

Jean TRICHET* ; Rémi JAMET** et Jacques GAUTHEYROU**
avec le concours de Nicolas HALLÉ***
pour la carte des forêts de Rapa

RECONNAISSANCE DES SOLS ET DES ALTÉRATIONS DE L'ÎLE DE RAPA

DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES CONDITIONS DE LA PÉDOGENÈSE ET SUR LA RÉPARTITION DES SOLS DANS LE PAYSAGE

La pédogenèse et les altérations sont sous la dépendance de la nature des roches altérées, des conditions climatiques, de la topographie, du couvert végétal et des actions anthropiques.

1. La variété des roches altérées.

La Géologie et la Pétrographie de l'île de Rapa ont été étudiées, au cours de cette mission, par MM. BROUSSE et GELUGNE (1986, ce volume).

L'un des résultats de cette étude a été de montrer que les roches constituant l'île de Rapa résultaient de la différenciation de magmas basiques, essentiellement basaltiques. La structure des roches altérées est donc le plus souvent microlithique (basaltes sous les profils R 1, R 8, R 10, R 11, R 12, R 23, R 24, phonolites sous le profil R 2, benmoréite sous le profil R 5), parfois vitreuse (scories, profil R 8), parfois grenue (microgabbros dans les profils R 23 et R 24).

D'un point de vue chimique, les sols développés sur ces roches auront donc été riches en éléments cationiques, avant d'avoir été plus ou moins intensément

* Laboratoire de Géologie Appliquée, Université d'Orléans.

** O.R.S.T.O.M., Paris.

*** Laboratoire de Phanérogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle.

désaturés (voir le chapitre II, D). De même les sols des basses plaines sont-ils toujours bien pourvus en certains éléments cationiques mobilisables (chapitre II, C).

Mais en réalité les matériaux dont les sols ont hérité les éléments ne sont pas seulement ceux sur lesquels ils reposent. Une propriété remarquable de ces sols, évidente dès l'observation de ceux-ci sur le terrain, est que leurs horizons superficiels sont quasiment toujours rechargés par des apports de matériaux provenant de zones situées en position amont par rapport à eux. Ainsi voit-on, par exemple, des éléments de microgabbros dans les horizons superficiels des profils R 23 et R 24 implantés au droit de roches basaltiques. Cette recharge des sols par leur sommet constitue l'un des processus importants dans la genèse de leur profil et dans le maintien de la richesse chimique de nombre d'entre eux.

2. Les fortes valeurs de la pente.

L'île de Rapa offre des reliefs vigoureux résultant de l'histoire géodynamique des appareils volcaniques qui la constituent et, notamment, de l'effondrement des deux cratères emboîtés qui peuvent y être reconnus (BROUSSE et GELUGNE, 1986, figure 1). La valeur élevée des pentes, fréquemment supérieures à plusieurs dizaines de degrés, est naturellement pour beaucoup dans l'entretien des processus de recharge des horizons superficiels dont il vient d'être question.

Cette forte valeur des pentes peut aller jusqu'à permettre des glissements de pans entiers de roches. Ainsi le profil R 8 observé dans l'ouest de l'île (figure 1 et tableau V) s'est-il développé au sein d'une loupe de glissement concernant un volume considérable de matériaux basaltiques, notamment scoriacés.

3. Le couvert végétal, les actions anthropiques et les effets de l'érosion.

Le couvert végétal, tel qu'il apparaît actuellement, est dominé par une savane d'origine anthropique ("végétation herbacée" dans la carte de la végétation et planches I et V). Initialement couverte de forêts, l'île de Rapa montre actuellement quatre grands types d'associations végétales (figure hors texte) : des forêts humides portant de très nombreuses mousses épiphytes et reléguées sur les plus hauts sommets de l'île, au-dessus d'une altitude voisine de 500 à 550 m; des forêts-galeries situées au-dessous de cette altitude dans des vallées souvent profondes et riches en espèces ligneuses arborescentes (*Metrosideros*, *Sophora*, *Freycinetia*, *Meryta*...); d'une savane à *Gleichenia* et *Paspalum* qui s'est développée aux dépens de la forêt initiale à la suite de l'introduction des chèvres et des bovins et du développement des feux et d'autres actions destructrices par l'homme; des prairies humides et des taraudières occupant les basses plaines alluviales qui débouchent sur la dizaine de baies que possède l'île et caractérisées par la présence d'un grand roseau du genre *Schoenoplectus* (cypéracée) ainsi que d'une riche flore de plantes hygrophiles (voir la carte de la végétation). Parmi ces quatre types de couverts végétaux la savane est le type dominant. Celle-ci occupe près de 80 % de la surface de l'île et son extension se poursuit actuellement, essentiellement aux dépens des forêts-galeries. Par

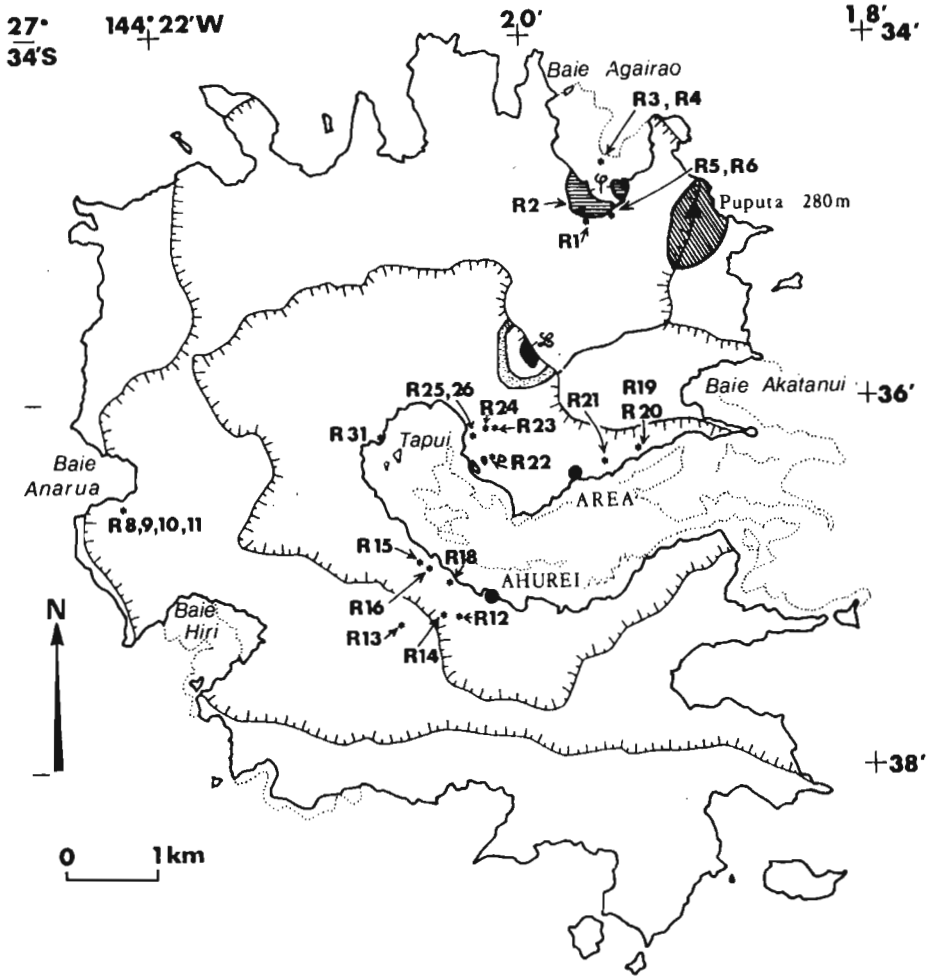


FIGURE 1 – Carte de l'île de Rapa montrant les unités géologiques (d'après BROUSSE et GELUGNE, 1986) et l'emplacement des profils pédologiques étudiés. L = lignite (voir l'article de FOURMONT et al., 1986, dans cet ouvrage).

chance les forêts humides d'altitude doivent leur protection et leur conservation à la difficulté d'accès aux zones où elles sont reléguées.

Aux genres rencontrés dans ces différents types de couverts végétaux doivent être ajoutés certains autres genres introduits parmi lesquels le Caféier (*arabica*) et le Pin caraïbe (voir la carte de la végétation).

Ainsi que cela a été indiqué, l'introduction d'animaux domestiques par l'homme de même que les pratiques culturelles ont entraîné une déforestation considérable de l'île ayant déclenché une importante érosion des sols.

Les vues 1 et 2 de la planche I montrent des faciès de zones érodées et permettent d'imaginer les risques encourus si se pérennisent la pratique des feux, généralement destinés à détruire les couverts de fougères du genre *Gleichenia* (Anuré), ou la libre circulation des chèvres, revenues souvent à un état quasi sauvage.

4. Le climat.

Rapa connaît un climat très pluvieux. L'île reçoit en moyenne entre deux à trois mètres d'eau par an ($2\,700 \pm 1\,000$ mm par an entre 1951 et 1982, d'après les relevés du Service de l'Aviation Civile de Polynésie française et PASTUREL, 1983). Les averses sont très fréquentes et peuvent être d'une intensité redoutable : à titre d'exemple, 19 mm puis 13 mm d'eau sont tombés, respectivement entre 2 h 30 et 4 h 30 et entre 7 h 30 et 8 h dans la nuit et le matin du 3 février 1984, lors de notre mission.

Les températures varient entre un maximum et un minimum situés respectivement en été (novembre à mars) et en hiver (mai à septembre). En 1983 ces maximums et minimums ont été respectivement de $32^{\circ}6$ et de $13^{\circ}6$, à 10 cm au-dessus de la surface du sol, de $26^{\circ}1$ et $18^{\circ}6$ à 10 cm sous la surface du sol, et de $24^{\circ}8$ et $18^{\circ}5$ à 20 cm sous la même surface.

Ainsi qu'en témoigne le développement d'altération de type ferrallitique, le climat de Rapa est donc un climat intertropical très hydrolysant s'opposant cependant au climat des autres îles de la Polynésie par la valeur basse des minimums de températures hivernales.

5. Répartition des sols dans le paysage.

La couverture pédologique de Rapa est fondamentalement constituée de deux grands types de sols : les sols des parties hautes de l'île qui se sont développés le plus souvent aux dépens de la roche en place et les sols des parties basses qui se sont développés dans des matériaux arrachés par l'érosion aux zones situées en amont et qui se sont accumulés dans les vallées et les plaines alluviales. Ce deuxième type de sols est beaucoup moins important que le premier, quant à la surface couverte.

Les sols du premier type sont fortement dégradés et tronqués par une érosion due à la pente et accentuée par une déforestation sauvage et la pratique du pâturage incontrôlé. Leur degré d'évolution, dans cette île de faible altitude (< 650 m), est, en premier lieu, fonction de la pente et de l'érosion qui en résulte. Des plus fortes au plus faibles pentes on observe généralement une succession de sols, débutant par des sols très peu profonds ("sols peu évolués d'érosion, brunifiés") laissant voir la roche tout près de la surface; puis, sur des pentes sensiblement moins fortes, apparaissent des sols encore peu différenciés mais dont la profondeur est légèrement supérieure à celle des sols précédents et qui appartiennent à la classe des "sols bruns eutrophes tropicaux, peu différenciés"; la pente s'adoucisant encore, apparaissent alors les sols ferrallitiques qui, bien que peu profonds dans l'ensemble (< 60 cm) car bien souvent tronqués, ont atteint un stade d'évolution très avancé.

Les sols d'accumulation dans les zones basses sont des "sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial". Ce sont des sols jeunes car bien que développés le plus souvent dans un matériau ferrallitique déjà très évolué, leur dépôt est encore trop récent pour que le sol ait pu acquérir une différenciation morphologique visible. Ces sols sont généralement riches en éléments cationiques hérités du basalte.

Certains de ces sols peuvent être soumis à une emprise plus ou moins forte de la part de l'eau. Ces manifestations peuvent apparaître plus ou moins haut dans le profil et conduire à des sols hydromorphes dont l'évolution est alors dominée par l'excès d'humidité.

LES SOLS : DESCRIPTION, CARACTÉRISTIQUES, FERTILITÉ

Nous distinguerons donc les quatre classes de sols qui viennent d'être précisées. Elles seront présentées dans un ordre correspondant à une intensité croissante des processus d'altération. Les sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial (sols des vallées et des basses plaines) seront présentés entre les sols bruns eutrophes tropicaux, peu différenciés, d'érosion et les sols ferrallitiques, à cause du caractère limité des altérations dont ils sont le siège et malgré leur position souvent subordonnée, en altitude, par rapport aux sols ferrallitiques.

1. Les sols peu évolués d'érosion, brunifiés.

Dans ces sols bruns à brun-rougeâtre, fortement érodés, de très faible épaisseur, la roche apparaît souvent à moins de 20 cm de profondeur. Le profil, de type AC, est ainsi constitué par un seul horizon meuble reposant directement sur la roche qui, fracturée et morcelée, ne constitue généralement pas un obstacle à la pénétration des racines.

Le profil R 11 sera pris comme exemple de cette catégorie de sols (figure 2 et tableau I).

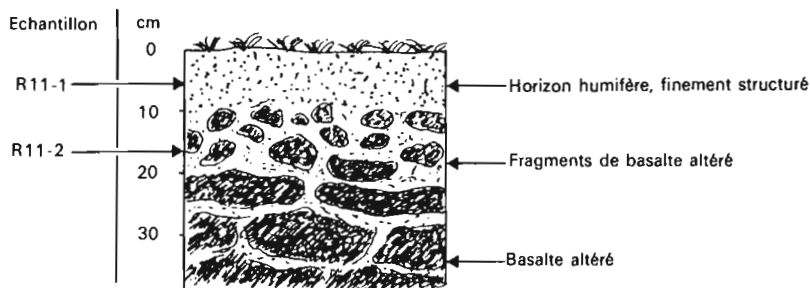


FIGURE 2 – Schéma de l'organisation du profil R 11.

