

**DIRECTION DES CENTRES
D'EXPÉRIMENTATIONS NUCLÉAIRES**

**SERVICE MIXTE
DE CONTRÔLE BIOLOGIQUE**



R A P A

RAPA

**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.

AVANT-PROPOS

Après ses publications sur Mururoa, les Gambier, les Marquises, Tubuai et Rurutu, le Service Mixte de Contrôle Biologique, sous l'égide de la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires et dans le cadre de son programme de recherches, poursuit l'étude de l'archipel des Australes.

Voici donc les études consacrées à l'île de Rapa. Elles ont été effectuées grâce au concours de plusieurs organismes nationaux :

- le Muséum National d'Histoire Naturelle,
- l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc,
- la Faculté des Sciences d'Orléans,
- l'Université de la Réunion,
- l'Université de Paris-Sud.

L'île de Rapa présente un très grand intérêt scientifique en raison de sa position géographique à l'extrême sud de l'archipel des îles Australes. Un accès maritime peu facile et l'absence de liaison aérienne en ont de tout temps rendu l'étude difficile. Les moyens mis en œuvre par les Armées ont permis de lever momentanément cette difficulté.

La Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires se devait de diffuser les connaissances acquises lors de cette nouvelle mission. Puisse ce travail contribuer à accroître les connaissances scientifiques de la Polynésie française.

Le Général de Corps Aérien **MERMET**
Directeur des Centres d'Expérimentations Nucléaires.

REMERCIEMENTS

Fidèle à son programme d'investigations scientifiques en Polynésie française, la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires a décidé de continuer les recherches entreprises dans l'archipel des Australes.

En vue de réaliser ce projet elle a fourni les moyens logistiques d'une mission dans l'île de Rapa, la plus éloignée des Australes.

En janvier et février 1984, des chercheurs, relevant de divers organismes de Recherche ou d'Enseignement Supérieur, ont profité de l'infrastructure ainsi mise à leur disposition :

- R. BROUSSE et P. GELUGNE, Volcanologie et Pétrographie
- M. DENIZOT, Récifs et flore marine, Coordinateur des scientifiques
- J.P. EHRHARDT, Ornithologie, Chef de Mission
- M. FAURE, Coraux et géomorphologie récifale
- N. HALLE et J. FLORENCE, Flore terrestre
- Y. PLESSIS, Ichtyologie
- G. RICHARD, Malacologie
- J. TRICHET et M. GROUZELLE, Pédologie et Géochimie des sédiments.

Tous les participants adressent leur témoignage de reconnaissance à l'Amiral FAGES, Directeur de la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires qui a accepté de programmer la mission australe et qui a souligné l'intérêt qu'il y portait en se rendant à Rapa pour la clôturer.

Notre gratitude va aussi au Vice-Amiral MONTPELLIER, Chef du Centre d'Expérimentation du Pacifique, qui a bien voulu présenter la mission à Rapa.

Nos remerciements s'adressent au Médecin en Chef PERRAULT, Chef du Service Mixte de Contrôle Biologique et au Docteur SARBACH, Chef de l'échelon Polynésien du Service Mixte de Contrôle Biologique à Tahiti, dont les efforts créatifs ont souvent été sollicités.

Nous avons pu bénéficier du transport à bord du B.D.C. *Trieux* et du navire océanographique *Marara*. Nous tenons à exprimer notre reconnaissance aux Commandants M. PONS et M. PIZON et nous leur demandons de transmettre à leurs équipages l'expression de notre amicale satisfaction.

L'accueil que nous avons eu dans l'île reste pour nous tous un grand souvenir. Il nous est difficile d'exprimer nos sentiments et notre gratitude à Monsieur le Maire Lionel WATANABE, à ses adjoints et à toute la population. Notre fierté est d'être leurs amis.

Nos remerciements s'adressent enfin, à tous ceux qui, à Paris comme en Polynésie, ont procédé aux préparatifs de la mission, et qui, par leur dévouement et leur compétence, ont rendu cette campagne, efficace et agréable. Nous pensons plus particulièrement au Pharmacien Chimiste THIBAUT et au Major RIVIERRE grâce à qui tout a été réalisable.

Monsieur le Professeur BROUSSE
Université Paris-Sud
Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie.

Robert BROUSSE et Pascal GELUGNE*

GÉOLOGIE ET PÉTROLOGIE DE L'ILE DE RAPA

INTRODUCTION : L'ILE DE RAPA

L'île de Rapa occupe la position la plus australe des îles de la Polynésie française. Elle se trouve par $27^{\circ} 37' S$ et $144^{\circ} 20' W$ (figure 1). Par son nom (Rapa Iti ou le petit Rapa), elle a été rapprochée de sa plus grande voisine à l'est – l'île de Pâques – alors dénommée Rapa Nui (ou le Grand Rapa).



FIGURE 1 – Situation isolée de Rapa dans l'Océan Pacifique.

* Laboratoire de Pétrographie Volcanologie, Faculté des Sciences, Université de Paris-Sud.

Elle a été découverte le 22 décembre 1791 par le capitaine britannique George VANCOUVER de la goëlette *Discovery* qui en retient :

“A cluster of high craggy mountains, forming, in several places, most romantic pinnacles, with perpendicular cliffs nearly from their summits to the sea; the vacancies between the mountains would more probably be termed chasms than vallies, in which there was no great appearance of plenty, fertility, or cultivation; they were chiefly clothed with shrubs and dwarf trees” (VANCOUVER, 1798, p. 73).

Dès 1867 et à la demande du roi Parima, la France en assura le protectorat, transformé, le 16 juin 1887, en un statut de Territoire français.

1. L'habitat humain.

L'île comptait, lors de sa découverte par les Européens, plus de 2 000 personnes, réparties en 12 villages. Les épidémies, inévitables lots accompagnant le débarquement des navigateurs, créèrent de cruels ravages et la population chuta à 300 en 1834 et même 150 en 1864. Depuis, elle s'est stabilisée aux alentours de 362 (recensement de 1964) à 480 habitants (recensement de 1983).

La conversion au christianisme date de 1817 (ELLIS, 1831; VÉRIN, 1968).

L'île a gardé les vestiges de forts généralement placés au croisement de deux lignes de crêtes (figure 2), des forts au double rôle vraisemblable de surveillance et de refuge en cas d'attaque. La date de leur construction reste inconnue mais ils étaient fonctionnels aux alentours de 1337-1747 (datations ^{14}C in HEYERDAHL et FERDON, 1965).

La découverte de bois carbonisés dans les premiers 20 centimètres à partir de la surface de la dune de sable, comblant pour partie la caverne située au flanc sud de la baie d'Anarua, permet de proposer une date des premières colonisations de l'île. L'âge absolu ^{14}C de ces bois (Laboratoire des Faibles Radioactivités de Gif-sur-Yvette, grâce à la courtoisie de M^{me} G. DELIBRIAS) est de 370 ± 60 BP (n° d'analyse Gif 6488). Autrement dit, c'est aux alentours de 1574 (âge absolu compté par rapport au présent - Before Present (BP) - lui-même fixé à 1944) et, en tenant compte de la marge de précision analytique, entre 1515 et 1635, qu'aurait été visité Rapa. Il se peut que cela l'ait été par des pêcheurs non sédentaires, abordant l'île le temps d'une campagne, et trouvant, dans la caverne, un abri naturel. Les foyers qu'ils utilisèrent, furent installés à l'entrée de la grotte, et donc sur le toit de la dune de sable. Ultérieurement, le vent a balayé le sable et a enfoui les restes de bois carbonisés là où on les découvre actuellement. On remarquera que la datation proposée est proche de celles qu'ont données HEYERDAHL et FERDON (1965) de l'occupation des forts.

Actuellement, la population est répartie dans les deux villages de Ahurei et de Area, placés de part et d'autre de la baie d'Ahurei.

2. Le climat.

Rapa est soumis aux plus rudes conditions climatiques des îles polynésiennes. Sa température rend compte de sa position australe, avec seulement 17°C en

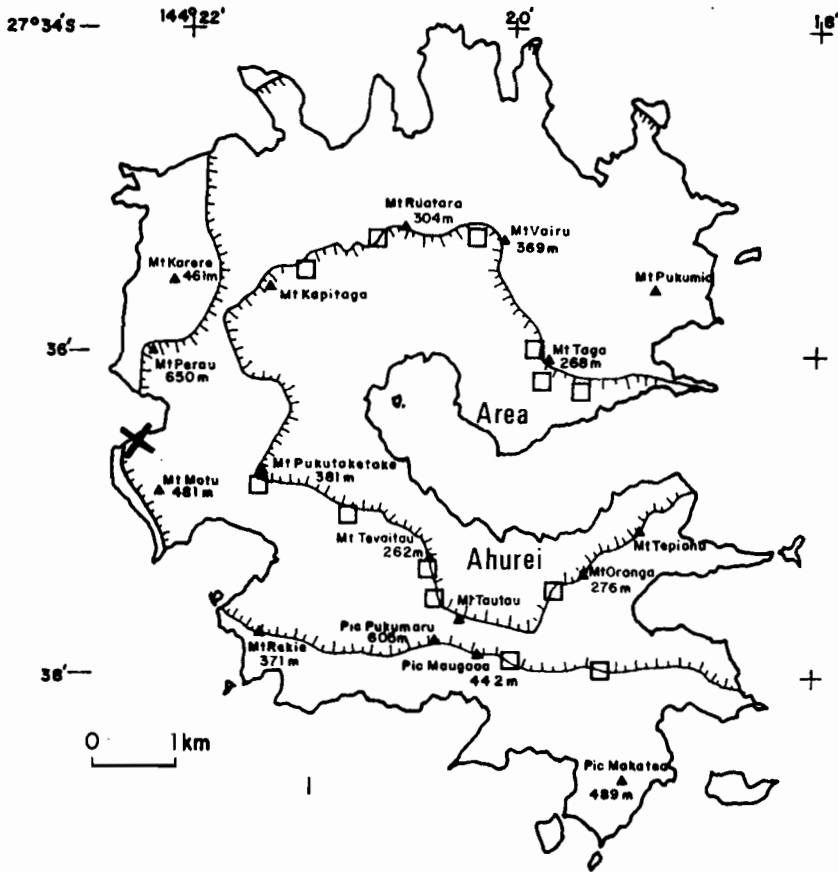


FIGURE 2 – Emplacement des forts (d'après PAULAY, 1980) sur les lignes de crêtes près ou sur les sommets (triangles). Site (croix) de la dune de sable recelant des foyers utilisés dans les années 1575 ± 60.

août pour 24°C en février pour des extrêmes enregistrés de 9 et 30°C.

Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 2 à 3 mètres, inégalement distribuées et souvent présentes en violentes tempêtes que soutiennent de puissants ouragans. Les vents sont souvent forts.

En raison de ces conditions relativement peu clémentes, l'habituelle végétation polynésienne manque. Cocotiers, arbres à pain, manguiers ou papayers sont rares.

Les cultures sont essentiellement celles du taro (HANSON, 1974), jointes à la cueillette de bananes, oranges et café. Les zones cultivées sont localisées dans les parties avals des rivières, les anciennes tarodières, étagées tout au long du thalweg et irriguées à la faveur de petits barrages artificiels, étant abandonnées à l'exception de l'une d'elles, située à mi-pente de la baie d'Akatanui.

Indépendamment des zones cultivées, existe un tapis végétal limité aux herbes car les forêts ne sont présentes que dans les lits des thalwegs et, parfois, près des hauts sommets.

Le large développement des troupeaux sauvages de chèvres et de bovins en est responsable. En de nombreux endroits, les destructions qu'ils ont faites, laissent le sol à nu et comme les pentes sont relativement fortes, les ravinements y sont intenses. De plus, les argiles du mamu glissent aisément en nappes de solifluction.

GÉOLOGIE

1. Historique des découvertes.

Peu de scientifiques ont travaillé à Rapa en raison de l'éloignement de l'île et des rares visites des gôelettes.

P. MARSHALL (1911, 1917) puis W.C. SMITH et L.J. CHUBB (1927), à la faveur de deux expéditions du *Saint-George*, en 1924 et 1925, présentèrent les premières analyses volcanologiques et pétrographiques (figure 3).

A. LACROIX (1928) étudie quelques échantillons que lui envoient des correspondants et intègre les résultats obtenus dans ses esquisses synthétiques sur le volcanisme pacifique.

Il faut ensuite attendre les années 50 pour qu'un géologue visite Rapa, mais très brièvement (OBELLIANNE, 1955).

La première étude complète est celle de G. MOTTAY (1976) qui séjourne un mois dans l'île (24 juin – 31 juillet 1972). Il en publie les résultats dans sa thèse et ses échantillons sont l'objet d'analyses pétrologiques par MAURY *et al.* (1978) et par nous-mêmes (BROUSSE *et al.* 1981).

Ajoutons que Rapa est cité dans toutes les synthèses géodynamiques sur le volcanisme intraplaque du Pacifique prenant en compte les résultats préliminaires de datations K/Ar de KRUMMENACHER et NËTZLIN (1966) et de H. BELLON (*in* MOTTAY, 1976).

2. Morphologie.

L'île a grossièrement la forme d'un "fer à cheval" dont l'ouverture vers l'est, correspondant à la profonde baie d'Ahurei, représente le plancher ennoyé d'une large caldeira.

Elle mesure environ 9 km du nord au sud et 7 km d'est en ouest. Sa superficie est de l'ordre de 40 km².

Le relief relativement escarpé, est limité par une double ligne de crêtes, vestiges des deux cratères emboîtés. Le point culminant de l'île est le Mont Perau (650 m) qui domine la baie d'Anarua.

Les 55 km de côtes sont très découpés avec 19 baies que séparent des caps ou de hautes falaises.

L'île de Rapa n'a pas de ceinture corallienne et donc pas de lagon. Le récif

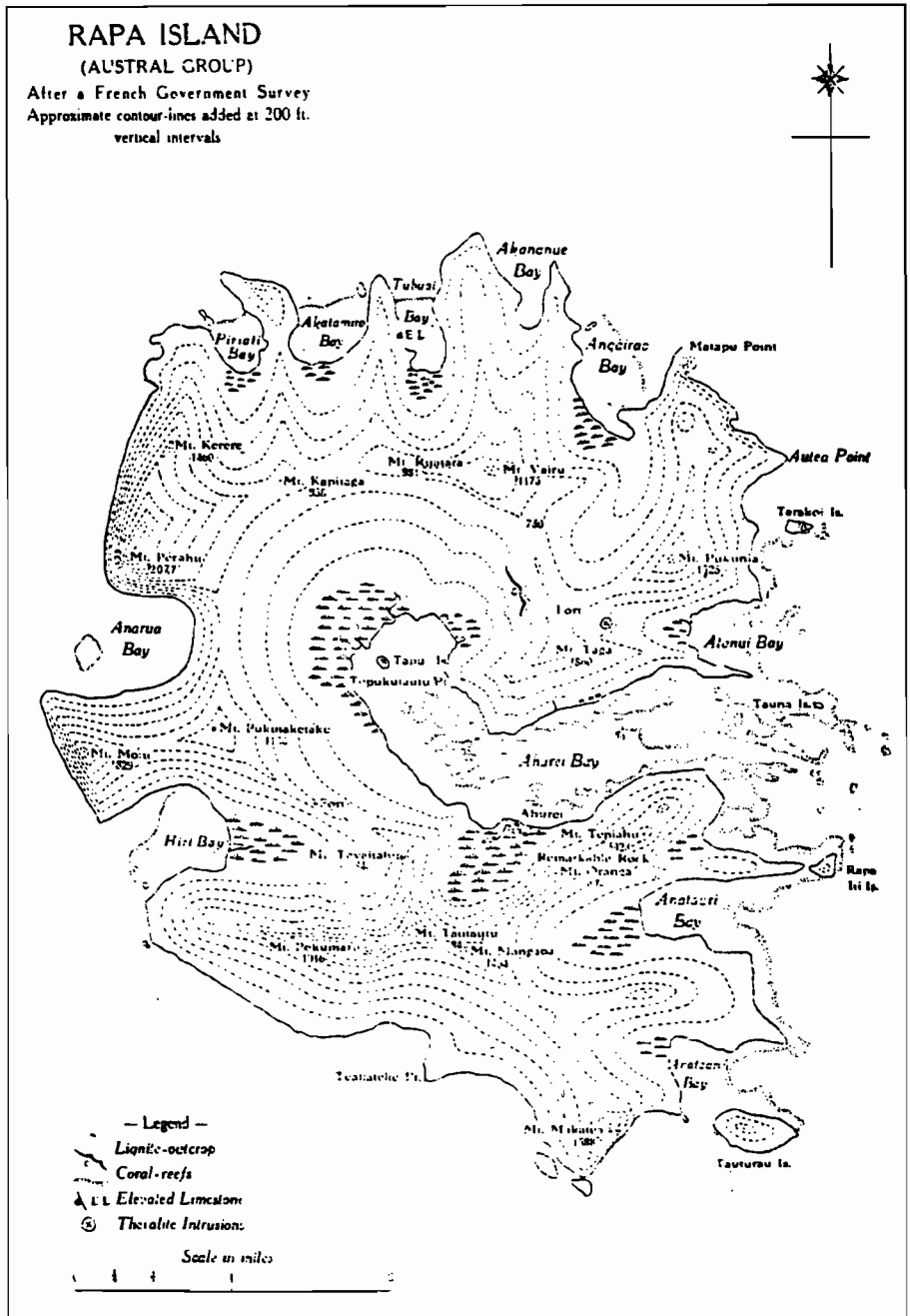


FIGURE 3 – Carte ancienne de Rapa et toponymie alors en usage (selon CHUBB, 1927).

frangeant lui-même manque sans pour autant que les coraux fassent totalement défaut (CHEVALIER, 1973; FAURE, présent livre). La jeunesse relative du volcanisme, la pollution des eaux côtières par les sédiments arrachés au sol que protège mal une végétation détruite par les chèvres, la médiocre température des eaux océaniques, sont autant de facteurs freinant voire interdisant la croissance corallienne.

Malgré ces conditions écologiques défavorables, plaçant Rapa à la limite sud de la zone corallienne, il existe quelques constructions dans les baies d'Ahurei, de Hiri et d'Akao. Ce sont, tantôt des trottoirs d'algues (Akao, Hiri), tantôt un platier à rares colonies coralliennes isolées, envahi par les algues brunes. De plus, dans le fond de ces mêmes golfes, sont des boues à fragments calcaires mêlés à des débris volcaniques, sables alluviaux et sédiments. Certaines de ces zones sont enrichies en minéraux lourds (ilménite surtout).

Des traces de mouvements relatifs terre-mer dans le proche Quaternaire, sont repérables en plusieurs zones. Ainsi, au nord de l'île, existe au flanc occidental de la baie de Tupuaki, une terrasse de 7 mètres de puissance, soulevée à la cote de + 5 à + 15 mètres s'allongeant sur une centaine de mètres. C'est une biocalcarénite litée, plaquée sur la pente assez forte du volcan et de ce fait plongeant de 10° vers la mer. Les calcaires englobent des fragments anguleux, centimétriques, de roches volcaniques et de plus petits débris (0,3 mm) d'algues calcaires (Lithothamnium surtout 38 %, foraminifères 2 %, fragments de coquilles 27 % s'ajoutant aux fragments inorganiques 13 % et au ciment de calcite 20 % selon CHUBB, 1927, p. 297).

De même, une caverne creusée à la cote d'un mètre (terrasse à 3 feet de CHUBB, 1927) au flanc sud de la baie de Tupuaki, est pour partie comblée par une dune de sable blanc, calcaire, déjà signalée. Les débris d'algues calcaires, gastéropodes et lamellibranches (G. RICHARD, présent livre) en forment l'essentiel. La présence de cette dune sous-entend une régression marine, dégageant un platier calcaire assez vaste pour que le vent ait pu en transporter et en accumuler les débris sableux.

Du rempart formant la ligne interne de crêtes, à l'altitude moyenne de 300 mètres, part le réseau radiaire des rivières, à la fois vers l'intérieur du volcan pour les ruisseaux qui convergent à la tête de la baie d'Ahurei, et vers l'extérieur. Ces derniers cours d'eau se terminent par des deltas boueux au fond de baies largement invaginées, de 500 à 1 000 mètres par rapport à l'enveloppe circulaire de l'île. Chacune des rivières a un profil longitudinal en L renversé, parcourant l'essentiel de son cours en une suite de cascades.

Entre les baies, la côte est en falaises verticales sur près de 500 mètres environ, une hauteur importante qui se justifie par leur recul important sous l'action des vagues et par leur faible distance résiduelle par rapport à la ligne de crêtes externes.

L'émergence de Rapa a été plus importante lors des phases glaciaires de retrait eustatique car une très large plate-forme prolonge l'île haute actuelle jusqu'à la cote de - 50 mètres (figure 4). L'île avait alors un diamètre trois fois plus grand (15,5 × 18 km). Les levées bathymétriques, faits à bord du *Marara*, montrent en quelques endroits, et notamment en face des principales baies, des séries de sillons métriques (profil 4, figure 5).

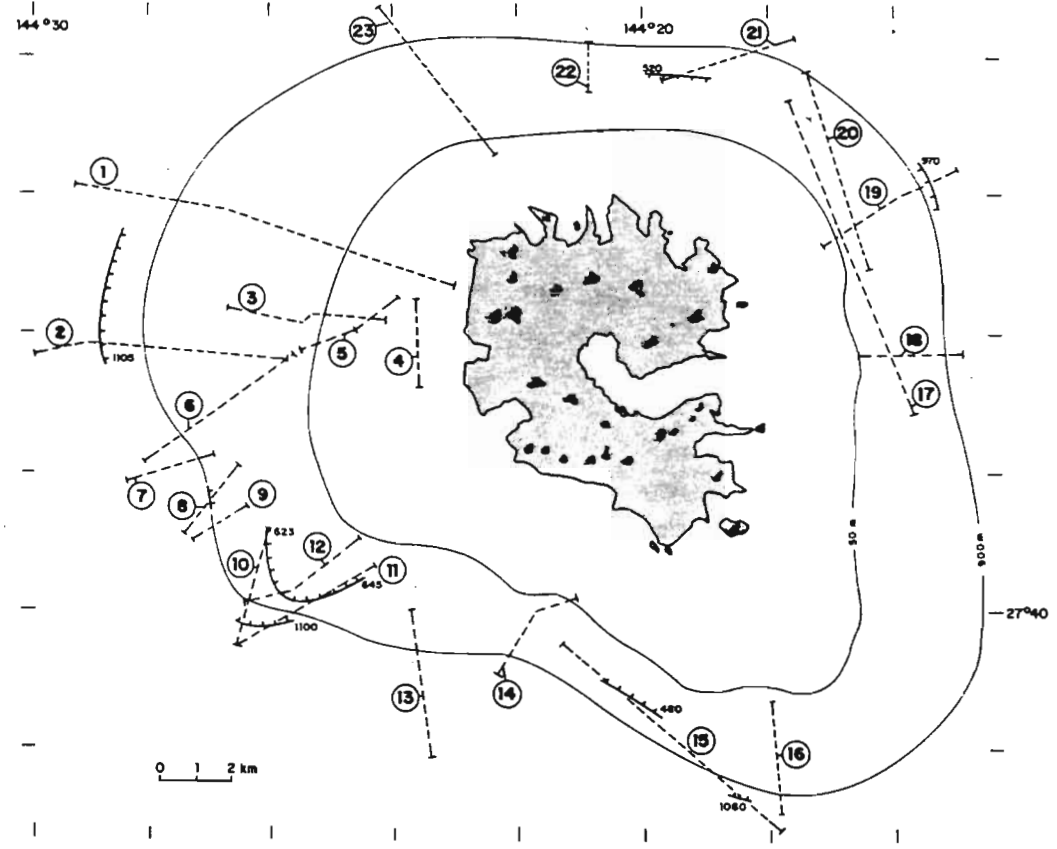


FIGURE 4 - Tracés approximatifs des courbes de niveau à - 50 et - 900 m, déduits des 23 profils bathymétriques (en tirets) effectués à bord du *Marara*. Site des principales cassures profondes (trait barbulé).

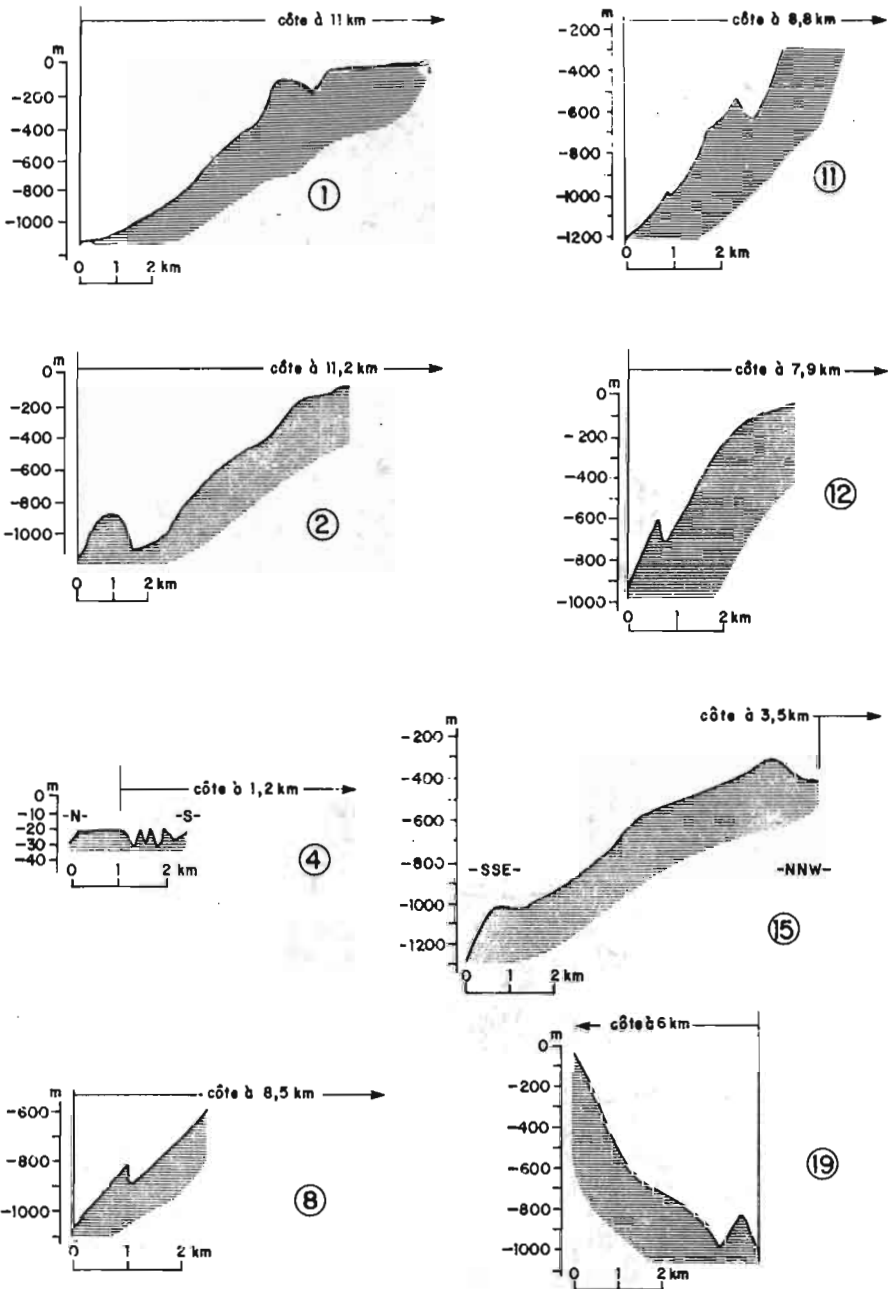


FIGURE 5 – Exemples des profils bathymétriques établis.

Au-delà de la plate-forme, le talus débute, plus fortement penté à l'est qu'à l'ouest, mais au lieu de se poursuivre régulièrement, il présente de notables accidents. A différentes cotes, selon les radiaires effectuées, et à - 1 100 mètres par exemple (profil 2, figure 5), se situe un étroit sillon, d'une centaine de mètres de profondeur, après quoi la pente reprend. Il pourrait s'agir de la lèvre d'une caldeira de plus grande dimension que celles qui ont affecté la superstructure aérienne mais les sillons découverts n'ont pas la régularité qu'on serait en droit d'attendre du contour d'une caldeira. Nous préférons y voir les cicatrices d'un glissement de l'île avec pour corollaire des sillons représentant la cicatrice de l'arrachement (figure 6), la présence d'un bourrelet aux mêmes profondeurs mais diamétralement opposé.

Plusieurs glissements auraient ainsi affecté l'île de Rapa, la plupart nés au sud-ouest, en conséquence de l'instabilité qu'a pu créer la construction rapide du volcan et du déséquilibre qu'exerce la pesée du relief nouveau sur son socle océanique.

3. Volcanologie.

A. Un volcan à caldeira centrale.

Si la ligne interne des crêtes représente le rempart circulaire des murs d'une caldeira (CHUBB, 1927), la ligne externe peut être regardée, soit comme la trace d'une plus grande et plus ancienne caldeira (MOTTAY, 1976), soit comme une dépendance de la première structure. C'est à la deuxième hypothèse que nous nous rallierons, d'une part parce qu'il n'y a pas de sillon entre les deux lignes de crêtes et, d'autre part, parce que la ligne interne, moins haute que la ligne externe, n'est bien exprimée qu'aux lieux où la seconde a disparu par le jeu de l'érosion des rivières. Nous regarderons donc la ligne externe des crêtes, comme la limite première de la caldeira, secondairement reportée en une ligne plus interne par érosion régressive.

