

POLYNÉSIE FRANÇAISE
ARCHIPEL DE LA SOCIÉTÉ

LES SOLS DE MOOREA ET DES ÎLES SOUS-LE-VENT



**Cartes
à 1 : 40 000**

Rémi JAMET



Éditions de l'IRD
Institut de Recherche pour le Développement

COLLECTION NOTICE EXPLICATIVE N° 113
Paris 2000

**LES SOLS
DE MOOREA
ET DES ÎLES SOUS-LE-VENT**

ARCHIPEL DE LA SOCIÉTÉ

POLYNÉSIE FRANÇAISE

Cartes à 1 : 40 000

Moorea
Huahiné
Raiatea
Tahaa
Bora Bora

par

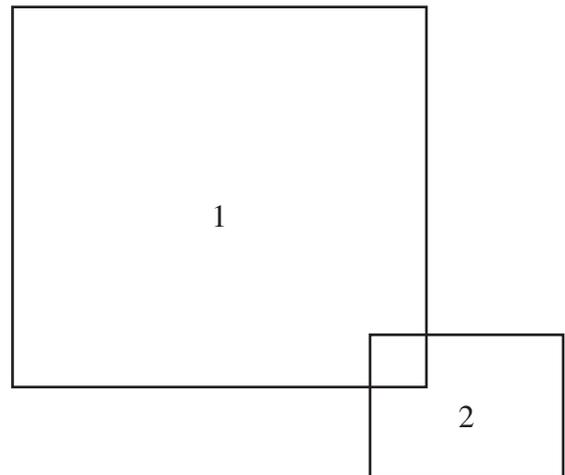
Rémi JAMET

Éditions de l'IRD (ex - ORSTOM)
Institut de Recherche pour le Développement

COLLECTION NOTICE EXPLICATIVE N° 113
Paris 2000

Couverture :

- 1 - Image satellitaire SPOT de l'île de Bora Bora du 7 juillet 1991
© CNES 1991-Distribution SPOT IMAGE (Traitement SPT Tahiti)
reproduite avec l'aimable autorisation de SPOT IMAGE
- 2 - Île de Raiatea : vue prise du plateau de Temehani ;
au fond l'île de Tahaa et à droite la ceinture de récifs
coralliens qui entoure les deux îles (photo Rémi Jamet).



Conception cartographique
Rémi Jamet

Cartes : rédaction
Unité de Cartographie des Éditions de l'ORSTOM
Jean-Michel Buffard-Morel, Huguette Thuilier

Notice : mise en page et coordination éditoriale
Laboratoire de Cartographie Appliquée (LCA, IRD)
Philippe Cazamajor d'Artois
Illustrations : Michel Danard

Traduction anglaise (résumé)
Yolande Cavalazzi

Couverture
Philippe Cazamajor d'Artois
Michel Danard

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	5
LE MILIEU NATUREL.....	7
I - Géomorphologie.....	7
1 - Raiatea.....	8
2 - Moorea, Huahiné, Tahaa.....	8
3 - Bora Bora	9
II - Géologie - Pétrographie.....	9
1 - Formations des laves basaltiques.....	9
2 - Formations trachytiques	10
3 - Les roches.....	10
III - Climat.....	11
1 - Pluviosité.....	11
2 - Autres données	11
IV - Végétation	11
1 - Les associations littorales	11
2 - Les associations mésotropicales des premiers reliefs.....	12
3 - Les associations de moyenne et haute altitude	13
LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE.....	14
A - LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE DES MATÉRIAUX D'ORIGINE VOLCANIQUE.....	14
I - La couverture pédologique des matériaux d'origine volcanique en place (zones hautes des îles)....	14
1 - Sols d'altitude	14
2 - Sols brunifiés tropicaux	15
3 - Sols ferrallitiques.....	17
II - La couverture pédologique des matériaux d'apport (zones basses des îles).....	21
1 - Les sols de la plaine littorale.....	21
2 - Sols des formations alluviales fluviales.....	24
3 - Sols des formations colluviales	25
B - LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE DES FORMATIONS CORALLIENNES	25
1 - Les substrats coralliens des « motu »	25
2 - L'eau douce dans les îlots coralliens	26
3 - Genèse et répartition des sols sur les îlots coralliens	26

C - LES QUALITÉS AGROLOGIQUES DES TERRES D'ORIGINE VOLCANIQUE	29
I - Les contraintes morphodynamiques	29
1 - Le relief accidenté	29
2 - L'emprise de l'eau	29
II - Les contraintes édaphiques.....	30
1 - Contraintes physiques	30
2 - La fertilité chimique.....	30
III - Classification des terres selon leur capacité agrologique.....	31
Classe 1 : Terres de bonne capacité agrologique	31
Classe 2 : Terres d'assez bonne capacité agrologique.....	31
Classe 3 : Terres de capacité agrologique moyenne.....	32
Classe 4 : Terres de médiocre qualité agrologique	32
Classe 5 : Terres de mauvaise capacité agrologique	32
Classe 6 : Terres de capacité agrologique mauvaise à nulle.....	32
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE	34

AVANT-PROPOS

Parmi les îles étudiées dans cette notice, **Moorea** est la plus proche de Tahiti. Elle n'en est séparée que par un chenal de 16 km et fait, comme cette dernière, partie des îles hautes du Vent de l'Archipel de la Société. Elle mesure 133 km² et est datée de 1,5 millions d'années.

Quant aux îles hautes Sous-le-Vent, prises en compte ici, elles sont au nombre de quatre. Du sud-est vers le nord-ouest on trouve :

Huahiné : 75 km², datée de 1,9 à 3,4 millions d'années, à 170 km au nord-ouest de Tahiti.

Raiatea : 170 km², datée de 2,5 millions d'années, seconde île en importance de l'Archipel de la Société, après Tahiti, à 220 km de celle-ci.

Tahaa : 90 km², datée de 2,5 à 3,1 millions d'années, enfermée dans le même lagon que Raiatea, à 4 km de cette dernière.

Bora Bora : 29 km², datée de 2,4 à 3,4 millions d'années, à 270 km au nord-ouest de Tahiti.

Les cartes des sols de ces îles font suite à celle de Tahiti (Jamet, 1987).

Les documents de base utilisés pour leur réalisation sont les cartes planimétriques à 1/40 000 de l'I.G.N., les cartes géologiques à 1/40 000 du B.R.G.M. et les missions photographiques aériennes du Service de l'Aménagement du Territoire de la Polynésie Française.

Hormis dans les plaines et les vallées, les sols de l'ensemble de ces îles sont situés sur des pentes, souvent très accusées. La topographie étant le premier facteur responsable de leur distribution dans le paysage, il importe qu'elle apparaisse sur la carte. Une clé géomorphologique à 5 classes de pentes a donc été introduite dans les légendes.

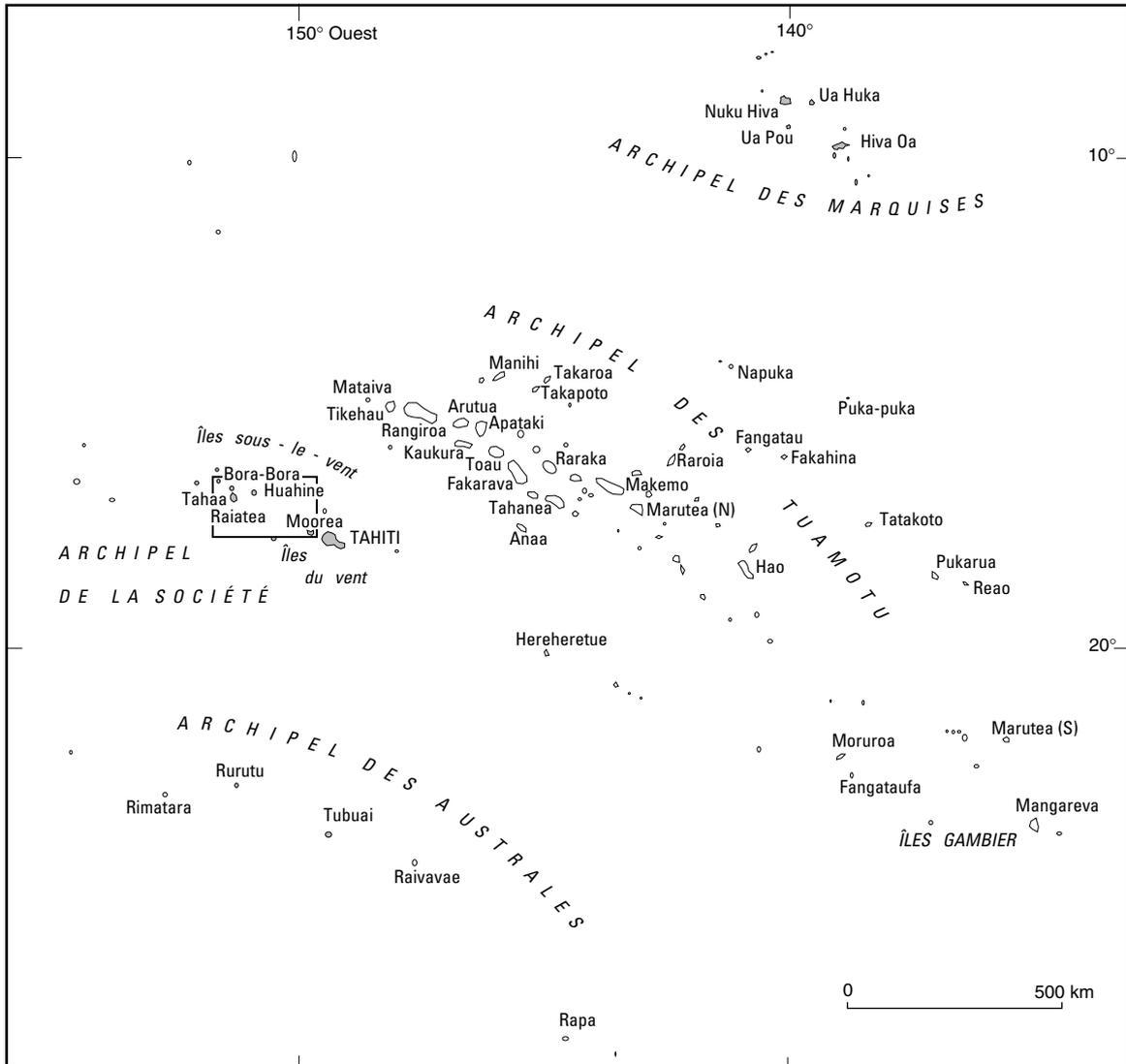


Figure 1 : Les cinq archipels de la Polynésie française

LE MILIEU NATUREL

Moorea, île du Vent, ainsi que les îles Sous-le-Vent Huahiné, Raiatea, Tahaa, Bora Bora et Maupiti (non cartographiée), constituent, avec Tahiti, l'archipel de la Société (Fig. 1 et 2). Elles se trouvent entre 16°35' et 17°35' de latitude sud, 151°45' et 149°45' de longitude ouest. Situés au milieu du Pacifique Sud, ces édifices volcaniques ont émergé successivement entre -4,3 et -1,5 millions d'années (Duncan et Mc Dougall, 1976 ; Diraison et al., 1991) selon une ride NW-SE.

La dernière île émergée, issue de ce « Point chaud », est Mehetia, à environ 100 km à l'est de Tahiti.

Ainsi s'explique l'échelonnement des îles selon une direction nord-ouest - sud-est et leur âge régulièrement décroissant en suivant cette direction.

Chacune des îles hautes de l'archipel est la partie émergée d'un cône volcanique dont l'altitude absolue, depuis le fond de l'océan, va de 4500 à 6500 m.

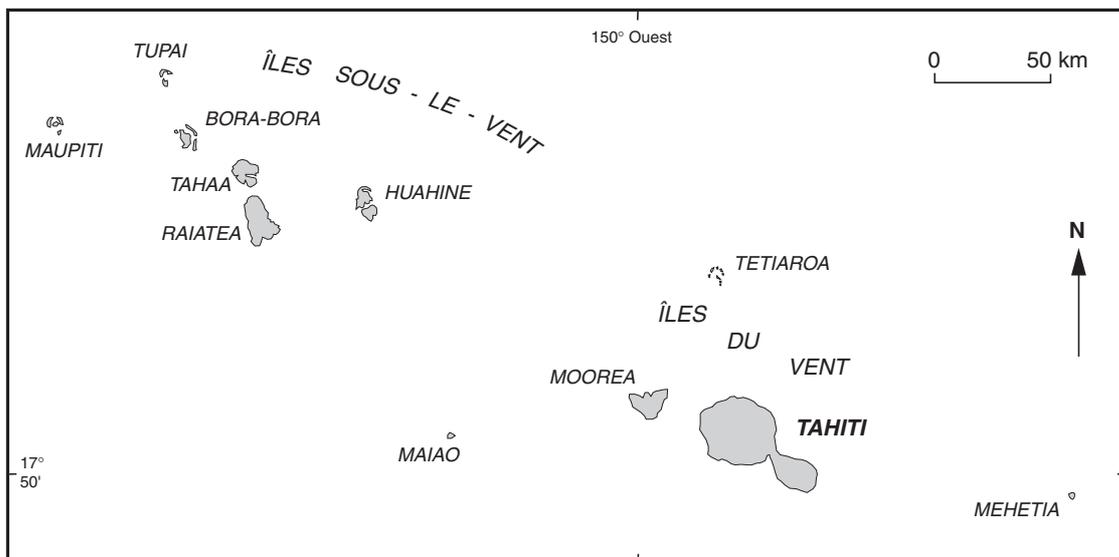


Figure 2 : Les îles de l'archipel de la Société

I - GÉOMORPHOLOGIE

L'Archipel de la Société, orienté du N.O. au S.E., s'égrène sur 700 km. Il est constitué de 14 îles dont 9 îles hautes pour une superficie totale émergée de 1590 km², dont les deux tiers pour la seule île de Tahiti.

Le volcanisme de l'Archipel de la Société est communément analysé et interprété suivant le modèle du « Point chaud » (Boutault, 1985) : la plaque lithosphérique Pacifique, mobile, porteuse des édifices volcaniques, glisse au-dessus d'un centre émissif fixe situé dans le manteau.

Dès leur émergence, les dômes volcaniques ont été soumis à l'emprise de l'érosion qui, progressivement a profondément entaillé les pentes, leur soustrayant des quantités considérables de matériaux. Ce fait, conjoint à un phénomène de subsidence, a rabaissé l'altitude initiale de ces îles.

Les 5 îles hautes prises en compte par cette étude peuvent être regroupées en trois groupes morphologiquement différents :

Les sols de Moorea et des îles Sous-le-Vent

1 - Raiatea

L'île de Raiatea, volcan de type hawaïen allongé sur 25 km du nord-ouest au sud-est, est caractérisée par une vaste dépression, au centre-sud, correspondant à la caldeira. C'est une grande cuvette de 6 km sur 4 possédant une triple ouverture sur le lagon, la plus importante étant celle de Faaroa au nord-est.

Au nord de la caldeira, les pentes du volcan prennent appui sur une longue arête montagneuse médiane culminant à 1017 m. Plus au nord encore apparaissent les grands plateaux de Temehani, eux-mêmes prolongés par des croupes molles s'abaissant progressivement vers le rivage.

L'érosion torrentielle a déterminé un important réseau hydrographique constitué de courtes vallées (2 à 5 km), généralement radiales et sans affluents importants. Des cours d'eau plus développés s'observent dans la caldeira où ils sont alimentés par de nombreux affluents. Les seuls reliquats des planèzes, pentes primitives du volcan, correspondent aux plateaux de Temehani.

Une plaine littorale étroite (100 à 400 m) entoure l'île. Souvent vaseuse, elle provient de l'émersion d'une plateforme littorale détritique liée à une régression marine. Une double ceinture corallienne limite le lagon. Le récif barrière, commun à l'île de Tahaa, ne porte que quelques très petits îlots coralliens (motu).

2 - Tahaa, Moorea, Huahiné

Ces îles ont une morphologie plus tourmentée contrastant avec les formes plus massives de Raiatea.

2.1 - Tahaa

L'île a une forme subcirculaire, d'environ 12 km de diamètre, c'est un volcan à deux caldeiras partiellement emboîtées. Le plancher est affecté d'effondrements qui déterminent, au sud, cinq baies profondes, tandis qu'au nord le contour extérieur du volcan primitif est bien conservé.

Le point culminant en est le Mont Ohiri (590 m). L'érosion, matérialisée par de nombreuses vallées subradiales, n'a rien laissé de la pente primitive. La plaine littorale étroite (50 à 200 m) fait le tour de l'île.

Tahaa est sertie dans une double ceinture corallienne. Le récif barrière englobe aussi Raiatea. Il porte, dans sa

partie nord, de nombreux îlots coralliens (motu) dont le plus grand mesure 2 km² environ.

2.2 - Moorea

L'appareil volcanique de Moorea est profondément disséqué par l'érosion. La ligne de crêtes en demi-cercle, dominée par le Mont Tohiea (1207 m) délimite le vaste amphithéâtre de la caldeira d'effondrement s'ouvrant au nord sur la mer. Il s'étend sur 4 km du nord au sud et sur 6 km d'est en ouest. Toute la partie nord de son plancher est ennoyée sous les baies de Cook et d'Opunohu et se relève progressivement vers le sud jusqu'à atteindre 300 m au pied de la falaise. Les deux baies sont séparées par le massif asymétrique du Mont Rotui (900 m), au versant sud très abrupt. Celui-ci a été en partie épargné par l'érosion car il est formé de filons rocheux très résistants.

Des pentes originelles du volcan, il ne reste presque rien. Seuls subsistent quelques reliquats de planèzes très disséqués, à l'est au-dessus d' Afareaitu, et au nord-est au-dessus du lac Temae. L'édifice est généralement entaillé par de courtes vallées radiales (1 à 3 km), profondes et larges, aux versants abrupts débutant souvent par des cirques d'érosion. Leur régime est torrentiel et les éboulis y sont abondants. Le nord-ouest de l'île, avec ses petites vallées assez étroites, fait exception.

La plaine littorale, ceinturant la totalité de l'île est étroite (200 à 400 m), particulièrement au sud, mais elle s'élargit au débouché des rivières. Dominée par d'importantes falaises mortes au nord-ouest, elle est en grande partie calcaire et s'appuie sur un récif frangeant large d'une quarantaine de mètres. Le récif barrière ne porte que trois petits îlots coralliens (motu).

2.3 - Huahiné

Huahiné est, en fait, constituée de deux îles (Huahine Nui au nord et Huahine Iti au sud) situées dans une même enceinte corallienne et séparées par les baies Maroe et Bourayne. L'ensemble s'étend sur 15 km du nord au sud et 8 km d'est en ouest. Le volcan le plus ancien est celui de Huahine Iti.

Huahine Nui est constituée de deux volcans. Le premier occupe la majeure partie du sud de l'île, son importante caldeira étant ouverte vers le nord. Le second, plus jeune, apparaît à l'intérieur de la caldeira du volcan précédent. Le plus haut sommet de Huahiné (Mont Turi, 669 m) lui appartient.

L'édification de Huahiné s'achève par la surrection de cinq dômes phonolitiques (Pahiaraea, Paeo, Vaihi, Moua Tapu, Tiva) de 1 à 1,5 km de diamètre, alignés selon deux fractures parallèles nord-sud.

De nombreuses et courtes vallées radiales (2 à 3 km) ont profondément entamé les pentes primitives extérieures des volcans dont il ne subsiste aucune relique, mais seulement des crêtes au relief peu accentué.

La plaine littorale, généralement étroite (50 à 200 m) est quasi-continue, elle disparaît seulement au nord-est de la baie Maroe.

Les filots coralliens (motu) prennent ici une grande importance, surtout au nord-est et à l'est de l'île. Leur largeur varie de 200 à 800 m environ, leur longueur totale atteignant 16 km. Le grand motu du nord (10 km de long) est rattaché à l'île volcanique.

3 - Bora Bora

Cette île est un presqu'atoll, sa partie volcanique est fortement réduite, le lagon et la couronne récifale largement développés.

