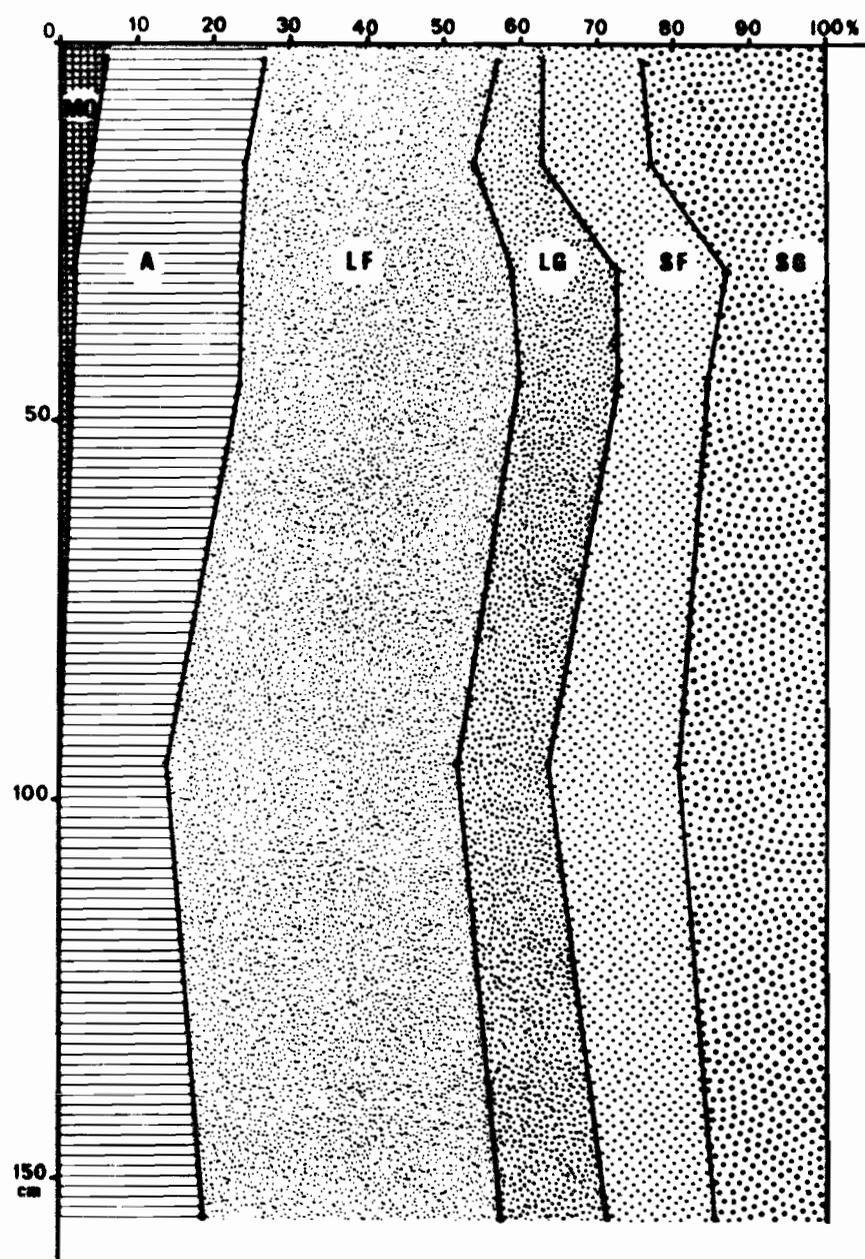
- 9 | VOS 0-20 cm
- 10 | VOS 40-50cm
- 11 | VOP 0-20 cm
- 12 | VOP 40-50 cm
- 13 | HIS 0-20 cm
- 14 | HIS 60-75cm
- 17 | PAS 0-20 cm
- 18 | PAS 40-50cm

TRIANGLE DE TEXTURE U.S.D.A.

GRANULOMETRIE DE LA TERRE FINE  $\leq 2$  mm. CONSIDEREE SECHEE A 105°C.



VOS: Sol sous lande à "Aube"



VOP: Sol sous pins

VAIRAO : Profils "VO"

### 3 - LA MATIERE MINERALE DU SOL : COMPOSITION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE

#### 3.1. Composition chimique (tableau 5)

La composition chimique totale a été déterminée sur la fraction fine < 2 mm (90 à 100% du sol) des sols des planèzes de Mahina, Pueu, Vairao, par l'analyse triacide. L'attaque en est totale, les résidus non dosés n'excédant généralement pas 0,5%.

Tous ces sols sont constitués quasi-exclusivement par des oxydes ou hydroxydes de fer, aluminium et titane, ceux de Mahina exceptés qui renferment, en outre, des quantités notables de minéraux phylliteux (voir ci-après).

3.1.1. La désilicification y est donc généralement quasi-totale, entraînant une perte de matériau, par rapport à la roche saine, d'environ 40% et qui ne laisse dans le sol qu'un résidu siliceux de 1 à 2%, les rapports moléculaires  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  n'excédant pas 0,05.

Seuls, parmi ceux analysés, font exception les sols sous fougères de la planèze de Mahina qui renferment de 10 à 12% de  $\text{SiO}_2$  incluse dans le réseau de la métahalloysite, ce qui fait remonter le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  de la terre fine à 0,5.

Ce n'est là, vraisemblablement qu'une étape avant la désilicification totale. En effet, sous pins, les mêmes sols, situés non loin des précédents, ne renferment plus que 3% de  $\text{SiO}_2$  : il y a destruction de la métahalloysite avec entraînement concomitant de la silice libérée. Cet état préexistait-il avant l'introduction du pin ou est-il dû à son influence, l'on ne peut, sans vérifications complémentaires, l'assurer.

3.1.2. La teneur de ces sols en aluminium, exprimée sous forme d'oxyde  $\text{Al}_2\text{O}_3$  est très variable d'un profil à l'autre et parfois dans un même profil selon l'horizon considéré. Comparativement à la roche-mère basaltique, qui en renferme en moyenne 15%, l'on observe, soit une perte, soit un enrichissement, parfois très

élevé en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dépassant les 100%, en particulier à Mahina où une fraction de l'alumine entre dans le réseau des minéraux argileux.

Ailleurs, le sol ne renferme que des traces, ou pas du tout, d'argile vraie, aussi l'aluminium y est-il présent uniquement sous forme d'hydroxyde  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (gibbsite).

L'alumine peut demeurer plus ou moins stable tout au long du profil (Vairao) ou au contraire, ainsi que l'a déjà souligné Tercinier (1974), il peut se produire une accumulation illuviale d'alumine dans certains sols dont les horizons supérieurs apparaissent alors fortement appauvris en cet élément. C'est le cas des sols de Pueu où le phénomène s'accroît encore sous les plantations de pins.

Ceci ressort nettement de l'examen des courbes de distribution de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  au sein des profils, en référence à  $\text{TiO}_2$  réputé comme étant un élément stable échappant à tout entraînement (planche 7a).

3.1.3. Le titane, qui, exprimé en  $\text{TiO}_2$ , entre pour 3,5% en moyenne dans la constitution de la roche-mère basaltique, s'y observe sous plusieurs formes, effectivement visibles sous le microscope ou détectées aux rayons X :

- dans les augites qui peuvent fixer jusqu'à 5% de  $\text{TiO}_2$  (augites titanifères ou titanaugites),
- dans le réseau de la magnétite en proportions notables (titano-magnétites),
- associé au fer dans l'ilménite ( $\text{FeTiO}_3$ ) qui renferme environ 30% de Ti,
- sous forme d'anatase ( $\text{TiO}_2$ ).

Quant aux sols, ils contiennent, dans leur ensemble, bien davantage de  $\text{TiO}_2$  : 6 à 8% couramment, jusqu'à 15% parfois. Le titane, élément difficilement mobilisable, échappant à l'illuviation, s'y concentre donc de façon relative ou résiduelle par suite de l'élimination des autres composants.

Echant.	Profond. cm	Horizon	En % de l'échantillon séché à 110°C										Total	Rapports moléculaires			
			Perte au feu	Résidu total	SiO <sub>2</sub> silicates	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O		SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> TiO <sub>2</sub>
MAS 12	12- 20	A 1	24,1	0,10	10,3	32,5	25,3	6,10	0,12	0,78	0,04	0,14	99,48	0,54	0,36	4,15	2,07
14	45- 55	B 3 C	21,2	0,05	9,65	36,0	25,5	6,25	0,12	0,92	0,04	0,14	99,87	0,45	0,31	4,49	2,04
15	70- 80	C 1	18,2	0,05	12,70	33,4	28,0	6,40	0,11	0,83	0,04	0,15	99,98	0,65	0,42	4,07	2,18
MAP 12	12- 20	A 3	26,0	0,15	2,90	36,6	26,0	6,80	0,11	0,67	0,04	0,20	99,47	0,13	0,09	4,20	1,91
14	45- 55	C 1	25,1	0,05	3,15	43,0	21,5	5,80	0,12	0,59	0,04	0,15	99,50	0,12	0,09	5,78	1,85
PUS 11	0- 7	A 11	20,0	0,15	1,10	12,4	51,0	13,10	0,15	1,03	0,04	0,20	99,17	0,15	0,04	0,74	1,95
12	12- 20	A 12	16,1	0,10	0,80	12,1	54,5	14,50	0,11	1,04	0,03	0,25	99,53	0,11	0,03	0,65	1,88
14	40- 50	A B	14,8	0,10	0,70	15,3	53,5	13,50	0,14	0,82	0,04	0,19	99,19	0,08	0,02	0,88	1,98
15	90-100	C 1	17,7	0,05	0,90	26,5	42,5	10,90	0,15	0,82	0,03	0,15	99,70	0,06	0,03	1,90	1,95
PUP 11	0- 7	A 11	17,6	0,15	0,65	9,5	57,0	13,50	0,15	0,96	0,04	0,24	99,79	0,12	0,02	0,55	2,11
12	12- 20	A 12	13,2	0,30	0,65	8,0	60,4	14,50	0,15	1,00	0,05	0,19	98,44	0,14	0,02	0,43	2,08
14	40- 50	B 3 C	13,5	0,10	1,05	13,4	56,8	12,80	0,18	0,89	0,05	0,21	98,98	0,13	0,04	0,81	2,22
15	90-100	C 1	20,3	0,05	1,15	36,3	33,0	8,00	0,11	0,50	0,04	0,13	99,58	0,05	0,03	3,54	2,06
VOS 11	0- 7	A 1	24,0	0,55	1,30	22,3	42,4	8,40	0,10	0,53	0,04	0,15	99,77	0,10	0,04	2,07	2,52
12	12- 20	A 3	21,2	0,60	1,50	24,0	43,5	8,50	0,10	0,52	0,04	0,11	100,77	0,11	0,05	2,20	2,56
14	40- 50	B 2	19,5	0,10	1,60	27,8	41,5	8,50	0,12	0,64	0,04	0,13	99,93	0,10	0,05	2,55	2,44
15	90-100	B 3	19,2	0,60	1,70	28,5	41,3	7,90	0,06	0,72	0,04	0,08	100,10	0,10	0,01	2,81	2,61
16	150-160	B 3 C	18,7	0,50	3,35	27,5	41,0	8,00	0,11	0,67	0,04	0,14	100,0	0,21	0,11	2,68	2,56
VOP 11	0- 7	A 1	22,7	0,45	1,35	23,5	42,5	8,50	0,14	0,47	0,04	0,14	99,79	0,10	0,04	2,15	2,50
12	12- 20	A 3	21,0	5,00	1,50	24,8	42,8	3,94	0,10	0,46	0,05	0,19	99,83	0,10	0,05		
14	40- 50	B 2	19,4	0,10	1,75	27,0	42,4	8,50	0,10	0,44	0,04	0,22	99,94	0,11	0,05	2,47	2,49

Composition chimique des sols (Terre fine < 2 mm)

Analyse triacide

TABLEAU 5

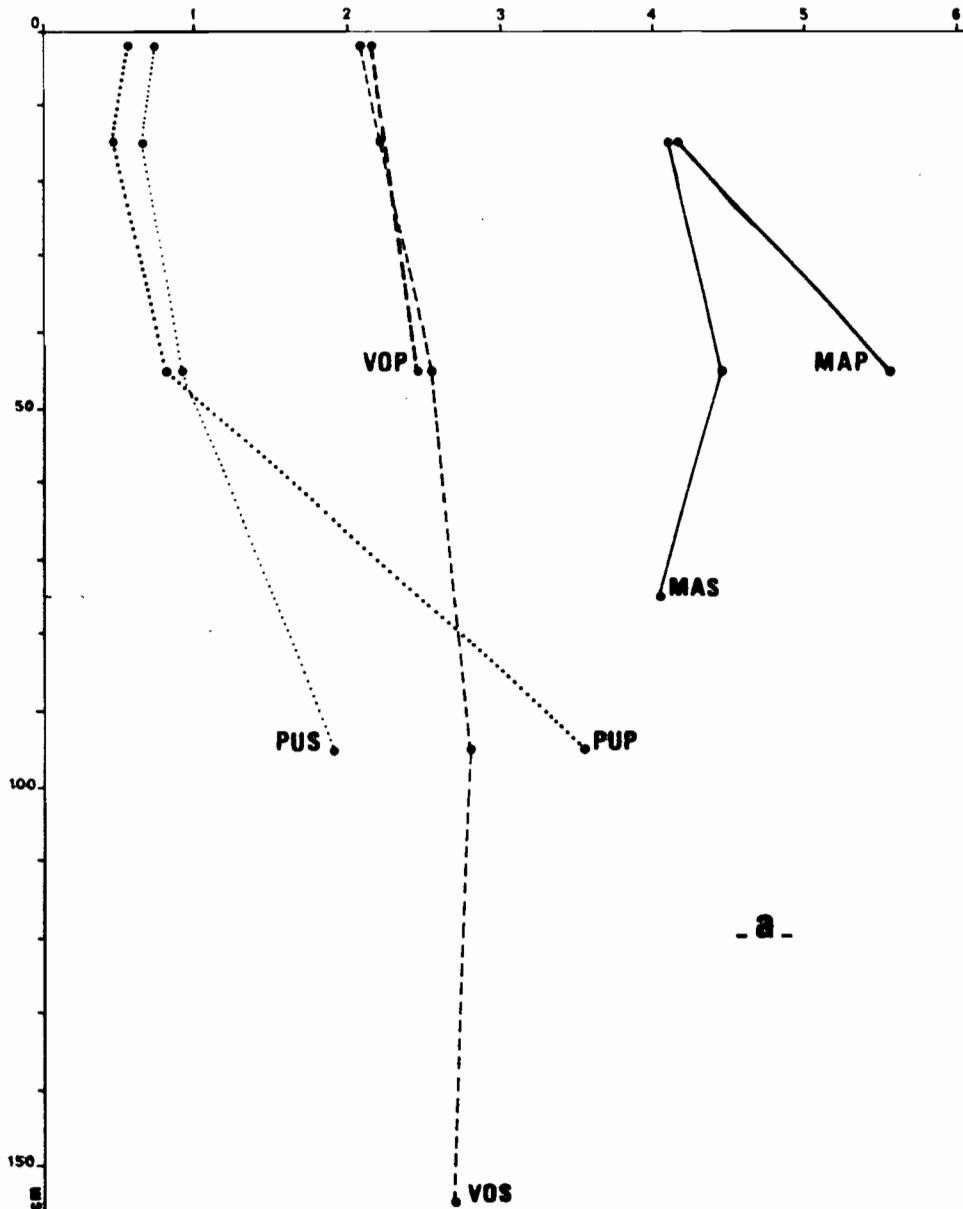
# RAPPORTS MOLECULAIRES

(terre fine)

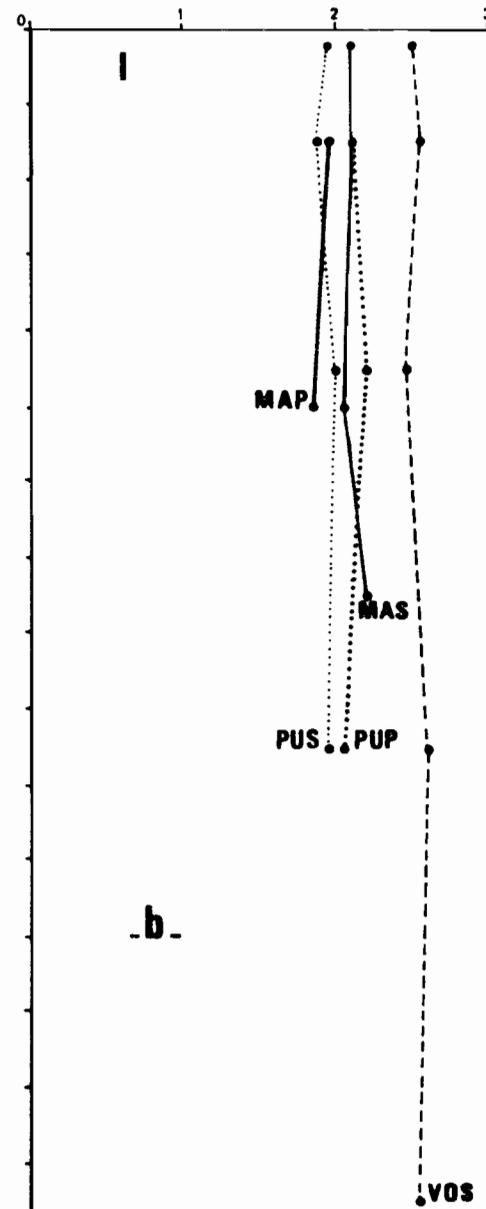
$Al_2O_3 / TiO_2$

$Fe_2O_3 / TiO_2$

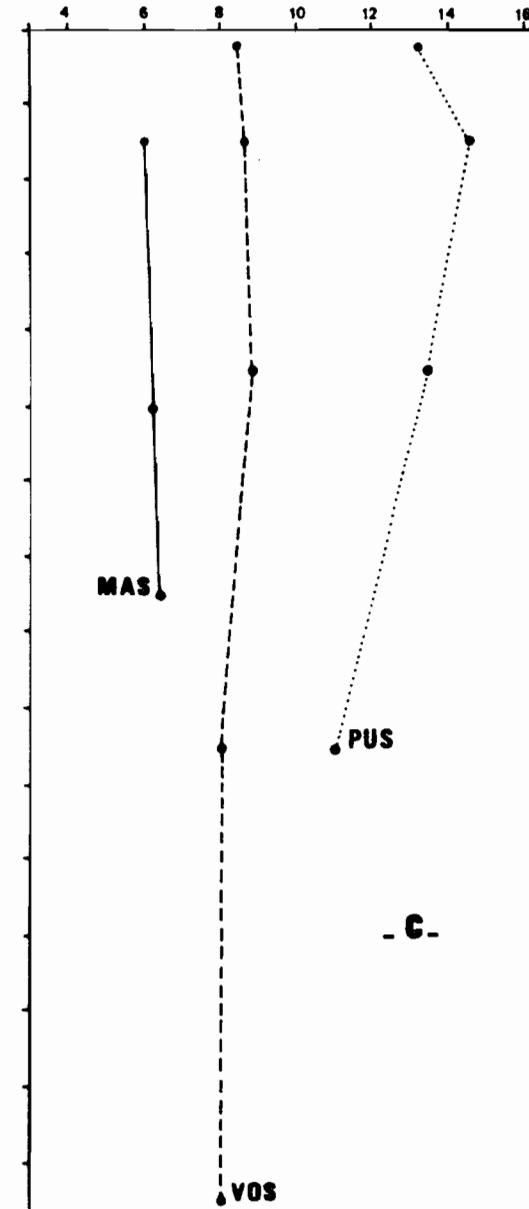
$TiO_2$   
%



- a -



- b -



- c -

La proportion de  $TiO_2$  apparaît parfois plus faible dans les horizons C1 par suite d'une accumulation d'alumine à ce niveau (Pueu) mais au-dessus et généralement dans l'ensemble du profil les teneurs en  $TiO_2$  ne subissent que peu de variations : MAS, teneur moyenne :  $6,25\% \pm 0,15$ ; PUS :  $13,7\% \pm 0,7$ ; VOS :  $8,25\% \pm 0,25$ .

Le titane peut donc servir, sans trop d'erreurs, d'élément de référence permettant de suivre l'évolution des autres constituants, tels l'alumine et le fer au sein de ces sols (planche 7).

#### 3.1.4. Le fer, ses différentes formes

Le fer constitue soit l'élément majeur de ces sols, soit avec l'aluminium l'un des deux éléments dominants. Les teneurs en fer total (exprimé en  $Fe_2O_3$ ) sont en effet très variables d'un secteur à l'autre et vont ainsi progressant (teneurs moyennes) :

Mahina (MAS) :	25%
Papeari (PAS) :	32%
Hitiaa (HIS) :	38%
Vairao (VOS) :	42%
Pueu (PUS) :	50%

Par rapport à la roche-mère qui en renferme de 12 à 15%, l'on constate donc un enrichissement net mais plus ou moins important du sol et plus accentué, en général dans les horizons A et B : il y a accumulation par voie relative du fer en surface, fer qui, en milieu bien drainé et oxydant, ne peut migrer que de façon limitée. Sa distribution suit une voie sensiblement parallèle à celle du titane ainsi qu'il ressort des courbes représentatives des rapports moléculaires  $Fe_2O_3/TiO_2$  (planche 7b).

L'analyse aux rayons X montre que le matériau ferrugineux est constitué par de l'hématite, de la goéthite et de la magnétite ou magnétite-maghémite en proportions variables (voir ci-après, chapitre 3.2.).

	Echant.	Profond. cm	Fer Total %	Fer libre %	$\frac{\text{Fe l}}{\text{Fe T}}$
Lande	MAS 11	0- 7	23,5	12,5	0,53
	12	12- 20	24,0	11,5	0,48
	13	25- 35	24,0	12,0	0,50
	14	45- 55	25,0	10,0	0,40
	15	70- 80	26,5	13,0	0,49
Pins	MAP 11	0- 7	28,5	12,5	0,44
	12	12- 20	25,4	12,0	0,47
	13	25- 35	22,2	10,5	0,47
	14	45- 55	20,5	9,0	0,44
	15	70- 80	20,0	9,0	0,45
Lande	HIS 11	0- 10	39,6	21,0	0,53
	12	15- 25	41,4	22,5	0,54
	13	30- 40	40,4	23,0	0,57
	14	60- 70	28,5	15,0	0,53
Pins	HIP 11	0- 10	50,0	20,0	0,40
	12	15- 25	51,5	21,5	0,42
	13	30- 40	45,0	23,0	0,51
	14	60- 70	43,5	25,5	0,59
Lande	PAS 11	0- 7	33,6	16,0	0,48
	12	12- 20	33,0	17,5	0,53
	13	25- 35	31,2	15,0	0,48
	14	40- 50	30,0	13,0	0,43
Pins	PAP 11	0- 7	33,5	18,0	0,54
	12	12- 20	33,0	15,5	0,47
	13	25- 32	31,0	16,5	0,53
	14	40- 50	28,0	13,5	0,48
	15	90-100	29,0	15,5	0,53
Lande	PUS 11	0- 7	48,5	17,5	0,36
	12	12- 20	51,5	25,0	0,48
	13	25- 33	53,6	22,5	0,42
	14	40- 50	51,0	25,0	0,49
	15	90-100	42,0	19,0	0,45
Pins	PUP 11	0- 7	52,0	27,5	0,53
	12	12- 20	56,0	29,0	0,52
	13	25- 33	56,5	31,0	0,55
	14	40- 50	52,5	26,5	0,50
	15	90-100	32,0	17,0	0,53

Teneurs en fer total et fer libre

TABLEAU 6

	Echant.	Profond. cm	Fer Total %	Fer libre %	$\frac{\text{Fe l}}{\text{Fe T}}$	
Lande Haut de pente	VOS 11	0- 7	41,2	26,0	0,63	
	12	12- 20	43,5	27,5	0,63	
	13	25- 32	42,5	24,5	0,57	
	14	40- 50	42,0	25,5	0,61	
	15	90-100	42,0	21,5	0,51	
	16	150-160	42,0	21,0	0,50	
	Pins Haut de pente	VOP 11	0- 7	42,0	26,5	0,63
		12	12- 20	43,0	27,5	0,64
		13	25- 32	42,0	31,0	0,74
		14	40- 50	42,0	27,5	0,65
		15	90-100	40,4	32,0	0,79
		16	150-160	41,5	24,0	0,58
Lande Bas de pente	VOS 21	0- 7	39,6	17,0	0,43	
	22	12- 20	41,4	16,0	0,38	
	23	25- 32	42,0	15,5	0,37	
	24	40- 50	41,4	13,5	0,33	
	Pins Bas de pente	VOP 21	0- 7	40,0	18,5	0,46
		22	12- 20	42,5	17,5	0,41
		23	25- 32	43,2	15,0	0,35
		24	40- 50	41,0	17,0	0,41

Teneurs en fer total et fer libre

TABLEAU 7

Le rapport Fer libre/Fer total (tableaux 6 et 7 - planche 8) nous renseigne sur l'état d'évolution du fer dans le sol, le fer libre (extrait par une solution d'hydrosulfite de sodium) étant constitué par les formes du fer susceptibles d'être mobilisées par les processus pédogénétiques, le reste étant, quant à lui, retenu plus énergiquement dans les minéraux.

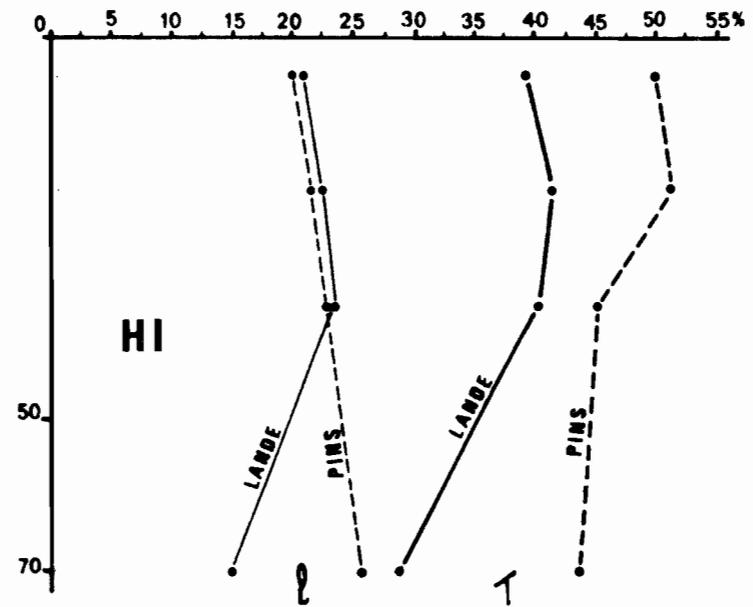
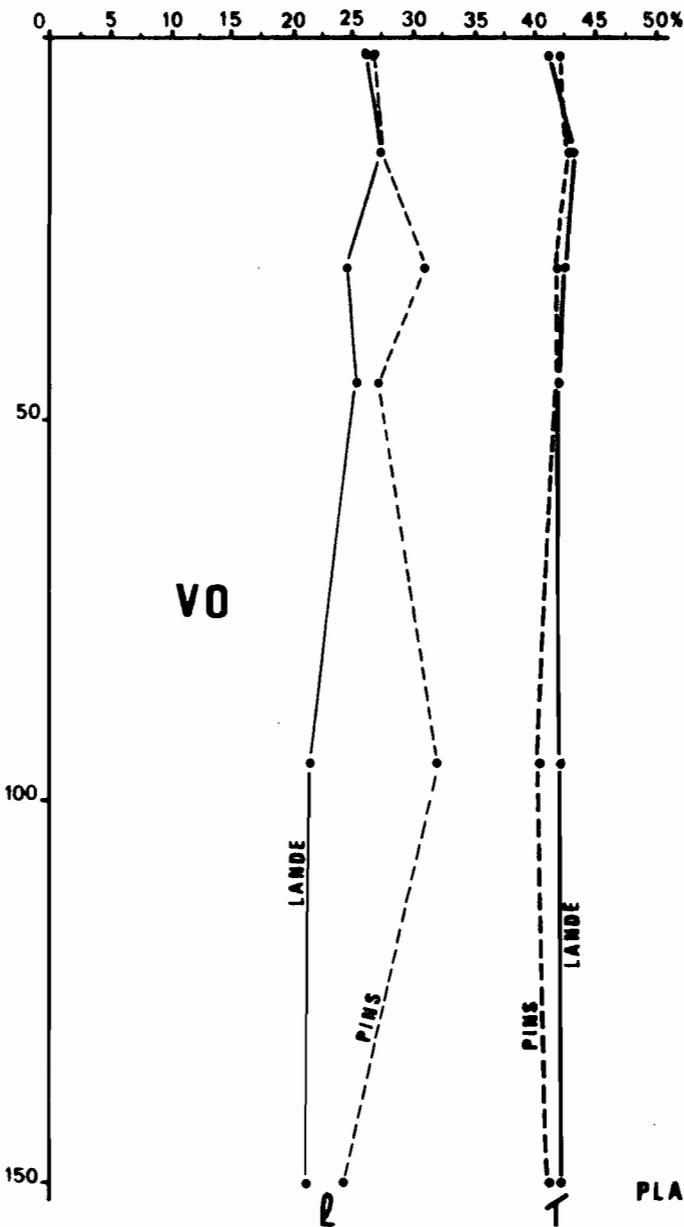
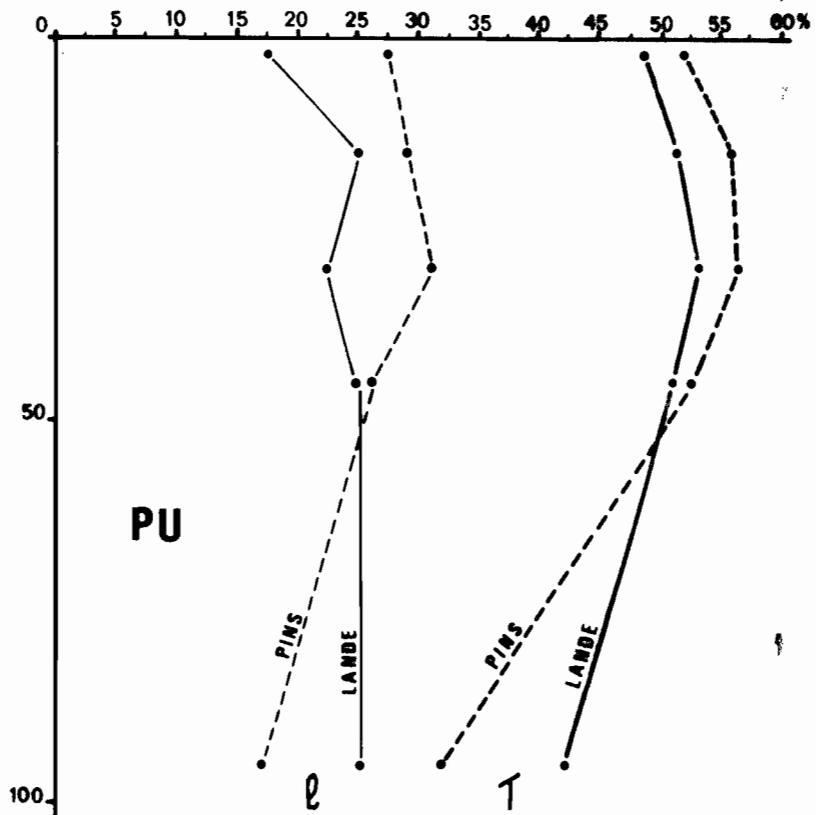
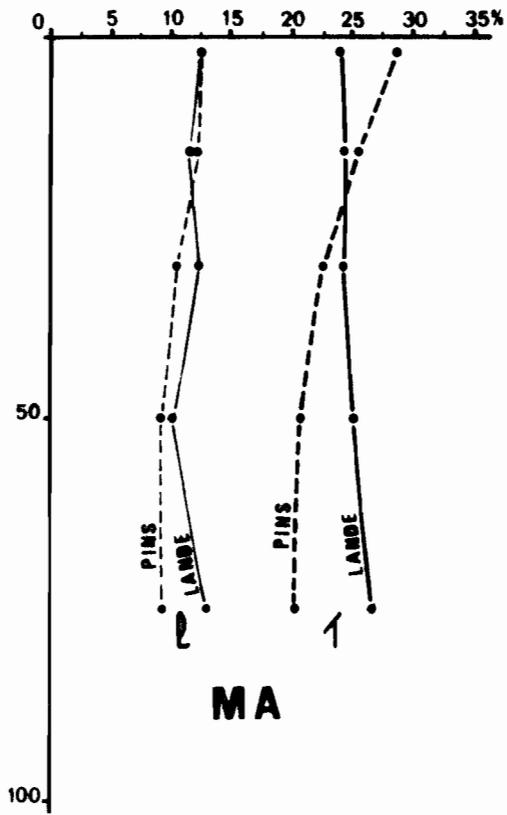
Sous lande à Anuhe, l'on constate que la proportion de fer libre -- est sans relation avec la richesse en fer total -- montre une certaine tendance à croître dans la partie supérieure du sol -- varie dans de larges limites selon le sol et l'horizon considéré. C'est ainsi que, tous profils et horizons confondus, l'on a des valeurs extrêmes allant de 33 à 79%; quant aux valeurs moyennes, au sein de chacun des profils, elles oscillent grosso-modo entre 45 et 55%.