Toutefois, ce mur interne a un dessin circulaire trop parfait pour pouvoir être

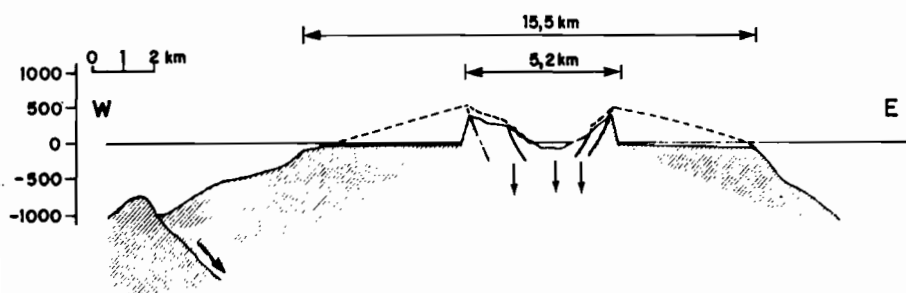


FIGURE 6 – Possibles effondrements de Rapa dont la large plate-forme, jusqu'à - 50 mètres, est récemment immergée. En tirets, reconstitution du profil du volcan, peu après la formation de ses caldeiras.

accidentel alors qu'il devrait être inégalement déporté et plus près du centre dans les vallées les plus humides situées sous le vent qu'ailleurs. Le mur interne peut être regardé comme une ligne autonome d'effondrement, concentrique, retardant le recul érosif des têtes de rivières en raison de son armature de dykes et d'intrusions (figure 7).

Au total, la superstructure affleurante de Rapa est celle d'un volcan simple affecté d'une dépression centrale de 6 km de diamètre, elle-même effondrée sur 100 à 200 mètres, en une caldeira interne de 3,3 km de diamètre. Le mur de cette caldeira est abaissé à l'est à la faveur d'un mouvement de bascule post-caldeirien relevant les côtés ouest, les seuls qui s'élèvent en hautes falaises. Par l'échancrure

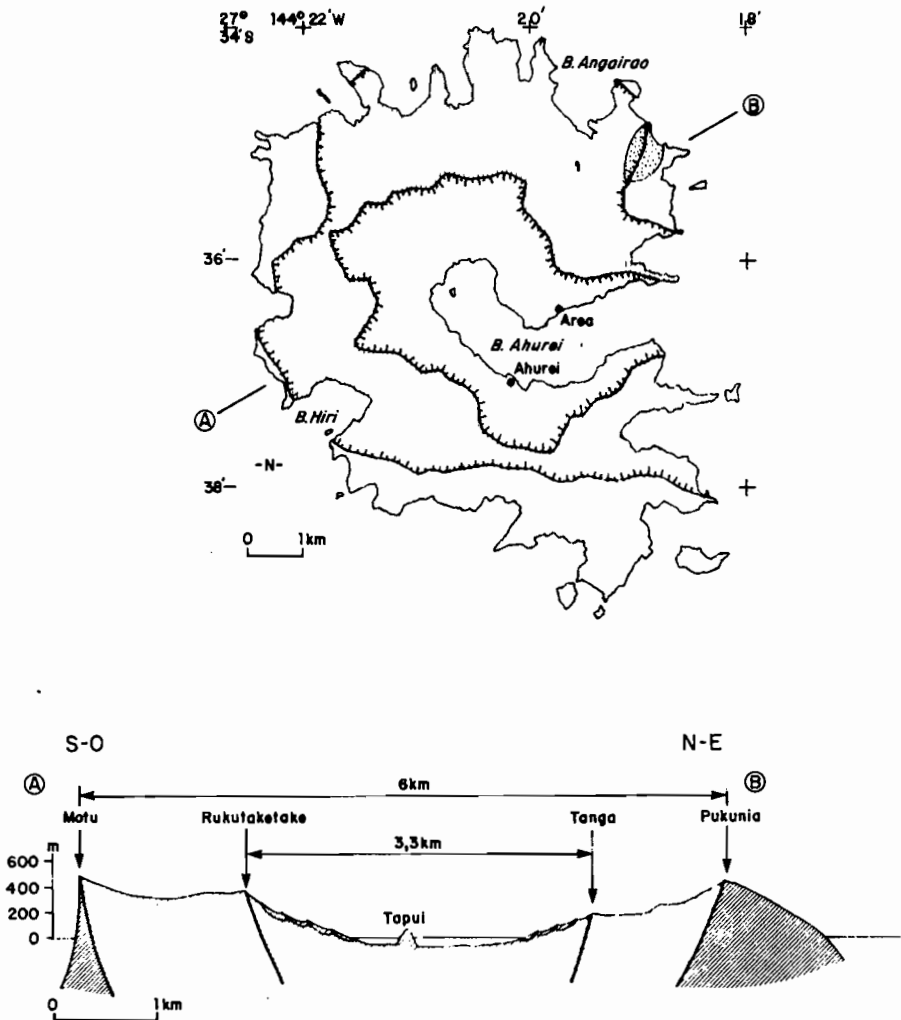


FIGURE 7 - Contours des deux caldeiras emboîtées et coupe SO-NE de Rapa.

créée, la mer pénètre à l'intérieur de la caldeira et en recouvre le plancher à la hauteur de la baie d'Ahurei.

B. Des pentes internes glissées.

Dans la mesure où la ligne des crêtes entourant la baie d'Ahurei est une limite d'effondrement, on serait en droit de s'attendre à y voir un mur d'enceinte subvertical. Or il n'en est rien. Le passage de la crête à la baie se fait, du moins dans les interfluves, par une série de croupes à profil concave. Il s'agit de panneaux glissés, dont les larges loupes d'arrachement sont compensées, en aval, par des bourrelets d'accumulation.

Au vrai, des glissements se produisent à toutes les échelles à Rapa où non seulement les pentes internes de la caldeira sont des panneaux progressivement abaissés mais où, aussi, des plaques métriques à décamétriques de sol glissent.

C. Les centres adventifs (figure 8).

CHUBB (1927, p. 291) signale deux cônes subsidiaires, au nord-est, l'un dans les falaises situées entre les pointes Autea et Matapu, l'autre, au centre de la baie Akatanui (ou baie Atanui), dont il ne resterait plus que la cheminée.

De fait, il existe bien un centre scoriacé, à coulées interstratifiées que recoupe un essaim de dykes, à la verticale de la baie Paiiauta. Nous appellerons cet appareil : *Volcan Puputa*. Sa fraîcheur et le lahar qu'il délivre jusque dans la baie d'Angairao lui confèrent une plus grande jeunesse que celle de l'ensemble du volcan principal. Nous considérerons qu'il est l'expression d'une reprise plus moderne de l'activité volcanique.

Deux autres volcans secondaires ont été découverts. Celui des îles *Karapoo* (Karapoo Rahi et Karapoo Iti) est largement disséqué par le chenal marin qui sépare ces îles de la côte principale. Ses scories constitutives affleurent en effet dans les deux îles comme dans la falaise qui leur fait face sous le Mont Makatea. L'ensemble éruptif, recouvert par les coulées du volcan principal, est relativement vieux.

Du second volcan de la baie de Hiri, n'affleure que la partie tout à fait sommitale et sur 20 à 30 mètres de hauteur seulement. Il est ensuite enfoui sous les coulées issues du centre de Rapa.

D. Peu de phénomènes explosifs.

Indépendamment des volcans scoriacés adventifs, il y a peu de traces de forte explosivité à Rapa.

Des *hyaloclastites* sont toutefois visibles en rive occidentale de la baie d'Angairao, faites de blocs basaltiques émiétés dans une gangue jaunâtre à plus fins débris vitreux palagonitisés. Nulle coulée à débit en coussinets (*pillow-lava*) n'est associée à ces *hyaloclastites* que nous interprétons comme étant plutôt dues à des explosions phréatomagmatiques qu'à des explosions sous-marines. Elles pourraient correspondre à l'ouverture d'un cratère d'explosion dans lequel, peu après, aurait cru le dôme des phonolites de Vaiitatai. Le fait que ces *hyaloclastites* renferment de nombreux blocs du soubassement volcanique et, en particu-

lier, des roches grenues, arrachées à des intrusions annulaires tend à confirmer l'hypothèse présentée.

Un second dôme de hyaloclastites est visible près de la pointe Komire et celles-ci sont, à mi-pente, surmontées par des scories aériennes rouges.

Des *brèches* d'explosion à gros blocs ont également été repérées dans la baie d'Akatamiro, et dans la baie d'Anarua. La première, riche en blocs de laves et de roches grenues enrichies en pyroxènes, est peut-être aussi une brèche phréatomagmatique mais le ciment ne porte pas de traces de trempe aqueuse.

La seconde, servant d'assise à la dune de sable d'Anarua, est un niveau de blocs scoriacés recouvert par un cristal lapilli à pyroclastes isolés de pyroxènes centimétriques. Il s'agit sans doute de retombées locales.

E. De nombreuses intrusions (figure 9).

Un important réseau de *dykes* recoupe l'ensemble des formations volcaniques. Dans la majorité des cas, ce sont des basaltes pouvant porter des phénocristaux en les concentrant dans l'axe du filon selon une différenciation axiale dynamique (BROUSSE, 1965). Les croûtes vitreuses, instantanément figées, sont généralement bien développées ce qui fait penser que la plupart des *dykes* sont tardifs au travers d'un empilement de coulées, non seulement refroidies mais recélant l'habituelle nappe d'eau souterraine captive dans les volcans. L'épaisseur moyenne va de 30 cm à 1,5 m (*dyke* armant la crête au nord du Mont Tanga).

Tous les stades d'altération sont perceptibles, en général en avance sur ceux qui affectent l'encaissant, en raison de leur meilleure perméabilité. Ceci ne veut pas dire qu'ils sont plus aisément érodés car, bien au contraire, ils se dressent en murailles et dépassent le niveau du sol de quelques décimètres à 3 mètres (stockwerk au fond de la baie d'Angairao). Ils doivent cette relative solidité au bon agencement de leurs prismes constitutifs qui, perpendiculaires aux parois subverticales, sont généralement horizontaux.

La direction privilégiée des *dykes* (figure 10) est parallèle à celle, nord-ouest – sud-est, de l'alignement des Australes avec une direction conjuguée, nord-est – sud-ouest, également bien exprimée. De plus, comme dans la majorité des îles océaniques du Pacifique, la direction nord-sud est suivie par les *dykes* les plus tardifs.

Les larges intrusions, en *sills*, méritent une attention particulière non seulement en raison de leur nombre et de leur site, mais aussi parce qu'elles ont été suffisamment épaisses (plus de 10 m) pour que leur lave ait pu, en se refroidissant lentement, acquérir une structure microgrenue à grenue.

Jusqu'à notre mission, deux d'entre-eux étaient connus – îlot Tapui et la butte d'Akatanui –, considérés alors comme des necks, et un troisième était cité sous la crête du Tautautu.

Nous en avons découvert bien d'autres (figure 11) ce qui rend leur présence banale mais aussi leur confère un rôle à l'échelle du volcan. Il est clair, en effet, que ces intrusions sont localisées dans une bande nord-ouest – sud-est et plus abondantes dans les parois de la caldeira à proximité de la ligne de crêtes

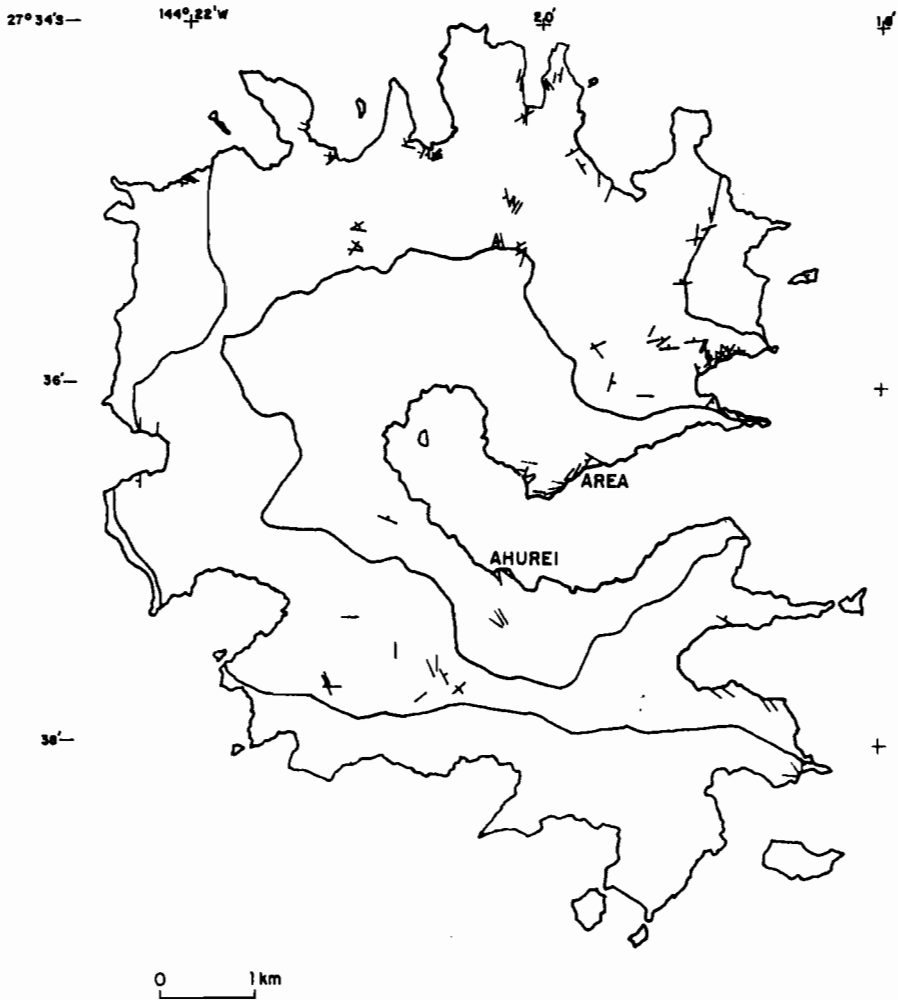


FIGURE 9 – Direction des dykes (trait simple) tous sub-verticaux à verticaux, et des coulées, pentées soit vers le centre de l'île pour celles qui sont à l'intérieur de la caldeira interne, soit vers l'extérieur pour toutes les autres.

internes qu'à l'extérieur. De plus, en prenant l'îlot Tapui pour centre de la caldeira, il est possible de les situer sur des cercles concentriques.

C'est pourquoi nous proposons de voir dans ces sillons des *intrusions annulaires*, mises en place dans des décollements souterrains, en réponse aux effondrements du réservoir profond qui ont également provoqué l'effondrement des deux

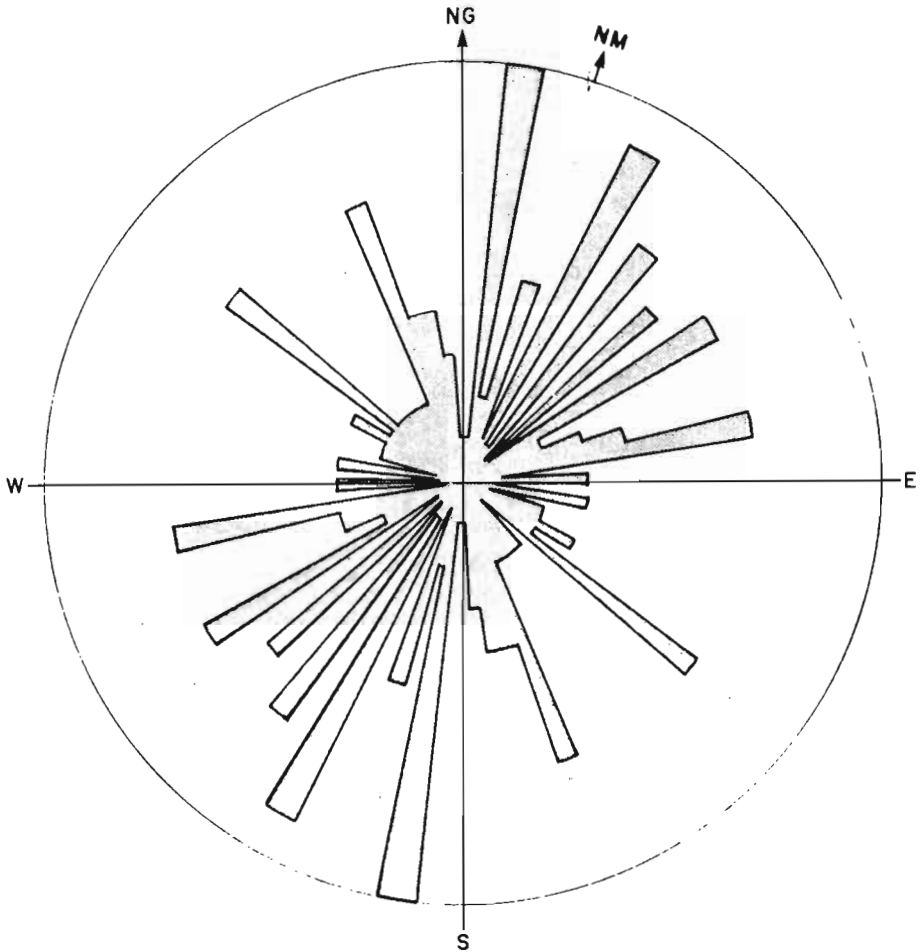


FIGURE 10 – Diagramme de fréquence des différentes directions de dykes.

caldeiras emboîtées de la surface. Les spécificités de ces décollements internes seraient leur relative étroitesse (10 m environ) et leur position qui, assez proche de la surface, n'autorisent pas une évolution suffisamment longue pour qu'un litage magmatique ait le temps de se réaliser. Le fait que les intrusions annulaires soient exprimées par de petits sills ponctuant l'anneau habituellement mieux dessiné, peut tenir à l'aisance d'ouvertures que dans la seule bande nord-ouest – sud-est. Plus en profondeur, l'hétérogénéité de comportement de la structure volcanique ira en s'estompant et des anneaux de plus en plus complets pourront s'individualiser (figure 11).

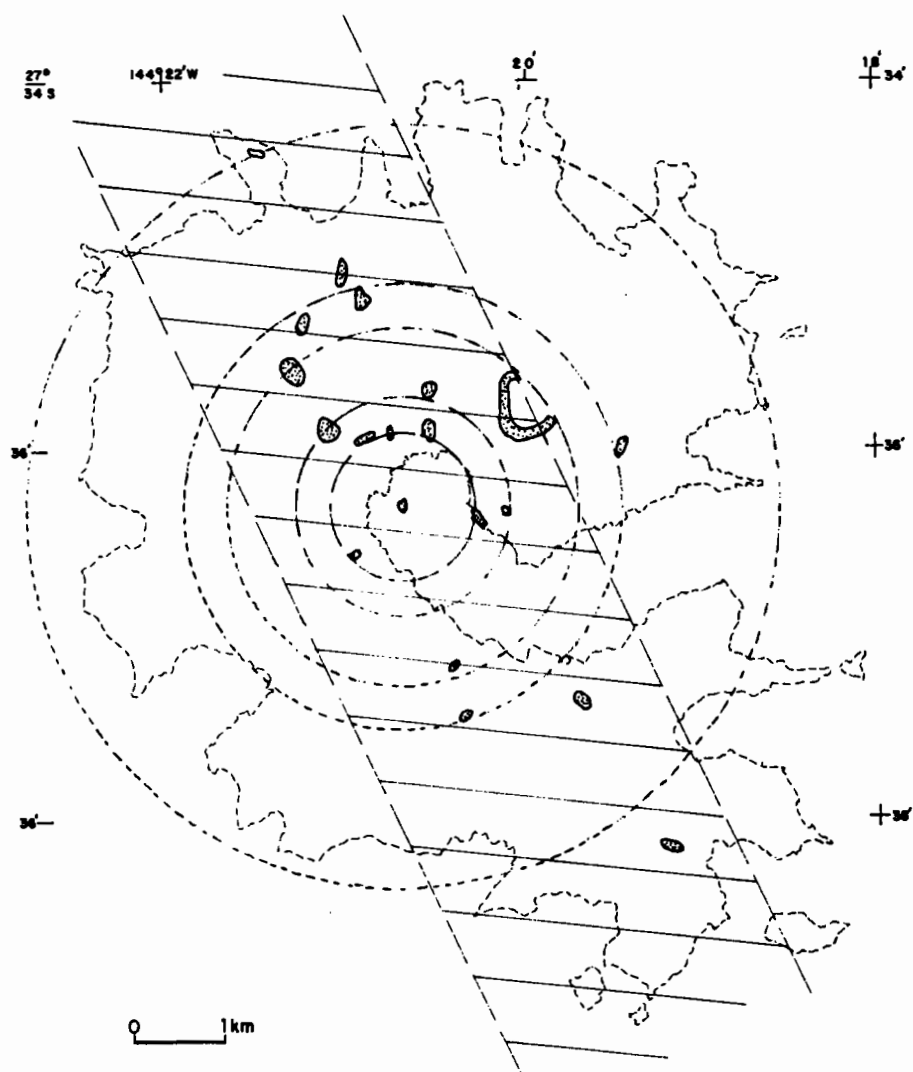


FIGURE 11 - Sills de roches microgrenues à grenues distribuées selon des cercles concentriques mais essentiellement exprimés dans une bande NO-SE.

F. Les lignites.

Comme les roches sédimentaires sont rares et comme par ailleurs les ressources utiles manquent presque totalement dans les îles hautes de Polynésie, il était naturel que l'exceptionnelle présence de lignites à Rapa soit signalée dès les temps de leur prime découverte.

C'est au Capitaine John VINE HALL (1869) que l'on en doit le premier rapport encore qu'il introduit, à tort, l'idée de "charbon" qui persistera longtemps; la mine de charbon, vue de Paris, étant déjà mise en exploitation. (DESCHANEL, 1888).

L'affleurement de lignites se trouve à la cote de 180 mètres sous la ligne de crêtes joignant les Monts Vairu et Tanga. Les lignites, en larges plaques noires, subhorizontales, associées à des argiles bariolées blanches à rouges et à des sables, sont visibles sur une trentaine de mètres seulement d'extension nord-ouest – sud-est et sur une puissance de 2 mètres. Il est de ce fait difficile d'avoir une bonne estimation du développement de la lentille sédimentaire.

La reconnaissance, sous le gisement, d'une très épaisse lave (40 m) dont le cœur est à gros grains, nous amène à proposer l'existence d'un *lac de lave* temporaire dont le toit refroidi aurait servi de réceptacle à une dépression lacustre ou tout au moins marécageuse.

Dans cette mare, les végétaux croissant à ces bords se seraient accumulés et ils y auraient évolué en lignites sous des conditions réductrices.

Ces lignites, dures et cassantes, non friables, brûlant avec une flamme blanchâtre, laissent 7,4 % de cendres pour 43,1 % de matières volatiles et 49,5 % de carbone fixé (CRANWELL, 1964, p. 45). Les pollens qu'elles recèlent (CRANWELL, 1964, 1971) sont ceux de *Cyathea*, angiospermes, algues (*Phycopeltis*), dicotylédones (Myrtacés, Pipéracés, Sapindacés, Rubiacés). Les grains de cocotiers et de palmiers y sont présents alors qu'actuellement ces arbres manquent ou sont rares.

Après le comblement de la dépression lacustre, de nouvelles coulées appartenant à l'ensemble volcanique de Rapa, recouvrent le site. De plus, un dyke d'ankaramite (An.Ra.C) perce au travers des lignites et détermine à leurs dépens, une auréole rougeâtre de pyrométamorphisme, d'une trentaine de centimètres de large. La marge du dyke, elle-même instantanément trempée, est un verre rouge hydraté, fragile et à cassure conchoïdale. Il renferme quelques gros cristaux intacts d'olivine aux faces (210), (010), (001) et (011) prédominantes. L'analyse de ce verre palagonitique (LACROIX, 1927, p. 38) (SiO_2 31,68; TiO_2 4,98; Al_2O_3 16,19; Fe_2O_3 12,43; FeO 5,78; MgO 2,01; CaO 5,26; Na_2O 1,61; K_2O 0,93; P_2O_5 0,44; H_2O^+ 8,11; H_2O^- 10,65) montre que la trempe en a non seulement provoqué l'hydratation et l'oxydation mais qu'elle a aussi entraîné une perte de Mg et Ca pour une augmentation en Al.

G. La construction de l'île (figure 12).

Reconstituer les différentes phases de construction de l'île de Rapa est difficile car seuls les 800 derniers mètres affleurent sur les 4 000 mètres de hauteur totale du volcan.

a. La phase sous-marine.

Sur le socle océanique, les premières coulées de laves, débitées en pillow lava, s'empilent, mêlées à des hyaloclastites, lorsque le sommet du seamount devient proche de la surface marine. Rien de cette première phase n'affleure à l'exception sans doute des hyaloclastites de la pointe Komire.

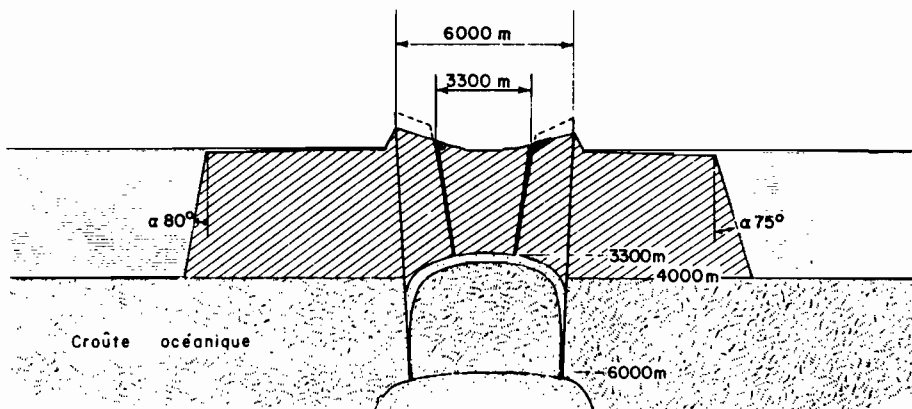


FIGURE 12 – Proposition d'effondrements emboîtés à la verticale de deux réservoirs situés à des profondeurs égales aux diamètres des caldeiras. Mise en place des sills alimentés par les failles bordières à la faveur des décollements subsuperficiels.

b. La phase aérienne anté-caldeira.

Arrivé à l'air libre, le volcan émet des coulées d'une trentaine de centimètres d'épaisseur en moyenne dont la semelle scoriacée est surmontée par des tubes-lava empilés les uns sur les autres. Ces tubes de lave sont suffisamment fragiles pour que le poids de ceux qui les recouvrent provoque leur écrasement et la fermeture de leur chenal central.

La plupart des coulées semblent avoir été émises depuis le centre du volcan près duquel un lac de lave de type hawaïen subsiste quelque temps. De plus quelques centres adventifs (Karapoo, Hiri) fonctionnent.

c. L'effondrement des deux caldeiras.

La vidange du réservoir profond paraît correspondre à l'émission des produits différenciés – benmoreites et phonolites – certains à la faveur d'éruptions phréatomagmatiques. L'énorme surcharge qu'impose le poids des laves est alors suffisamment forte pour que le toit du réservoir s'effondre entraînant la formation des deux caldeiras emboîtées et des décollements internes qu'empruntent des sills.

Cette tectonique paraît précédée par un gonflement du volcan en réponse à la montée souterraine des laves, ce qui provoque des cassures radiaires que scellent des dykes encore que la plupart de ceux-ci soient orientés selon une ligne de faiblesse permanente nord-ouest – sud-est.

d. La phase post-caldeira.

Alors que dans de nombreux volcans océaniques, la phase post-caldeira est soulignée par la croissance de volcans émettant des laves qui remplissent la dépression formée, à Rapa, seul un volcan adventif (Puputa) apparaît. Ses laves revêtent toutefois les pentes nord de la baie d'Akatanui.

Le volcan, éteint, est soumis à la dégradation latéritique (mamu) et à l'érosion fluviale alors que le niveau relatif terre-mer subit les fluctuations glacio-eustatiques. Il est possible que les glissements d'une partie de la superstructure du volcan se soient produits durant cette époque récente.

PÉTROGRAPHIE

A l'exception des quelques roches sédimentaires signalées, calcaires, sables calcaires et lignites, toutes les autres formations ont une origine volcanique.

Sous la forme microlitique des laves ou sous celle microgrenue à grenue des intrusions à mi-profondeur, les roches ont pour la plupart un chimisme de *basaltes alcalins à olivine*. Les appellations que nous leur attribueront seront fonction de leur indice de différenciation (DI) (THORNTON et TUTTLE, 1960), représentant la somme de leurs minéraux alcalins normatifs ($DI = Or + Ab + Ne$ (ou Qz)). On trouvera cette valeur dans le tableau I (en fin d'article) où sont reportées les analyses chimiques des roches de Rapa, 6 dues à SMITH et CHUBB (1927), 2 à LACROIX (1927), 14 à MOTTAY (1976); 28 sont inédites (figure 13).

Nous montrerons plus loin que *deux séries magmatiques* se partagent le volcanisme de Rapa. Celle qui correspond à la construction principale de l'île est une série différenciée des *basaltes aux phonolites* (MOTTAY 1976), alors que la seconde, identifiée ici pour la première fois, indifférenciée, est limitée aux seules *basanites* porteuses de nodules de péridotites. Cette seconde série appartient au volcan adventif de Puputa plus récent que le volcan principal.

1. Les roches du volcan principal.

Bien entendu, à Rapa, comme dans les autres îles océaniques, les roches basaltiques prédominent largement, à condition de placer dans ce large groupe les roches allant des mélabasaltes aux hawaïites. Les roches intermédiaires (mugarites) sont exceptionnelles, alors que les laves différenciées (benmoreites et phonolites) ne forment que 6 % du volcan.

A. Les mélabasaltes.

Définies par leur indice de différenciation, *inférieur à 25*, ces laves sont très porphyriques, riches (16 à 27 %) en gros cristaux automorphes d'*olivine* ($Fo_{82,5-90}$) craquelée, et en plus grands cristaux (jusqu'à 1 cm) de *pyroxènes* (1 à 7 %), verdâtres en lame-mince. Elles doivent leur enrichissement à l'accumulation de ces cristaux lourds. Certaines de ces laves, dénommées *océanites* ou *ankaramites* selon leur prédominance respective en olivine ou en pyroxène forment des coulées, notamment à la base du volcan (baie d'Anarua), alors que d'autres constituent la partie axiale des dykes (Ra C recoupant les lignites).