Il ne reste du volcan initial que le relief périphérique est de la caldeira culminant à 727 m (Mont Otumanu), prolongé à l'ouest par l'îlot Toopua. Entre les deux, le centre de la caldeira, de 4,4 km de diamètre, est immergé sous 30 m d'eau.

Les pentes résiduelles, très érodées, sont réduites à de très courtes vallées radiales nettement plus développées toutefois au nord qu'au sud. Ceci est à relier au relèvement de la partie nord-est de l'île, incluant la barrière corallienne sur laquelle affleurent les « motu » de façon quasi-continue, sur près de 20 km, du nord-ouest au sud-est. Sur presque toute sa périphérie, Bora Bora est entourée par une plaine littorale, nettement plus développée au niveau de la caldeira et dont la largeur va de 50 à 500 m.

II - GÉOLOGIE - PÉTROGRAPHIE

Moorea et les îles Sous-le-Vent sont les reliquats d'édifices volcaniques de type hawaïen, constitués de laves basaltiques avec, fréquemment, intercalations de laves plus acides, de nature trachytique. De petits cratères adventifs ont pu aussi émettre des laves de ce type.

Les sols de Moorea et des îles Sous-le-Vent

1 - Formations des laves basaltiques

La majeure partie des roches des îles étudiées sont donc de nature basaltique. Ces formations résultent de l'empilement de coulées, généralement métriques, de laves alternativement sous forme massive ou scoriacée, de pendage inférieur à 10° et dont la puissance visible totale peut aller de 400 à 700 m.

À **Moorea**, le volcan est constitué d'une alternance de coulées de basalte et de benmoréites, roches andésitiques à augite, ces dernières étant plus abondantes dans toute la partie nord.

Primitivement, les roches basaltiques recouvraient la totalité de l'île, mais l'érosion a mis à jour les formations trachytiques sous-jacentes.

À **Huahiné**, le volcan le plus ancien, Huahine Iti, au sud, est constitué d'un empilement de coulées basaltiques. Huahine Nui est également formé de coulées basaltiques ; seules les formations supérieures affleurent.

L'édification de Huahiné s'est achevée par la surrection de cinq dômes phonolitiques.

À **Raiatea**, la série supérieure du volcan est constituée de coulées massives à la fois basaltiques et intermédiaires (Hawaïte) issues du centre du volcan. L'évolution volcanologique s'est ensuite poursuivie, au nord-ouest, par l'émission de trachytes phonolitiques. La reprise discrète de l'activité volcanique a ensuite conduit à l'émission d'une petite coulée d'océanite recouvrant partiellement les trachytes et à cinq intrusions de phonolites (Brousse et Berger, 1985).

À **Tahaa**, la construction du volcan résulte de trois phases volcanologiques principales. Il y a d'abord eu émission de coulées de basalte à hawaïte et de basalte à olivine. Puis, après la formation des caldeiras, sont apparues, dans toute la moitié nord, de nouvelles coulées de picrites à olivine et augite, de basanites, proches des basaltes, qui ont recouvert les pentes extérieures du volcan et constituent aujourd'hui les plus hauts sommets. Des coulées plus récentes, peu importantes, de roches intermédiaires (hawaïte) apparaissent enfin au niveau de la caldeira de Haamene, au sud-est (Brousse et al., 1986).

À **Bora Bora**, les roches affleurantes sont des basaltes et des hawaïtes à pyroxènes et olivine. Un large cône d'éboulis basaltiques s'est constitué au pied du mur interne de la caldeira.

2 - Formations trachytiques

Les affleurements de formations trachytiques ou de roches voisines, relativement importants dans certaines des îles Sous-le-Vent, sont soit des affleurements d'épanchements, soit des affleurements intrusifs.

2.1 - Les trachytes d'épanchement

Qu'il s'agisse de l'empilement de coulées successives ou de coulées alternant avec les coulées basaltiques, ce ne sont pas toujours de véritables trachytes mais des roches voisines, un peu plus pauvres en silice : des benmoréites (ou des trachy-andésites).

À **Moorea**, les massifs trachytiques recouvrent des superficies importantes : 13 km², soit le 1/10e environ de la superficie de l'île. Leur puissance peut atteindre 500 m. Dans le nord-ouest de l'île (massif d'épanchement de Papetoï) les coulées de benmoréites alternent avec des couches de scories et des épanchements basaltiques, l'ensemble étant couronné par les basaltes terminaux d'une puissance de 250 m.

Dans le massif du Rotui, qui sépare les deux grandes baies, les coulées de benmoréites, nettement plus importantes, atteignent, au total, une puissance de 800 m. À la base, et jusqu'à l'altitude de 400 m, on note l'alternance des benmoréites et des scories et brèches scoriacées, puis l'apparition de niveaux basaltiques. Au-delà s'empilent les coulées de benmoréites. Celles-ci apparaissent encore dans la partie est de l'île, en alternance avec des basaltes, mais sont rares au sud.

À **Raiatea**, les épanchements de trachytes phonolitiques, de 10 à 100 m de puissance, recouvrant les basaltes, s'étendent sur plus de 1200 ha. Issus d'un rift fissural de 7 km de longueur, ils revêtent les sommets et les pentes de l'extrême nord-ouest de l'île (Brousse, 1985). Ils constituent en particulier les plateaux de Temehani Rahi et Temehani Ute, reliques d'une grande coulée, que d'imposantes falaises isolent dans le paysage et qui s'étendent jusqu'à la côte, sur la majeure partie du secteur compris entre la pointe Tereia et la ville d'Uturoa.

2.2 - Les trachytes intrusifs

Ce sont des phonolites (trachytes feldspathiques) en forme de dômes intrusifs, témoins d'une reprise de l'activité volcanique postérieure à la construction des édifices volcaniques.

À **Huahiné**, cinq cumulo-dômes constituent des reliefs plus ou moins accidentés au sein des formations basaltiques, dont quatre dans l'île du nord, la plus récente. Leur diamètre basal atteint ou dépasse 1 km, leur superficie totale atteignant 6 km². Plus récent et peu érodé, le dôme peut avoir conservé son extension primitive et apparaître alors comme une sorte de plateau surélevé (Mont Vaihi). L'érosion, au contraire, l'a parfois fortement réduit, il apparaît alors comme noyé dans une masse d'éboulis (Mont Paeo).

À **Raiatea**, la reprise de l'activité volcanique, postérieure à l'émission des trachytes d'épanchement, s'est faite plus discrète. Cinq dômes de phonolites intrusifs apparaissent cependant au sein des basaltes, mais ils sont de taille réduite, leur diamètre basal ne dépassant pas 200 à 400 m. Le plus important de ces dômes, le Mont Tapioi, domine de ses 294 m la ville d'Uturoa.

3 - Les roches

À Moorea, aussi bien qu'à Huahiné ou à Raiatea, apparaît toute la série : basaltes-hawaïtes-mugéarites-benmoréites-trachytes. Ces roches, basiques jusqu'aux mugéarites, neutres pour les benmoréites et neutres à acides pour les trachytes, se différencient en tout premier lieu par la teneur en silice qui va croissant des basaltes aux trachytes (Tableau 1).

Il en est de même de la teneur en composants alcalins potassium (K₂O) et sodium (Na₂O), tandis, qu'à l'inverse, on observe une décroissance des teneurs en fer (Fe₂O₃) et en titane (TiO₂), en calcium (CaO) et en magnésium (MgO) (Tableau 2).

3.1 - Les roches basaltiques

Les roches basaltiques (basalte et hawaïte) prédominent largement dans les îles Sous-le-Vent, les roches intermédiaires (mugéarites) étant exceptionnelles.

Les basaltes proprement dits sont des roches gris-bleu à noires, compactes, massives ou vacuolaires. Leur structure, souvent microlithique, évolue fréquemment vers une structure porphyrique. L'olivine jaune-vert est toujours abondante sous la forme de phénocristaux ou de microphénocristaux, mais le minéral majeur est le pyroxène (salite titanifère ou augite). On y trouve associés des microphénocristaux de titanomagnétite. Dans la pâte, les mêmes minéraux, olivine, augite, coexistent avec les plagioclases (labrador) et les microcristaux de titanomagnétite.

Les hawaïtes sont des roches grises aphyriques ou renfermant des phénocristaux de plagioclases, des microphénocristaux d'olivine et pyroxène, plus rares que dans les basaltes et de titanomagnétite.

3.2 - Les roches trachytiques et roches voisines

Ces roches (benmoréite, phonolite et trachyte) sont, dans l'ensemble, facilement reconnaissables, car plus claires que les précédentes.

À Moorea, les benmoréites gris-vert renferment de rares phénocristaux d'olivine et d'augite. Elles donnent un matériau terreux jaune-orangé.

À Huahiné, les phonolites, avec plagioclases et néphéline sont de teinte grise à éclats gras.

À Raiatea, les trachytes phonolitiques calco-alcalines, gris-clair à gris-vert, donnent une altérite blanc-grisâtre et un sol jaune-ocre. L'abondance des feldspaths conduit à la genèse de kaolinite donnant une terre plastique.

III - CLIMAT

L'archipel de la Société bénéficie d'un climat tropical humide affecté par la proximité de l'océan et la présence d'un important relief. Les îles montagneuses sont soumises à l'influence des alizés soufflant du sud-est durant la majeure partie de l'année. Les côtes est, au vent, sont plus arrosées que les côtes ouest sous le vent, avec des différences plus atténuées toutefois qu'à Tahiti, nettement plus élevée. On peut distinguer deux saisons : saison chaude et humide d'Octobre à Mai (été austral), saison plus sèche et relativement plus fraîche de Juin à Septembre.

1 - Pluviosité

Il n'existe que peu de postes pluviométriques sur ces îles ; tous les relevés, sauf à Moorea, ont été effectués au niveau de la mer et en un seul site.

Les moyennes mensuelles et annuelles des précipitations des îles de Moorea et Bora Bora sont données dans le tableau 3. Les écarts à la moyenne annuelle peuvent être importants ; ils sont de l'ordre de -1200 à +1900 mm à Moorea et ± 900 mm à Bora Bora. Pour ces îles, 60 à 70 jours reçoivent en moyenne 10 mm d'eau.

Les sols de Moorea et des îles Sous-le-Vent

2 - Autres données

La température moyenne annuelle est de 26,7° C à Bora Bora, seule île où la température est systématiquement relevée. Les écarts entre les moyennes journalières du mois le plus chaud (Mars) et du mois le plus froid (Août) ne dépassent pas 2,4° C. Quant aux minimum et maximum absolus, ils sont de 17,8° C et 32,6° C.

L'humidité relative : sa moyenne journalière annuelle est de 79 % (77 % en Août et 81 % en Novembre-Décembre). Les minimum et maximum moyens sont respectivement de 67 et 88 %.

Evaporation (Evaporimètre Piche sous abri) : la moyenne annuelle atteint 1216 mm à Bora Bora. L'évaporation calculée à partir d'un bilan énergétique (1950 mm) y est beaucoup plus proche de l'évaporation réelle.

Insolation (Héliographe Campbell) : la durée moyenne annuelle de l'insolation établie sur une période de 10 années atteint 2703 heures à Bora Bora.

IV - VÉGÉTATION

Le premier facteur présidant à la répartition de la végétation des îles hautes est la pluviosité. De même qu'elle va croissant avec l'altitude, la pluviosité est aussi plus importante sur les parties des îles exposées au vent que sur celles situées sous le vent.

La végétation, outre les associations littorales, peut ainsi être grossièrement répartie entre deux grands étages : le mésotropical, moins arrosé et l'hygrotropical, plus humide.

1 - Les associations littorales

L'état actuel de cette zone ne donne plus aucune idée de la végétation du passé, la pression humaine ayant entraîné des modifications irréversibles. Il ne subsiste que des bosquets de la forêt primaire à *Hibiscus tiliaceus* (purau). On peut aussi y trouver des lambeaux de forêt à *Pandanus*. Des marécages à *Typha* sont localisés dans le nord-est de Moorea, près du lac Temae.

ROCHES	SiO₂ %
Basaltes	39,7 à 46,0
Hawaïtes	46,9 à 49,1
Mugéarites	50 à 52
Benmoréites	55 à 56,5
Trachytes	57 à 60,5

Tableau 1 - Teneur en silice (SiO₂) des roches de la série allant des basaltes aux trachytes de l'Archipel de la Société

	Basaltes %	Trachytes %
Si O ₂	43	58
Al ₂ O ₃	15	18
Fe ₂ O ₃	13,4	8,4
Ti O ₂	3,5	0,5
Mg O	6,9	0,5
Ca O	9,1	1,4
K ₂ O	1,2	5,3
Na ₂ O	1,9	4,5
P ₂ O ₅	0,5	0,1

Tableau 2 - Teneurs moyennes des divers éléments constitutifs des basaltes et des trachytes de l'Archipel de la Société

2 - Les associations mésotropicales des premiers reliefs

Il s'agit de la zone la plus transformée par l'emprise humaine, et par conséquent celle où la végétation naturelle est la plus dégradée. Les espèces indigènes et introduites y sont mélangées.

Sur les pentes dégradées on observe de nombreux *Psidium guajava* (introduit en 1815), avec çà et là des pieds de *Pandanus tectorius* et de *Metrosideros collina*. La strate herbacée est constituée par une fougère, *Gleichenia linearis* en peuplement souvent pur.

Ile Station Altitude	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Maximum (année) Moyenne Minimum (année)
Moorea PaopaoII 100 m	414,3	326,3	261,9	201,8	154,8	133,9	113,7	98,7	121,5	184,6	321,6	422,0	4689,3(79) 2755,3 1492,0(72)
Moorea AfarehaituII 3 m	378,1	262,4	226,0	162,8	132,1	96,7	96,6	86,2	93,6	136,9	249,2	320,9	3564,8(65) 2241,4 1009,3(72)
Bora Bora Vaitape 2 m	268,2	232,1	199,6	141,0	152,1	111,1	103,5	75,8	88,9	124,8	237,7	267,2	2808,1(52) 2002,1 1049,4(72)

Tableau 3 - Moyennes des précipitations en mm relevées à Moorea (sur 22 ans)
et à Bora Bora (sur 32 ans)

En station non dégradée, sur pente, subsiste une forêt à *Commersonia bartamia*, *Glochidion*, *Alphitonia zizyphoides*. C'est le cas des vallons protégés des feux et des cultures des côtes est de Moorea et de Raiatea. Sur les crêtes trachytiques, de Moorea en particulier, apparaît fréquemment *Casuarina equisetifolia* (aito).

Dans les basses vallées, on rencontre deux types de forêts :

a) À l'entrée des grandes vallées se trouvent des forêts où l'arbre dominant est *Hibiscus tiliaceus*. Ce dernier peut remonter jusqu'à 800 - 1000 mètres d'altitude. Il est associé à d'autres arbres *Neonauclea forsteri* (mara) et *Aleurites moluccana*, ainsi qu'à de nombreuses lianes dont *Maytenus vitensis*, cette dernière est assez commune à Moorea.

b) Au débouché des grandes vallées, en station sub-marécageuse, on trouve des forêts à *Inocarpus fagifer* (mape), arbre de 20 à 25 m. En sous-bois se développe *Coffea arabica* (caféier), en particulier à Moorea et Raiatea.

3 - Les associations de moyenne et haute altitude

Elles font suite aux associations mésotropicales de basse altitude.

a) La forêt claire à *Metrosideros collina*, *Dodonea viscosa* et *Glochidion* occupe les interfluves des crêtes sous le vent et les hautes pentes au vent. Le couvert herbacé est généralement formé de fougères, quand la forêt a disparu du fait de l'homme. La lande à *Gleichenia* est fort répandue dans les secteurs des croupes et des crêtes. Ce type de végétation (forêt et lande à *Gleichenia* et *Miscanthus*) se rencontre dans chacune des îles de la Société, notamment à Raiatea et à Tahaa.

b) À Moorea, Raiatea et Tahaa, on trouve la forêt de nuages à une altitude supérieure à 500-600 m, quand les précipitations orographiques sont suffisamment importantes. La strate arborescente, discontinue, et formée de sujets de petite taille est dominée par *Alstonia costata*, *Weinmannia parviflora* et *Ilex tahitensis*. La strate arbustive est composée de *Cyathia* associée à la liane ligneuse *Freycinetia impavida* (fara pape). Quant à la strate herbacée, elle est essentiellement constituée de fougères. Des manchons d'épiphytes enserrant les troncs et les branches des arbres, notamment à Raiatea.

LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE

La couverture pédologique de Moorea et des îles Sous-le-Vent est fondamentalement issue de deux grands types de roches-mères : les roches volcaniques effusives, basaltiques ou trachytiques et les roches calcaires ou calco-magnésiennes provenant des récifs coralliens.

A - LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE DES MATÉRIAUX D'ORIGINE VOLCANIQUE

Elle est constituée de deux grands types de sols : les sols des parties hautes des îles qui se sont développés aux dépens de la roche en place et les sols des parties basses issus des matériaux arrachés par l'érosion aux zones situées en amont et qui se sont accumulés dans les vallées et les plaines alluviales.

. *Sur les parties hautes des îles*, les sols se sont essentiellement formés sur des pentes. Ils sont, de ce fait, fortement dégradés et tronqués par une érosion d'autant plus vive que la pente est plus accentuée. Ainsi des plus fortes aux plus faibles pentes, on observe généralement une succession de sols dont l'état de rajeunissement permanent va s'atténuant.

Les plus fortes pentes portent des sols fortement érodés, juste ébauchés (sols peu évolués d'érosion, brunifiés, humifères), parsemés de blocs rocheux ou laissant voir la roche tout près de la surface.

Sur les pentes moins fortes, apparaissent des sols encore peu différenciés mais dont la profondeur s'accroît par rapport aux précédents (sols bruns eutrophes tropicaux, peu différenciés).

Quand la pente s'adoucit encore, apparaissent des « sols bruns eutrophes tropicaux, humifères » ou, plus fréquemment, des « sols ferrallitiques » qui, bien que peu profonds dans l'ensemble, ont atteint un stade d'évolution très avancé.

Contrairement à ce que l'on observe à Tahiti, il ne demeure, dans ces îles, que de rares reliques de la surface primitive des volcans, en tout cas aucun « plateau » et donc pas d'oxydisols si caractéristiques de ces unités morphologiques.

Par ailleurs l'altitude des îles ne dépassant que rarement 900 m, rares sont les sols, comme c'est le cas à Tahiti, dont les caractéristiques soient liées au refroidissement altitudinal. Ces sols (sols ferrallitiques à caractères vertiques et sols podzolisés) n'apparaissent que ponctuellement à Raiatea.

. *Sur les parties basses des îles*, les sols sont développés dans des matériaux d'accumulation (sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial). Ce sont des sols jeunes car, bien que souvent développés dans un matériau ferrallitique déjà très évolué, ils sont encore trop récents pour avoir pu acquérir une différenciation morphologique nettement visible.

Ces sols se caractérisent par un net enrichissement en silice et en éléments cationiques hérités de l'amont. La néoformation d'argile 2/1 et l'apparition de caractères vertiques est également leur signature, fréquemment ils sont hydromorphes.

I - LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE DES MATÉRIAUX D'ORIGINE VOLCANIQUE EN PLACE (PARTIES HAUTES DES ÎLES)

1 - Sols d'altitude

Ces sols n'ont été localisés que dans l'île de Raiatea, à des altitudes inférieures (750 à 1000 mètres) à celles où ils sont observés habituellement à Tahiti (> 1100 m). On les rencontre aussi bien sur roches basaltiques que trachytiques. Ils occupent de modestes superficies, inférieures, au total, à 100 hectares et se répartissent en 2 types :

- a) Sols d'érosion à profil peu différencié, très humifères, d'altitude (sols andiques ferrallitiques)

Ces sols peu profonds (20 à 40 cm), bruns, de profil A, C ou A(B), C, apparaissent sur les pentes fortes à très fortes (> 50 %) des sommets humides et relativement frais de l'île de Raiatea. Ces conditions sont favorables à une forte accumulation de matière organique (25 à 30 % en Ao) à évolution lente. Le rapport C/N élevé (33) traduit ce fait, lié à un net ralentissement de l'activité biologique.