<i>Profils RAPA 10-11-15</i>	<i>Type de sol</i>							
Echantillons : RAPA	10.1	10.2	11.1	11.2	15.1	15.2	15.3	
Profondeur (cm)	0-10	20-25	0-10	10-20	0-10	15-20	20-30	
Horizon	A ₁	C ₁	A ₁	C ₁	A ₁	B ₃ C	C ₁	
Granulométrie %								
Argiles	40,7	38,2	35,6	20,3				
Limons fins	25,7	31,6	36	29,5				
Limons grossiers	10,8	12,0	9,2	19,4				
Sables fins	12,2	18,2	10,5	24,4				
Sables grossiers	7,2	0,2	5,1	6,1				
Rétention de l'eau %								
pF 3,0	94,8	46,2	32,6	32,0				
pF 4,2	29,7	37,0	27,6	21,7				
Matière organique %	3,2	0,3	3,4	0,9	5,7	2,7	0,6	
Carbone ‰	18,6	1,6	20,0	5,4	33,1	16,0	4,0	
Azote ‰	1,2	0,2	1,5	0,4	2,1	1,1	-	
C/N	15,5	8,0	13,3	13,5	15,7	14,5		
pH { Eau	5,8	5,9	5,7	5,8	5,2	5,6	5,9	
KCl	4,6	4,6	4,2	4,2	3,9	4,0	4,3	
Complexe d'échange :								
Cations échangeables mé/100 g								
Ca ⁺⁺	12,22	40,83	11,79	8,88	3,90	7,55	12,19	
Mg ⁺⁺	17,37	24,37	15,28	8,85	12,94	18,70	32,73	
K ⁺	0,68	0,63	0,59	0,72	0,42	0,24	0,31	
Na ⁺	0,80	0,94	0,57	1,30	0,80	0,75	2,14	
Somme (S)	31,07	36,83	28,23	19,75	18,06	27,24	47,37	
Capacité d'échange (T) mé/100 g (à pH 7,0)	38	42	35	21	20	35	51	
Taux de saturation S/T %	81,6	87,6	80,7	94,0	90,3	77,8	92,9	
P ₂ O ₅ :								
Total %								
Assimilable mg/100 g	16,0	30,4	7,6	25,8	23,8	8,0	25,5	
Minéralogie de la fraction < 2 µm	Smectites		6	5				
	Halloysite		2	2,5				
	Métahalloysite		2	2,5				

TABLEAU I - Sols peu évolués d'érosion brunifiés (séries 10 et 11).

Sols bruns, eutrophes, tropicaux, peu différenciés, d'érosion (série 15) sur basalte et pentes fortes.

Ce profil observé sous savane sur une pente orientée vers l'ouest (figure 1) est constitué des horizons suivants :

A 1 : 0-10 cm, rouge-brun sombre (5 YR 3/2) à l'état sec, brun très sombre à l'état humide (10 YR 2/2), à structure fine (2 à 3 mm), humifère, argilo-limoneux, plus ou moins solifié (échantillon R 11.1).

C 1 : 10-20 cm, brun-gris (10 YR 5/2) à l'état sec, brun-gris très sombre à l'état humide

(10 YR 3/2), limono-argileux, contenant des fragments de basalte altéré (échantillon R 11.2).

C 2 : roche-mère basaltique, très altérée.

Des sols similaires sont observés dans les autres îles hautes de la Polynésie et sont tous caractérisés par une texture limono-argileuse et une structure plus ou moins grossière due à la présence fréquente de graviers ou de sables basaltiques jusqu'à la surface. Celle-ci est souvent parsemée d'éboulis rocheux.

Doués d'une bonne porosité, ces sols possèdent un pouvoir de rétention en eau assez élevé (32 à 46 % à pF 3,0), cependant que la réserve utile, faible en surface, croît notablement au-dessus de la roche (5 à 10 %).

Comparativement aux sols analogues de Tahiti, les teneurs en matière organique apparaissent ici 2 à 3 fois plus faibles (atteignant cependant près de 4 % dans l'horizon A 1); ces teneurs sont proches de celles qui sont observées à Mangareva, aux Gambier (TERCINIER, 1974). Le rapport C/N compris entre 13 et 16 est le reflet d'une humification lente de la matière organique et d'une relative pauvreté en azote ($\leq 1,5\%$). Cette matière organique et la nature des minéraux phylliteux, constitués pour plus de 50 % par des smectites associées à de l'halloysite et de la métahalloysite (à parts égales), confèrent à ces sols une capacité d'échange élevée de l'ordre de 35 mé/100 g, saturée à plus de 80 % par le magnésium (55 %), le calcium (40 %) et le potassium (2 %). Le pH moyennement acide (5,8) ne reflète pas ce taux de saturation élevé. Le phosphore assimilable est faible ou satisfaisant dans l'horizon A 1, tandis qu'il croît fortement, jusqu'à environ 300 ppm, dans l'horizon C.

Bien pourvus en tous les éléments indispensables à la végétation, ces sols, malgré un certain déséquilibre du rapport Ca/Mg, possèdent une assez bonne fertilité chimique, très fortement contrariée toutefois par leur manque de profondeur et leur grande sensibilité à l'érosion, inhérents à leur situation sur des pentes fortes. Ils devraient être maintenus sous végétation naturelle.

A ce type de sols peut être rapporté le profil R 10 (tableau I et figure 1).

2. Sols bruns eutrophes tropicaux, peu différenciés d'érosion.

L'équilibre est, ici encore, très instable entre l'altération et l'érosion qui ne permet qu'un faible approfondissement du sol. Le profil, encore peu différencié, ne laisse voir qu'un horizon (B) mal défini ou un horizon B₃C incorporant de nombreux débris altérés de la roche basaltique.

Dans le profil R 15 décrit ci-dessous, observé sur une pente avoisinant 70 %, le solum ne possède guère qu'une trentaine de centimètres d'épaisseur au-dessus de la roche altérée (figure 3 et tableau I).

A 1 : 0-10 cm, horizon rouge foncé (10 R 3/3) à l'état sec, rouge très foncé (10 R 2,5/2) à l'état humide, à structure micro-agrégée (3 mm), riche en racines (échantillon R 15.1).

B₃C : 10-20 cm, horizon rouge pâle (10 R 4/3) à l'état sec, rouge très foncé (10 R 3/4) à l'état humide, à structure à tendance polyédrique (1 cm), argileux (échantillon R 15.2).

C 1 : 20-30 cm, horizon rouge clair (10 R 4/3) à l'état sec, rouge foncé (10 R 3/3) à l'état humide, riche en éléments de basalte altéré colluvionnés (échantillon R 15.3).

Il n'a pas été effectué d'analyse granulométrique de ce sol.

Les sols analogues dans l'archipel de la Société révèlent une texture limono-

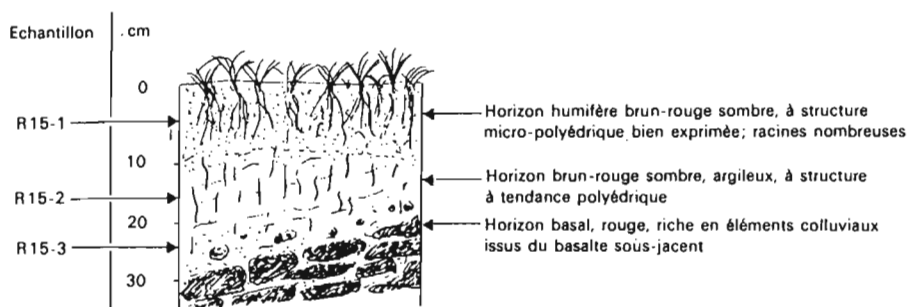


FIGURE 3 – Schéma de l'organisation du profil R 15.

argileuse à limono-sableuse avec des teneurs en argile variant de 20 à 30 % ; ils sont nettement plus argileux à Mangareva (TERCINIER, 1974).

Une grande similitude existe entre les sols bruns eutrophes de Rapa et de Mangareva pour ce qui concerne leur comportement vis-à-vis de l'eau : le pouvoir de rétention y est assez élevé mais la fraction utile de cette eau y apparaît assez limitée.

Ces sols bruns sont bien ou assez bien pourvus en matière organique et en azote avec des teneurs respectives voisines de 6 % et 2 % au sein de l'horizon A 1 ; mais il y a décroissance rapide de ces teneurs avec la profondeur et, contrairement à ce que l'on observe généralement dans ce type de sols, l'humification est, ici, relativement ralentie comme en témoigne la valeur du rapport C/N voisine de 15. Ceci est à rapprocher du degré d'acidité, plus élevé ici qu'ailleurs dans des sols analogues, particulièrement au sein de l'horizon humifère où le pH ne dépasse pas 5,2.

Ces sols sont toutefois bien des sols bruns eutrophes mais ils sont nettement plus acides en surface que les sols équivalents de Tahiti ou de Mangareva. Dans ces deux îles, les sols de ce type possèdent une capacité d'échange cationique très élevée en surface, dépassant 40 mé/100 g au sein de l'horizon A 1, mais qui chute de moitié à la base du solum. Ici, le schéma est inversé : 20 mé/100 g en surface et plus de 50 mé/100 g dans l'horizon B₃C dont la fraction argileuse est vraisemblablement riche en montmorillonite mais dont la fraction sableuse elle-même pourrait présenter une très forte réactivité physico-chimique, évaluée à plus de 55 mé/100 g pour les sols de Mangareva (TERCINIER, 1974). Le taux de saturation avoisine 80 ou 90 % sur tout le profil. C'est dire que les deux éléments échangeables essentiels, le calcium et le magnésium, voient leur teneur augmenter fortement, de une à trois fois environ, de la surface vers la profondeur. Le magnésium domine très largement le calcium dans le complexe d'échange, dans une proportion de 70 et 25 % environ du total des bases échangeables, ce qui entraîne un important déséquilibre cationique (rapport Ca/Mg très faible compris entre 0,3 et 0,4).

Le potassium est déficitaire, même en surface, où il n'occupe guère que 2 % du complexe d'échange. Le phosphore assimilable, avec plus de 200 ppm, et

correspondant au 1/10^e environ de l'azote total, peut par contre être considéré comme satisfaisant dans l'horizon A 1.

Au total, malgré leur bonne fertilité naturelle, les sols bruns eutrophes ne présentent que peu d'intérêt sur le plan agricole à cause de leur situation sur des pentes fortes soumises à une érosion très active qui limite leur profondeur. Sur les pentes les plus modérées, ils pourraient supporter des plantations arbustives. Dans ce cas, il serait nécessaire de corriger au préalable le déséquilibre Ca/Mg par des apports modérés de calcaire et d'apporter une fertilisation potassique et phosphatée d'entretien.

3. Les sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial sur matériaux ferrallitiques d'origine basaltique.

Les sols peu évolués d'apport se développent dans des produits arrachés aux pentes par l'érosion puis accumulés dans les zones basses. Ces apports proviennent, pour une zone d'accumulation donnée, de l'ensemble de la couverture pédologique recouvrant les bassins versants limitrophes ou plus lointains. Ces matériaux sont constitués ici, semble-t-il, en majeure partie, de sols ferrallitiques livrant donc à la sédimentation un matériau déjà très évolué. Tel est en particulier le cas du profil étudié dans la basse plaine de la baie d'Agairao, au nord-est de l'île (figure 1).

Bien que le matériau constituant la roche-mère des nouveaux sols ait donc déjà subi une évolution de type ferrallitique, ceux-ci sont dits "peu évolués" car les dépôts sont encore trop récents pour avoir permis une réelle différenciation du profil. Mais comme l'a montré leur étude, ils diffèrent cependant très nettement du matériau ferrallitique originel, en particulier par la présence de minéraux résiduels calco-magnésiens qui se sont incorporés au matériau ferrallitique au cours du transport et de la sédimentation.

Compte-tenu de l'exiguïté des surfaces concernées, il est généralement difficile de distinguer les formations alluviales et colluviales et c'est pourquoi nous avons désigné ces sols sous le nom de sols d'apport colluvio-alluvial. Il est probable qu'à Rapa, comme dans les autres îles hautes de la Polynésie, les sols des plaines et des autres zones basses présentent des variations importantes tant sur le plan textural que chimique ou minéralogique résultant de la nature et de l'enrichissement ultérieur des produits de l'érosion ainsi que de la longueur du transport.

A Tahiti, par exemple, dominant des sols très fortement enrichis en minéraux résiduels hérités du basalte (augite et feldspaths). Ces minéraux constituent d'importantes réserves actuelles et potentielles de calcium et de magnésium et contribuent à la néoformation de montmorillonite qui confère au sol des caractères vertiques. A Mangareva dominant, à côté de sols de type brun eutrophe, à caractères vertiques ou non, des sols développés sur un matériau qui, bien qu'enrichi, a conservé ses caractères ferrallitiques. Cela semble être aussi le cas à Rapa.

Le profil R 3 décrit ci-dessous est représentatif de ce type de sols (figure 4, planche VIII, vue 2 et tableau VI).