Aux phénocristaux d'olivine et de pyroxène, des *endiopsides* $Wo_{45,6-43,2}$ $En_{43,5-47}$, $Fs_{10,9-9,4}$, maclés (100) sont parfois associés quelques (0 à 3 %) grandes lattes de plagioclase alors que les cubes de magnétite manquent. Selon

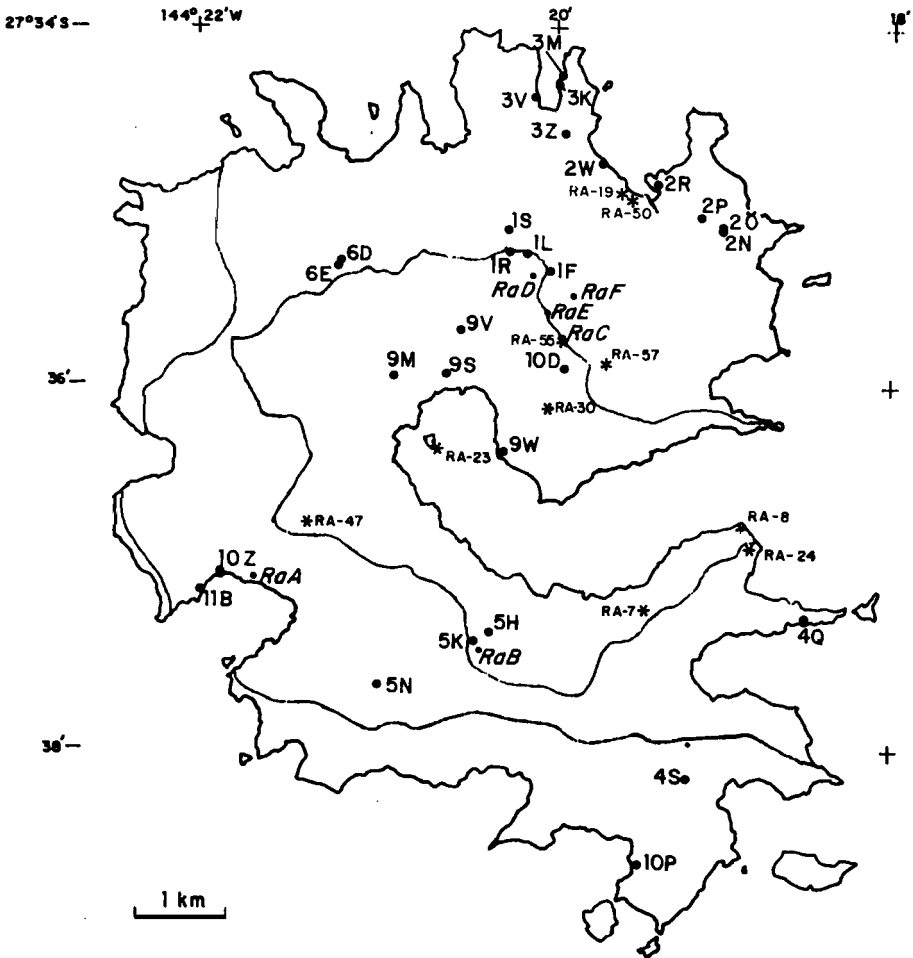


FIGURE 13 – Position des échantillons analysés.

les cas, la pâte possède de gros microlites (dyke) ou au contraire a un grain fin (coulée) d'olivine, augite, labrador, magnétite et ilménite. Un verre brun est présent dans les laves des dykes.

B. Les basaltes.

Ces laves, de couleur noire, au DI compris entre 25 et 33 (une limite abaissée de 2 unités de DI pour mieux prendre en compte l'identité des groupes) contiennent des phénocristaux d'olivine (Fo₇₉₋₈₀ dans Ra 27; Fo₈₃₋₈₁ dans Ra 19) et de plagioclases (bytownite An₈₄₋₈₂ dans Ra 27; labrador An₇₈₋₆₈ dans Ra 19). L'augite Wo_{53,9} En_{31,3} Fs_{14,8} est plus rare (Ra 19) dans cette phase.

Dans les deux types analysés et surtout dans le plus porphyrique (Ra₁₉), une génération de microcristaux, apparus dans des conditions d'assez lent refroidissement et sans doute lors de la montée de la lave dans la cheminée, succède à la génération des phénocristaux précipités dans la chambre magmatique. Il s'agit d'*augite* trapue, d'octaèdres de *magnétite* (Usp 86) et baguettes d'*ilménite* (He 1,2). Nantis de tailles du même ordre que celles qu'ont les minéraux précédents, sont également des leucitoèdres d'*analcime* (Ne_{66,1-65,0} Ks_{0,7-0,6} Qz_{33,2-34,4}) dont la présence est quelque peu étonnante car le basalte-hawaïite (Ra₁₉) n'a qu'un faible déficit en silice tout juste suffisant pour faire apparaître 2,34 % de néphéline normative. Bien qu'appartenant apparemment à la phase microcristalline, cette analcime est plutôt tardive et elle ne semble devoir sa taille microscopique qu'à son aisance à bien cristalliser.

Dans la pâte enfin, les mêmes minéraux : *olivine*, *augite*, (Wo_{47,9-47,5} En_{38,3-39,7} Fs_{13,8}), *labrador* An₅₃₋₅₄, coexistent avec l'*anorthose* Ab₆₆₋₆₃ et la *biotite* qui épuisent les relatives faibles disponibilités en potassium du liquide (K₂O = 0,80).

C. Les hawaïites au DI compris entre 33 et 50.

Aux basaltes précédents sont associées des roches plus claires, aphyriques ou renfermant des phénocristaux très aplatis, de plagioclase, maclés suivant les lois de l'albite, de Carlsbad et de la péricline, joints à quelques cristaux d'*augite* et d'*olivine*, dans une pâte à gros microlites d'*andésine*, d'*augite*, d'*olivine* et de *magnétite*.

Ce sont les "andésites labradoriques" (type Ra B à DI 35,5), les "andésites porphyriques" (type Ra E à DI 38,1) et les "basaltes andésiniques" (type Ra A à DI 39,4) de A. LACROIX (1927).

L'échantillon pris pour modèle (Ra₅₄ à Di 33,8 de A. LACROIX, 1927), contient lui-même des phénocristaux d'*olivine* Fo_{63,7-66,2}, d'*augite* et de *labrador* An₆₅₋₆₃ alors que la *magnétite* apparaît pour la première fois dans cette population. Dans la pâte où les mêmes constituants se retrouvent, associés à l'*ilménite*, le *labrador* An₅₆₋₄₅ est toujours accompagné par la *sanidine* Ab₅₅₋₆₆ et par la *biotite*. Un peu de calcite est présente dans les vacuoles.

D. Les mugéarites au DI compris entre 50 et 65 sont très rares. Ce sont des laves gris-claires, peu porphyriques et ne contenant comme dans la roche-type retenue (Ra₄₃ à DI 49,9), que de petits phénocristaux d'*olivine* Fo₅₄₋₅₁ assez largement iddingsitisée, de la *magnétite* et de rares *labradors* An₅₉. A ces minéraux, plus évolués toutefois (*olivine* Fo₅₃, *labrador* An₅₄₋₅₃), s'associent dans la pâte les *ferroaugites* vertes (Wo_{49,1-44,9} En_{33,4-36,4} Fs_{17,5-18,7}), et, comme toujours, la *sanidine* Ab₅₃ ou l'*anorthose* Ab₆₅ et la *biotite*. De plus, l'assez net déficit en silice de la roche (Ne_{norme 3,74}) est concrétisé par la présence d'*analcime* (Ne_{71,0} Ks_{11,3} Qz_{17,7}).

E. Les benmoreites, selon la définition habituellement retenue, ont un DI compris entre 65 et 80, mais nous préférons limiter leur gamme de variation à 10 unités de DI, entre 65 et 75, afin de tenir compte de l'unité que présentent les roches les plus différenciées de Rapa.

Jusqu'ici ces roches n'avaient pas été découvertes, le manque des roches intermédiaires (Daly gap) dans la série se faisant sur 28 unités de DI (entre 49,9 et 77,6) alors qu'actuellement il n'y a plus de lacune.

F. Les phonolites à DI supérieur à 75 (la limite à DI 80 étant déplacée ainsi qu'il a été dit précédemment afin de rendre compte de l'unité de l'ensemble de ces laves autour de DI 80 ± 5).

Sur le terrain, ces roches offrent deux aspects différents. Celles qui appartiennent à des coulées ou à des dômes-coulées, débitées en gros prismes, ont la couleur grise et l'aspect trachytique mais elles possèdent une large pâtime blanche d'altération. Il en est ainsi du sommet du Mont Vairu (An 1 r). Ce sont les "trachytes néphélinifères" de A. LACROIX (1927) (type Ra F). Les autres forment des dômes, mais cette fois leurs prismes sont débités en minces plaquettes de quelques centimètres d'épaisseur.

Celles-ci, d'un vert noirâtre, ont une large auréole blanche d'altération. Le dôme de la baie d'Angairao, connu (Ra 50) et celui de la baie d'Akananue que nous avons découvert, en sont les deux exemples. En dépit de cette différence d'aspect, les roches sont chimiquement identiques et proches de la lave-type (Ra 50) retenue.

Dans la pâte à structure trachytique fluidale flottent quelques rares phénocristaux d'*olivine* Fo_{12,9} au fort relief caractéristique des fayalites, des *ferrosalites vertes* Wo_{47,6-47,7} En_{19,1-15,9} Fs_{33,3-36,4}, des octaèdres de *magnétite*, des lattes d'*anorthose* Ab₆₇₋₇₅ et des prismes d'*apatite*. Dans la mésostase, ces mêmes familles cristallines sont représentées avec de la *fayalite* Fo_{4,5-5,0}, des *ferrosalites* Wo_{48,3-49,5}, En_{13,0-14,8} Fs_{38,7-35,7} et des *magnétites*, le tout noyé dans des microlites maclés Carlsbad d'*anorthose* Ab₇₀₋₇₄. De la *sodalite* meuble les interstices laissés libres entre les feldspaths.

Çà et là se voient des plages dentelliformes d'*aenigmatite*, parfois développées autour d'un grain de magnétite.

Les phonolites les plus différenciées de Rapa, sous le Mont Vairu (1S à DI = 80,64) et dans la baie d'Akananue (3M à DI = 84,51), contiennent toujours des phénocristaux d'*olivine* Fo_{6,2-4,9}, des *ferrosalites* Wo_{41,9-43,6} Fs_{42,7-32,1}, des *magnétites* et *ilménites*, noyés dans une masse fluidale de *sanidine-anorthose* Or_{42,5-22,3}, la plupart des cristaux ayant une composition d'*anorthose* Or₃₃₋₃₅. Entre les espaces libres, néphéline et analcime précipitent.

G. Les roches grenues de Rapa.

Il a déjà été précisé comment les roches grenues constituent d'épais sills scellant des décollements relativement proches de la surface dans la pile des formations du volcan.

Plusieurs types de roches, à gros grains, diffèrent à la fois par leur structure et par leur chimie, équivalente, soit à celle des mélabasaltes soit à celle des basaltes.

a. Des théralites.

Tôt découvertes (CHUBB, 1927), ces roches qui constituent l'îlot Tapui (150 mètres de diamètre sur 30 mètres de haut) dans le golfe d'Ahurei,

matérialisent le centre de Rapa. La structure grenue hypidiomorphe ne montre aucun litage.

On y distingue (Ra₂₃) de l'olivine zonée Fo₂₈₋₁₁, évoluée, et bien différente de celle qu'on serait en droit d'attendre dans des roches mélanocrates à faible DI (19,99). La ferrosalite titanifère (TiO₂ 1,14-2,94 %) Wo_{49,9-48,1} En_{31,6-23,7} Fs_{18,5-28,2}, en partie automorphe mais pour partie à contour cristallitique est associée à fort peu d'amphibole (hornblende hastingsitique) et de biotite (phlogopite). L'apatite, en prismes et longues aiguilles, la magnétite et l'ilménite sont assez abondantes alors que le labrador, zoné jusqu'à l'andésine An₅₉₋₃₈, et la sanidine Or₅₅₋₆₁, tous deux aplatis suivant (010), sont plus récents. Tous les minéraux précédents sont moulés par de la néphéline et là où les feldspaths sont enchevêtrés, il existe un peu de biotite et d'analcime intersertale (Ne_{73,6-74,3} KS_{11,1} Qz_{15,3-14,6}).

Pour A. LACROIX (1927), ces roches sont des *luscladites*, proches de celles du massif du Mont Dore, en France, définies (LACROIX, 1920) comme des "théralites peu néphéliniques, mésocrates, subplagioclasiques" (JUNG et BROUSSE, 1959, p. 90). Celles de Rapa seraient toutefois plus riches en néphéline et minéraux colorés, et, à ces titres, se rapprocheraient des *kylites*, définies (TYRRELL, 1912) à Benbeoch en Écosse comme des "théralites peu néphéliniques, mélanocrates, holoplagioclasiques, riches en olivine" (JUNG et BROUSSE, 1959, p. 87) mais celles-ci sont cette fois plus sombres et plus magnésiennes.

Plutôt que d'entrer dans ces nuances, nous préférons retenir le nom de *theralites* à large désignation.

Les roches de Rapa ont toutes leurs minéraux enrichis en fer et notamment les pyroxènes ainsi que nous pouvons l'assurer en citant l'analyse globale de ces cristaux triés (MOTTAY, 1976, p. 50) (tableau II).

Ces analyses de salites titanifères, confirment les résultats obtenus sous microsonde qui, toutefois, ne concernaient pas les véritables centres des cristaux non présents dans les lames regardées.

Le début et la fin de la cristallisation de ces laves se sont effectués à 1 130°C (fO₂ 10^{-9,80}) et 840°C (fO₂ 10^{-14,8}) si l'on prend pour repères l'équilibre des couples magnétite-ilménite (BUDDINGTON et LINDSLEY, 1964) respectivement en primocristaux (Mt à 84,9 % Usp - Ilm à 3,0 % He) et en cristaux interstitiels (Mt à 63,6 % Usp - Ilm à 3,0 % He). La dernière donnée est par ailleurs confirmée par la précipitation d'annite, dont les conditions de stabilité (EUGSTER et WONES, 1962) sont à moins de 838°C pour une fugacité d'oxygène inférieure à celle du tampon QFM. La fin de cristallisation, à une température anormalement basse, est souvent sous la forme d'une syncristallisation graphique, de plagioclase et de pyroxène, disposée en gerbes. Une telle disposition est caractéristique des schlieren de pegmatitoïdes, eux-mêmes issus des tous derniers liquides silicatés et hydrothermaux qui transitent au travers des mailles des cristaux, par effet de filtre-pressé, jusque dans les plus gros interstices voire dans les tubes des forages qui ont été pratiqués dans les lacs de lave à Hawaii.

Des réactions de subsolidus se produisent enfin car les plus gros des minéraux opaques montrent des figures d'exsolution à bandes croisées, alternativement de magnétite et d'ilménite (MOTTAY, 1976) alors que les *olivines* se rééquilibrent

	Ra ₂₃	Ra ₅₇
SiO ₂	42,72	42,01
TiO ₂	4,47	3,57
Al ₂ O ₃	8,50	9,19
Fe ₂ O ₃	1,51	1,94
FeO	6,96	6,57
MnO		0,05
MgO	11,63	12,11
CaO	22,11	22,19
Na ₂ O	0,78	0,59
K ₂ O	0,13	0,05
H ₂ O ⁺	0,79	0,88
H ₂ O ⁻	0,19	0,13
	99,80	99,28
Wo	49,4	48,8
En	36,4	37,2
Ps	14,2	14,0

TABLEAU II – Analyses des pyroxènes triés des théralites (Ra₂₃ et 57).

par diffusion, dans les liquides différenciés les plus tardifs ainsi que nous le montrerons plus loin.

b. Théralites doléritiques.

La théralite, constituant la petite éminence cônica (Ra₅₇) qui se détache avec netteté dans l'arrière-vallée de la baie d'Akatanui, est proche de la précédente, à la structure près. La *salite* Wo_{48,8} En_{37,2} Fs_{14,0}, parfois maclée suivant (100), est plus cristallitique, l'*olivine* zonée Fo_{72,7-57,9}, automorphe, est localement maclée suivant (110); ces deux minéraux souvent réunis sont accompagnés de cristaux de *rhönite* qui, normalement caractéristiques de laves plus sous-saturées que (Ra₅₇), pourraient être secondaires et nés d'une destabilisation d'amphiboles. Ils sont d'ailleurs groupés en amas squelletiforme, dans lesquels les prismes parallèles contiennent des grains de magnétite et d'ilménite dans les golfes de leurs bords dentelés. Les grandes lattes de *labrador* An₆₂₋₅₂, sont moulées, ainsi que les minéraux précédents, par des plages de *néphéline* et d'*analcime*. Çà et là, de larges surfaces occupées par de fins microlites de plagioclase ou de *sanidine* Or₄₄₋₅₇ associés à des cristallites plumeux de *salite* violacée et d'*analcime*, correspondent aux phases pegmatitoïdiques.

Les minéraux hydroxylés, manquent dans cette roche à l'exception de la biotite fortement colorée (TiO₂ = 5,87), secondaire, autour des plus gros grains

de magnétite. La température de début de cristallisation, calculée aux dépens des couples magnétite (Usp 78,1)-ilménite (He 10,0) des marges des cristaux de rhonite, est de $1\ 154^{\circ}\text{C}$ ($f\text{O}_2\ 10^{-9,0}$).

c. Théralites doléritiques à analcime.

Selon nous, le sill présent sous la crête du Mont Tautautu (Ra 32), appartient au groupe des théralites alors que sa structure ophitique, bien développée, l'a fait dénommer *crinanite* (SMITH et CHUBB, 1927), c'est-à-dire l'a identifiée à une "basanite analcimifère, mésocrate, holoplagioclasique, à structure doléritique" (JUNG et BROUSSE, 1959, p. 72). Pour A. LACROIX (1927, p. 37), toutefois, il s'agirait d'une *luscladite analcimifère*. La roche est riche en *olivine* zonée Fo 39,8-11,8, en *salite* En 34,9-33,5 Wo 51,8-51,1 Fs 13,3-15,4 et en *labrador* zoné An 64-37, avec *apatite*, *magnétite* et *ilménite*; les intervalles intersertaux des feldspaths sont remplis par la *sanidine* Or 55-58 et l'*analcime*. De l'*amphibole* (hastingsite) et quelques paillettes de *biotite* en complètent l'inventaire minéralogique.

Ainsi qu'on le constate, cette roche est proche de celle de l'îlot Tapui mais elle est moins enrichie en fer.

d. Syénodiorites doléritiques.

Quelques sills, à composition de hawaïite, tels que 10 d (DI = 38,5), possèdent de grosses *olivines* Fo 41,4-47,3, des *salites* Wo 43,8-44,8 En 39,3-38,4 Fs 16,9-16,8, des *magnétites* et des *ilménites* dans un feutrage doléritique de *labrador-andésine* An 54,7-42,8. Une *anorthose* tardive Or 21,8 remplit les interstices dans lesquels le feldspathoïde manque car ces roches sont neutres ($\text{Ne}_{\text{norme}}\ 2,7$). Ici aussi, la structure doléritique caractérisée par la cristallisation des plagioclases avant celle des pyroxènes témoigne d'une faible pression d'eau (HAMILTON et ANDERSON, 1968).

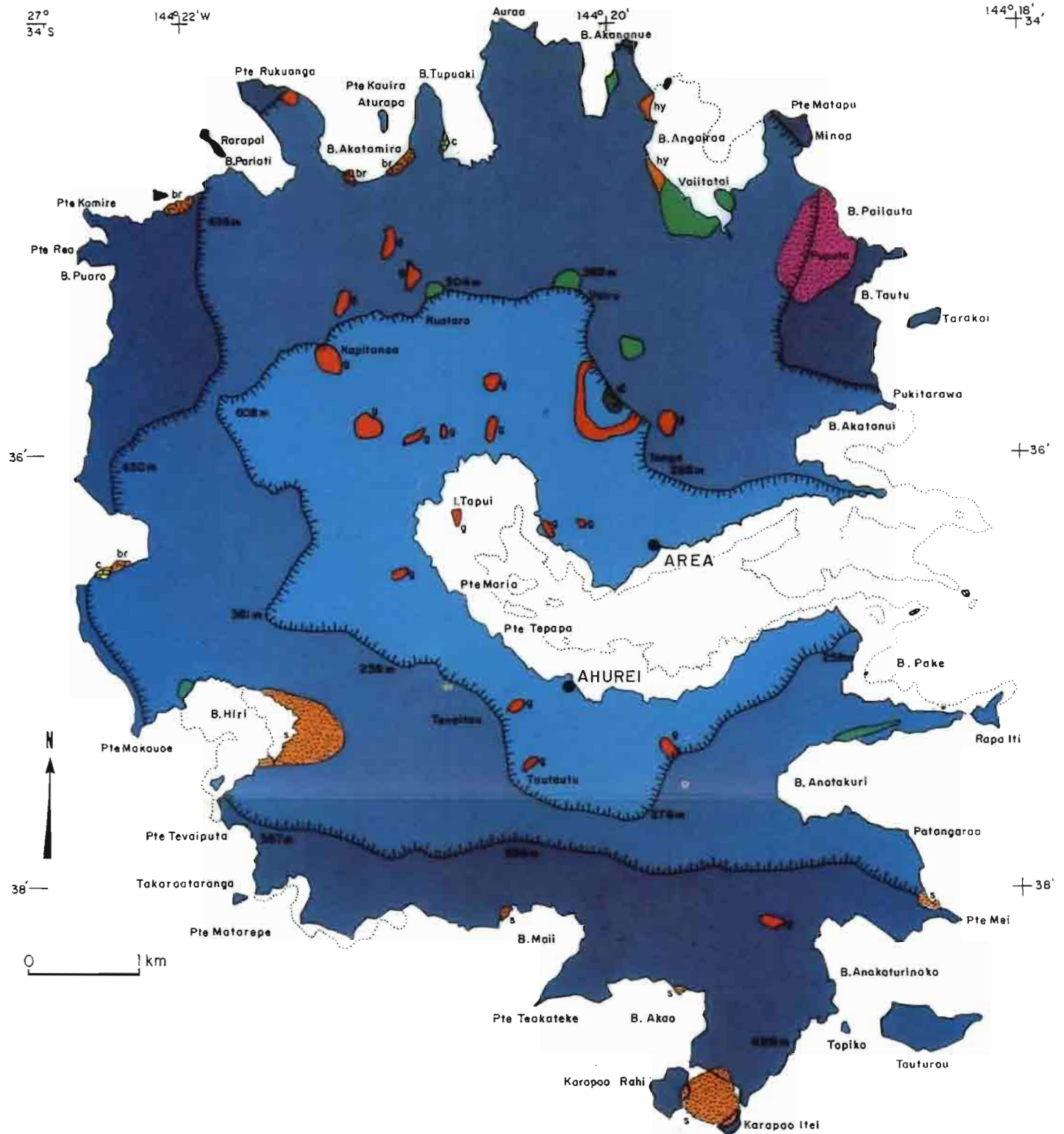
2. Les roches du volcan de Puputa.

Les laves prédominantes, sous forme de coulées et de scories, sont des *basanites*, à l'image de (2 p) que nous prendrons pour modèle (DI 32).

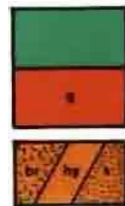
Les phénocristaux sont limités aux *olivines* zonées Fo 84-68 (tableau III) qui sont aisées à confondre avec les xénocristaux d'olivine (Fo 90) émiettés des nodules de péridotite encore que ces cristaux hérités présentent des kink-bands. Quelques microcristaux (60×10 microns) de *labrador* zoné An 64-56 apparaissent nettement.

Dans la pâte, l'*olivine* Fo 77-58 (15×10 à 4×4 microns) est encore abondante, mais voisine, cette fois, avec des *magnétites* (Usp 77-73), des *ilménites* (He 1,9-2,7), et des prismes (1 à 3 microns) de *salites* Wo 48,1-46,5 Fs 13,2-16,3. Dans la masse microlitique d'*oligoclase* An 24-26, sont encore quelques *annites* titanifères ($\text{TiO}_2\ 8,2-8,5$), de la *néphéline* et de l'*analcime*.

Par rapport à la minéralogie des basaltes du volcan principal, ces *basanites* présentent peu de différences mais elles sont plus riches en feldspathoïdes (18 % Ne_{norme}) et, de plus, elles portent des *nodules de péridotite* (BERGER *et al.*, présent livre).



Calcaire
Lignite



Roches différenciées
Roches grenues
br-Brèche
hy-Hyaloclastite
s-Scories



Caldeira externe — pentes externes
pentes internes
Caldeira interne — pentes internes
Volcan adventif

Bien qu'aucun sill appartenant à la série basanitique ne soit à l'affleurement, ceux-ci doivent avoir été injectés à faible profondeur, car des blocs en sont contenus dans le lahar de la baie d'Angairao, remaniant, nous semble-t-il, des produits d'explosion du Puputa.

La *théralite* (2 w) accuse le fort pourcentage en alcalins (6,7 %) de la série basanitique, ce qui se traduit par un DI évolué (35,7), et, bien sûr, par une forte teneur en feldspathoïdes (14,7 % Ne_{norme}).

Les grandes *olivines*, variées, depuis Fo₈₀₋₇₅ à Fo₅₉₋₄₉, comme dans les théralites du volcan principal, sont suivies par la cristallisation des *bytownites* An₇₉₋₇₅ qu'on retrouve en enclaves dans les pyroxènes. Ceux-ci sont des *salites* Wo_{49,4-47,6} Fs_{14-14,5} dont la chimie varie assez largement jusqu'à celle des cristaux tardifs de ferrosalite Wo_{50,0} Fs_{26,6}, qui interprécipitent avec *magnétites*, *ilménites* et *anorthoses* Or₁₇ Ab₇₆.

PÉTROLOGIE

Une série alcaline complète, des *basaltes aux phonolites*, construit le volcan principal de Rapa, et une série indifférenciée de *basanites* caractérise le volcan de Puputa, plus récent.

La première série a déjà fait l'objet de descriptions pétrogénétiques (MOTTAY,

	<i>Olivines</i>		<i>Pyroxènes</i>				<i>Feldspaths</i>			
	Fo84 2P	Fo68,4 2P	Fs13,2 Wo48,1 2P	Fs16,3 Wo46,5 2P	Fs14 Wo49,4 2W	Fs26,6 Wo50 2W	An63,6 2P	An24 2P	An 79 2W	Or7 Ab76 2W
SiO ₂	39,93	37,05	45,09	48,03	46,65	42,79	51,62	55,85	47,63	48,72
TiO ₂	0	0,12	3,63	3,16	3,48	5,06	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	—	—	7,01	4,08	5,50	6,34	29,81	25,25	33,06	30,55
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	0,90	1,11	0,47	1,08
FeO	15,43	29,07	7,94	9,91	8,23	14,54	—	—	—	—
MgO	45,03	35,08	12,88	12,58	11,94	7,14	—	—	—	—
CaO	0,31	0,47	22,43	22,04	22,61	21,29	13,61	5,77	16,21	2,07
Na ₂ O	—	—	0,44	0,53	0,60	1,18	4,05	7,33	2,32	12,84
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	0,40	4,32	0,13	4,32
Cr ₂ O ₃	—	—	0,35	0	1,14	0	—	—	—	—
NiO	0,10	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	101,11	102,17	100,57	100,47	100,47	98,73	100,39	99,63	99,82	99,58

TABLEAU III – Analyses représentatives des minéraux du volcan de Puputa.

1976; MAURY *et al.*, 1978; BROUSSE *et al.*, 1981) alors que la seconde est nouvellement découverte.

1. La série alcaline du volcan principal.

A. Géochimie des éléments majeurs.

Dans le diagramme de KUNO ($K_2O + Na_2O/SiO_2$), la série principale de Rapa (figure 14) se situe dans le champ *moyennement alcalin* et évolue depuis des basaltes à 1-5 % de néphéline normative jusqu'à des phonolites à 8-10 % Ne. L'ensemble est *sodique* et possède un rapport Na_2O/K_2O compris entre 1,7 et 3,0.

Dans la famille des basaltes, largement prédominante, nous considérerons comme basalte primogénique, susceptible d'être en équilibre avec les olivines du Manteau, le basalte Ra₇ dont le nombre mg à 68,6 (mg = 100 Mg/(Mg + Fe²⁺)) calculé à $Fe_2O_3/FeO = 0,25$ (KESSON, 1973) est le plus proche (figure 15) de la valeur mg = 65 définie par GREEN (1973).

L'évolution de chacun des oxydes (figure 16) en fonction de l'indice de différenciation (DI) rend compte de la successive précipitation des minéraux dans la chambre magmatique.

- SiO_2 décroît tout d'abord, dans les mélabasaltes, depuis DI 12 jusqu'au DI 28, car les olivines et les plagioclases qui cocrystallisent prélèvent globalement

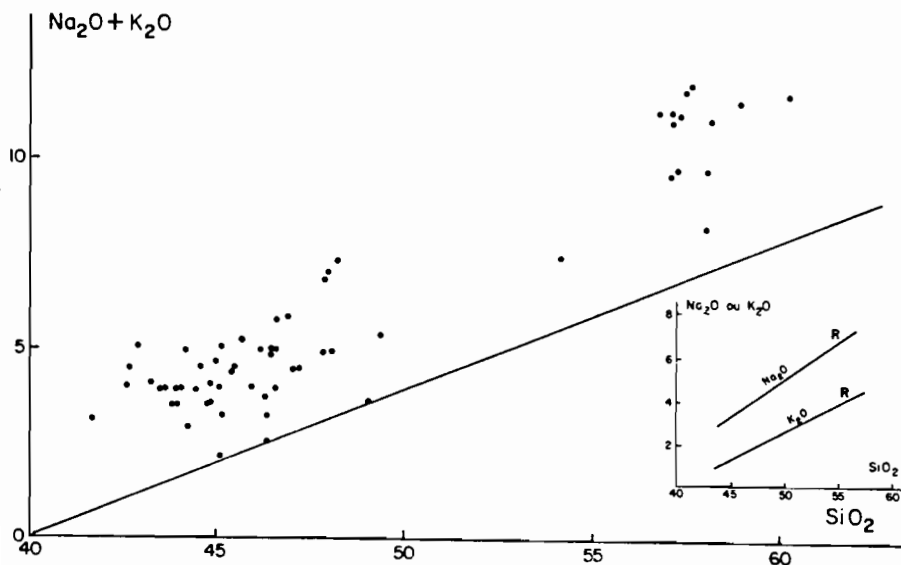


FIGURE 14 – Diagramme de KUNO. La droite sépare le champ des tholéiites de celui des basaltes alcalins selon MAC DONALD et KATSURA (1964). En encart, variations Na_2O et K_2O en fonction de SiO_2 .