Ce sont des sols acides (pH ~ 5,5) fortement désilicifiés, enrichis en gibbsite et renfermant des composés minéraux amorphes qui leur confèrent des caractères andiques plus ou moins marqués. Leur forte capacité d'échange, reposant essentiellement sur la matière organique, est presque totalement désaturée.

- b) Sols ferrallitiques fortement désaturés, podzolisés

Ces sols, identiques à ceux observés à Tahiti, apparaissent sur les pentes modérées à faibles (< 50 %) de l'île de Raiatea.

Le profil montre un horizon organique peu décomposé, épais de 15 à 20 cm, acide (pH = 3,7) recouvrant un horizon E décoloré blanc-grisâtre, de faible épaisseur (4 à 5 cm). À sa partie inférieure apparaît une mince pellicule ferrugineuse millimétrique (horizon placique). Elle recouvre un horizon B argileux, rougeâtre, d'une quarantaine de cm d'épaisseur.

L'horizon E, appauvri en silice (14 %) et en fer (7,5 %) est, par contre, enrichi en gibbsite (12 %) et en titane (12,2 %), le rapport $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ y étant voisin de 1.

La capacité d'échange, très élevée dans l'horizon organique (117 mé/100 g), demeure élevée en E (48 mé/100 g) grâce à une migration de matière organique, puis décroît rapidement au-dessous. L'ensemble du sol est fortement désaturé.

2 - Sols brunifiés tropicaux

Les sols brunifiés constituent, selon les îles, une part plus ou moins importante de la couverture pédologique. Ils sont de trois types, différenciés d'après leur morphologie, leur degré d'évolution lié au relief.

Sur les pentes les plus fortes, l'érosion ne permet qu'un faible développement du sol. Le profil est du type A(B), C où l'horizon (B) est difficile à distinguer; les sols sont des

« sols bruns eutrophes tropicaux, peu différenciés, d'érosion ». Ils sont, par ailleurs, toujours associés à des « sols peu évolués d'érosion, brunifiés », de profil A, C.

Quand la pente s'adoucit, la profondeur du sol croît généralement sans toutefois dépasser 50 à 60 cm. Le profil, de type A, B, C présente un horizon B bien défini ; les sols sont des « sols bruns eutrophes tropicaux ».

- a) Sols peu évolués d'érosion, brunifiés, lithiques

Ces sols se retrouvent dans toutes les îles, généralement sur les pentes les plus fortes bordant crêtes et sommets érodés. Ils sont le plus souvent parsemés de blocs rocheux entre lesquels se maintient la terre.

Ce sont des sols bruns à brun-rougeâtre, fortement érodés, de profil A, C où l'horizon A, d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, surmonte directement la roche altérée dans laquelle s'ancrent les racines. Leur soubassement est aussi bien basaltique que trachytique.

L'horizon A très humifère (jusqu'à 14 % de matière organique) est riche en graviers, petits cailloux et minéraux résiduels.

La matière organique et la nature des minéraux phyllosylliteux, constitués de smectites dominantes et d'hallowoysite confèrent à ces sols, moyennement acides (pH ~ 5,8) une forte capacité d'échange (30 à 45 mé/100 g) saturée aux trois quarts par des bases échangeables en bon équilibre ou dominées par le magnésium.

- b) Sols bruns eutrophes tropicaux, peu différenciés, d'érosion

Ces sols se trouvent, en juxtaposition avec les précédents, sur les mêmes pentes fortes ou sur des pentes plus modérées, dans ce cas ils sont associés alors à des sols bruns eutrophes ou à des sols ferrallitiques.

L'érosion ne permet, comme précédemment qu'un faible approfondissement du sol. Le profil, peu différencié, ne laisse voir qu'un horizon (B) mal défini ou un horizon B₃C incorporant de nombreux débris altérés de la roche-mère sous-jacente, cette dernière peut être basaltique ou trachytique.

Ces sols bruns, peu épais (30 à 50 cm) sont, comme les précédents, généralement graveleux jusqu'en surface, la texture de la fraction inférieure à 2 mm étant argilo-limono-sableuse à argileuse. La composition de la fraction argileuse diffère avec la nature de la roche-mère. Sur

les roches basaltiques, elle renferme d'importantes quantités de smectites et peu d'halloysite $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 3$ parfois 4 en profondeur, tandis que pour les sols issus des trachytes et roches voisines, elle est essentiellement halloysitique ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 2,4$). Sa capacité d'échange cationique va s'en ressentir. Dans tous les sols elle est élevée en surface, y variant de 30 à 40 mé/100 g en liaison avec la matière organique et la nature de la roche-mère. Elle croît avec la profondeur jusqu'à 60 mé/100 g dans les sols issus de roches basaltiques mais décroît (15-20 mé/100 g) lorsqu'il s'agit de roches-mères trachytiques.

Le taux de saturation des premiers oscille, dans tout le profil, de 70 à 90 %. Dans les sols issus de trachytes, il décroît de haut en bas de 60 à 40 % environ. C'est dire que, pour les sols issus des basaltes, les deux éléments essentiels, le magnésium, largement dominant, et le calcium voient leur teneur croître fortement de la surface vers la profondeur. Pour ceux issus des trachytes, au contraire, les teneurs de ces éléments, dominés par le calcium, vont décroissant avec la profondeur.

Tous ces sols sont faiblement acides (pH~5,5) en surface, ils le demeurent en profondeur lorsqu'ils sont issus des trachytes, mais atteignent la neutralité sur roche-mère basaltique. Ils sont bien pourvus en matière organique (8 à 12 % en A1) plus ou moins humifiée, comme en témoigne la valeur du rapport C/N comprise entre 10 et 15.

c) Sols bruns eutrophes tropicaux, humifères

Leur domaine est généralement constitué par les pentes moyennes (20-50 %) reposant sur un soubassement basaltique, où ils sont associés aux sols ferrallitiques et, à un moindre degré, à des sols bruns eutrophes, peu différenciés. On les trouve surtout sur les îles de Moorea, Huahiné et Tahaa mais ils peuvent, plus rarement, apparaître sur des pentes plus fortes, supérieures à 50 %, notamment dans l'île de Raiatea.

Le profil, assez bien différencié, de type A, B, C, dont la profondeur atteint rarement 1 mètre, se présente ainsi :

- Horizon A1 de 0 à 20-30 cm : Brun-noir (10 YR2/2) ; matière organique abondante (7 à 9 %) et bien évoluée ; argileux (55 à 65 % d'argile) ; structure polyédrique moyenne à fine ; bonne porosité.

- Horizon B1 de 20-30 à 50-60 cm : Brun-jaunâtre (10 YR3/3) à brun-rougeâtre (5 YR3/2) ; environ 2 % de matière organique ; argileux à argilo-limoneux (40 à 50 % d'argile) ; bonne structure polyédrique fine à moyenne ; plus compact ; quelques graviers et petits

cailloux de basalte altéré brun-rougeâtre ; assez bonne porosité.

- Horizon B₃C de 50-60 cm à 90-110 cm : même teinte de fond ; nombreux débris de roche basaltique (30 %) gris-brun à rougeâtre, peu altérés ; structure fragmentaire nette, de cohésion forte ; bonne porosité interagrats, microporosité plus réduite.

- À 90-110 cm : débute l'horizon d'altération C1 brun-gris à brun-rougeâtre.

S'effectuant en milieu neutre (pH 7,0), l'altération laisse un complexe plus riche en silice (30 à 38 %) et plus pauvre en aluminium (15 à 20 % d' Al_2O_3) que celui des sols ferrallitiques. Il en résulte un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ proche de 3 et pouvant atteindre 4 dans l'altérite, et que traduit l'importance des minéraux argileux 2/1. Il y demeure aussi 5 à 7 % de minéraux primaires résiduels : feldspaths plagioclases (labrador) et pyroxène (augite).

L'étude minéralogique des matériaux confirme l'abondance des smectites magnésiennes (le sol renferme jusqu'à 4 % de magnésium) associées à de l'halloysite et à des minéraux ferrugineux (18 à 20 % d'hématite, de goéthite, de magnétite) et titanifères (anatase et rutile). La capacité de rétention de l'eau atteint près de 50 % du poids du sol dans les horizons humifères, à pF 3,0.

Ces sols bruns sont bien pourvus en matière organique bien humifiée : 7 à 8 % au sein de l'horizon A1, environ 2 % dans l'horizon B, avec un rapport C/N proche de 12.

Cette matière organique et l'abondance des smectites leur confèrent une capacité d'échange élevée, atteignant en moyenne 43 mé/100 g en A1 et qui peut dépasser 60 mé/100 g en profondeur. Elle est saturée à plus de 70 % en surface, ce que ne laisse pas prévoir le pH moyen de 5,6 et, à plus de 80 % en profondeur (pH 7,0), par le magnésium (22 et 38 mé/100 g en moyenne en A1 et B1) et le calcium dont la teneur moyenne avoisine 13 mé/100 g dans tout le profil, d'où un fort déséquilibre entre ces 2 éléments.

Très riches en magnésium et en calcium, la plupart de ces sols sont, par contre, pauvres en potassium (0,3 mé/100 g). Même les mieux pourvus (1 mé) en auraient besoin de plus, compte tenu de la valeur du complexe absorbant et de la teneur en Ca + Mg. Le phosphore assimilable est, avec moins de 100 ppm, également insuffisant.

d) Fertilité, aptitudes culturales

Compte tenu de leur situation topographique et de leur manque d'épaisseur, les *sols peu évolués d'érosion, brunifiés, lithiques* sont inaptes à toute mise en valeur. Préservés de l'érosion par leur couverture végétale, ils doivent être laissés en l'état.

Situés sur des pentes fortes, soumises à une érosion très active qui limite leur profondeur, les *sols bruns eutrophes tropicaux, peu différenciés, d'érosion* n'offrent, malgré leur bonne fertilité physico-chimique, que peu d'intérêt sur le plan agricole. Ils seront maintenus sous végétation naturelle.

Les *sols bruns eutrophes tropicaux* sont dotés d'une bonne fertilité chimique reposant, pour une grande part, sur leur richesse en matière organique correctement humifiée. Ces sols sont, aussi, bien pourvus en cations échangeables, ces derniers sont toutefois mal équilibrés. Leurs caractéristiques physiques étant également satisfaisantes, ils possèdent donc un bon potentiel de fertilité. La pierrosité peut parfois y constituer un important facteur limitant.

3 - Sols ferrallitiques

Les sols ferrallitiques sont, par définition, dépourvus de minéraux primaires. En revanche ils sont fortement désalcalinisés, plus ou moins désilicifiés et riches en produits de synthèse regroupant des silicates d'aluminium (halloysite), des hydroxydes ou des oxydes de fer ou d'aluminium. La majeure partie des sols des pentes moyennes à faibles, qu'ils soient issus des basaltes ou des roches trachytiques, répondent à cette définition qui les différencie des sols brunifiés.

Pour l'ensemble des îles Sous-le-Vent et Moorea, les sols des pentes faibles (5-20 %) sont exclusivement ferrallitiques. À Raiatea, ce domaine se prolonge sur l'ensemble des pentes moyennes (20-50 %). Les sols ferrallitiques sont aussi majoritaires sur l'ensemble de ces mêmes pentes à Tahaa et Moorea, tandis que dans les autres îles, ils y apparaissent à parité avec les sols brunifiés. Sur les pentes supérieures à 50 %, les sols ferrallitiques se font plus rares ; toutefois, ils peuvent encore apparaître, localement, sur des pentes pouvant dépasser 80 %.

Les sols de Moorea et des îles Sous-le-Vent

3.1 - Sols ferrallitiques sur basalte

a) Profondeur

La roche basaltique altérée (« mamu »), beige à gris-bleuté, dans laquelle l'organisation de la roche se devine encore, apparaît entre 0,30 et 1,50 mètre, sous la surface. Bien que la profondeur des sols soit sans rapport étroit avec la valeur de la pente, les sols les plus profonds correspondent généralement aux pentes les plus faibles. L'épaisseur moyenne des sols des pentes modérées ne dépasse pas 0,60 m.

b) Evolution minéralogique

L'altération, très rapidement, détruit les minéraux les moins stables de la roche : les olivines et les augites. Dans les produits encore peu évolués des sols brunifiés des fortes pentes, les feldspaths calciques demeurent abondants de même que les smectites.

Dans le domaine des sols brunifiés, lorsque ceux-ci commencent à s'approfondir et à évoluer à la faveur des pentes plus modérées, l'halloysite apparaît aux dépens des smectites. Ces dernières demeurent toutefois importantes.

Dans l'altérite des sols ferrallitiques, les smectites n'apparaissent pas. L'halloysite, généralement déshydratée et de faciès tubulaire, est le seul minéral argileux issu de l'altération du basalte et plus spécialement de ses feldspaths. Encore ce minéral n'est-il qu'une étape de la transformation des silicates primaires en oxydes et hydroxydes, un intermédiaire cristallin entre les silicates et la gibbsite. Sa totale désilicification, et, corrélativement, l'individualisation de l'aluminium libéré en gibbsite, peut intervenir, lorsque le drainage est extrême, dès la limite supérieure de l'altérite.

Toutefois ces sols désilicifiés (oxydisols des planètes de Tahiti) sont absents des îles Sous-le-Vent. Ils sont parvenus au stade quasi-ultime de la pédogenèse, c'est-à-dire qu'ils ont perdu la quasi-totalité de leur silice et ne sont plus constitués que d'oxydes et d'hydroxydes métalliques, pour lesquels le rapport $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ est proche de 0,1.

Pour les sols ferrallitiques de Moorea et des îles Sous-le-Vent, ce rapport est compris entre 0,4 et 2,1, ce qui traduit la pérennité d'une partie de la silice et la présence de teneurs plus ou moins importantes d'halloysite.

Les sols ferrallitiques occupent des surfaces très variables selon les îles. Ils recouvrent 60 % de Raiatea, en

unités pures (dont une partie issue de roches trachytiques), sans compter ceux associés aux sols brunifiés.

Dans les autres îles, les unités pures de sols ferrallitiques n'atteignent pas 5 à 10 % de leur superficie (pentes < 20 %), mais ces sols peuvent occuper d'importantes étendues, en mosaïque avec les sols brunifiés qu'ils dominent, sur les pentes inférieures à 50 %.

c) Morphologie

Quelle que soit la profondeur des sols, on retrouve toujours le profil de type A, B, C où l'horizon A, épais d'une vingtaine de cm, est invariablement riche en matière organique (sols humifères). L'horizon B, argileux à argilo-limoneux, peut ne pas atteindre le décimètre ou dépasser la profondeur de 1 mètre. Cette faible profondeur moyenne est à relier à l'érosion qui freine le développement du profil en emportant, souvent de façon imperceptible, les éléments de surface (sols pénévulés d'érosion). Quant à l'horizon C (mamu) il n'est, dans ces sols issus de roches volcaniques, jamais très développé.

Le profil décrit ci-dessous est représentatif des sols ferrallitiques des pentes moyennes :

- Horizon AI de 0 à 8-10 cm : brun (10 YR 3/1) ; matière organique abondante (13 %) ; argileux ; bonne structure polyédrique subanguleuse fine et moyenne ; meuble, poreux.
- Horizon A3 de 8-10 à 20-30 cm : brun rougeâtre (5 YR 3,5/3) ; humifère (4 % de matière organique) ; argilo-limoneux ; bonne structure polyédrique fine et moyenne ; graviers peu abondants provenant de la roche basaltique, souvent ferruginisés ; meuble, poreux ; bonne activité biologique (galeries).
- Horizon B2 de 20-30 à 60-80 cm : brun rougeâtre (5 YR 4/2,5) ; argilo-limoneux ; structure polyédrique fine à grossière ; plus cohérent que les horizons A ; poreux ; galeries.
- Horizon B3 C de 60-80 à 100-120 cm : horizon bariolé, brun-rouge (5 YR 4/3) et traînées rouge-jaunâtre (5 YR 4/6) ; limono-argileux ; nombreux graviers et cailloux provenant de la roche basaltique, ferruginisés, durcis ou pulvérulents ; structure polyédrique moyenne ; poreux, bonne macroporosité.
- À 100-120 cm : horizon d'altération C1 (mamu), gris rougeâtre à gris-bleuté.

d - Types de sols

Si la désaturation du complexe absorbant est souvent la règle, elle peut toutefois être limitée. Elle conduit alors, aux côtés des « sols ferrallitiques fortement désaturés », à la genèse de « sols ferrallitiques faiblement désaturés ».

Le premier facteur édaphique intervenant dans cette différenciation est la pente ; plus elle est faible, plus la percolation des eaux météoriques est importante, plus fortement sont lessivées les bases échangeables et plus forte est la désaturation.

. Les sols ferrallitiques faiblement et moyennement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion

Le degré de saturation du complexe absorbant, en général supérieur à 20 %, peut atteindre 85 % pour certains sols de Bora Bora. Dans ce cas ces sols ne se trouvent que sur les pentes 5-20 % qui sont relativement peu étendues ; mais ils recouvrent aussi, associés aux sols brunifiés, une grande partie des pentes moyennes (20-50 %).

On les retrouve sur les pentes faibles (5-20 %) de Huahiné, associés aux sols ferrallitiques fortement désaturés. Ils sont aussi en position dominante, en mosaïque avec les sols brunifiés, sur les pentes de 20 à 70 %, ces dernières concernant environ 70 % de la superficie totale de l'île. Leur distribution est à peu près identique à Moorea et Tahaa. À Raiatea, ils ne se rencontrent que sur les pentes supérieures à 20 %, d'abord associés aux sols ferrallitiques fortement désaturés (pentes 20-50 %), puis ensuite aux sols brunifiés (pentes 50-100 %).

Caractéristiques physico-chimiques

Ces sols brun-rougeâtre à brun-jaunâtre ont une texture très fine, argileuse (jusqu'à 77 % d'argile) à argilo-limoneuse dans les horizons A et B, argilo-limoneuse à limoneuse dans les horizons B, C et D. En surface toutefois, la texture peut apparaître plus grossière, ceci est à mettre en relation avec un enrichissement en éléments résiduels du basalte source de calcium et de magnésium. Ce phénomène est d'origine colluviale. Bien structurés et présentant de ce fait une bonne porosité, ces sols ne possèdent qu'une modeste capacité de rétention d'eau utile.

L'étude aux rayons X, d'échantillons de terre fine, souligne la prépondérance de l'halloysite déshydratée dans tout le sol où elle est associée à des oxyhydroxydes de fer (hématite, magnétite, goéthite) et à un peu de gibbsite.

Le rapport molaire $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, voisin de 2 sur tout le profil, reflète la désilicification partielle du sol (perte de 30 à 50 % de la silice présente dans la roche-mère).

La teneur en matière organique de l'horizon humifère peut varier du simple au triple (5 à 15 %) en fonction du type de végétation qu'il supporte. Sa valeur moyenne, atteignant 10 %, est très élevée. Le rapport C/N élevé (moyenne de 20) est l'indice d'une mauvaise décomposition de la matière organique. Il peut atteindre des valeurs fort élevées, proches de 35, sous la lande à *Gleichenia* et, à l'inverse, descendre jusqu'à 10 dans certains sols récemment cultivés.

La matière organique contribue à engendrer une capacité d'échange relativement élevée au sein des horizons humifères (23 à 54 mé/100 g pour une valeur moyenne de 32 mé/100 g). Elle chute fortement dans les horizons B où sa valeur moyenne atteint 16 mé/100 g, parfois elle est même inférieure à 10 mé/100 g. Dans certains cas elle peut atteindre 25 mé/100 g, valeur élevée, en l'absence d'argile 2/1 et surévaluée par le fait qu'elle est mesurée à pH 7,0. Cela a déjà été observé dans les mesures effectuées à Tahiti, sur des sols identiques, acides, à leur pH naturel (Jamet, 1987).

L'essentiel des bases échangeables de l'horizon humifère (7 à 36 mé/100 g) peut être constitué de calcium comme c'est souvent le cas à Bora Bora ou de calcium et de magnésium, ce dernier pouvant, rarement, dominer le calcium. Quant au potassium, il peut, assez fréquemment, atteindre 1 mé/100 g, valeur élevée. Le taux de saturation du complexe absorbant de l'horizon A1 peut ainsi varier de 24 à 74 %.