A 1 : 0-10 cm, rouge-brun sombre (5 YR 3/3) à l'état sec, rouge-brun sombre (5 YR

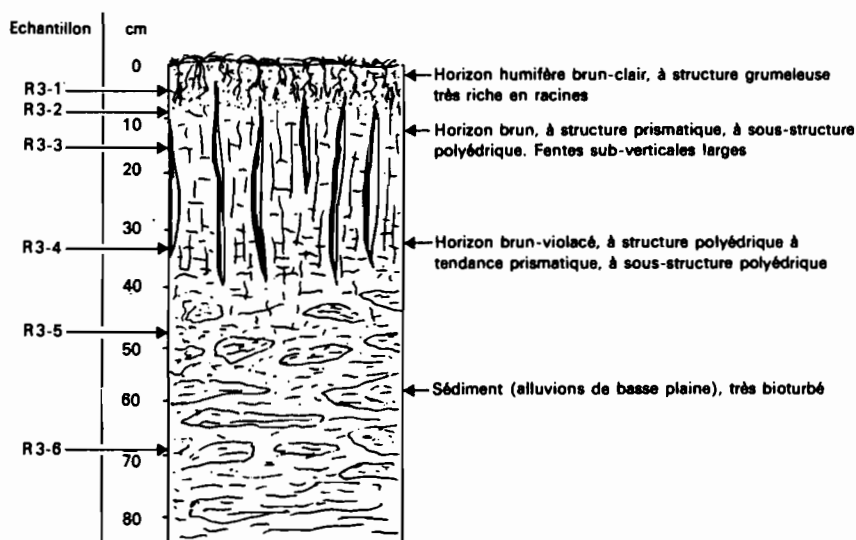


FIGURE 4 – Schéma de l'organisation du profil R 3.

2,5/2) à l'état humide, structure grumeleuse (2 mm), racines très abondantes, (Ech. R 3-1 et R 3-2).

A₃ : 10-30 cm, brun-rouge (5 YR 4/4) à l'état sec, rouge très foncé (2,5 YR 2,5/2) à l'état humide, large structure polyédrique à tendance prismatique (10 cm de hauteur), sous-structure polyédrique bien développée (5-6 mm), fentes verticales larges, racines abondantes jusqu'à 20 cm, beaucoup moins nombreuses en-dessous (Ech. R 3-3).

A₃C : 30-40 cm, brun-rouge sombre (5 YR 3/2) à l'état sec, brun-rouge sombre (5 YR 2,5/2) à l'état humide, structure polyédrique à tendance prismatique (5 cm de haut), sous-structure polyédrique bien développée (5-6 mm), les fentes verticales ne dépassent pas sa limite inférieure, très peu de racines (Ech. R 3-4).

C : 40-80 cm, brun (7,5 YR 4/6) à l'état sec, rouge très foncé (2,5 YR 2,5/2) à l'état humide, structure à tendance polyédrique, marques importantes de bioturbation, nombreux fragments de roche reconnaissables (Ech. R 3-5 et R 3-6).

Le matériau, brun à brun-rouge, est uniformément argileux sur la profondeur explorée, la fraction inférieure à 20 microns (argile + limons fins) comptant pour 60 à 75 %. A côté de la structure polyédrique fine (sous-structure) apparaît, sur trois ou quatre décimètres, une macrostructure prismatique souvent rencontrée dans les sols à caractères vertiques, en liaison sans doute avec l'apparition de minéraux phylliteux gonflants dont la proportion n'excède cependant pas ici 10 % de la fraction argileuse, la majeure partie de celle-ci (80 à 90 %) étant constituée par de la métahalloysite associée à un peu d'halloysite et de kaolinite désordonnée.

La capacité de rétention en eau utile de ces sols est tout aussi médiocre que celle des sols ferrallitiques situés en amont.

A l'analyse triacide apparaît un résidu d'attaque dont la quantité, bien que faible, est nettement supérieure à celle obtenue pour les sols ferrallitiques.

Déterminé pour des sols similaires de Tahiti, il apparaît constitué de pyroxènes et de feldspaths hérités de la roche basaltique. Ces minéraux contribuent à enrichir ces sols en calcium et surtout en magnésium. Les teneurs en fer, croissant avec la profondeur (20 à 25 %), et en titane (5 %), sont voisines de celles obtenues pour certains sols ferrallitiques. Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \simeq 2$ sur l'ensemble du profil, est le reflet du caractère ferrallitique du matériau colluvial originel.

La quantité de matière organique est très importante, nettement supérieure à celle observée à Mangareva pour les sols d'apports se développant sur des matériaux ferrallitiques, mais proche de celle des sols colluviaux-alluviaux bruns eutrophes. Élevée en surface, la teneur ne décroît que très progressivement avec la profondeur pour avoisiner encore 2 % à 60 cm. Le rapport C/N, de 13 en surface, décroît très rapidement pour se stabiliser autour de 10 entre 10 et 40 cm. Les teneurs en azote, moyennes en surface, sont, compte-tenu de l'acidité décroissante, très satisfaisantes en-dessous.

Ces sols possèdent une capacité d'échange assez forte et pratiquement constante, supérieure à 30 mé/100 g dans la majeure partie du profil. Cette capacité n'est expliquée totalement ni par la nature des minéraux phylliteux (essentiellement constitués de métahalloysite), ni par les teneurs en matière organique. Le complexe d'échange, saturé à plus de 80 % en surface (ce que ne laisse pas prévoir le pH de 5,2) et à 75 % environ en-dessous (où par contre l'acidité décroît sensiblement) reflète la richesse de ces sols en calcium et magnésium échangeables. Le calcium domine très légèrement le magnésium dans l'ensemble des profils avec une valeur de 12 à 13 mé/100 g sur une quarantaine de cm et une proportion de 50 % du total des bases échangeables contre 43 % pour le magnésium. L'équilibre cationique Ca/Mg, voisin ou légèrement supérieur à 1, peut être considéré comme convenable.

Même en surface, au sein de l'horizon humifère et malgré une teneur pouvant atteindre 0,5 mé/100 g, ces sols manifestent des besoins élevés sinon des carences en potassium ce que traduit le déséquilibre cationique $\text{K}/\text{Ca} + \text{Mg} < 2$ %, valeur voisine de la limite inférieure considérée comme acceptable.

Fait rare, l'horizon humifère peut renfermer des teneurs importantes de sodium échangeable vraisemblablement apporté sous forme de chlorures d'origine marine. Bien qu'atteignant 8 % de la capacité d'échange du complexe, ces ions Na^+ ne peuvent avoir d'effet défavorable; une teneur double serait pour cela nécessaire.

Comme l'ensemble des sols analysés, le profil Rapa 3 est riche en P_2O_5 total : plus de 4 % dans toute son épaisseur, dont seulement 2 à 3 % se trouvent sous forme assimilable, soit 100 à 150 ppm. Correspondant seulement à 5 % environ de l'azote total, ces teneurs sont trop faibles du point de vue nutritif pour les végétaux et il serait nécessaire de les doubler pour éviter toute déficience.

Au total, ces sols sont très proches des "sols colluviaux-alluviaux brun-gris, eutrophes, vertiques" de Mangareva décrits par TERCINIER (1974). Ils sont toutefois moins riches en calcium que ces derniers, mais plus riches en matière organique et un peu plus acides en surface.

Ces sols possèdent un bon potentiel de fertilité chimique : ils sont riches en

matières organiques bien évoluées et migrant profondément, possèdent une réserve de calcium et de magnésium supérieure à celle des autres sols et un complexe d'échange saturé aux trois quarts par ces éléments. Par contre y sont trop faibles les teneurs en potassium échangeable, concentré en surface, et en phosphore assimilable, malgré une importante réserve de cet élément, hélas trop fortement fixée.

Ce potentiel est cependant partiellement contrarié par une structure prismatique liée à une certaine compacité et à l'apparition de caractères verticaux qui se développent vraisemblablement en rapport avec un engorgement périodique de la partie profonde du profil.

A ce type peut être rapporté le profil R 6, sol colluvial ayant hérité une partie de sa matière de sols ferrallitiques moyennement désaturés environnants (R 5) (figures 1 et 5, tableaux II et VI).

4. Les sols ferrallitiques.

La majeure partie des sols de Rapa sont du type ferrallitique. Les minéraux primaires y sont totalement altérés et les minéraux phylliteux appartenant aux familles de la kaolinite et de l'halloysite y dominent très largement, en association avec des oxyhydroxydes de fer.

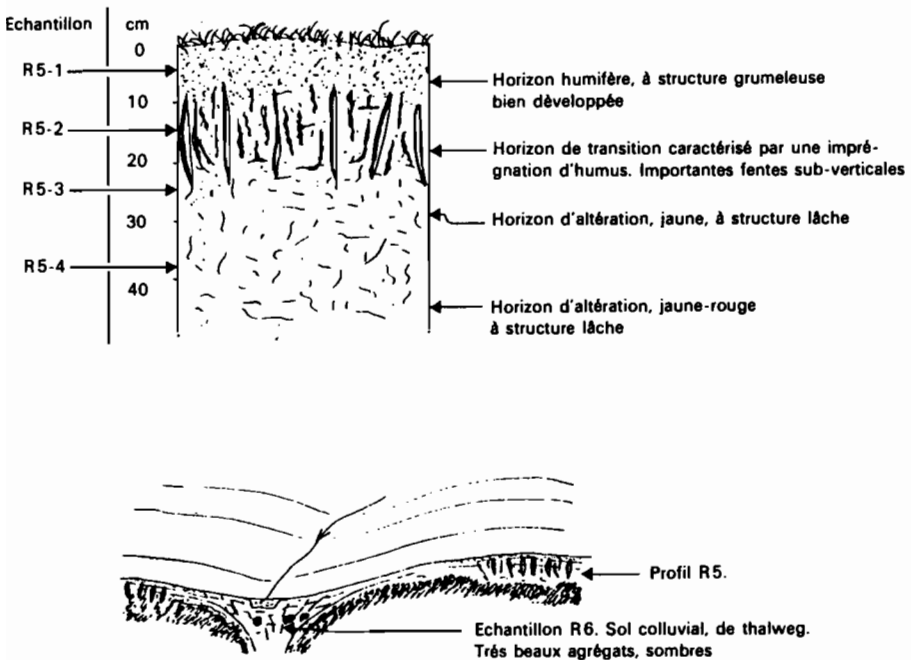


FIGURE 5 – Schéma de l'organisation des profils R 5 et R 6.

Profils RAPA 5-9-23	Type de sol	Moyennement désaturés								Faiblement désaturés		
Echantillons : RAPA		5.1	5.2	5.3	5.4	9.1	9.2	9.3	9.4	23.0	23.1	23.2
Profondeur (cm)		0-10	10-20	25-35	40-50	0-10	15-20	40-50	50-60	0-10	15-20	25-40
Horizon		A ₁	A ₃	B ₃ C	B ₃ C	A ₁	A ₃	B ₁	B ₃ C	A ₁	A ₃	B ₁
Granulométrie %												
Argiles		51,5	61,8	62,9	59,7	58,9	67,4	66,3	55,3	36,7	51,5	55,2
Limons fins		22,8	24,6	26,1	29,6	21,3	19,8	24,2	38,8	26,7	32,0	29,8
Limons grossiers		4,9	3,8	4,3	2,5	4,3	5,4	5,0	2,5	7,5	3,9	5,7
Sables fins		9,7	6,2	4,2	6,7	7,4	3,6	5,0	1,6	10,2	10,9	6,4
Sables grossiers		2,2	0,6	0,3	0,9	2,7	0,7	0,1	0,2	10,9	0,8	0,7
Rétention de l'eau %												
pF 3,0		36,9	40,6	42,1	37,7	36,1	35,5	39,2	51,4	36,8	40,2	41,3
pF 4,2		30,2	35,5	36,7	32,8	30,9	31,5	34,5	37,6	31,4	32,6	34,9
Matière organique %												
Carbone %		8,4	2,7	1,9	1,1	6,6	2,7	1,3	-	7,8	2,2	2,0
Azote %		49,1	15,6	11,1	6,5	38,3	15,8	7,4	-	45,3	12,9	11,7
C/N		2,3	0,9	0,7	0,6	2,5	0,8	1,3	-	3,6	0,9	1,1
		21,3	17,3	15,8	10,8	15,3	19,7	5,7	-	12,5	14,3	10,6
pH												
Eau		5,2	5,2	5,1	5,0	5,4	5,5	5,2	4,9	4,9	5,3	5,1
KCl		4,1	4,0	4,0	4,0	4,3	4,2	4,1	3,8	4,2	4,3	4,3
Complexe d'échange :												
Cations échangeables mé/100 g												
Ca ⁺⁺		3,10	2,17	1,67	1,14	4,10	2,81	1,94	1,97	7,11	3,54	2,94
Mg ⁺⁺		6,15	4,98	3,77	2,30	7,52	5,98	4,61	5,31	8,77	4,34	3,74
K ⁺		0,37	0,12	0,14	0,12	0,30	0,14	0,18	0,32	0,41	0,08	0,05
Na ⁺		0,42	0,71	0,60	0,61	0,53	0,67	0,70	0,77	0,56	1,64	2,24
Somme (S)		10,04	7,98	6,18	4,17	12,45	9,60	7,43	8,37	16,85	9,60	8,97
Capacité d'échange (T) mé/100 g (à pH 7,0)												
		28	23	24	19	31	24	21	30	38	19	19
Taux de saturation S/T %												
		35,9	34,7	25,7	21,9	40,2	40,0	35,4	27,9	44,3	50,5	47,2
P ₂ O ₅ :												
Total %		0,50	0,30	0,29	0,32	0,37	0,32	0,27	0,31	0,44	0,36	0,32
Assimilable mg/100 g		11,5	5,8	7,7	12,9	4,8	2,5	4,9	8,0	16,6	1,8	1,2
Éléments totaux %												
Perte au feu		20,05	15,90	14,95	13,80	18,55	15,25	13,90	13,45	22,30	15,55	14,80
Résidu		0,63	0,05	0,02	0,00	0,90	0,32	0,06	0,06	7,05	0,12	0,00
SiO ₂		27,60	35,90	36,20	36,10	26,00	29,85	33,95	37,15	24,75	28,50	29,35
Al ₂ O ₃		22,50	28,75	29,00	29,50	22,00	25,00	27,25	27,25	20,25	26,50	27,25
Fe ₂ O ₃		20,40	16,00	16,25	17,00	23,75	22,50	18,50	16,75	17,40	27,00	21,75
TiO ₂		5,00	1,82	1,70	1,78	5,50	5,00	3,75	3,75	4,10	4,70	4,90
P ₂ O ₅		0,50	0,30	0,29	0,32	0,37	0,32	0,27	0,31	0,44	0,36	0,32
MnO ₂		0,27	0,22	0,26	0,25	0,28	0,22	0,13	0,19	0,24	0,23	0,22
CaO		0,12	0,08	0,07	0,06	0,17	0,10	0,08	0,07	0,69	0,12	0,11
MgO		0,87	0,54	0,51	0,62	1,36	1,14	0,83	0,58	1,47	0,89	0,76
K ₂ O		0,06	0,03	0,03	0,02	0,05	0,04	0,04	0,09	0,10	0,04	0,03
Na ₂ O		0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,11	0,09	0,19
Rapp. mol.												
SiO ₂ /P ₂ O ₅		2,32	1,56	1,56	1,51	1,18	1,28	1,47	1,65	1,33	1,18	1,20
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		2,08	2,11	2,12	2,07	2,00	2,02	2,11	2,31	2,07	1,82	1,82
Minéralogie de la fraction < 2 μm												
Gonflants		traces	traces	traces	traces				traces	-	3,5	1,5
Halloysite		9	3	5	4,5			5,5	8	5	6	8
Métahalloysite		1	5,5	4	4,5			4,5	2	5	0,5	0,5
Kaol. désord.			1,5	1	0,5			traces		-		
Gibbsite									traces	traces		