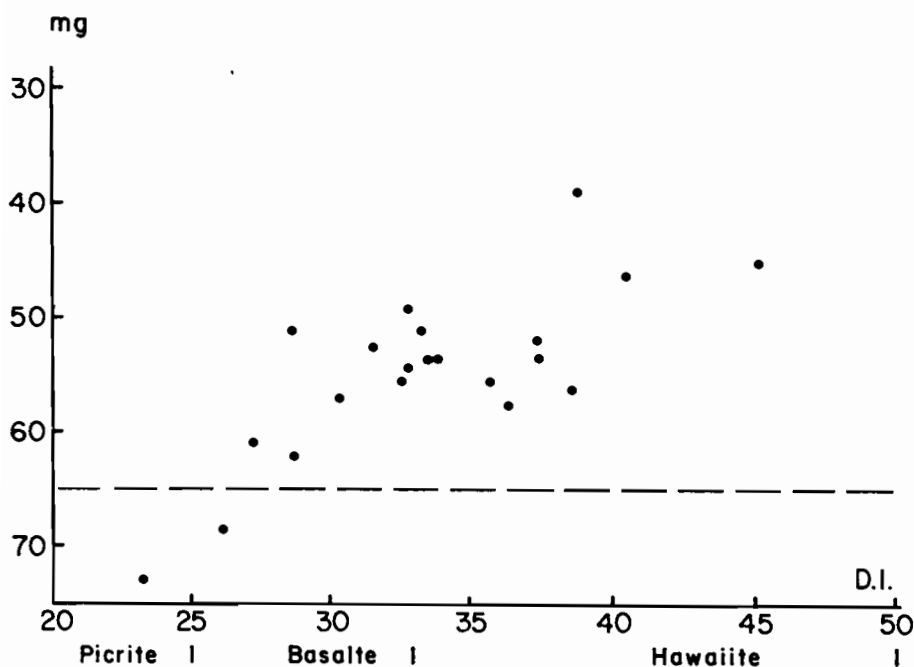


FIGURE 15 – Valeurs de mg des basaltes et hawaïites.

plus de silicium que n'en possède le liquide. La tendance s'inverse avec l'apparition des pyroxènes et dès lors SiO_2 ne cesse d'augmenter.

- TiO_2 *croît* tout d'abord de 2 à 5 % car aucune phase titanifère ne précipite jusqu'au DI 31. A ce moment, la magnétite apparaît et TiO_2 chute rapidement à moins de 0,5 % jusqu'au DI 70 pour rester ensuite à peu près constant.
- Al_2O_3 *croît* nettement de 7 à 17 % jusqu'au DI 36 à partir de quoi, l'olivine devient subsidiaire et l'ensemble (pyroxène + labrador) prélève à peu près autant d'Al qu'en dispose le liquide.
- FeO (fer total) reste *constant* à 12 % environ jusqu'au DI 56, puis il baisse rapidement en raison alors de la cristallisation des ferrosalites.
- CaO a un profil semblable, d'abord *constant* à 11-12 %, jusqu'au DI 28, où l'apparition de pyroxènes le fait dès lors *décroître*.
- Na_2O et K_2O *augmentent* d'une manière à peu près continue, à l'inverse de MgO .
- P_2O_5 , enfin, *croît* de 0,3 à 1,5 % jusqu'au début des mugéarites (DI 50) où les apatites commencent à précipiter.

B. Évolution minéralogique.

Les évolutions chimiques précédentes rendent compte, au fur et à mesure du refroidissement, du partage de chacun des éléments entre les minéraux qui tour à

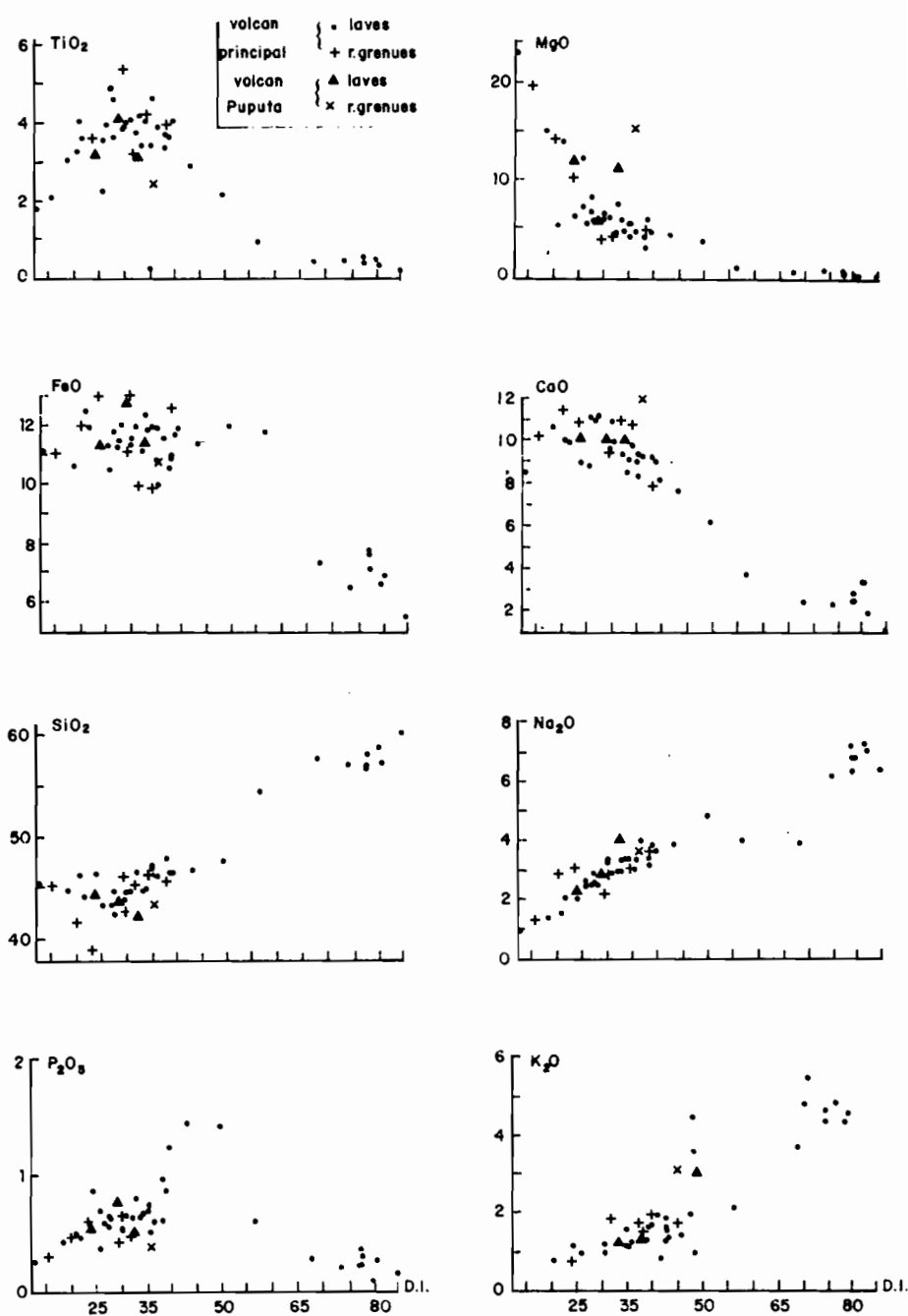


FIGURE 16 – Évolution des différents oxydes en fonction de l'indice de différenciation (D.I.).

tour précipitent et les liquides résiduels. Elle répercutent les successives paragenèses (figure 17) des basaltes aux phonolites.

De plus, à l'intérieur de cette évolution globale, chacune des familles minérales devient progressivement plus alcaline et plus ferreuse que magnésienne.

a. Les olivines.

Toutes les roches possèdent de l'olivine (tableau IV) qui varie au fur et à mesure de la différenciation depuis le *chrysolite* Fo₈₃ jusqu'à la *fayalite* Fo₄.

Elles sont au liquidus et de ce fait identiques aux olivines théoriques (0 1 Th) que prévoit l'équilibre $(MgO/FeO)_{ol} = 0,3 (MgO/FeO)_L$ (RÆDER et EMSLIE, 1970).

Parallèlement au gain en fer, il y a enrichissement en manganèse, et ce qui est très inattendu, en calcium (figure 18). Autrement dit, la solution solide des

	<i>Ra19</i> <i>phen</i>	<i>Ra54</i> <i>phen</i>	<i>Ra43</i> <i>phen</i>	<i>Ra50</i> <i>phen</i>	<i>Ra50</i> <i>pate</i>	<i>1S</i> <i>phen</i>	<i>Ra23</i>	<i>Ra57</i>	<i>Ra32</i>
SiO ₂	25,82	24,51	23,31	30,57	29,45	30,26	32,70	36,05	33,34
TiO ₂	0	0	0,03	0,08	0,10	0	0,05	0,14	0,04
Al ₂ O ₃	0,05	0,03	0	0,04	0,11	0	0,20	0,04	0,09
Cr ₂ O ₃	0,46	0,04	0,01	0,04	0,03	0	0,03	0	0,05
FeO	15,66	27,12	33,64	58,71	62,67	61,19	51,97	35,03	46,24
MnO	0,20	0,56	1,39	3,01	3,24	3,02	1,48	0,77	1,26
MgO	29,53	20,23	13,90	5,15	1,73	2,20	11,38	27,66	17,63
CaO	0,21	0,17	0,32	0,66	0,82	1,17	0,69	0,26	0,97
Total	100,74	101,92	99,27	98,26	98,15	97,84	98,50	99,95	99,63
Si	0,999	0,992	1,002	1,007	0,999	1,018	1,019	1,001	0,994
Ti	0	0	0,001	0,002	0,003	0	0,001	0,003	0,003
Al	0,003	0,002	0	0,001	0,004	0	0,007	0,001	0,001
Cr	0,014	0,001	0	0,001	0,001	0	0,001	0	0,002
Fe ²⁺	0,371	0,664	0,873	1,618	1,778	1,720	1,354	0,814	1,153
Mn	0,005	0,014	0,037	0,084	0,093	0,086	0,039	0,018	0,032
Mg	1,594	1,328	1,074	0,253	0,087	0,110	0,528	1,145	0,783
Ca	0,006	0,005	0,011	0,023	0,030	0,042	0,023	0,008	0,031
Fo	83,9	66,2	65,7	12,9	4,5	5,7	27,5	57,9	39,8
FoFh	69,25	65,8	53,7	18,1	0	0	94,1	82,9	68,3

TABLEAU IV - Analyses représentatives des olivines.

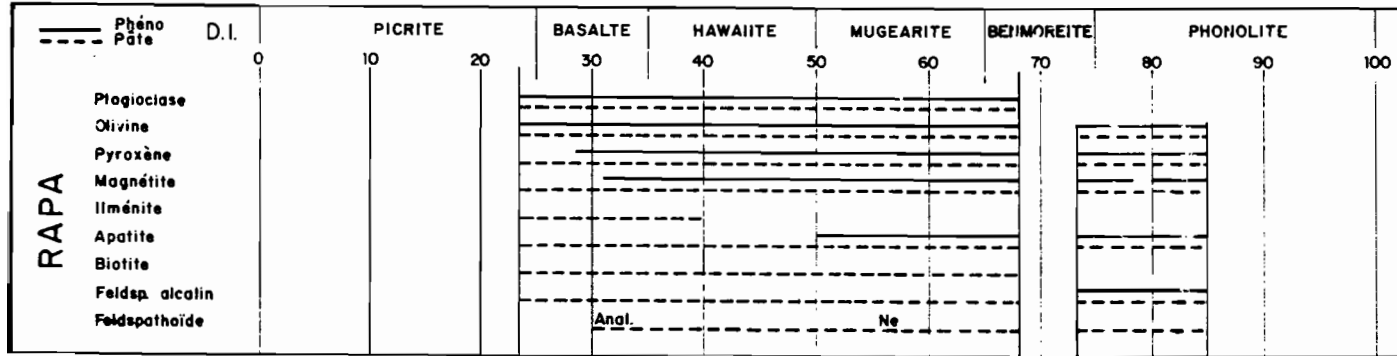
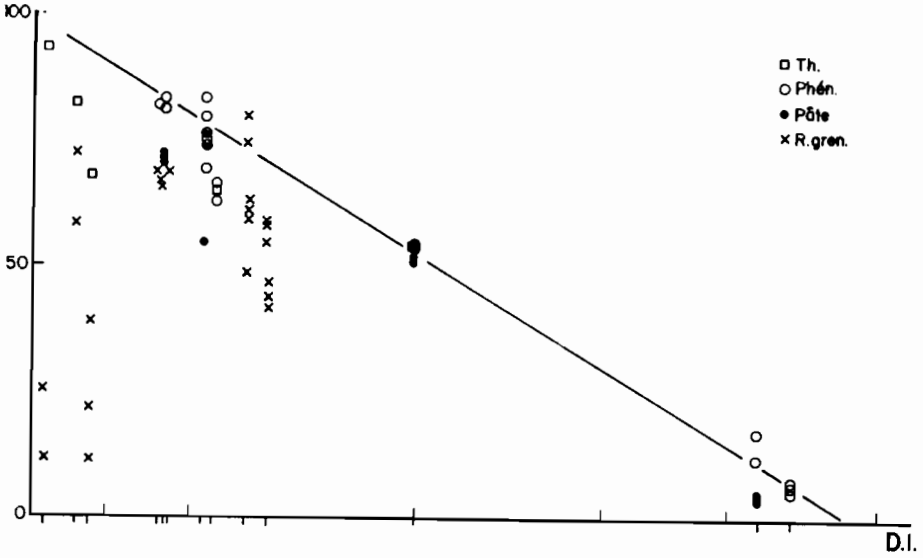
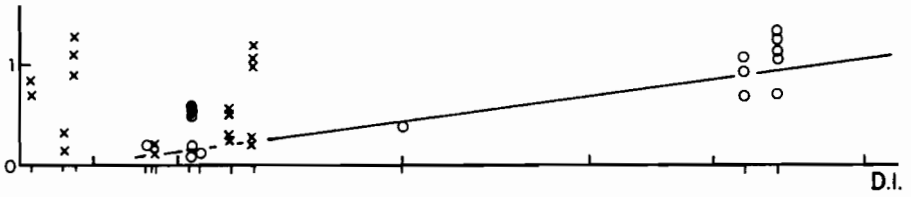


FIGURE 17 – Paragenèses minérales successives des laves de Rapa.

Fo



CaO



MnO

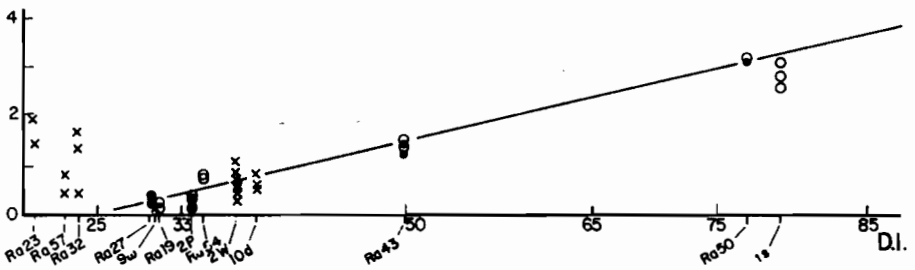


FIGURE 18 - Évolution des olivines.

olivines admet une part de plus en plus importante de *monticellite* (SiO_4)₂ Ca.Mn.

Les différences de composition entre les phénocristaux et les microcristaux de la pâte sont très faibles car, à l'exception des laves basaltiques, la phase phénocristalline est peu volumineuse. Dans ces derniers cas (Ra₁₉), l'olivine théorique calculée rend plutôt compte de celles de la pâte.

Les *olivines des roches grenues* ont un plus curieux comportement. Le spectre de leurs variations est tout d'abord assez large, de Fo₄₉ à Fo₁₁ dans Ra₃₂ par exemple et il pourrait être mis en compte d'un équilibre, d'abord (primocristaux) avec les liquides initiaux puis, tardivement (intercristaux), avec les liquides de fin de cristallisation (MAURY *et al.*, 1978, p. 6). Mais, d'une part, il n'existe pas d'olivine aussi riche en Fo que n'en recèle l'olivine théorique calculée (les plus proches dans Ra₅₇) et, d'autre part, leurs teneurs en Mn et Ca, trop élevées, sont celles des olivines des laves intermédiaires à différenciées. Un *rééquilibrage sub-solidus*, par diffusion, semble effectif à des vitesses différentes, à la fois selon les éléments (la plus rapide pour Ca), selon les cristaux dans une roche et enfin, d'un sill à l'autre (plus total dans Ra₂₃). Les olivines du théralite sont plus ou moins parfaitement rééquilibrées dans les derniers liquides qui les baignent.

b. Les pyroxènes.

Les pyroxènes (tableau V) forment une série continue située le long ou très près du côté diopside (Di) – hedengergite (He) du diagramme Wo-En-Fs (figure 19), depuis les salites Wo₅₀ Fs₁₀ jusqu'aux ferrosalites Wo₅₀ Fs₄₀. Ceci traduit la nette sous-saturation en silicium des laves qui les contiennent car l'éloignement à la ligne Di-He est proportionnel à l'activité de la silice dans les magmas (GIBBS, 1973; LARSEN, 1976).

Au cours de cette évolution, les pyroxènes s'enrichissent progressivement en fer, silicium (Si 1,7 à Si 2,0) et manganèse (0,05 à 0,21 Mn pour 6 oxygènes), alors qu'à l'inverse Al et Ti (0,14 à 0,07) diminuent. Autrement dit, les parts en (SiAlO₆) AlCa et en (Al₂O₆) TiCa vont en décroissant ce qui laisse Al à la seule disposition des feldspaths et des felspathoïdes dans les laves différenciées. Quant aux teneurs en Na, toujours très modestes (6 % Acmite en moyenne), elles témoignent des faibles fugacités d'oxygène en exercice (AOKI, 1964). Même si on n'accorde pas une étroite valeur aux lois de distribution de Fe, Mg entre les pyroxènes et le liquide, de DRAKE (1976) ou MÄKIPÄÄ (1978), car elles ne tiennent pas compte de la complexité réelle, elles sont toutefois suffisantes pour constater (figure 20) que les pyroxènes des laves doivent être en équilibre avec leur roche-hôte. Il n'en est pas de même pour les pyroxènes des théralites les plus basiques, qui, très variés, et couvrant à eux-seuls toute la gamme de variation de la série alcaline, sont en déséquilibre avec la roche globale. Ils sont apparus dans les liquides de plus en plus différenciés, obligatoirement piégés dans l'enceinte du sill.

c. Les minéraux hydroxylés.

Les minéraux hydroxylés sont rares dans les roches de Rapa ce qui témoigne d'une faible pression d'eau dans le réservoir. Les *amphiboles* en petits cristaux dans quelques théralites (Ra₂₃, Ra₃₂), sont des *hornblendes hastingsitiques* avec

	<i>Ra55</i> <i>pate</i>	<i>Ra27</i> <i>pate</i>	<i>Ra19</i> <i>pate</i>	<i>Ra54</i> <i>pate</i>	<i>Ra43</i> <i>pate</i>	<i>IS</i> <i>phen</i>	<i>Ra23</i>	<i>Ra57</i>	<i>9W</i>	<i>10D</i>
SiO ₂	50,13	49,62	51,50	51,63	50,52	50,00	49,49	47,18	49,21	50,14
TiO ₂	2,14	2,65	2,52	1,91	1,44	0,20	2,07	3,51	2,50	2,37
Al ₂ O ₃	4,13	4,19	3,15	2,83	2,69	1,98	4,05	7,43	4,26	3,33
FeO	6,70	7,04	8,03	8,28	10,81	17,46	10,68	7,27	7,08	9,91
MnO	0,26	0,18	0,20	0,22	0,26	0,60	0,28	0,13	0,05	0,25
MgO	14,26	9,79	12,93	14,50	12,12	7,68	10,17	11,14	13,93	12,75
CaO	21,95	19,33	22,18	21,47	20,75	19,19	21,86	22,31	21,40	20,25
Na ₂ O	0,29	0,14	0,58	0,70	0,88	0,91	0,56	0,72	0,44	0,73
Cr ₂ O ₃	0,38	0,12	0,28	0	0	0,01	0	0	0	0,09
Total	100,24	100,71	101,37	101,57	99,54	98,03	99,16	99,71	98,87	99,80
En	42	41,2	38,6	43,0	37,6	24,5	31,7	35,6	42,1	38,7
Fs	11,5	13	13,8	11,3	16,1	31,4	19,2	13,2	11,5	17,1
Wo	46,4	45,8	47,6	45,7	46,3	44,1	49,1	51,2	46,4	44,2
Fe ₂ O ₃	0	0,52	0	1,92	2,05	0,65	0	0	0,35	0,16
FeO	6,70	7,61	8,03	6,55	8,97	16,87	10,68	7,27	6,76	9,77
Si	1,856	1,837	1,900	1,886	1,904	1,973	1,892	1,769	1,844	1,883
Ti	0,060	0,074	0,070	0,052	0,041	0,006	0,059	0,099	0,071	0,066
Al ₄	0,144	0,163	0,100	0,114	0,096	0,027	0,108	0,231	0,154	0,117
Al ₆	0,036	0,019	0,037	0,008	0,024	0,065	0,074	0,097	0,035	0,030
Fe ³⁺	0	0,014	0	0,053	0,058	0,019	0	0	0,010	0,004
Fe ²⁺	0,207	0,236	0,248	0,200	0,283	0,557	0,341	0,228	0,212	0,307
Mn	0,208	0,007	0,206	0,207	0,208	0,020	0,009	0,004	0,002	0,008
Mg	0,787	0,768	0,711	0,789	0,681	0,452	0,579	0,622	0,779	0,714
Ca	0,870	0,856	0,877	0,840	0,838	0,811	0,895	0,896	0,860	0,815
Na	0,021	0,022	0,041	0,050	0,064	0,070	0,041	0,052	0,032	0,053
Cr	0,011	0,004	0,008	0	0	0	0	0	0	0,003

TABLEAU V - Analyses représentatives des pyroxènes.

Si 6,5-6,6 .(Ca + Na + K) = 2,9, mg = 0,14 (LEAKE, 1971) (tableau VI).

Les *micas* (tableau VII), rares aussi, sont tardifs dans la pâte des mélabasaltes (*Ra*₁₉) aux mugéarites (*Ra*₄₃), comme dans les interstices des théralites où ils sont plus exceptionnellement en primocristaux. Ce sont des *phlogopites* dans les laves, des *biotites* en primocristaux et des *annites* en cristaux interprécipités dans

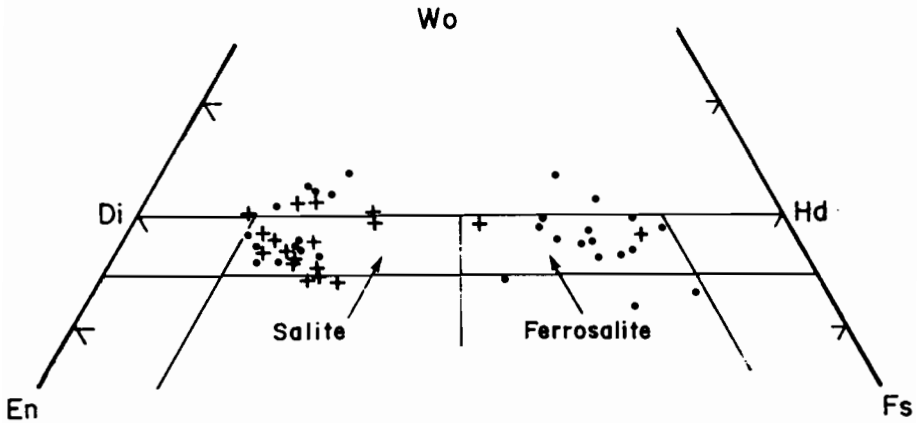


FIGURE 19 - Répartition des pyroxènes dans le champ des salites et des ferrosalites du diagramme Wollastonite (Wo), Enstatite (En) et Ferrosilite (Fs). (points : laves; croix : théralites).

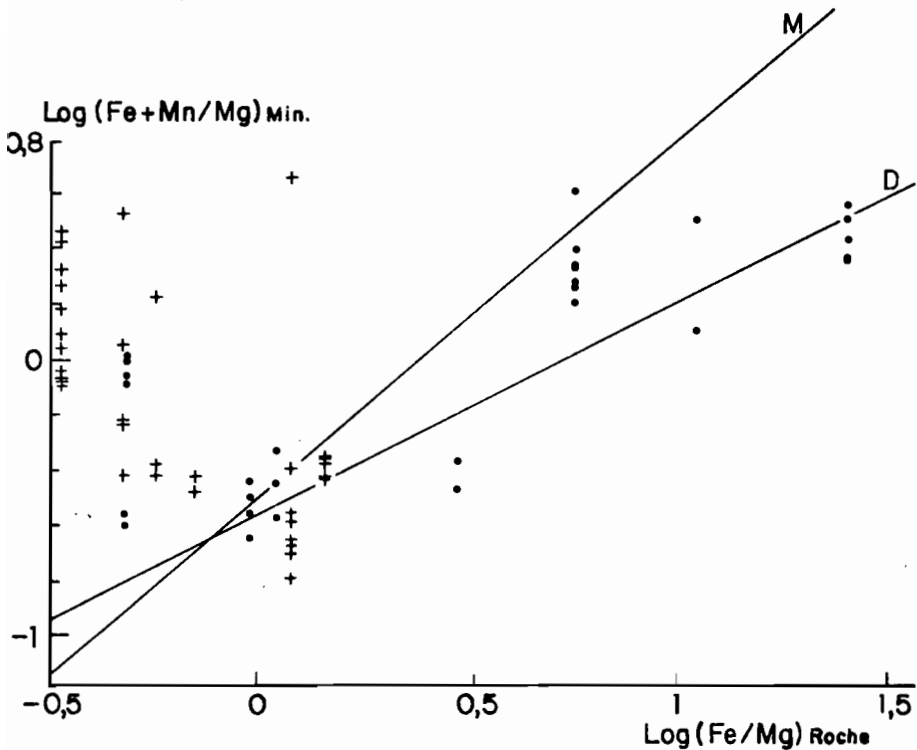


FIGURE 20 - Relations Fe-Mg entre les pyroxènes et les roches qui les contiennent. Les droites M et D sont les lignes d'équilibre pyroxène/liquide selon MÄKIPÄÄ (1978) et DUKE (1976), la dernière selon la loi : $\log (\text{Fe}/\text{Mg})_{\text{Cpx}} = -0,564 + 0,755 \log (\text{Fe}/\text{Mg})_{\text{Liquide}}$ (points : laves; croix : théralites).

	<i>Amphiboles</i>		<i>Rhönites</i>	
	<i>Ra23</i>	<i>Ra32</i>	<i>Ra57</i>	<i>Ra57</i>
SiO ₂	40,36	40,22	25,00	24,68
TiO ₂	2,96	2,67	11,72	12,18
Al ₂ O ₃	8,35	8,01	16,55	16,15
FeO	27,71	27,64	21,86	22,36
MnO	0,39	0	0,18	0,21
MgO	2,64	2,64	11,51	10,84
CaO	9,82	10,75	11,58	11,20
Na ₂ O	2,84	2,67	1,19	1,45
K ₂ O	1,75	1,68	0	0
Total	96,82	96,28	99,60	99,09
Si	6,544	6,568	3,937	3,923
Ti	0,361	0,328	1,388	1,456
Al	1,596	1,542	3,072	3,026
Fe ²⁺	3,758	3,777	2,879	2,973
Mn	0,053	0	0,024	0,029
Mg	0,637	0,643	2,701	2,569
Ca	1,706	1,877	1,954	1,908
Na	0,892	0,844	0,364	0,447
K	0,362	0,346	0	0

TABLEAU VI - Analyses représentatives des amphiboles et des rhönites.

les théralites. Les teneurs en SiO₂ diminuent des phlogopites aux annites et seules ces dernières sont enrichies en manganèse (figure 21).

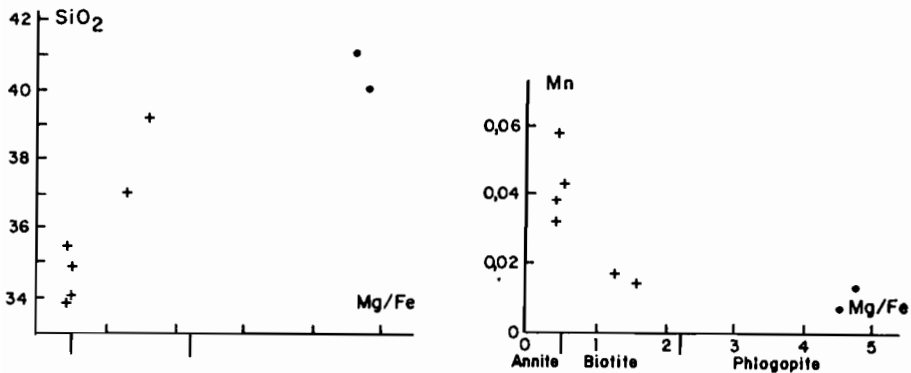
d. Les feldspaths (tableau VIII).