Plus profondément, au niveau de l'horizon B, la somme des bases échangeables oscille entre 3 et 21 mé/100 g avec, soit dominance du calcium, soit parité entre calcium et magnésium. Le complexe absorbant est saturé en moyenne à 38 %. Les valeurs les plus fréquentes du taux de saturation sont comprises entre 26 et 63 %, parfois elles peuvent atteindre 85 %.

La réserve phosphorique peut être élevée avec parfois plus de 10 % de phosphore total, mais en général elle ne dépasse pas 3 %. Seule une faible proportion du phosphore, largement variable d'un sol à l'autre (40 à 110 ppm), est utilisable par la végétation.

Ces sols sont, tout au long de leur profil, acides à faiblement acides, leur pH pouvant varier en surface entre 4,9 et 6,2 et en profondeur entre 4,7 et 6,2.

. Les sols ferrallitiques fortement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion

Ce type de sol, à roche-mère basaltique, ne se rencontre, en unités simples, que dans les îles de Raiatea et Moorea. Il recouvre les pentes faibles (< 20 %) de certains bassins versants comme ceux de Faaroa et d'Opunohu. Sur les pentes moyennes (20-50 %) de ces mêmes îles, ils sont associés aux sols ferrallitiques faiblement désaturés. Il en est de même pour les pentes moyennes et faibles des autres îles, sauf Bora Bora.

Caractéristiques physico-chimiques

Cette portion de la couverture pédologique dérivée du soubassement basaltique est, comme le reste, peu épaisse mais nettement plus évoluée.

Les sols sont de texture argilo-limoneuse (avec 30 à 40 % de limons) ou argileuse (jusqu'à 70 % de particules < 2 mm), mais l'horizon A1 apparaît toujours appauvri en argile par rapport à l'horizon A3 ou B1 sous-jacent. Ils sont bien structurés (structure grumelo-polyédrique) donc favorables à un bon drainage. Leur capacité de rétention d'eau est voisine de 40 % à pF 2,5, mais la réserve en eau utile n'y atteint que 10 % environ du poids du sol.

L'étude aux rayons X, d'échantillons d'argile < 2 mm ou de terre fine, souligne l'importance sinon la prépondérance de la gibbsite dans toute l'épaisseur du sol. Elle va de pair avec la forte désilicification que reflète le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ qui oscille entre 1,26 et 0,38 pour une valeur moyenne de 0,70. Il ne reste, en moyenne, dans le sol que 13,7 % de SiO_2 contre 44 % dans la roche-mère. Les teneurs en halloysite sont variables mais souvent très réduites. Le reste du cortège minéralogique est constitué de minéraux ferrifères (hématite, goethite, ilménite parfois, magnétite résiduelle) auxquels s'ajoute parfois un peu d'anatase.

L'action hydrolysante des eaux de pluie a, comme pour la silice, conduit à une mise en solution et à un fort entraînement des éléments alcalins et alcalino-terreux. Du calcium, du magnésium, du potassium et du sodium libérés par la roche-mère (17 à 19 %), il ne reste pratiquement rien (0,5 à 1 %).

L'horizon humifère, épais d'une vingtaine de cm, est riche en matière organique dont la teneur varie avec la nature du couvert végétal. Celle-ci est en moyenne de 10,7 %, les valeurs extrêmes allant de 5,1 à 14,6 % et les plus élevées correspondent aux sols sous lande à *Anuhea* (*Gleichenia linearis*), fougère dense. La pénétration de

la matière organique en profondeur est assez importante puisqu'à 40 cm on en trouve encore 2,5 %.

Les teneurs en azote ne sont pas suffisamment élevées pour induire un rapport C/N satisfaisant. Il est, en moyenne, proche de 20 dans l'horizon humifère, les extrêmes pouvant atteindre 12 et 25. Ces chiffres traduisent la lente décomposition de la matière organique.

Ces sols sont acides tout au long de leur profil avec un pH moyen de 5,0 en surface (4,5 à 5,5), ne décroissant que faiblement avec la profondeur.

Malgré une richesse équivalente en matière organique, l'horizon humifère présente une capacité d'échange sensiblement inférieure à celle des sols ferrallitiques faiblement désaturés. Bien que la valeur puisse chuter à 10 mé elle varie en général de 17 à 28 mé/100 g pour une valeur moyenne de 25 mé/100 g. Cette valeur est élevée et surévaluée du fait de sa mesure à pH 7,0, mais proche de celle observée pour les sols faiblement désaturés. La capacité d'échange chute à 14 mé/100 g en profondeur.

Le taux de saturation du complexe absorbant chute fortement par rapport aux sols précédents. S'il peut atteindre 18 % en A1, il y est le plus souvent inférieur à 11 % pour généralement s'abaisser autour de 6 % dans les horizons B.

Cela signifie que le complexe d'échange est extrêmement pauvre en tous les éléments, calcium, potassium aussi bien que magnésium, dans tout le profil y compris les horizons humifères les mieux pourvus. Il est rare d'obtenir, pour ces derniers, des valeurs aussi élevées que 3,60 et 1,88 mé/100 g, respectivement pour le calcium et le magnésium. Pour les horizons humifères et B, les valeurs moyennes sont de 1,70 et 0,37 mé/100 g pour le calcium ; 0,88 et 0,37 mé/100 g pour le magnésium ; 0,16 et 0,03 mé/100 g pour le potassium.

Les teneurs en phosphore total de l'horizon humifère sont moyennes (1,2 à 2,9 ‰, soit 2 ‰ en moyenne). Cependant, une très faible proportion de ce phosphore se révèle assimilable par la végétation : 29 ppm en moyenne soit 1,5 % du phosphore total.

e) Fertilité, aptitudes culturales

Excepté pour ceux manquant de profondeur, les propriétés physiques de ces sols sont satisfaisantes, tant pour ce qui concerne la structure que la porosité ou la perméa-

bilité. Leur richesse repose pour une grande part sur la matière organique, abondante mais pas très bien humifiée.

Des différences sensibles apparaissent cependant au niveau de la fertilité chimique de ces sols, en relation avec leur degré de saturation. Les sols les mieux saturés sont bien pourvus en calcium et en magnésium échangeables, moins bien en potassium et plutôt mal en phosphore assimilable.

Les sols les plus fortement désaturés sont aussi les plus acides et voient leur fertilité fortement affectée, d'autant plus que les réserves minérales y sont presque nulles. Cela peut être compensé par une bonne fertilisation minérale. Certains de ces sols peuvent ainsi être utilisés pour des cultures maraîchères ou vivrières, y compris sur des pentes assez fortes, à condition de prendre des mesures anti-érosives simples (bandes d'arrêt, paillage, couverture végétale). Cependant ils devraient, de préférence, recevoir des cultures ne nécessitant que peu de travaux ou des cultures arbustives pérennes. Sur les pentes excessives, seuls les reboisements sont envisageables.

3.2 - Sols ferrallitiques sur roches trachytiques

On les rencontre à Moorea, Huahiné et surtout au nord-ouest de Raiatea où ils s'étendent sur près de 1200 ha. Sur cette île, ils recouvrent des pentes moyennes ou fortes mais également les pentes faibles (5 à 20 %) des plateaux de Temehani Rahi et de Temehani Ute Ute.

Les roches, gris-clair à gris-verdâtre, plus claires que les basaltes, plus siliceuses et plus acides aussi, s'altèrent en un matériau blanc-grisâtre. Le sol n'y est guère plus profond que sur les basaltes.

a) Morphologie

Le profil moyen se présente ainsi :

Horizon A1 de 0 à 10-20 cm : gris-brun ; 5 à 10 % de matière organique ; argileux à argilo-limoneux (35 à 75 % d'argile, 12 à 40 % de limons) ; 10 à 30 % d'éléments > 2 mm ; structure polyédrique fine à très fine ; friable et poreux.

Horizon B1 de 10-20 à 35-45 cm : gris jaune (5 YR 5/8) à jaune-orangé (5 YR 7/8) argileux à argilo-limoneux ; 2 à 10 % de lithoreliques ; structure polyédrique fine ; plus compact ; poreux.

Horizon B3 C de 35-45 à 80-120 cm : gris-jaune (5 YR 5/8) à rougeâtre (2,5 YR 4/6) ; argileux à limono-argileux (22 à 55 % d'argile, 20 à 60 % de limons) ; 5 à 10 % de lithoreliques ; poreux ; cohérent.

Horizon C1 : (apparaissant à 80-120 cm) roche altérée blanchâtre à jaune-orangé ou gris-violacé, et matériau sablo-limono-argileux.

b) Caractéristiques physico-chimiques

Le complexe d'altération de ces sols est, à l'instar des sols issus des basaltes, marqué par un appauvrissement variable en silice. C'est ce que souligne le rapport $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ généralement compris entre 1,20 et 1,80, mais qui peut descendre à 0,40 sur les plateaux de Raiatea avec, alors, seulement 10 % de silice et 60 % de gibbsite.

Cette dernière ne dépasse toutefois que rarement 10 à 20 % et accompagne l'halloysite ou, dans l'horizon d'altération de certains sols des dômes phonolitiques de Huahiné, la kaolinite ou fire-clay (50 à 70 %).

Les teneurs en fer (hématite et goéthite) et en titane sont nettement plus faibles que dans les sols issus des basaltes. Sur les plateaux Temehani à Raiatea, elles atteignent respectivement 8 à 12 % et 1 à 2 %.

Les roches trachytiques étant pauvres en bases alcalino-terreuses, (tableau 2), comparativement aux roches basaltiques qui en renferment de 6 à 13 fois plus, il n'est pas étonnant qu'elles portent des sols pratiquement dépourvus de réserves calcique et magnésienne. Il en est de même pour le potassium bien que les trachytes en soient 4 fois plus riches que les basaltes.

Les teneurs en matière organique sont satisfaisantes bien que plus faibles que dans les sols sur basalte. Les plus mal pourvus sont ceux des plateaux de Raiatea avec, en moyenne, 5,4 % et un rapport C/N de 17. Cette teneur atteint 7 % sur les dômes phonolitiques de Huahiné mais avec un rapport C/N croissant pouvant atteindre 26.

La capacité d'échange de la fraction minérale de l'horizon B est faible, nulle part elle ne dépasse 6 à 8 mé/100 g. Dans les horizons humifères des sols des plateaux de Raiatea elle atteint de 12 à 20 mé/100 g. et 30 mé/100 g dans ceux des dômes phonolitiques de Huahiné.

Le taux de saturation du complexe absorbant est faible, inférieur à 10 % dans les horizons B des sols des plateaux de Raiatea, mais il peut croître jusqu'à 20 % dans les mêmes horizons des autres sols. Tous ces sols sont

fortement désaturés. Les premiers ont de fortes carences pour toutes les bases échangeables (calcium, magnésium et potassium) dont la somme ne dépasse que rarement 1 mé/100 g dans les horizons humifères. Les mêmes horizons des autres sols « trachytiques » sont un peu plus riches en calcium (1,3 à 4,7 mé/100 g) et en magnésium (1,2 à 3,8 mé). Il en est de même du phosphore : 1,5 ‰ contre 0,6 ‰ sur les plateaux.

c) Fertilité, aptitudes culturales

La capacité agrologique de ces sols est médiocre. Ils sont handicapés par une très faible fertilité naturelle à laquelle s'ajoutent des caractéristiques physiques peu favorables comme leur sensibilité à l'érosion, leur profondeur souvent limitée et la présence fréquente de graviers en surface. De plus, ils sont souvent d'accès difficile. Ils peuvent convenir au reboisement, ce qui est déjà pratiqué à Huahiné et Raiatea.

II - LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE DES MATÉRIAUX D'APPORT, D'ORIGINE VOLCANIQUE (ZONES BASSES DES ÎLES)

Les sols peu évolués d'apport se développent dans des produits arrachés aux pentes par l'érosion puis accumulés dans les zones basses : plaines littorales, vallées et certains bas de pentes.

Ces matériaux proviennent, en majeure partie, de sols ferrallitiques livrant à la sédimentation un matériau déjà très évolué. Ces apports proviennent, pour l'essentiel, de la couverture pédologique recouvrant les bassins versants où la roche-mère a déjà subi une évolution de type ferrallitique. Malgré tout, ces sols sont dits « peu évolués » car les dépôts sont encore trop récents pour avoir permis une réelle différenciation du profil. De plus ils diffèrent très nettement de leur origine ferrallitique, en particulier par l'incorporation de minéraux résiduels calco-magnésiens au cours du transfert et de la sédimentation.

1 - Les sols de la plaine littorale

La plaine littorale est issue du démantèlement, par l'érosion marine, de la base des cônes volcaniques émergés. Les éléments détritiques, essentiellement basaltiques, ainsi accumulés, ont partiellement émergé lors du dernier abaissement du niveau marin survenu il y a environ 3000 ans. Par la suite, l'érosion se poursuivant, ils ont été

progressivement recouverts par des apports colluviaux-alluviaux dont l'épaisseur va décroissant en direction du lagon.

Des débris calcaires, issus du démantèlement des récifs coralliens, ont à leur tour, localement, recouvert ces matériaux terrigènes comme, par exemple à Moorea sur plus de la moitié de la plaine littorale. Celle-ci a une largeur souvent très réduite, atteignant rarement 500 m.

La plaine littorale n'émergeant que très peu au-dessus du niveau de la mer, la quasi-totalité de ses sols sont soumis, à un niveau variable de leur profil, à l'emprise plus ou moins forte de l'eau. Tant que celle-ci ou ses manifestations (taches rouille) n'affectent pas la partie supérieure du sol, ce ne sont pas des sols hydromorphes. Mais très souvent l'engorgement est total, qu'il soit lié au mauvais drainage interne ou externe des eaux pluviales, à des résurgences, ou encore à la trop forte remontée de la nappe phréatique.

L'ensemble des sols de la plaine littorale de Moorea et des îles Sous-le-Vent couvre plus de 5000 ha, ce qui représente, en moyenne, moins de 10 % de leur superficie totale. Toutefois, d'importantes variations sont à signaler d'une île à l'autre : Moorea : 10 %, Huahiné : 12 %, Tahaa : 8 %, Raiatea : 6 %, Bora Bora : 10 %.

Ces sols se partagent en trois types : sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial, dominants à Raiatea ; sols calcomagnésiques carbonatés (chapitre B) dominants à Moorea et sols hydromorphes, essentiellement minéraux.

1.1 - Les sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial

L'hydromorphie y apparaît généralement à faible profondeur (entre 40 et 100 cm). Leur texture, fine, varie tant latéralement que verticalement, entre les pôles argileux et limoneux, avec toutefois une dominante argilo-limoneuse. Des niveaux plus sableux apparaissent assez souvent en profondeur, tandis qu'à l'aplomb des falaises les éléments grossiers sont fréquents.

Le sol est assez bien structuré mais l'apparition fréquente, en période de sécheresse, de petites fentes de retrait, trahissant la présence d'argile gonflante, peut créer une structure plus grossière. La composition chimique du sol est liée à celle du matériau originel. Celui-ci peut être déjà, nous l'avons vu, fortement évolué et appauvri ou, au contraire, avoir hérité certains des constituants de la roche-mère et donc de sa richesse.

Le sol issu du premier type de matériau (évolué) se caractérise par son faible résidu d'attaque à l'analyse triacide (absence de minéraux résiduels), un fort appauvrissement en silice par rapport à la roche basaltique (-50 %) et, corrélativement, un fort enrichissement en fer (+50 %), en alumine (+30 %) et en titane (+50 %), de très faibles teneurs en éléments alcalins et alcalino-terreux (moins de 2 %, soit 1/10 de la teneur de la roche).

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 2$ sur l'ensemble du profil, est le reflet du caractère ferrallitique du matériau original, la fraction argileuse étant de l'halloysite. On y trouve aussi associés des minéraux ferrugineux (hématite, magnétite, ...) un peu de gibbsite, un peu de rutile. La quantité de matière organique est importante en surface (5 à 7 %, C/N de 13) et sa teneur ne décroît que progressivement avec la profondeur.

La capacité d'échange est assez forte (25 à 30 mé/100 g) et est saturée à 50 %. Il y a peu de potassium (0,3 mé/100 g en surface) tandis que les teneurs en calcium et magnésium atteignent 7 à 8 mé/100 g, celle en phosphore total 2 à 4 ‰. L'acidité, moyenne en surface (pH 5,5), décroît sensiblement en profondeur (pH 6,5).

Le sol issu du matériau enrichi laisse, à l'analyse triacide, un résidu d'attaque compris entre 10 et 20 % environ du poids du sol. Il apparaît constitué de minéraux résiduels : pyroxènes (augite) et feldspaths plagioclases (labrador) hérités de la roche basaltique. Ces minéraux contribuent à enrichir le sol en calcium et magnésium.

Le sol est également plus riche en silice (30 à 40 %), calcium (1,5 à 4 %), magnésium (2 à 5 %) et potassium (0,1 à 0,2 %), mais il contient moins de fer (15 à 19 %), d'alumine (12 à 17 %) et de titane (3 à 5 %) que le précédent.

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ proche de 3,5 témoigne de la présence de minéraux phylliteux de type smectites (argile gonflante). Ces minéraux de néoformation sont caractéristiques des milieux sédimentaires au drainage ralenti, relativement riches en bases, notamment Ca et Mg. Ils confèrent au sol sa forte capacité d'échange pouvant dépasser 50 mé/100 g et ses caractères vertiques. Les smectites sont accompagnées d'halloysite, de minéraux ferrugineux (hématite, magnétite, goéthite), d'un peu d'anatase et de rutile.

Les teneurs extrêmes en matière organique fluctuent entre 4 et 13 %, (moyenne = 7 %) et le rapport C/N entre 11 et 16.

Les différences les plus sensibles, par rapport au sol précédent, apparaissent dans l'état du complexe absorbant. Sa forte capacité d'échange est presque entièrement saturée par du calcium et du magnésium, présents l'un et l'autre à hauteur de 15 à 25 mé/100 g, ainsi que du potassium (0,8 mé/100 g en Al).

Les teneurs en phosphore total (3 ‰) sont identiques à celles du sol précédent. La réaction est moins acide en surface et devient neutre en profondeur.

1.2 - Les sols hydromorphes

Ils recouvrent de 10 à 30 % de la superficie de la plaine littorale des diverses îles (1200 ha au total) qui, bien souvent, émergent à peine au-dessus du niveau de la mer.

Les sols hydromorphes sont caractérisés par l'excès d'eau résultant d'un engorgement temporaire ou permanent, de surface, d'ensemble ou de faible profondeur.

La durée et les modalités de l'engorgement peuvent avoir une influence importante sur le développement de la couverture végétale naturelle. Il peut en résulter une accumulation de matière organique tourbeuse dans des conditions d'anaérobiose plus ou moins intense.

Au total, les sols hydromorphes sont de deux types : sols hydromorphes minéraux, les plus fréquents et sols hydromorphes organiques pouvant apparaître dans les secteurs marécageux déprimés.

Les sols hydromorphes minéraux ou peu humifères sont facilement reconnaissables sur le terrain par deux aspects. Ils présentent soit des taches et des traînées rouille jusqu'en surface (pseudogley), celles-ci trahissant l'engorgement périodique avec son alternance d'oxydation et de réduction du fer, soit d'une coloration gris-bleuté (gley) marquant les horizons engorgés en permanence ou durant la majeure partie de l'année. Une telle emprise de l'eau est essentiellement fonction de la topographie locale.

Caractéristiques

Les caractéristiques physico-chimiques des sols hydromorphes minéraux diffèrent peu de celles des sols peu évolués d'apport de la plaine littorale. Le sol est faiblement acide en surface (pH de 5,6 à 6,1), et atteint la neutralité en profondeur (pH de 6,7 à 7,2).

La capacité d'échange cationique moyenne décroît de l'horizon humifère vers la profondeur de 30 à 24 mé/100 g, son degré de saturation moyen allant de 65 à 90 %.

La teneur en matière organique de l'horizon humifère varie peu, d'un secteur à l'autre, sa valeur moyenne est de 7 %. Quant aux teneurs en phosphore total, elles vont de 1 à 4 ‰.