Il n'existe, au sein du matériau ferrugineux, qu'une très faible proportion de fer non cristallisé, amorphe, mis en évidence par la méthode préconisée par P. Quantin (HCl 4N - 10 extractions); la méthode Ségalen (HCl 8N - NaOH 0,5N) se montrant, pour ces sols, trop agressive. Les teneurs en fer amorphe (planche 9) ne dépassent pas 1 à 4% à Pueu et Vairao, il n'en apparaît pas à Mahina. Mais cette extraction ménagée met aussi en évidence de fortes proportions d'hydroxydes finement ou très finement cristallisés ou cryptocristallins.

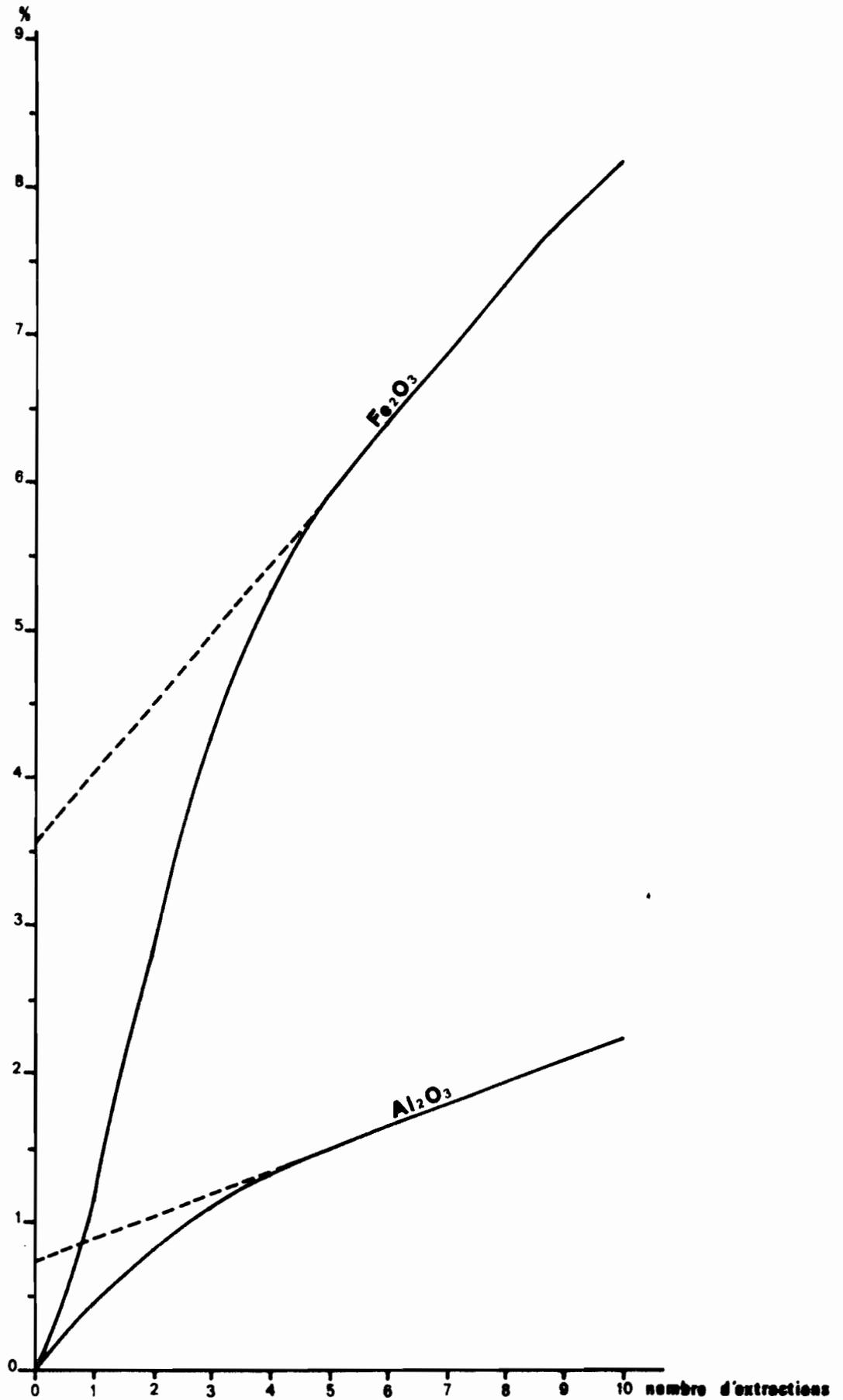
L'introduction du pin a-t-elle une influence sur l'évolution du fer dans le sol ?

Concernant le fer total, l'on constate que pour les profils PA et VO les teneurs, pour chacun des couples landes-pins, sont identiques mais que, par contre, pour les autres profils il y a enrichissement plus ou moins important de la partie supérieure des sols sous pins, sans que l'on puisse toutefois affirmer que le pin y soit pour quelque chose.

De même, pour ce qui concerne le fer libre, des variations notables peuvent être observées, mais fluctuantes dans un sens ou dans l'autre et pouvant atteindre 10% dans la partie supérieure de certains profils, sans que, là encore, l'on puisse incriminer la couverture végétale.



FER TOTAL (T) et FER LIBRE (l)



### COURBES D'EXTRACTIONS

Fer - Alumine amorphes dans la terre fine  
ECHANTILLON POS 14

### 3.1.5. Les éléments alcalino-terreux et alcalins

Calcium, magnésium, potassium, sodium additionnés entrent pour environ 1/5 dans la constitution des basaltes de Tahiti. Leurs teneurs respectives se répartissent ainsi (valeurs moyennes pour 8 échantillons de roches) :

CaO	:	9%
MgO	:	7%
K <sub>2</sub> O	:	1,2%
Na <sub>2</sub> O	:	2%

Ce sont les éléments les plus vulnérables et les plus rapidement éliminés, dès les premiers stades de l'altération : sodium, potassium, calcium très rapidement, magnésium un peu plus lentement. Dans le "mamou" et à fortiori dans le sol proprement dit, il n'en demeure, sauf pour le magnésium, que des teneurs extrêmement réduites.

Calcium : la pauvreté en calcium total est uniforme pour tous les sols et chacun des horizons de ces sols; la teneur maximale ne dépassant guère 1,5 ‰, soit 5 mé/100 g.

Magnésium : les sols sont nettement plus riches en magnésium total avec 5 à 10 ‰, soit 25 à 50 mé/100 g. et l'on notera une certaine tendance à l'appauvrissement sous les pins.

Potassium : c'est l'élément minéral qui fait le plus gravement défaut, avec des teneurs ne dépassant pas 0,4 ‰, soit moins de 1 mé/100 g. et une répartition constante tout au long des profils.

### 3.1.6. Les éléments-traces

La roche-mère, en l'occurrence le basalte, constitue la source des éléments-traces présents dans le sol et l'on retrouve généralement, en particulier dans les sols jeunes, une relation étroite entre les teneurs de la roche et celles du sol. Ces teneurs sont exprimées en parties par million de l'élément (voir tableau 9).

Echant.	Profond. cm	Ca O				Mg O				K <sub>2</sub> O			
		Total		Ech.	$\frac{E}{T}$ %	Total		Ech.	$\frac{E}{T}$ %	Total		Ech.	$\frac{E}{T}$ %
		%.	mé/100g.	mé/100g.		%.	mé/100g.	mé/100g.		%.	mé/100g.	mé/100g.	
(1)			(2)	(1)			(2)	(1)			(2)		
MAS 12	12- 20	1,2	4,28	0,18	4,2	7,8	38,69	0,18	0,46	0,4	0,85	0,05	5,9
14	45- 55	1,2	4,28	0,06	1,4	9,2	45,63	0,12	0,26	0,4	0,85	0,03	3,5
15	70- 80	1,1	3,92	0,15	3,8	8,3	46,13	0,15	0,32	0,4	0,85	0,12	14,1
MAP 12	12- 20	1,1	3,92	0,06	1,5	6,7	33,23	0,06	0,18	0,4	0,85	0,05	5,9
14	45- 55	1,2	4,28	0,06	1,4	5,9	29,27	0,03	0,10	0,4	0,85	≤0,01	-
PUS 11	0- 7	1,5	5,35	0,24	4,5	10,3	51,09	0,06	0,1	0,4	0,85	0,09	10,6
12	12- 20	1,1	3,92	0,21	5,3	10,4	51,59	0,18	0,3	0,3	0,64	0,03	4,7
14	40- 50	1,4	4,99	0,06	1,2	8,2	45,63	0,03	0,06	0,4	0,85	0,05	5,9
15	90-100	1,5	5,35	0,06	1,1	8,2	40,67	0,03	0,07	0,3	0,64	≤0,01	-
PUP 11	0- 7	1,5	5,35	0,24	4,5	9,6	47,62	0,30	0,6	0,4	0,85	0,05	5,9
12	12- 20	1,5	5,35	0,09	1,7	10,0	49,60	0,06	0,1	0,5	1,06	0,02	1,9
14	40- 50	1,8	6,42	0,06	0,9	8,9	44,15	0,03	0,06	0,5	1,06	≤0,01	-
15	90-100	1,1	3,42	0,06	1,7	5,0	24,80	0,03	0,1	0,4	0,85	≤0,01	-
VOS 11	0- 7	1,0	3,57	0,24	6,7	5,3	26,29	0,21	0,8	0,4	0,85	0,07	8,2
12	12- 20	1,0	3,57	0,09	2,5	5,2	25,79	0,06	0,2	0,4	0,85	0,03	3,5
14	40- 50	1,2	4,28	0,06	1,4	6,4	31,75	0,03	0,09	0,4	0,85	≤0,01	-
15	90-100	0,6	2,14	0,06	2,8	7,2	35,71	0,03	0,08	0,4	0,85	≤0,01	-
16	150-160	1,1	3,92	0,06	1,5	6,7	33,23	0,03	0,09	0,4	0,84	≤0,01	-
VOP 11	0- 7	1,4	4,99	0,18	3,6	4,7	23,31	0,12	0,5	0,4	0,85	0,03	3,5
12	12- 20	1,0	3,57	0,09	2,5	4,6	22,82	0,03	0,1	0,5	1,02	0,01	1,0
14	40- 50	1,0	3,57	0,06	1,6	4,4	21,82	0,03	0,1	0,4	0,85	≤0,01	-

(1) Analyse triacide en ‰ de l'échantillon séché à 110°C

(2) Base échangeable/Base totale.

Teneurs des sols en éléments alcalino-terreux et alcalins totaux et échangeables.

TABLEAU 8

Echant.	Mn	Pb	Ga	Ge	Bi	Mo	Sn	V	Cu	Ni	Co	Cr
MAS 11	560	7	20	< 7	< 7	2	< 2	210	20	70	20	210
13	800	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	24	80	24	240
15	850	8,5	25	< 7	< 7	2,5	< 2	250	25	85	25	250
MAP 11	750	7,5	22	< 7	< 7	2	< 2	220	22	7,5	22	220
13	640	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	24	8	< 7	160
HIS 11	730	7	21	< 7	< 7	2	< 2	210	21	7	14	140
13	710	7	21	< 7	< 7	2	< 2	210	21	7	14	140
HIP 11	820	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	24	8	24	160
13	840	8,5	25	< 7	< 7	2,5	< 2	250	25	8,5	17	170
PUS 11	800	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	24	40	24	240
13	850	8,5	25	< 7	< 7	2,5	< 2	250	25	40	25	250
15	> 850	8,5	25	< 7	< 7	2,5	< 2	250	25	40	25	250
PUP 11	800	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	24	40	24	160
13	850	8,5	25	< 7	< 7	2,5	< 2	250	25	40	25	170
VOS 11	640	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	25	40	8	800
13	800	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	25	40	16	800
15	850	8,5	25	< 7	< 7	2,5	< 2	250	25	40	25	850
16	850	8,5	25	< 7	< 7	2,5	< 2	250	25	85	25	850
VOP 11	640	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	24	80	8	800
13	640	8	24	< 7	< 7	2,5	< 2	240	24	80	24	800

Les éléments-traces dans les sols sous pins et sous lande  
à "Anuhe" (en p.p.m.)

TABLEAU 9

Manganèse : le basalte de Tahiti en renferme, en moyenne 1700 p.p.m. et les sols des quantités, bien que deux fois moindres, encore importantes : 550 à 850 p.p.m. L'on notera, à Mahina et Hitiaa, une tendance à l'enrichissement des horizons A1 sous pins.

Chrome : les teneurs moyennes des roches basaltiques vont de 100 à 300 p.p.m. Les sols étudiés en sont riches à très riches avec de 140 à 250 p.p.m. dans les sols issus du basalte d'épanchement terminal, mais 800 à 850 p.p.m. dans les sols rouges développés sur le basalte d'épanchement secondaire de Vairao, vraisemblablement plus riche en chrome.

Vanadium : les teneurs maximales en vanadium, observées dans les roches basaltiques, sont de l'ordre de 200 p.p.m. et celles des sols en sont généralement voisines. Elles se maintiennent ici entre 210 et 250 p.p.m., sans grandes variations latérales ou verticales.

Nickel : les basaltes en renferment des teneurs assez élevées, avoisinant 150 p.p.m., mais sans doute très rapidement variables, si l'on en juge par les rapides variations latérales observées dans les sols, en particulier à Mahina où les sols sous pins en renferment 10 fois moins que ceux de la lande voisine. Pour l'ensemble de ces sols les teneurs en nickel vont de 7 à 85 p.p.m.

Cuivre : 100 à 200 p.p.m. sont les teneurs couramment observées dans les roches basaltiques, sans doute sont-elles moindres ici où les sols en contiennent de 20 à 25 p.p.m. A titre indicatif, la limite de carence est évaluée à 7/8 p.p.m.

Cobalt : à partir de cet élément, les teneurs dans la roche chutent nettement : 30 à 45 p.p.m. pour le cobalt. Les sols en renferment de 8 à 25 p.p.m., teneurs pouvant varier rapidement d'un profil à l'autre, comme à l'intérieur d'un même profil. Il y a carence à moins de 5 p.p.m.

Gallium : le basalte en renferme de 10 à 20 p.p.m. et les sols des teneurs quasi-constantes de 20 à 25 p.p.m.

Plomb : les teneurs observées dans les sols (7 à 8 p.p.m.) sont identiques à celles de la roche (8 p.p.m.).

Molybdène : comme le basalte en général (1,4 p.p.m.) les sols qui en sont issus sont pauvres en cet élément : 2 à 2,5 p.p.m.

Germanium, bismuth, étain : la roche comme le sol en renferment des teneurs extrêmement réduites : pour le sol, moins de 7 p.p.m. pour les 2 premiers et moins de 2 p.p.m. pour le troisième.

### 3.2. Déterminations qualitatives

Les déterminations qualitatives des composants minéraux du sol ont été effectuées simultanément par les rayons X et l'analyse thermique différentielle (A.T.D.) sur le sol en sa totalité (poudre) ou parfois sur diverses fractions granulométriques de celui-ci ( $< 2 \mu$  -  $< 20 \mu$ ). Les échantillons analysés proviennent de trois des cinq sites sélectionnés : Mahina, Pueu et Vairao (profils sous lande à Anuhe uniquement).

#### Mahina (profil MAS)

L'un des composants majeurs du sol est la gibbsite (hydroxyde d'alumine,  $Al(OH)_3$ ) caractérisée sur les diffractogrammes de rayons X par ses pics très accentués à 4,86 et 4,37 Å - importante dans tout le profil, la teneur en est maximale vers la profondeur de 50 cm (B3C).

Parmi les oxydes ou hydroxydes de fer apparaissent l'hématite ( $Fe_2O_3$ ) à 2,51 Å et la goéthite ( $Fe_2O_3, H_2O$ ) à 2,44 Å. Cette dernière est plus abondante en B3C, quant à l'hématite, elle n'apparaît qu'en quantités relativement peu élevées dans tout le profil.

Ces sols renferment également des teneurs notables en minéraux argileux de la famille de la kaolinite caractérisés par les raies à 7,20 ou 7,34 Å et 3,57 Å. Il s'agit de métahalloysite ( $2SiO_2, Al_2O_3, 2H_2O$  + eau hygroscopique).

L'analyse thermique différentielle confirme la présence d'importantes quantités de gibbsite (pic endothermique à 350°C) dans tout le profil et particulièrement dans l'horizon B3C et aussi de métahalloysite (pic endothermique entre 575 et 585°C) dont la teneur décroît régulièrement vers la partie supérieure du sol.

### Pueu (profil PUS)

Ce sol est très riche en oxyhydroxydes de fer dont : - goethite dont la raie à 4,18 Å croît vers la surface - hématite (2,69/2,70 Å) qui devient plus abondante au-dessus de 50 cm - magnétite ( $Fe_3O_4$ ) ou magnétite-maghémite avec un pic important à 2,52 Å, moindre à 2,95 Å.

La gibbsite, très abondante à la base du sol où elle entre pour environ 1/3, décroît fortement vers la surface, fait confirmé par l'A.T.D. dont le diagramme ne laisse pas apparaître la moindre trace de minéraux argileux.

### Vairao (profil VOS)

Comme le précédent, ce sol est essentiellement constitué par des oxyhydroxydes de fer et d'alumine.

La gibbsite, importante dans tout le profil croît vers la partie supérieure du sol où le pic endothermique de l'A.T.D. (350°) s'amplifie fortement.

L'hématite est également importante dans tout le profil et particulièrement vers la base à la profondeur de 1,50 m (raies à 2,52, 2,69, Å). La goethite bien moins abondante voit ses raies et sa cristallinité s'affirmer en sens inverse de celles de l'hématite, vers le haut du sol. Outre ces oxyhydroxydes, il apparaît à la base du profil des traces d'un minéral argileux à 7,2 Å, kaolinite ou métahalloysite qui disparaît rapidement au-dessus. Peu marqué aux R-X, il apparaît fort nettement à l'A.T.D.

## 3.3. Le phosphore

### 3.3.1. Teneur du sol en $P_2O_5$

(voir tableau 10 - planche 10)

Les roches basaltiques d'épanchement terminal de Tahiti renferment entre 3,7 et 8,5 % de phosphore total (exprimé en  $P_2O_5$ ).

Quant aux sols des secteurs étudiés, sous végétation naturelle, en l'occurrence la lande à Anuhe, ils en renferment des quantités très variables : de 2 à 9 ‰ pour ceux issus des roches ci-dessus, selon l'horizon et jusqu'à la profondeur de 50 cm, teneurs généralement croissantes avec la profondeur, mais seulement 0,6 ‰ en moyenne pour les sols rouges développés sur matériau d'éruption secondaire (profil VO - Vairao). Le taux de phosphore total peut donc être soit très faible, soit très élevé, en relation avec la teneur en cet élément de la roche-mère.

Il est facile, connaissant la densité apparente du sol, d'évaluer la quantité moyenne de phosphore total présente dans sa partie supérieure, la plus fortement explorée par les systèmes racinaires, soit 35 cm. Ces valeurs, concernant trois profils, sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Localités-Profiles	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total Tonnes/ha		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable kg/ha	
	Lande	Pinède	Lande	Pinède
Mahina (MA)	6,4	11,4	102	433
Pueu (PU)	21,6	42,3	410	846
Vairao (VO)	1,9	1,1	11	5

Quantités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dans le sol entre 0 et 35 cm sous lande à Anuhe et pinède.

Cependant, la connaissance de cette teneur globale ne présente, pour l'utilisateur des terres, qu'un intérêt limité, car une grande partie et parfois même la plus grande partie de l'acide phosphorique ne sera, ou que progressivement, ou que difficilement, ou ne sera pas du tout, accessible aux plantes. Nous étudierons ci-après ces différentes formes du phosphore du sol mais d'ores et déjà l'on peut remarquer que la fraction de celui-ci dont se nourrissent directement les plantes, ou phosphore assimilable, ne représente, dans tous les cas, qu'une très faible proportion de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, toujours inférieure à 3%. Les quantités de phosphore assimilable présentes dans les 35 cm supérieurs du sol sont également reportées dans le tableau ci-dessus.

Profils		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total ‰	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	
Lande	Pins			
MAS	11	2,10	0,039	
	12	2,00	0,026	
	13	2,00	0,032	
	MAP 11	4,10		0,170
	12	3,80		0,148
	13	3,50		0,091
	MAP 21	3,70		0,098
	22	4,00		0,074
	23	4,50		0,083
HIS	11	6,50	0,092	
	12	6,90	0,104	
	13	9,00	0,190	
	HIP 11	8,70		0,176
	12	11,0		0,284
	13	13,1		0,530
PAS	11	2,40	0,044	
	12	2,40	0,037	
	13	2,40	0,022	
	14	2,70	0,081	
	PAP 11	2,25		0,041
	12	2,35		0,035
	13	2,55		0,038
	14	2,60		0,053
PUS	11	5,50	0,080	
	12	6,40	0,121	
	13	7,50	0,174	
	PUP 11	8,50		0,165
	12	10,40		0,181
	13	13,20		0,316
VOS	11	0,91	0,010	
	12	0,61	0,001	
	13	0,205	0,001	
	VOP 11	0,63		0,003
	12	0,33		0,001
	13	0,240		≤ 0,001
Bas de pente	VOS 21	1,29	0,015	
	22	1,18	0,004	
	23	1,43	0,006	
	VOP 21	1,24		0,013
	22	1,20		0,008
	23	1,12		0,007

Phosphore total et assimilable

TABLEAU 10

L'introduction du Pinus caribaea a des effets divers, quant à son incidence sur les teneurs en phosphore du sol. Dans la plantation de Vairao (VOP) l'on note, par rapport à la lande à Anuhe, un léger fléchissement de la teneur en  $P_2O_5$  total, en surface; dans celle de Papeari (PAP), il n'apparaît pas de modifications notables, mais partout ailleurs, il y a un très net enrichissement du sol en  $P_2O_5$  total, d'environ 50% à Mahina (MAP) et Hitiaa (HIP) et davantage encore à Pueu (PUP) où la teneur, à 30 cm, dépasse, comme d'ailleurs à Hitiaa, 13 ‰.

L'enrichissement y est plus notable encore pour ce qui concerne le phosphore assimilable, dont les teneurs, pratiquement inchangées à Vairao et Papeari sont, ailleurs, multipliées par 2 ou 3 ou davantage (Mahina), sans toutefois qu'elles dépassent jamais 4% du  $P_2O_5$  total et rarement 0,2 ‰ du sol (200 p.p.m.).

Cet enrichissement en phosphore, des sols sous pins, ressort également du tableau ci-dessus.

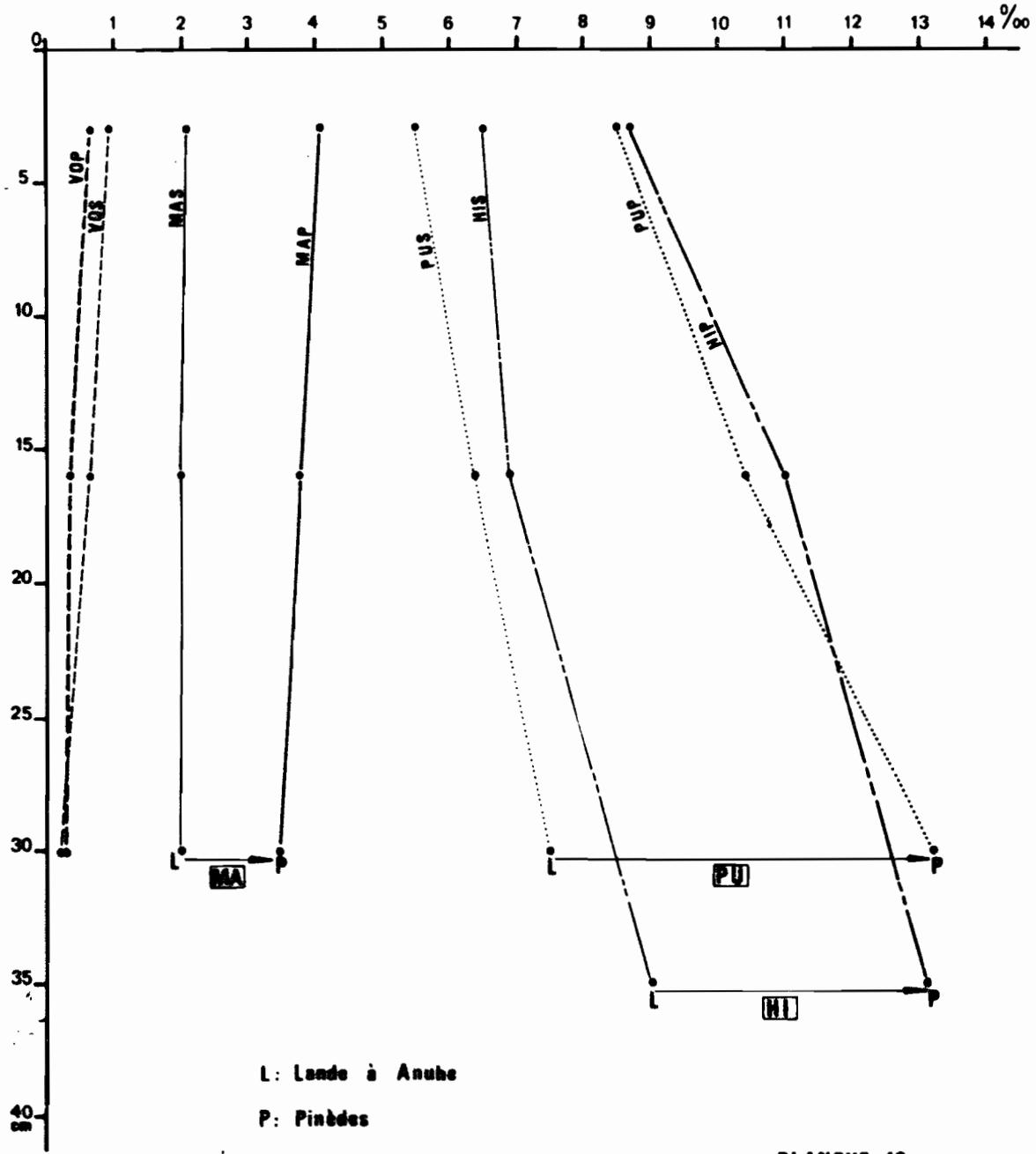
Note : L'on observe à Vairao un très net enrichissement en phosphore des sols de bas de pente, aussi bien sous lande que sous pins. La teneur moyenne en  $P_2O_5$  total y est, sur 30 cm, multipliée par 3, celle en  $P_2O_5$  assimilable, bien que demeurant très faible, y est aussi plus élevée.