TABLEAU II - Sols ferrallitiques moyennement ou faiblement désaturés, pénévulés d'érosion, humiques sur basaltes.

Leur profondeur moyenne jusqu'à l'altérite ou "mamu" est généralement faible (ne dépassant pas 60 cm) et sans rapport étroit avec le gradient de pente.

Si la désaturation du complexe absorbant est généralement la règle, il arrive toutefois qu'elle puisse être limitée, conduisant alors, aux côtés des "sols ferrallitiques fortement désaturés", nettement dominants, à la genèse de "sols ferrallitiques moyennement désaturés" et de "sols ferrallitiques faiblement désaturés" sans qu'il soit toutefois possible de dégager un facteur écologique prédominant qui soit responsable des différences observées.

Des différenciations peuvent aussi intervenir au sein de chacune de ces 3 sous-classes en relation, en particulier, avec la teneur en matière organique ou l'influence de l'érosion.

a. Les sols ferrallitiques faiblement désaturés, pénévoués d'érosion, humiques.

Ils semblent n'occuper que de très faibles superficies à Rapa, sans doute en des sites où le micro-climat est particulier. Le profil étudié, R 23, se trouve dans la partie centre-est de l'île en contrebas du Mont Taga, sous végétation graminéenne de *Paspalum* (figures 1 et 6, planche IV, vues 2 et 3; planche V, vue 1; planche VI, vues 1 et 2; tableau II).

Le profil comprend essentiellement trois horizons :

A 1 : 0-10 cm, brun-sombre (7,5 YR 3/2) à l'état sec et brun-rouge sombre (5 YR 2,5/2) à l'état humide. Structure finement grumeleuse (2 mm), texture argilo-limoneuse, très riche en fines racines de *Paspalum* qui favorisent le développement de cet horizon et du suivant (Ech. R 23-0).

A 3 : 10-25 cm, brun sombre (7,5 YR 4/4) à l'état sec, brun-sombre (7,5 YR 3/2) à l'état humide, structure polyédrique lâche (1 cm), texture argilo-limoneuse, bien visité par les racines. L'observation en lame mince montre une excellente pédoplasation et l'importance de la porosité (planches VI, vue 1), (Ech. R 23-1).

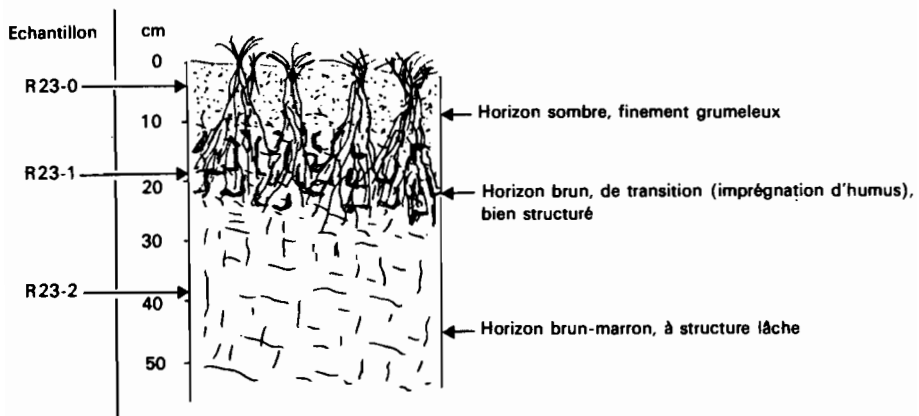


FIGURE 6 – Schéma de l'organisation du profil R 23.

B 1 : 25-60 cm, brun-jaune (5 YR 4/3) à l'état sec, brun-jaune sombre (5 YR 2,5/2) à l'état humide, structure massive, texture argilo-limoneuse, non pénétrée par les racines de *Paspalum*. Une observation en lame mince montre une bonne pédoplasation (planche VI, vue 2) (Ech. R 23-2).

Le développement des horizons superficiels A_1 et A_3 semble dépendre étroitement du couvert végétal. Ainsi ces deux horizons sont-ils plus profonds et mieux différenciés dans ce profil que dans le profil R 24 situé seulement à une dizaine de mètres du précédent sous couvert de *Gleichenia*. La vue 1 de la planche V montre les deux zones adjacentes dans lesquelles ont été ouverts les profils R 23 (sous *Paspalum*, à gauche sur la photo) et R 24 (sous *Gleichenia*, à droite sur l'image). La vue 3 de la planche IV montre côte à côte la morphologie racinaire de ces deux plantes qui explique la profondeur plus grande des horizons A_1 et A_3 se formant sous couvert de *Paspalum* que sous couvert de *Gleichenia*. Il est alors intéressant de rappeler que le *Paspalum* apparaît comme un genre plus compétitif que le *Gleichenia* quant à l'occupation du terrain, comme en témoigne le remplacement du *Gleichenia* par le *Paspalum* au droit des zones brûlées ou dans les chemins de passage empruntés par l'homme ou les animaux (vue 2 de la planche V, au premier plan).

La texture de ce sol brun, assez profond, passe d'un type argileux en profondeur à un mode plus grossier en surface sous l'effet d'un enrichissement, d'origine colluviale, en éléments sableux vraisemblablement constitués pour une grande part de minéraux résiduels du basalte, pyroxènes et feldspaths, qui enrichissent les horizons supérieurs en calcium et surtout en magnésium.

Bien structurés et présentant de ce fait une bonne porosité, ces sols ne possèdent qu'une modeste capacité de rétention en eau utile, de l'ordre de 7 % du poids du sol sec, identique à celle observée dans des sols similaires de Tahiti ou des Gambier.

L'une des caractéristiques qui les différencie des sols plus fortement désaturés est la présence, en quantités notables, dans la fraction $< 2 \mu\text{m}$, de minéraux argileux gonflants aux côtés de l'hallowysite dominante, largement transformée en métahallowysite dans l'horizon humifère où peuvent par ailleurs apparaître des traces de gibbsite. Voisine de 2 en A_1 , la valeur du rapport moléculaire $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ descend aux environs de 1,8 en-dessous, ce qui traduit l'évolution du sol vers la ferrallitisation mais paraît en contradiction avec la présence, soulignée ci-dessus, de quantités relativement importantes de minéraux argileux de la famille des smectites alors que l'on devrait plutôt s'attendre à y trouver un peu de gibbsite.

La matière organique est à la fois assez abondante ($\approx 8\%$) et de bonne qualité au sein de l'horizon humifère (15 cm environ) : bien liée à la fraction minérale, bien humifiée (planche VI, vues 1 et 2), riche en azote ($\text{C/N} \approx 12$), elle contribue fortement à y engendrer une capacité d'échange élevée à demi-saturée par d'importantes quantités de calcium et de magnésium constituant à eux deux plus de 90 % des bases échangeables dans les proportions respectives de 4 et 5/10; le potassium, notoirement insuffisant, notamment par rapport au magnésium ($\text{Mg/K} > 20$) n'y entre que pour moins de 3 %. La déficience la plus marquée est cependant celle du phosphore assimilable qui n'atteint pas 5 % de la teneur en azote total.

Dès la profondeur de 15 cm, la matière organique et l'azote chutent respectivement de près de 3 et 4 fois tandis que les bases échangeables, calcium et magnésium, diminuent de moitié, leurs teneurs demeurant toutefois moyennes à bonnes : la capacité d'échange suivant la même voie, la saturation demeure voisine de 50 %. Quant au potassium et au phosphore assimilable leurs quantités deviennent pratiquement négligeables, tandis qu'apparaissent des teneurs relativement élevées (et croissant avec la profondeur) de sodium échangeable, dépassant 2 mé/100 g à 30 cm, teneur observée dans aucun autre sol ferrallitique de Rapa ou de Mangareva.

La réaction est, dans l'ensemble du profil, nettement acide (pH \simeq 5), plus acide que dans des sols possédant des caractères semblables à Tahiti et à Mangareva.

Les sols ferrallitiques faiblement désaturés sur basalte possèdent une fertilité de base satisfaisante, en ce sens que leur profondeur est suffisante, que leurs propriétés physiques (texture, structure, porosité) sont bonnes et que la matière organique et l'azote y sont bien représentés. Ils sont aussi bien pourvus en calcium et en magnésium, encore qu'il y aurait lieu de corriger le léger déséquilibre existant entre ces deux éléments par des apports modérés de calcium qui permettraient aussi de relever le pH un peu trop acide.

Des déficiences apparaissent par contre d'abord au niveau du potassium, concentré dans le seul horizon humifère et en quantité insuffisante, mais surtout du phosphore assimilable dont la carence se manifeste dans l'ensemble du profil et qui constitue le facteur limitant essentiel de la fertilité. Ces déficiences sont cependant corrigibles par des fumures appropriées, apportées avec discernement de façon à éviter, en particulier, la fixation irréversible du phosphore sur les oxydes de fer.

Situés sur des pentes plus ou moins fortes, ces sols sont très sensibles à l'érosion. Les cultures susceptibles de leur apporter la meilleure protection sont les cultures arbustives. S'ils devaient être implantés en cultures vivrières ou maraîchères, les nombreux travaux du sol et leur mise à nu périodique favoriseraient leur érosion et nécessiteraient l'application de mesures anti-érosives, à savoir une bonne fertilisation permettant de donner vigueur aux plantes et d'accélérer le recouvrement du sol, une succession rapide des cultures, l'introduction de plantes intercalaires de couverture (graminées de préférence), la pratique du paillage qui ralentit le ruissellement et permet une meilleure alimentation hydrique et enfin, si nécessaire, le modelage de bandes d'arrêt couvertes de grandes graminées afin de favoriser l'infiltration tout en freinant le ruissellement.

Peu étendus à Rapa, de même qu'à Mangareva, les sols de ce type occupent des superficies relativement importantes à Tahiti où ils sont partiellement utilisés pour les cultures maraîchères dites "de montagne" établies sur des pentes pouvant atteindre 50 voire 75 % (JAMET, 1983, 1985).

b. Les sols ferrallitiques moyennement à fortement désaturés, humifères ou humiques, pénévoués d'érosion, sur basalte ou phonolite.

Ces familles de sols regroupent la très grande majorité, voire la quasi totalité

des sols développés sur les pentes les plus modérées de l'île. Les sols les plus fortement désaturés sont très nettement dominants par rapport aux sols moyennement désaturés.

La profondeur de ces sols, brun-ocres, rouges ou jaunes, est généralement fortement limitée par l'érosion; fréquemment inférieure à 50 cm elle ne dépasse que peu souvent 80 cm avant d'atteindre le "mamu" meuble ou encore dur, des reliques de la roche apparaissant souvent dans les parties hautes du profil.

La classification française (CPCS, 1967) distingue deux groupes au sein de ces sols ferrallitiques en fonction de la teneur en matière organique : les sols dits humifères en renferment plus de 7 % sur 20 cm et les sols dits humiques ont une teneur en matière organique pouvant descendre jusqu'à 3 %. Tous les sols ferrallitiques de Rapa sont inclus dans l'un ou l'autre de ces groupes représentés ici respectivement par les profils R 1 (type humique, figures 1 et 7, tableau IV) et R 24 (type humifère, figures 1 et 8, tableau III, planche IV, vue 1, planche VI, vue 3) desquels peuvent être rapprochés respectivement les profils R 5, R 9 et R 8 (sols ferrallitiques humiques moyennement désaturés, tableaux II et V et planche VII) ainsi que R 2, R 14 et R 22 (sols ferrallitiques humiques fortement désaturés, tableau IV et planche II) et R 12 (sols ferrallitiques humifères fortement désaturés, tableau III et planche III).