Les sols hydromorphes organiques se trouvent dans les secteurs marécageux déprimés. Lorsque la saturation en eau est totale et quasi-permanente, il peut se former de la tourbe par accumulation de grandes quantités de matière organique en conditions d'anaérobiose.

De tels sols tourbeux sont peu abondants et peu étendus dans les îles Sous-le-Vent. Ils sont de deux types :

- **sols à tourbe semi-fibreuse, oligotrophes**, fortement acides (pH ~ 4,5), où l'épaisseur des végétaux mal décomposés peut atteindre de 30 à 60 cm.

- **sols à tourbe altérée, mésotrophes**, brun-foncé, à matière organique bien humifiée en surface, reposant sur une épaisseur variable de débris organiques mal décomposés, accumulés sur un gley limono-argileux.

Ces sols, qui demeurent constamment imbibés d'eau, sont moins acides que les précédents (pH de 5,9 à 6,9). Ils possèdent une forte capacité d'échange (60 à 120 mé/100 g) et sont saturés, à plus de 50 %, par du calcium essentiellement et du magnésium.

1.3 Fertilité, mise en valeur des sols de la plaine littorale

La fertilité des **sols peu évolués** de la plaine littorale est très supérieure à celle des sols des hauteurs des îles.

Ils sont souvent enrichis en silice et minéraux argileux, ce qui favorise la rétention des cations et la réduction de la fixation du phosphore. Ils sont aussi fréquemment enrichis en minéraux hérités de la roche, réserve potentielle calcomagésienne et en bases échangeables, ce qui entraîne un haut degré de saturation du complexe d'échange. Ces facteurs, associés aux bonnes teneurs en matière organique bien évoluée, ont un impact favorable sur la structuration du sol et son activité biologique.

Cependant, la mise en valeur de ces sols nécessite, lorsqu'ils sont soumis à une trop forte emprise de l'eau,

un contrôle préalable de cette dernière. L'aménagement des axes de drainage naturels ou la création d'un système de drainage adéquat permet l'évacuation des eaux excédentaires. Ces aménagements sont toutefois gênés par la proximité de la nappe phréatique.

Les sols hydromorphes minéraux susceptibles d'être correctement drainés pourraient avoir la même utilisation que les sols non hydromorphes. Quant aux **sols tourbeux**, leur mise en cultures est également subordonnée à leur drainage. Cependant, afin d'éviter le dessèchement irréversible de la tourbe, il est nécessaire de ne pas creuser trop profondément les fossés, de telle sorte que le niveau de la nappe se maintienne à environ 50 cm de la surface, ce qui est, ici, très difficile.

Une fois aménagés ces sols peuvent être adaptés aux cultures maraîchères ou vivrières.

2 - Sols des formations alluviales fluviales

2.1 - Les terrasses alluviales

De petites terrasses alluviales bordent le cours inférieur de la plupart des rivières, mais les dépôts alluviaux importants ne se rencontrent qu'en bordure des plus longs cours d'eau des grandes îles. Grossières et essentiellement caillouteuses à l'amont, les alluvions s'affinent progressivement vers l'aval. Dans les basses vallées, là où le cours d'eau s'assagit, se sont déposées des formations limono-sableuses à limoneuses, argileuses parfois.

C'est seulement à Raiatea, dans toute la partie basse de la vallée de Faaroa que les sols alluviaux occupent des superficies relativement importantes. L'Apoomau est en effet, dans la partie inférieure de son cours, bordée par des terrasses alluviales hautes de 1 à 3 mètres environ au-dessus du cours d'étiage actuel et dont la largeur peut dépasser 500 m. L'abaissement eustatique du niveau marin, survenu il y a quelque 3 000 ans, est à l'origine de la reprise de l'érosion et de la mise en relief de ces terrasses.

L'hétérogénéité, aussi bien latérale que verticale, des dépôts alluviaux, est la règle. En général, cependant, les terrasses alluviales sont constituées par un amoncellement de blocs roulés, galets, graviers enrobés dans une matrice sableuse ou limoneuse et recouverts par un matériau de granulométrie fine, sables, limons ou argile, épais de

quelques centimètres à plus de 2 mètres. Des dépôts argileux, dus à des débordements récents des rivières peuvent, localement, recouvrir le tout. À l'origine d'une mauvaise infiltration de l'eau, ils conduisent à une hydromorphie de surface.

À des profondeurs variables, mais le plus souvent faibles, la quasi-totalité des sols développés sur les alluvions sont soumis à l'emprise de l'eau.

2.2 - Caractéristiques des sols

Comme ceux de la plaine littorale, les sols alluviaux des basses vallées renferment des teneurs plus ou moins importantes de minéraux résiduels, pyroxènes (augite) et feldspaths plagioclases, réserve potentielle en calcium et magnésium. La fraction fine, assez riche en oxydes de fer, hématite et magnétite, renferme des teneurs variables en minéraux phylliteux, halloisite et smectites.

Bien que le sol soit fréquemment argileux en surface, des teneurs relativement élevées à fortes en matière organique (4 à 15 % et C/N de 10 à 15) contribuent à la constitution d'une assez bonne structure grumeleuse à polyédrique fine.

Le pH, moyennement acide en surface (5,1 à 5,8) croît de plus d'une unité en profondeur.

La forte capacité d'échange (25 à 50 mé/100 g), comme son degré de saturation (40 à 80 %) sont proches de ceux des sols colluviaux. Le calcium (1 à 20 mé/100 g) et le magnésium (6 à 12 mé/100 g) échangeables y sont abondants. Le potassium dépasse rarement 0,5 mé/100 g, le phosphore total atteignant 3 à 4 %.

2.3 - Mise en valeur

L'excès d'eau constitue le principal facteur limitant les possibilités de mise en valeur de ces sols.

Leur valeur agrologique est fonction de la localisation de l'engorgement par rapport à la surface et de sa durée. Elle peut-être améliorée par une bonne maîtrise de l'eau : drainage, sous-solage parfois. En dehors des zones basses ou dépressionnaires où l'hydromorphie apparaît jusqu'en surface, ce sont des sols de bonne fertilité chimique, généralement bien pourvus en matière organique évoluée.

Ils conviennent aux cultures maraîchères, vivrières, bananières.

3 - Sols des formations colluviales

Ce sont des formations détritiques accumulées au bas de certaines déclivités, selon une pente généralement modérée et qui n'ont donc subi qu'un court transport. Les matériaux colluvionnés ont cependant pu, préalablement à leur transfert, subir une évolution de type ferrallitique. Ils ont pu aussi s'enrichir en débris de roches, en minéraux résiduels riches en bases.

Il s'y développe des **sols peu évolués d'apport colluvial**.

3.1 - Caractéristiques des sols

Les sols issus de ces accumulations colluviales sont bruns à noirs, profonds, de bonne porosité, de texture rapidement variable latéralement et verticalement.

Ce sont des sols faiblement acides (pH de 5,6 à 6,2 en surface), riches en matière organique bien évoluée : 5 à 14 % en surface (moyenne : 8,6 %), à rapport C/N de 12 à 14 et encore 2 % à 50 cm de profondeur.

La capacité d'échange, assez élevée en surface (30 à 50 mé/100 g) le demeure dans l'ensemble du profil : 20 à 26 mé/100 g à 1 m. Une somme élevée de cations échangeables en assure la saturation à plus de 50 % : Ca = 10 à 18 mé/100 g, Mg = 3 à 7 mé, K = 0,5 à 1,1 mé, les équilibres cationiques étant satisfaisants. Quant aux teneurs en phosphore total et assimilable, elles atteignent respectivement 7 ‰ et 200 à 700 p.p.m.

3.2 - Utilisation

Bien drainés, correctement structurés, profonds, riches en matière organique bien humifiée et bien pourvus en cations échangeables, les sols peu évolués d'apport colluvial sont à classer parmi les meilleurs, à condition que la pente soit modérée.

Ils offrent d'intéressantes possibilités pour les cultures vivrières, maraîchères, ou de la vanille.

B - LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE DES FORMATIONS CORALLIENNES

La couverture pédologique des îles de la Société comporte une part plus ou moins importante de sols carbonatés (calcomagnésiques). Qu'ils appartiennent à la plaine littorale ou aux îlots coralliens périphériques, tous ces sols se développent dans des sables ou débris calcaires issus du démantèlement des récifs coralliens.

Chacune des îles hautes volcaniques présentée dans cette étude est en effet, avec son récif frangeant, enfermée dans l'anneau corallien du récif barrière. Des portions plus ou moins étendues de celui-ci émergent, constituant autant d'îlots coralliens ou "motu", identiques à ceux des atolls.

Les "motu" prennent assise sur le platier, plate-forme corallienne, partiellement morte dont la largeur va de quelques centaines de mètres à près de 2 kilomètres. La majeure partie en est immergée sous une lame d'eau n'excédant pas quelques décimètres, tandis que les "motu" n'émergent que de quelques mètres (1 à 5) au-dessus du niveau des plus hautes eaux.

Ces "motu" sont pratiquement inexistantes à Moorea. Ils prennent de l'importance au nord et à l'ouest de Huahine où le lagon demeure étroit. Celui-ci s'élargit à Raiatea et à Tahaa où le récif n'émerge que très localement. C'est à Bora Bora (et à Maupiti, non cartographiée) dont seule une faible partie du cône volcanique émerge encore, que le lagon est le plus large et les "motu" les plus nombreux et les plus étendus.

1 - Les substrats coralliens des "motu"

Les "motu", dont la largeur ne dépasse généralement pas 300 à 400 m, résultent de l'accumulation de débris organogènes sur un soubassement exondé lors du plus récent abaissement du niveau marin. Ce soubassement peut correspondre, localement, à une dalle bioconstruite ou à un conglomérat (Gabbrie et al., non daté). Celui-ci est un mélange de graviers et de blocs cimentés en milieu immergé et datant du Pliopléistocène ou du Miocène (Bourrouilh-Le Jan, 1984).

Ce sont surtout les violentes tempêtes qui sont responsables de la formation des "motu", comme en témoignent les accumulations de blocs coralliens constituant le rempart bordant les plages océaniques. Les fragments arra-

chés par les vagues sont entraînés d'autant plus loin qu'ils sont plus fins et sont ainsi progressivement piégés sur le soubassement exondé.

Une coupe transversale des îlots coralliens montre ainsi une côte océanique élevée constituée de matériaux grossiers et une côte lagonaire basse sableuse. Entre les deux, le tri granulométrique très net du matériau a été opéré dès l'instant de son accumulation, par l'eau essentiellement, plus accessoirement par le vent.

Il en résulte un milieu partagé en 3 types de sites très nettement différenciés par la nature des matériaux et par les peuplements végétaux qui y sont associés :

- des *secteurs caillouteux* à végétation arbustive éparse et chétive,
- des *secteurs sableux* où la forêt initiale est le plus souvent remplacée par la cocoteraie et où apparaissent,
- des *zones déprimées marécageuses*.

Le matériau corallien est quasi exclusivement constitué d'éléments carbonatés : carbonate de calcium (aragonite et calcite) pour l'essentiel (93 % en moyenne) et carbonate de magnésium (2 à 3 %). Ce dernier peut augmenter jusqu'à 8 %, lorsqu'apparaissent des quantités notables de sables à foraminifères. La silice et les éléments métalliques n'apparaissent qu'à l'état de traces.

2 - L'eau douce dans les îlots coralliens

Il existe, dans les îlots coralliens, des réserves d'eau douce en quantités relativement élevées sous la forme de lentilles dites de « Ghyben-Herzberg » dont l'importance est fonction de la dimension et de la forme de l'îlot ainsi que des précipitations (de la saison) et de la perméabilité du matériau.

Ces lentilles se constituent sur l'eau salée sous-jacente, contenue dans le matériau corallien. Plus légère que l'eau salée, l'eau douce flotte sur cette dernière à la manière d'un iceberg. Mais seule une petite partie demeure au-dessus du niveau moyen de l'eau du lagon et de l'océan, tandis qu'un volume beaucoup plus important, repoussant l'eau salée, pénètre au-dessous de ce niveau. On peut y accéder par pompage au niveau de petits puits de 1 à 3 m de profondeur ou à l'aide de crépines à pointes filtrantes.

Sur le motu pseudo-circulaire de Tevairoa à Bora Bora, dont la superficie avoisine 200 ha, la lentille d'eau douce s'enfonce jusqu'à -30 m en saison des pluies et -27 m en

saison sèche ; 1 m demeurant au-dessus du niveau marin. Le volume d'eau stockée se situe entre 3 et 5 millions de m³ (Meyer, 1980). Dans la plupart des "motu", il est ainsi possible d'obtenir une partie de l'eau douce nécessaire aux besoins familiaux et à l'irrigation.

3 - Genèse et répartition des sols sur les îlots coralliens

3.1 - La genèse des sols de ces substrats carbonatés résulte de trois processus :

- un *apport de matière organique* dont l'importance est liée à la nature et à la densité de la végétation. Elle est généralement intimement mélangée au matériau calcaire mais peut aussi s'accumuler dans les secteurs marécageux.

- un *microfractionnement et une dissolution partielle du matériau calcaire*, sous l'action des eaux de percolation acidifiées par la matière organique. Le calcaire ainsi dissout peut reprécipiter sous la forme de minuscules particules calcitiques de la taille des argiles et des limons. La teneur de ces "argiles" peut atteindre 30 à 40 % du poids des sols marécageux.

- la *cimentation*, par dépôt de calcaire dissout, du matériau détritique sableux au niveau de la frange capillaire qui surmonte la nappe d'eau douce (Trichet, 1969). Cette induration (croûte tendre ou véritable dalle calcaire) peut affecter une tranche de sol de 20 à 50 cm, à des profondeurs variant avec la situation sur le motu.

3.2 - Les types de sols, leur distribution

De l'Océan au lagon, le matériau détritique originel s'affinant, les sols sont marqués par une croissance simultanée des teneurs en matière organique et en "argile". En même temps, la croûte calcaire s'épaissit et, suivant la nappe, se rapproche de la surface.

Hormis les sols minéraux bruts de la bordure océanique, les sols des "motu" sont de deux types :

- des *rendzines* :
 - . rendzines pauvres en calcaire fin ou actif, sur substrat graveleux, dans la zone de transition aux formations sableuses ;
 - . rendzines riches en calcaire actif susceptible de se solubiliser rapidement et à croûte calcaire tendre, sur les formations sableuses ;

- des sols hydromorphes à anmoor calcique et croûte calcaire dure et des sols tourbeux eutrophes, dans les dépressions marécageuses.

a) Sols sur substrat calcaire graveleux

Après la zone rocailleuse océanique vient un large secteur au substrat graveleux à gravelo-sableux qui assure le passage progressif au secteur sableux conduisant au lagon.

La végétation y est un maquis arbustif où domine *Pandanus tectorius*. La cocoteraie a, parfois, été étendue à ce secteur.

Les sols graveleux, voire pierreux en surface, renferment de notables quantités de sables coralliens et coquillers très grossiers dont la teneur croît avec la profondeur et très peu d'« argile » (2 à 10 %).

La matière organique les colore en gris-brun sur 20 à 25 cm, puis en gris-clair jusqu'à 50 cm approximativement tandis que plus profondément, vers 75 cm, peut apparaître un début de cimentation pouvant affecter le matériau sur 20 à 30 cm. La nappe apparaît immédiatement en dessous.

L'horizon humifère brunâtre renferme de 6 à 8 % de matière organique bien évoluée, riche en azote ($N = 3$ à 4% , $C/N = 12$ à 14). Cet horizon est modérément alcalin avec un pH de 7,3 à 8,2 qui croît avec la profondeur pour atteindre 8,6 vers 1 m. La capacité d'échange y est assez élevée (16 à 25 mé pour 100 g) et totalement saturée par le calcium surabondant associé à un peu de magnésium, la somme des cations échangeables étant très nettement supérieure à la capacité d'échange cationique.

b) Sols sur substrat calcaire sableux

Le substrat le plus fin, bien qu'encore assez grossièrement sableux, occupe en général entre le tiers et les deux tiers des îlots coralliens, côté lagon, et la quasi-totalité des secteurs calcaires des plaines littorales des îles hautes.

Les cocoteraies, ainsi que les cultures maraîchères (principalement pastèques, melons ou poivrons) sont établies prioritairement sur ces sols, de sorte qu'il reste peu de chose de la végétation primitive. On ne retrouve pas ici les grands arbres comme *Pisonia grandis* encore épargnés sur certains "motu" des atolls, mais seulement des peuplements arbustifs là où la cocoteraie n'a pas pris le relais de la végétation primitive.

Un arbre cependant domine localement, *Guettardia speciosa* (Tefano) associé à des arbustes tels *Euphorbia atoto* (Atoto), *Morinda citrifolia* (Vono) ou *Pandanus* (Fara, Iri), tandis qu'un tapis herbacé à base de *Lepturus repens* (Nanamu) *Triumfetta procumbens* (Urio), *Urema lobato* (Piri Piri, Bidens) recouvre plus ou moins bien le sol.

Le profil moyen du sol, observé sous ce type de végétation, se présente ainsi :

De 0 à 10/20 cm : horizon A11 sableux, sec, brun, humifère (4 à 8 % de matière organique) ; 15 à 25 % de particules fines ; structure grenue fine.

De 10/20 à 40/50 cm : horizon A12 sableux, frais, gris-brun, peu humifère (1 à 2 % de m.o.) ; 10 à 25 % de particules fines ; structure particulaire.

De 40/50 cm à 80/100 cm : horizon B, C, très frais, beige ; sable grossier consolidé par un léger encroûtement calcaire ; quelques racines.

À partir de 80/100 cm : sable grossier, très humide ; quelques racines.

La nappe apparaît à 100/120 cm.

La fraction fine ($< 20\mu$), la plus réactive du calcaire peut atteindre 25 % du poids du sol.

La teneur en matière organique n'est guère plus importante que dans le sol sur substrat graveleux : 4 à 8 % avec $N = 2$ à 5% et C/N de 12 à 14. La réaction de l'horizon humifère est aussi quasiment identique : pH de 7,3 à 8 qui peut atteindre 8,8 en profondeur (80 à 100 cm).

La capacité d'échange de l'horizon humifère, qui peut atteindre 32 mé/100 g, est totalement saturée par le calcium associé à un peu de magnésium. Le potassium n'apparaît qu'en infimes quantités, le sodium entre 0,2 et 0,5 mé/100 g, et la teneur en phosphore total n'atteint pas 2 % (dont 1/10 sous une forme assimilable).

- La réserve hydrique des sols

La capacité de rétention (à pF 2,0) de l'eau, par ces sols coralliens, est en étroite corrélation avec leurs teneurs en matière organique et en particules fines "argilo-limoneuses". Le sol sur matériau graveleux retient 10 % de son poids sec d'eau dont seulement 4 % d'eau utile. Le sol sur matériau sableux a une capacité de rétention de 20 à 30 % avec une réserve d'eau utile de 10 %.

Les sols de Moorea et des îles Sous-le-Vent

c) Sols des dépressions marécageuses

Les petites dépressions sont assez fréquentes sur les îlots coralliens les plus étendus, particulièrement en arrière de la dune bordant le lagon. La nappe proche de la surface y favorise l'installation d'une végétation adaptée à ces stations marécageuses.

Il peut en résulter une accumulation de matière organique conduisant alors à des sols tourbeux.

Ces dépressions sont ainsi le siège de deux types de sols :

c.1) - *Sols hydromorphes à anmoor calcique*

Ce sont les sols les plus fréquents des dépressions marécageuses, colonisées par une végétation à base de Cypéracée (*Cladium jamaicense*).

Dans ce milieu très humide où l'influence de la nappe se fait sentir jusqu'à la surface, il s'est constitué un important horizon humifère et, à faible profondeur, une croûte calcaire très dure.

L'horizon humifère A11, épais de 10 à 15 cm, est brun, pâteux, gorgé d'eau, neutre à légèrement alcalin (pH 7,2 à 7,8). La matière organique, bien mélangée à la matière minérale, est abondante : 30 à 40 %, avec un rapport C/N quasi-constant de 13. La fraction « argileuse » $< 2\mu$ y est beaucoup plus abondante que dans les sols non hydromorphes (environ 35 %), la fraction $< 50\mu$ pouvant atteindre 50 %. La forte capacité d'échange (proche de 70 mé/100 g) est totalement saturée par le calcium associé à un peu de magnésium et à des traces de potassium. Quant au sodium, généralement peu important (0,3 mé) il peut localement être 10 fois plus élevé.