Les plagioclases varient d'une manière continue de la bytownite (An₈₄) à l'oligoclase (An₂₇) alors que les feldspaths alcalins vont de la sanidine (Or₆₁) à l'anorthose (Or₁₅) (figure 22).

Quant aux théralites, elles possèdent parfois à elles-seules toute la gamme de variation dans leur propre population feldspathique, mais celle-ci a moins de fer substitué que celle des laves. Les roches des sills, même si elles sont mises en place à de faibles profondeurs, se comportent donc comme des roches plutoniques dans lesquelles le coefficient de partage de Fe et Mg entre plagioclase et liquide, est plus bas que dans les roches extrusives (LONGHI *et al.*, 1976).

	<i>Ra19 pate</i>	<i>Ra43 pate</i>	<i>Ra23</i>	<i>Ra23</i>	<i>Ra57</i>	<i>Ra32</i>	<i>Ra32</i>	<i>9W</i>
SiO ₂	41,20	40,12	36,39	33,89	39,15	34,89	33,97	37,02
TiO ₂	4,81	3,69	5,51	5,65	5,87	4,43	4,61	7,92
Al ₂ O ₃	12,16	12,94	11,87	12,27	11,88	12,49	11,51	13,80
FeO	7,09	7,69	27,35	31,67	16,10	27,92	32,30	17,08
MnO	0,07	0,11	0,24	0,27	0,11	0,32	0,41	0,14
MgO	18,08	20,49	6,22	3,03	14,11	5,86	2,64	12,14
CaO	0,19	0,09	0	0	0	0,08	0,10	0
Na ₂ O	1,27	0,55	0,64	0,61	0,70	0,89	0,82	0,97
K ₂ O	9,24	9,31	8,82	8,54	9,20	8,89	8,85	8,80
Total	94,22	94,99	97,03	95,96	97,12	95,77	95,21	97,87
Si	5,980	5,795	5,691	5,512	5,769	5,580	5,614	5,451
Ti	0,525	0,401	0,647	0,690	0,651	0,533	0,573	0,877
Al	2,081	2,203	2,189	2,352	2,064	2,355	2,242	2,395
Fe ²⁺	0,860	0,929	3,577	4,307	1,984	3,735	4,464	2,104
Mn	0,208	0,014	0,032	0,038	0,014	0,043	0,058	0,017
Mg	3,912	4,412	1,451	0,735	3,101	1,398	0,649	2,666
Ca	0,029	0,015	0	0	0	0,014	0,018	0
Na	0,356	0,153	0,195	0,198	0,199	0,275	0,263	0,276
K	1,712	1,716	1,760	1,772	1,730	1,815	1,865	1,654

TABLEAU VII - Analyses représentatives des biotites.

FIGURE 21 - Variations de composition (SiO₂ % et Mn pour 6 oxygènes) des micas. Limite entre biotite et phlogopite selon DEER *et al.* (1966).

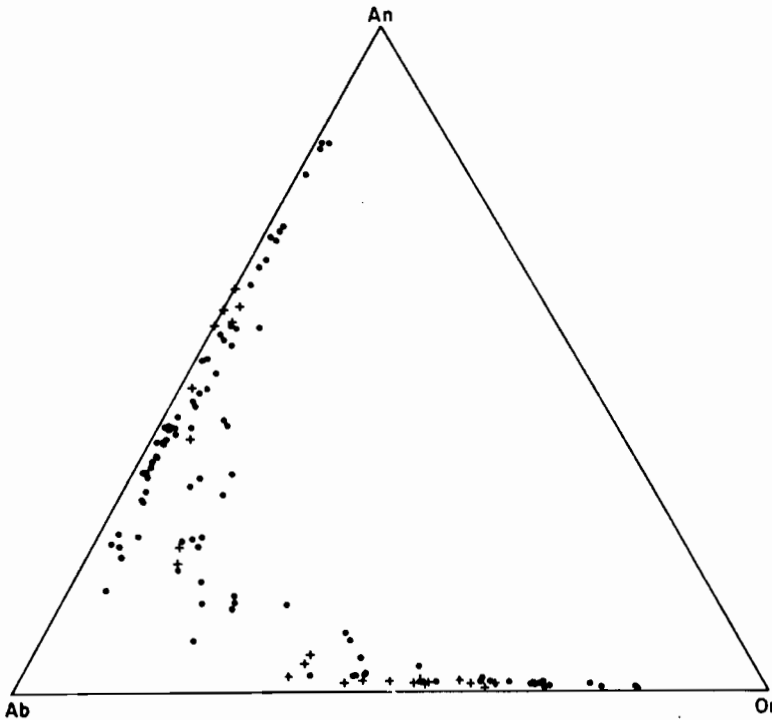


FIGURE 22 – Diagramme triangulaire Albite (Ab) – Orthose (Or) – Anorthite (An) de variation des plagioclases et des feldspaths alcalins.

e. Les feldspathoïdes.

Ils existent dans toutes les roches, sous la forme d'analcime dans les basaltes et les hawaiiites, d'analcime et de néphéline dans les mugéarites et enfin de sodalite et de noseane dans les phonolites.

Leur quantité augmente des roches basiques aux roches différenciées, de 10 % à la norme, mais en réalité beaucoup plus car Al est pour partie incorporé dans les pyroxènes des roches basiques où il "consomme" peu de silicium (0 à 1 Si pour 2 Al voir au paragraphe b) alors qu'il est entièrement feldspatisable dans les différenciés où il exige de 2 à 6 Si pour 2 Al. Les disponibilités en silicium ne suffisent alors plus et une part de plus en plus grande de Al entre dans les feldspathoïdes.

C. Conditions d'évolution.

Il est admis que la différenciation de la série principale de Rapa est essentiellement due à un processus de cristallisation fractionnée (MOTTAY, 1976; MAURY *et al.*, 1978; BROUSSE *et al.*, 1981).

Les éléments suivants conduisent à cette conclusion :

	<i>Ra55 plagio phen</i>	<i>Ra27 plagio phen</i>	<i>Ra27 plagio pate</i>	<i>Ra19 plagio phen</i>	<i>Ra54 plagio phen</i>	<i>Ra54 F.Alc. pate</i>	<i>Ra43 plagio pate</i>	<i>Ra23 plagio</i>	<i>10D plagio</i>	<i>10D F.Alc.</i>
SiO ₂	51,07	47,98	47,89	48,57	52,87	65,15	55,40	54,52	53,15	63,97
TiO ₂	0,19	0,02	0,02	0	0,06	0,10	0,07	0,05	0,19	0,18
Al ₂ O ₃	30,38	32,01	32,06	31,74	29,20	20,68	26,88	28,88	29,26	21,79
FeO	0,72	0,54	0,67	0,39	0,49	0,34	0,52	0,15	0,50	0,30
CaO	14,08	16,47	16,72	16,25	12,87	2,32	9,51	11,05	11,08	2,52
Na ₂ O	3,52	1,76	1,93	2,50	4,09	7,19	5,91	4,10	4,89	7,80
K ₂ O	0,20	0,15	0,09	0,14	0,28	3,81	0,54	0,31	0,27	3,90
Total	100,16	98,93	99,38	99,59	99,86	99,59	98,83	99,06	99,38	100,46
Si	2,325	2,225	2,216	2,239	2,406	2,909	2,531	2,474	2,422	2,847
Ti	0,006	0,001	0,001	0	0,002	0,004	0,002	0,002	0,006	0,006
Al	1,630	1,750	1,748	1,725	1,566	1,088	1,448	1,545	1,571	1,143
Fe	0,027	0,021	0,026	0,015	0,019	0,013	0,020	0,006	0,019	0,011
Ca	0,687	0,818	0,829	0,803	0,627	0,111	0,465	0,537	0,541	0,120
Na	0,311	0,159	0,173	0,224	0,361	0,623	0,523	0,361	0,432	0,673
K	0,012	0,009	0,006	0,008	0,016	0,217	0,031	0,018	0,016	0,221
Or	1,1	0,9	0,6	0,8	1,6	22,8	3,1	2	1,6	21,8
Ab	30,8	16,2	17,2	21,6	36,0	65,5	51,3	39,4	43,3	66,4
An	68,1	82,9	82,2	77,6	62,4	11,7	45,6	58,6	54,7	11,8

TABLEAU VIII – Analyses chimiques représentatives des feldspaths.

a) Les termes les plus alcalins (benmoreites et phonolites) ne représentent que 6 % de l'ensemble.

b) Sur la base des diagrammes de variation des *éléments chimiques majeurs* (figure 16) on peut raisonnablement avancer que l'évolution, depuis les termes basaltiques, conduit à des compositions résiduelles successivement de hawaïites, mugéarites, benmoreites et phonolites et, inversement, à des roches cumulatives (mélabasaltes).

c) Les *éléments chimiques en trace* (tableau 9) varient également selon la logique d'une cristallisation fractionnée.

Ainsi Li, Rb, Ba, Pb, augmentent régulièrement alors que Sr croît jusqu'au DI 50 avant de diminuer en raison du rôle prépondérant que jouent alors les plagioclases. Parmi les éléments de transition, Ni et Cr diminuent très rapidement, à l'image de Mg, ce qui traduit l'important rôle des olivines dans les premiers stades basaltiques.

Le vanadium (V), comme TiO₂, croît jusqu'au DI 31, alors qu'apparaît la

	Ra7	Ra27	Ra25	Ra19	Ra24	Ra54	Ra43	Ra50	Ra57	Ra23
Li	4	8	11	7	11	7	10	23	9	12
Rb	25	22	26	20	38	25	45	99	41	59
Sr	765	858	928	816	1 070	887	1 008	298	991	1 185
Ba	315	385	410	331	500	365	610	865	582	707
V	223	281	304	268	226	224	46	18	200	83
Cr	346	96	30	93	168	76	9	5	54	14
Co	77	59	53	50	61	46	33	15	58	44
N	266	86	62	61	128	51	20	8	147	39
Cu	44	84	74	43	50	32	26	10	106	117
Zn	134	134	142	115	162	116	144	159	135	120
Pb	0,3	0,3	0,56	3,44	1,24	1,93	2,13	6,30	0,86	1,42
Ag	20	140	96	42	51	52	20	20	20	20
Cd	8	13	31	52	7	51	48	49	4	4

TABLEAU IX – Valeurs des éléments en trace (en ppm sauf Ag en ppb).
(selon MAURY *et al.*, 1978; DOSTAL *et al.*, 1979).

magnétite ce qui dès lors provoque sa baisse. Ce comportement, traduisant le fractionnement tardif des oxydes Fe-Ti, est proche de celui de séries tholéitiques.

d) L'évolution de chacune des *phases minérales* est régulière et continue avec gain relatif en Na, K par rapport à Ca, et Fe par rapport à Mg.

e) La température des liquides des laves décroît des roches basiques aux roches différenciées si on prend pour repère indicatif la température d'équilibre des plagioclases (KUDO et WEILL, 1970) calculée à $PH_2O = 1 \text{ Kb}$, de 1 253 à 1 093°C.

f) *Le modèle* de cristallisation fractionnée (programme de WRIGHT et DOHERTY, 1970), qui estime les proportions des phases précipitantes, n'accorde un rôle qu'à l'olivine et au pyroxène dans le passage des basaltes (Ra₇ à Ra₂₇). Les plagioclases interviennent peu après, dès le passage du basalte évolué (Ra₂₇) à la hawaiite (Ra₅₄) à raison de 34 % plag. + 53 % pyr. + 4 % ol. + 9 % minéraux opaques. Leur rôle s'accroît ensuite dans les passages successifs des hawaiites aux mugéarites (46 % plag. + 30 % pyr. + 13 % ol. + 11 % min op.) puis des mugéarites aux phonolites (62 % plag. + 11 % pyr. + 16 % ol. + 11 % min. op.). Ces résultats (figure 23) sont en parfait accord avec les observations microscopiques et celles de terrain encore que les 16 % de trachytes résiduels (T) soient un peu trop forts.

g) *Évolution sous faible fugacité d'oxygène*. La fO_2 calculée selon l'équilibre des oxydes Fe-Ti (BUDDINGTON et LINDSLEY, 1964), inférieure à celle du tampon QFM (figure 24) est habituellement en exercice dans les séries tholéitiques

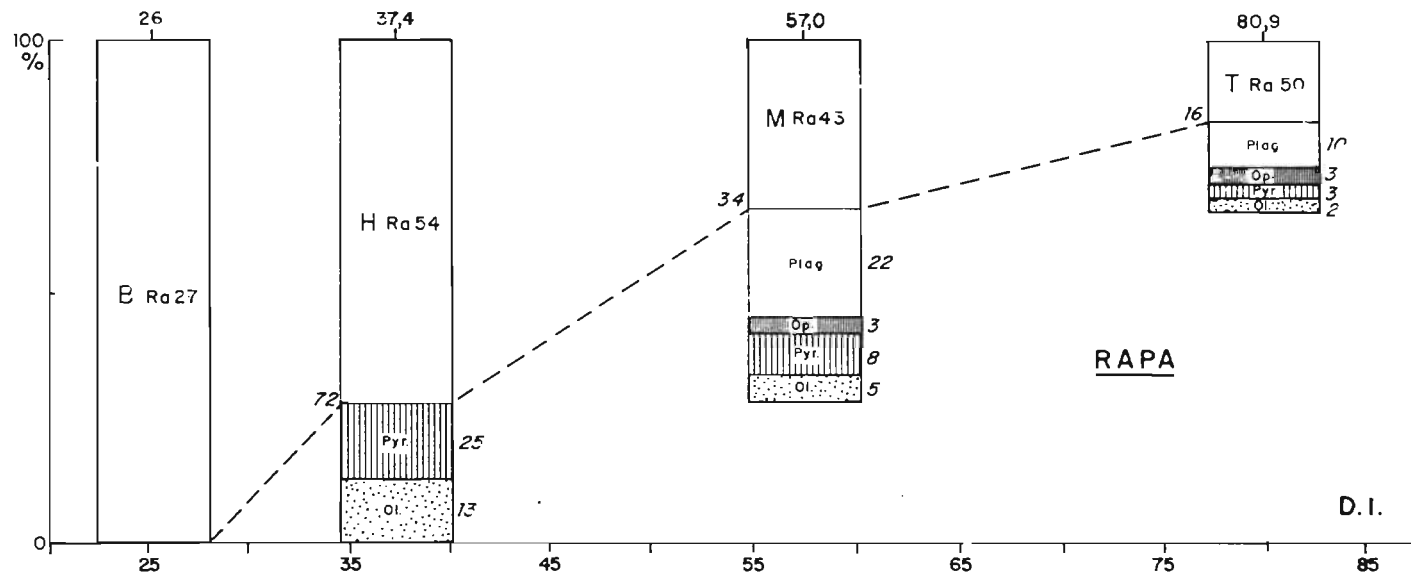


FIGURE 23 – Modèle de fractionnement présenté en fonction de l'indice de différenciation (DI). Liquides résiduels de basalte (B), hawaïite (H), mugéarite (M) et phonolite (T). Phases précipitées d'olivine (Ol), pyroxène (Pyr), magnétite et ilménite (Op), plagioclase (Plag).

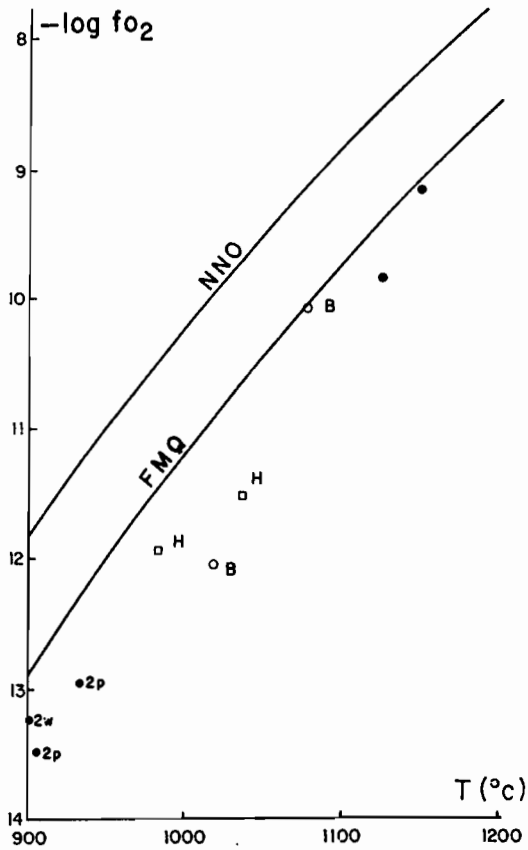


FIGURE 24 – Diagramme T – log F_{O_2} des minéraux opaques (figurés vides : pâte des basaltes (B) et hawaiites (H); figurés pleins : théralites).

	Ra ₅₄		Ra ₅₇		Ra ₂₃	
	Mt	Ilm	Mt	Ilm	Mt	Ilm
TiO ₂	25,56	52,75	26,69	48,17	22,12	50,49
Al ₂ O ₃	2,11	0,17	3,32	0,13	1,17	0,15
Fe ₂ O ₃	17,98	2,48	13,91	9,52	24,50	3,02
FeO	50,43	39,94	53,33	38,77	50,35	43,78
MnO	0,76	0,78	1,03	0,90	0,94	1,13
MgO	3,01	3,90	1,25	2,09	0,19	0,33
Total	99,85	100,02	99,53	99,58	99,27	98,90
Usp	70,8	–	78,1	–	63,6	–
He	–	2,7	–	10	–	3,0

(Islande *in* CARMICHAEL, 1967) ou transitionnelles (Afar *in* BIZOUARD *et al.*, 1976). Elle ne l'est que rarement dans les séries alcalines (Shiant Isles *in* GIBB, 1973; Fayal *in* METRICH *et al.*, 1980).

Il s'ensuit une *apparition tardive des minéraux opaques* (dans les hawaïites seulement) ce qui entraîne une stabilité des teneurs en fer des liquides (Fe total/DI, figure 16) jusqu'au DI 50. De ce fait, en diagramme AFM (figure 25), la courbe de Rapa, située au-dessus de celle de la série alcaline de Hawaii, est caractérisée par sa crête relativement plate aux teneurs maximales en fer.

Une autre conséquence de la faible fugacité d'oxygène est la disponibilité du fer à entrer dans les *olivines* qui sont *présentes dans toutes les laves jusqu'aux plus différenciées* (figure 18).

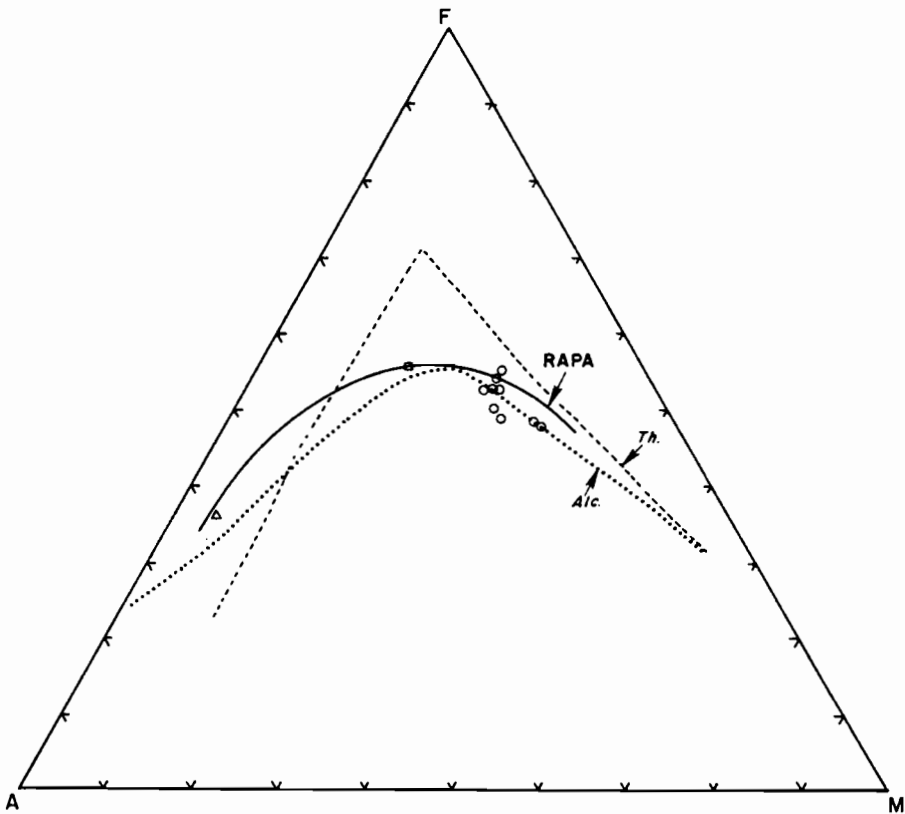


FIGURE 25 - Diagramme AFM (alcalins - fer - magnésium) des basaltes (cercles), hawaïites (carrés), mugearites (triangles à pointes basses), benmoreites (losanges) et phonolites (triangles à pointes hautes) de Rapa. Courbes de référence des séries tholéiitiques (Th) et alcalines (Alc) de Hawaii (MAC DONALD et KATSURA, 1964).

h) *Évolution sous faible pression d'eau.* La faible fugacité d'oxygène, jointe au fait que les minéraux hydroxylés sont absents des laves (à l'exception de rares biotites tardives) ou ne sont que peu représentés dans les théralites (hornblende hastingsitique), plaide en faveur d'une évolution sous faible pression d'eau.

L'évaluation chiffrée de cette pression est difficile car le rôle des plagioclases est discutable. Ils sont présents, en phénocristaux, dès les premiers basaltes, alors que le calcul ne leur fait jouer un rôle qu'à partir des hawaiiites. Comme ils ne sont pas en xénocristaux dans les basaltes puisqu'aucune trace d'instabilité n'est détectable, c'est que, dans le calcul, le basalte de départ (Ra₂₇) doit être plus basique (Ra₇ par exemple, le plus riche en Mg).

C'est dans ce basalte primogénique (Ra₇) que nous équilibrerons les bytownites (KUDO et WEILL, 1970) aux températures de 1 120-1 180°C respectivement données par les géothermomètres olivine/liquide (RÆDDER et EMSLIE, 1970; LEEMAN et SCHEIDEGGER, 1977). Sous ces conditions, la pression d'eau calculée serait de 2 à 2,5 Kb, celle qui pourrait régner dans un réservoir à 6-8 Km, aux profondeurs précisément où nous l'avons situé (figure 12) par déductions faites aux dépens des données géomorphologiques.

Le géobaromètre KUDO-WEILL, appliqué aux microcristaux de basaltes, ne signale plus qu'une pression d'eau de 1 Kb susceptible de s'exercer à des profondeurs de cristallisation deux fois plus faibles, de l'ordre de 3 Km, à un niveau où nous avons déjà situé un réservoir-relai (figure 12).

D. Origine des séries alcalines de Rapa.

Les deux séries mantelliques ($^{87}\text{Sr} : ^{86}\text{Sr} = 0,7029$, SUN, 1980) de Rapa appartiennent aux *séries alcalines* par leur chimie globale et leur norme à néphéline normative comme par le taux élevé en K₂O (1,18 dans la série principale; 3,01 dans le volcan récent) et en TiO₂ (3,94 dans la série principale; 3,10 dans le volcan récent) de leurs basaltes.

Ces deux séries étant dépourvues de minéraux hydroxylés, nous proposons (BROUSSE *et al.*, 1981, p. 408) leur naissance par *fusion partielle d'un manteau anhydre*. Une telle proposition trouve sa justification dans les expériences (JAKES et GREEN, 1980) de fusion anhydre de la pyrolite "hawaiienne" (RINGWOOD, 1966) qui montrent la possibilité de production de basaltes alcalins à olivine à des pressions supérieures à 15 Kb lorsque le degré de fusion est inférieur à 15 %.

GÉODYNAMIQUE

Rapa est l'un des maillons de l'archipel des Australes. A son propos, nous ne retiendrons pas, bien entendu, la proposition de E. MEYRICK (1926), l'entomologiste de l'expédition du Saint-George qui, supposait un grand relief initial, surélevé à l'Éocène, qui aurait rapproché Rapa des Fidji et de l'Australie.

1. Datations absolues.

Aux 3 datations absolues de KRUMMENACHER et NÛTZLIN (1966), l'une de îlot Tapui (5,0 + 0,2 MA) et les deux autres de coulées (5,1 + 0,4 MA) et (5,2 + 1,7 MA), s'ajoutent 4 datations par H. BELLON. Trois (*in* MOTTAY, 1976) concernent la phonolite d'Angairao (Ra₅₀) à 4,10 + 0,15 MA, la hawaiiite du dyke du Mont Tanga (Ra₅₅) à 6,00 + 0,25 MA, une coulée des côtes ouest (Ra₄₇) à 6,00 + 0,30 MA alors que la quatrième (*in* BELLON *et al.*, 1980, p. 229), à 8,8 + 0,5 MA, des théralites de Tapui, n'est pas à retenir car ces roches grenues ont conservé de l'argon magmatique.

Compris entre 6,0 et 4,1 MA, l'âge moyen de Rapa est de 4,75 MA. La reprise du Puputa étant aux alentours de 4 MA (BELLON *et al.*, présent livre).

2. Paléomagnétisme.

9 des 12 échantillons étudiés (PANTALONI, 1976; BELLON *et al.*, 1980) ont une polarité inverse (déclinaison 182°2 – inclinaison 40°1), acquise à une paléolatitudo de 22°08 et 3 une polarité normale (déclinaison 359°1 – inclinaison – 42°) acquise à la paléolatitudo de 24°02. En moyenne, la paléolatitudo calculée de Rapa, alors actif, de 23°23, est en contradiction avec sa position actuelle plus méridionale à 27°37. Un basculement de 8° vers le nord est nécessaire pour expliquer la différence constatée entre cette paléolatitudo calculée et la latitude de Hot Spot (29°S).

3. La migration depuis le Hot Spot.

A 460 km du volcan sous-marin actif du Mac Donald, Rapa peut être regardé comme une production de ce Hot Spot, il y a 4,75 MA. Depuis l'île qui s'est déplacée, selon la direction nord-ouest d'expansion du socle océanique, à la vitesse de 11,1 cm/an (figure 26), constitue l'un des plus jeunes maillons de l'archipel des Cook-Australiens.

*
* *

REMERCIEMENTS – Nous nous associons aux remerciements dont nous sommes très redevables, aux organisateurs de la mission comme aux responsables et aux habitants de Rapa. Nous conservons l'inoubliable souvenir d'un accueil chaleureux et l'aisance d'une mission dans laquelle toute demande raisonnable était satisfaite.

Nous tenons aussi, à remercier nos collaborateurs – M^{me} D. GASPARD, Ingénieur de Recherche, M. Cl. HIRAGA, Dessinateur, M. R. PICHON, Informaticien, M^{me} R. COQUET, Chimiste – qui, au laboratoire, nous ont activement aidé à réaliser, souvent dans la fièvre, la présente monographie.

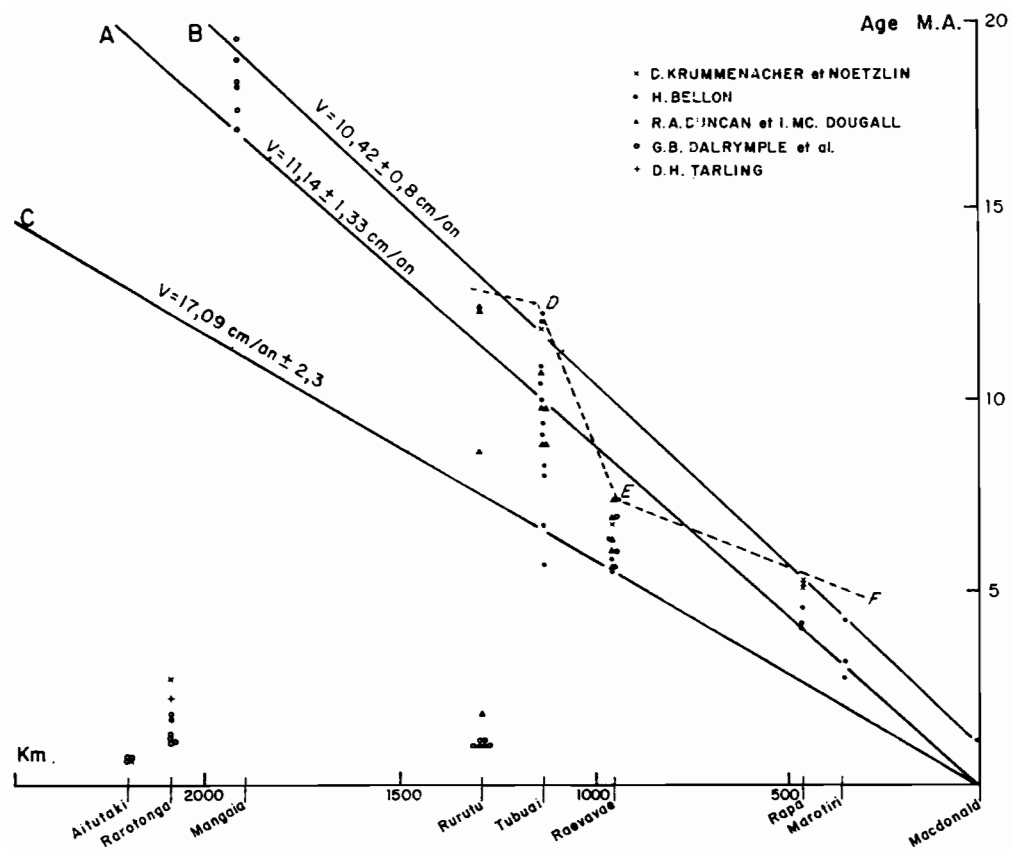


FIGURE 26 - Dérive (cm/an) des îles de l'archipel Cook-Austral (d'après BELLON *et al.*, 1980).