La description des profils est la suivante :

Profil R 1 (figures 1 et 7, tableau IV).

A 1 : 0-7 cm, brun à brun-sombre (10 YR 4/3) à l'état sec et brun très sombre (10 YR 2/2) à l'état humide, à structure grumeleuse (3 mm), texture argileuse, bien exploité par

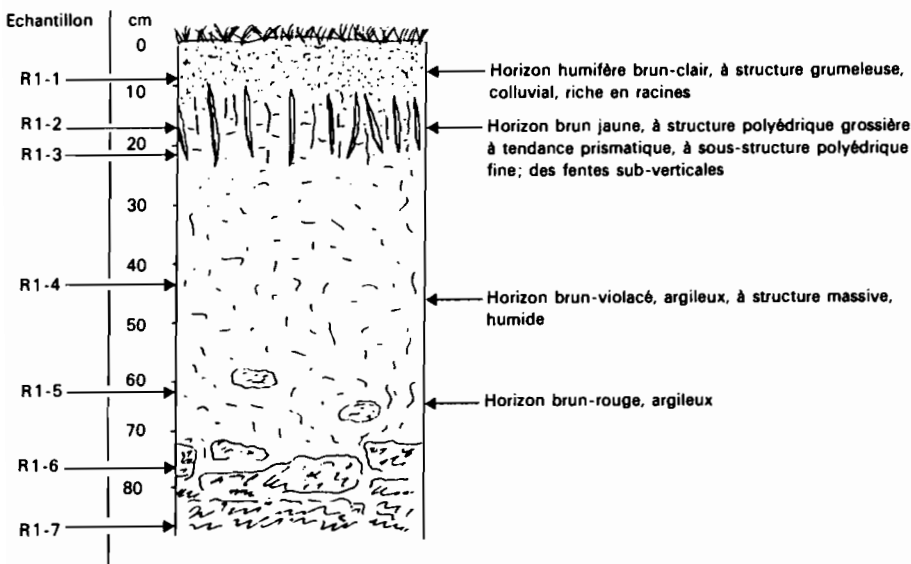


FIGURE 7 – Schéma de l'organisation du profil R 1.

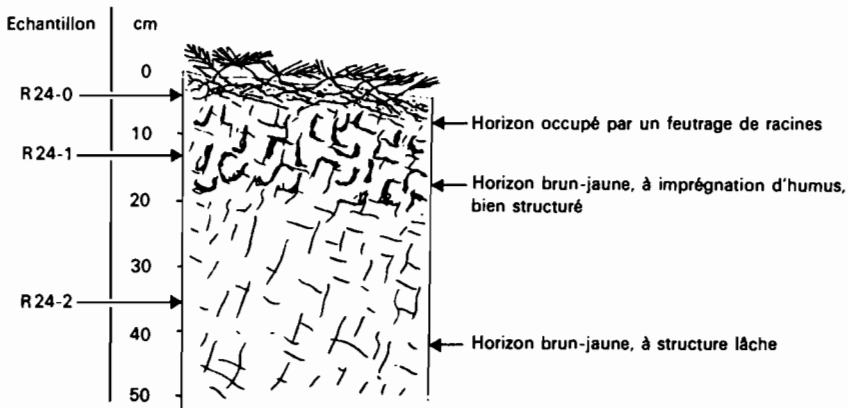


FIGURE 8 – Schéma de l'organisation du profil R 24.

les racines, rechargé par des éléments colluviaux sous couvert végétal de savane (Ech. R 1.1).

A₃ : 7-22 cm, brun à brun-sombre (7,5 YR 4/4) à l'état sec et brun-rouge sombre (2,5 YR 2,5/2) à l'état humide, sur-structure polyédrique à tendance prismatique et sous-structure anguleuse équante (1 cm), texture argileuse (Ech. R 1.2) ou argilo-limoneuse (Ech. R 1.3), traversé par des racines (Ech. R 1.2 et R 1.3).

B₂ et B₃C : 22-70 cm, rouge foncé (2,5 YR 3/2) à brun sombre (7,5 YR 4/2) à l'état sec et rouge très foncé (2,5 YR 2,5/2) à brun rouge sombre (5 YR 2,5/2) à l'état humide, structure massive, texture argilo-limoneuse, peu traversé par des racines (Ech. R 1.4 = horizon B₂ et R 1.5 = horizon B₃C).

C : 70-80 cm, brun-rouge sombre (5 YR 3/4) à l'état sec et brun-rouge sombre (2,5 YR 2,5/4) à l'état humide, très riche en éléments de roche altérée, limoneux (Ech. R 1.6).

Profil Rapa 24 (figures 1 et 8; tableau III; planche IV, vue 1; planche V, vue 1; planche VI, vue 3).

A₁₁ : 0-4 cm, brun sombre (10 YR 3/3) à l'état sec et noir (10 YR 2/1) à l'état humide, riche en rhizomes de *Gleichenia*, structure grumeleuse (4 mm), texture argilo-limoneuse (Ech. R 24.0).

A₁₂ : 4-20 cm, brun-sombre (7,5 YR 3/2) à l'état sec et rouge très foncé (2,5 YR 2,5/2) à l'état humide, imprégné d'humus, à structure présentant une tendance polyédrique (1 cm), à texture argilo-limoneuse (Ech. R 24.1).

A₃ : 20-40 cm, brun-sombre (10 YR 3/3) à l'état sec et brun jaune sombre (10 YR 2/2) à l'état humide, structure massive, texture argilo-limoneuse, non traversé par des racines (Ech. R 24.2).

Le développement de la structure de l'horizon A₁ de ce profil sous l'influence du système racinaire de *Gleichenia* a déjà été évoqué ci-dessus à propos de l'étude du profil R 23 (paragraphe précédent).

Qu'ils soient issus de basalte ou de phonolite, ces sols ont une texture très fine, argileuse et renferment généralement entre 40 et 60 % d'éléments < 2 μm et 80 à 90 % d'éléments < 20 μm. A l'image des sols ferrallitiques faiblement désaturés, ils sont bien structurés, grumeleux en surface, perméables. Leur capacité de rétention en eau est moyenne, 30 à 40 % à pF 3,0, exceptionnelle-

<i>Profils RAPA 12-24</i>	<i>Type de sol</i>							
Echantillons : RAPA	12.0	12.1	12.2	12.3	24.0	24.1	24.2	
Profondeur (cm)	0-10	10-20	30-35	50-60	0-5	15-20	30-40	
Horizon	A ₁₁	A ₁₂	A ₃	C ₁	A ₁₁	A ₁₂	A ₃	
Granulométrie %								
Argiles	53,4	48,5	64,8	63,7	48,5	48,9	60,9	
Limons fins	23,7	26,2	18,6	17,7	25,8	25,6	23,2	
Limons grossiers	4,3	6,2	4,1	6,9	4,6	4,8	4,3	
Sables fins	7,1	8,3	4,8	4,8	6,1	6,8	6,4	
Sables grossiers	1,5	3,9	4,1	3,7	4,5	6	1,6	
Rétention de l'eau %								
pF 3,0	34,6	35,0	31,5	30,9	37,8	35,8	35,8	
pF 4,2	30,4	30,5	29,1	28,1	34,1	31,4	32,1	
Matière organique %	9,67	8,03	4,00	3,04	10,54	7,70	3,46	
Carbone ‰	56,2	46,7	23,3	17,7	61,3	44,8	20,1	
Azote ‰	3,2	2,2	1,2	1,0	3,3	1,5	1,5	
C/N	17,5	21,2	19,4	17,7	18,5	29,8	13,4	
pH { Eau KCl	5,2 4,2	5,2 4,2	4,9 4,3	4,9 4,4	4,9 4,0	5,0 4,1	4,9 4,1	
Complexe d'échange : Cations échangeables mé/100 g								
Ca ⁺⁺	0,83	0,46	0,32	0,25	1,97	1,47	1,10	
Mg ⁺⁺	1,67	0,97	0,60	0,43	4,44	3,17	2,30	
K ⁺	0,28	0,16	0,09	0,04	0,43	0,20	0,06	
Na ⁺	0,23	0,19	0,22	0,22	0,44	0,37	0,54	
Somme (S)	30,01	1,78	1,23	0,94	7,28	5,21	4,05	
Capacité d'échange (T) mé/100 g (à pH 7,0)	25	11	21	10	33	35	26	
Taux de saturation S/T %	12,0	16,2	5,9	9,4	22,0	14,9	15,6	
P₂O₅ :								
Total %	0,71	0,71	0,72	0,74	0,39	0,40	0,40	
Assimilable mg/100 g	25,0	14,5	15,9	24,0	6,3	4,4	4,4	
Éléments totaux %								
Perte au feu	22,65	21,05	17,85	18,50	24,90	21,70	17,75	
Résidu	0,02	0,38	0,13	0,13	1,00	0,90	0,17	
SiO ₂	21,70	22,20	22,25	19,20	23,45	24,20	27,35	
Al ₂ O ₃	24,50	25,00	27,50	29,00	22,75	24,25	26,75	
Fe ₂ O ₃	22,25	23,25	24,75	25,00	20,25	21,75	21,00	
TiO ₂	5,00	5,10	5,25	5,40	4,50	4,60	4,65	
P ₂ O ₅	0,71	0,71	0,72	0,74	0,39	0,40	0,40	
MnO ₂	0,27	0,26	0,26	0,24	0,24	0,23	0,20	
CaO	0,12	0,09	0,08	0,07	0,11	0,10	0,06	
MgO	0,88	0,83	0,66	0,56	0,80	0,77	0,76	
K ₂ O	0,05	0,05	0,05	0,04	0,08	0,07	0,05	
Na ₂ O	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
Rapp. mol.								
SiO ₂ /P ₂ O ₅	0,95	0,94	0,87	0,72	1,11	1,07	1,15	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,50	1,50	1,37	1,12	1,74	1,69	1,73	
Minéralogie de la fraction < 2 µm	Halloysite Métahalloysite Kaol. désord.		traces 5 5	traces 7 3				

TABLEAU III – Sols ferrallitiques fortement désaturés, humifères, pénévulés d'érosion, sur basaltes.

<i>Profils RAPA l-2</i>	<i>Type de sol</i>	<i>Sur basalte</i>						<i>Sur phonolite</i>		
Echantillons : RAPA		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3
Profondeur (cm)		0-7	8-15	15-20	25-35	50-60	75-80	0-10	10-20	25-30
Horizon		A ₁	A ₃	A ₃	B ₂	B ₃ C	C	A ₁	A ₃	B ₃ C
Granulométrie %										
Argiles		54	53,9	42,2	49,8	40,1	4,7	59,6	67,2	34,2
Limons fins		20,3	29	45,2	39,4	41,8	41,4	18,8	17,7	36,4
Limons grossiers		4,2	3,6	3,6	4,7	8,5	5,7	4,0	3,0	7,2
Sables fins		8,4	8,2	6	5,9	9,6	5,6	6,0	5,9	14,1
Sables grossiers		3	1,2	1	0,6	0,4	0,6	2,5	2,2	7,7
Rétention de l'eau %										
pF 3,0		39,6	35,6	35,7	36,8	37,4	37,8	34,0	33,3	30,2
pF 4,2		31,7	30,3	31,0	31,4	29,5	31,4	29,4	29,4	29,1
Matière organique %										
Carbone %		9,64	3,90	3,11	0,86	0,43	0,40	8,72	3,73	1,55
Azote %		56,1	22,7	18,1	5,0	2,5	2,3	50,7	21,7	9,0
C/N		3,1	1,8	1,4	0,4	0,3		2,9	1,2	0,5
		18,0	12,6	12,9	12,5	8,3		17,4	18,0	18,0
pH										
Eau	KCl	5,0	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	5,1	5,0	5,2
		4,1	4,2	4,1	4,0	4,0	3,9	4,1	4,2	4,1
Complexe d'échange : Cations échangeables mé/100 g										
Ca ⁺⁺		0,77	0,33	0,35	0,36	0,29	0,30	1,05	0,27	0,34
Mg ⁺⁺		1,77	0,84	0,80	1,00	0,84	0,87	2,14	1,07	1,17
K ⁺		0,28	0,09	0,09	0,07	<0,01	<0,01	0,23	0,05	0,31
Na ⁺		0,35	0,31	0,31	0,34	0,34	0,54	0,30	0,47	0,62
Somme (S)		3,17	1,57	1,55	1,77	1,48	1,72	3,72	1,86	2,44
Capacité d'échange (T) mé/100 g (à pH 7,0)										
		27,0	25	23	15	13	14	33	24	17
Taux de saturation S/T %										
		11,7	6,3	6,7	11,8	11,4	12,3	11,3	7,7	14,3
P₂O₅ :										
Total %		0,46	0,42	0,36	0,24	0,30	0,25	0,52	0,44	0,37
Assimilable mg/100 g		17,2	18,2	21,2	4,7	7,2	7,6	19,2	14,2	17,2
Éléments totaux %										
Perte au feu		24,30	19,10	17,50	13,55	13,15	13,10	23,55	19,75	17,65
Résidu		0,36	0,17	0,18	0,10	0,20	0,16	0,24	0,05	0,01
SiO ₂		27,30	29,70	31,70	34,40	36,45	36,60	26,30	27,20	30,55
Al ₂ O ₃		27,00	29,50	30,50	30,50	30,50	30,50	27,00	31,25	33,50
Fe ₂ O ₃		16,50	18,25	17,25	16,90	16,50	16,50	19,25	18,00	15,50
TiO ₂		1,53	1,55	1,50	1,45	1,35	1,35	2,30	1,95	1,48
P ₂ O ₅		0,46	0,42	0,36	0,24	0,30	0,25	0,52	0,44	0,37
MnO ₂		0,15	0,19	0,21	0,33	0,39	0,33	0,15	0,13	0,17
CaO		0,05	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,06	0,04	0,04
MgO		0,25	0,25	0,26	0,38	0,41	0,41	0,29	0,22	0,21
K ₂ O		0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,06	0,04	0,08
Na ₂ O		0,04	0,03	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,12	0,04
Rapp. mol.										
SiO ₂ /P ₂ O ₅		1,23	1,13	1,29	1,49	1,50	1,50	1,09	1,08	1,19
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		1,71	1,72	1,76	2,02	2,02	2,03	1,58	1,47	1,55
Minéralogie de la fraction < 2 µm										
	Gonflants		2			4	5,5	1	1	traces
	Halloysite		7			5,5	4,5	8	8	5
	Métahalloysite		1			0,5	traces	1	1	
	Kaol. désord.		traces			traces		traces	traces	traces
	Gibbsite									

TABLEAU IV – Sols ferrallitiques fortement désaturés, pénévoués d'érosion, humiques.