### 3.3.2. Niveau de la fertilité phosphatée

Pour l'évaluer, l'on doit tenir compte d'autres éléments et en particulier de la teneur en matière organique et en azote du sol. L'on considère en effet que, dans les sols à forte teneur en matière organique, ce qui est le cas ici, il faut plus de 100 p.p.m. de  $P_2O_5$  assimilable pour assurer un degré de fertilité phosphatée correct (B. Dabin). Entrent dans cette catégorie les sols sous pins de Hitiaa, Pueu, Mahina; en sont à la limite ceux sous fougères de Hitiaa et Pueu, tandis que tous les autres présenteront une nette réaction aux engrais phosphatés.

Concernant la réserve en  $P_2O_5$ , l'on peut introduire un autre rapport  $N \text{ Total}/P_2O_5 \text{ Total}$  qui, s'il est  $> 2$ , indique une carence possible en phosphore (B. Dabin). Pour la teneur en phosphore total, il ne sera pas tenu compte de la partie rétrogradée de celui-ci, incluse dans une gangue ferrugineuse ou alumineuse

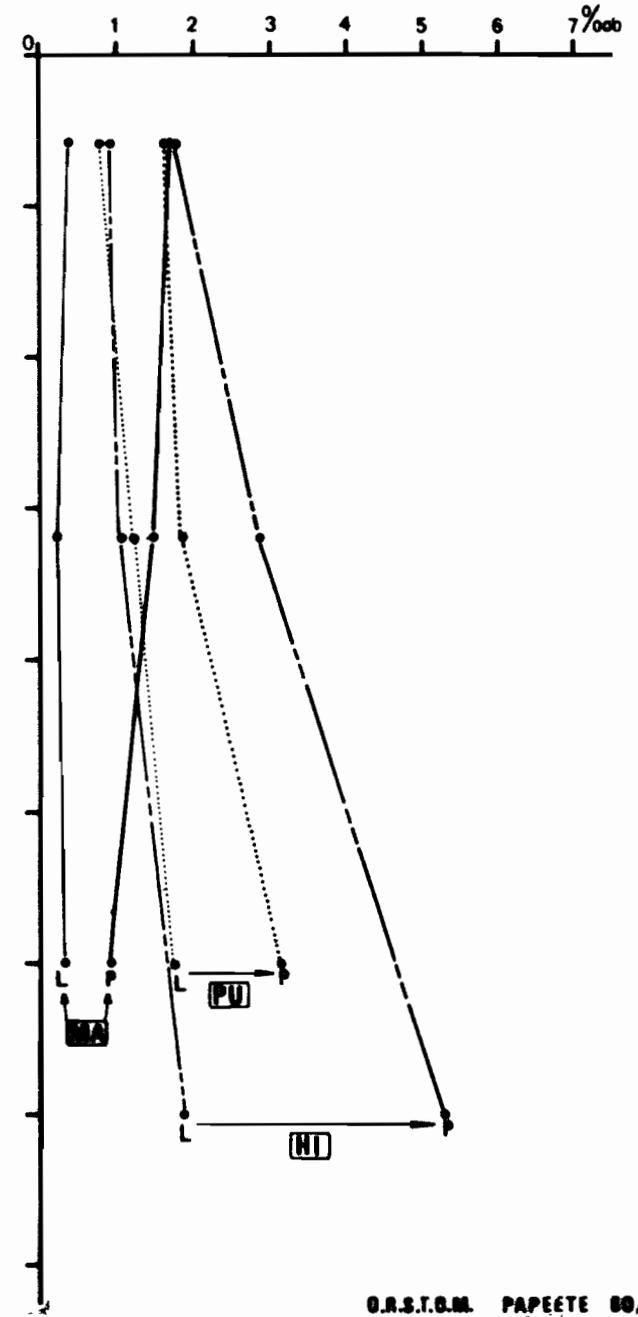
# P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Total



L: Londe à Anube  
P: Pinèdes

PLANCHE 10

# P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Assimilable



Localisation	Mahina				Hitiaa				Pueu				Vairao				
Végétation	Fougères		Pins		Fougères		Pins		Fougères		Pins		Fougères		Pins		
Echantillons	MAS		MAP		HIS		HIP		PUS		PUP		VOS		VOP		
Profondeur	11 0/7	13 25/ /35	11 0/7	13 25/ /35	11 0/10	13 30/ /40	11 0/10	13 30/ /40	11 0/7	13 25/ /33	11 0/7	13 25/ /33	11 0/7	13 25/ /32	11 0/7	13 25/ /32	
Horizon	A1	A3	A1	A3	A11	A3C	A11	B3C	A11	AB	A11	AB	A1	B2	A1	B	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assimil (Olsen)																	
p.p.m. (1)	39	32	170	91	92	190	176	530	80	174	165	316	10	1	3	≤	
% (2)	1,9	1,6	4,1	2,6	1,4	2,1	2,0	4,0	1,5	2,3	1,9	2,4	1,1	0,5	0,5	≤0	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Soluble	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	
Phosphore minéral mobile	Phosphate Ca																
	p.p.m.	46	44	161	140	304	428	607	819	327	727	589	978	16	Tr	18	T
	%	2,2	2,2	3,9	4,0	4,8	4,8	7,0	6,3	5,9	9,7	6,9	7,4	1,8	-	2,9	-
	Phosphate Al																
	p.p.m.	14	Tr	140	28	32	44	46	189	25	90	35	55	Tr	Tr	Tr	T
	%	0,7	-	3,4	0,8	0,5	0,5	0,5	1,4	0,5	1,2	0,4	0,4	-	-	-	-
Phosphate Fe																	
p.p.m.	5	237	649	598	1817	1633	2415	3933	1656	3312	2990	3933	108	39	51	3	
%	0,2	11,9	15,8	17,1	28,0	18,1	27,8	30,0	30,1	44,2	35,2	29,8	11,9	19,0	8,1	15	
Somme p.p.m.	65	281	950	766	2153	2105	3068	4941	2008	4129	3614	4966	124	39	69	3	
%	3,1	14,1	23,1	21,9	33,3	23,4	35,3	37,7	36,5	55,1	42,5	37,6	13,7	19	11	15	
Phosphore rétrogradé	Phosphore organique																
	p.p.m.	1093	725	1035	299	3795	2243	2818	3220	2214	1610	3220	6440	449	132	518	15
	%	52	36,3	25,2	8,5	58,4	24,9	32,4	24,6	40,3	21,5	37,9	48,8	49,3	64,4	82,2	63
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> d'inclusion																	
p.p.m.	903	962	1945	2344	460	4462	2638	4409	1198	1587	1501	1478	327	33	40	4	
%	43	48,1	47,5	67	7,1	49,6	30,3	33,7	21,7	21,1	17,7	11,2	35,9	16,1	6,3	20	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total																	
p.p.m.	2100	2000	4100	3500	6500	9000	8700	13100	5500	7500	8500	13200	910	205	630	24	
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

(1) p.p.m. : en parties par million du sol séché à l'air

(2) % : en pour cent du P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Total.

Les formes du phosphore dans les sols sous fougères et pins

TABLEAU 11

et de ce fait plus ou moins définitivement inaccessible à la végétation. Ce rapport n'est  $> 2$  que dans les sols de Vairao et particulièrement sous fougères où il dépasse 3 et dans l'horizon A1 sous fougères, à Mahina. Partout ailleurs il est  $< 1$ .

### 3.3.3. Les formes du phosphore

(Voir tableau 11, planches 11 et 12)

Une très faible partie de l'acide phosphorique du sol se trouve, nous l'avons vu, sous la forme dite assimilable (3 à 4%). Tout le reste (96 à 97%) est retenu, plus ou moins fortement, de façon passagère ou durable par certains des éléments constitutifs du sol de telle sorte que, si une partie peut entrer dans le cycle biologique, une partie en est totalement soustraite. Ce sont ces proportions respectives qu'il est important de connaître, et l'on y arrive en procédant au fractionnement des différentes formes du phosphore du sol, par une méthode d'analyse appropriée, mise au point par Chang et Jackson (voir méthodes d'analyses, page 95 ).

Lors de la décomposition de la roche, une très faible partie du phosphore libéré sera absorbée par les racines, mais d'autant plus importante cependant que le système racinaire profond sera plus développé. Le reste subira des sorts variables : - une partie se complexera avec le fer, l'alumine, le calcium, donnant des phosphates susceptibles de libérer ce phosphore plus ou moins facilement, par la suite - une partie sera insolubilisée de façon durable, par rétrogradation, inclusion dans une gangue ferrugineuse, alumineuse ou mixte. Pour ce qui est de la fraction puisée par les racines et ramenée en surface par l'intermédiaire des débris végétaux, si une partie suit la même voie que le phosphore primaire, une grande partie cependant sera retenue par la matière organique, la préservant ainsi d'une immobilisation durable et la libérant progressivement au fur et à mesure de sa minéralisation.

Les teneurs respectives des différentes formes de  $P_2O_5$  sont reportées dans le tableau 11, en % du  $P_2O_5$  total et en p.p.m. (parties par million) du sol séché à l'air (S.S.A.). Selon B. Dabin (1962) "les formes les plus mobiles sont le phosphate de chaux et le phosphate d'alumine" qui lui-même "semble être plus mobile que le phosphate de fer".

### Planèze de Mahina

Sous les fougères, près de la moitié de  $P_2O_5$  total (un peu moins de 1000 p.p.m. du S.S.A.) est incluse dans un revêtement ferrugineux ou alumineux, inaccessible à la végétation. Si l'on y ajoute la très forte proportion de phosphore organique, décroissant rapidement avec la profondeur, et qui constitue une réserve non disponible dans l'immédiat, il ne reste que de 3 (de 0 à 7 cm) à 14% (de 25 à 35 cm) du  $P_2O_5$  total mobile, sous forme de phosphate de Ca et Fe.

Sous pins, cette proportion de phosphore disponible croît notablement en valeur absolue en relation avec la progression de  $P_2O_5$  total mais aussi relative (22-23%), et particulièrement le phosphate de fer non inclus qui représente, à lui seul, de 16 à 17% du  $P_2O_5$  T (environ 600 p.p.m. du S.S.A.). Mais le phosphore immobilisé par inclusion minérale croît de la même manière : plus de 2000 p.p.m. du S.S.A., soit de 47 à 67% de la totalité du phosphore, entre la surface et 35 cm. Ces gains s'opèrent au dépens de la fraction organique, dont la proportion chute de 2 à 4 fois selon l'horizon.

### Planèzes de Hitiaa et Pueu

Sous fougères, les sols de ces deux planèzes renferment des teneurs sensiblement identiques de  $P_2O_5$  et la distribution de celui-ci y est voisine.

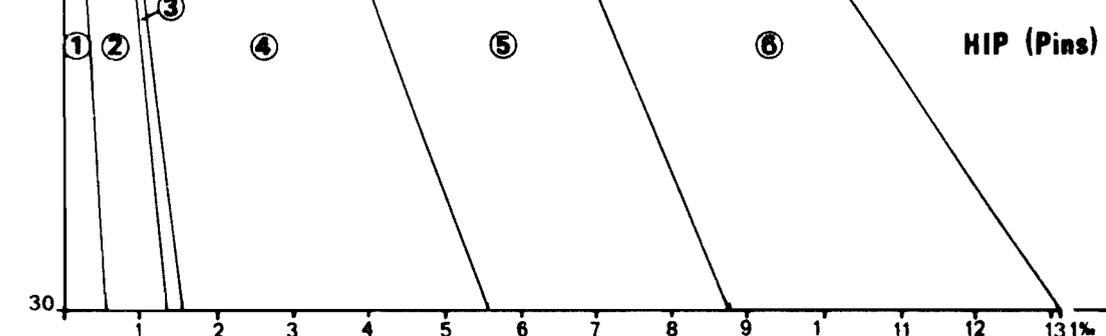
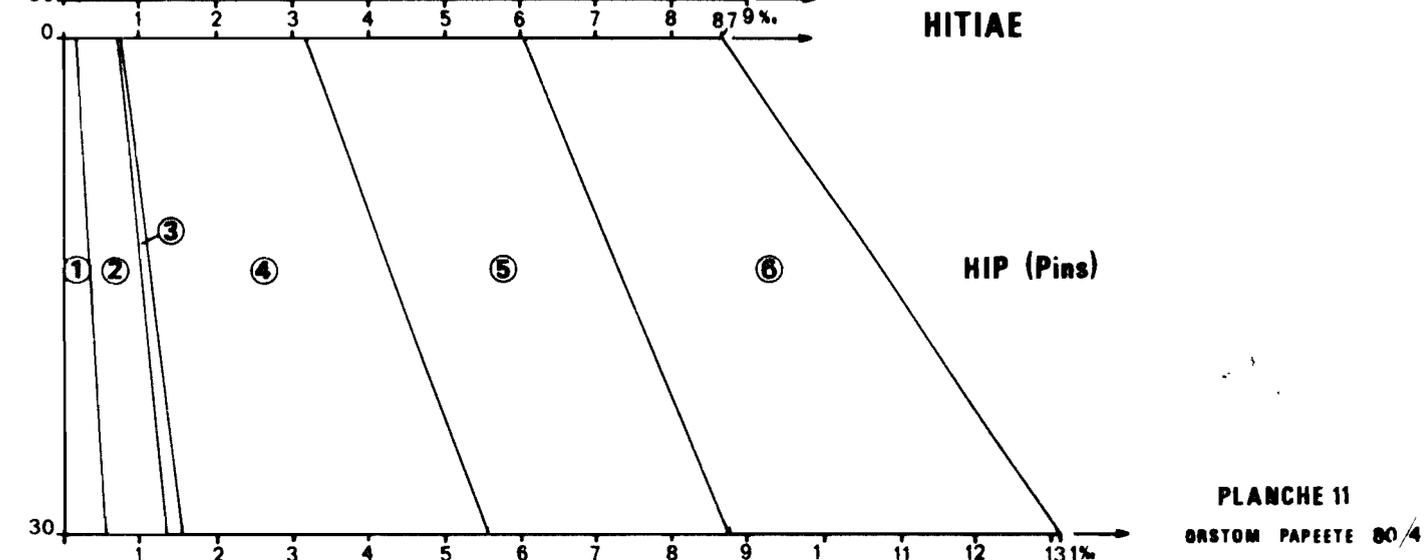
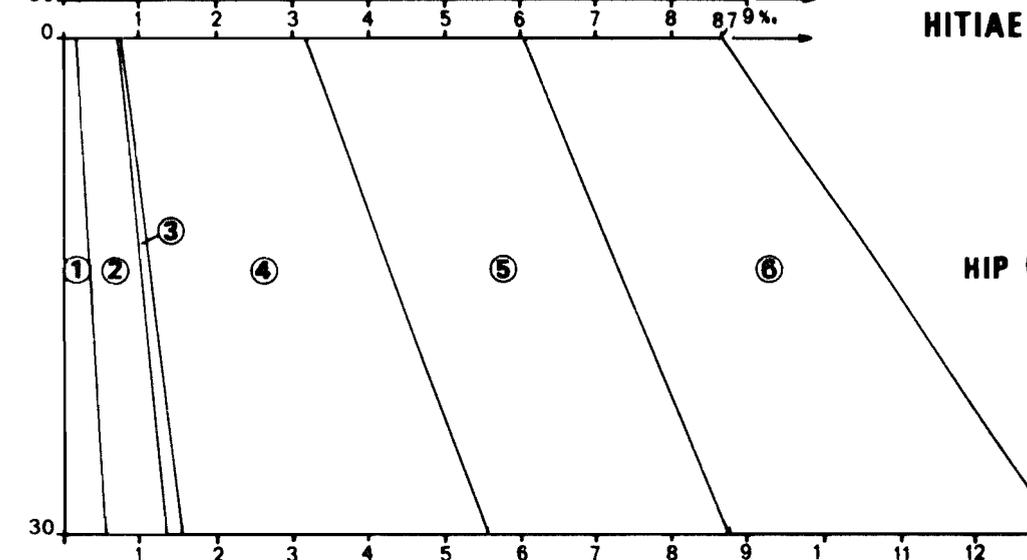
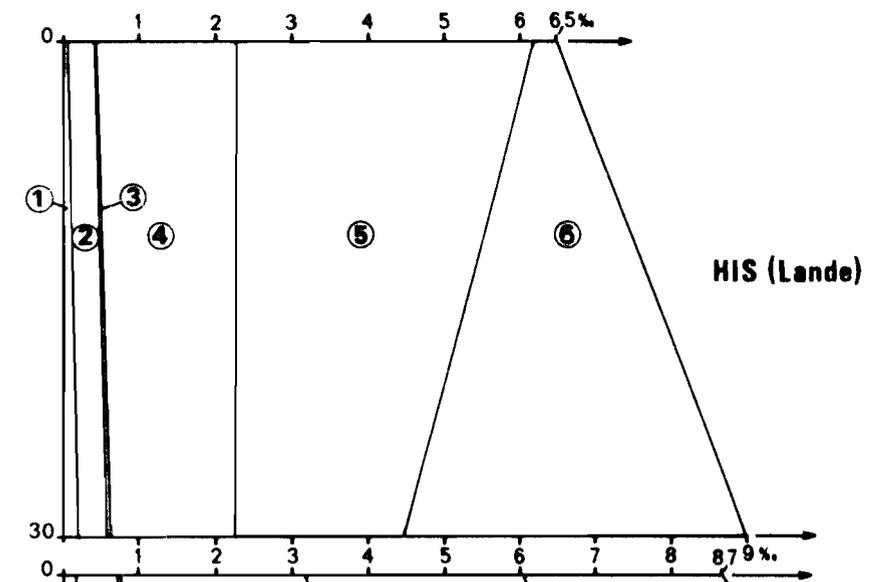
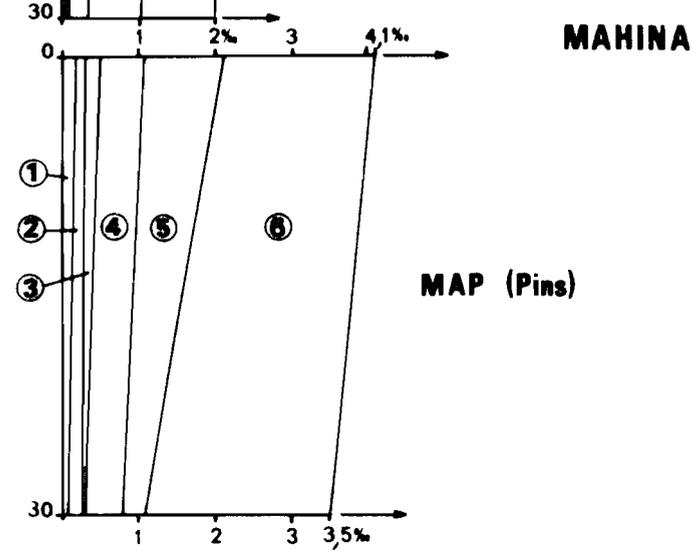
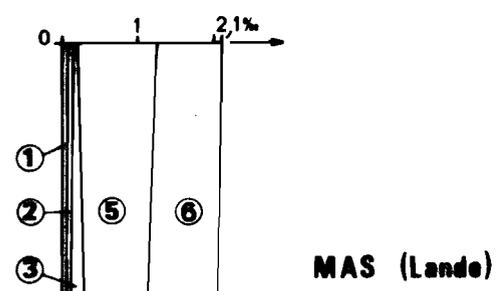
Il y a, par rapport aux sols précédents, un fort accroissement de la fraction mobile du phosphore (24 à 55% du  $P_2O_5$  T soit de 2100 à 4100 p.p.m. du S.S.A.) constituée essentiellement par le phosphate de fer non inclus, plus abondant à Pueu (sol le plus riche en fer) où il croît avec la profondeur, à l'inverse de ce que l'on observe à Hitiaa. L'on y note également une forte croissance absolue et relative du phosphate de calcium (5 à 10% du  $P_2O_5$  T - 300 à 700 p.p.m. environ du S.S.A.).

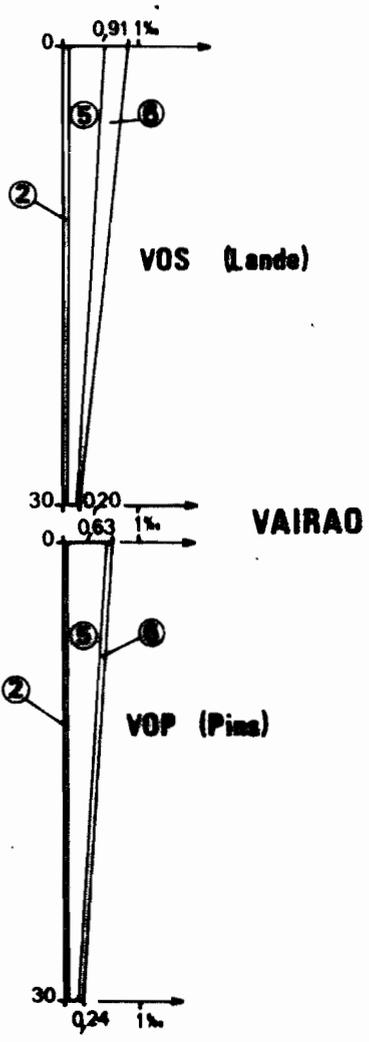
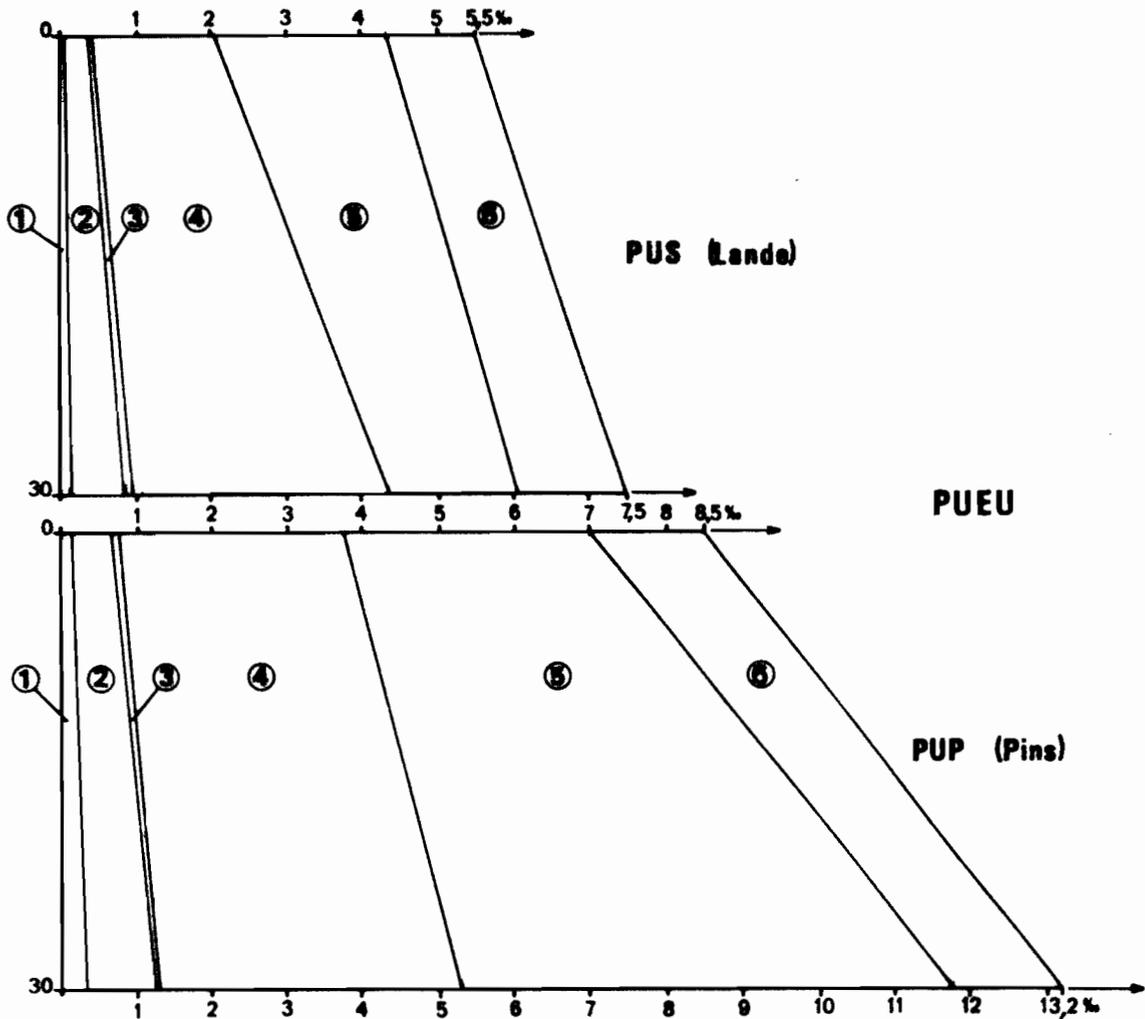
En surface (0-10 cm) prédomine cependant le phosphore organique (40-58% du  $P_2O_5$  T soit 2200 à 3800 p.p.m. du S.S.A.) particulièrement à Hitiaa où il ne subsiste dans cet horizon que moins de 10% de phosphore inclus. Ce taux y croît avec la profondeur jusqu'à près de 50% du  $P_2O_5$  T (4460 p.p.m. du S.S.A.) tandis qu'à Pueu il demeure constant, proche de 21% (1400 p.p.m. du S.S.A. en moyenne) sur toute la tranche 0-35 cm du sol.

# LES DIFFERENTES FORMES DU PHOSPHORE DANS LE SOL

Planches 11 & 12

(légende planche 12)





**LEGENDE**

- ① Assimilable (Olsen)
- ② Lié à Ca.
- ③ Lié à Al.
- ④ Lié à Fe.
- ⑤ Lié à la matière organique.
- ⑥ Phosphore inclus

Sous pins, en corrélation avec la plus grande abondance du  $P_2O_5$  total, l'on observe un accroissement très net de la teneur en phosphate de calcium (entre 600 et 1000 p.p.m. du S.S.A.) et surtout en phosphate de fer mobile (entre 2500 et 4000 p.p.m. du S.S.A.) dont les pourcentages par rapport au phosphate total, stables en profondeur (30%), vont, en surface, croissant à Pueu, décroissant à Hitiaa (entre 25 et 37%).

Quant au phosphore organique, à Hitiaa, il décroît fortement en surface, par rapport à la lande à Anuhe, de près de 1000 p.p.m. du S.S.A. mais croît, par contre, d'autant dans les sols de Pueu et davantage encore en profondeur où près de 50% du  $P_2O_5$  total (6440 p.p.m. du S.S.A.) sont liés à la matière organique. A Pueu, l'on retrouve dans la terre fine des pinèdes des quantités de phosphate de Fe et Al inclus à peu près identiques à celles dosées sous la lande; de même à Hitiaa en profondeur tandis qu'en surface cette quantité croît très fortement (de 460 à 2638 p.p.m. du S.S.A.). Dans l'ensemble cependant, ce cas excepté, la proportion du  $P_2O_5$  total rétrogradé sous cette forme décroît.

#### Planèze de Vairao

Dans ces sols, les plus pauvres en phosphore, 80% ou davantage du  $P_2O_5$  T se retrouvent, aussi bien sous pins que sous fougères, sous forme rétrogradée, phosphore lié à la matière organique ou inclus dans une gangue ferrugineuse ou alumineuse. L'essentiel, cependant, est retenu par la matière organique, cette immobilisation s'accroissant sous les pins, particulièrement en surface, où elle fixe 82% du  $P_2O_5$  T (518 p.p.m. du S.S.A.) et au dépens du phosphore d'inclusion (43 p.p.m. contre 337 sous pins). Il ne reste, dans ces sols, que peu de  $P_2O_5$  mobile essentiellement sous forme de phosphate de fer non inclus dont la teneur est maximale en Al sous lande (108 p.p.m. du S.S.A. contre 51 sous pins).