	<i>RaC</i>	<i>6E</i>	<i>RaD</i>	<i>Ra23</i>	<i>5K</i>	<i>Ra55</i>	<i>Ra57</i>	<i>10P</i>	<i>5N</i>	<i>Ra30</i>
SiO ₂	45,54	45,27	44,88	41,56	46,42	44,25	38,96	46,36	43,47	43,94
TiO ₂	1,78	2,08	3,03	3,25	4,04	3,58	3,60	3,27	2,28	3,54
Al ₂ O ₃	6,64	7,98	10,50	11,16	16,36	10,30	14,65	16,27	10,85	14,60
Fe ₂ O ₃	1,64	2,03	1,55	1,84	4,34	4,25	2,86	3,85	4,64	5,86
FeO	9,66	9,21	9,22	10,36	8,55	8,14	10,39	7,80	7,17	5,23
MnO	0,17	0,13	0,16	0,14	0,21	0,17	0,19	0,16	0,13	0,14
MgO	23,14	19,73	15,19	14,26	5,45	14,04	10,39	6,28	12,27	7,42
CaO	8,34	10,19	10,61	11,34	9,91	9,85	10,86	8,90	8,81	11,03
Na ₂ O	0,94	1,33	1,37	2,84	1,52	2,05	3,09	2,04	2,61	2,45
K ₂ O	0,76	0,73	1,15	1,49	0,94	0,95	1,70	1,18	1,23	1,15
P ₂ O ₅	0,27	0,31	0,45	0,49	0,51	0,48	0,62	0,88	0,38	0,70
H ₂ O ⁺	1,59	1,13	1,28	1,01	1,00	1,03	1,44	1,82	5,70	1,57
H ₂ O ⁻	0,00	0,26	0,64	0,29	0,34	0,80	0,20	0,63	1,70	2,00
Somme	100,47	100,38	100,03	100,03	89,55	99,89	98,95	99,44	101,24	99,63
D.I.	12,45	15,49	18,39	19,99	21,56	21,93	22,89	24,60	25,94	26,01

TABLEAU I-1

	<i>Ra8</i>	<i>Ra27</i>	<i>Ra7</i>	<i>Ra25</i>	<i>3L</i>	<i>9M</i>	<i>9W</i>	<i>Ra19</i>	<i>Ra5</i>	<i>Ra36</i>
SiO ₂	43,97	43,47	44,77	42,57	44,51	46,03	42,74	43,94	44,76	44,83
TiO ₂	3,92	4,86	3,62	4,60	4,00	3,83	5,32	3,88	4,00	4,06
Al ₂ O ₃	15,60	14,60	14,30	15,52	15,84	17,55	13,91	15,90	14,37	13,90
Fe ₂ O ₃	5,86	4,85	4,87	6,02	2,67	2,85	1,87	5,58	4,26	6,20
FeO	6,53	6,95	7,10	6,61	9,13	8,53	11,33	6,35	7,75	6,39
MnO	0,13	0,14	0,14	0,16	0,24	0,15	0,18	0,16	0,16	0,17
MgO	5,57	6,70	8,39	5,97	4,99	3,94	6,17	5,89	6,60	6,17
CaO	10,92	11,09	9,85	9,80	11,01	9,37	9,70	9,63	10,86	9,91
Na ₂ O	2,50	2,90	2,55	2,50	2,59	2,20	2,78	3,25	3,35	2,90
K ₂ O	1,10	1,25	1,10	1,55	1,48	1,82	1,70	0,80	1,25	1,30
P ₂ O ₅	0,60	0,58	0,66	0,64	0,49	0,43	0,66	0,56	0,54	0,67
H ₂ O ⁺	1,69	1,48	1,56	1,83	1,80	2,03	1,96	2,42	1,24	1,60
H ₂ O ⁻	0,94	0,67	0,85	1,66	1,57	0,28	0,52	1,11	0,74	1,60
Somme	99,33	99,54	99,76	99,43	100,32	99,01	98,84	99,47	99,88	99,70
D.I.	26,87	27,63	27,93	28,32	28,68	29,37	30,03	30,25	30,35	31,26

TABLEAU I-2

	4S	10Z	Ra24	Ra54	6D	3V	3Z	3K	RaB	1Q
SiO ₂	45,37	46,60	42,95	44,89	46,24	45,18	47,05	47,33	46,50	40,80
TiO ₂	3,20	3,75	4,16	3,42	4,15	4,03	3,40	0,26	4,62	3,32
Al ₂ O ₃	17,06	16,73	15,02	15,36	16,76	16,69	16,32	17,10	17,63	11,38
Fe ₂ O ₃	2,61	3,34	5,46	5,97	4,14	9,05	6,47	6,42	1,19	0,13
FeO	7,58	8,16	7,44	6,48	6,16	3,80	5,01	6,13	8,92	7,50
MnO	0,17	0,15	0,13	0,17	0,13	0,15	0,15	0,14	0,18	0,19
MgO	4,22	4,67	7,60	6,05	4,69	4,85	4,18	5,56	5,63	13,18
CaO	10,87	9,32	8,45	9,07	10,70	9,72	8,96	8,34	9,33	11,10
Na ₂ O	2,98	2,94	3,35	3,40	3,02	3,37	3,02	3,01	3,38	6,34
K ₂ O	1,60	1,25	1,85	1,35	1,96	1,66	1,64	1,66	1,54	0,87
P ₂ O ₅	0,49	0,66	0,82	0,66	0,66	0,69	0,70	0,77	0,52	0,74
H ₂ O ⁺	1,63	1,13	1,25	1,35	0,83	0,93	1,34	1,50	0,56	2,80
H ₂ O ⁻	0,94	0,64	0,95	1,70	0,24	0,73	1,30	1,17	0,33	1,67
Somme	98,72	99,34	99,43	99,87	99,68	100,85	99,54	99,39	100,33	100,02
D.I.	31,74	32,26	33,27	33,79	34,32	34,45	35,25	35,28	35,53	35,84

TABLEAU I-3

	11B	1L	RaE	10D	4Q	RaA	Ra28	Ra43	9G	1F
SiO ₂	46,40	48,07	47,89	45,68	46,63	46,59	46,93	47,87	48,32	54,52
TiO ₂	3,89	3,33	3,70	3,92	3,60	4,02	2,90	2,16	2,23	0,91
Al ₂ O ₃	16,68	16,93	17,03	16,51	15,58	15,19	16,63	16,60	16,08	17,93
Fe ₂ O ₃	5,75	9,35	1,69	2,75	4,74	3,30	3,08	5,39	4,16	3,06
FeO	6,38	2,48	9,46	10,09	7,44	8,97	8,60	7,11	8,10	9,04
MnO	0,15	0,15	0,18	0,15	0,19	0,18	0,24	0,22	0,22	0,17
MgO	4,70	4,15	3,12	4,96	6,09	4,69	4,36	3,87	3,16	1,14
CaO	9,21	9,14	9,19	7,87	8,96	8,06	7,61	6,16	6,82	3,78
Na ₂ O	3,98	3,37	3,18	3,61	3,86	3,67	3,85	4,80	5,19	3,96
K ₂ O	0,95	1,61	1,90	1,73	1,97	1,42	1,95	2,10	2,20	3,55
P ₂ O ₅	0,62	0,62	0,99	0,64	0,88	1,26	1,47	1,45	0,87	0,62
H ₂ O ⁺	2,12	0,98	0,99	1,62	0,82	1,65	1,17	0,80	1,26	2,20
H ₂ O ⁻	0,71	0,78	0,92	0,31	0,69	1,11	0,57	1,04	0,42	0,56
Somme	101,54	100,96	100,24	99,84	101,45	100,11	99,36	99,57	99,03	101,44
D.I.	36,75	38,03	38,14	38,48	39,06	39,45	43,38	49,86	50,35	57,09

TABLEAU I-4

	<i>1V</i>	<i>9S</i>	<i>1D</i>	<i>5H</i>	<i>1R</i>	<i>Ra50</i>	<i>2R</i>	<i>9V</i>	<i>RaF</i>	<i>1S</i>
SiO ₂	52,24	57,97	57,98	57,35	57,12	56,74	58,21	57,09	58,91	57,37
TiO ₂	1,13	0,44	0,41	0,45	0,53	0,38	0,41	0,41	0,43	0,34
Al ₂ O ₃	17,69	18,93	17,62	18,35	16,88	16,92	18,05	17,90	17,20	18,02
Fe ₂ O ₃	3,91	2,81	3,79	0,40	2,82	3,29	2,54	2,48	1,99	3,09
FeO	4,88	4,82	4,13	6,14	5,11	4,84	4,85	4,97	4,86	4,13
MnO	0,28	0,19	0,40	0,17	0,21	0,24	0,21	0,21	0,18	0,17
MgO	1,08	0,74	0,72	0,93	0,81	0,80	0,40	0,68	0,44	0,37
CaO	4,56	2,44	2,47	2,31	2,45	2,80	2,84	2,47	3,33	1,86
Na ₂ O	6,53	3,93	5,79	6,19	6,79	7,20	6,36	6,79	7,28	7,02
K ₂ O	3,22	4,43	4,15	3,70	4,31	4,35	4,79	4,61	4,50	4,81
P ₂ O ₅	0,67	0,29	0,26	0,21	0,37	0,23	0,31	0,24	0,09	0,27
H ₂ O ⁺	1,83	1,66	2,04	2,69	1,29	0,73	1,55	1,57	0,72	1,40
H ₂ O ⁻	0,75	0,29	1,21	0,48	1,20	1,05	0,86	0,38	0,20	1,12
Somme	98,77	98,94	100,97	99,37	99,89	99,57	101,38	99,80	100,13	99,97
D.I.	65,92	67,49	73,52	73,92	77,54	77,59	77,78	77,84	79,85	80,64

TABLEAU I-5

	<i>1K</i>	<i>3M</i>	<i>2O</i>	<i>2N</i>	<i>2P</i>	<i>2W</i>
SiO ₂	57,68	60,27	44,40	43,69	42,22	43,41
TiO ₂	0,32	0,19	3,13	4,06	3,10	2,43
Al ₂ O ₃	17,75	18,73	12,33	15,83	12,21	8,60
Fe ₂ O ₃	3,00	3,53	3,58	9,18	2,33	1,95
FeO	3,86	2,34	8,11	4,50	9,27	8,97
MnO	0,30	0,13	0,13	0,15	0,19	0,15
MgO	0,25	0,13	12,12	5,82	11,29	15,19
CaO	2,05	1,16	10,00	9,94	9,99	11,86
Na ₂ O	7,29	6,39	2,31	2,80	4,03	3,62
K ₂ O	4,82	5,41	1,18	1,29	3,01	3,08
P ₂ O ₅	0,21	0,17	0,56	0,78	0,53	0,39
H ₂ O ⁺	1,21	1,38	1,54	1,43	2,25	1,33
H ₂ O ⁻	0,48	1,42	0,35	0,68	0,72	0,59
Somme	99,22	101,25	99,74	100,15	101,14	101,57
D.I.	81,62	84,51	24,24	29,38	32,45	35,75

TABLEAU I-6

BIBLIOGRAPHIE

1. AOKI K. (1964), "Clinopyroxènes from alkaline rocks of Japan", *Amer. Mineral.*, 49, p. 1199-1223.
2. BELLON H., BROUSSE R. et PANTALONI A. (1980), "Ages de l'île de Tubuai : l'alignement des Australes et des Cooks", *Cahiers Indo-Pacifique*, vol. 2, n° 4, p. 219-240.
3. BERGER E., BROUSSE R. et GELUGNE P. (1985), "Les enclaves ultramafiques de l'île de Rapa, Australes (Polynésie française) : nature, origine, rôle pétrogénétique", (présent livre).
4. BIZOUARD H., BARBERI F. et VARET J. (1976), "Minéralogie de séries volcaniques axiales de l'Afar : précisions sur les processus et les conditions de fractionnement des magmas basaltiques dans les zones en accréation", *Bull. Soc. Géol. France* (7) 18, p. 837-840.
5. BROUSSE R., BIZOUARD H. et METRICH N. (1981), "Fayal dans l'Atlantique et Rapa dans le Pacifique : deux séries faiblement alcalines évoluant sous conditions anhydres", *Bull. Volcanol.*, vol. 44-3, p. 394-410.
6. BUDDINGTON A.F. and LINDSLEY D.H. (1964), "Iron-titanium oxide minerals and synthetic equivalents", *Journ. Petrol.*, 5, p. 310-397.
7. CARMICHAEL I.S.E. (1967), "The mineralogy of Thingmuli, a tertiary volcano in Eastern Iceland", *Amer. Mineral.*, 52, p. 1815-1841.
8. CHEVALIER J.P. (1973), "Geomorphology and geology of coral reefs in French Polynesia", in Jones O.A. and Eudean R. *Biology and geology of coral reefs*, Academ. Press, New York, p. 113-141.
9. CHUBB L.J. (1927), "The geology of the Austral or Tubuaï Islands (Southern Pacific)", *Geol. Soc. Quat. Journ.*, vol. 83, p. 291-316.
10. CIVETTA L., INNOCENTI F., MANETTI P., PENECILLO A. and POLI G. (1981), "Geochemical characteristic of potassic volcanics from Mt Ernici (Southern Latium, Italy)", *Contr. Mineral. Petrol.*, 78, p. 37-47.
11. CRANWELL L.M. (1964), "Rapa Island coal and its microfossils : a preliminary report", in *Ancient Pacific Floras*, Univ. Hawaii Press, p. 43-47.
12. CRANWELL L.M. (1979), "Pollen", in *Encyclopedia of Science and Technology*, Mc Graw Hill Book C^e, 3^e édit., p. 529-532.
13. DEER W.A., HOWIE R.A. et ZUSSMAN J. (1966), *Rock-forming minerals*, Longman, London.
14. DESCHANEL P. (1888), *Les intérêts français dans l'Océan Pacifique*, Éd. Berger-Levrault, Paris.
15. DOSTAL J., ELSON C. et DUPUY C. (1980), "Distribution of lead, silver and cadmium in some igneous rocks and their constituent minerals", *Canadian Mineral.*, 17, p. 561-567.
16. DUKE J.M. (1976), "Distribution of the period four transition element among olivine, calcic clinopyroxene and mafic silicate liquid : experimental results", *Journ. Petrol.*, 17, p. 499-521.
17. ELLIS W. (1831), *Polynesian researches*, London, 1 vol.
18. EUGSTER H.P. et WONES D.R. (1962), "Stability relations of the ferruginous biotite, Annite", *Journal Petrol.*, 3, p. 82-125.
19. GIBB F.G.F. (1973), "The zoned clinopyroxenes of the Shiant Isles Sill, Scotland", *Journ. Petrol.*, 14, p. 203-230.
20. GREEN D.H. (1973), "Conditions of melting studies on a model Upper Mantle composition at high pressure under water saturated and water undersaturated conditions", *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19, p. 37-53.
21. HALL J.V. (1969), "The island of Rapa", *Trans. New Zeal. Inst.*, vol. 1, p. 128-134.

22. HAMILTON D.L. and ANDERSON G.M. (1968), "Effect of water and oxygen pressures on the crystallization of basaltic magmas", in *Basalts* (ed. Hess H.H. and Poldervaart A.). Ed. Wiley J., New-York.
23. HEYERDAHL T. and FERDON E.N. (1965), *Easter Island and the East Pacific*, 2 vol. (Rapa, vol. 2, p. 9-95).
24. JAQUES A.L. and GREEN D.H. (1980), "Anhydrous melting of peridotite at 0-15 Kb pressure and the genesis of tholeiite basalts", *Contr. Mineral. Petrol.*, 73, p. 287-310.
25. JUNG J. et BROUSSE R. (1959), *Classification modale des roches éruptives utilisant les données fournies par le compteur de points*, Lib. Masson et C^{ie}, Paris, 1 vol., 122 p.
26. KESSON S.E. (1973), "The primary geochemistry of Monaro alkaline volcanics, Southeastern Australia. Evidence of Upper Mantle heterogeneity", *Contr. Mineral. Petr.*, 42, p. 93-108.
27. KUDO A.M. and WEILL D.F. (1970), "An igneous plagioclase thermometer", *Contr. Mineral. Petrol.*, 25, p. 52-65.
28. LARSEN L.M. (1976), "Clinopyroxenes and coexisting mafic minerals from the Alkaline Illimausag intrusion, South Greenland", *Journ. Petrol.*, 17, p. 258-290.
29. LEEMAN W.P. and SCHEIDEGGER K.F. (1977), "Olivine/liquid distribution coefficients as a test for crystal liquid equilibrium", *Earth Planet. Sci. Lett.*, 35, p. 247-257.
30. LONGHI J., WALKER D. and HAYS J.F. (1976), "Fe and Mg in plagioclase", *Proc. Lunar Sci. Conf.*, 7, p. 1281-1300.
31. MAC DONALD G.A. and KATSURA T. (1964), "Chemical analyses of Hawaiian lavas", *Journ. Petrol.*, 5, p. 82-133.
32. MÄKIPÄÄ M. (1978), "Mineral equilibria, geothermometers and geobarometers in some Icelandic hyaloclastites", *Bull. Geol. Soc. Finland.*, 50, p. 113-134.
33. MARSHALL P. (1911), *Oceania, Handbuch der Regionalen Geologie*, vol. 7, pt. 2, Heidelberg.
34. MARSHALL P. (1918), "Notes on the geology of the Tubuai Islands and of Pitcairn", *Trans. New Zeal. Inst.*, vol. 1, p. 278-279.
35. MAURY R.C., ANDRIAMBOLOLONA R. et DUPUY C. (1978), "Évolution de deux séries alcalines du Pacifique central : Rôle de la fugacité d'oxygène et de la pression d'eau", *Bull. Volcanol.*, vol. 41-2, p. 1-22.
36. METRICH N., BIZOUARD H. et VARET J. (1980), "Pétrologie de la série volcanique de l'île de Fayal (Açores)", *Bull. Volcanol.*, 44-1.
37. MEYRICK E. (1926), "On Microlepidoptera from the Galapagos Islands and Rapa", *Trans. Entom. Soc.*, vol. 74, p. 269-278.
38. PANTALONI A. (1976), "Contribution au paléomagnétisme des îles de la Polynésie française", *Dipl. Ét. Sup.*, Orsay, 83 p. (ronéotypé).
39. PAULAY G. (1980), *Rapport*.
40. RÆDER P.L. and EMSLIE R.F. (1970), "Olivine liquid equilibrium", *Contr. Mineral. Petrol.*, 29, p. 275-289.
41. SMITH W.C. and CHUBB L.J. (1927), "The petrography of the Austral or Tubuai Islands, Southern Pacific", *Quatern. Journ. Geol. Soc.*, vol. 83, p. 317-341.
42. SUN S.S. (1980), "Lead isotopic study of young volcanic rocks from mid-ocean ridges, ocean islands and islands arcs", *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, A-297, p. 409-445.
43. THORNTON C.P. and TUTTLE O.F. (1960), "Chemistry of igneous rocks. Differentiation Index", *Amer Journ. Sc.*, 258, p. 269-284.
44. VANCOUVER G. (1798), "A voyage of Discovery to the North Pacific Ocean and round the World, London, 3 vol.
45. VERIN P. (1968), "La conversion des Iles Australes (Polynésie française) et ses conséquences", *Bull. Soc. Et. Océaniques*, t. 14 (n° 1), 62, 16 p.

46. WRIGHT T.L. and DOHERTY P.C. (1970), "A linear programming and least squares computer method for solving petrologic mixing problems", *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 91, p. 1995-2008.

**ORIGINE DES ANALYSES CHIMIQUES
RANGÉES PAR ORDRE DE DI CROISSANT
(* Analyses à la microsonde)**

A. Analyses du volcan principal.

- Ra C – Ankaramite – Dyke recoupant les lignites (CHUBB, 1927).
 6 e – Ankaramite – Sill. Baie d'Akatamiro (Analyse inédite).
 Ra D – Ankaramite – Coulée SSE Mont Vairu (CHUBB, 1927).
 Ra 23* – Théralite – Ilôt Tapui (CHUBB 1927).
 5 k – Ankaramite – Coulée – Montée à l'ancien observatoire Météo, baie d'Ahurei (Analyse inédite).
 Ra 55 – Ankaramite – Dyke près du Mont Tanga (MOTTAY, 1976).
 Ra 57* – Théralite – Cheminée – Akatanui (LACROIX, 1927).
 Ra 32* – Théralite – Crête N du Mont Tautautu (LACROIX, 1927).
 10 p – Ankaramite – Coulée rive gauche de la Baie d'Akao sud (Analyse inédite).
 5 n – Basalte – Dyke (Alt. 140 m). Versant gauche de la baie de Hiri (Analyse inédite).
 Ra 30 – Basalte – Coulée – Sud du Mont Tanga (MOTTAY, 1976).
 Ra 8 – Basalte – Coulée – Pointe Mao-Mao (MOTTAY, 1976).
 Ra 27* – Basalte – (MOTTAY, 1976).
 Ra 7 – Basalte – Coulée sous la crête entre les Monts Oranga et Tapaiahu (MOTTAY, 1976).
 Ra 25 – Basalte – (MOTTAY, 1976).
 3 L – Basalte – Dyke – Rive droite de la baie d'Akananue (Analyse inédite).
 9 m – Théralite – Intrusion – Baie d'Ahurei, secteur de Tuko (Analyse inédite).
 9 w* – Théralite – Intrusion – Baie d'Ahurei, pointe Tapaikutautau (Analyse inédite).
 Ra 19* – Basalte – Dyke recoupant la phonolite d'Angairao (MOTTAY, 1976).
 Ra 5 – Basalte – (MOTTAY, 1976).
 Ra 36 – Basalte – (MOTTAY, 1976).
 4 s – Théralite – Intrusion baie d'Anatakurinako (Analyse inédite).
 10 z – Basalte – Dyke – Baie de Hiri rive droite (Analyse inédite).
 Ra 24 – Hawaiiite – Dyke entre la baie Pake et la pointe Mao-Mao (MOTTAY, 1976).
 Ra 54* – Hawaiiite – (MOTTAY, 1976).
 6 d* – Théralite – Sill – Baie d'Akatamiro (Alt. 110 m) (Analyse inédite).
 3 v – Hawaiiite – Coulée – Rive gauche de la Baie d'Akananue (Analyse inédite).

- 3 z – Hawaïite – Coulée – SE de la Baie d'Akananue (Alt. 80 m).
 3 k* – Hawaïite – Sill – Rive droite de la Baie d'Akananue (Analyse inédite).
 Ra B – Hawaïite – Coulée – NW Mont Tevaitahu (MOTTAY, 1976).
 1 q – Hawaïite – Dyke – Versant SE du Vairu (Alt. 260 m) (Analyse inédite).
 11 b – Hawaïite – Dôme – Rive droite de la Baie de Hiri (Analyse inédite).
 1 l – Hawaïite – Coulée – Sommet du Vairu (Analyse inédite).
 Ra E – Hawaïite – Coulée – Entre les Monts Vairu et Tanga (CHUBB, 1927).
 10 d* – Théralite – Lac de lave – Site des lignites Pukapuka (Analyse inédite).
 4 q – Hawaïite – Coulée – Rive gauche de la Baie d'Anatakuri (Analyse inédite).
 Ra A – Hawaïite – Coulée – Rive gauche de la Baie de Hiri (CHUBB, 1927).
 Ra 28 – Hawaïite – (MOTTAY, 1976).
 Ra 43* – Mugéarite – Dyke (MOTTAY, 1976).
 9 G – Mugéarite – Coulée SW de la baie d'Ahurei (Analyse inédite).
 1 f – Mugéarite – Coulée – Flanc SE du Vairu (Alt. 260 m) (Analyse inédite).
 1 v – Benmoreite – Coulée (éboulis) – Versant NW du Vairu (Alt. 175 m) (Analyse inédite).
 9 s – Benmoreite – Coulée – Fond de la Baie d'Ahurei, côté Area (Analyse inédite).
 1 D – Benmoreite – Coulée – Flanc SE du Vairu (Alt. 230 m) (Analyse inédite).
 5 h – Benmoreite – Coulée – Montée à l'ancien observatoire Météo, Baie d'Ahurei (Analyse inédite).
 1 r – Phonolite – Coulée – Flanc nord du Vairu (Alt. 200 m) (Analyse inédite).
 Ra 50* – Phonolite – Dôme – Baie d'Angairao (MOTTAY, 1976).
 2 r – Phonolite – Dôme – Rive droite de la Baie d'Angairao (Analyse inédite).
 9 v – Phonolite – Dôme – Au SSE du Mont Ruatara (Analyse inédite).
 Ra F – Phonolite – Dôme – Sous la crête du Vairu au Tanga (CHUBB, 1927).
 1 s – Phonolite – Coulée – Flanc nord du Vairu (Alt. 190 m) (Analyse inédite).
 3 m – Phonolite – Dôme – Rive droite de la Baie d'Akananue (Analyse inédite).

B. Analyses du volcan Puputa, plus récent.

- 2 o – Ankaramite – Dyke – Flanc E de Puputa (Analyse inédite).
 2 n – Basalte – Coulée sur les scories – Flanc E de Puputa (Analyse inédite).
 2 p* – Basanite – Sill dans les scories – Flanc W de Puputa (Analyse inédite).
 2 w* – Théralite – Bloc dans le lahar de la Baie d'Angairao (Analyse inédite).

Emmanuel T. BERGER*, Robert BROUSSE** et Pascal
GELUGNE**

LES ENCLAVES ULTRAMAFIQUES DE L'ILE DE RAPA : NATURE, ORIGINE, RÔLE PÉTROGÉNÉTIQUE

INTRODUCTION : CONTEXTE DES ENCLAVES DE HARZBURGITES DE RAPA

L'Archipel des Australes, bien que constitué d'un nombre restreint d'îles, s'étend néanmoins sur 6 degrés de latitude et 12 degrés de longitude. Il comprend cinq îles hautes (Rimatara, Rurutu, Tubuaï, Raevavae et Rapa), une île d'altitude extrêmement faible (Maria), que G. MOTTAY (1976) apparente à un atoll, enfin les îlots de Bass et trois groupes de récifs (Neilson, Président Thiers, Moses) reposant néanmoins – il convient de le souligner – sur des fonds profonds de 3 500 mètres. Les îles et îlots, constituant l'Archipel des Australes, trouveraient leur origine dans l'activité d'un hot-spot, actuellement situé à la verticale du volcan actif sub-affleurant Mac Donald (BROUSSE et FORGES, 1980; OKAL et al., 1980; TALENDIER et OKAL 1982).

L'île de Rapa est âgée de 4 à 5 millions d'années; elle dérive vers le nord-ouest à une vitesse de $10,4 \pm 0,8$ cm/an (BELLON et al., 1980). Il s'agit d'un volcan simple, à caldeira centrale, dont le plancher est envahi par la mer (Baie d'Ahurei). Le volcan est pour l'essentiel constitué de coulées métriques; les produits constitutifs allant de basanites à néphéline à des phonolites, avec une quasi absence de produits intermédiaires. L'étude pétrologique a, par ailleurs, montré que la différenciation s'est effectuée sous faible fugacité d'oxygène (MAURY et al., 1978; BROUSSE et al., 1981). Bien que les xénocristaux d'olivine,

* Centre de Géologie Générale et Minière, École des Mines.

** Université Paris-Sud, Laboratoire de Pétrologie-Volcanologie.

Extrait de : Rapa, volume spécial édité par la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires, Service Mixte de Contrôle Biologique, 1986.

d'origine mantellique, soient assez fréquents, les enclaves ultramafiques polycristallines ne sont qu'exceptionnellement observées et n'atteignent alors que de très petites tailles, de l'ordre du centimètre. Les enclaves recueillies sont contenues dans une coulée de basanite, affleurant au flanc de la Baie d'Angairao (cote 60 mètres), à peu de distance d'un épais sill de microthéralite (figure 1).

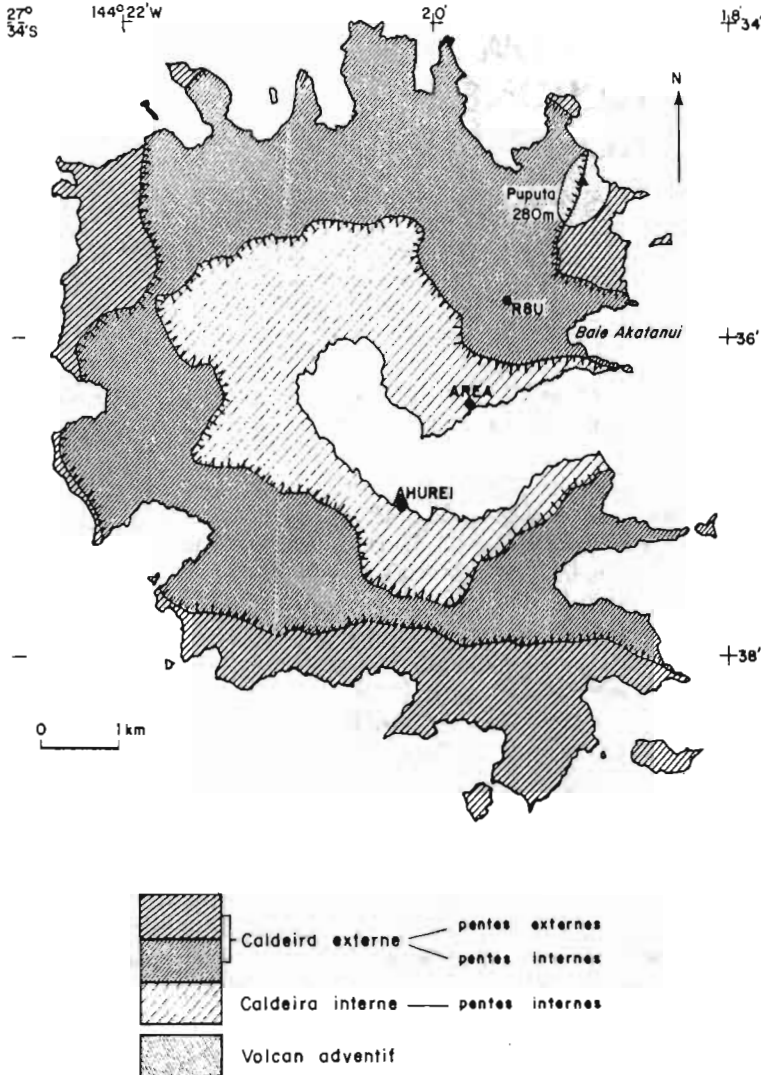


FIGURE 1 – Localisation des harzburgites de Rapa, situation par rapport au volcan récent de Puputa.

DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA BASANITE-HOTE ET DE SES RELATIONS AVEC LES XÉNOLITES ET XÉNOCRISTAUX

La Basanite.

La roche-hôte (RAP. 8 U) de l'enclave décrite ici est une basanite gris-sombre, montrant à l'œil nu de rares enclaves ultramafiques centimétriques et un grand nombre de xénocristaux millimétriques à plurimillimétriques d'olivine. L'examen microscopique permet de situer l'enclave dans le domaine des harzburgites et confirme l'abondance des xénocristaux d'olivine (photo 1 et tableau I, colonnes 4 et 4'), bien reconnaissables à leur xénomorphie et à leurs "kink-bands", parfois à la présence de formes de recuit (grains polygonisés). L'olivine est également présente en phénocristaux (tableau I, colonne 5) atteignant 300 à 500 microns et contenant, à leur marge, des inclusions de spinelles chromifères ainsi qu'en micro-cristaux (tableau I, colonne 6). Quelques minéraux opaques (100 à 300 microns) et des biotites titanifères sporadiques ($8,2\% \leq \text{TiO}_2 \leq 8,5\%$) émergent d'une matrice très finement cristallisée (localement sub-vitreuse) où abondent plagioclases, feldspathoïdes et minéraux opaques.

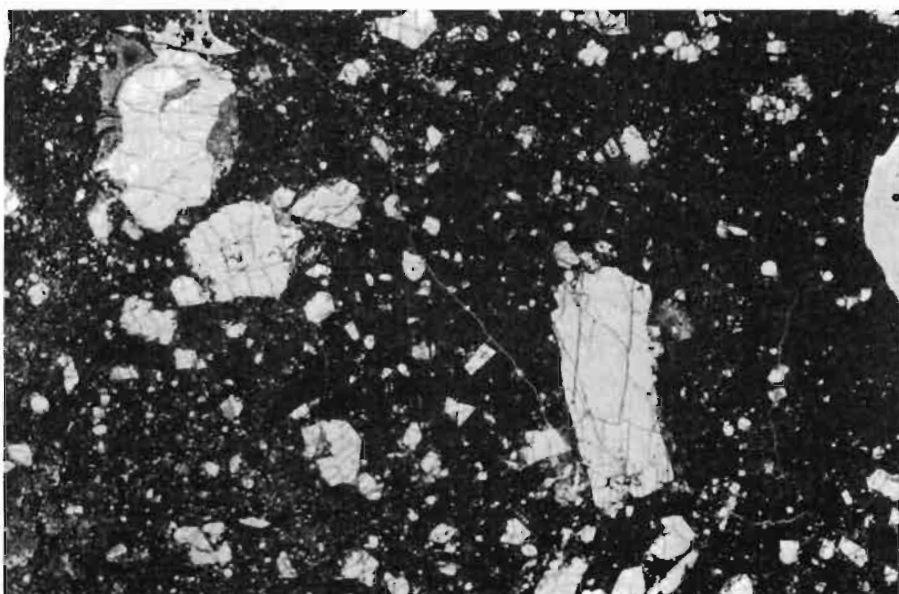


PHOTO 1 - Aspect d'ensemble de la basanite RAP. 8 U (lumière naturelle). Tous les cristaux clairs, visibles sur la microphotographie, sont des olivines; les plus grands (5 à 6 mm) et la plupart des cristaux de taille plus modeste étant des xénocristaux. On remarque que la matrice de la basanite est très finement cristallisée à sub-vitreuse.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(4')	(5)	(6)
SiO ₂	40,94	40,10	39,81	38,31	38,51	39,64	37,31
Al ₂ O ₃	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	0,03
TiO ₂	0,00	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	0,02
Cr ₂ O ₃	0,03	0,06	0,08	0,01	0,00	0,03	0,01
Fe ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,20	0,13	0,00	0,05
FeO	9,39	13,15	14,45	21,79	20,66	16,24	28,30
MnO	0,12	0,24	0,22	0,36	0,33	0,23	0,64
MgO	49,09	46,03	44,83	38,91	39,59	43,14	33,10
CaO	0,05	0,13	0,17	0,15	0,34	0,23	0,33
NiO*	0,374*	0,206*	0,216*	0,113*	0,234*	0,204*	0,129*
Total	100,00	99,95	99,82	99,91	99,86	99,81	99,92
FeO*	9,39	13,15	14,45	21,98	20,78	16,24	28,35
FO %	90,3	86,2	84,7	74,6	76,3	82,6	68,1

TABLEAU I – Olivines de la Harzburgite et de la Basanite RAP. 8 U.

(1) cœur d'une olivine, harzburgite; (2), (3) olivines réactionnelles, en bordure d'un orthopyroxène; (4), (4') cœur et bord d'un xénocrystal; (5) phénocrystal; (6) microcrystal.

Symboles et abréviations; FeO* : fer total microsonde exprimé sous forme de FeO; FO % : teneur molaire en forstérite des olivines.

Les erreurs, sur la mesure de NiO, sont respectivement de : 6 %; 9,8 %; 9,5 %; 17,2 %; 9,1 %; 10,1 % et 16,2 %.

Dosages, (E. BERGER, M.C. FORETTE, G. FROT), microsonde Camebax automatisée E.N.S.M.P., méthode de la double mesure, (MARION et VANNIER, 1983).

La harzburgite, ses rapports avec la basanite.

La harzburgite RAP. 8 U est de taille trop modeste pour que soient étudiées, de façon parfaitement significative, sa structure et la nature exacte des déformations plastiques éventuellement "enregistrées" par l'olivine. Néanmoins, celle-ci (5 × 4 mm) présente un minimum de déformation (photo 2), suggérant que la harzburgite a été arrachée à un manteau présentant, à son lieu de prélèvement, une structure à gros grain et étant vraisemblablement tectoniquement inactif. L'orthopyroxène est partiellement résorbé (VANNIER et al., 1982; BERGER et VANNIER 1984), sans doute à la fois sous l'effet combiné de la faible activité en silice et de la température initialement élevée du magma basanitique¹. Une

1. A titre indicatif, les mesures préliminaires des teneurs en silicium des spinelles, inclus à la marge de phénocristaux d'olivine, conduisent à des températures légèrement inférieures à 1200°C.

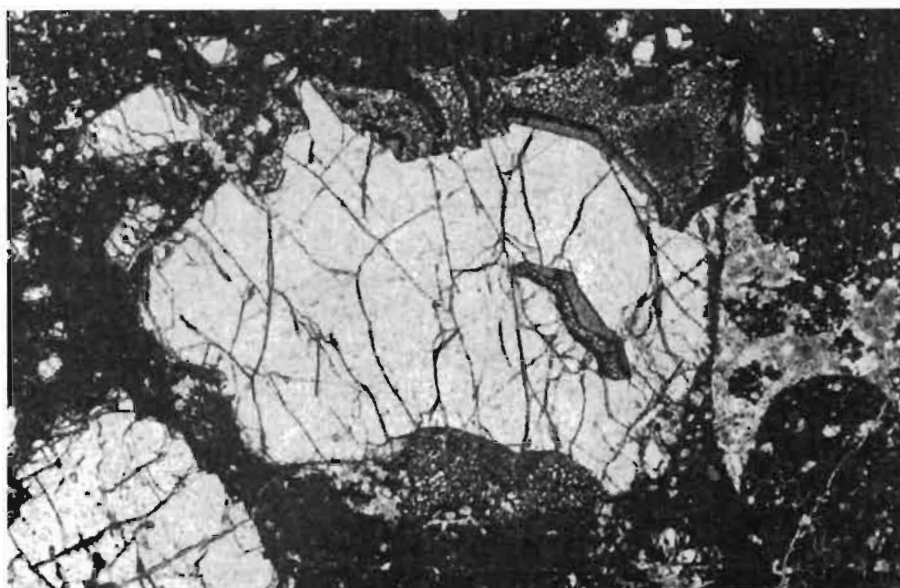


PHOTO 2 – Aspect d'ensemble de l'enclave harzburgitique RAP. 8 U (lumière naturelle).

La quasi absence de déformation, dans les olivines, suggère que l'enclave provient d'un manteau tectoniquement inactif. On note l'importance des phénomènes réactionnels (voir texte).

certaine fusion s'est également développée au joint silicates-spinelle. Ceux-ci présentent, par ailleurs, une configuration (photo 3) évoquant les symplectites orthopyroxène (ou clinopyroxène) / spinelle observées aussi bien dans des enclaves de basaltes alcalins que dans des péridotites de massifs ophiolitiques (LEBLANC, 1978, PRINZHOFER, 1981, PODVIN, 1983).

CHIMISME DES PHASES ET CONDITIONS D'ÉQUILIBRE DE LA HARZBURGITE

Chimisme des phases.

Les compositions chimiques des phases constitutives de la harzburgite RAP. 8 U sont consignées dans le tableau II. Un examen d'ensemble montre le caractère magnésien de l'enclave et, à teneur identique en MgO, sa faible "fertilité" par comparaison avec certaines enclaves magnésiennes de Tubuaï, Australes (BERGER, 1985 a : figure 2) et de Tahiti (BERGER, 1981-1985 a). Cette roche présente, en revanche, de grandes analogies avec les harzburgites de Rurutu, Australes récemment décrites (BERGER, 1985). On notera néanmoins

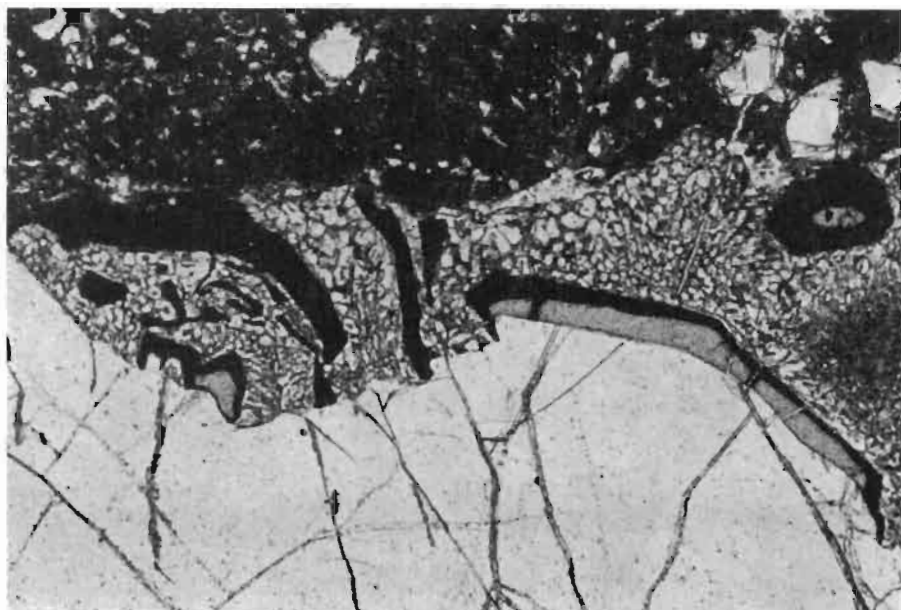


PHOTO 3 – Détail montrant le faciès particulier des spinelles de la harzburgite RAP. 8 U (lumière naturelle).

De tels faciès sont, le plus souvent, observés dans des symplectiques spinelle/orthopyroxène (ou clinopyroxène). Ici l'orthopyroxène (très probablement) a été totalement résorbé, comme en témoigne la présence quasi exclusive de grains d'olivine. Les bordures noires correspondent aux domaines où le spinelle est affecté d'une fusion notable.

que le spinelle est beaucoup plus alumineux dans la harzburgite de Rapa que dans ses homologues des Australes (Tubuaï, Rurutu) ou de la Société (Tahiti). La teneur en Al_2O_3 , de l'ordre de 55 % (tableau II, colonnes 6 et 7) est, en revanche, comparable à celles rencontrées dans certaines enclaves de Eiao, Marquises (BERGER, 1981).

Conditions d'équilibre.

Les températures ont été déterminées à partir de trois équilibres : 1. solubilité de la molécule diopside et de l'alumine dans l'enstatite (MERCIER, 1976), 2. échange du nickel et du magnésium entre olivine et orthopyroxène (BERGER et VANNIER, 1978; PODVIN, 1985), 3. solubilité du silicium dans le spinelle en équilibre avec l'olivine (BERGER et al., 1982); BERGER et VANNIER, 1984). Les températures moyennes calculées sont respectivement de : 1000°C, 1035°C et 980°C. Ce domaine est comparable à celui couvert, le plus souvent, par les enclaves de péridotites à structure à gros grain, qu'elles proviennent de milieux océanique ou continental (BERGER, 1978, 1981, 1985 a : figure 3).

	OL.(C)	OL.(B)	OPX.(C)	OPX.(B)	OPX.(B')	SP.1	SP.2
SiO ₂	40,94	40,90	55,35	55,36	55,15	0,019	0,025
Al ₂ O ₃	0,01	0,01	4,19	3,97	4,29	55,85	53,96
TiO ₂	0,00	0,01	0,11	0,09	0,11	0,11	0,11
Cr ₂ O ₃	0,03	0,03	0,36	0,34	0,33	11,37	11,83
V ₂ O ₃	-	-	-	-	-	0,05	0,04
Fe ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,24	0,26	2,37	2,91
FeO	9,39	9,32	5,95	5,68	5,69	8,61	11,84
MnO	0,12	0,12	0,14	0,13	0,15	0,13	0,15
MgO	49,09	49,17	33,13	33,35	33,23	20,68	18,37
CaO	0,05	0,08	0,54	0,53	0,56	-	-
Na ₂ O	-	-	0,05	0,06	0,04	-	-
NiO	0,374	0,371	0,104	0,081	0,087	0,390	0,345
ZnO	-	-	-	-	-	0,11	0,16
Total	100,00	100,00	99,92	99,83	99,90	99,69	99,75
FeO*	9,39	9,32	5,95	5,90	5,92	10,74	14,46
Si	1,002	1,001	1,907	1,904	1,899	0,004	0,005
Al ^{IV}	0,000	0,000	0,093	0,096	0,101	-	-
Al ^{VI}	-	-	0,077	0,066	0,073	13,708	13,497
Ti	0,000	0,000	0,003	0,003	0,003	0,017	0,018
Cr	0,001	0,001	0,010	0,009	0,009	1,872	1,984
V	-	-	-	-	-	0,007	0,006
Fe ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,006	0,007	0,371	0,465
Fe ²⁺	0,192	0,191	0,171	0,164	0,164	1,499	2,101
Mn	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,022	0,027
Mg	1,791	1,794	1,701	1,712	1,705	6,419	5,812
Ca	0,001	0,002	0,020	0,020	0,021	-	-
Na	-	-	0,004	0,004	0,003	-	-
Ni	0,007	0,007	0,003	0,002	0,002	0,066	0,059
Zn	-	-	-	-	-	0,016	0,025
Cat.	2,997	2,999	3,993	3,990	3,992	24,001	23,999
m	90,32	90,38	90,86	91,01	90,89	77,44	69,37
M	90,32	90,38	90,86	91,22	91,23	81,07	73,45

TABLEAU II – Phases constitutives de la Harzburgite RAP. 8 U.

Symboles et abréviations; OL : olivine; OPX : orthopyroxène; SP : spinelle; (C) : cœur, (B), (B') : bord; FeO* : fer total microsonde exprimé sous forme de FeO; Cat : somme de cations dans la formule structurale; m = 100 Mg/(Mg + Fe²⁺ + Fe³⁺); M = 100 Mg/(Mg + Fe²⁺).

Remarque : la teneur en NiO, indiquée au cœur de l'orthopyroxène, a été mesurée en un seul point; la valeur relativement élevée (0,104 %) pourrait refléter la proximité d'une microinclusion nickelifère non décelée.

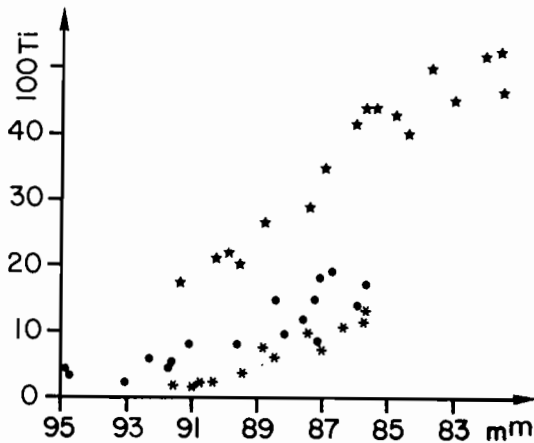


FIGURE 2 – Comparaison des teneurs en titane des clinopyroxènes de trois séries d'enclaves ultramafiques.

Symboles – carrés : maar de Borée; ronds : maar de Beaunit; étoiles : série de la Fautau (Tahiti). Données in BERGER (1981, 1985 a).

$m = 100 \text{ Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+})$.

Remarque : compte-tenu de l'étroite relation existant entre les teneurs en titane des orthopyroxènes et clinopyroxènes coexistants, il est possible de suggérer que la "fertilité" de la harzburgite RAP. 8 U s'apparente plutôt à celle, relativement faible, le plus souvent rencontrée en contexte continental.

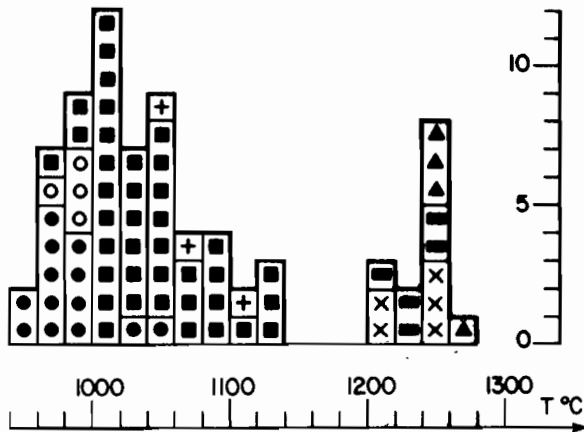


FIGURE 3 – Relation entre type structural et température d'équilibre des enclaves de péridotites, position de la harzburgite RAP. 8 U.

Types structuraux – Ronds pleins : équigranulaire; ronds vides : équigranulaire sous-type Cerzat; carrés pleins : gros grain (protogranulaire); croix droites : porphyroclastique de basse température; croix obliques : porphyroclastique de haute température; triangles pleins : poecilitique; rectangles pleins : tabulaire à gros grain.

Remarque : la température d'équilibre, de la harzburgite de Rapa, se situe au maximum de fréquence des péridotites à structure à gros grain.

Les fugacités d'oxygène ont été déterminées à partir de l'équilibre olivine-orthopyroxène-spinelle (VANNIER, 1978). Elles sont de l'ordre de $10^{-10,6}$ à 10^{-10} atmosphères à 1035°C (figure 4), là encore comparables à celles habituellement rencontrées dans les enclaves de même structure, indépendamment de leur provenance. On notera également que ces fugacités sont proches de celles le plus souvent obtenues pour les basaltes alcalins ($10^{-11,0}$ à $10^{-10,5}$ atmosphères à 1000°C sont de l'ordre de $10^{-8,5}$ à 10^{-8} atmosphères au voisinage de 1200-1220°C).

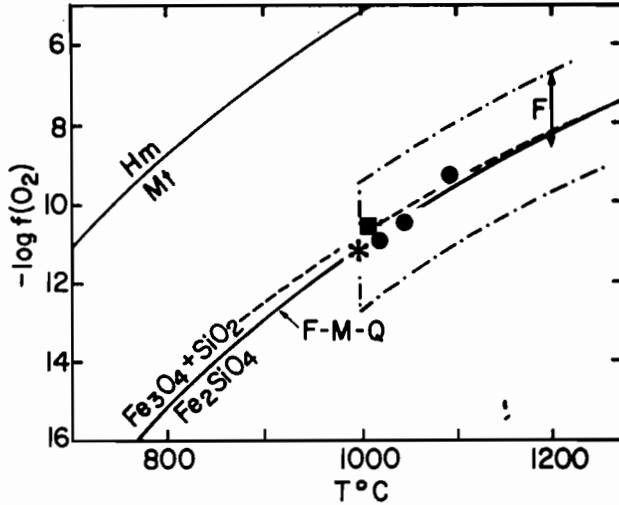


FIGURE 4 – Fugacité d'oxygène obtenue pour la harzburgite de Rapa, comparaison avec celles de deux basaltes de Polynésie française : position par rapport au tampon F.M.Q.

F.M.Q. : tampon quartz-magnétite-fayalite; trait discontinu : fugacités d'oxygène calculées à partir des analyses de gaz volcaniques; F : limite supérieure du domaine des fugacités d'oxygène dans les roches basaltiques; Domaine limité par des traits et des points : champ des fugacités d'oxygène dans les basaltes.

Ronds pleins, étoile : ankaramites (in BERGER, 1981); carré plein : harzburgite de Rapa.

CONCLUSION

Bien que peu nombreuses et de faible taille, les harzburgites de Rapa présentent un intérêt indéniable. En effet, elles autorisent la mise en évidence à une profondeur moyenne (de l'ordre de 40 à 50 kilomètres, sur la base des études préexistantes effectuées par ailleurs) d'un manteau à structure à gros grain, chimiquement "déprimé" et équilibré à une température de l'ordre de 1000°C. Ce résultat confirme la diversité des signatures géochimiques des témoins mantelliques, recueillis dans les volcans de Polynésie française; la mise en

évidence de cette "hétérogénéité" ayant été démontrée aussi bien à partir d'une approche géochimique (VIDAL et al., 1984) que pétrologique (BERGER, 1985 a et b).

L'examen des compositions des xénocristaux d'olivine (tableau I, colonnes 4 et 4') suggère qu'une importante "dunitification" (par résorption des orthopyroxènes et rééquilibrage des olivines et spinelles : BERGER et VANNIER, 1984) s'est effectuée, antérieurement à l'incorporation de la harzburgite, à la verticale de la chambre magmatique. Dans l'attente de l'approfondissement de ce point, il convient d'attirer l'attention sur la prudence avec laquelle devra être interprétée la signature géochimique aussi bien de la basanite RAP. 8 U que de nombreux autres basaltes de Rapa, également riches en xénocristaux d'olivine. En effet, il ne fait aucun doute qu'une grande quantité de minéraux mantelliques a été incorporée dans les liquides, en modifiant notablement (pour certains éléments) la signature initiale (BERGER, 1985 b).

BIBLIOGRAPHIE

1. BELLON H., BROUSSE R. et PANTALONI A. (1980), "Ages des îles de Tubuai", *Cah. Indo-Pacifique*, vol. II, 4, p. 219-240.
2. BERGER E. (1978), "Origine cumulative des enclaves de péridotites à structure poecilitique et tabulaire à gros grains, comparaison avec les tectoniques. Conséquences sur l'interprétation de la structure du manteau supérieur, ses relations avec la croûte inférieure et l'origine des basaltes alcalins", *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.*, 5-6, p. 506-514.
3. BERGER E. (1981), *Enclaves ultramafiques, mégacristaux et leurs basaltes-hôtes en contexte océanique (Pacifique Sud) et continental (Massif Central français)*, Thèse, E.N.S.M.P.-Paris XI, 470 p.
4. BERGER E.T. (1985 a), "Hétérogénéités pétrographiques du manteau Sud-Pacifique, sous l'archipel des Australes", *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 8, t. I, n° 2, p. 57-66.
5. BERGER E.T. (1985 b), "Le concept de dunités résiduelles et la signification pétrologique de certains magmas picritiques", *Bull. Minéral.*, 108, 5, p. 727-731.
6. BERGER E.T. *Le manteau lithosphérique à la verticale des Australes, Sud-Pacifique : exemples des îles de Tubuai et Rurutu*, à paraître..
7. BERGER E., FROT G., LEHMANN J., MARION C. et VANNIER M. (1982), "Un géothermomètre potentiel très sensible, reposant sur la teneur en silicium des spinelles de paragenèses à olivines", *C.R. Acad. Sci., Paris*, 294, II, p. 733-736.
8. BERGER E. et VANNIER M. (1978), "Un géothermomètre reposant sur le partage du nickel et du magnésium entre olivine et orthopyroxène", *C.R. Acad. Sci.*, 286, D, p. 733-736.
9. BERGER E.T. et VANNIER M. (1984), "Les dunités en enclaves dans les basaltes alcalins des îles océaniques : approche pétrologique", *Bull. Minéral.*, 107, 5, p. 649-663.
10. BROUSSE R. et RICHER DE FORGES B. (1980), "Laves alcalines et différenciées du volcan sous-marin Mac Donald (Australes, Pacifique)", *C.R. Acad. Sci., Paris*, 290, D, p. 1055-1057.
11. BROUSSE R., BIZOUARD H. et METRICH N. (1981), "Fayal dans l'Atlantique et Rapa dans le Pacifique : deux séries faiblement alcalines évoluant sous conditions anhydres", *Bull. Volc.*, vol. 44-3, p. 393-410.
12. BROUSSE R. et GELUGNE P. (1986), *Géologie et pétrologie de l'île de Rapa, Australes. Volume spécial "Rapa"*; Éditeur Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires, Service Mixte de Contrôle Biologique.

13. LEBLANC M. (1978), "Pétrographie et géochimie des chromites de Nouvelle-Calédonie : essai sur l'évolution des péridotites et la genèse des corps chromifères", *C.R. Acad. Sci.*, 287, D, p. 771-774.
14. MARION C. et VANNIER M. (1983), "Dosage par double mesure au micro-analyseur à sonde électrique automatisée J.", *Microsc. Spectrosc. Électron.*, 8, p. 31-46.
15. MAURY R.C., ANDRIAMBOLONA R. et DUPUY C. (1978), "Évolution de deux séries alcalines du Pacifique Central : rôle de la fugacité d'oxygène et de la pression d'eau", *Bull. Volc.*, vol. 41-2, p. 1-22.
16. MOTTAY G. (1976), *Contribution à l'étude géologique de la Polynésie française : Archipel des Australes, Mehetia (Archipel de la Société)*, Thèse, Université Paris-Sud, 217 p.
17. OKAL A.E., TALANDIER J., SVERDRUP K.A. and JORDAN T.H. (1980), "Seismicity and tectonic stress in the South-Central Pacific", *Journ. Géophys. Res.*, vol. 85, n° B.11, p. 6479-6495.
18. PODVIN P. (1983), *Remobilisations chimiques successives dans les tectoniques ophiolitiques et leurs gisements de chromites. Exemple du Massif du Humboldt, Nouvelle-Calédonie*, Thèse, E.N.S.M.P., 214 p.
19. PODVIN P. (1985), "Étude expérimentale du partage du nickel et du magnésium olivine et orthopyroxène. Utilisation en géothermométrie", *Bull. Liais., Soc. Minér.*, 1985/3, t. 108, p. 50.
20. PRINZHOFER A. (1981), *Structure et pétrologie d'un cortège ophiolitique : Le Massif du Sud (Nouvelle-Calédonie)*, Thèse, E.N.S.M.P., 186 p.
21. TALANDIER J. et OKAL E. (1982), "Crises sismiques du volcan Mac Donald (Océan Pacifique Sud)", *C.R. Acad. Sci.*, 295, série II, p. 195-200.
22. VANNIER M. (1977), "Modélisation de la solution solide spinelle naturelle", *Bull. Soc. Minéral. Cristallogr.*, 100, p. 239-245.
23. VANNIER M., BESSON M. et BERGER E. (1982), "Remarques sur la genèse et la cristallisation des magmas basaltiques", *Bull. Minéral.*, 105, p. 376-385.
24. VIDAL Ph., CHAUVEL C. and BROUSSE R. (1984), "Large mantle heterogeneity beneath French Polynesia", *Nature*, 307, 5931, p. 536-538.

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

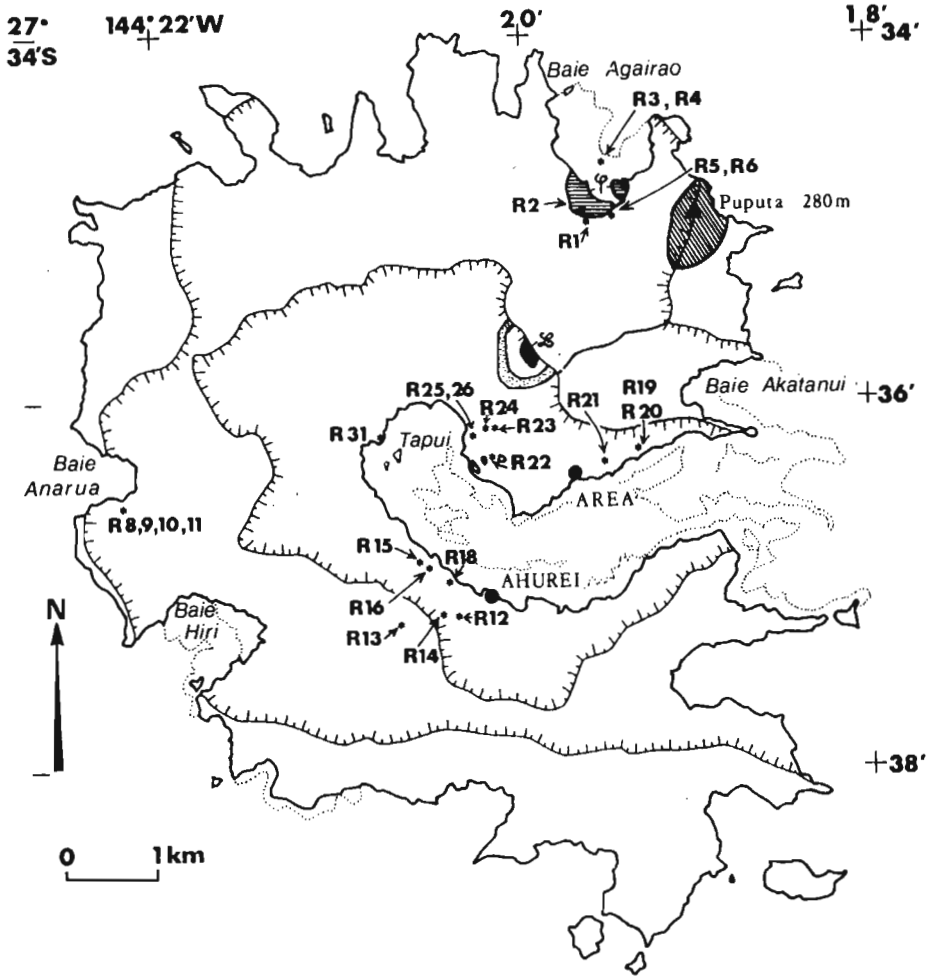


FIGURE 1 – Carte de l'île de Rapa montrant les unités géologiques (d'après BROUSSE et GELUGNE, 1986) et l'emplacement des profils pédologiques étudiés. L = lignite (voir l'article de FOURMONT et al., 1986, dans cet ouvrage).