L'horizon A12, grisâtre, épais lui aussi de 10 à 15 cm, est légèrement humifère (environ 2 % de m.o) et plus grossièrement sableux. Il repose sur une croûte calcaire scoriacée, très dure, de 20 à 30 cm d'épaisseur. La nappe permanente apparaît juste en dessous.

c.2) - *Sols tourbeux eutrophes*

Ces sols sont peu fréquents, les plus étendus (3 ha) ont été observés sur le motu Taurere à Bora Bora.

Sous une végétation de Cypéracées, en un milieu toujours saturé d'eau et mal aéré, se sont accumulées, sur 30 à 60 cm, d'importantes quantités de débris organiques.

Cette épaisse couche brune à brun-rougeâtre renferme 86 % de matière organique peu humifiée (C/N = 17), très faiblement acide (pH = 6,8). Sa forte capacité d'échange (150 mé/100 g) est saturée à 82 % par du calcaire et du magnésium dans un rapport de 5/1.

Elle repose sur le sable corallien gorgé d'eau.

Une croûte calcaire très dure apparaît en bordure du marécage, entre 20 et 70 cm de profondeur. Au centre elle n'a pas été décelée à moins de 1,20 m.

3.3 - *Mise en valeur des sols coralliens*

Les sols des îlots coralliens, ou des portions coralliennes des plaines littorales, n'offrent que des possibilités culturales limitées. Légèrement alcalins, sableux ou graveleux, ces sols sont très pauvres en éléments nutritifs, exceptés le calcium et le magnésium ; l'eau y manque parfois.

Ces sols doivent l'essentiel de leur maigre fertilité à la matière organique qui y joue un rôle capital dans la structuration, la formation du complexe absorbant et la fixation des éléments minéraux. Sa grande avidité pour l'eau lui donne un rôle important dans le maintien de l'humidité.

Les carences naturelles en certains éléments-traces sont exacerbées par la nature alcaline du milieu ; grâce à son action acidifiante, la matière organique contribue à réduire ces effets nocifs. Pour cette raison il est important d'assurer sa bonne conservation et de laisser se décomposer les déchets végétaux sans les brûler.

La culture la plus appropriée à ce milieu est celle du cocotier, « **arbre providentiel** » bien adapté aux sols sableux alcalins, s'accommodant même de l'eau saumâtre. Introduit à grande échelle à partir du début du 19^{ème} siècle, son extension s'est poursuivie jusqu'en 1930.

Le rendement des vieilles cocoteraies est très faible, 200 à 250 kg par hectare, mais leur régénération associée à des apports d'oligo-éléments et d'engrais adéquats, permet de dépasser 2 tonnes/ha.

Cependant, depuis plus de trente ans déjà, une agriculture plus rentable est pratiquée à ses dépens sur les îlots ceinturant les îles de la Société : pastèques, melons ou poivrons.

Cette culture ne se pratique pas directement sur le sol corallien, mais sur de la terre rapportée de l'île volcanique voisine. Un réseau dense de trous, de 50 x 50 x 50 cm

environ, est creusé dans le sol ; ils sont ensuite remplis de terre volcanique. L'eau nécessaire à l'irrigation est pompée dans la nappe sous-jacente.

La présence de vastes surfaces planes ainsi que de meilleures conditions phytosanitaires favorisent ce type de culture qui produit, chaque année, plus de 2000 tonnes de melons et de pastèques, avec, pour cette dernière, des rendements de 15 tonnes/ha.

Ce procédé conduit à des rendements élevés la 1^{ère} année, mais ils chutent très rapidement. Pour y remédier, il est nécessaire de procéder au renouvellement de la terre d'apport, partiellement chaque année, en totalité tous les 4 ou 5 ans.

Cette pratique a pour conséquence de supprimer la couche de terre arable sur des dizaines d'hectares des îles hautes. L'impact en est très néfaste pour l'écologie.

C - LES QUALITÉS AGROLOGIQUES DES TERRES D'ORIGINE VOLCANIQUE

Les qualités agrologiques des terres dépendent de plusieurs points : les facteurs édaphiques ou propriétés (physiques et chimiques) intrinsèques des sols et les divers facteurs influant sur la pédogenèse. Parmi ceux-ci la topographie est primordiale.

Les îles hautes sont, pour l'essentiel, constituées de pentes résultant de la dissection des cônes volcaniques. Souvent fortes, elles jouent, avec l'érosion plus ou moins vive qui les affecte, un rôle de premier plan dans la différenciation des sols. Il s'ensuit, pour les zones basses, deux types de formations d'accumulation des éléments détritiques : les alluvio-fluviales des vallées et les colluvio-alluviales de la plaine littorale aux sols encore peu évolués.

Si les facteurs édaphiques sont déterminants jusqu'aux pentes moyennes, au-delà, la pente devient le premier facteur limitant.

Une classification des terres est établie selon leur potentiel agrologique en faisant intervenir les diverses contraintes, tant édaphiques que morphodynamiques, auxquelles elles sont soumises.

Les sols de Moorea et des îles Sous-le-Vent

I - LES CONTRAINTES MORPHODYNAMIQUES

1 - Le relief accidenté

C'est le principal obstacle limitant la mise en valeur des îles hautes. Plus des 3/4 des sols de Moorea et des îles Sous-le-Vent ont des pentes supérieures à 20 % ; leur susceptibilité à l'érosion croît très rapidement avec leur accentuation.

Des mesures effectuées à Tahiti (Servant, 1974) ont montré que, pour des sols ferrallitiques faiblement désaturés, cultivés sans mesures antiérosives particulières, ayant des pentes de 50 % et recevant 2500 mm de pluie dans l'année, l'érosion emportait, chaque année, 80 tonnes de terre par hectare, soit environ 1 cm du sol. Cette perte tombe à 1 t/ha sous forêt, dans les mêmes conditions. Cela démontre la nécessité de bonnes pratiques culturales, avec protection du sol, tant au moment des cultures qu'entre les différents cycles.

Il semble difficile d'introduire la mécanisation dans les cultures annuelles qui nécessitent des travaux fréquents, sur des pentes dépassant 20 %, à moins d'employer des mesures antiérosives efficaces. Il arrive toutefois que soient ainsi cultivés, localement, des terrains pouvant avoisiner 40 %. Certains flancs de montagnes, jusqu'à 50 %, voire 60 %, sont, d'autre part, susceptibles d'être cultivés selon les méthodes traditionnelles.

2 - L'emprise de l'eau

Les sols des plaines et des basses vallées n'émergent, bien souvent, que de très peu au-dessus du niveau de la pleine mer. Ils sont pratiquement tous soumis, à profondeur variable, à l'emprise de l'eau. Lorsqu'il est possible, le drainage s'impose, mais bien souvent l'engorgement est total, voire l'inondation, à chacune des périodes de fortes précipitations.

Des secteurs déprimés, engorgés en permanence, sont submergés en saison pluvieuse. Ils peuvent se constituer en marécages au sol tourbeux.

II - LES CONTRAINTES ÉDAPHIQUES

Les contraintes inhérentes au sol sont de deux ordres : physiques et chimiques.

1 - Contraintes physiques

Certaines sont constituées par des obstacles non modifiables par l'utilisateur, telles la profondeur et la texture, tandis que d'autres peuvent l'être plus ou moins facilement, comme la structure.

a) La profondeur utile

C'est l'épaisseur de la partie supérieure, meuble, du sol jusqu'à l'apparition d'éléments ou facteurs freinant ou s'opposant à la pénétration des racines. Ces entraves se présentent sous la forme :

- d'un horizon d'altération plus ou moins durci,
- de sol caillouteux, graveleux ou gravillonnaire. Les éléments grossiers ne deviennent un obstacle, pour de nombreuses plantes, qu'au-delà d'un pourcentage élevé, proche de 50 %,
- d'une nappe phréatique ou d'une nappe perchée pour les sols alluviaux.

La profondeur du sol est une caractéristique primordiale. Elle règle la faculté d'enracinement des cultures et donc leur possibilité d'alimentation hydrique et minérale. Dans ces îles, où les sols érodés, peu profonds, sont abondants, ce peut-être une limitation très stricte à un aménagement. C'est en particulier le cas pour l'ensemble des sols des très fortes pentes, supérieures à 50 %, dont la profondeur excède rarement 50 cm et qui, de surcroît, peuvent être graveleux (sols bruns tropicaux peu différenciés, sols pénévulés d'érosion, une partie des sols ferrallitiques).

b) La texture et la minéralogie

La texture exprime la proportion dans le sol, des éléments constitutifs de différentes tailles, jusqu'à 2 mm. Les sols encore peu différenciés, souvent graveleux, tels certains sols brunifiés sont à dominante sableuse. Dans les autres sols brunifiés ainsi que dans les sols ferrallitiques dominent les fractions fines, argile et limons fins qui constituent, dans les horizons supérieurs, les 2/3 ou davantage (jusqu'à 90 %), de la totalité de la terre fine. Cette texture lourde est compensée, notamment dans l'horizon humi-

fère, par une structure généralement bien développée et stable.

La richesse en particules fines peut s'accompagner, au-dessous de l'horizon humifère, d'une certaine compacité, particulièrement dans les secteurs de faible pente, ce qui n'est pas préjudiciable à l'enracinement.

La texture des sols colluviaux-alluviaux est, quant à elle, plus largement variable entre les pôles argileux et sableux.

La constitution minéralogique de la fraction fine varie largement en fonction du degré d'évolution du sol. Sur les pentes assez fortes, qui ne permettent qu'un drainage interne ralenti et où la silice n'est donc que très partiellement évacuée, domine l'halloysite. Sur les pentes les plus faibles, où le drainage s'intensifie, la désilicification s'accroît, la proportion d'halloysite chute fortement et il y a néoformation de gibbsite ; c'est le cas des horizons supérieurs des sols ferrallitiques fortement désaturés.

La fraction fine des sols peu évolués d'apport des zones basses peut avoir la même composition lorsqu'ils sont issus de matériaux déjà évolués préalablement au transport. Cependant, elle est le plus souvent enrichie de deux façons : en minéraux résiduels riches en calcium et magnésium, hérités de la roche-mère, ainsi qu'en bases et en silice apportées en solution par les eaux de drainage provenant des parties hautes des îles. Il se forme alors des smectites qui donnent au sol des caractères vertiques.

2 - La fertilité chimique

Parmi les caractéristiques chimiques retenues pour évaluer la fertilité des sols, la teneur en matière organique paraît la plus significative. En second lieu, le développement de la capacité d'échange et son degré de saturation permettent de préjuger de certains déficits.

a) La matière organique

Les sols des pentes, qu'ils soient brunifiés ou ferrallitiques sont tous des sols humifères dont les teneurs moyennes en matière organique sont de 8 à 10 %, les valeurs extrêmes pouvant atteindre ou même dépasser 15 %. Les sols des zones basses en sont un peu moins riches, mais leur teneur moyenne, proche de 7 %, y demeure toutefois fort satisfaisante.

La richesse des sols en matière organique trouve son origine dans la décomposition de la végétation naturelle souvent constituée d'une fougère au peuplement quasi-monospécifique (*Gleichenia linearis*). Sa lente dégradation est due à une activité biologique réduite et qui semble aller en diminuant des sols brunifiés aux sols ferrallitiques, ce que traduit le rapport C/N proche de 12 pour les premiers, plus élevé et pouvant dépasser 20 pour les seconds.

La matière organique, et plus spécialement l'humus, produit de sa décomposition, est la principale richesse de ces sols et des sols ferrallitiques en particulier, où elle supplée l'appauvrissement en colloïdes minéraux. Elle contribue à assurer la stabilité de la structure, favorise la rétention de l'eau et le développement du complexe d'échange.

b) La capacité d'échange cationique

La capacité d'échange cationique et son degré de saturation varient en fonction du type de sol et de la nature de la roche-mère.

La plus élevée s'observe dans les sols brunifiés : de 35 à 45 mé/100 g dans les horizons A, elle croît jusqu'à 60 mé dans les horizons B, tous étant saturés à 80 % en moyenne, lorsque la roche-mère est basaltique. Celle des horizons B chute par contre fortement, lorsque la roche-mère est trachytique, jusqu'à 15 ou 20 mé/100 g avec un taux moyen de saturation de 50 %.

Capacité d'échange et taux de saturation sont nettement moindres dans les sols ferrallitiques : C.E. de 30 mé/100 g, saturation de 25 à 74 % pour les horizons A, de 22 mé et 38 % en moyenne pour les horizons B quand ils sont moyennement désaturés. Ces deux valeurs tombent respectivement à 25 mé et 18 % pour les horizons A, 14 mé et 6 % pour les horizons B des sols fortement désaturés.

Dans les sols des plaines et des vallées, issus de matériaux variés, capacité d'échange et taux de saturation oscillent respectivement entre 30 et 50 mé/100 g, 50 et 100 %.

III - CLASSIFICATION DES TERRES SELON LEUR CAPACITÉ AGROLOGIQUE

Des meilleures aux plus mauvaises, les terres de Moorea et des îles Sous-le-Vent peuvent être réparties entre six classes.

Classe 1 - Terres de bonne capacité agrologique

Ce sont les terres les plus riches, situées en *zone plane*, à l'abri de l'érosion, *des plaines littorales et des terrasses alluviales* des basses vallées (de Raiatea essentiellement).

Les sols (*sols peu évolués d'apport*) sont enrichis en minéraux résiduels riches en calcium, en magnésium et aussi en silice. Les teneurs en matière organique, la texture et la structure y sont satisfaisantes. Parfois humides, mais non hydromorphes, ils peuvent être correctement drainés et facilement irrigués si nécessaire.

Classe 2 - Terres d'assez bonne capacité agrologique

Cette classe englobe des sols de fertilité variée, situés sur des pentes inférieures à 20 %. Texture et structure y induisent une bonne perméabilité rendant l'érosion peu perceptible. Une bonne conduite de la pratique culturale y est cependant nécessaire.

Les sols peu évolués des formations colluviales figurent parmi les plus riches et ne présentent pas de contraintes particulières.

Les sols bruns eutrophes tropicaux, faiblement acides, sont riches en matière organique et dotés de bonnes caractéristiques physico-chimiques.

Les sols ferrallitiques, faiblement à moyennement désaturés, ont des caractéristiques chimiques moins favorables que les précédents. Une bonne fertilisation permet d'en remonter le potentiel à un niveau satisfaisant. L'alimentation hydrique y est parfois insuffisante, d'où la nécessité d'une irrigation par aspersion pour les cultures annuelles à faible enracinement.

Classe 3 - Terres de capacité agrologique moyenne

On y retrouve les sols précédents, *sols bruns* et *sols ferrallitiques non désaturés*, mais dont les limitations à l'emploi sont essentiellement dues à la pente comprise entre 20 et 50 %. Des mesures préventives à l'érosion doivent être impérativement associées à l'introduction des cultures.

Cette classe englobe aussi des *sols ferrallitiques fortement désaturés*, issus des *basaltes*, dont les pentes sont inférieures à 20 %. Ils sont un peu plus acides que les précédents, également pourvus en matière organique, mais déficients en tous les cations échangeables.

La mise en culture intensive de tous ces sols requiert des apports d'engrais minéraux, d'amendements organiques et la rotation des cultures.

Classe 4 - Terres de médiocre qualité agrologique

Cette classe regroupe :

- Des sols doublement handicapés par une très faible fertilité naturelle et par le fait qu'ils se trouvent sur des pentes de 20 à 50 %, comme *les sols ferrallitiques fortement désaturés*, sur *basalte*.

- Des sols de fertilité naturelle extrêmement basse, peu profonds et plus sensibles à l'érosion, bien que sur des pentes cette fois inférieures à 20 %, ce sont les *sols ferrallitiques fortement désaturés* sur *roches trachytiques*, importants à Raiatea.

- Les *terres calcaires* issues des matériaux coralliens des « motu » de Bora Bora et Huahiné, de la plaine littorale de Moorea. Les sols, des *rendzines*, ne possèdent, en l'état, qu'une très faible fertilité naturelle, mais ils peuvent et doivent, lors de la mise en culture, être amendés (apports de matière organique, d'engrais). L'apport de terre basaltique amendée permet de leur donner une bonne capacité agrologique. Ils ont l'avantage de constituer des zones planes.

- Certains *sols hydromorphes* ou *tourbeux*, susceptibles d'être drainés une partie de l'année.

Classe 5 - Terres de mauvaise capacité agrologique

Cette classe regroupe les sols handicapés par des pentes fortes de 50 à 100 % (sur soubassement basaltique) au plus modérées, de 20 à 50 % (sur soubassement trachytique).

Ce sont les *sols bruns tropicaux, peu différenciés, d'érosion*, quelques *sols bruns eutrophes tropicaux érodés*, peu profonds, pierreux, *les sols ferrallitiques fortement désaturés sur trachytes*. Ces terres ne peuvent, sauf exception, convenir qu'au reboisement lorsque l'accès en est possible.

Classe 6 - Terres de capacité agrologique mauvaise à nulle

On retrouve dans cette classe tous les sols des *secteurs* les plus *escarpés* des différentes îles et les *terres marécageuses* ou engorgées, au drainage impossible.

CONCLUSION

L'évolution des îles de l'Archipel de la Société est liée à l'érosion et à la subsidence, aussi leur géomorphologie est-elle multiple. Entre les îles de Raiatea, massive et de Bora Bora, parvenue au stade de presqu'atoll, celles de Moorea, Huahiné et Tahaa présentent des reliefs intermédiaires nettement plus disséqués.

Les terres cultivables n'occupent, dans toutes ces îles, que de faibles superficies et leur exigüité est particulièrement sensible à Bora Bora.

Il suffit d'observer les cartes pour se rendre compte que le relief montagneux, son morcellement et les pentes limitent considérablement les superficies utilisables à des fins agricoles. Dans les zones alluviales des plaines ou des basses vallées, les superficies utiles sont aussi fortement réduites par la proximité de la nappe, l'excès d'eau.

Deux îles présentent toutefois des secteurs privilégiés :

- à Moorea, le bassin versant d'Opunohu est une vaste caldeira effondrée de plus de 1500 hectares, directement ouverte sur la mer. Le relief y est peu tourmenté en sa partie centrale et, de ce fait, facilement accessible à l'agriculture ;
- à Raiatea, les bassins hydrographiques d'Opoa et surtout de Faaroa, totalisant plus de 2000 ha, se partagent l'essentiel de la caldeira d'effondrement de l'ancien volcan. Une partie importante en est également accessible à la mise en valeur.

Le grand développement des îlots coralliens (« motu ») sur les couronnes récifales de Bora Bora et Huahiné peuvent compenser, en partie, la déficience en terres agricoles de leur centre volcanique.

Les conditions sont peu favorables au développement d'une véritable agriculture sur ces îlots d'origine organogène, aux sols sableux ou graveleux, légèrement alcalins et pauvres en nutriments.

La déficience hydrique y est fréquente, mais on peut y remédier grâce à la présence, à faible profondeur, d'une lentille d'eau douce. Les « Anciens » avaient déjà résolu, il y a près d'un siècle, le problème de l'assèchement des sols par la méthode dite des « fosses de culture », consistant à rapprocher les cultures de la nappe, en enlevant le sable superficiel jusqu'à la zone humide.

Une agriculture tout à fait originale a fait son apparition, il y a une quarantaine d'années, sur ces îlots : les melons, pastèques et autres poivrons y sont cultivés avec succès. Mais pour cela il faut apporter de la terre volcanique de l'île haute voisine pour remplir un réseau de trous aménagés dans le matériau corallien où la nappe proche permet l'irrigation ; quelques centaines d'hectares sont ainsi exploités. La production est surtout destinée au marché de Papeete. Ces cultures se font au détriment du cocotier, l'arbre-roi.