#### 4 - LA MATIÈRE ORGANIQUE

##### 4.1. Répartition de la matière organique totale dans les sols

(Voir tableaux 12 et 13 - planches 13 et 14)

Les sols de planèzes, sous lande à Anuhe (*Gleichenia linearis*), sont, dans leur ensemble, riches en matière organique. Les profils MAS (planèze de Mahina), PUS (planèze de Pueu) et PAP (planèze de Papeari), situés sur des pentes identiques, voisines de 15-20 % et bien que d'expositions variées, en renferment des teneurs uniformes, voisines de 11% dans les 10 cm supérieurs. Au bas de la planèze d'Hitiaa (HIS), en zone plane, l'on note, avec l'apparition d'une épaisse litière, une croissance de cette teneur de près de 3% (13,8%). Au-dessus de Vairao, dans les sols rouges du profil VOS, sur pente de 40%, apparaît une baisse de 3% (8,4%). Partout, dès la profondeur de 15 cm, les teneurs chutent de 4 à 5 points (teneur moyenne : 7,3% contre 11,2% en surface). Au-delà, la pénétration demeure bonne, puisque vers 50 cm le sol renferme encore de 2 à 4% de matière organique (moyenne : 2,8%).

Les teneurs intrinsèques en azote sont, avec de 2 à 4‰, élevées en surface; en rapport avec la teneur en particules fines < 2  $\mu$  et le pH acide, ces teneurs sont, au regard de la fertilité générale, moyennes à bonnes (selon les normes déterminées par B. Dabin. Cependant, compte-tenu des hautes teneurs en carbone, les rapports C/N sont relativement élevés, supérieurs à 20 en surface. En-dessous, le long des premiers 50 cm du sol, les teneurs en azote décroissent proportionnellement plus vite que celle du carbone, faisant croître les rapports C/N jusqu'à 25 ou 30, qui témoignent d'une activité biologique réduite.

Sous les pinèdes, ainsi qu'il ressort de la planche 13, l'on observe une décroissance systématique du taux de matière organique, non seulement en surface, mais, dans tous les cas, jusqu'à la profondeur analysée de 50 cm.

Ainsi, les teneurs extrêmes passent en surface (horizon A1) à 6,4 et 10,6% (contre 8,4 et 13,8% sous lande) pour une moyenne de 9%. Les écarts entre lande et pins, au sein de chacun des couples étudiés, y sont en réalité très variables puisque s'échelonnant de 0,8 à 5,2% (écart moyen : 2,2%). En profondeur,

Echant.	Profond. cm	Horizon	Matière organique totale				M.O. extractible (AH + AF)		M.O. non extractible (Humine)				M.O. légère (2)
			M.O. %	C ‰	N ‰	C/N	C ‰ (1)	Taux d'extract. (2)	en C		N ‰ (1)	C/N	
								(1)	(2)	(1)	(2)		
MAS 11	0-7	A 1	11,2	64,7	3,36	19,3	24,71	38,2	26,9	41,5	1,05	25,6	4,8
12	12-20	A 1	6,7	38,8	1,90	20,4	16,40	42,2	11,0	28,3	0,52	21,2	4,9
13	25-35	A 3	3,6	20,7	0,89	23,1	10,56	51,0	8,8	42,5	0,47	18,6	3,2
14	45-55	B 3 C	2,7	15,6	0,84	18,6							
MAP 11	0-7	A 1	9,3	54,2	1,96	27,6	23,99	44,2	16,3	30,0	0,67	24,3	9,8
12	12-20	A 3	5,4	31,6	2,02	15,6	14,01	44,3	6,35	20,0	0,30	21,2	5,5
13	25-35	A 3	3,4	19,6	0,84	23,3	10,79	55,0	3,45	17,6	0,20	17,3	2,7
14	45-55	C 1	2,1	12,0	0,67	17,8							
MAP 21	0-7	A 1	10,2	59,0	1,82	32,4	23,61	40,0	19,4	32,8	0,75	25,7	9,9
22	12-20	A 3	6,9	39,8	1,90	20,9	18,65	46,8	10,2	25,6	0,29	35,0	3,1
23	25-35	C 1	5,4	31,1	1,57	19,8	15,58	50,0	6,18	19,8	0,25	24,5	4,0
HIS 11	0-10	A 11-12	13,8	80,2	3,92	20,5	31,76	39,6	34,2	42,6	1,36	25,1	1,9
12	15-25	A 12	9,3	54,2	2,38	22,7	20,81	38,4	19,8	36,5	0,35	30,3	0,8
13	30-40	A 3 C	4,5	26,3	1,05	25,0							
HIP 11	0-10	A 1	8,6	49,8	1,96	25,4	20,44	41,0	19,9	39,9	0,72	27,6	1,4
12	15-25	A 3	4,4	25,6	0,91	28,1	12,60	49,2	6,92	27,0	0,24	29,1	0,9
13	30-40	B 3 C	3,1	18,1	0,67	26,9							
PAS 11	0-7	A 11	11,4	65,9	2,91	22,6	23,30	35,3	28,5	43,2	1,15	24,8	1,9
12	12-20	A 12	8,7	50,2	2,24	22,4	18,35	36,5	20,1	40,0	0,68	29,5	1,0
13	25-35	B 3 C	4,7	27,0	0,84	32,1	13,58	50,3	6,8	25,1	0,20	33,0	2
14	40-50	C 1	2,8	16,5	0,56	29,5							
PAP 11	0-7	A 11	10,6	61,5	3,14	19,6	21,51	34,9	26,1	42,4	0,99	26,4	2,7
12	12-20	A 12	7,5	43,3	2,38	18,2	14,97	34,5	16,8	38,7	0,80	21,0	1,6
13	25-35	B 3 C	3,2	18,4	0,78	23,5	9,08	49,3	4,15	22,5	0,16	24,9	1,3
14	40-50	B 3 C	1,8	10,6	0,47	22,3							

(1) en ‰ du sol.

(2) en % du C total.

La matière organique - Ses différentes fractions

TABLEAU 12

Echant.	Profond. cm	Horizon	Matière organique totale				M.O. extractible (AH + AF)		M.O. non extractible (Humine)				M.O. légère (2)	
			M.O. %	C ‰	N ‰	C/N	C ‰ (1)	Taux d'extract. (2)	en C		N ‰ (1)	C/N		
								(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	C/N	
PUS 11	0-7	A 11	11,3	65,4	3,14	20,8	25,90	39,6		28,3	43,2	1,12	25,3	2,0
12	12-20	A 12	7,1	40,9	1,79	22,8	17,78	43,4		13,8	33,7	0,67	20,7	1,2
13	25-33	A B	4,3	25,0	0,91	27,5	13,26	53,0		9,0	36	0,31	28,6	0,5
14	40-50	A B	3,8	21,9	0,95	23,1								
PUP 11	0-7	A 11	10,3	59,6	2,91	20,5	23,74	39,8		22,6	37,9	0,91	24,7	3,0
12	12-20	A 12	5,7	32,9	2,13	15,4	15,20	46,2		9,69	29,4	0,36	26,9	1,3
13	25-33	A B	3,5	20,2	0,89	22,5	11,36	56,2		3,39	16,8	0,13	25,9	0,5
14	40-50	B 3 C	3,1	17,8	0,78	22,7								
VOS 11	0-7	A 1	8,4	49,0	1,82	26,9	18,20	37,1		21,5	43,9	0,80	26,9	1,1
12	12-20	A 3	4,7	27,0	0,98	27,5	12,83	47,5		8,55	31,7	0,31	27,8	0,3
13	25-32	B 2	3,1	18,0	0,67	26,8	8,32	46,2		4,72	26,2	0,21	22,8	0,2
14	40-50	B 2	2,1	11,9	0,44	26,1								
VOP 11	0-7	A 1	6,4	37,0	1,57	23,6	16,94	45,7		13,5	36,5	0,55	24,5	4,2
12	12-20	A 3	3,8	22,3	0,77	29,0	11,27	50,5		5,79	25,9	0,22	26,6	0,6
13	25-32	B 2	2,3	13,2	0,47	27,7	6,67	50,5		4,25	32,2	0,15	28,7	0,7
14	40-50	B 2	1,9	11,1	0,36	30,5								
VOS 21	0-7		8,8	51,2	1,96	26,1	18,76	36,6		24,5	47,8	0,78	31,3	2,6
22	12-20		4,4	25,5	0,98	26,0	12,01	47,1		7,49	29,4	0,29	25,4	0,3
23	25-32		2,9	17,0	0,67	25,3	6,92	40,7		4,52	26,6	0,19	23,2	0,4
24	40-50		2,5	14,6	0,44	32,6								
VOP 21	0-7		7,9	45,7	1,96	23,3	16,66	36,4		18,6	40,7	0,77	24,2	5,7
22	12-20		4,3	25,0	1,05	23,8	11,78	47,1		7,4	29,6	0,26	28,0	1,2
23	25-32		3,5	20,2	0,84	24,0	10,00	49,5		4,47	22,1	0,24	18,9	0,7
24	40-50		3,0	17,2	0,67	25,6								

(1) en ‰ du sol.

(2) en % du C total.

La matière organique - Ses différentes fractions

TABLEAU 13

vers 15 et 50 cm respectivement, les teneurs moyennes de 7,3 et 2,8 sous lande, tombent, sous pins, à 5,3 et 2,2%.

L'évolution comparée des teneurs en azote, proportionnellement à celles du carbone, peut être suivie au travers des variations du rapport C/N (planche 14). L'on enregistre - un enrichissement absolu en azote dans l'une des plantations (PAP) faisant décroître le rapport C/N de 3 à 9 unités selon l'horizon - un enrichissement relatif et faible, en surface, dans le profil VOP, sur 50 cm dans le profil PUP. Ailleurs, par contre, il y a, sur 10 ou 20 cm, une perte très nette en azote (MAP-HIP), où les rapports C/N croissent de 5 à 8 unités atteignant les valeurs élevées de 27 ou 28, ce phénomène s'estompant ou s'inversant vers la profondeur.

#### 4.2. Les différentes fractions de la matière organique, leur évolution

(Voir tableaux 12, 13, 14 et 15 - planches 15 et 16)

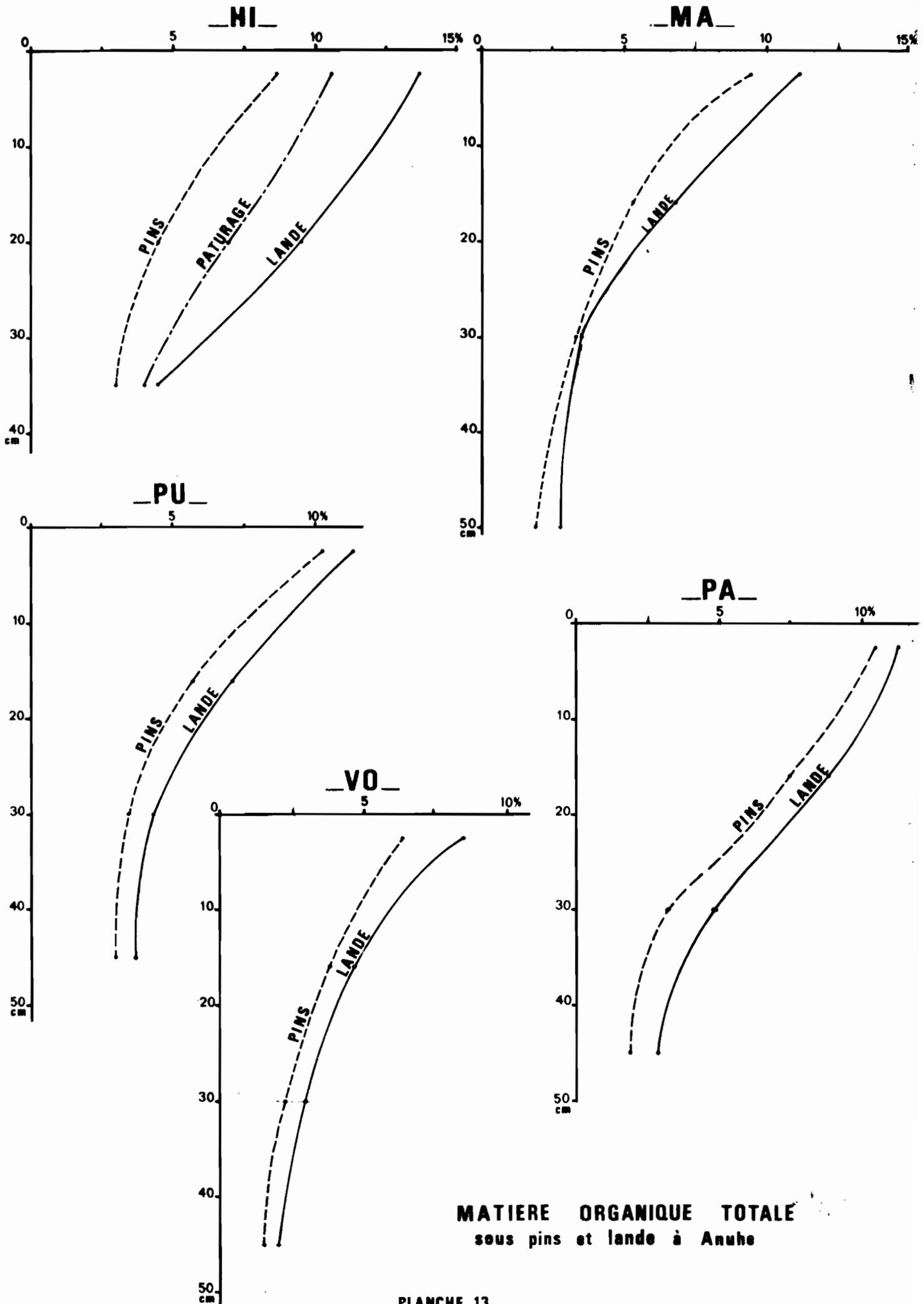
Au cours de l'analyse, la matière organique a été scindée en ses diverses composantes d'importance inégale :

- la fraction légère (M.O.L.) quantitativement peu importante, constituée de débris végétaux non encore transformés.
- la fraction humifiée extractible par les réactifs alcalins et constituée par les acides humiques et fulviques.
- la fraction non extractible par les mêmes réactifs et liée à la fraction minérale; elle englobe des composés organiques divers regroupés sous le nom d'humine.

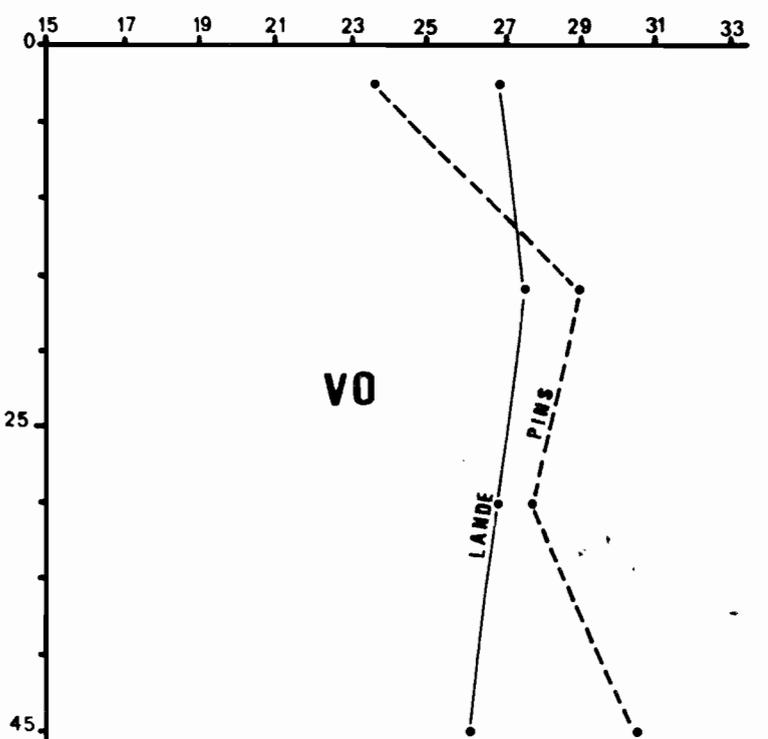
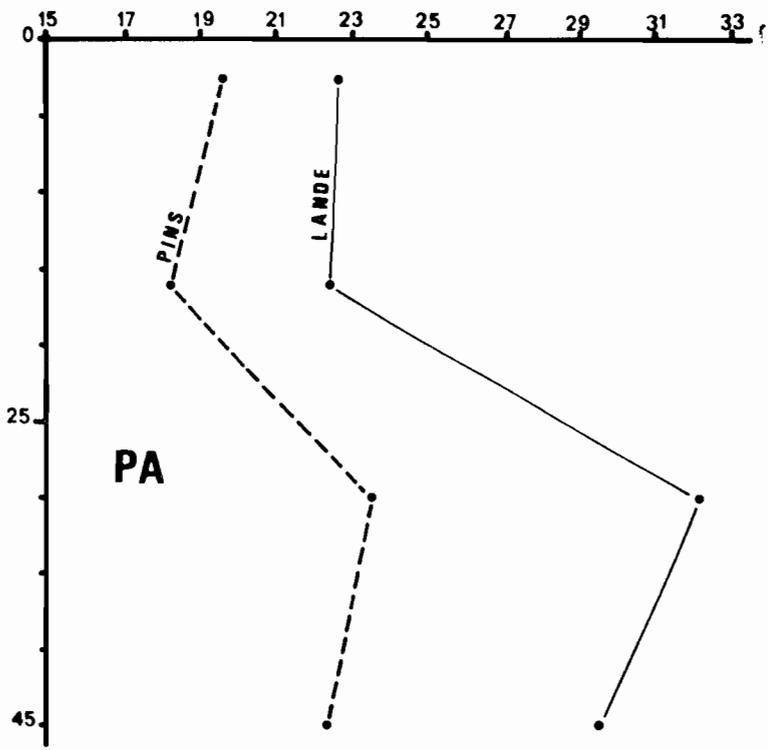
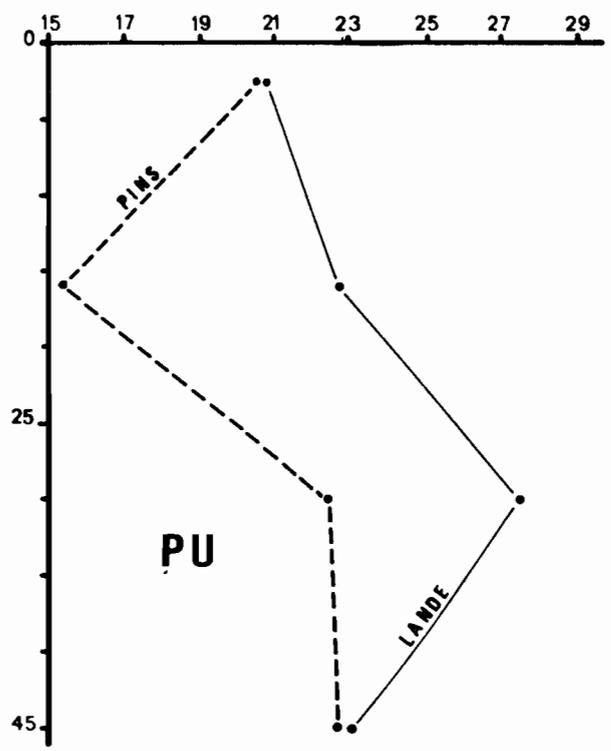
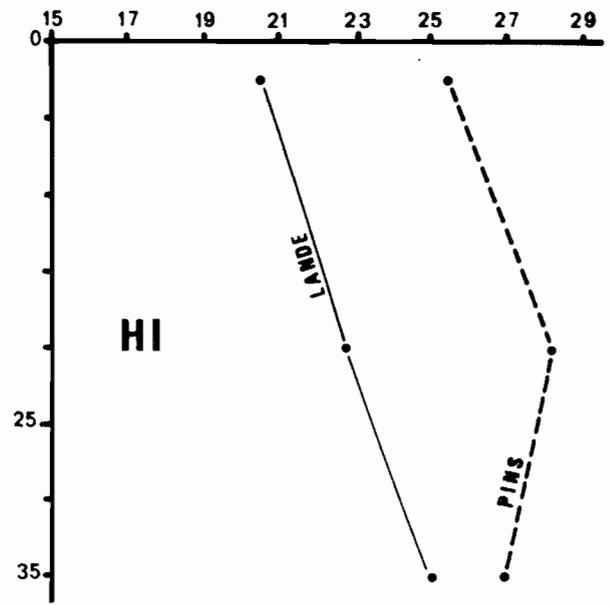
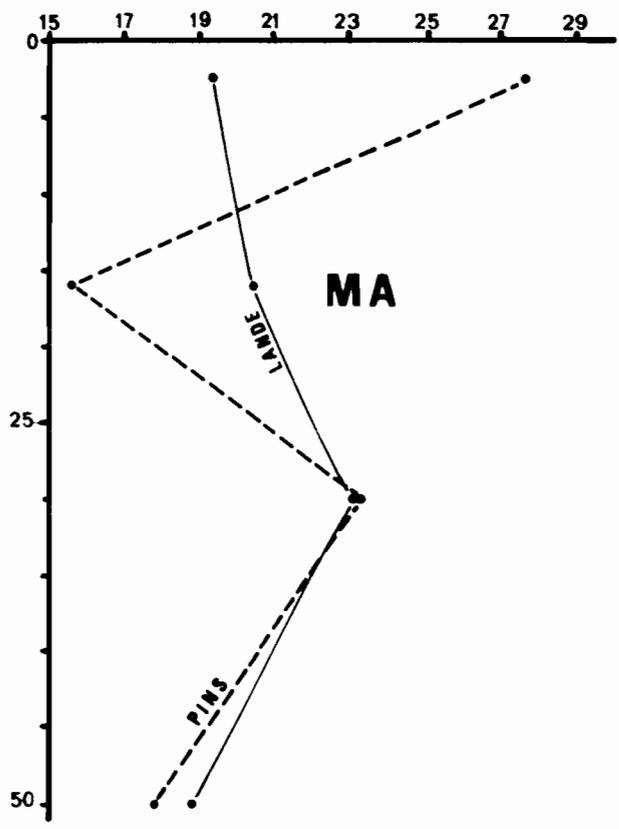
Toutes ces fractions sont exprimées en carbone.

#### Sous la lande à Anuhe,

la matière organique légère ne représente, dans l'horizon A1, que de 1 à 5% du carbone total (moyenne : 2,3%); plus profondément, vers 30 cm, ces teneurs, parfois négligeables, peuvent encore représenter 2 à 3% de la matière organique.



MATIERE ORGANIQUE TOTALE  
sous pins et lande à Anuhe



RAPPORTS C/N

PLANCHE 14

O.R.S.T.O.M. PAPEETE 80/4

la matière organique extractible constitue dans l'horizon A1, de surface, de 18 à 31 ‰ de la terre fine (moyenne : 25 ‰) soit 35 à 40% du carbone total (moyenne : 38%). Plus profondément, parallèlement à la chute de la teneur en matière organique totale, l'on observe, au sein de celle-ci, une progression de la proportion des acides humiques et fulviques qui peut dépasser 50% à 30 cm (moyenne : 48%). Cette fraction la plus évoluée est constituée essentiellement par les acides fulviques : 68 à 86% en A1 (moyenne : 76%) - 90 à 98% à 30 cm; la différence à 100 représentant les acides humiques, dont la faible teneur est reflétée par les rapports AF/AH variant de 2 à 6 en A1, atteignant ou dépassant 10 vers 30 cm.

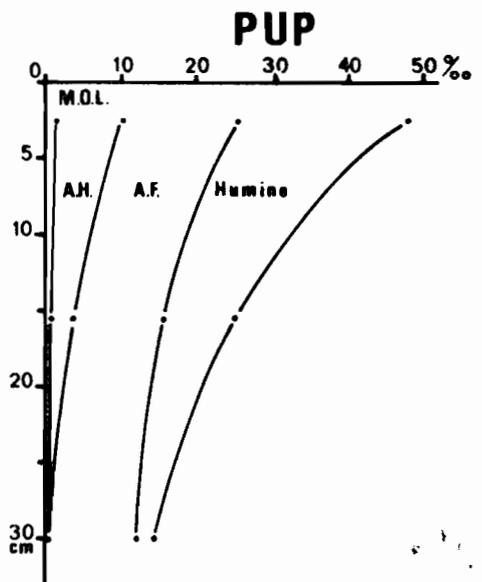
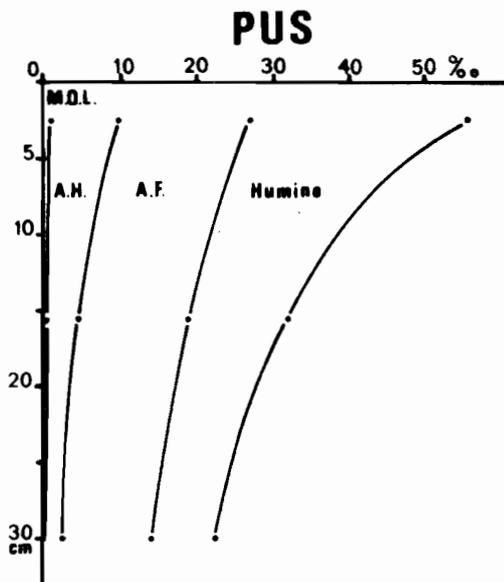
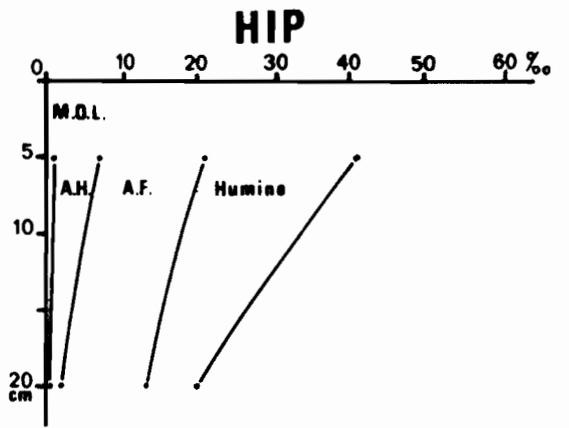
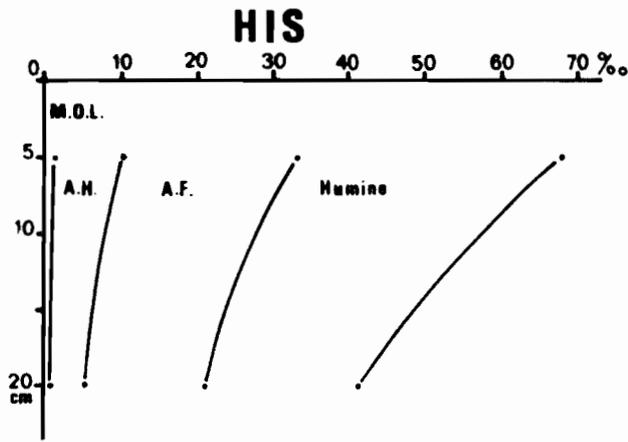
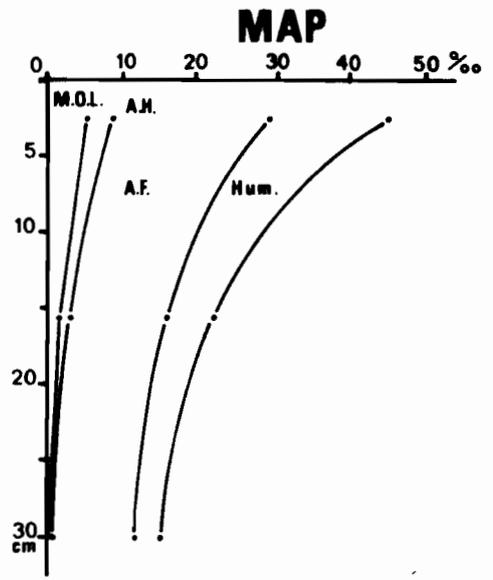
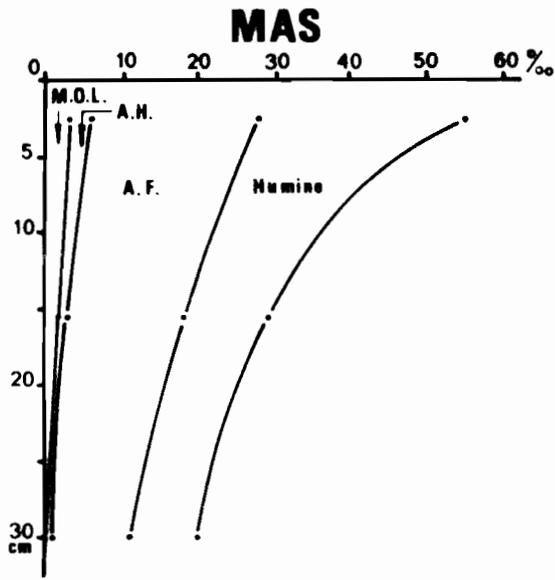
la fraction non extractible, ou humine, liée à la matière minérale, constitue une part très importante de l'ensemble de la matière organique. En A1, elle représente de 21 à 34 ‰ de la terre fine (28 ‰ en moyenne) ce qui correspond à une proportion quasi-constante de 42-43% du carbone total. Ces teneurs décroissent fortement avec la profondeur; tombant à 7 ‰ de terre fine mais encore 32% du C total (valeurs moyennes). L'humine, plus pauvre en azote, a des rapports C/N légèrement plus élevés que la matière organique totale (25 contre 22 : valeurs moyennes pour A1).