<i>Profils RAPA</i> 8	<i>Type de sol</i>							
Echantillons : RAPA	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	
Profondeur (cm)	0-10	50	100-120	270	330	480	550	
Granulométrie %								
Argiles	59,3	57,7	53	53,5	65	71,7	25,7	
Limons fins	17,4	19,2	36,8	36,1	28,1	24,9	30,4	
Limons grossiers	6,8	10,1	2,9	3,9	3,2	2,6	12	
Sables fins	7,2	8,3	5,8	4,8	3	1,3	26	
Sables grossiers	3,4	4,5	0,3	0,2	0,3	0,1	5,3	
Rétention de l'eau %								
pF 3,0	35,0	43,7	46,9	47,8	48,4	54,1	40,0	
pF 4,2	29,2	36,2	36,7	38,2	40,2	25,1		
Matière organique %								
Carbone ‰	5,26	0,60	0,07	0,05	0,07	0,04	–	
Azote ‰	30,6	3,5	0,40	0,30	0,40	0,21	–	
C/N	–	–	–	–	–	–	–	
pH								
Eau KCl	5,5	4,9	4,9	4,5	4,4	4,6	4,8	
	4,5	4,1	4,0	3,8	3,8	3,6	3,8	
Complexe d'échange :								
Cations échangeables mé/100 g								
Ca ⁺⁺	3,57	1,17	2,24	0,54	0,49	0,39	0,87	
Mg ⁺⁺	7,10	2,27	3,44	1,14	1,04	0,70	1,20	
K ⁺	0,35	0,28	0,25	0,18	0,25	0,11	0,16	
Na ⁺	0,41	0,60	0,77	0,54	0,74	0,61	1,40	
Somme (S)	11,43	4,32	6,70	2,45	2,52	1,81	3,63	
Capacité d'échange (T) mé/100 g (à pH 7,0)								
	27	17	19	16	17	17	17	
Taux de saturation S/T %								
	42,3	25,4	35,2	15,3	14,8	10,6	21,3	
P₂O₅ :								
Total %	0,31	0,39	0,51	0,52	0,52	0,42	0,51	
Assimilable mg/100 g	4,3	8,8	19,2	24,1	17,2	22,4	40,8	
Eléments totaux %								
Perte au feu	17,70	13,75	12,15	12,50	13,20	13,65	11,65	
Résidu	0,47	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,00	
SiO ₂	27,65	31,85	31,65	31,50	31,45	35,25	31,35	
Al ₂ O ₃	24,00	28,50	27,00	27,20	27,75	22,75	28,75	
Fe ₂ O ₃	22,50	19,50	22,00	21,75	21,50	18,50	20,00	
TiO ₂	4,75	4,50	5,00	4,90	4,90	3,40	5,40	
P ₂ O ₅	0,31	0,39	0,51	0,52	0,52	0,42	0,51	
MnO ₂	0,19	0,24	0,09	0,10	0,05	0,06	0,21	
CaO	0,13	0,05	0,09	0,04	0,04	0,03	0,05	
MgO	1,05	0,80	1,12	1,06	0,50	0,22	1,44	
K ₂ O	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	
Na ₂ O	0,08	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,09	
Rapp. mol.								
SiO ₂ /P ₂ O ₅	1,22	1,32	1,30	1,29	1,29	1,49	1,27	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,95	1,90	1,98	1,96	1,92	2,07	1,84	
Minéralogie de la fraction < 2 µm	Gonflants		traces	traces	0,5	1,5	traces	
	Halloysite		5,5	6	5,5	traces	3	
	Métalloysite		3	4	4	6,5	5	
	Kaol. désord.		1,5			2	0,5	

TABLEAU V – Sol ferrallitique moyennement désaturé, remanié, sur matériau basaltique colluvionné.

<i>Profils RAPA 3 et 6</i>	<i>Type de sol</i>							
Echantillons : RAPA	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	6	
Profondeur (cm)	0-5	5-10	20-25	30-40	45-50	60-70	50	
Horizon	A ₁₁	A ₁₂	A ₃	A ₃ C	C ₁	C ₂	A ₁	
Granulométrie %								
Argiles	41,7	40,7	49,3	42,9	48,1	40,1	50,1	
Limons fins	22,2	25,1	24,7	29,9	27,3	27,4	27,8	
Limons grossiers	7,2	7,9	8,7	7,2	6,6	10,2	8,3	
Sables fins	16,5	17,1	12,6	14,8	12,8	14,7	8	
Sables grossiers	5,0	4,2	0,5	1,3	2,4	5,7	2,1	
Rétention de l'eau %								
pF 3,0	33,1	32,0	31,7	34,1	37,0	35,5		
pF 4,2	28,2	27,0	26,9	28,3	31,5	29,2		
Matière organique %								
Carbone %	6,3	4,8	3,9	3,7	2,6	1,7	4,2	
Azote %	2,8	2,6	2,1	1,9	1,1	1,0		
C/N	13,0	10,7	10,8	11,2	13,7	10,1		
pH { Eau								
	5,2	5,9	6,0	5,8	5,8	5,8	6,0	
	4,8	5,0	5,0	4,8	4,8	4,8	5,2	
Complexe d'échange :								
Cations échangeables mé/100 g								
Ca ⁺⁺	13,60	13,40	12,60	13,39	9,69	10,79	11,59	
Mg ⁺⁺	12,86	10,52	10,47	12,61	9,10	9,60	14,20	
K ⁺	0,50	0,20	0,11	0,12	0,05	0,16	0,29	
Na ⁺	2,84	1,07	0,87	1,70	1,54	1,67	0,78	
Somme (S)	29,80	25,19	23,85	27,82	20,38	22,22	26,86	
Capacité d'échange (T)								
mé/100 g (à pH 7,0)	36	34	33	36	30	29	32	
Taux de saturation S/T %								
	82,8	74,1	72,3	77,3	67,9	76,6	83,9	
P₂O₅ :								
Total %	0,47	0,42	0,44	0,41	0,47	0,45	0,32	
Assimilable mg/100 g	15,0	10,4	8,5	9,6	9,9	13,1	2,3	
Éléments totaux %								
Perte au feu	18,20	16,70	16,05	15,30	14,80	13,30	14,70	
Résidu	6,30	6,15	5,25	3,90	4,95	4,85	3,30	
SiO ₂	25,40	25,90	26,05	29,85	25,85	27,85	29,75	
Al ₂ O ₃	20,50	22,50	23,00	22,50	22,00	22,50	22,00	
Fe ₂ O ₃	19,75	20,00	21,50	20,20	25,50	23,00	21,75	
TiO ₂	5,00	5,00	5,10	5,00	4,00	5,00	5,00	
P ₂ O ₅	0,47	0,42	0,44	0,41	0,47	0,45	0,32	
MnO ₂	0,21	0,24	0,25	0,23	0,23	0,31	0,38	
CaO	0,52	0,54	0,46	0,49	0,34	0,40	0,37	
MgO	1,39	1,41	1,38	1,65	1,16	1,60	1,69	
K ₂ O	0,08	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	
Na ₂ O	0,22	0,11	0,09	0,12	0,10	0,11	0,07	
Rapp. mol.								
SiO ₂ /P ₂ O ₅	1,30	1,24	1,20	1,43	1,14	1,27	1,40	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	2,10	1,95	1,92	2,25	1,99	2,10	2,29	
Minéralogie de la fraction < 2 μm	Gonflants							
	Halloysite		traces	1			2	
	Métahalloysite		0,5	0,5			4	
	Kaol. désord.		9	8			4	
	Gibbsite		0,5	0,5				
				traces				

TABLEAU VI – Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial sur matériau d'évolution ferrallitique, d'origine basaltique.



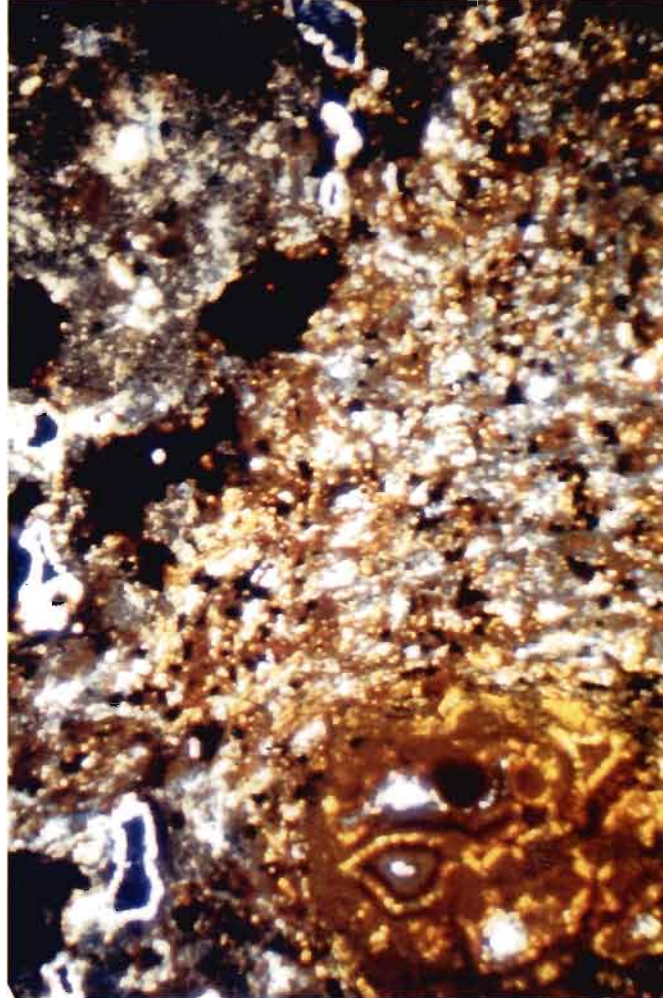
VUE 1 :
Érosion du couvert végétal
(*Gleichenia*) au droit d'un
affleurement de phonolites
(à proximité du profil R 2,
fig. 1).



VUE 2 :
Crête S-SE d'accès au mont
Vairu (dominé par un fort).
Vue montrant l'érosion de la
savane et des sols et quelques
lambeaux de forêts de vallées.



VUE 1 :
 Profil R 14 (sol ferrallitique
 fortement désaturé, pénè-
 volué d'érosion, humique).
 On distingue les horizons A₁
 (0-10 cm), A₃ (10-20 cm), B₁
 (20-35 cm) et B₃C (35-
 80 cm).
 VUE 2 :
 Détail de la structure des
 horizons A₁ et A₃ du
 profil R 14 destiné à mon-
 trer la qualité de celle-ci
 et la bonne pénétration de
 ces horizons par les racines
 (× 0,5).



VUE 1 :
 Profil R 12 (sol ferrallitique
 fortement désaturé, pénévolo-
 lué d'érosion, humifère). On
 distingue les horizons A₁₁
 (0-10 cm), A₁₂ (10-20 cm),
 A₃ (20-35 cm) et C₁ (35-
 60 cm).

VUE 2 :
 Micromorphologie de l'hor-
 rizon A₃ du profil R 12. Sé-
 grégations ferrugineuses et
 intense développement de
 minéraux de néogénèse dans
 le plasma et dans la lumière
 des pores (× 165, L.P.).

PLANCHE IV



VUE 1 : Morphologie du profil R 24, développée sous *Gleichenia* (voir la vue 1 de la planche V).



VUE 2 : Morphologie du profil R 23, développé sous *Paspalum* (voir la vue 1 de la planche V).



VUE 3 : Comparaison de la morphologie racinaire de la graminée du genre *Paspalum* (à gauche) et de la fougère du genre *Gleichenia* (à droite).