BIBLIOGRAPHIE

- AFES, 1995 - Référentiel Pédologique - INRA Éditions, Paris, 222 p.
- BLANCHARD (F.), 1978 - Pétrographie et géochimie de l'île de Moorea. Thèse de 3ème cycle - Université Paris-Sud (Orsay), 156 p.
- BOUTAULT (G.), 1985 - Tahiti (Polynésie Française, Archipel de la Société) : volcanologie, pétrographie et géochimie du secteur côtier N.E. Thèse de 3ème cycle de Paris-Sud (Orsay), 262 p.
- BOURROUILH-LE JAN (F.G.), 1984 - Introduction géologique et sédimentologique de Tikehau (Archipel des Tuamotu). Rapport interne ÉPHÉ-Muséum, 10 p.
- BROUSSE (R.), 1986 - Géologie des Îles Hautes - Dans « Encyclopédie de la Polynésie Française ». 1 - Les Îles Océaniques, Christian Gleizal Édité : 45-56.
- CPCS, 1967 - Classification des sols. Commission de pédologie et de cartographie des sols. ÉNSA, Grignon, 87 p. multigr.
- DENEUFBOURG (G.), 1965 -
Notice explicative sur la feuille Moorea, 15 p.
Notice explicative sur la feuille Huahiné, 18 p.
Notice explicative sur la feuille Raiatea, 18 p.
Notice explicative sur la feuille Tahaa, 15 p.
Notice explicative sur la feuille Bora Bora, 15 p.
Cartes géologiques à l'échelle du 1/40 000e, B.R.G.M., Paris.
- DIRAISON (C.), BELLON (H.), LEOTOT (C.), BROUSSE (R.) et BARSCZUS (H.G.), 1991 - L'alignement de la Société (Polynésie Française) : volcanologie, géochronologie, proposition d'un modèle de point chaud. Bull. Soc. géol. France, 162 : 479-496.
- DUNCAN (R.A.) et Mc. DOUGALL (J.), 1976 - Linear volcanism in French Polynesian. J. Volc. and Geotherm. Res.1, Elsevier : 197-227.
- FLORENCE (J.), 1983 - Esquisse du paysage botanique actuel. Dans « Archipel de Tahiti, recherches sur les productions végétales », Gilbert Cuzen, 1860, réédition revue et augmentée. Édité. Haere Po No Tahiti, Papeete, Tahiti : 167-172.
- GABBRIE (C.), MONTAGGIONI (L.) et SALVAT (B.), non daté. État des connaissances sur la géomorphologie des systèmes récifaux de Polynésie Française. Muséum nat. d'hist. nat. ÉPHÉ, antenne de Tahiti, 65 p.
- JAMET (R.), 1984 - Les cultures sur motu. Étude du devenir de la terre d'apport. Notes et doc. n° 26, Sc. de la Terre, ORSTOM, Service de l'Économie Rurale, Papeete, 24 p.
- JAMET (R.), 1986 - Les oxydisols de la Polynésie Française. Caractérisation et fertilité. Cahiers ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXII, n° 3 : 285-299.
- JAMET (R.) et TRICHET (J.), 1987 - Étude du milieu terrestre des atolls de la Polynésie Française. Caractéristiques et potentialités agricoles. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXIII, n° 4 : 275-293.

- JAMET (R.), 1987 - Les sols et leurs aptitudes culturales et forestières. Notice explicative n° 107, ORSTOM, Paris, 124 p.
- JAMET (R.) et TRICHET (J.), 1987 - Sur l'existence de podzols à gibbsite et anatase. Analyse des podzols tropicaux de Tahiti (Polynésie Française). C.R. Acad. Sci. Paris, t. 305, série 11 : 875-880.
- JAMET (R.), 1997 - Pédogénèse sur roches basaltiques en Polynésie Française. D'oxydisols à des podzols à gibbsite et anatase, genèse de concentrations superficielles de titane. Thèse, Université d'Orléans, 328 p.
- LAMBERT (M.), 1978 - La culture sur les atolls. Bulletin du pacifique, 3ème trim. : 6-9.
- MEYER (X.), 1980 - The fresh water resources of an atoll. Regional technical meeting on atoll cultivation. Papeete, Tahiti ; South Pacific Commission, Nouméa : 41-76.
- MEYER (X.), 1981 - Étude hydrologique du plateau de Taraoao. Service de l'Économie rurale, Papeete, 25 p.
- ORSTOM, 1993 - Atlas de la Polynésie Française - Éditions de l'ORSTOM, Paris, 112 planches.
- SERVANT (J.), 1994 - Un problème de géographie physique en Polynésie Française : l'érosion, exemple de Tahiti., Cah. ORSTOM, sér. Sc. Hum., vol. XI, n° 3-4, Paris : 203-209.
- SERVICE DE LA MÉTÉOROLOGIE, 1983 - Résumé des observations de surface. Direction du Service de l'Aviation Civile en Polynésie Française, FAAM Aéroport, Papeete, 198 p.
- TRICHET (J.), 1966 - Description de dépôts tourbeux au milieu récifal (Polynésie Française). C.R. Soc. Biogéogr. : 141-146.
- TRICHET (J.), 1969 - Quelques aspects de la sédimentation calcaire sur les parties émergées de l'atoll de Mururoa - Cahiers du Pacifique n° 13 : 1-16.

Achévé d'imprimer
sur les presses de l'imprimerie IPC Communication Services
59223 Roncq - juin 2000
Dépôt légal n° 00060040

RÉSUMÉ

Les sols de cinq îles hautes de l'Archipel de la Société sont étudiés ici : Moorea, Huahiné, Raiatea, Tahaa et Bora Bora. Ce travail fait suite à celui déjà publié sur Tahiti (Rémi Jamet, 1987).

L'évolution de ces îles est liée à l'érosion et à la subsidence, mais aussi à leurs particularités géomorphologiques. Ainsi Raiatea, la plus récente, contraste-t-elle par son aspect massif avec Bora Bora (la plus ancienne), parvenue au stade de presqu'atoll.

Elles ont toutes des reliefs fortement disséqués et les terres cultivables occupent de faibles superficies. De plus les zones alluviales des plaines ou des basses vallées voient leurs superficies utiles réduites par la proximité de la nappe et par l'excès d'eau. Deux îles présentent toutefois des bassins cultivables un peu plus importants : Moorea et Raiatea.

Du fait de leur plus grande ancienneté, les îles de Bora Bora et Huahiné ont des couronnes récifales plus importantes sur lesquelles se sont développés des îlots coralliens (« motu »). Ceux-ci peuvent compenser, en partie, la déficience en terres agricoles de leur centre volcanique.

Une agriculture tout à fait originale y a fait son apparition il y a une quarantaine d'années, au détriment du cocotier, l'arbre-roi : les melons, pastèques et autres poivrons y sont cultivés avec succès. Mais pour cela il faut apporter de la terre volcanique de l'île haute voisine pour remplir un réseau de trous aménagés dans le matériau corallien où la nappe d'eau douce, proche, permet l'irrigation. La production est surtout destinée au marché de Papeete.

Mots clés : Océanie - Archipel de la Société - Sols - Géologie - Pédologie - Géomorphologie - Érosion - Agriculture - Cultures maraîchères - Cartes des sols.



209-213, rue La Fayette
75480 Paris cedex 10

ABSTRACT

A soil study is made of the five high islands which form the Society Archipelago : Moorea, Huahiné, Raiatea, Tahaa and Bora Bora. It is a continuation of that already published on Tahiti (Rémi Jamet, 1987).

The evolution of these islands is linked to erosion and subsidence, but also to their geomorphological characteristics. Due to its massive structure, the more recent one, Raiatea, contrasts with the oldest one, Bora Bora which is nearly an atoll.

All of them show highly dissected reliefs and arable lands cover small areas. Moreover, the land use of alluvial plains and low valleys is reduced by the close ground water and the water excess amount. However, Moorea and Raiatea show some more extensive arable basins.

Due to their oldest origin, Bora Bora and Huahiné islands display broader reef rings on which small coral islands (« motu ») have been formed. The latter can make up partly for the shortage in agricultural lands observed in the volcanic centre.

A thoroughly original agriculture has been observed for forty years to the prejudice of the coconut palm. The cultivation of melons, water melons and other sweet peppers proves to be successful. For this purpose, some volcanic land from the close high island must be brought in order to fill a network of holes in the coral which can be irrigated by the close fresh groundwater. The resulting production is intended mainly for the Papeete market.

Key words : Oceania - Society Archipelago - Soils - Geology - Soil science - Geomorphology - Erosion - Agriculture - Vegetable growing - Soil maps.

150 FF TTC

22,87 Euros

Diffusion:

32, avenue Henri Varagnat
93143 Bondy cedex France

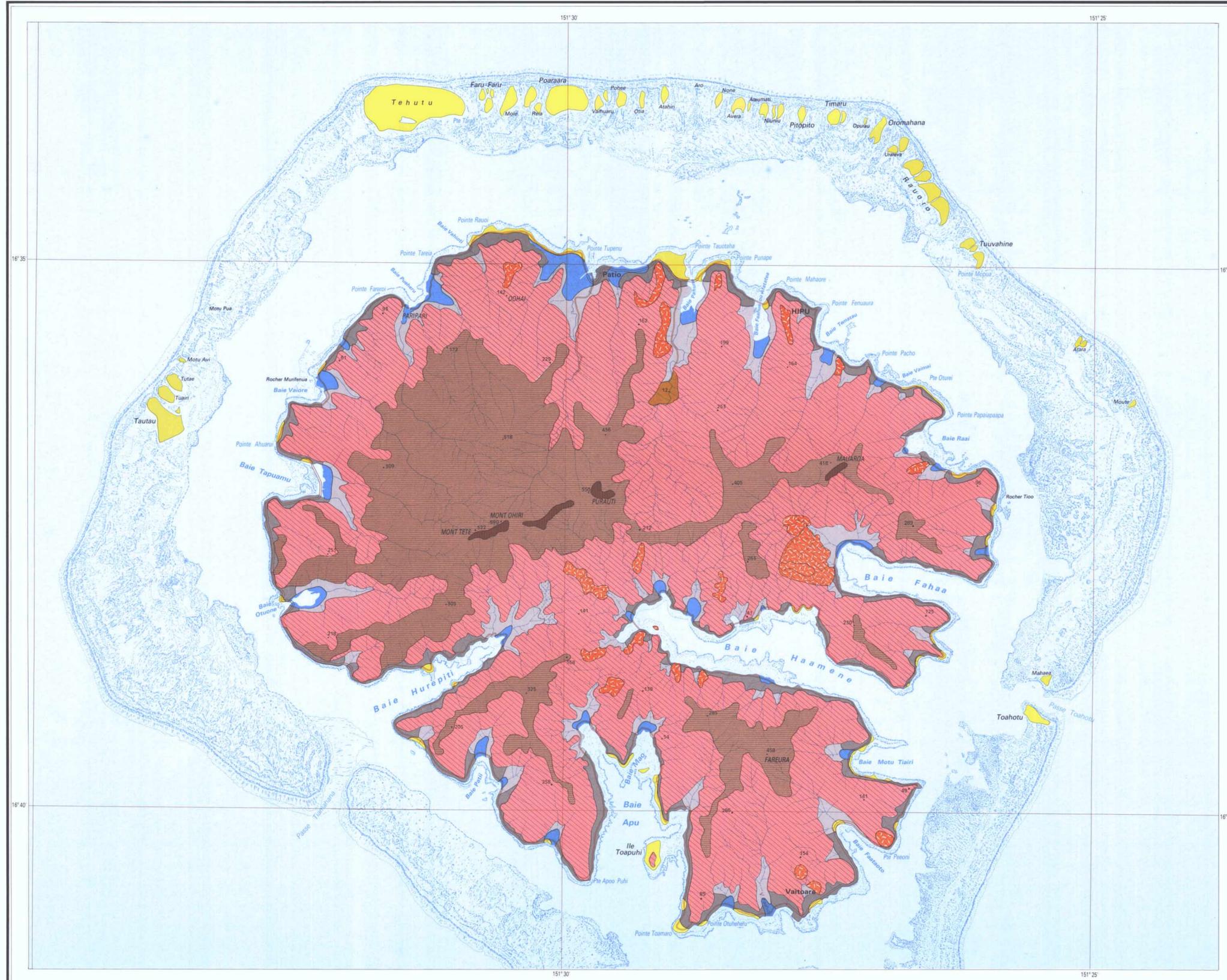
ISBN : 2-7099-1450-6

POLYNÉSIE FRANÇAISE
CARTE DES SOLS DE TAHAA
 A L'ÉCHELLE DE 1:40 000

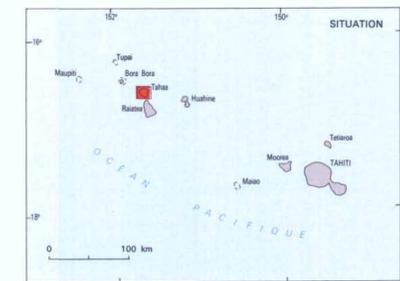
Rémi JAMET

SERVICE DE
 L'ÉCONOMIE RURALE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ORSTOM
 INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION



Unités cartographiques	Sites	Matériaux originaux	Sols Unités pédologiques	Superficie en ha, en %
	Très fortes pentes des sommets érodés (supérieures à 100 %)	Basaltes ou picrites	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	30 0,34
	Pentes moyennes à fortes (50 à 100 %)	Basaltes Picrites Basanites	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion et - SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères et - SOLS FERRALLITIQUES, faiblement à fortement désaturés, humifères, pénévoulés d'érosion	1 960 21,73
	Pentes modérées (20 à 50 %)	Basaltes Picrites	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement (ou fortement) désaturés, humifères, pénévoulés d'érosion et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, humifères	5 415 60,03
	1. Pentes faibles (5 à 20 %) 2. Pentes modérées (20 à 50 %)	Gabbros Basaltes et océanites	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, à fortement désaturés, humifères, pénévoulés d'érosion	140 1,55
	Pentes faibles (5 à 20 %)	Basaltes	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	20 0,22
	Basses vallées 1. Pentes inférieures à 5 % 2. Pentes faibles (5 à 20 %)	Matériaux d'origine basaltique	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL	470 5,21
	Plaine littorale	Matériaux d'origine basaltique	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL, modaux ou hydromorphes (à caractères verticques fréquents)	555 6,15
	Plaine littorale Basses vallées Ilots coralliens	Matériaux d'origine basaltique Calcaire corallien	- SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX, à pseudogley ou gley - SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES à tourbe semi-fibreuse ou altérée (oligotrophes ou mésotrophes)	145 1,61
	Plaine littorale Ilots coralliens	Calcaire corallien	- SOLS CALCOMAGNÉSIQUES CARBONATÉS : Rendzines	285 3,16



RÉFÉRENCES : Fond de la carte IGN 1/40 000, édition 1958
 Mission photographique aérienne TAHITI 14-250 du 28-06-78,
 au 1/25 000 du Service de l'aménagement du Territoire
 de la Polynésie française.

© ORSTOM et Service de l'Économie Rurale 1996

UNITÉ DE CARTOGRAPHIE 1994 - J.-M. BUFARD-MOREL - H. THUILIER

IMPACT GRAPHICS S.A. - (1) 40 00 16 50

CARTE DES SOLS DE BORA BORA

A L'ÉCHELLE DE 1 : 40 000

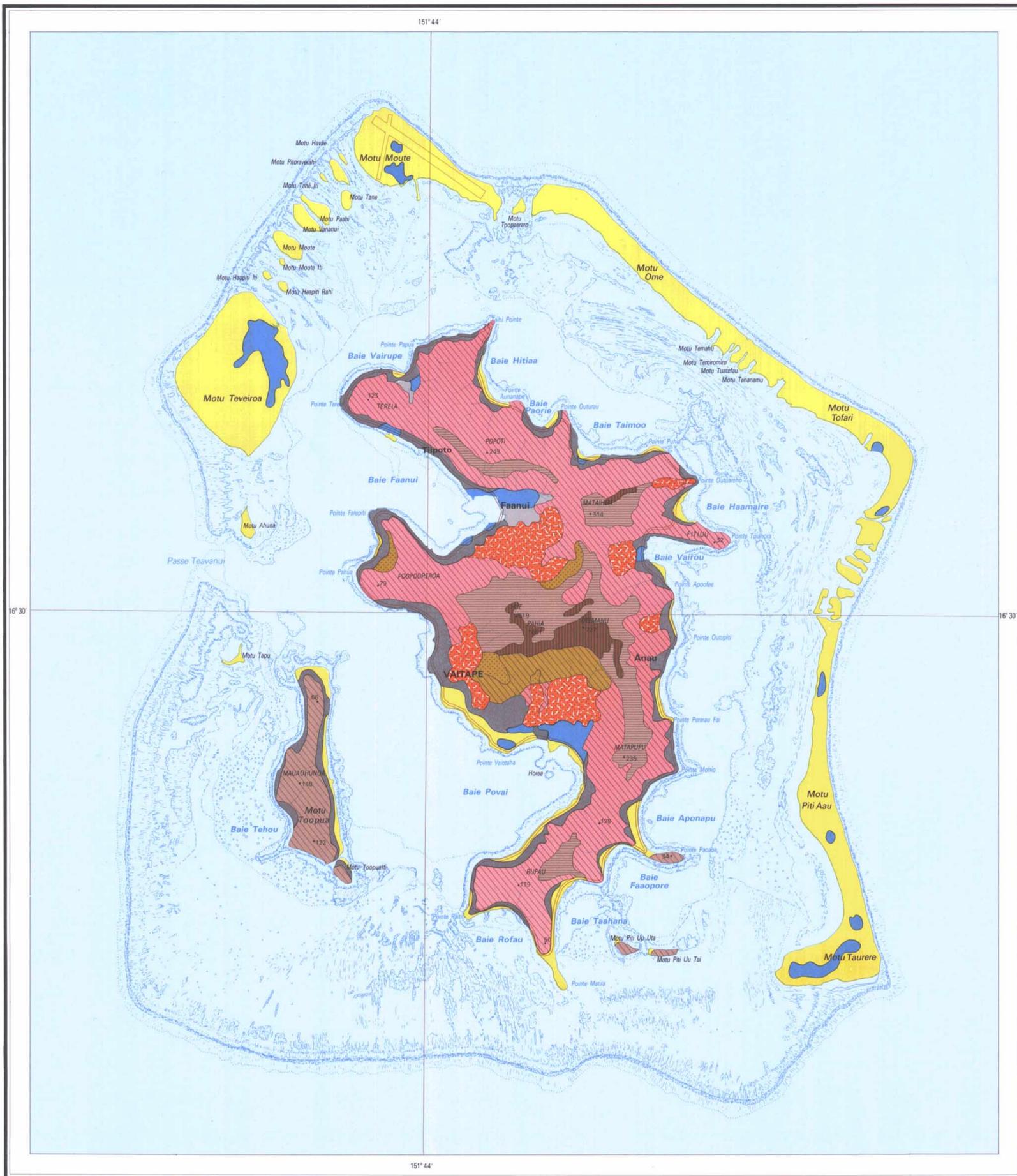
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



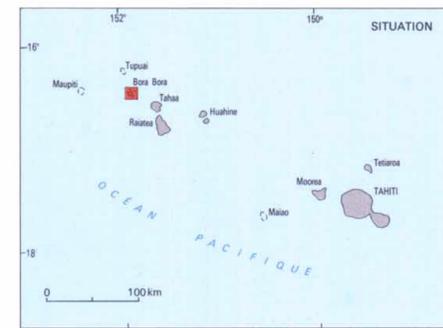
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Rémi JAMET

SERVICE DE
L'ÉCONOMIE RURALE



Unités cartographiques	Sites	Matériaux originaux	Sols Unités pédologiques	Superficie en ha en %
	Pentes très fortes (supérieures à 100 %)	Basaltes	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères, et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	60 2,04
	Pentes modérées à fortes 1. (20 à 50 %) 2. (50 à 100 %)	Basaltes	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion et - SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères et - SOLS FERRALLITIQUES, faiblement ou moyennement désaturés, humifères, pénévolués d'érosion	240 8,19
	Pentes modérées (20 à 50 %)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement ou moyennement désaturés, humifères, pénévolués d'érosion et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	1 315 44,88
	Pentes faibles (5 à 20 %)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement et moyennement désaturés, humifères, pénévolués d'érosion	175 6
	Bordure du massif central 1. (5 à 20 %) 2. (20 à 50 %)	Colluvions basaltiques	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	95 3,24
	Basses vallées	Alluvions et colluvions d'origine basaltique	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL	15 0,51
	Plaine littorale	Alluvions et colluvions d'origine basaltique	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL, modaux ou .hydromorphes (à caractères vertiques fréquents)	150 5,11
	Plaine littorale Basses vallées Ilots coralliens	Matériaux d'origine basaltique Calcaire corallien	- SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX, à pseudogley ou gley et - SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES à tourbe semi-fibreuse ou altérée (oligotrophes ou mésotrophes)	770 26,28
	Plaine littorale Ilots coralliens	Calcaire corallien	- SOLS CALCOMAGNÉSIQUES CARBONATÉS : Rendzines	110 3,75