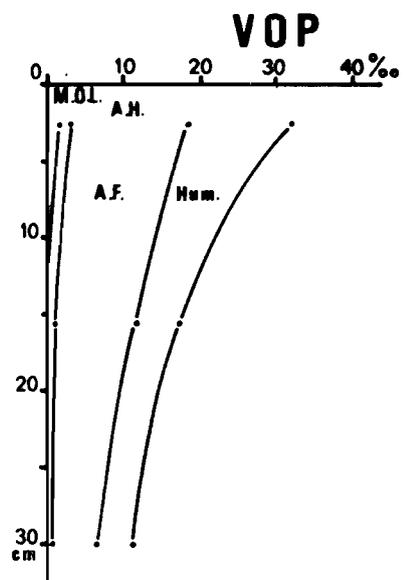
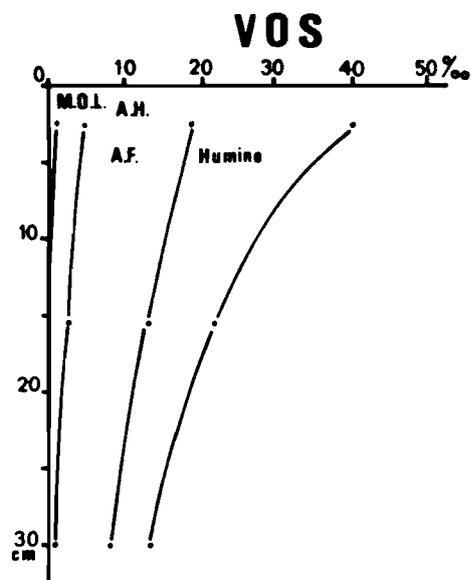
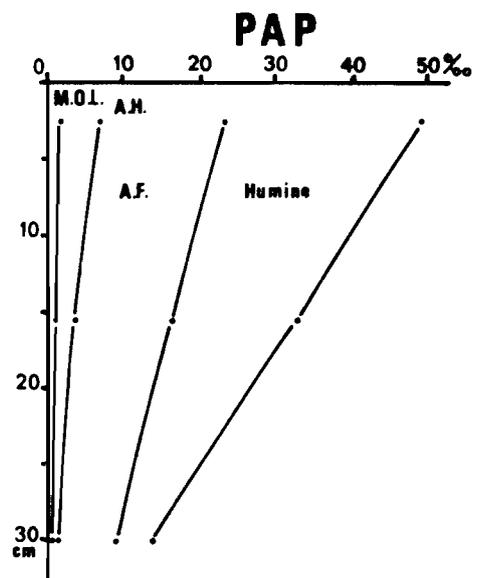
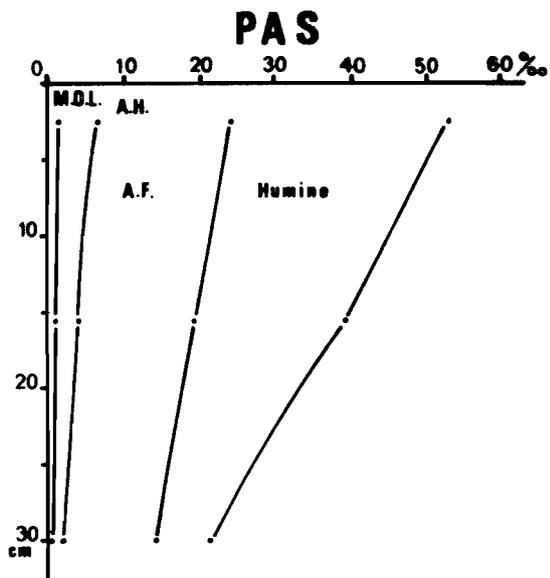
#### Sous les pinèdes,

il y a, dans l'ensemble, davantage de matière organique légère : 1,5 à 10% du C total (moyenne 4,2%). Au-delà, les variations, par rapport à la lande, sont très faibles : 1,2% en moyenne, pour les 2 types de végétations.

la proportion de matière organique extractible, en référence au C total, soit demeure stationnaire, soit, le plus souvent, croît sur toute la tranche du sol analysée de 2 à 11 points selon l'horizon (en moyenne : 41 à 52% du C total).

Cependant, malgré les taux d'humification, dans l'ensemble plus élevés, les teneurs en A.F. + A.H. demeurent, sous pins, en valeur absolue, et compte-tenu de l'appauvrissement du sol en matière organique, inférieures à celles observées sous lande : en moyenne 21 ‰ de terre fine (contre 25 ‰) en A1 et 9,5 ‰ (contre 11 ‰) à 30 cm.





Planches 15 & 16:

### REPARTITION DES DIFFERENTES FRACTIONS DE LA MATIERE ORGANIQUE

M.O.L.: matières organiques légères.  
 A.H. : acides humiques.  
 A.F. : acides fulviques.  
 Hum. : humine

Sous pins, comme sous lande, cette fraction de la matière organique est faite essentiellement d'acides fulviques, cependant la proportion en est ici légèrement moindre en A1 (73 contre 76%) dans tous les profils sauf 1 (VOP), sol rouge où le taux d'acides fulviques atteint 88%. En profondeur il n'y a pas de changement (91 à 97% d'acides fulviques).

Dans l'horizon A1 des sols sous pins, la part revenant à l'humine au sein du carbone total est systématiquement plus faible que sous lande, en relation avec les taux d'humification plus élevés : (moyenne : 37% contre 43% sous lande). L'humine qui représente, sous lande, en moyenne 28 ‰ de terre fine, n'en représente plus ici que 20 ‰ (valeurs extrêmes : 13 et 26 ‰). L'effet du pin quant à la distribution de cette fraction non extractible de la matière organique se fait sentir jusqu'à plus de 30 cm de profondeur où l'humine ne représente plus que 4 ‰ du sol et 22% du C total (contre respectivement, sous lande, 7 ‰ et 32%).

Les variations relatives des teneurs en azote de cette fraction sont peu sensibles sous pins, les rapports C/N des sols sous les 2 types de végétations s'établissent en moyenne à 25, de 0 à 30 cm.

#### 4.3. Composition des acides fulviques et des acides humiques

(Voir tableaux 14 et 15)

4.3.1. Les acides fulviques (A.F.) sont constitués de deux fractions, l'une libre, l'autre liée aux acides humiques. Les acides fulviques liés, peu mobiles, peu agressifs, sont ici, contrairement à ce que l'on observe généralement, les moins abondants, nettement dominés par les acides fulviques libres (A.F.L.), très solubles, plus acides, dégradants vis à vis de la matière minérale. Dans l'horizon A1 des sols de lande, ils constituent de 50 à 70% des acides fulviques totaux et jusqu'à plus de 80% à 30 cm.

L'introduction du pin, et cela s'observe pour chacun des couples étudiés, conduit à un accroissement de cette proportion d'A.F.L. traduite par le rapport A.F.L./A.F.T. Les valeurs moyennes de ce rapport et les écarts à la moyenne sont respectivement pour les horizons A1 (0-7 cm) et la tranche 25-35 cm du sol :

Echant.	Profond. cm	Carbone total (1)	Acides fulviques (A.F.)			Acides humiques (A.H.)						A.F. M.O. extr.	A.F. A.H.
			Totaux		A.F.L. A.F.T.	Totaux		A.H.pyro. A.H.T.	Acides humiques pyro.				
			(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	Gris (3)	int. (3)	bruns (3)			
MAS 11	0- 7	64,7	21,42	33,1	0,73	3,29	5,1	0,857	49,5	11,0	39,5	0,86	6,51
12	12-20	38,8	15,29	39,4	0,77	1,11	2,9	0,900	46,5	13,5	40,0	0,93	13,77
13	25-35	20,7	10,32	49,8	0,79	0,24	1,1	0,916	-	-	-	0,98	43,0
MAP 11	0- 7	54,2	20,51	37,8	0,78	3,48	6,4	0,744	57,0	10,5	32,5	0,85	5,89
12	12-20	31,6	12,95	41,0	0,84	1,06	3,3	0,801	48,5	14,5	37,0	0,92	12,21
13	25-35	19,6	10,47	53,4	0,86	0,32	1,6	0,906	-	-	-	0,97	32,71
MAP 21	0- 7	59,0	19,82	33,6	0,75	3,79	6,4	0,693	52,0	10,0	38,0	0,84	5,22
22	12-20	39,8	17,06	42,9	0,80	1,59	4,0	0,836	53,5	11,0	35,5	0,91	10,72
23	25-35	31,1	14,68	47,2	0,81	0,90	2,9	0,777	61,0	14,0	25,0	0,94	16,31
HIS 11	0-10	80,2	23,19	28,9	0,662	8,57	10,7	0,761	64	8,5	27,5	0,73	2,70
12	15-25	54,2	15,94	29,4	0,712	4,87	9,0	0,772	61,5	11,0	27,5	0,76	3,27
HIP 11	0-10	49,8	14,43	29,0	0,650	6,01	12,0	0,765	66,5	9,5	24	0,70	2,40
12	15-25	25,6	10,88	42,5	0,810	1,72	6,7	0,715	59	11,5	29,5	0,86	6,32
PAS 11	0- 7	65,9	18,05	27,4	0,611	5,25	8,0	0,700	55,5	9,5	35	0,77	3,43
12	12-20	50,2	15,15	30,2	0,698	3,20	6,4	0,762	57	12	31	0,82	4,73
13	25-35	27,0	12,22	45,2	0,838	1,36	5,0	0,845	65	11	24	0,90	8,98
PAP 11	0- 7	61,5	16,21	26,3	0,623	5,30	8,6	0,732	61	9,5	29,5	0,75	3,05
12	12-20	43,3	12,32	28,4	0,714	2,65	6,1	0,833	55,5	14,5	30,0	0,82	4,64
13	25-35	18,4	8,29	45,0	0,823	0,79	4,3	0,848	64,5	11,5	24	0,91	10,49

Légende : voir tableau 15

Les fractions extractibles du carbone organique  
Rapports caractéristiques

TABLEAU 14

Echant.	Profond. cm	Carbone organique total (1)	Acides fulviques (A.F.)			Acides humiques (A.H.)						A.F. M.O. extr.	A.F. A.H.
			Totaux		A.F.L.* A.F.T.	Totaux		A.H.pyro.** A.H.T.	Acides humiques pyro.				
			(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	Gris (3)	int. (3)	bruns (3)		
PUS 11	0- 7	65,4	17,79	27,2	0,508	8,11	12,4	0,752	62	11,5	26,5	0,68	2,19
12	12-20	40,9	14,09	34,4	0,658	3,69	9,0	0,766	58	14	28	0,79	3,81
13	25-33	25,0	12,31	49,2	0,818	0,95	3,8	0,831	-	-	-	0,93	12,95
PUP 11	0- 7	59,6	15,43	25,9	0,610	8,31	13,9	0,742	66,5	10,0	23,5	0,65	1,81
12	12-20	32,9	11,79	35,8	0,759	3,41	10,4	0,677	63,5	11,5	25	0,77	3,45
13	25-33	20,2	10,78	53,4	0,842	0,58	2,9	0,810	-	-	-	0,95	18,58
VOS 11	0- 7	49,0	13,99	28,5	0,615	4,21	8,6	0,684	58	14	28	0,77	3,32
12	12-20	27,0	11,18	41,4	0,770	1,65	6,1	0,703	64,5	12,5	23	0,87	6,77
13	25-32	18,0	7,78	43,2	0,775	0,54	3,0	0,851	-	-	-	0,93	14,40
VOP 11	0- 7	37,0	14,88	40,2	0,606	2,06	5,6	0,742	58,5	10	31,5	0,88	7,22
12	12-20	22,3	10,33	46,3	0,785	0,94	4,2	0,765	56,5	16,5	27	0,92	10,98
13	25-32	13,2	6,29	47,6	0,788	0,38	2,9	0,863	-	-	-	0,94	16,55
VOS 21	0- 7	51,2	13,65	26,6	0,567	5,11	10,0	0,657	70	7	23	0,73	2,67
22	12-20	25,5	10,43	40,9	0,692	1,58	6,2	0,291	-	-	-	0,87	6,60
23	25-32	17,0	6,67	39,2	0,643	0,25	1,5	0,760	-	-	-	0,96	26,65
VOP 21	0- 7	45,7	13,07	28,6	0,620	4,59	10,0	0,671	67	12	21	0,78	2,84
22	12-20	25,0	10,46	41,8	0,705	1,32	5,3	0,704	65	11,5	23,5	0,89	7,92
23	25-32	20,2	9,25	45,8	0,756	0,75	3,7	0,880	51	21	28	0,92	12,33

(1) ‰ de la terre fine

(2) % du carbone organique total

(3) % des acides humiques pyro.

\*  $\frac{\text{A.F.L.}}{\text{A.F.T.}} = \frac{\text{A. fulviques libres}}{\text{A. fulviques totaux}}$

\*\*  $\frac{\text{A.H. pyro.}}{\text{A.H.T.}} = \frac{\text{Acides humiques extraits au pyrophosphate}}{\text{Acides humiques totaux}}$

Les fractions extractibles du carbone organique  
Rapports caractéristiques

TABLEAU 15

sous lande : 0,62 ( $\pm$  0,12) et 0,73 (- 0,02, + 0,10),  
 sous pins : 0,65 (- 0,05, + 0,13) et 0,82 ( $\pm$  0,4).

Les horizons A1 des sols de pinèdes sont, en valeur absolue (profil HIP excepté), parfois aussi ou même plus riches en A.F.L. que ces mêmes horizons des sols de lande, malgré des teneurs en matière organique inférieures. Mais la pénétration de ces acides libres vers la profondeur est variable et généralement meilleure sous lande que sous pins, avec toutefois un fort accroissement de la pénétration sous ces derniers, dans les sols de bas de pentes (profils MAP<sub>2</sub> et VOP<sub>2</sub>).

Le tableau ci-dessous indique les coefficients de pénétration comparés des acides fulviques libres et des acides fulviques totaux entre les horizons A1 (0-7 cm) et une profondeur moyenne de 30 cm, sous lande et sous pins.

Profils	A.F.L.		A.F.T.	
	Lande	Pins	Lande	Pins
MAS	0,52		0,48	
MAP <sub>1</sub>		0,57		0,51
MAP <sub>2</sub>		0,79		0,74
PAS	0,93		0,68	
PAP		0,67		0,51
PUS	1,11		0,69	
PUP		0,96		0,70
VOS	0,70		0,56	
VOP <sub>1</sub>		0,55		0,42
VOP <sub>2</sub>		0,93		0,76

4.3.2. Les acides humiques ont été scindés en 3 fractions par électrophorèse sur papier :

- les acides humiques gris (A.H.G.) qui résultent de la synthèse microbienne sont les plus riches en azote. Peu mobiles, ils constituent avec les colloïdes minéraux des complexes argilo-humiques stables.

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

- les acides humiques bruns (A.H.B.), les plus pauvres en azote et aussi les plus mobiles, ne constituent avec les argiles que des composés peu stables.

La séparation n'a été faite que sur la seule fraction des acides humiques extraite au pyrophosphate, mais qui représente de 70 à 90% de ceux-ci; l'isolement des acides humiques "soude" apparaissant trop long et aléatoire (cette analyse a cependant été faite pour deux des échantillons les plus riches en matière organique, elle indique 80% d'A.H.G.). De trop faibles teneurs en acides humiques n'ont, parfois, permis la séparation que sur les 20 cm supérieurs du sol.

Les résultats obtenus sont reportés dans les tableaux 15 et 16, le tableau ci-dessous reprenant la répartition centésimale moyenne des 3 types d'acides humiques dans les horizons supérieurs des sols de lande et de pinèdes.

Végétation	Profondeur cm	Horizon	A.H.G.	A.H.I.	A.H.B.
Lande à Anuhe	0- 7	A 1 ou A11	57,8	10,9	31,3
	12-20	A12 ou A 3	57,5	12,6	29,9
Pins	0- 7	A 1 ou A11	61,9	9,9	28,2
	12-20	A12 ou A 3	56,6	13,7	29,7

L'on observe, pour chacun des 5 couples étudiés, une croissance systématique de la proportion d'A.H.G. dans l'horizon A1 des sols sous pins, croissance variant de 0,5 à 8 points pour une moyenne de 4 points mais avec des écarts à la moyenne importants tant sous pins que sous lande, respectivement de  $\pm 7$  et  $\pm 5$  points. En-dessous, les teneurs en A.H. devenant généralement très faibles, les variations ne sont plus significatives.

Corrélativement, les proportions d'A.H.B. décroissent en moyenne, en surface, sous pins, de près de 3 unités par rapport à la lande. Quasi-systématique, cette décroissance peut atteindre 6 unités.

Note : Les sommes (exprimées en C ‰) des différentes fractions de la matière organique apparaissent toujours inférieures au carbone total. Ceci tient à deux causes principales.

1 - Le carbone total est dosé par coulométrie et non par méthode chimique (bichromate) : c'est donc réellement C qui est dosé et non un certain pouvoir réducteur "porté" par la matière organique, ce qui est le cas des acides humiques et fulviques. L'extraction en milieu alcalin à l'air contribue encore à augmenter la proportion de ce carbone déjà partiellement oxydé.

La proportion de carbone ainsi dissimulé par une oxydation partielle, naturelle ou due aux traitements, peut atteindre 20%.

2 - Lors des extractions en milieu alcalin, les extraits sont toujours plus ou moins troublés par un complexe argilo-humine qui, floculé par du sulfate de sodium, est ensuite laissé de côté. Il y a ainsi une proportion variable de C humine qui échappe au dosage.

## 5 - PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS

### 5.1. Le complexe absorbant

(Voir tableaux 16 et 17 - planche 17)

#### 5.1.1. Capacité d'échange (C.E.)

Sous la lande à Anuhe : les valeurs nettement plus élevées de la capacité d'échange, observées au sein des horizons A (jusqu'à 20/30 cm) sont liées à la présence d'importantes quantités de matière organique, sans toutefois que l'on puisse noter de corrélation étroite entre ces valeurs et les teneurs en matière organique. Pour ces horizons humifères, la valeur moyenne de la C.E. varie, selon le sol, de 15 à 32 mé/100 g. (moyenne générale : 22 mé/100 g.).

Plus profondément, là où la C.E. repose essentiellement sur la fraction minérale, la chute est assez nette : 3 à 16 mé/100 g.; elle est très faible à Vairao (3 mé), faible à Mahina (7 mé) mais en accord avec la composition minéralo-

gique du sol : absence d'argile minéralogique, abondance d'hématite, gibbsite, goethite, en quantités notables dans le premier, oxyhydroxydes de fer et aluminium importants et environ 20% de métahalloysite (dont la C.E. propre est de l'ordre de 10-15 mé/100 g.) dans le second.

Ailleurs, et notamment dans les sols de la planèze de Pueu, la C.E., compte-tenu de l'absence totale d'argile vraie, apparaît, avec 16 mé/100 g., fort élevée. Ces sols sont riches en gibbsite et goethite, hydroxydes dont la C.E. normale dans le milieu considéré de pH 5,5 est de l'ordre de 4 mé/100 g. mais dont la charge varie avec le pH : charge positive au-dessous du point isoélectrique, négative au-dessus de celui-ci, point qui correspondrait pour la goethite à un pH voisin de 8 (Summer, 1969 - Andriessse, 1975) et de 6 pour la gibbsite (Schuylenborgh et Saenger, 1949). Or la détermination de la C.E. est effectuée par percolation au travers du sol d'une solution de  $Cl_2Ca$  tamponnée à pH 7, ce qui pourrait avoir pour effet de modifier la charge du sol, de surévaluer sa capacité d'échange et d'autant plus que la gibbsite serait plus abondante.

Il est aussi possible que les hydroxydes de fer cryptocristallisés, abondants ici, soient le support d'une C.E. supérieure à celle des hydroxydes normalement cristallisés.

L'introduction du pin a eu pour conséquence une baisse systématique, visible dans chacun des couples, de la capacité d'échange des horizons humifères entre 0 et 20/25 cm. L'amputation porte sur une fraction plus ou moins importante, 3 à 14 mé/100 g. en moyenne, selon le profil, sur cette profondeur, n'y laissant que des possibilités d'échange réduites, oscillant entre 8 et 20 mé/100 g. (moyenne 14 mé contre 22 sous lande) et que ne justifie pas toujours la seule décroissance de la teneur en matière organique.

Plus profondément, au-delà de 30 cm, les variations par rapport aux sols de lande sont, dans l'ensemble, peu importantes.

Végétat.	Echant.	Profond. cm	Bases échangeables (mē/100g.)					C.E.C. <sup>(1)</sup> (T) mē/100g.	$\frac{S}{T}$ %	PH	
			Ca	Mg	K	Na	S			H <sub>2</sub> O	KCl
Lande	MAS 11	0- 7	0,60	0,54	0,14	0,11	1,39	24,9	6	5,3	4,6
	12	12- 20	0,18	0,18	0,05	0,10	0,51	18,8	3	5,3	4,7
	13	25- 35	0,12	0,09	0,02	0,07	0,30	6,75	4	5,3	4,7
	14	45- 55	0,06	0,12	0,03	0,07	0,28	7,15	4	5,4	4,8
	15	70- 80	0,15	0,15	0,12	0,09	0,51	6,65	8	5,4	4,9
Pins	MAP 11	0- 7	0,12	0,12	0,06	0,19	0,49	19,2	3	5,3	4,9
	12	12- 20	0,06	0,06	0,05	0,10	0,27	18,5	1	5,2	5,0
	13	25- 35	0,06	0,03	0,01	0,06	0,16	8,65	2	5,4	5,0
	14	45- 65	0,06	0,03	≤0,01	0,06	0,16	5,80	3	5,5	5,1
	15	70- 80	0,06	0,03	≤0,01	0,03	0,13	4,05	3	5,2	5,2
	MAP 21	0- 7	0,24	0,21	0,08	0,16	0,63	17,7	4	5,2	4,7
	22	12- 20	0,06	0,06	0,08	0,07	0,22	14,4	2	5,3	5,0
	23	25- 35	0,09	0,03	0,01	0,04	0,17	11,9	1	5,5	5,0
Lande	HIS 11	0- 10	0,39	0,51	0,11	0,22	1,23	13,3	9	5,0	4,0
	12	15- 25	0,30	0,18	0,06	0,07	0,61	20,9	3	5,0	4,2
	13	30- 40	0,09	0,06	0,01	0,03	0,19	14,4	1	5,1	4,4
	14	60- 70	0,09	0,06	0,01	0,03	0,19	11,6	2	5,5	5,1
Pins	HIP 11	0- 10	0,30	0,18	0,06	0,08	0,62	13,0	5	4,6	4,0
	12	15- 25	0,09	0,03	0,02	0,03	0,17	10,3	2	4,9	4,1
	13	30- 40	0,06	0,03	≤0,01	0,07	0,17	14,6	1	5,2	4,5
	14	60- 70	0,09	0,06	≤0,01	0,03	0,19	16	1	5,4	4,9
Lande	PAS 11	0- 7	0,39	0,36	0,11	0,21	1,07	20,0	5	5,6	4,5
	12	12- 20	0,18	0,21	0,07	0,08	0,54	45,5	1	5,3	4,7
	13	25- 35	0,09	0,06	0,03	0,09	0,27	14,2	2	5,4	5,0
	14	40- 50	0,06	0,03	≤0,01	0,03	0,13	9,50	1	5,5	5,1
Pins	PAP 11	0- 7	0,30	0,39	0,07	0,26	1,02	6,25	16	5,0	4,5
	12	12- 20	0,18	0,27	0,05	0,17	0,67	16,3	4	4,9	4,7
	13	25- 35	0,09	0,06	0,01	0,13	0,29	8,40	3	5,1	5,1
	14	40- 50	0,21	0,09	0,01	0,41	0,72	3,70	19	5,6	5,6
	15	90-100	0,06	0,06	0,01	0,09	0,22	6,20	4	5,7	5,7

(1) - C.E.C. = capacité d'échange de cations.

Complexe absorbant - PH

TABLEAU 16

Végétat	Echant.	Profond. cm	Bases échangeables (mē/100g.)					C.E.C <sup>(1)</sup> (T) mē/100g.	S T %	PH	
			Ca	Mg	K	Na	S			H <sub>2</sub> O	KCl
Lande	PUS 11	0- 7	0,24	0,06	0,09	0,12	0,51	24,2	2	5,1	4,0
	12	12- 20	0,21	0,18	0,03	0,06	0,48	24,0	2	5,0	4,3
	13	25- 33	0,09	0,06	0,02	0,03	0,20	16,6	1	5,1	4,5
	14	40- 50	0,06	0,03	0,05	0,08	0,22	15,7	1	5,4	4,7
	15	90-100	0,06	0,03	≤0,01	0,01	0,11	15,8	1	5,5	5,1
Pins	PUP 11	0- 7	0,24	0,30	0,05	0,22	0,81	21,3	3	4,6	4,0
	12	12- 20	0,09	0,06	0,02	0,08	0,25	18,3	1	4,8	4,3
	13	25- 33	0,06	0,03	≤0,01	0,03	0,13	19,8	1	5,1	4,5
	14	40- 50	0,06	0,03	≤0,01	0,02	0,12	18,3	1	5,3	4,6
	15	90-100	0,06	0,03	≤0,01	0,01	0,11	15,8	1	5,5	5,1
Lande Haut de pente	VOS 11	0- 7	0,24	0,21	0,07	0,29	0,81	20,4	4	5,3	4,5
	12	12- 20	0,09	0,06	0,03	0,04	0,22	10,2	2	5,6	5,1
	13	25- 32	0,06	0,03	0,01	0,03	0,13	8,70	1	5,6	5,4
	14	40- 50	0,06	0,03	≤0,01	0,02	0,12	3,65	3	6,0	5,7
	15	90-100	0,06	0,03	≤0,01	0,01	0,11	2,15	5	6,1	6,0
	16	150-160	0,06	0,03	≤0,01	0,01	0,11	3,05	4	5,8	5,8
Pins Haut de pente	VOP 11	0- 7	0,18	0,12	0,03	0,09	0,42	6,75	6	5,5	5,0
	12	12- 20	0,09	0,03	0,01	0,05	0,18	10,0	2	5,6	5,4
	13	25- 32	0,06	0,03	≤0,01	0,06	0,16	5,70	3	5,8	5,8
	14	40- 50	0,06	0,03	≤0,01	0,14	0,24	4,35	6	6,0	5,8
	15	90-100	0,06	0,03	≤0,01	0,01	0,11	1,45	8	5,9	5,9
Lande Bas de pente	VOS 21	0- 7	0,18	0,12	0,07	0,09	0,46	16,4	3	5,4	4,5
	22	12- 20	0,09	0,09	0,02	0,04	0,18	10,7	2	5,5	5,0
	23	25- 32	0,06	0,03	≤0,01	0,03	0,13	10,7	1	5,6	5,5
	24	40- 50	0,06	0,03	≤0,01	0,03	0,13	5,40	2	5,6	5,4
Pins Bas de pente	VOP 21	0- 7	0,09	0,06	0,05	0,15	0,35	17,6	2	5,0	4,5
	22	12- 20	0,06	0,03	0,02	0,33	0,44	13,9	3	5,6	5,0
	23	25- 32	0,06	0,03	0,01	0,04	0,14	9,25	1	5,6	5,2
	24	40- 50	0,06	0,03	≤0,01	0,03	0,13	9,40	1	5,5	5,4

(1) C.E.C. : Capacité d'échange de cations.

Complexe absorbant - PH

TABLEAU 17

### 5.1.2. Cations échangeables - Taux de saturation

Sous lande à Anuhe : Tous ces sols, nous l'avons vu, ne contiennent que des teneurs extrêmement faibles en calcium total, comprises entre 3,5 et 5,3 mé/100 g. et dont seulement une infime partie, inférieure à 5%, se retrouve sous la forme échangeable. Les teneurs en sont maximales en surface avec, en A1 ou A11, de 0,60 à 0,24 mé/100 g. (moyenne 0,37 mé). En A12 ou A3, il n'en subsiste que de 0,30 à 0,09 mé (moyenne : 0,10 mé) et vers 50 cm, des quantités négligeables voisines de 0,06 mé/100 g.

De même, une très faible partie, inférieure à 1%, des 25 à 50 mé/100 g. de magnésium total, est directement accessible aux plantes : 0,33 mé/100 g. en moyenne en A1, avec des écarts à cette moyenne de  $\pm 0,25$ , 0,16 mé/100 g. en moyenne en A12 ou A3, 0,05 mé vers 50 cm.

Très pauvres en calcium et magnésium échangeables, ces sols le sont naturellement en potassium avec en surface (A1 - A11) de 0,14 à 0,07 mé/100 g. (moyenne 0,10 mé), une moyenne de 0,05 mé/100 g. en A12 - A3 et seulement 0,01 mé dès 50 cm.

Il en résulte une somme des 4 principaux cations échangeables, Na compris, extrêmement réduite, oscillant en A1, horizon le mieux fourni, entre 1,39 et 0,51 mé/100 g. (moyenne : 1 mé).

Sous les pins : l'on observe, dans chacun des couples étudiés, une baisse de la teneur en calcium échangeable, plus ou moins sensible sur les 20 cm supérieurs du sol. En A1/A11 les teneurs extrêmes ne sont plus que de 0,30 et 0,12 mé/100 g. (moyenne : 0,22 contre 0,37) et si l'on considère les 20 cm supérieurs, la teneur moyenne tombe à 0,16 mé/100 g. contre 0,28 sous lande.

Il est constaté le même appauvrissement concernant le magnésium échangeable dont la teneur moyenne tombe à 0,22 mé/100 g. en A1, 0,15 mé/100 g. sur 20 cm (contre respectivement 0,33 et 0,25 mé sous lande).