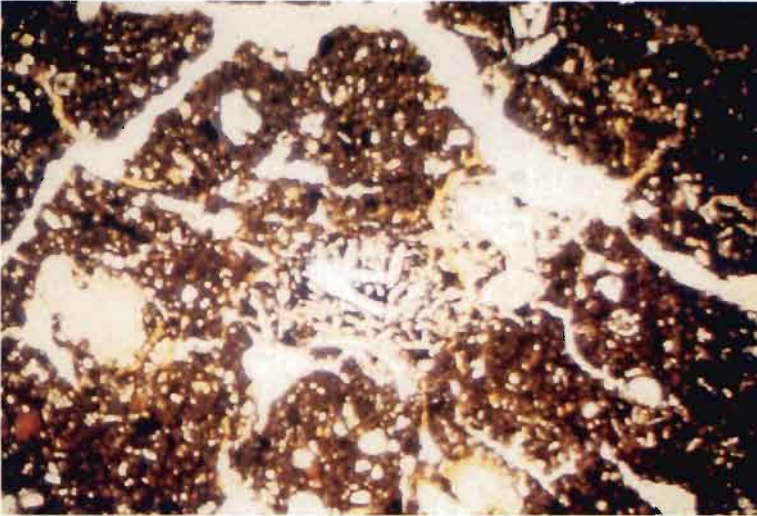
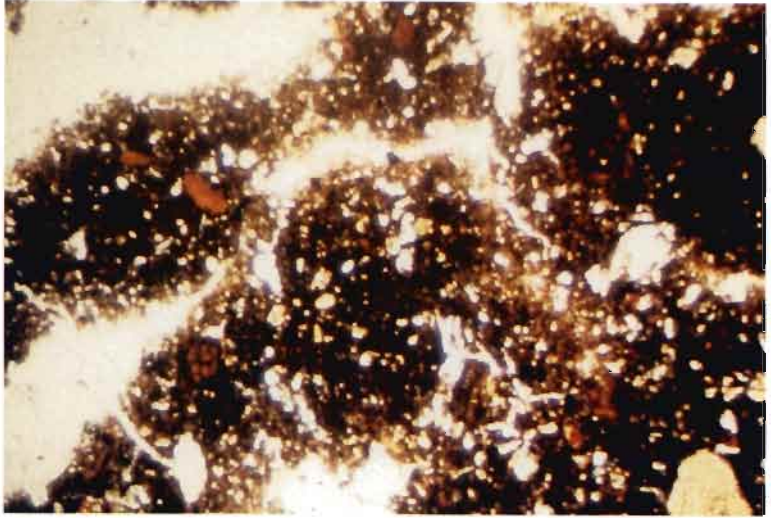
VUE 1 : Vue d'un versant situé dans la partie centrale de l'île (voir la figure 1) regardant vers le sud et portant, dans sa partie gauche (sur l'image) un couvert de *Paspalum* et dans sa partie droite un couvert de *Gleichenia*.



VUE 2 : Vue du flanc sud de la baie d'Ahurei montrant le développement de la savane aux dépens de la forêt-galerie. Au fond et sensiblement dans l'axe de la photo le fort de Pukutaketake; au fond à droite le fort de Morogouta. Au premier plan vue de la manière dont le genre *Paspalum* pénètre les couverts de *Gleichenia* à la faveur des chemins empruntés par l'Homme ou les animaux.

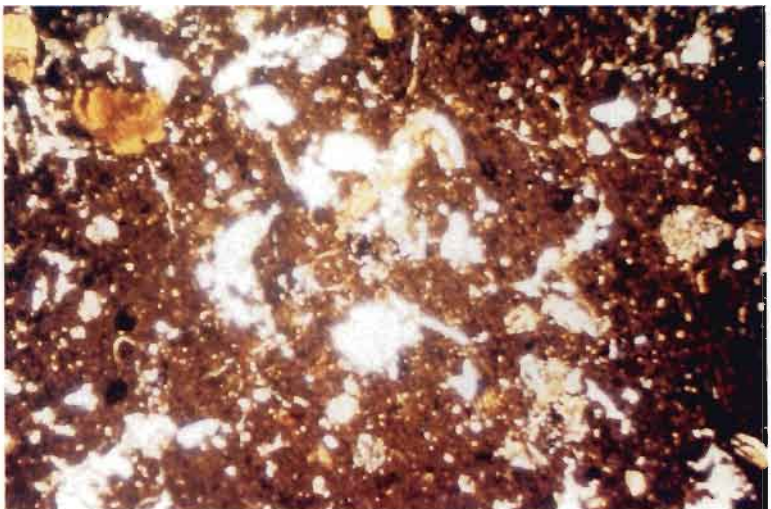
PLANCHE VI

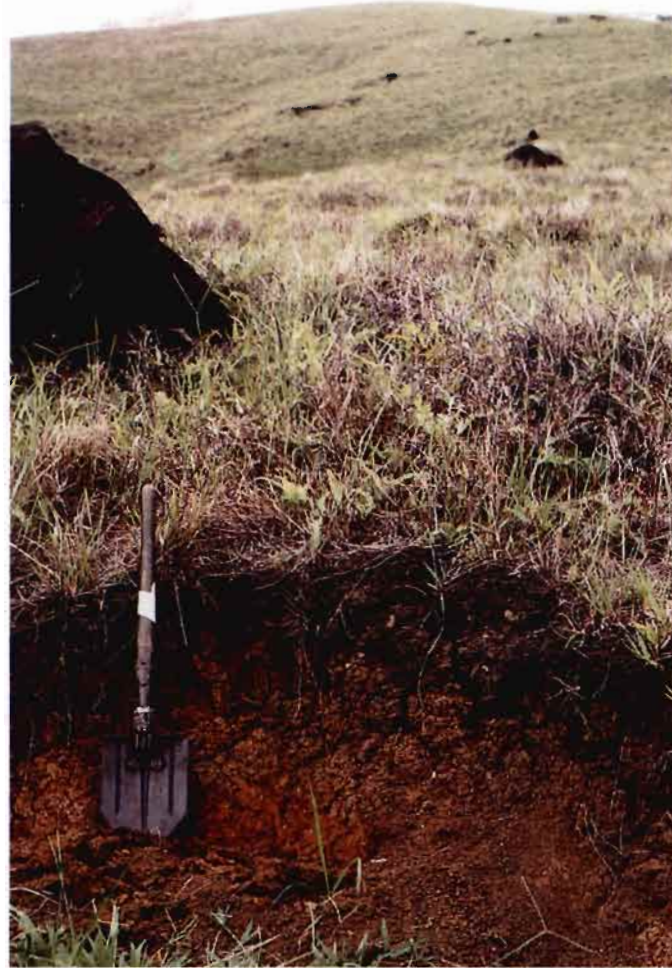
VUE 1 :
Micromorphologie
de l'horizon A₃ du
profil R 23 (Ech.
R 23.1). La photo
montre une
excellente
pédoplasation et
le bon
développement de
la porosité (× 105).



VUE 2 :
Micromorphologie
de l'horizon B₁ du
profil R 23. On
observe une
excellente
pédoplasation et
le développement
d'une bonne
porosité entre les
agrégats. Au centre
une lithorelique à
structure
microlithique
(× 105).

VUE 3 :
Micromorphologie
de l'horizon A₃ du
profil R 24. Plasma
undulique isotrope;
chenaux et cavités
plus ou moins
remplis de produits
jaunâtres;
concrétions
d'oxydes de fer; des
lithoreliques.





VUE 1 :
 Vue d'un thalweg de pente
 rempli de matériaux collu-
 viaux d'origine ferrallitique.
 Profil R 6 (voir aussi les
 figures 1 et 5).

VUE 2 :
 Profil R 5. Sol ferrallitique
 humique moyennement dé-
 saturé (voir aussi les
 figures 1 et 5).

PLANCHE VIII



VUE 1 : Baie d'Agairao, vue du nord-est. A droite de l'image forêt-galerie, au fond savane soumise à l'érosion.



VUE 2 : Profil R 3. Sol peu évolué d'apport colluvio-alluvial montrant le développement d'une très belle structure.

ment 50 % à la base de certains profils où l'eau utile peut atteindre 15 % alors qu'en moyenne les teneurs de l'eau utile sont médiocres, ne dépassant pas 3 à 7 %. Cette capacité de rétention n'a pas de relation univoque avec la teneur en argile ou la composition minéralogique de celle-ci; elle paraît toutefois décroître lorsque la teneur en halloysite décroît au profit de celle de la métahalloysite.

Du point de vue minéralogique, l'étude aux rayons X d'échantillons d'argile < 2 μm extraits de sept profils de sols moyennement ou fortement désaturés et dont la profondeur peut atteindre jusqu'à 1 mètre, permet de suivre l'évolution suivante : à la partie inférieure des profils, au-delà d'une profondeur variant de 20 à 60 cm, on constate soit une prédominance de l'halloysite soit une répartition semblable de celle-ci et de la métahalloysite; à ces deux minéraux fondamentaux sont parfois associés un peu de kaolinite désordonnée et des traces ou de très faibles teneurs de minéraux gonflants. Dans la partie supérieure des profils l'halloysite décroît jusqu'à ne demeurer parfois qu'à l'état de traces; elle y est remplacée par de la métahalloysite et, à un moindre degré, par de la kaolinite désordonnée. Les minéraux gonflants tendent à disparaître tandis que peut apparaître un peu de gibbsite, particulièrement dans les sols issus de phonolites.

Cette évolution de l'halloysite en métahalloysite a été décrite dans les sols jeunes sur basalte du Cameroun par SIEFFERMANN et al. (1968), SIEFFERMANN et MILLOT (1969) et SIEFFERMANN (1973) pour qui la métahalloysite se formerait à partir de l'halloysite par déshydratation, particulièrement à la partie supérieure des profils qui subissent des dessiccations périodiques. Quant à la néoformation de kaolinite désordonnée, elle peut résulter d'une concentration cationique trop élevée ne permettant pas la formation de kaolinite bien cristallisée; ce minéral peut alors exister aux côtés de l'halloysite (SIEFFERMANN, 1973). Ces sols ne renferment plus de minéraux résiduels.

Du point de vue chimique, les teneurs en fer total, variant de 16 à 25 %, y sont, dans l'ensemble, plus faibles que celles observées dans les sols similaires de Tahiti, les plus pauvres en fer étant aussi les plus pauvres en titane (1,5 à 5 %). Certains profils peuvent être marqués par un léger enrichissement relatif de surface aussi bien en fer qu'en titane.

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ varie, selon les profils, de 1,5 à 2 reflétant une certaine graduation dans l'évolution ferrallitique.

Du point de vue organique, l'horizon humifère, épais d'environ 10 à 20 cm, est riche en composés organiques. Mais la teneur de ceux-ci y varie, d'un sol à l'autre, dans d'assez larges limites : 9 % en moyenne sur 20 cm pour les plus riches (sols humifères), 4,5 à 6,5 % pour les autres (sols humiques). Sous l'effet de plusieurs facteurs (position topographique, pente, degré d'érosion, couverture végétale, richesse des horizons humifères) la pénétration de la matière organique en profondeur est plus ou moins importante. A 60 cm, il y en a encore 3 % dans les sols humifères; dans les sols humiques les teneurs sont déjà inférieures à cette valeur à partir de 20 ou 30 cm, puis chutent rapidement jusqu'à moins de 1 % au-delà de 50 cm. Quelle que soit la teneur en matière organique sa qualité laisse toujours à désirer. Bien que les teneurs en azote soient, en valeur absolue, élevées elles ne le sont pas suffisamment pour induire un rapport C/N satisfaisant. Comme à Mangareva dans des sols semblables,

celui-ci est élevé, toujours supérieur à 15, pouvant dépasser 22 dans l'horizon humifère ce qui traduit la lente décomposition de la matière organique, sinon la présence de matière organique brute dans les sols humifères. En profondeur, elle peut demeurer en l'état, avec rapport C/N très fort ou, au contraire, voir son humification s'accélérer (C/N = 12 à 18 à 30 cm).

Sous l'angle de leur saturation, ces sols sont, bien qu'un peu moins qu'à Mangareva, acides tout au long de leur profil, avec un pH moyen de 5,2 en surface, décroissant généralement avec la profondeur d'une demi-unité environ.

La capacité d'échange est moyenne et parfois assez forte au sein de l'horizon humifère (20 à 33 mé/100 g); chutant parfois nettement en profondeur (10 mé/100 g) elle s'y maintient le plus souvent autour de 20 à 25 mé ce qui représente des valeurs élevées pour des sols ferrallitiques. De telles propriétés, observées également à Mangareva, sont à l'évidence dues à la présence des quantités relativement importantes de matières organiques que contiennent ces sols. Le taux de saturation du complexe d'échange permet de distinguer des *sols moyennement désaturés* où S/T = 35 à 40 % en A₁ et 22 à 28 % en profondeur et des *sols fortement désaturés* où le taux de saturation, s'il peut atteindre 22 % en A₁ ne dépasse pas le plus souvent, 12 % pour généralement s'abaisser autour de 10 % en profondeur. Les sols fortement désaturés sont largement dominants sur les sols moyennement désaturés. Ces derniers peuvent renfermer jusqu'à 12 mé/100 g de base échangeables en surface et encore 4 à 8 mé/100 g en profondeur dont plus de 60 % sont constitués de magnésium ce qui entraîne un déséquilibre vis-à-vis du calcium et du potassium. Les sols fortement désaturés sont, sauf exception, pauvres à très pauvres en calcium et potassium échangeables alors que le magnésium y demeure à des teneurs relativement élevées non seulement en surface mais aussi, dans certains profils, jusqu'à une quarantaine de cm, phénomène également observé à Mangareva et plus généralement dans nombre de sols développés sur roche basaltique. Ici la teneur moyenne dépasse 2,5 mé/100 g en Mg échangeables en A₁ et l'on retrouve le déséquilibre Ca/Mg \simeq 0,5 qui nécessiterait au minimum un doublement de la teneur en calcium échangeable.