REFFÉRENCES : Fond de la carte IGN 1/40 000, édition 1958
Mission photographique aérienne TAHITI 14-250 du 28-06-78,
au 1/25 000 du Service de l'aménagement du Territoire
de la Polynésie française.
Service de l'Urbanisme 1988 TAHITI

© ORSTOM et Service de l'Économie Rurale 1996

UNITÉ DE CARTOGRAPHIE - J.M. BUFFARD-MOREL - H. THUILIER 1994

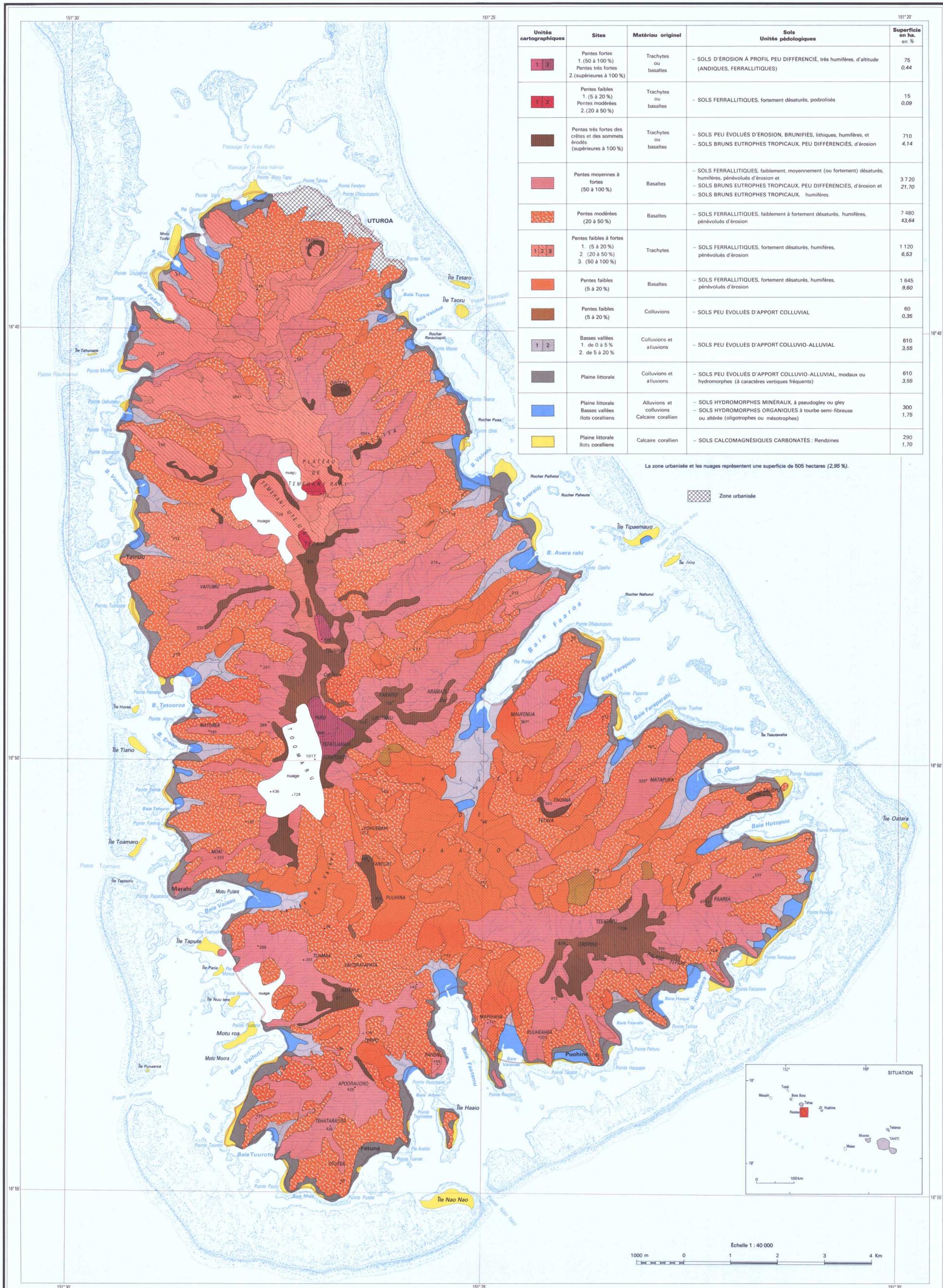
IMPACT GRAPHIC S.A. - (1) 45.09.16.50

CARTE DES SOLS DE RAIATÉA

À L'ÉCHELLE DE 1:40 000

Rémi JAMET

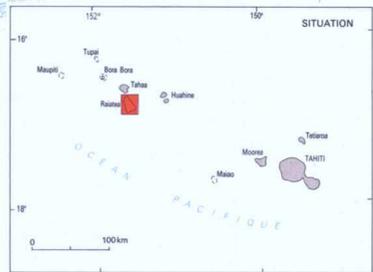
SERVICE DE L'ÉCONOMIE RURALE



Unités cartographiques	Sites	Matériau original	Sols Unités pédologiques	Superficie en ha. en %
	Pentes fortes 1. (50 à 100 %) Pentes très fortes 2. (supérieures à 100 %)	Trachytes ou basaltes	- SOLS D'ÉROSION À PROFIL PEU DIFFÉRENCIÉ, très humifères, d'altitude (ANDIQUES, FERRALLITIQUES)	75 0,44
	Pentes faibles 1. (5 à 20 %) Pentes modérées 2. (20 à 50 %)	Trachytes ou basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, podzolisés	15 0,09
	Pentes très fortes des crêtes et des sommets érodés (supérieures à 100 %)	Trachytes ou basaltes	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères, et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	710 4,14
	Pentes moyennes à fortes (50 à 100 %)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement (ou fortement) désaturés, humifères, pénévolus d'érosion et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, humifères	3 720 21,70
	Pentes modérées (20 à 50 %)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement à fortement désaturés, humifères, pénévolus d'érosion	7 480 43,64
	Pentes faibles à fortes 1. (5 à 20 %) 2. (20 à 50 %) 3. (50 à 100 %)	Trachytes	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, pénévolus d'érosion	1 120 6,53
	Pentes faibles (5 à 20 %)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, pénévolus d'érosion	1 645 9,60
	Pentes faibles (5 à 20 %)	Colluvions	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	60 0,35
	Basses vallées 1. de 0 à 5 % 2. de 5 à 20 %	Colluvions et alluvions	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL	610 3,55
	Plaine littorale	Colluvions et alluvions	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL, moudaux ou hydromorphes (à caractères vertiques fréquents)	610 3,55
	Plaine littorale Basses vallées Ilots coralliens	Alluvions et colluvions Calcaire corallien	- SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX, à pseudogley ou gley - SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES à tourbe semi-fibreuse ou altérée (oligotrophes ou mésotrophes)	300 1,75
	Plaine littorale Ilots coralliens	Calcaire corallien	- SOLS CALCOMAGNÉSIQUES CARBONATÉS : Rendzines	290 1,70

La zone urbanisée et les nuages représentent une superficie de 505 hectares (2,95 %).

Zone urbanisée

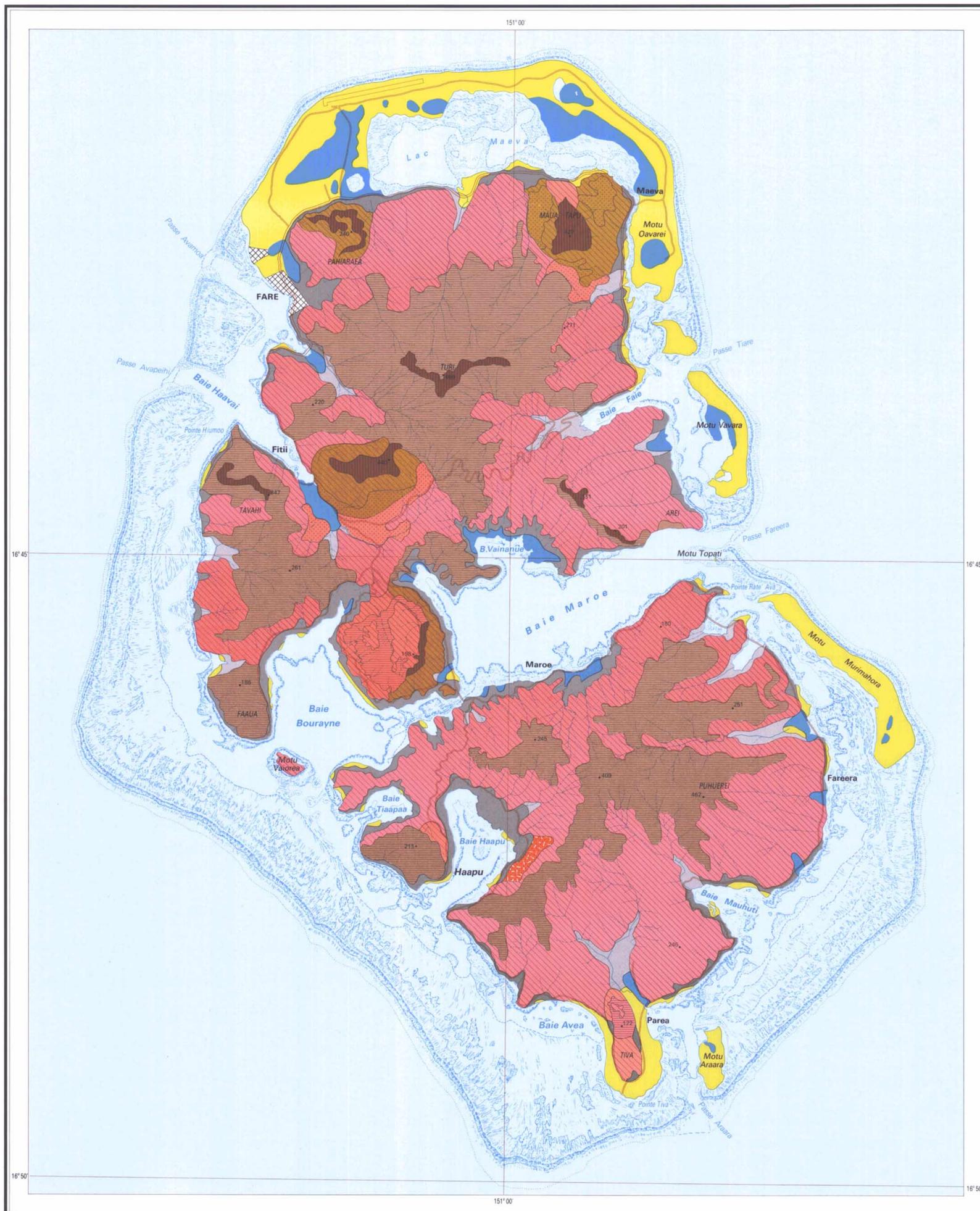


POLYNÉSIE FRANÇAISE
CARTE DES SOLS DE HUAHINÉ
 A L'ÉCHELLE DE 1 : 40 000

Rémi JAMET

SERVICE DE
 L'ÉCONOMIE RURALE

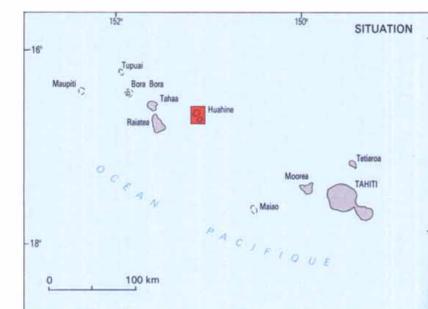
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ORSTOM
 INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION



Unités cartographiques	Sites	Matériau original	Sols Unités pédologiques	Superficie en ha. en %
	Pentes très fortes des sommets érodés (supérieures à 100 %)	Basaltes	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	130 1,72
	Pentes moyennes à fortes (50 à 100 %)	Basaltes	- SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS d'érosion - SOLS FERRALLITIQUES, faiblement ou moyennement désaturés, humifères, pénévoulés d'érosion, et - SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères	1 870 24,69
	Pentes modérées à moyennes (20 à 70 %)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement (ou fortement) désaturés, humifères, pénévoulés d'érosion et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX PEU DIFFÉRENCIÉS d'érosion et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX	3 460 45,67
	Pentes faibles (5 à 20 %)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement à fortement désaturés, humifères, pénévoulés d'érosion	145 1,91
	Pentes faibles à fortes 1. (5 à 20 %) 2. (20 à 50 %) 3. (50 à 100 %)	Phonolites	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, pénévoulés d'érosion	180 2,38
	Eboulis des dômes de phonolites 1. (5 à 20 %) 2. (20 à 50 %)	Phonolites	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL	210 2,77
	Basses vallées	Alluvions et colluvions d'origine volcanique	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL	120 1,58
	Plaine littorale	Alluvions et colluvions d'origine volcanique	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL, modaux ou hydromorphes (à caractères vertiques fréquents)	375 4,95
	Plaine littorale Basses vallées Ilots coralliens	Alluvions et colluvions d'origine volcanique Calcaire corallien	- SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX, à pseudogley ou gley - SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES à tourbe semi-fibreuse ou altérée (oligotrophes ou mésotrophes)	655 8,65
	Plaine littorale Ilots coralliens	Calcaire corallien	- SOLS CALCOMAGNÉSIQUES, CARBONATÉS : Rendzines	280 3,7

La zone urbanisée et le lac Maeva représentent une superficie de 150 hectares (1,98 %).

Zone urbanisée



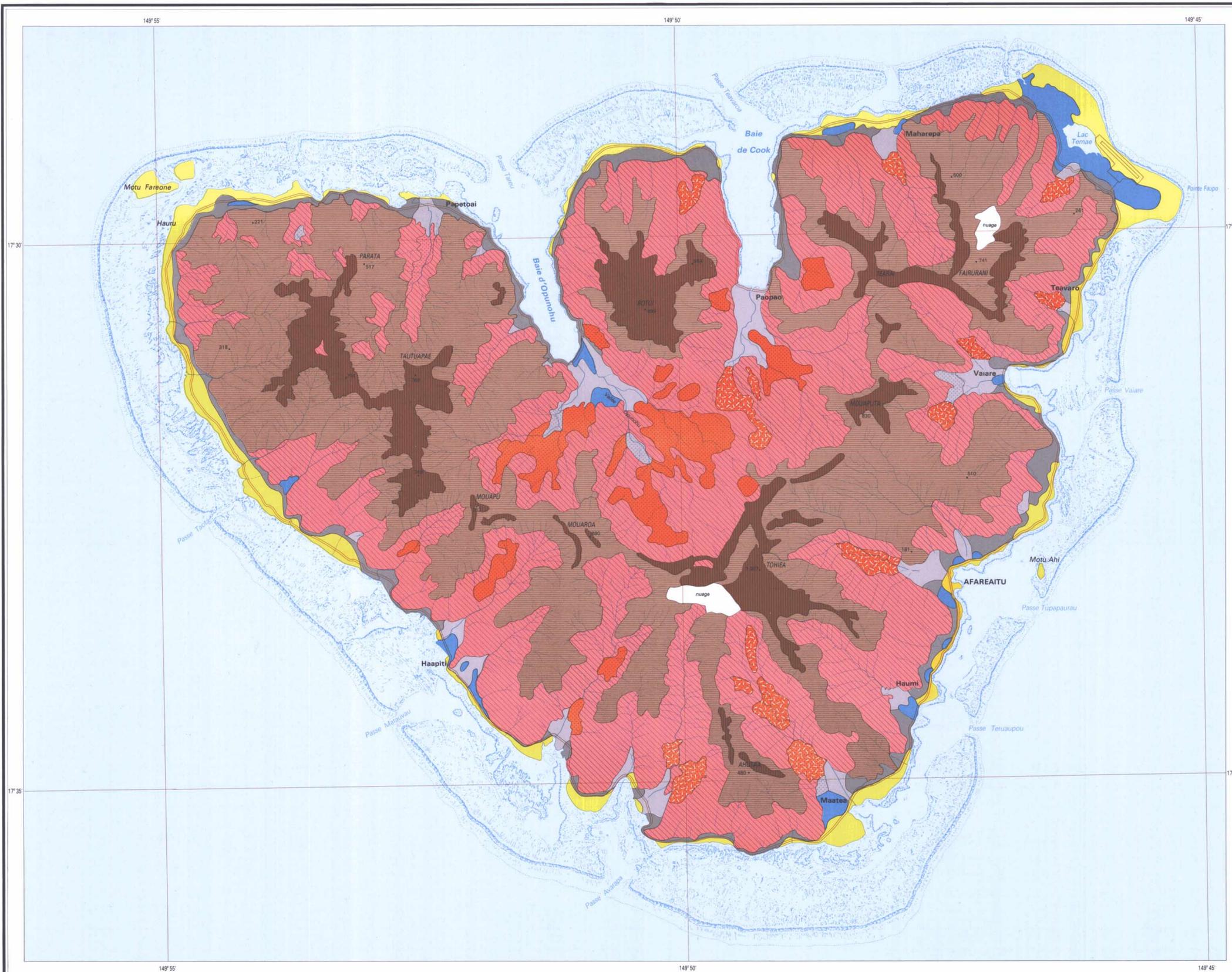
POLYNÉSIE FRANÇAISE CARTE DES SOLS DE MOOREA

A L'ÉCHELLE DE 1:40 000

Rémi JAMET

SERVICE DE
L'ÉCONOMIE RURALE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ORSTOM
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION



Unités cartographiques	Sites	Matériau original	Sols Unités pédologiques	Superficie en ha en %
	Pentes très fortes des crêtes et des sommets érodés (supérieures à 100%)	Basaltes et roches volcaniques différenciées	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion	895 6,67
	Pentes moyennes à fortes (50 à 100%)	Basaltes et roches volcaniques différenciées	- SOLS BRUNS EUTROPHES PEU DIFFÉRENCIÉS d'érosion et - SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION, BRUNIFIÉS, lithiques, humifères et - SOLS FERRALLITIQUES, faiblement ou moyennement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion	5 480 40,87
	Pentes modérées (20 à 50%)	Basaltes et roches volcaniques différenciées	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement (ou fortement) désaturés, humifères, pénévulés d'érosion et - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, PEU DIFFÉRENCIÉS, d'érosion - SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX, humifères	4 635 34,56
	Pentes faibles des bassins versants (5 à 20%)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, faiblement, moyennement (ou fortement) désaturés, humifères, pénévulés d'érosion	540 4,03
	Pentes faibles, essentiellement de la caldeira (5 à 20%)	Basaltes	- SOLS FERRALLITIQUES, fortement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion, ou gibbsitiques	240 1,79
	Basses vallées 1. Zones planes 2. Pentes faibles (5 à 20%)	Alluvions et colluvions d'origine volcanique	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL	335 2,50
	Plaine littorale	Alluvions et colluvions d'origine volcanique	- SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIO-ALLUVIAL, modaux ou hydromorphes (à caractères vertiques fréquents)	415 3,09
	Plaine littorale Basses vallées	Matériaux d'origine volcanique	- SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX, à pseudogley ou gley - SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES à tourbe semi-fibreuse ou altérée (oligotrophes ou mésotrophes)	595 4,44
	Plaine littorale Ilots coralliens	Calcaire corallien	- SOLS CALCOMAGNÉSIQUES CARBONATÉS : Rendzines	170 1,27

Le lac Temae et les nuages représentent une superficie de 105 hectares (0,78%).