Pour ce qui est du potassium échangeable, la teneur moyenne de l'horizon A1 chute de moitié (0,05 mé/100 g.) par rapport à celle déjà extrêmement réduite des sols de lande.

Toutes ces pertes cumulées font que, sous pins, la somme des 4 cations échangeables n'atteint, au maximum, en A1, que 1 mé/100 g., les teneurs moyennes dans cet horizon et vers 20 cm tombent respectivement à 0,67 et 0,30 mé/100 g. (contre respectivement 1 et 0,5 mé sous lande).

La capacité d'échange étant moyenne, ou faible, et la somme des bases échangeables extrêmement réduite, il en résulte des sols, dans leur ensemble, très fortement désaturés y compris dans leurs horizons humifères. Le taux de saturation moyen n'y dépasse en effet généralement pas 5% avec des écarts à la moyenne de  $\pm 3$ , taux qui peut parfois doubler si l'on y ajoute l'aluminium échangeable. Il décroît généralement en profondeur pour parfois ne pas atteindre 1%.

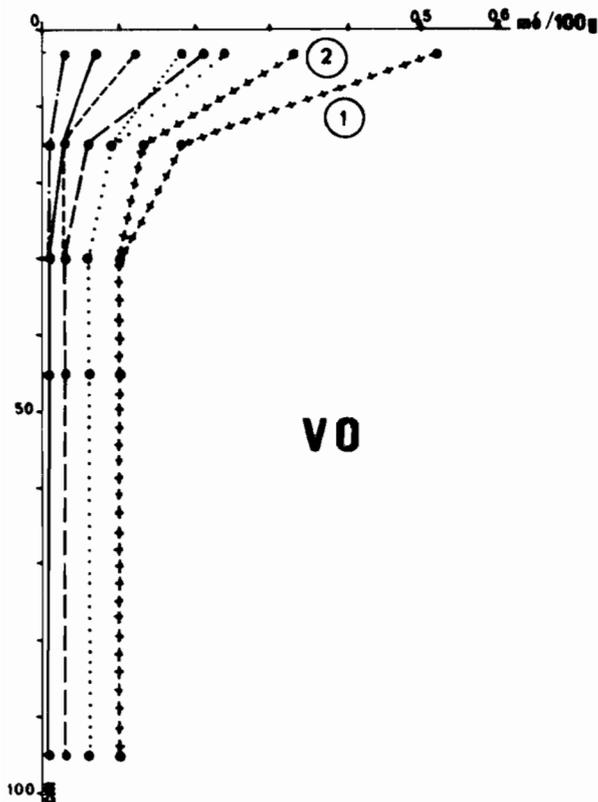
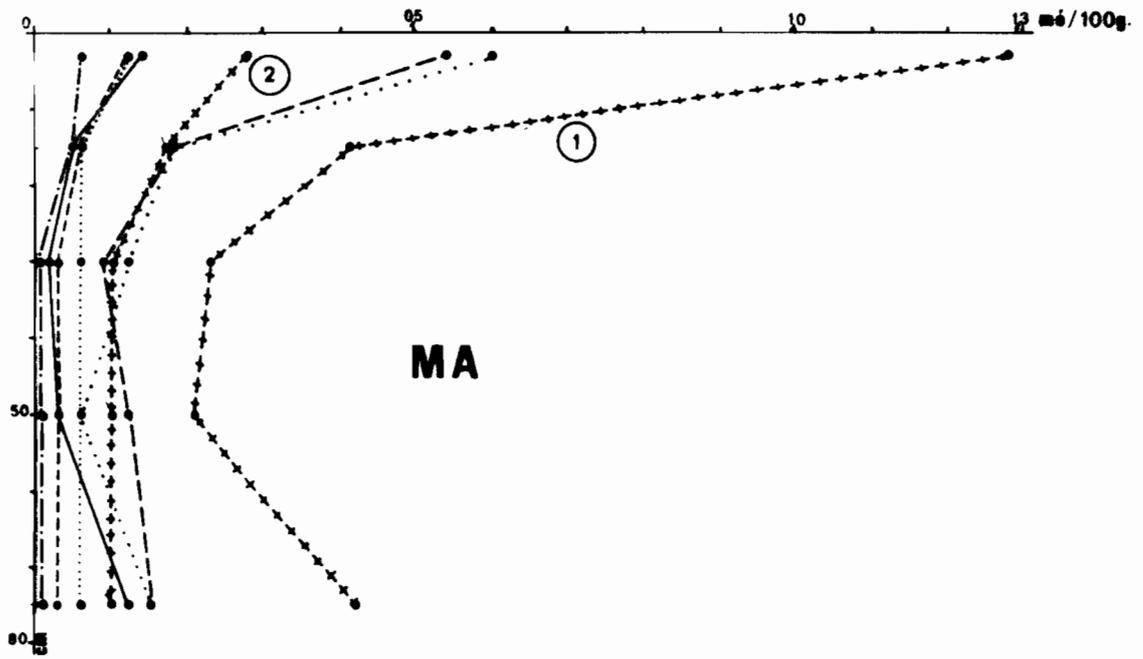
## 5.2. La réaction du sol

(Voir tableaux 16 et 17 - planche 18)

Les sols des landes à Anuhe sont assez fortement acides, particulièrement dans les horizons humifères. En A1, le pH oscille entre 5,0 et 5,6 (moyenne : 5,2), variations sans relations apparentes, ni avec les teneurs en bases échangeables, ni avec celles en matière organique. Juste au-dessous, en A3, n'apparaissent que de faibles variations, dans un sens ou dans l'autre, ne dépassant pas 0,3 unités, le pH moyen demeurant identique. Une légère décroissance de l'acidité se manifeste au niveau des horizons minéraux (pH moyen : 5,5) probablement liée à la disparition des acides organiques.

Les courbes de titration de l'acidité d'échange (pH-KCl) et celles du pH-eau délimitent la réserve d'acidité de ces sols (pH H<sub>2</sub>O - pH KCl) : généralement proche de 1 unité dans l'horizon A, elle s'atténue fortement en profondeur pour parfois s'y annuler.

L'introduction du pin des Caraïbes ne conduit, dans les plantations de Mahina ou de Vairao, à aucune variation sensible du pH-eau ( $\pm 0,2$  unité au maximum). Par contre, dans toutes les autres plantations, le pin favorise une acidification du sol, traduite par une baisse du pH-eau de 0,5 unité en A1, mais qui s'estompe rapidement vers la profondeur, pour disparaître entre 15 et 40 cm. Les

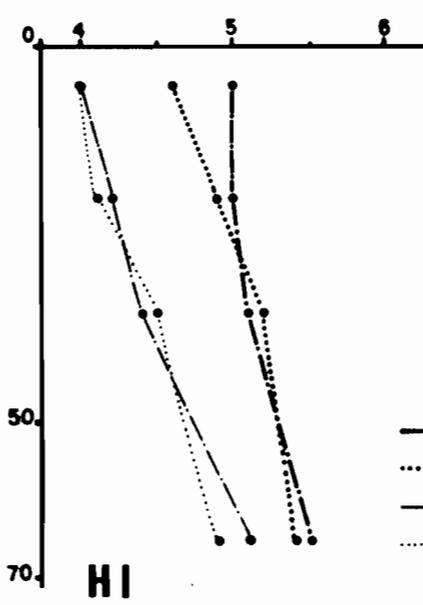
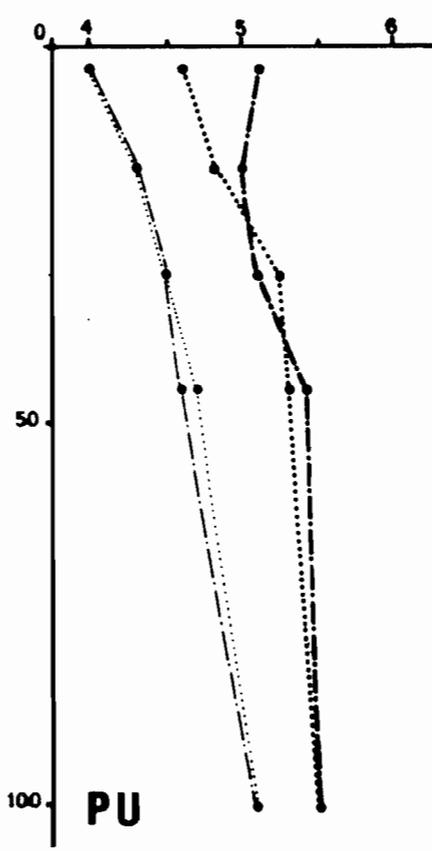
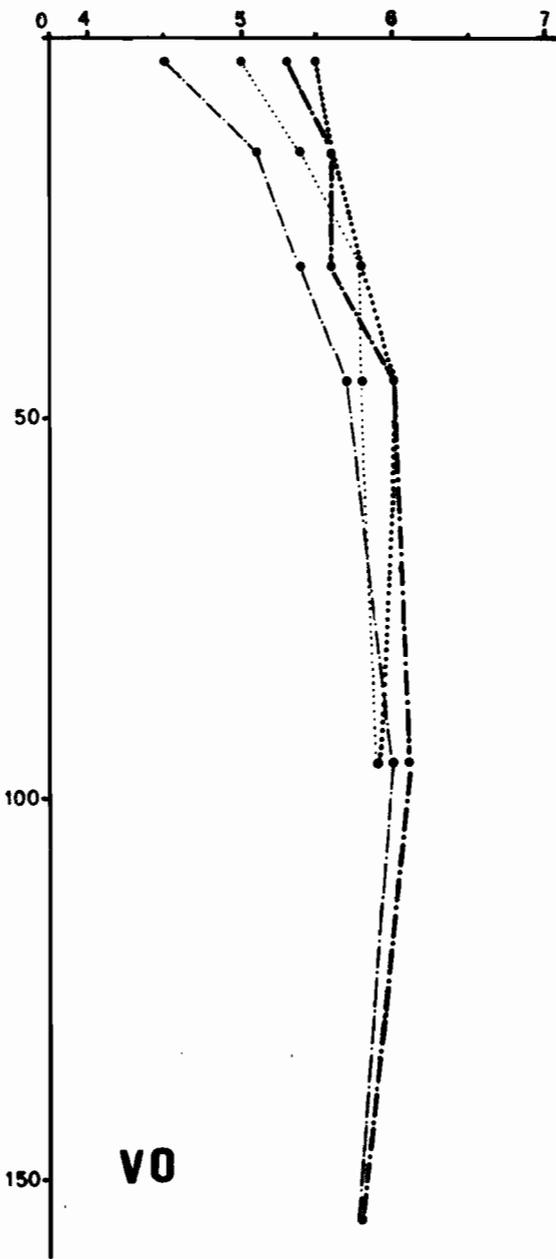
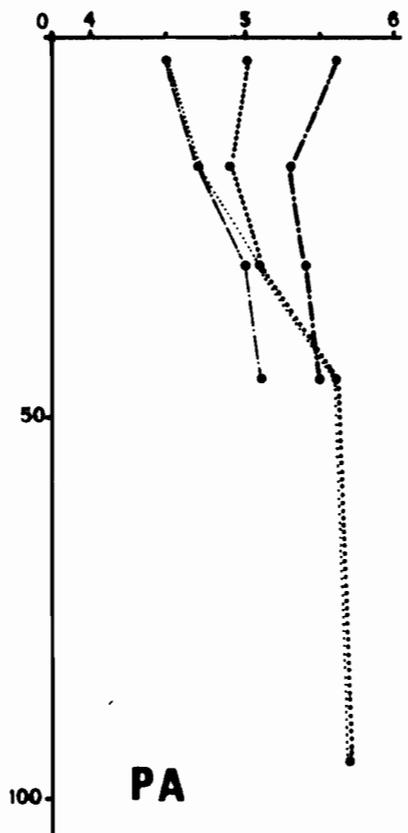
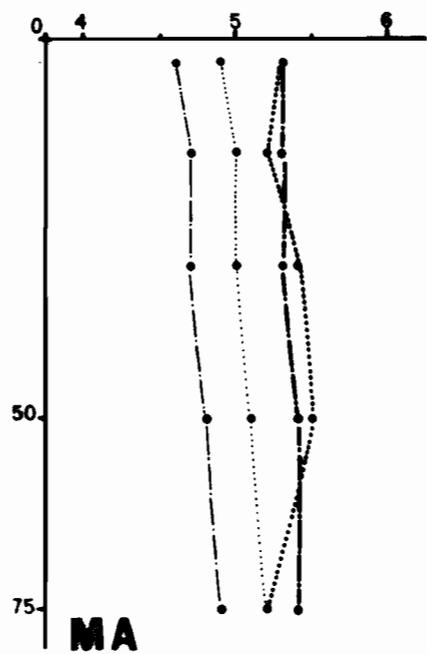


**LEGENDE**

- ..... Ca sous landes
- ..... Ca sous pins
- Mg sous landes
- Mg sous pins
- K sous landes
- K sous pins
- ① ..... Somme sous landes
- ② ..... Somme sous pins

**CATIONS ECHANGEABLES**

**Ca - Mg - K - & (Ca + Mg + K)**



**PH eau**  
**PH KCL**

- PH eau lende
- ... PH eau pins
- PH KCL lende
- ... PH KCL pins

variations sont inverses pour ce qui concerne le pH-KCl : peu sensibles pour les profils PA - PU et HI, mais, au contraire, décroissance de l'acidité d'échange à Mahina et Vairao. Ceci s'explique lorsque l'on observe le tableau ci-dessous :

Végét.	Echant.	Al <sup>+++</sup>	Végét.	Echant.	Al <sup>+++</sup>	Végét.	Echant.	Al <sup>+++</sup>
Lande	MAS 11	1,55		PUS 11	1,25		VOS 11	0,49
	12	0,74	Lande	12	0,51	Lande	12	0,03
				13	0,06		13	0,003
Pins	MAP 11	0,51		PUP 11	1,29		VOP 11	0,15
	12	0,09	Pins	12	0,30	Pins	12	0,03
				13	0,04		13	0,03

#### L'aluminium échangeable dans les sols (mē/100 g)

Les ions Al<sup>3+</sup> échangeables, adsorbés par le complexe d'échange, sont, avec les ions H<sup>+</sup>, responsables de l'acidité d'échange, or ces ions sont, dans les sols de Mahina et Vairao, plus abondants sous lande que sous pins, contrairement à ce que l'on observe à Pueu.

#### 6 - L'EAU DANS LE SOL

(Voir tableau 18 - planche 19)

La planche 19 représente les courbes de la répartition de l'eau dans le sol en fonction de la profondeur (profils hydriques). Elles correspondent à trois des secteurs étudiés où le prélèvement des échantillons, sur sol bien res-suyé, dans de petits récipients étanches, a été réalisé fin Juillet-début Août 79, donc durant la période la plus sèche de l'année, sauf pour Mahina sous fougères (9/1/80).

Les sols conservant le taux d'humidité le plus élevé sont les sols rouges de Vairao, où il dépasse généralement, sous fougères comme sous pins, 50% du poids du sol sec, croissant, sous fougères, jusqu'à 70% en profondeur, où apparaît un léger assèchement sous pins.

A Pueu, la teneur en eau du sol est nettement plus faible, avoisinant 35% sous fougères et un peu moins de 30% sous pins avec, dans l'un et l'autre cas, l'amorce d'une chute de cette teneur vers 80/90 cm dans l'horizon C1.

Pour ce qui concerne Mahina, les 2 courbes, correspondant à des prélèvements échelonnés dans le temps, ne sont pas comparables. Sous fougères, l'humidité, en Janvier, est élevée : 50 à 60%. Sous pins, le taux d'humidité apparaît proche de celui enregistré à Pueu (prélèvements le même jour).

Mais, pour l'utilisateur du sol, ce qui importe, ce n'est pas la quantité totale d'eau retenue par le sol, mais la portion utile de celle-ci, celle accessible aux racines. Il a donc également été reporté sur cette même planche 19 les courbes représentatives de l'humidité au point de flétrissement, correspondant à l'eau pelliculaire retenue par des forces de liaisons supérieures à la pression osmotique permettant l'absorption par les racines (pression de 16 atmosphères ou pF 4,2)<sup>(1)</sup>. Le domaine circonscrit par les 2 courbes correspond à l'eau utile.

Une faible partie seulement de la réserve hydrique est ainsi accessible : à Vairao, le volume d'eau disponible varie assez peu d'un type de végétation à l'autre, il représente de 6 à 15% (20% sous fougères) du poids du sol sec soit 14 à 35% de l'eau totale selon l'horizon considéré. A Pueu, sous fougères, il n'y a plus, au cours de la saison "sèche", que 3 à 6% d'eau utile, ce qui ne représente que 8 à 17% de la réserve hydrique et sous pins, tout au moins jusqu'à 50 cm, l'on se retrouve pratiquement au point de flétrissement (le pF 4,2 coïncide, d'après les observations faites, avec le flétrissement des végétaux, mais il est possible qu'il n'en soit pas tout à fait de même pour le pin). A Mahina, sous fougères, mais en pleine saison pluvieuse, l'eau utile représente de 15 à 18% du poids du sol ou 25 à 30% de l'eau totale. Sous pins, et en saison "sèche", les courbes représentatives du profil hydrique et du point de flétrissement sont, en surface, comme à Pueu, très proches l'une de l'autre. Il est à remarquer ici que la courbe représentative du point de flétrissement, enregistrée sous la lande à Anuhe, correspond à un taux d'humidité supérieur à celle sous pins. Ceci tient

---

(1) - Déterminations sur échantillons conservés humides.

Echantillons	Profondeur cm	Humidité (1)		Densité apparente
		Sol en place	pF 4,2	
MAS 11	0- 7	54,8 a	39,5	0,88
12	12- 20	60,9	42,2	
13	25- 35	54,6	38,1	0,94
14	45- 55	44,1		1,07
15	70- 80	55,4	41,5	
MAP 11	0- 7	30,0 b	31,5	0,83
12	12- 20	37,0	36,0	
13	25- 35	28,9		0,94
14	45- 55	37,9		1,07
15	70- 80	23,6		
PUS 11	0- 7	36,8 b	32,9	0,67
12	12- 20	35,7	29,8	1,10
13	25- 33	33,5	30,7	
14	40- 50	35,2		1,18
15	90-100	29,2		1,13
PUP 11	0- 7	27,1 b		0,98
12	12- 20	29,3	29,9	1,29
13	25- 33	29,6	30,3	
14	40- 50	29,2		1,41
15	90-100	21,3		1,63
VOS 11	0- 7	41,9 c	35,6	0,79
12	12- 20	59,2	40,4	1,07
13	25- 32	48,5	40,4	
14	40- 50	50,6	38,4	1,15
15	90-100	56,4	36,2	1,03
16	150-160	67,7		0,95
17	210-215	71,7		
VOP 11	0- 7	42,4 c	33,8	0,61
12	12- 20	52,9	42,1	1,04
13	25- 32	52,4	39,1	
14	40- 50	54,4	39,8	1,01
15	90-100	52,4		1,09
16	150-160	57,3		1,07

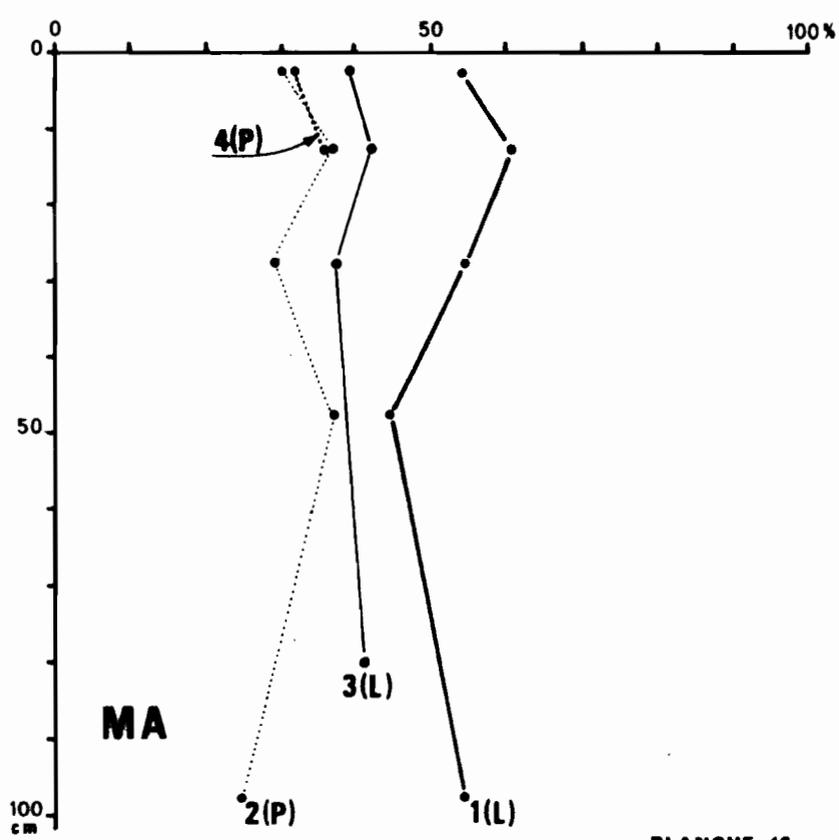
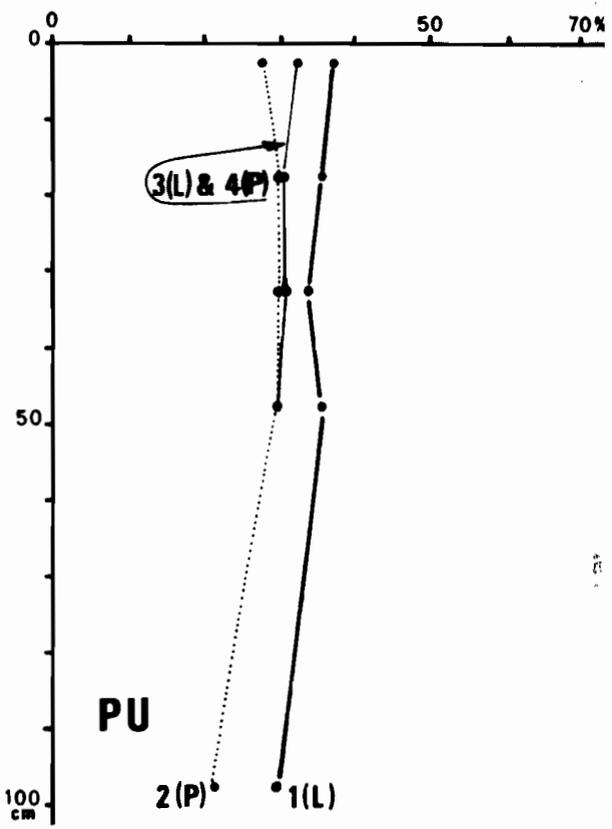
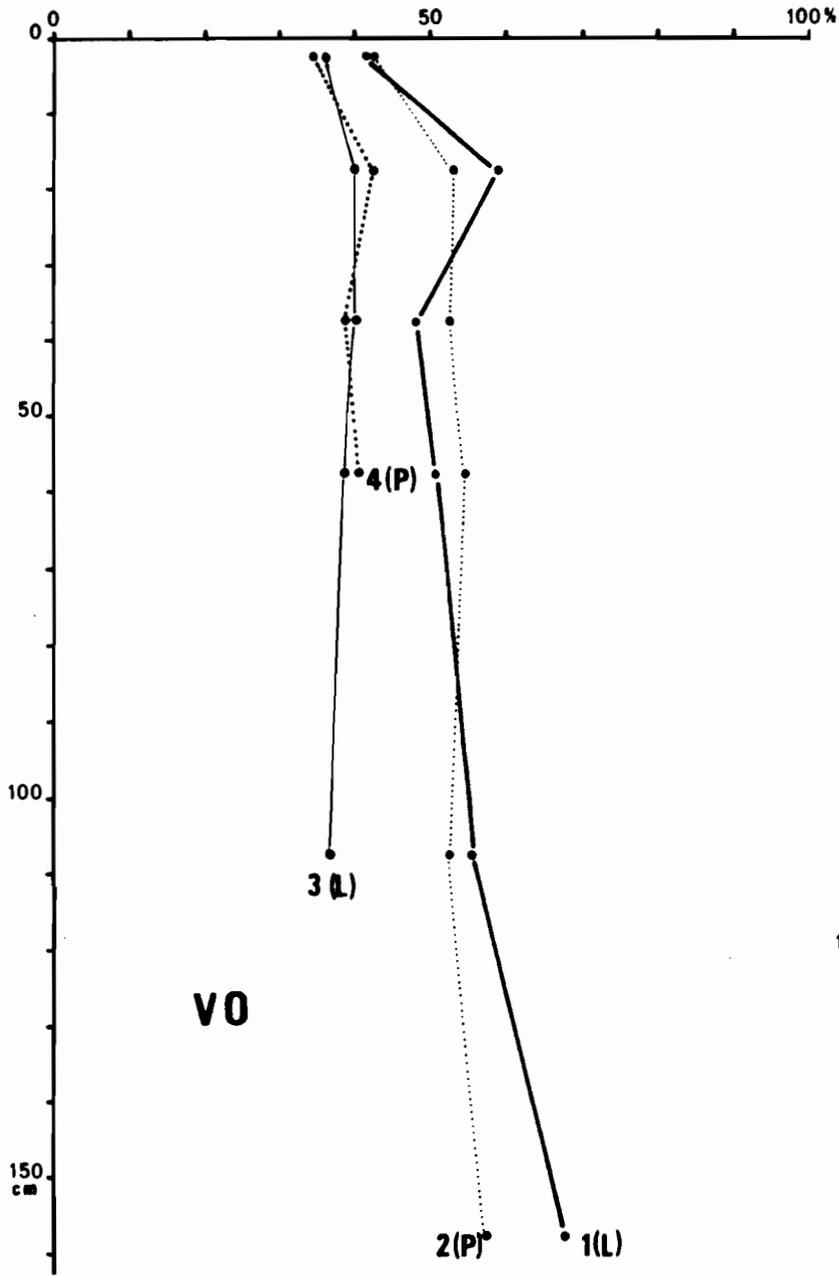
(1) en % du poids de sol sec à 105°C.

Dates des prélèvements a) Janvier 1980  
 b) Fin Juillet 1979  
 c) Début Août 1979

Humidité du sol : profils hydriques - point de flétrissement -

Densité apparente

TABLEAU 18



- Légende -

- 1(L) P.H. sous lande.
- ..... 2(P) P.H. - pins.
- 3(L) pF 4,2 sous lande.
- ..... 4(P) pF 4,2 - pins.

- PROFILS HYDRIQUES. (P.H.)

- HUMIDITÉ AU POINT DE FLÉTRISSEMENT. (pF 4,2)

à la plus grande richesse en particules fines  $< 2 \mu$  des sols sous fougères et surtout au fait que cette différence de richesse en argile est due à la présence, dans les sols de lande, de 15 à 20% de métahalloysite, métahalloysite qui a pratiquement disparu sous les pins.

Des mesures complémentaires ont été effectuées sur des échantillons conservés humides et dans des conditions standard afin de déterminer la teneur en eau du sol entre pF 3 (humidité équivalente à la capacité au champ et pF 4,2 (point de flétrissement). Toutes les valeurs obtenues sont extrêmement faibles, fréquemment inférieures à 2% et ne dépassant pas 6% et il n'y apparaît pas de variations significatives entre sols sous lande et sols sous pins.

Mais il est probable que, pour ces sols, la capacité au champ corresponde à un pF  $< 3,0$ . L'établissement de profils hydriques en place à la capacité au champ (en période des pluies après ressuyage) couplé avec celui de courbes de pF sur les mêmes échantillons, afin de rechercher la pression d'opération optimum, permettrait d'apporter une réponse à ce problème.