Les réserves en phosphore sont importantes dans l'ensemble de ces sols. Elles peuvent cependant varier du simple au double d'un profil à l'autre mais ne décroissent que faiblement avec la profondeur (à Mangareva, elle croissent avec la profondeur). En A₁ la teneur moyenne en est de 5 ‰, mais seule une très faible proportion, largement variable d'un sol à l'autre, se révèle assimilable et utilisable par la végétation : 50 à 320 ppm correspondant à environ 3 à 13 % de l'azote total; l'on a donc à faire soit à des sols très pauvres soit à des sols pourvus de façon satisfaisante en P₂O₅ assimilable.

Par l'ensemble de leurs caractéristiques chimiques ces sols ressemblent beaucoup à ceux de Mangareva mais sont cependant plus riches en matière organique et moins acides que ceux de cette île des Gambier (TERCINIER, 1974).

Du point de vue de leur fertilité et de leurs aptitudes culturales, bien que leurs propriétés physiques demeurent satisfaisantes, ces sols ont, comparativement aux sols ferrallitiques faiblement désaturés, un potentiel de fertilité moindre car ils sont chimiquement plus pauvres et, en particulier, car leurs réserves en calcium et potassium y sont presque nulles. Leur richesse repose pour l'essentiel

sur l'abondante matière organique qu'ils contiennent, malgré la médiocre évolution de celle-ci. Ces sols sont aussi marqués par un net déséquilibre entre le magnésium et les autres cations échangeables, des déficiences ou des carences en potassium et calcium et des carences fréquentes en phosphore assimilable.

De tels sols ne devraient être mis en culture qu'à défaut d'autres sols plus riches. Dans toute la mesure du possible sont à éviter les cultures annuelles qui accroissent fortement les risques d'érosion. En tout état de cause elles devraient se limiter aux pentes les plus modérées et en association avec les mesures anti-érosives évoquées précédemment.

CONCLUSION

L'inventaire des sols qui vient d'être présenté n'est sans doute pas complet, une trop courte mission sur cette île éloignée n'ayant pas permis d'en réaliser une étude exhaustive. Cependant, les principaux groupes de sols constituant l'essentiel de la couverture pédologique de Rapa ont pu être reconnus et analysés.

Ici, comme dans toutes les îles hautes volcaniques de la Polynésie, la pente et son corollaire, l'érosion, sont les paramètres principaux régissant la répartition des sols dans le paysage. Parmi ceux-ci les sols ferrallitiques dominent les autres types de sols, sols brunifiés et sols colluviaux-alluviaux.

Dans leur ensemble, les sols de Rapa se caractérisent, comme d'ailleurs ceux de Tahiti et de Mangareva, par leur faible profondeur, par la finesse de leur texture et leur richesse en matière organique. La texture argileuse est associée à une structure fine (\neq 5 mm) mais paraissant stable à l'image de celle de sols de Tahiti, plusieurs fois soulignée (JAMET, 1983, 1985).

Si la matière organique tend à s'accumuler, particulièrement dans les sols ferrallitiques, c'est qu'elle n'y subit qu'une lente humification et ne se minéralise que lentement. Ce même phénomène a également été observé dans les îles citées (Tahiti et Mangareva) et explique l'acidification parfois en désaccord avec le taux de saturation relativement élevé de l'horizon humifère.

Si les sols brunifiés et colluviaux-alluviaux possèdent un complexe d'échange fortement saturé, la désaturation, et particulièrement celle des horizons minéraux, est au contraire de règle dans la grande majorité des sols ferrallitiques, entretenant une forte acidité marquée par un pH voisin de 5. Ces propriétés de saturation des sols brunifiés et colluviaux-alluviaux résultent pour une part importante des phénomènes d'incorporation d'éléments de roches-mères dans les horizons superficiels résultant eux-mêmes des processus d'érosion et de solifluxion dues aux valeurs fortes des pentes des versants. Dans le cas des sols ferrallitiques, l'insaturation s'exprime malgré ces phénomènes d'incorporation.

Un phénomène quasi-constant dans la plupart des sols de Rapa est le déséquilibre existant entre le calcium et le magnésium échangeables, marqué le plus souvent par une nette prédominance du second. Cette situation est aussi rencontrée à Mangareva et à Tahiti où elle apparaît cependant moins nettement.

Le potassium est, quant à lui, généralement déficitaire sauf dans certains sols brunifiés; les teneurs maximales se trouvent concentrées en surface où cet

élément, puisé dans l'épaisseur du profil par les racines, est restitué par l'intermédiaire des litères.

La réserve en acide phosphorique est, par contre, notable au sein de tous ces sols issus de roches basaltiques; hélas, eu égard à la stabilité des liaisons s'établissant entre cet élément et les divers constituants du sol, une très faible proportion de celui-ci existe sous une forme assimilable par la végétation, induisant de la sorte de fréquentes déficiences.

Plus que toutes les autres, il semble que ce soit leurs caractéristiques minéralogiques qui différencient le plus nettement les sols de Rapa de ceux de Tahiti, situé à une latitude notablement plus basse. A Tahiti, l'halloysite formée très rapidement aux dépens du basalte apparaît peu stable dans les profils; elle donne rapidement de la métahalloysite qui est elle-même soumise à une importante désilicification. Au total, l'alumine résiduelle aboutit à d'importantes néoformations de gibbsite. A Rapa, au contraire, l'halloysite se maintient, sauf exception, dans tout le profil. Dominante à la base, elle ne se déshydrate que progressivement, se transformant partiellement en métahalloysite. Ce minéral est alors souvent associé à de la kaolinite désordonnée, la concentration cationique en ions Mg^{++} en particulier semblant demeurer trop élevée pour permettre une meilleure cristallisation de la kaolinite. Parallèlement, un peu de gibbsite peut aussi apparaître, nettement visible sur les lames minces, mais non, ou peu détectée, par les RX au sein de la fraction $< 2 \mu m$ analysée. Une évolution minéralogique similaire a été observée à Mangareva dans l'archipel des Gambier (TERCINIER, 1974).

Au total, il convient de rappeler et de souligner qu'au delà des mécanismes assurant leur genèse et des équilibres leur conférant leurs propriétés et leurs qualités, particulièrement structurales, les processus anthropiques risquent d'avoir un rôle majeur dans l'évolution de ces sols. L'érosion induite par la déforestation et les pratiques de brûlis et de pâturage sauvage font en effet courir à des surfaces importantes de sols des risques d'érosion dont il est important, et possible, de diminuer les effets soit par des pratiques de reboisement comme celles qui sont déjà entreprises avec succès dans cette île, soit par des cultures assurant la couverture du sol de la façon la plus permanente possible.

*
* *

REMERCIEMENTS – Ce travail a bénéficié de l'aimable collaboration de M^{lle} Hélène PAQUET qui a bien voulu assurer la détermination des minéraux argileux, ainsi que de celle de M. Paul QUANTIN, de l'O.R.S.T.O.M., qui a bien voulu accepter de commencer à étudier les lames minces de sols sous l'angle micromorphologique. Cette étude sera poursuivie ultérieurement. MM. BROUSSE et GELUGNE nous ont aidés dans la reconnaissance des roches-mères des sols. Que toutes ces personnes soient ici bien vivement remerciées.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOYER J. (1978), "Le calcium et la magnésium dans les sols des régions tropicales humides et sub-humides", *Initiation et Documentation Techniques*, n° 95, ORSTOM, Paris.
2. BROUSSE R. et GELUGNE P. (1986), "Géologie et Pétrologie de l'île de Rapa", ce volume.
3. C.P.C.S. (1967), *Classification des sols*, Commission de Pédologie et de Cartographie des sols, E.N.S.A. Grignon.
4. JAMET R. (1983), "Carte pédologique de la Polynésie française. Feuille Tahiti à 1/40 000", *Notes et Documents, Sciences de la Terre*, n° 25, ORSTOM, Service de l'Économie rurale, Papeete, Tahiti.
5. JAMET R. (1985), "Aptitudes culturales et forestières des sols de Tahiti. Carte à 1/40 000", *Notes et Documents, Sciences de la Terre*, n° 28, ORSTOM, Service de l'Économie rurale, Papeete, Tahiti.
6. LATHAM R., QUANTIN P. et AUBERT G. (1978), "Étude des sols de Nouvelle-Calédonie à 1/1 000 000", *Notice explicative*, n° 78, ORSTOM, Paris.
7. PASTUREL J. (1983), Aéroport de Rapa. Étude climatologique. Direction de l'Aviation Civile en Polynésie française, Service de la Météorologie, Aéroport de Faaa, Tahiti.
8. QUANTIN R. (1976), *Archipel des Nouvelles Hébrides. Sols et quelques données du milieu naturel*, Santo, ORSTOM, Paris.
9. SEGALEN P. (1957), "Étude des sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar", *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar*, t. VIII, p. 1-182.
10. SIEFFERMANN G., JEHL G. et MILLOT G. (1968), "Allophanes et minéraux argileux des altérations récentes des basaltes du Mont-Cameroun", *Bull. Gr. Fr. Argiles*, t. XX, p. 109-129.
11. SIEFFERMANN G. and MILLOT G. (1969), "Equatorial and tropical weathering of recent basalts from Cameroon : allophanes, halloysite, metahalloysite, kaolinite, gibbsite", *Int. Clay. Conf.*, Tokyo, vol. 1, p. 417-430.
12. SIEFFERMANN G. (1973), "Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun", *Mémoires ORSTOM*, ORSTOM, Paris.
13. TERCINIER G. (1962), *Rapport de tournée pédologique aux îles Australes (Rapa, Raivavae, Tubuai)*, ORSTOM, Institut Français d'Océanie, Nouméa.
14. TERCINIER G. (1974), "Les sols de l'île de Mangareva", *Cahiers du Pacifique*, n° 18, Gambier, t. II, p. 341-458.

Carte des forêts de l'île Rapa (Polynésie française)
par Nicolas HALLÉ (1984)

Cette carte a été réalisée à partir de cheminements à pied sur environ 36 à 40 km entre 0 et 480 m d'altitude, et à partir de photographies diapositives couleur prises du sol, d'embarcations ou d'hélicoptères, grâce à la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires et du Service Mixte de Contrôle Biologique. Les notes suivantes donnent un complément à la légende.

1. La forêt d'altitude (450-650 m) n'est menacée ni par les feux, ni par l'homme, ni par les chèvres; la composition botanique de cette forêt est encore insuffisamment connue; les épiphytes sont très abondantes, ce sont essentiellement des Cryptogames.

2. Vestiges de l'ancienne forêt tropicale et forêts secondarisées (de 0 à 450 m). Cette forêt très morcelée se réduit sous l'action conjuguée de l'homme, des feux de brousse, et surtout des chèvres (ou des bovins cantonnés dans le nord-est de l'île). Les végétaux ligneux sont encore qualitativement nombreux en espèces rares; les espèces dominantes appartiennent aux genres *Metrosideros*, *Meryta*, *Nesoluma*, *Celtis*, *Freycinetia*, *Cyathea*, *Corokia*, *Myrsine*, *Glochidion*, *Sophora*, *Myoporum*, *Weinmannia*, *Eurya*, *Fitchia*, *Canthium*, *Hebe*, *Homalanthus*, *Pittosporum*, *Pandanus*, *Ixora*, etc. Il s'y ajoute des espèces introduites et parfois tout à fait naturalisées : *Fagraea*, *Coffea*, *Psidium*, *Melia*, *Erythrina*. La flore primitive réussit à survivre dans les endroits les plus humides et les plus rocheux mais nombre d'espèces endémiques ou marginales sont menacées de disparition. Les fougères sont très nombreuses mais les épiphytes et tout spécialement les orchidées y sont rares. Des plantes ligneuses saxicoles plus ou moins forcées subsistent dans des endroits peu accessibles aux feux sinon aux chèvres.

3. Les plantations de pins caraïbes paraissent d'un bon avenir mais elles sont relativement récentes : elles sont faites sur de fortes pentes où domine encore le *Gleichenia*. Deux secteurs proches des villages entre 10 et 350 m d'altitude.

4. Les estuaires marécageux et les petits marécages de moyenne altitude (ces derniers très certainement en régression) sont, soit des taraudières encore actives, soit des taraudières abandonnées, soit des peuplements d'herbes paludicoles grégaires où domine le grand roseau *Schenoplectus*.

5. La dégradation de la forêt primitive aboutit à un faciès dégradé, botaniquement très pauvre, où dominent quelques espèces herbacées envahissantes appartenant aux genres *Gleichenia*, *Paspalum*, *Polypodium*; subsistent par endroit et de façon souvent précaire des ligneux de petite taille : *Metrosideros*, *Vaccinium*, *Styphelia*; ou des herbes : *Aristida*, *Dichelachne*, *Gahnia*. Des espèces herbacées rupicoles sont protégées par leur position parfois inaccessible : *Plantago*, *Carex*, *Peperomia*. Enfin le voisinage de la mer et les embruns conviennent à certaines espèces : herbacées ou ligneuses prostrées : *Zoysia*, *Lycium*.



Carte des forêts de Rapa, inédite, d'après N. HALLÉ.

**DIRECTION DES CENTRES
D'EXPÉRIMENTATIONS NUCLÉAIRES**

**SERVICE MIXTE
DE CONTRÔLE BIOLOGIQUE**



R A P A

**DIRECTION DES CENTRES
D'EXPÉRIMENTATIONS NUCLÉAIRES**
SERVICE MIXTE DE CONTRÔLE BIOLOGIQUE

RAPA

ISBN 2-11-085911-3

© DIRCEN, SMCB, 1986.

Tous droits de traduction, reproduction et adaptation réservés pour tous pays.