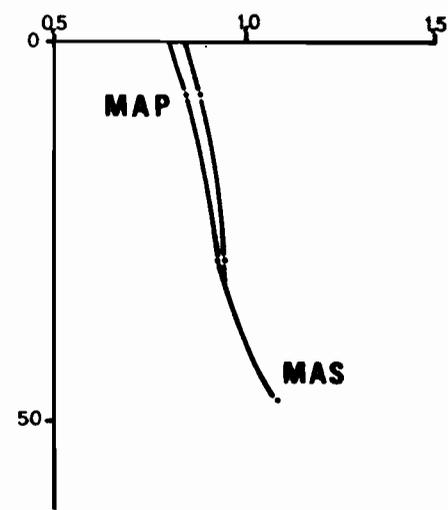
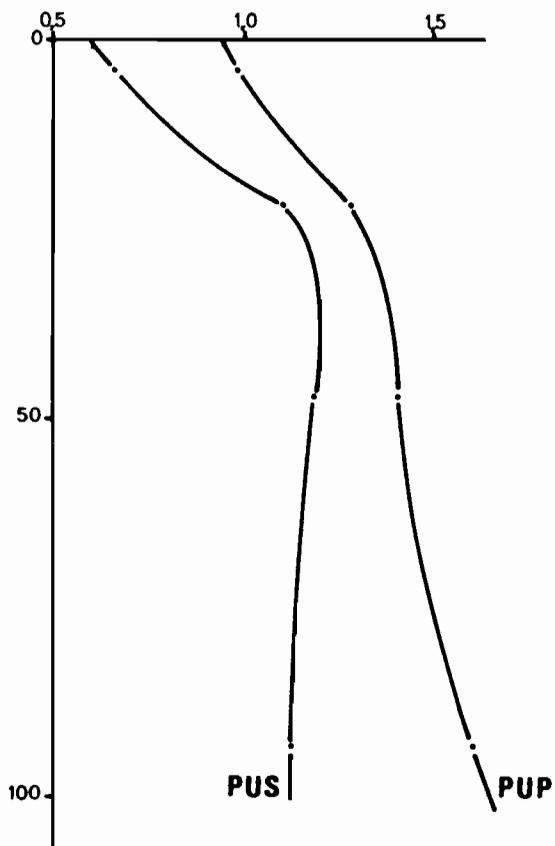
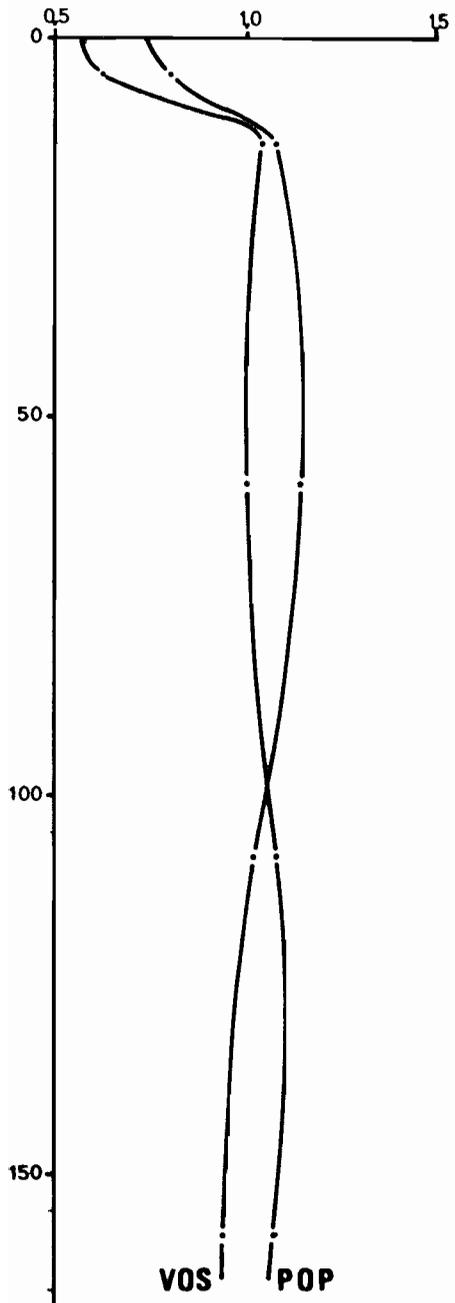
## 7 - REPRESENTATION VOLUMIQUE DES DIFFERENTES PHASES DU SOL

(Voir planches 20 - 21 - 22)

La composition du sol est généralement exprimée en fonction de son poids, en référence donc à la seule densité des particules solides qui le constituent. L'on peut également en établir la composition volumique en matière solide mais aussi en eau et gaz.

Il est pour cela nécessaire de connaître au préalable pour chacun des horizons étudiés les densités, apparente ou masse d'une unité de volume de sol sec, et réelle.

7.1. La densité réelle, comparativement à celle des sols riches en quartz, apparaît ici élevée et d'autant plus que le sol est plus riche en oxyhydroxydes de fer dont la densité moyenne avoisine 5, et plus pauvre en silice. La densité



**DENSITÉS APPARENTES**

réelle du sol apparaît même supérieure à celle de la roche (2,7 pour un basalte microlithique du M<sup>t</sup> Marau : densitomètre Goguel).

Pour les sols de la planèze de Mahina, elle avoisine 2,8 dans les horizons humifères, pour monter rapidement à 3,5 en B3C. Dans les autres sols les variations sont plus faibles, tant à l'intérieur d'un profil donné qu'entre les différents profils : environ 3,2 à Vairao et 3,6 à Pueu où les sols sont plus riches en fer.

7.2. La densité apparente a été mesurée sur des échantillons non remaniés, prélevés directement sur les profils dans des boîtes de 500 cc à deux couvercles, spécialement conçues.

Elle est toujours, et plus ou moins nettement, inférieure en surface dans les horizons humifères ( $d = 0,6 - 0,9$ ), ce qui s'explique par l'abondance des racines, des débris végétaux, la structure subarrondie. Dès 25-30 cm (A3 et AB), elle avoisine ou dépasse légèrement 1 et c'est seulement dans les sols de Pueu qu'elle dépasse 1,2, dans un profil sous pins au niveau de la roche altérée ( $d = 1,63$ ).

7.3. Représentation volumique. Cette faible densité apparente est liée au grand développement des espaces poreux du sol dont une partie importante est occupée par l'eau, le reste par le gaz.

La porosité est particulièrement élevée en surface (0-10 cm) où elle atteint de 70 à 80% du volume du sol. En-dessous, elle se maintient généralement au-dessus de 65% et l'on ne peut dénoter d'action significative du pin dans ce domaine.

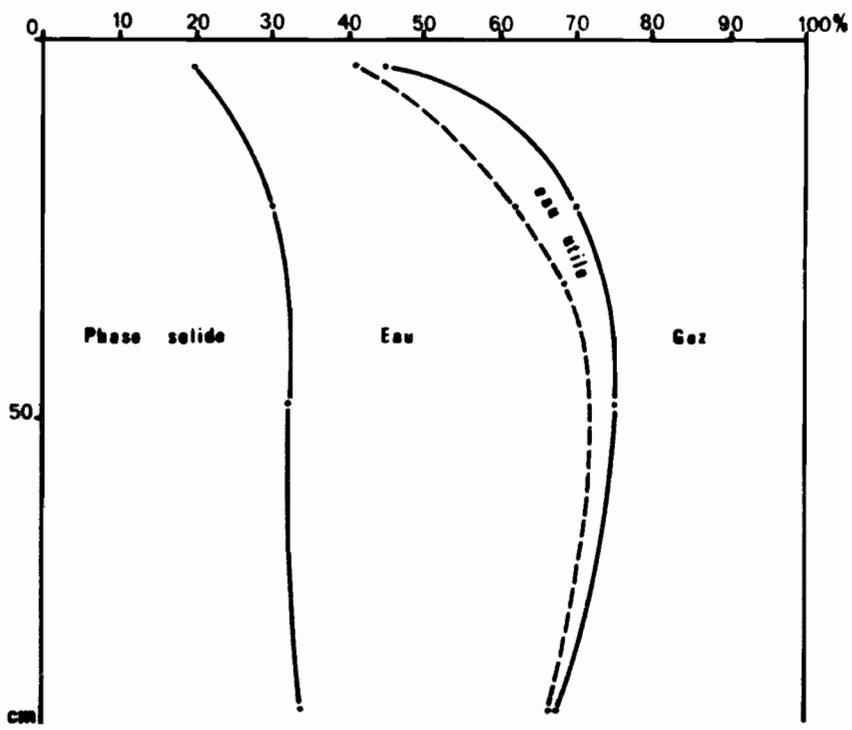
Les planches 21 et 22 représentent les volumes occupés par les trois phases, solide, gazeuse et liquide, celle-ci ayant été fractionnée, lorsque cela était possible, entre eau liée et eau utile.

REPARTITION VOLUMIQUE DES 3 PHASES

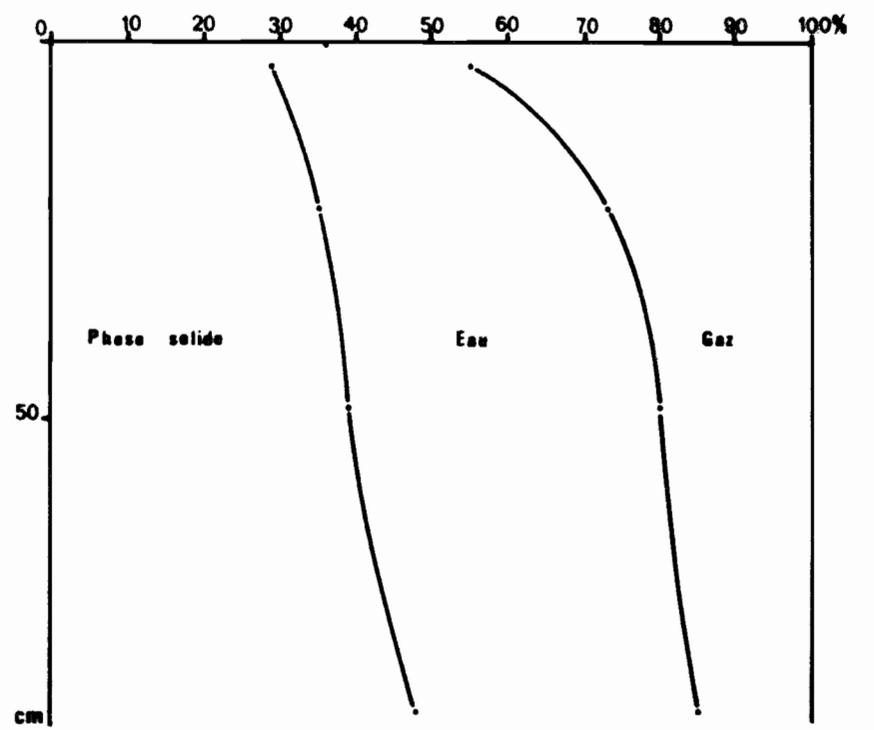
DU SOL

Planche 21 & 22

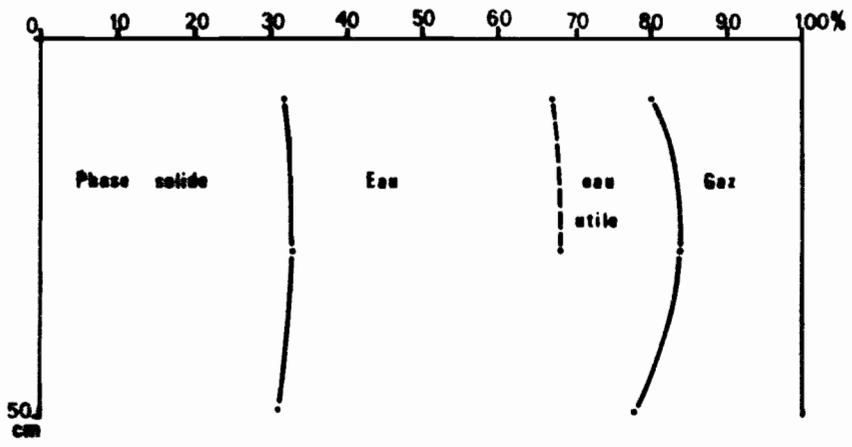
PUS



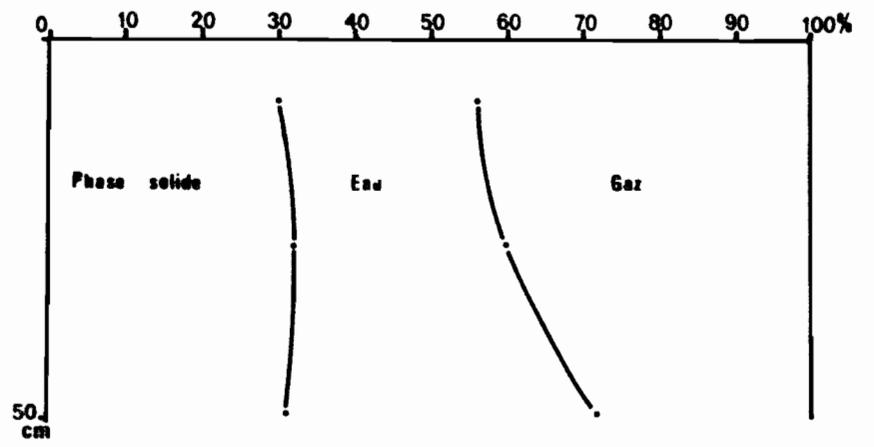
PUP



MAS



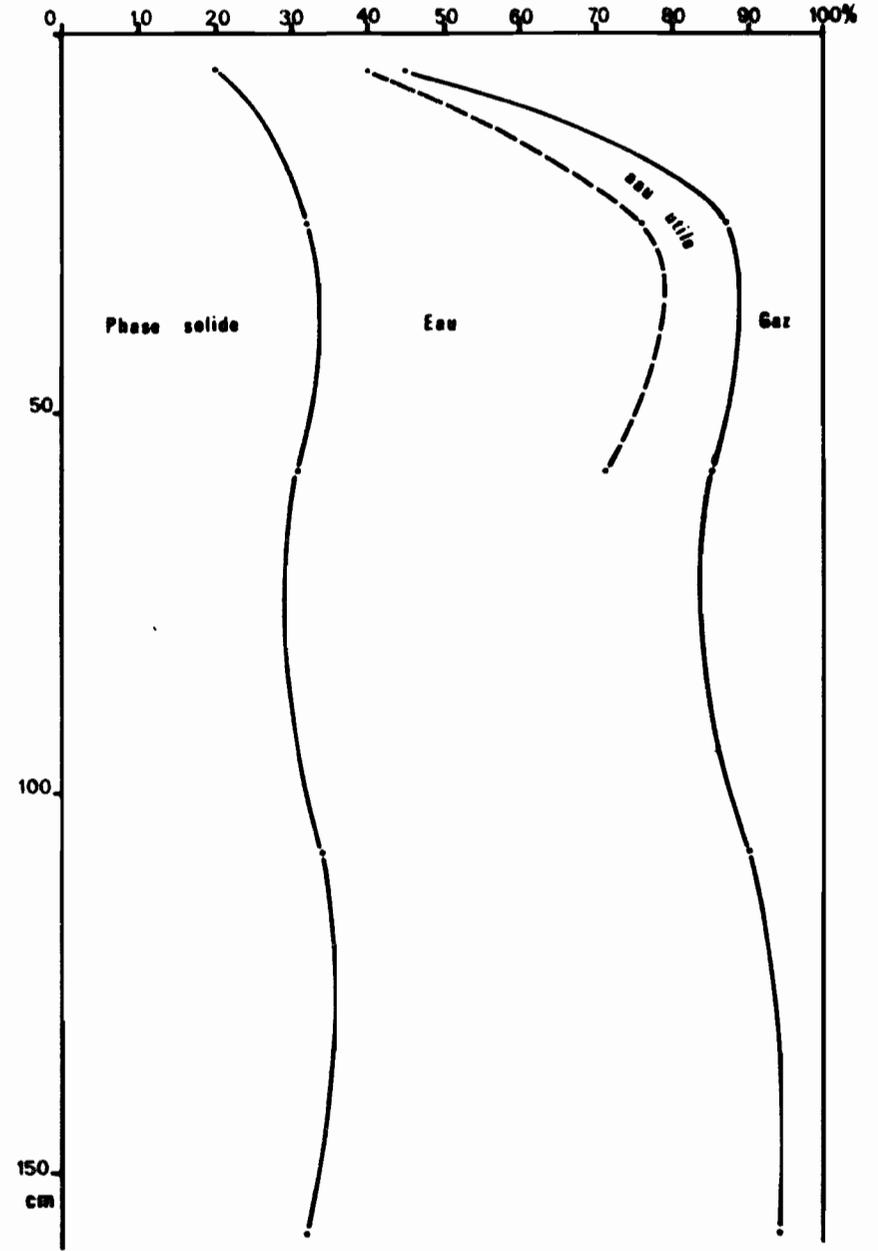
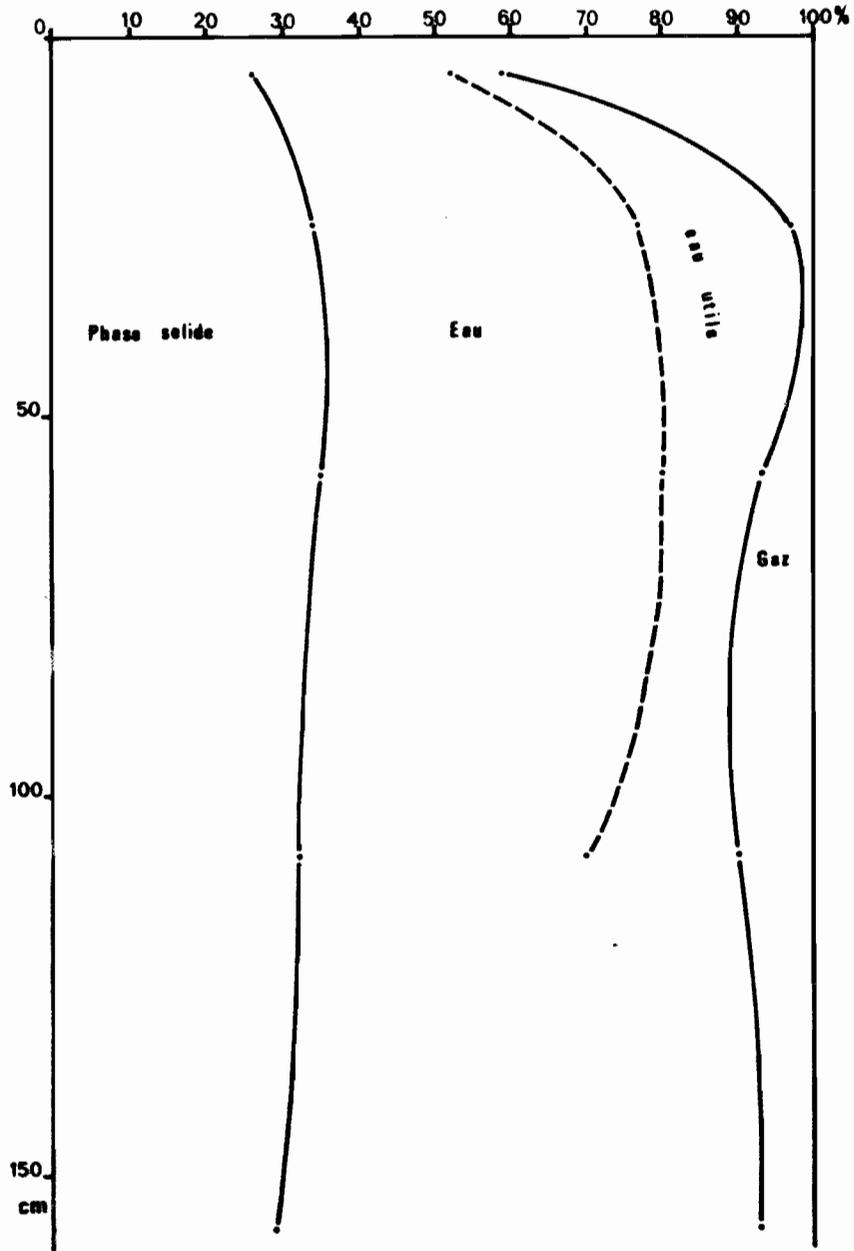
MAP



REPARTITION VOLUMIQUE DES 3 PHASES  
DU SOL

POS

POP



## 8 - STABILITE STRUCTURALE - PERMEABILITE

(Voir tableau 19 - planche 23)

Les échantillons soumis aux tests de stabilité et de perméabilité proviennent tous des horizons humifères, entre 0-10 cm et 12-25 cm.

L'indice d'instabilité structurale  $I_s$  (méthode Hénin) est, pour tous ces sols riches en matière organique, extrêmement faible, traduisant le très bon état de la structure. Sauf exception (MAS 12)  $I_s$  ne dépasse pas 0,1 et il n'apparaît pas de variation significative entre les sols sous végétation naturelle et ceux sous pinèdes.

Cette bonne stabilité structurale ressort nettement du graphique de la planche 23 où tous les échantillons sont situés à l'extrême gauche, dans la zone de forte stabilité.

Quant à la perméabilité  $K$ , exprimée en cm d'eau infiltrés à l'heure dans le sol remanié, elle est plus variable ( $2,4 < K < 10,9$ ), assez bonne à très bonne avec une légère tendance à décroître sous les pins.

## 9 - CLASSIFICATION DES SOLS

Connaissant maintenant leurs principales caractéristiques, et afin de faciliter leur comparaison avec d'autres sols semblables, d'ici ou d'ailleurs, nous devons introduire ces sols à la place qui leur revient au sein des classifications.

Dans la classification française actuelle (Aubert - Ségalen, 1966; C.P.C.S., 1967), ces sols prennent place au sein des sols ferrallitiques (oxysols) dans la sous-classe des : "Sols ferrallitiques fortement désaturés, humifères pénévolutés".

Echantillons sous		Profondeur cm	Ag. A	Ag. E	Ag. B	Is	K cm/h
Savane	Pins						
MAS	11	0- 7	73,9	83,1	65,1	0,13	10,9
	12	12-20	77,1	71,2	34,9	0,6	
	MAP 11	0- 7	64,8	64,4	66,7	0,1	2,3
	12	12-20	66,6	67,5	62,1	0,1	
PUS	11	0- 7	75,9	71,0	74,4	0,13	3,1
	12	12-20	74,8	69,0	68,4	0,15	
	PUP 11	0- 7	74,2	72,4	72,8	0,10	2,3
	12	12-20	67,5	65,2	65,3	0,14	
POS	11	0- 7	79,8	78,9	74,1	0,1	9,7
	12	12-20	78,8	76,7	74,7	0,1	
	POP 11	0- 7	68,9	68,9	70,4	0,1	10,9
	12	12-20	70,2	72,4	69,8	0,1	
MIS	11	0-10	75,4	72,1	75,3	0,1	3,9
	12	15-25	72,6	73,6	72,0	0,1	
	HIP 11	0-10	74,9	72,7	68,4	0,1	2,4
	12	15-25	69,4	72,2	71,6	0,1	

Ag. A = % d'Agrégats stables après prétraitement à l'alcool

Ag. E = % d'Agrégats stables sans prétraitement

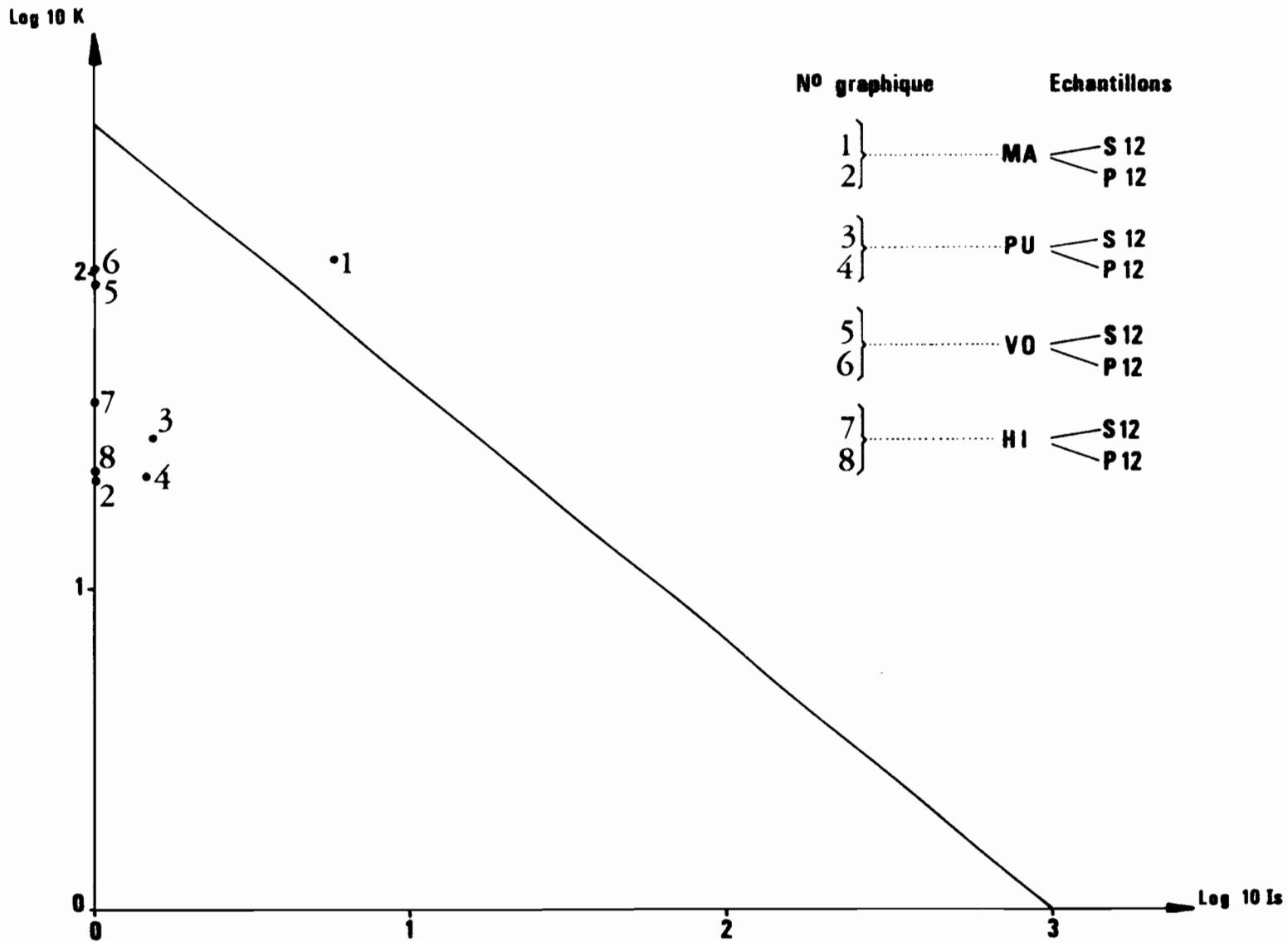
Ag. B = % d'Agrégats stables après prétraitement au benzène

Is = Indice d'instabilité structurale

K = Vitesse de filtration (en cm/h).

Stabilité structurale et perméabilité des sols

TABLEAU 19



RELATION STABILITÉ STRUCTURALE - PERMÉABILITÉ

Mais cette place n'est pas satisfaisante, les sols ferrallitiques se caractérisant, entre autres, par la présence en abondance de minéraux argileux de la famille de la kaolinite qui, ici, font le plus souvent défaut.

Dans cette classification modifiée (classification écologique) par P. Duchaufour (1976), ces sols, bien que beaucoup moins riches en matière organique, se rapprochent, dans la classe des sols ferrallitiques, des "Ferrallites humifères" correspondant dans les classifications américaine et de la F.A.O. respectivement aux "Typic gibbsihumox" et "Humic ferralsol". Mais ici aussi, il semble devoir subsister des teneurs notables en kaolinite.

Aussi leur vraie place paraît devoir être dans la classe des "Oxydisols" définis dans le "Projet de classification des sols" mis au point par un groupe de pédologues de l'O.R.S.T.O.M., R. Fauck et al. (1979); et, plus précisément, ces sols, le plus souvent sans minéraux argileux ou n'en renfermant que des traces, mais avec en général de 75 à 80% d'oxydes ou hydroxydes de Fe - Al - Ti exprimés en oxydes et en % du poids de sol séché à 105°C, se classeraient dans la sous-classe des oxydisols ferrito-allito-titaniques.

Les sols de Mahina (MAS) font toutefois exception : ils renferment un peu moins de 60% d'oxydes ou hydroxydes, limite fixée pour l'entrée dans la classe des oxydisols et 15 à 20% de métahalloysite. Ils pourraient entrer dans la classe des "Fermonosols" (ferrallitiques) sous-classe "Gibbsitique".

### III - CONCLUSION

Le plan de reforestation en Pins des Caraïbes doit aboutir, d'ici à une vingtaine d'années, à un reboisement en résineux d'environ 4% de la superficie de l'ensemble des îles hautes du Territoire, ceci sous des régimes pluviométriques extrêmement variables, allant, pour Tahiti, par exemple, de 1,5 à plus de 4 mètres/an. Les quelques 630 ha déjà reboisés de 1966 à 1979 dans cette île l'ont été, de préférence, sur les plateaux recouverts d'une lande à fougères, reliques des pentes primitives du volcan ou planèzes.

Les sols n'y sont, en général, pas très profonds, car subissant une érosion en relation avec l'intensité ou la violence des précipitations : la perméabilité est généralement bonne dans les horizons meubles mais le drainage vertical peut être fortement ralenti à faible profondeur, au niveau du "mamou" contraignant l'eau à s'écouler latéralement. Cela se traduit fréquemment par un appauvrissement en particules fines des horizons de surface, phénomène s'accroissant en bas de pente sous l'effet cumulatif des eaux de ruissellement.

Dans leur majorité, ces sols, à dominante limoneuse, sont pauvres en minéraux argileux (métahalloysite) ou en sont totalement dépourvus et alors quasi-totalement désilicifiés et constitués essentiellement d'oxyhydroxydes - de fer, en quantités très variables (25 à 50%) sous forme de goethite, hématite ou magnétite, généralement très finement cristallisés et en proportions variables, - d'aluminium et de titane avec parfois illuviation d'alumine; phénomène paraissant aller s'accroissant sous les pins. Ils sont également extrêmement pauvres en bases.

D'une manière générale, l'analyse comparée des caractéristiques des sols de planèzes sous fougères, avant reboisement et une dizaine d'années après l'implantation du pin, fait ressortir l'influence nette, bien que pas toujours très accusée, de ce dernier sur l'évolution du sol, et négative si l'on tient compte des actions dégradantes cumulées que ne compensent pas certains effets favorables.



BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIESSE (J.P.), 1975.- Characteristics and formation of so-called red-yellow Podzolic Soils in the humid Tropics (Sarawak - Malaysia).  
Department of agricultural research of the Royal tropical Institute  
Amsterdam - Communication 66, 186 p.
- AUBERT (G.), 1960.- L'acide phosphorique dans les sols des régions tropicales.  
"Phosphore et agriculture". Bull. docum. n°27. Paris.
- AUBERT (G.), SEGALEN (P.), 1966.- Projet de classification des sols ferrallitiques.  
Cahiers ORSTOM, série Pédol., vol. IV, n°4, p. 99-112.
- AUBERT (H.), PINTA (M.), 1971.- Les éléments-traces dans les sols.  
Travaux et documents de l'ORSTOM, n°11, ORSTOM, Paris.
- BEVEGE (D.I.), RICHARDS (B.N.), 1969.- Nitrogen in the growth of Araucaria cunninghamii Ait underplanted in Pinus stands.  
Ecology 51, p. 134-142.
- BOISSEZON (P. de), MOUREAUX (C.), BOCQUEL (G.), BACHELIER (B.), 1973.- Les sols ferrallitiques Tome IV : la matière organique et la vie dans les sols ferrallitiques.  
Initiations. Documentations Techniques de l'ORSTOM, n°21, 146 p.  
ORSTOM, Paris.
- BOUYER (S.), 1971.- Etude sur la fertilité phosphatée des sols en Afrique  
Tropicale et à Madagascar.  
"Phosphore et Agriculture". Bull. docum. n°57, Paris.
- BOUYER (S.), DAMOUR (M.), 1964.- Les formes du phosphore dans quelques types  
de sols tropicaux.  
8ème Congrès Int. de la Science du Sol. Bucarest. C.R. vol. IV,  
p. 551-561.
- BOYER (J.), 1978.- Le calcium et le magnésium dans les sols des régions tropi-  
cales humides et subhumides.  
Initiations Documentations techniques n°35, ORSTOM, Paris.
- COLMET-DAAGE (F.), LAGACHE (P.), 1965.- Caractéristiques de quelques groupes  
de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles Françaises.  
Cah. ORSTOM, série Pédol., vol. III n°2, p. 91-121.

- C.P.C.S., 1967.- Classification des sols.  
E.N.S.A. Grignon.
- DABIN (B.).- Etude qualitative des acides humiques tropicaux par électrophorèse sur papier. multigr. ORSTOM. Paris.
- DANIN (B.).- Appréciation des besoins en phosphore dans les sols tropicaux.  
Les formes du phosphore dans les sols de Côte d'Ivoire.  
Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM. Bondy.
- DENEUFBOURG (G.), 1965.- Notice explicative sur la feuille de Raiatea.  
Carte géologique à 1/40.000. B.R.G.M. Paris.
- DUCHAUFOUR (Ph.), 1973.- Action des cations sur les processus d'humification.  
Sciences du sol n°3.
- DUCHAUFOUR (Ph.), 1974.- Atlas écologique des sols du monde.  
Masson. Paris.
- FAUCK (R.), LAMOUREUX (M.), PERRAUD (A.), QUANTIN (P.), ROEDERER (P.),  
VIEILLEFON (J.), SEGALEN (P.), 1979.-  
Projet de classification des sols.  
Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM. Bondy. France.
- HOWEL WILLIAMS, 1971.- Geology of Tahiti - Moorea and Maiao.  
Bernice. P. Bishop Museum. Bulletin 105. Honolulu - Hawaii.
- JAMET (R.), 1968.- Les sols de la zone en cours de boisement du Km 45 (Congo).  
27 p. multigr. ORSTOM. Brazzaville. Congo.
- JAMET (R.), 1975.- Evolution des principales caractéristiques des sols des  
reboisements de Pointe-Noire.  
38 p. multigr. ORSTOM. Brazzaville. Congo.
- JAMET (R.), 1975.- Evolution des principales caractéristiques des sols des  
reboisements de Loudima (Congo).  
Cah. ORSTOM, série Pédol. vol. XIII, n°3/4, p. 235-253.
- LATHAM (M.), 1979.- Evolution des caractéristiques du milieu après reforestation  
des zones à Talasiga.  
11 p. multigr. ORSTOM. Nouméa.
- MARTIN (D.), 1972.- Choix d'une notation des horizons des sols ferrallitiques.  
Cah. ORSTOM, série Pédol. vol. X, n°1.
- METEOROLOGIE (Service de la). Résumé des observations de surface.  
Direction du Service de l'Aviation Civile en Polynésie Française.  
Papeete. Tahiti.

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.

PERRAUD (A.), NGUYEN (Kha), JACQUIN (F.), 1971.- Essai de caractérisation des formes de l'humine de plusieurs types de sols.

C.R. Acad. des Sci. Série D. Tome 272, n°12, p. 1302-1305.

QUANTIN (P.), 1972.- Note sur la fertilité des sols sur cendres volcaniques provenant d'éruptions récentes dans l'archipel des Nouvelles-Hébrides.

Cah. ORSTOM, série Pédol. vol. X, n°2, 3, pp. 123-133, 135-151, 207-217.

QUANTIN (P.), LAMOUREUX (M.), 1974.- Adaptation de la méthode cimétique de Ségalen à la détermination des constituants minéraux de sols variés.

Cah. ORSTOM. Série Pédol. vol. XII, n°1, p. 13-46.

QUANTIN (P.), 1974.- Hypothèses sur la genèse des andosols en climat tropical : Evolution de la "pédogénèse initiale" en milieu bien drainé sur roches volcaniques.

Cah. ORSTOM, série Pédol., vol XII, n°1 : 3-12.

QUANTIN (P.), 1975.- Problèmes de la détermination des substances minérales amorphes.

ORSTOM. Communication présentée à la Semaine Pédologique.

QUANTIN (P.), BADAUT-TRAUTH (D.), WEBER (F.), 1975.- Mise en évidence de minéraux secondaires, argiles et hydroxydes dans les andosols des Nouvelles-Hébrides après la déferrification par la méthode de Endredy.

Bull. Groupe franç. Argiles, t. XXVII, p. 51-67.

SCHAFFER (B.M.), MC GARTY (J.W.), 1980.- Genesis of red and dark brown soils on basaltic parent materials near Armidale. N.S.W. Australian.

Géoderma vol. 23, n°1, p. 31-47.

SCHUYLENBORGH (J.V.), SANGER (A.M.H.), 1949.- The electrokinetic behaviour of iron and aluminium hydroxides and oxides.

Rech. Trav. Chem. 68.

SCHWERTMANN (V.), 1971.- Transformation of hematite to goethite in soils.

Nature vol. 232.

- SEGALEN (P.), 1957.- Etude des sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar.  
Mém. de l'Inst. Sci. de Madagascar. Série D. Tome VIII, p. 1-182.
- SEGALEN (P.), 1968.- Note sur une méthode de détermination des produits amorphes dans certains sols tropicaux à hydroxydes.  
Cah. ORSTOM, Sér. Pédol. vol. VI, n°1, p. 105-126.
- SEGALEN (P.), LAMOUREUX (M.), PERRAUD (A.), QUANTIN (P.), ROEDERER (P.), 1976.- Pour une nouvelle classification des sols.  
42 p. multigr. (documentation interne), ORSTOM, Paris.
- SIEFFERMANN (G.), JEHL (G.), MILLOT (G.), 1968.- Allophanes et minéraux argileux des altérations récentes des basaltes du Nord-Cameroun.  
Bull. Groupe français des Argiles, Tome XX, p. 109-129.
- SIEFFERMANN (G.), 1973.- Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun.  
Mém. ORSTOM, n°66, ORSTOM, Paris.
- SUMNER (M.E.), 1963.- Effects of iron oxides on positive and negative charges in clays and soils.  
Clay Miner. Bull. 5 : 218-226.
- TERCINIER (G.), 1955.- Rapport d'une mission aux Etablissements français d'Océanie. Fasc. I : Etude des sols, leurs propriétés et vocation.  
129 p. multigr. ORSTOM. Nouméa.
- TERCINIER (G.), 1972.- Les sols bauxitiques de Karst des atolls surélevés du Pacifique. Contribution à l'étude des phénomènes de bauxitisation et d'allitisation.  
Science du sol. n°1, p. 103-122.
- TERCINIER (G.), 1974.- Cristallochimie des sols ferrallitiques totalement désilicifiés d'une région très humide de l'Océanie Intertropicale.  
C.R. 10è Congrès Int. de la Sci. du Sol, Moscou, vol. VII, p. 61-68.
- ZEBROWSKI (C.), 1975.- Propriétés et pédogénèse de certains sols issus de roches volcaniques de la région d'Antsirabé (Madagascar).  
Cah. ORSTOM, série Pédol. vol. XIII, n°1, p. 49-59.

LISTE DES TABLEAUX DANS LE TEXTE

	<u>Page</u>
1 - Caractéristiques des sites retenus	10
2 - Précipitations : hauteurs mensuelles et annuelles (en cm)	11
3 - Granulométrie de la terre fine < 2 mm	18
4 - Granulométrie de la terre fine < 2 mm	20
5 - Composition chimique des sols - Analyse triacide	27
6 - Teneur en fer total et fer libre	30
7 - Teneur en fer total et fer libre	31
8 - Teneurs des sols en éléments alcalino-terreux et alcalins totaux et échangeables	36
9 - Les éléments-traces dans les sols sous pins et sous lande	37
10 - Phosphore total et assimilable	42
11 - Les formes du phosphore	45
12 - La matière organique - Ses différentes fractions	52
13 - La matière organique - Ses différentes fractions	53
14 - Les fractions extractibles du carbone organique Rapports caractéristiques	61
15 - Les fractions extractibles du carbone organique Rapports caractéristiques	62
16 - Complexe absorbant - pH	67
17 - Complexe absorbant - pH	68
18 - Humidité du sol : profils hydriques - Point de flétrissement - Densité apparente	75
19 - Stabilité structurale et perméabilité des sols.	83

LISTE DES PLANCHES DANS LE TEXTE

	<u>Page</u>
1 - Situation des plantations étudiées	7
2 - Plan de prélèvement des échantillons	16
3 - Granulométrie de la terre fine	19
4 - Granulométrie de la terre fine	21
5 - Granulométrie de la terre fine	24
6 - Composition granulométrique des sols (triangle de texture)	23
7 - Rapports moléculaires $Al_2O_3/TiO_2$ et $Fe_2O_3/TiO_2$ TiO <sub>2</sub> %	28
8 - Fer total et fer libre	33
9 - Courbes d'extractions de fer et alumine amorphes	34
10 - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable	44
11 - Les différentes formes du phosphore	48
12 - Les différentes formes du phosphore	49
13 - Matière organique totale	55
14 - Rapports C/N	56
15 - Répartition des différentes fractions de la matière organique	58
16 - Répartition des différentes fractions de la matière organique	59
17 - Cations échangeables	71
18 - PH eau - PH KCl	72
19 - Profils hydriques - Humidité à pF 4,2	76
20 - Densités apparentes	78
21 - Répartition volumique des 3 phases du sol	80
22 - Répartition volumique des 3 phases du sol	81
23 - Relation stabilité structurale - perméabilité.	84

METHODES D'ANALYSES ET DE DOSAGES

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

Traitement à l'eau oxygénée. Dispersion au pyrophosphate de sodium.  
Prélèvement à la pipette Robinson.

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 CO<sup>2</sup>, 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 CO<sub>3</sub>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<sup>++</sup> traverse la paroi et réagit sur l'eau jusqu'au retour du pH à sa valeur de 8,1.

- l'ion ClO<sub>4</sub><sup>-</sup> 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<sub>4</sub>H<sub>3</sub>, 0,1M P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>Na<sub>4</sub> et 0,1N NaOH.

Les extraits concentrés (2M  $\text{PO}_4\text{H}_3$ ) ou amenés à sec (pyro. et soude) sont attaqués par du bichromate sulfurique à chaud. L'excès de bichromate est traité en retour par  $\text{Fe}^{2+}$  (sel de Mohr).  
Exprimés en % de C des acides humiques et fubriques.

### Azote

La méthode calorimétrique 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.)

Saturation du complexe par  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  N tamponné (pH 7,0). Lavage par  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  dilué (N/50). Déplacement de Ca et des traces résiduelles de  $\text{Cl}^-$  par  $\text{NO}_3\text{K}$  N.

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

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

### Cations échangeables

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

Dosages = - Ca et Mg = complexométrie automatique  
- K et Na = photométrie de flamme (émission).

### $\text{Al}^{3+}$ échangeable

Extraction par  $\text{KCl}$  1N

Dosages sur filtrat = - Acétoanalyseur Technicon  
- Acidimétrie directe avec 2 colorants,  
1) Phénolphtaléine = dosage  $\text{Al}^{3+}$  et  $\text{H}^+$   
2) Rouge de méthyle = dosage  $\text{H}^+$  seul.

$\text{Al}^{3+}$  calculé par différence.

### Phosphore total

Extraction par  $\text{NO}_3\text{H}$  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 du phosphore

Phosphore minéral = méthode Chang et Jackson.

- phosphore soluble = extrait par une solution de chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{Cl}$  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  $\text{SO}_4\text{H}_2$  dilué et  $\text{FNH}_4$  sur deux échantillons, l'un traité par  $\text{H}_2\text{O}_2$ , l'autre non traité.

La différence entre les deux quantités de phosphore extraites donne le phosphore organique.

Dosages = colorimétriques à l'autoanalyseur Technicon - Méthode Duval.

#### Analyse triacide

Extraction de  $\text{SiO}_2$  -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -  $\text{TiO}_2$  et des bases par le réactif triacide ( $\text{SO}_4\text{H}_2$  -  $\text{ClH}$  -  $\text{NO}_3\text{H}$ ).

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

$\text{SiO}_2$  = dissolution par  $\text{NaOH}$  à chaud - calcination - pesée

Bases = spectrophotométrie de flamme.

#### Fer total

Extraction par attaque chlorhydrique à chaud pendant 5 heures.

Dosage = colorimétrie à l'autoanalyseur Technicon.

#### Fer libre

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

Dosage à l'autoanalyseur Technicon.

#### Substances minérales amorphes ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}_2$ )

- Méthode Ségalen = extraction 8 fois renouvelée par un réactif alternativement acide ( $\text{HCl}$  8N) puis alcalin ( $\text{NaOH}$  0,5N).

S'est révélée trop agressive, remplacée par :

- Méthode Quantin = extraction 10 fois renouvelée par  $\text{HCl}$  4N seul.

Dosage = colorimétrie Technicon.

Représentation = courbe cumulative pour chacun des 3 éléments.

Éléments-traces

Attaque fluo-perchlorique en creuset Teflon - Reprise HCl.

Dosages = - absorption atomique (flamme) pour les éléments présents à plus de 10 p.p.m. = Mn - Cu - Cr - Ni - Zn - V - Co - Ga.

- absorption atomique sans flamme (four) pour ceux présents à moins de 10 p.p.m. = Pb - Cd - Mo - Ge - Bi - Sn.

Éléments minéraux totaux

Fusion au métaborate de strontium.

Dosage sur solution = - par colorimétrie Technicon = Fe - Al - Si - Ti.

- par absorption atomique (flamme) = Na - K - Ca - Mg - Mn.

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

En chambre d'extraction à haute ou basse pression.

Stabilité structurale (Is)

Méthode Hénin.

Perméabilité (K)

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.

**A N N E X E**

**Description de profils**

**de sols**

PLANEZE DE MAHINA

Profil MAP 1 : Sol sous pins. Pente de 25%, altitude 430 m.

de 10 à 0 cm : litière d'aiguilles de pins non décomposées recouvrant un mince feutrage de fines racines, débris organiques faiblement transformés et quelques agrégats.

de 0 à 7/10 cm, A1 :

- Assez sec. 7,5 YR 3,5/2. Humifère : environ 8% de matière organique humifiée et débris organisés - quelques lithoreliques ferruginisées ocre. Limono-sableux. Forte structure grumeleuse fine à moyenne associée à polyédrique subanguleuse, agrégats à nombreux pores et agrégats pisolithiques enrichis en fer. Meuble, très poreux, bonne activité (galeries). Abondantes racines de toutes tailles, fin chevelu en surface. Transition distincte.

de 7/10 à 32/38 cm, A3 :

- Plus frais. 5 YR 3/2,5. Brunâtre. 3 à 4% de matière organique. Petites lithoreliques ocre à rouille plus nombreuses. Argilo-limono-sableux. Structure nette polyédrique fine dominante et moyenne, quelques agrégats grossiers. Bonne porosité d'ensemble. Peu collant, peu plastique. Activité animale (vers). Racines fines pénétrant les agrégats et de toutes tailles assez nombreuses. Transition graduelle.

de 32/38 à 100 cm (vu jusqu'à), C1 :

- Horizon d'altération, nombreuses plages de roche basaltique altérée, jaunâtre à ocre, croissant vers la base, friable ou dure dans un matériau argilo-limono-sableux brunâtre (7,5 YR 3/2), avec lithoreliques parfois très dures, blanchâtres, pénétrant en poches jusqu'à plus de 1 mètre, meuble, poreux, de structure polyédrique fine. Racines.

Vers 1 mètre : roche altérée ocre à reflets gris-verdâtre, de faible densité.

Profil MAS 1 : Sol de la lande à fougères. Pente 30%. Ce sol présente quelques différences par rapport au précédent :

- L'horizon A1 est plus épais (20 cm), plus riche en matière organique, plus fortement et plus grossièrement structuré (polyédrique émoussée et grumeleuse).
- L'horizon A3 (et aussi la base de A1) est nettement plus argileux.
- La transition vers C1, apparaissant plus profondément vers 60 cm, se fait par un horizon B3C très poreux, de structure polyédrique fine et moyenne très nette, renfermant des cristaux altérés d'augite.

#### PLANEZE DE HITIAA

Profil HIP : Sol sous pins. Pente 2%, altitude 130 m.

de 5 à 0 cm : litière d'aiguilles de pins.

de 0 à 2 cm, A11 :

- Mélange d'agrégats grumeleux très fins et grossiers et débris organiques organisés.

de 2 à 15/20 cm, A12 :

- 10 YR 2/1,5. Brun. Humifère à matière organique non directement décelable : environ 8%. Quelques lithoreliques brun-ocre, assez dures. Limoneux. Forte structure polyédrique subanguleuse et polyédrique, fine à moyenne, agrégats poreux et macropeds massifs. Meuble, très poreux, friable. Nombreuses racines fines pénétrant les agrégats et moyennes. Activité animale (vers). Transition graduelle.

de 15/20 à 25-30 cm, A3 :

- Plus frais. 10 YR 2/2. Brunâtre. Environ 4% de matière organique. Abondantes mycorhizes. Très peu de graviers ou cailloux de basalte altéré. Limoneux. Structure nette, polyédrique fine. Très poreux, nombreux pores de  $\phi \approx 1$  mm. Racines nombreuses, de toutes tailles. Transition graduelle.

de 25/30 à 60 cm, B3C :

- 10 YR 3/2. Brunâtre, légèrement ocre - environ 2% de matière organique. Mycorhizes. Peu de graviers ou cailloux de basalte altéré. Quelques blocs subanguleux ou subarrondis, durs. Terre fine limoneuse, plus cohérente, de structure moins nette, polyédrique fine. Racines assez nombreuses.

A partir de 60 cm, C1 :

- Blocs rocheux basaltiques plus nombreux. Racines entre les blocs.

Profil HIS : Sol sous fougères. Pente 2%, altitude 130 m.

- L'horizon A11 est ici recouvert d'une épaisse couche (5 à 7 cm) de débris organiques non décomposés (de fougères) englobant de rares agrégats.
- L'horizon A1, très poreux, est nettement plus riche en fines racines, constituant un chevelu dont l'importance décroît vers la base, pénétrant les agrégats. La matière organique y est nettement plus abondante. Les agrégats grumeleux ou polyédriques émoussés sont déliés, bruns, brun-ocre ou brun-rougeâtre.

#### PLANEZE DE PUEU

Profil PUS : Sol sous fougères. Pente 15%, altitude 95 m.

Mince litière de 1 à 2 cm, peu décomposée.

de 0 à 9/12 cm, A11 :

- Sec. 10 YR 2/2. Brun-noir. Très peu de graviers de basalte altéré. Humifère à matière organique non directement décelable avec rares débris organisés : plus de 11%. Limono-sableux. Structure grenue et polyédrique subanguleuse fine à moyenne. Très poreux, volume des vides important entre les agrégats déliés. Réseau dense de fines racines de fougères, quelques racines moyennes.

de 9/12 à 19 cm, A12 :

- Plus frais. 10 YR 2,5/2. Brun-noir, très fins graviers ferruginisés et rougeâtres de roche altérée. Humifère : 7% de matière organique. Limoneux. Structure grenue à grumeleuse fine à très fine. Bonne porosité mais volume des vides moins important entre les agrégats. Nombreuses racines.

de 19 à 29/35 cm, AB :

- 10 YR 3/2,5. Brunâtre - encore humifère : environ 4% de matière organique. Limoneux. Structure polyédrique fine à très fine. Poreux. Activité animale (galeries). Racines. Transition graduelle irrégulière.

de 29/35 à 73 cm, AB (transition vers B3C) :

- 10 YR 3/2. Brunâtre. Tâches brun-ocre des lithoreliques à noyaux durcis. Encore humifère avec près de 4% de matière organique. Limoneux faiblement argileux. Structure polyédrique fine. Plus cohérent. Bonne porosité. Activité animale (vers). Racines.

de 73 à 85 cm, B3C :

- 10 YR 3/2,5. Davantage de lithoreliques, même texture. Structure moins nette - décroissance de la porosité. Racines.

de 85 à 100 cm (vu jusqu'à), C1 :

- Horizon d'altération - roche altérée de faible densité, friable, beige à ocre (10 YR 3/2,5 et 10 YR 5/6) avec reflets blanchâtres et petites concentrations blanchâtres (gibbsite ?) dans des pores et cavités. Poreux (cavités - canalicules). Quelques racines.

Profil PUP : Sol sous pins. Pente 15%, altitude 100 m.

- La litière d'aiguilles est peu épaisse (5 à 6 cm).
- L'horizon A1 est un peu moins riche en matière organique et en racines. La texture est identique. Il apparaît des agrégats grossiers sous la litière mais la structure dans son ensemble est peu différente. L'horizon est meuble, poreux, l'activité animale paraît plus élevée (vers). Les racines fines pénètrent les agrégats.

- L'horizon de transition AB est plus réduit, plus sableux.
- L'horizon d'altération C1 apparaît à plus faible profondeur, vers 50 cm. Il est localement ferruginisé et durci. L'on y observe les mêmes dépôts pelliculaires blanchâtres.

#### PLANEZE DE PAPEARI

Profil PAP : Sol sous pins. Pente 18%, altitude 180 m.

Litière uniforme peu épaisse, de 5 cm.

de 0 à 5 cm, A11 :

- Frais. 10 YR 3/2,5. Brun foncé. Humifère : environ 10% de matière organique humifiée avec des débris organisés. Mycorhizes. Très peu de graviers de basalte altéré. Limoneux. Structure très nette, polyédrique subanguleuse moyenne à fine et grumeluse fine. Meuble, très poreux. Activité animale (vers). Nombreuses racines fines et moyennes (chevelu). Transition nette.

de 5 à 25 cm, A12 :

- Frais. 10 YR 3/2. Brun foncé à matière organique non directement décelable : environ 8%. Mycorhizes. Cailloux et graviers peu abondants de basalte altéré. Limono-sableux. Structure polyédrique et polyédrique subanguleuse fine et très fine. Meuble, peu plastique, peu collant, très poreux. Nombreuses racines fines pénétrant les agrégats et de toutes tailles. Activité animale (vers).

de 25 à 35/54 cm, B3C :

- Frais. 10 YR 3/3. Brun - encore humifère : près de 5% de matière organique. Peu de graviers de basalte altéré. Limono-sableux. Structure polyédrique fine à très fine. Cohérent, friable, poreux. Nombreuses racines. Activité animale (galeries - canalicules). Transition diffuse et ondulée.

de 35/54 à 95 cm (vu jusqu'à), C1 :

- Horizon d'altération. Roche altérée friable mais devenant de plus en plus dure vers la base.

PLANEZE DE VAIRAO

Profil VOS : Sol sous fougères. Penté 40%, altitude 580 m.

Litière discontinue peu épaisse (1 à 2 cm) constituée de débris de tiges, feuilles.

de 0 à 7/10 cm, A1 :

- Bien ressuyé. 5 YR 3/3,5. Brun - rouge foncé. Matière organique humifiée et organisée (débris entre les agrégats) : environ 8%. Très peu de graviers de basalte, altérés et ferruginisés (2,5 YR 3/4). Limoneux. Structure fragmentaire très nette généralisée, grenue et grumeleuse, moyenne et grossière. Nombreux agrégats nuciformes brun-rouge, de 1 à 2 mm, durcis, se transformant en petits pisolithes sous l'effet de la dessiccation. Taches diffuses "moussues" à reflets blanchâtres sur les faces des agrégats. Très meuble et poreux. Volume des vides important entre les agrégats. Nombreuses racines fines, noires, entre les agrégats et sur les faces. Activité animale moyenne (vers) - galeries. Transition distincte à diffuse.

Note : Localement, l'horizon A1 peut se subdiviser en A11 (ci-dessus) et A12 (5 YR 3/3) de structure plus fine et moins nette, nuciforme à polyédrique fine. Il renferme de nombreuses racines et lithoreliques ferruginisées. Il peut atteindre la profondeur de 20 cm.

de 7/10 à 22/32 cm, A3 :

- Frais. 2,5 YR 3/6 à 5 YR 4/6. Brun-rouge. Humifère : environ 4% de matière organique. Quelques petits graviers de basalte, ferruginisés, ocre. Limoneux. Structure polyédrique fine avec noyaux plus compacts, plus grossiers. Agrégats à nombreux micropores. Meuble Poreux. Peu plastique, peu collant. Nombreuses racines. Activité animale moyenne. Transition graduelle.

de 22/32 à 75 cm, B2 :

- Humide. 2,5 YR 3/6. Brun-rouge-sombre. Taches jaunâtres correspondant à des lithoreliques altérées, peu étendues, contrastées. Très peu de graviers altérés, ferruginisés. Limoneux. Structure polyédrique assez mal définie, moyenne dominante. Débit en blocs laminaires verticaux.

Cohérent. (Fentes de retrait à l'état sec et faible densité). Poreux, nombreux pores de l'ordre du mm - (racines - vers) - Localement, dans des cavités, dépôts squelettiques de teinte blanchâtre irisée (de gibbsite ?). Le même matériau blanchâtre se rencontre aussi fréquemment sous forme de revêtements, en association avec un dépôt argileux brillant brun-rougeâtre sur les fentes verticales (d'arrachement). Malléable à semi-rigide, peu plastique, collant. Forte capacité de rétention pour l'eau. Racines fines et moyennes. Activité animale moyenne. Transition distincte.

de 75 à 150 cm, B3 :

- Plus humide. 2,5 YR 4/6 et 3/6 à l'état humide. Ocre et brun-rouge violacé (2,5 YR 4/6 et 10 R 4/3) à l'état sec, avec apparition plus nette de petits points blancs. Assez nombreuses lithoreliques : graviers basaltiques tendres, altérés, brun-rouille à ocre renfermant des minéraux ferruginisés ou blanchâtres. Limoneux. Structure polyédrique fine, nette. Cohérent. Malléable, peu plastique, collant. Mêmes microsquelettes blanchâtres qu'au dessus, en liaison avec les vides. Quelques revêtements brillants sur les parois de certains vides. L'aspect brillant de l'ensemble s'estompe progressivement vers la base. Bonne porosité, nombreux pores. Quelques racines jusqu'à la base.

de 150 à 180 cm (vu jusqu'à), B3C :

- Mêmes caractéristiques mais augmentation sensible des lithoreliques.

Profil VOP : Sol sous pins. Pente 45%, altitude 580 m.

- Litière continue, épaisse (10 à 20 cm) d'aiguilles de pins reposant directement sur le sol rouge, localement mis à jour par l'érosion.
- L'horizon A1, de même épaisseur, appauvri en matière organique (environ 6%) est plus sec, plus riche en racines qui contribuent à augmenter la porosité. La structure est plus fine, les lithoreliques ferruginisées plus nombreuses.

- L'horizon A3 conserve aussi la même épaisseur et est également plus sec. Les abondantes racines de toutes tailles fendillent le sol, y créant une très forte macroporosité permettant la pénétration de débris organiques. Il y demeure aussi de nombreux débris de racines de fougères en voie de décomposition. La structure est plus grossière que sous fougères.
  - L'horizon B2 est plus rouge : 10 R 4/8. Texture et structure sont identiques (agrégats grossiers allongés, plus nombreux). Les dépôts blanchâtres irisés sont moins visibles, les racines plus abondantes.
  - Il n'y a pas d'horizon B3 et l'horizon B3C apparaît dès 80 cm, rougeâtre un peu plus sombre que ci-dessus (10 R 4/8 à 10 R 3/6). Apparition de plages moins fortement altérées que dans le profil sous lande de reflets violacés et blanchâtres, associées à des plages grisâtres ayant conservé la teinte de la roche. Texture plus limoneuse, structure identique. Meuble, peu plastique, collant, porosité élevée. Racines de toutes tailles assez nombreuses (5/dm<sup>2</sup>) jusqu'à la base (1,70 m).
-

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

**DIRECTION GENERALE**

24, rue Bayard, (PARIS 8<sup>ème</sup>)

**SERVICE CENTRAL DE DOCUMENTATION**

70-74, Route d'Aulnay, BONDY (93140)

**CENTRE O.R.S.T.O.M. de PAPEETE**

BP 529 PAPEETE (TAHITI)

. . .

**SERVICE DE L'ECONOMIE RURALE**

BP 100 PAPEETE (TAHITI)