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).

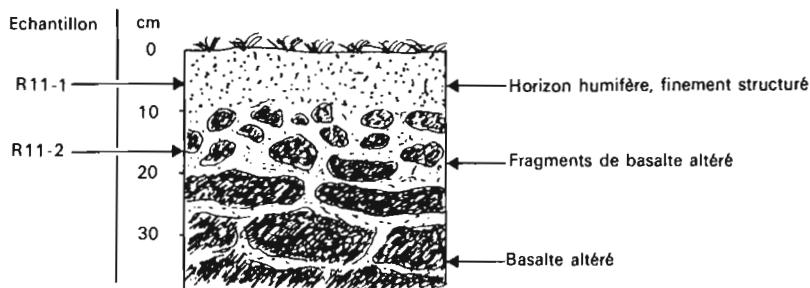


FIGURE 2 – Schéma de l'organisation du profil R 11.

<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-

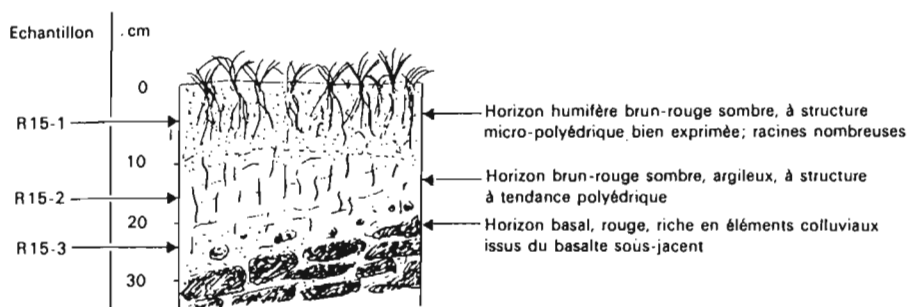


FIGURE 3 – Schéma de l'organisation du profil R 15.

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

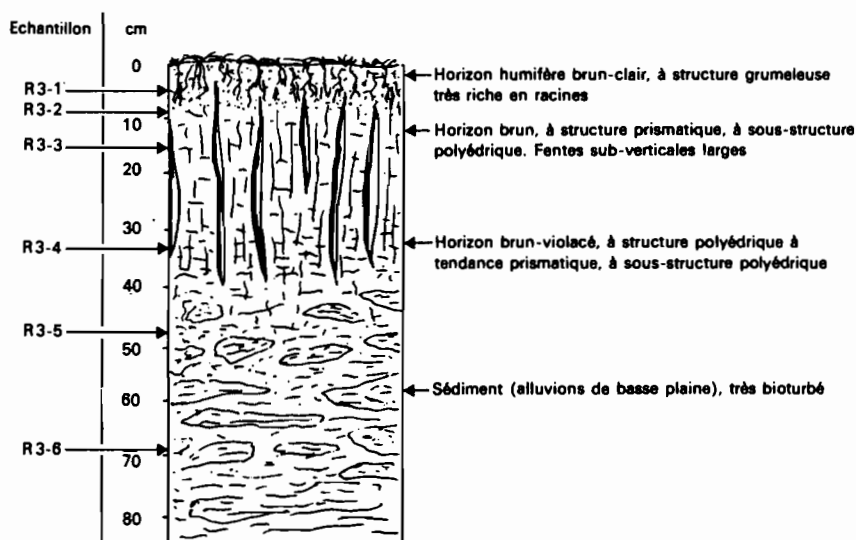


FIGURE 4 – Schéma de l'organisation du profil R 3.

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.

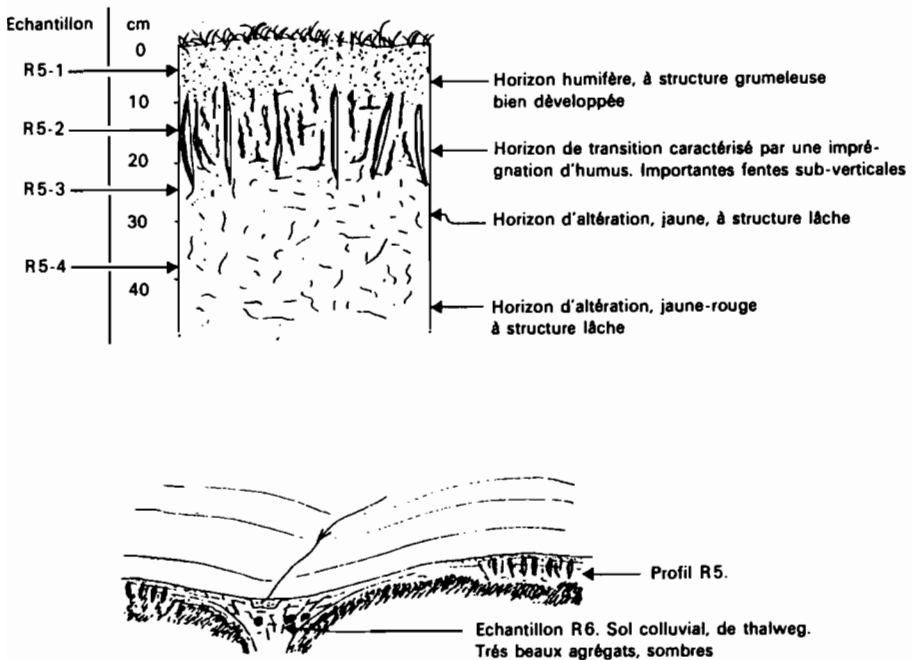


FIGURE 5 – Schéma de l'organisation des profils R 5 et R 6.

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
Eléments 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).

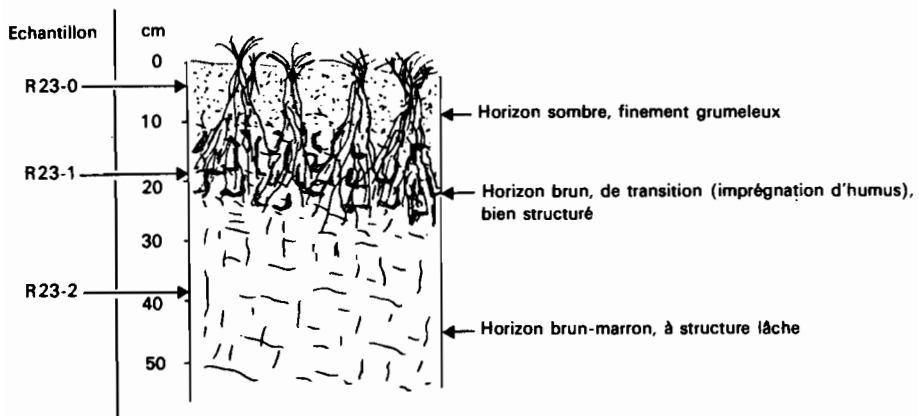


FIGURE 6 – Schéma de l'organisation du profil R 23.

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

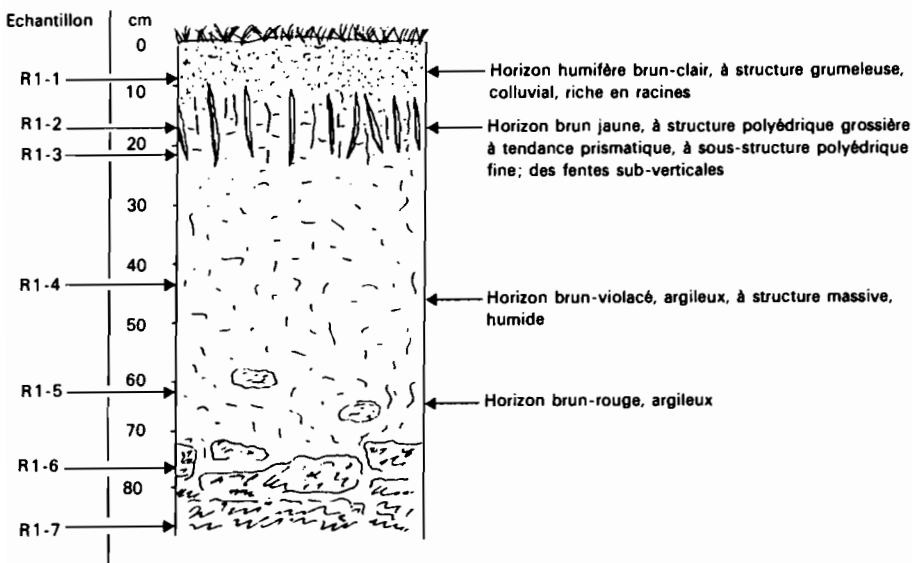


FIGURE 7 – Schéma de l'organisation du profil R 1.

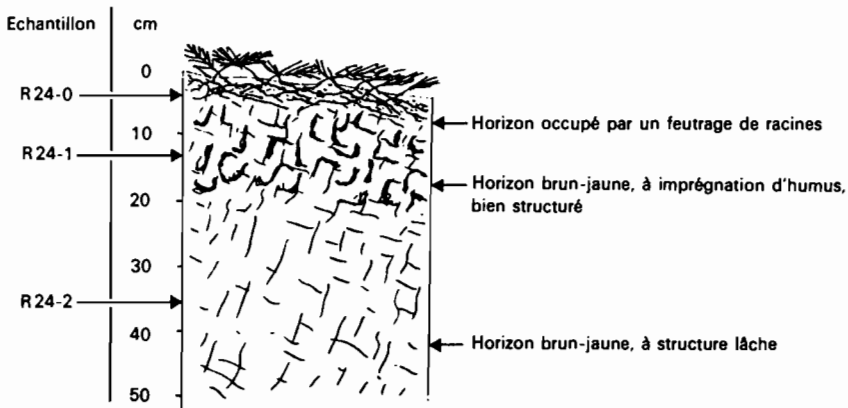


FIGURE 8 – Schéma de l'organisation du profil R 24.

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								
<p>{ Eau</p> <p>{ KCl</p>		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			traces	traces	0,5	1,5	1,5	traces
	Gonflants		5,5	6	5,5	traces	3	8
	Halloysite		3	4	4	6,5	5	2
	Métalloysite		1,5			2	0,5	
	Kaol. désord.							

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 %	36,4	27,8	22,7	21,4	15,1	10,1	24,7	
C/N	2,8	2,6	2,1	1,9	1,1	1,0		
	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).

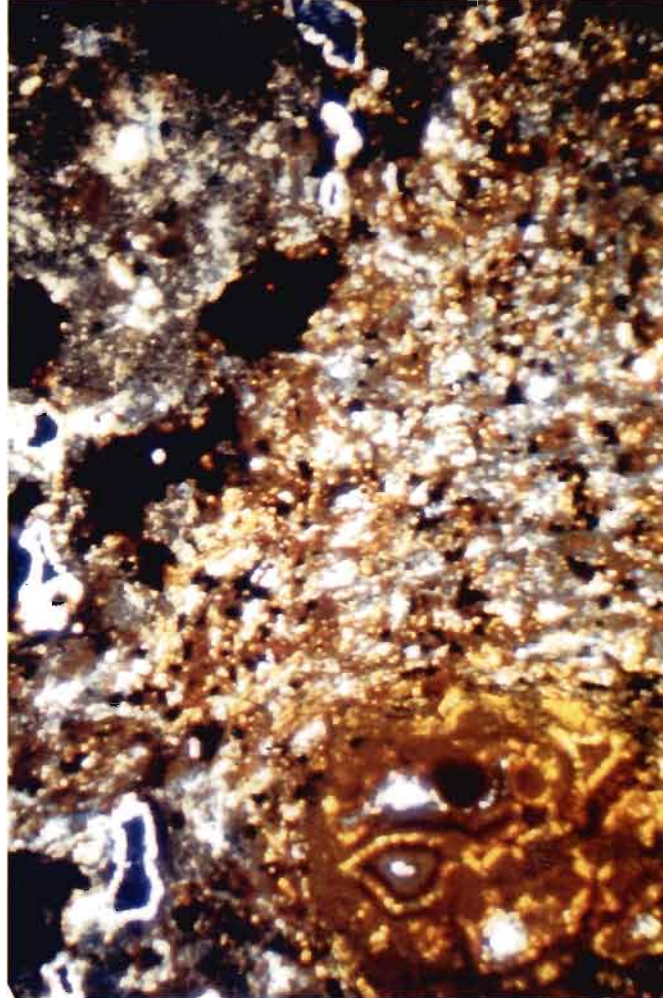


VUE 2 :
Crête S-SE d'accès au mont
Vairu (dominé par un fort).
Vue montrant l'érosion de la
savane et des sols et quelques
lambeaux de forêts de vallées.



VUE 1 :
 Profil R 14 (sol ferrallitique
 fortement désaturé, péné-
 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).



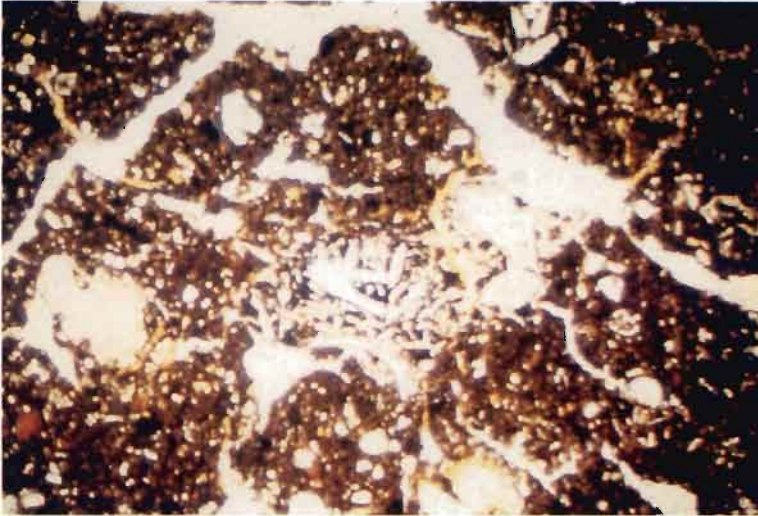
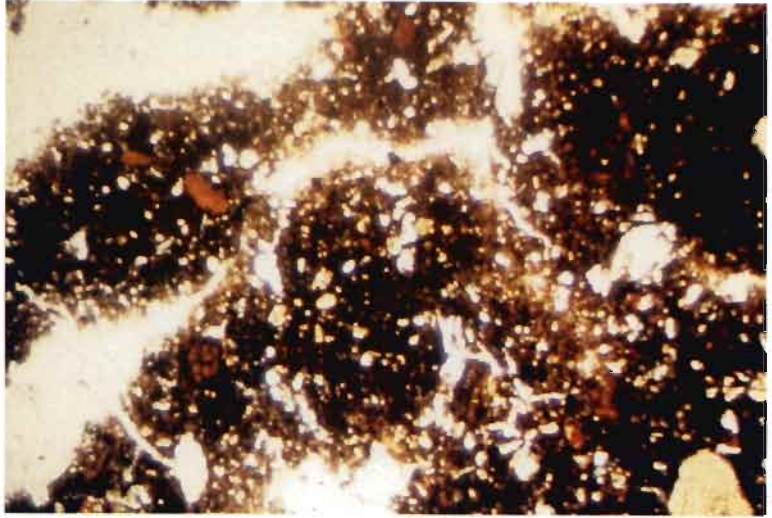
VUE 1 : Vue d'un versant situé dans la partie centrale de l'île (voir la figure 1) regardant vers le sud et portant, dans sa partie gauche (sur l'image) un couvert de *Paspalum* et dans sa partie droite un couvert de *Gleichenia*.



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.

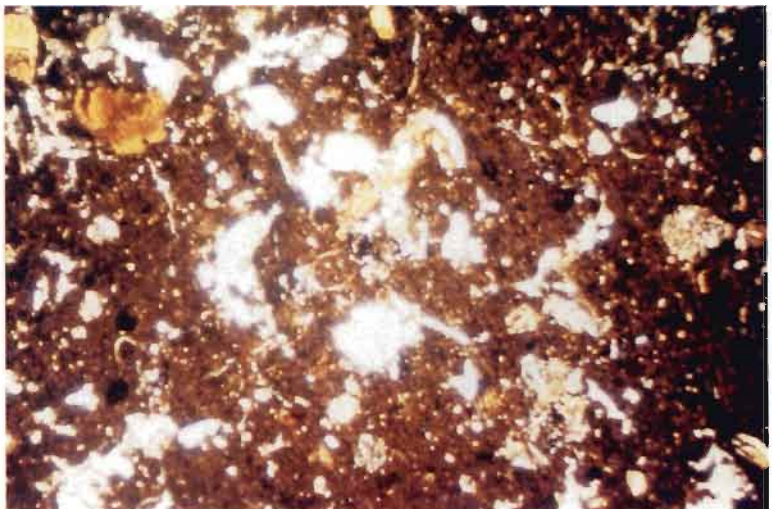
PLANCHE VI

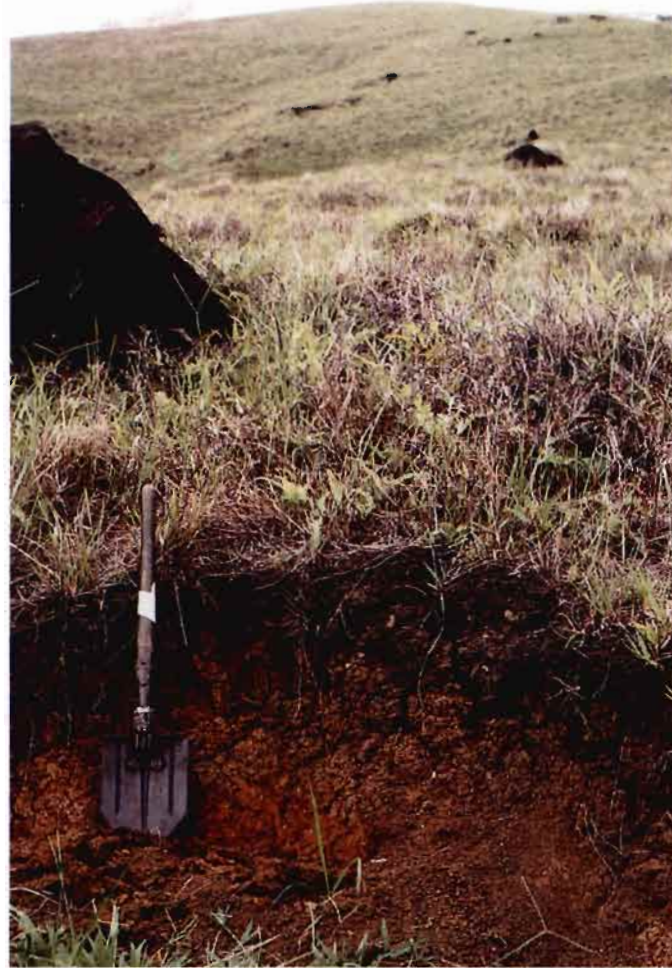
VUE 1 :
Micromorphologie
de l'horizon A_3 du
profil R 23 (Ech.
R 23.1). La photo
montre une
excellente
pédoplasation et
le bon
développement de
la porosité ($\times 105$).



VUE 2 :
Micromorphologie
de l'horizon B_1 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
($\times 105$).

VUE 3 :
Micromorphologie
de l'horizon A_3 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'accroître (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 \approx 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. SEGALIN 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.

Charles GROUZELLE et Jean TRICHET

ÉTUDE DES ÉLÉMENTS ÉMETTEURS GAMMA ISSUS DES RADIONUCLÉIDES PRIMORDIAUX (URANIUM 238 ET THORIUM 232) CONTENUS DANS LE SOL DE L'ÎLE DE RAPA

Associé à la présente expédition scientifique, le Service Mixte de Contrôle Biologique fut chargé de compléter les données existant sur la radioactivité naturelle de surface en Polynésie française (3).

Les résultats des mesures en spectrométrie gamma seront exposés après un rappel de la situation géographique des lieux de prélèvements. Les résultats de l'analyse pédologique des échantillons sont rapportés dans l'article de J. TRICHET et al. dans cette monographie, les échantillons étudiés portant les mêmes désignations dans ces deux articles. Après leur présentation, ces résultats seront comparés à ceux obtenus en Polynésie et dans le monde.

MATÉRIEL PRÉLEVÉ

Les trois baies explorées ont été :

- Agairao au nord,
- Anarua au sud,
- Ahurei au centre de l'île.

Le sol recueilli à l'altitude de 350 m (R 2) reposait sur un dôme de phonolite au sommet du versant nord de la vallée Ruapai (baie d'Agairao). Les sols prélevés à l'altitude la plus basse proviennent d'une tarotière de la baie d'Agairao et de la berge de la rivière se jetant dans cette même baie (R 3). Les autres sols prélevés à mi-pentes étaient des sols développés à partir de matériaux basaltiques.

MÉTHODES D'ÉTUDE

Les tranches de sols ont été détachées à partir d'une des parois verticales des fosses de prélèvements creusées jusqu'à une profondeur maximum de 50 centimètres.

Suivant le niveau d'affleurement du "mamu" (roche, généralement basaltique, en décomposition) les profils prélevés ont été découpés en deux, trois ou quatre couches de sol épaisses, chacune, de dix centimètres et notées A, B, C, D, de haut en bas.

Les mesures radiologiques ont été effectuées par le Service Mixte de Sécurité Radiologique dans les conditions suivantes :

- Séchage à 110°C jusqu'à obtention d'un poids constant,
- Homogénéisation grossière de chaque prélèvement par mélange manuel,
- Remplissage d'une géométrie de 500 cm³ et détermination de la masse par pesée,
- Mesure gamma sur détecteur germanium pendant une durée de 4 000 minutes.

Les résultats concernent les radionucléides émetteurs gamma appartenant à la famille :

de l'uranium 238 : 234 Th, 226 Ra, 214 Pb, 214 Bi,

du thorium 232 : 228 Ac, 212 Pb, 212 Bi, 208 Tl (figure 1),

et le potassium 40.

La mesure gamma résultant d'un comptage statistique des désintégrations est assortie du calcul de l'écart-type qui sera joint aux résultats.

RÉSULTATS ANALYTIQUES ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

Dans la présentation des résultats une méthode graphique est adoptée pour tenir compte de l'incertitude liée à la mesure et faciliter la comparaison entre les activités des radioéléments détectés dans les divers sols (figures 2, 3, 4, 5).

Chaque élément primordial 238 U ou 232 Th formé au commencement de l'univers induit une série de radioéléments qui, en raison du temps écoulé, devrait être en équilibre (équilibre séculaire). Dans un tel système le nombre d'atomes créés est égal au nombre d'atomes transmutés et ceci tout au long de la chaîne. Par suite, l'activité (nombre de désintégrations par seconde) est la même pour tous les radioéléments. L'observation des figures 2 à 5 révèle cependant trois anomalies :

- Un déficit est apparent en 208 Tl dans la famille du 232 Th. En réalité l'élément 208 Tl est issu d'un embranchement au niveau du 212 Bi (figure 1) et ceci à raison de 36 %. En tenant compte de cette remarque, nous pouvons retrouver l'activité du 212 Bi à partir de celle du Thallium.

- L'activité du 226 Ra présente la plus grande variabilité par rapport à son ascendant le long du profil des sols. Ce cas appelle des remarques d'ordre métrologique et physicochimique.

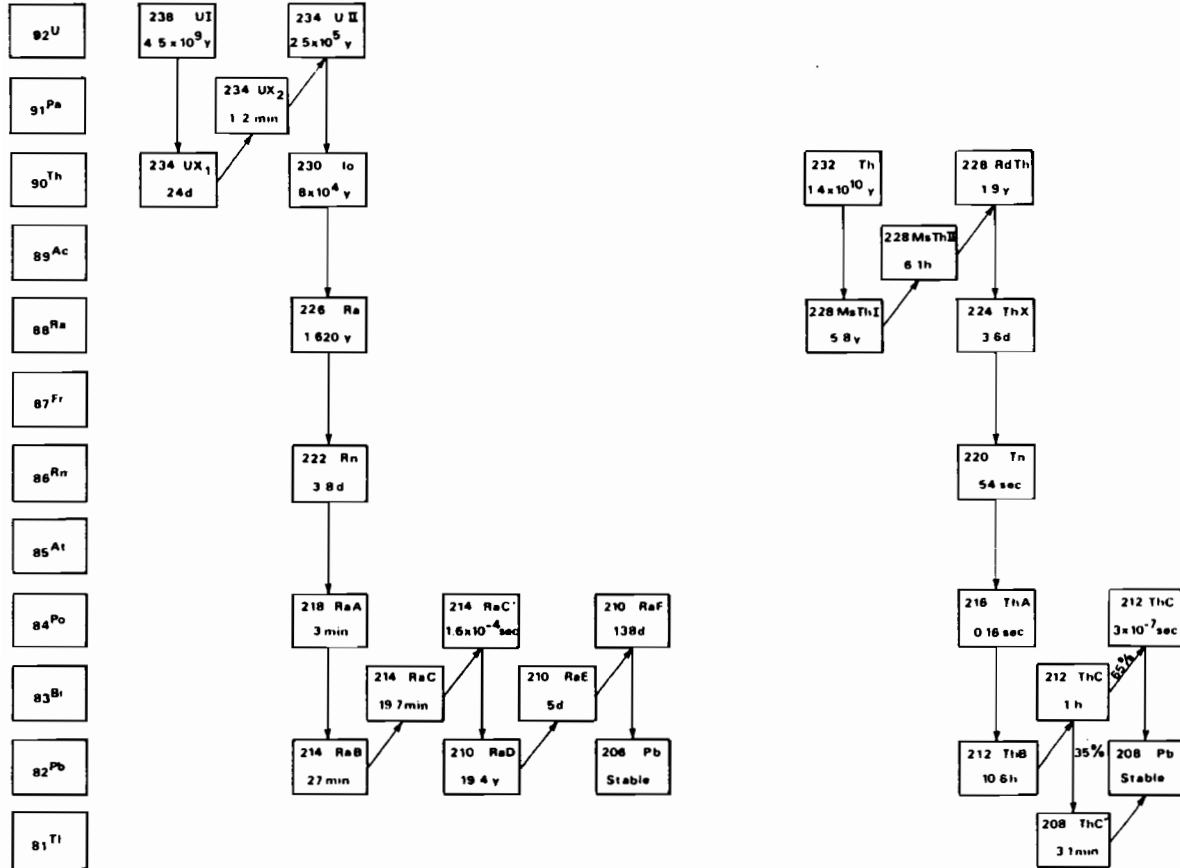


FIGURE 1 – Schéma de filiation des éléments participant à la radioactivité naturelle des sols étudiés.

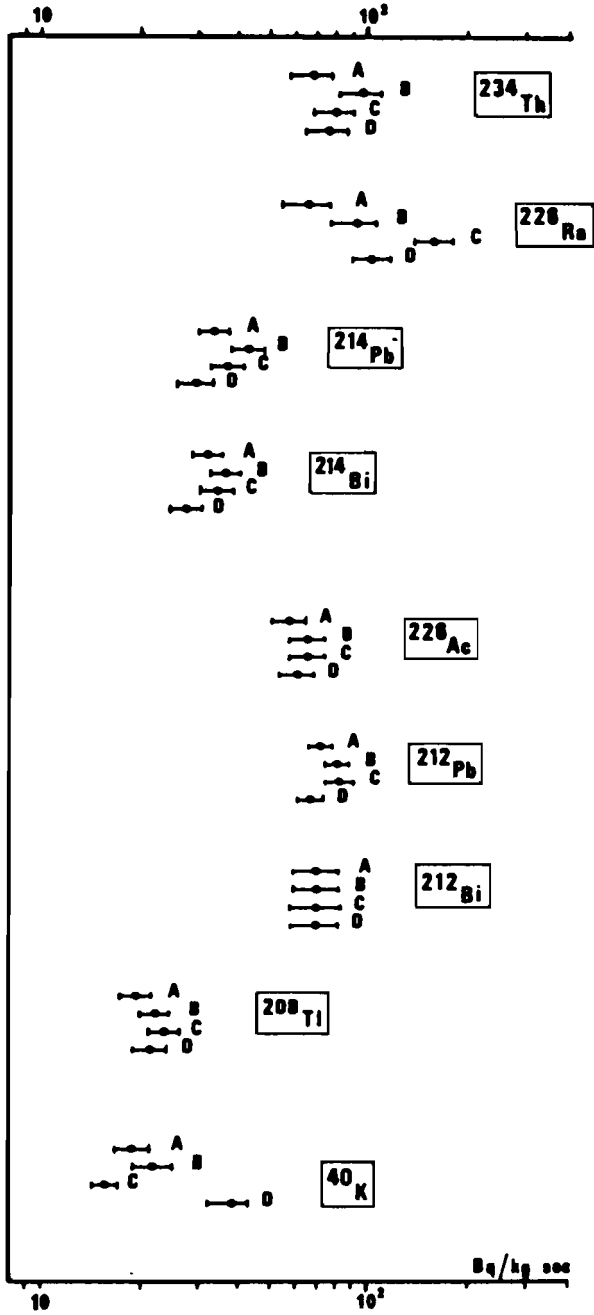


FIGURE 2 a – Baie d'Agairao (sommet) : Sol ferrallitique fortement désaturé, pénévoilé d'érosion, humique sur phonolite. (art. TRICHET et al., ref. R 2, tabl. IV.)

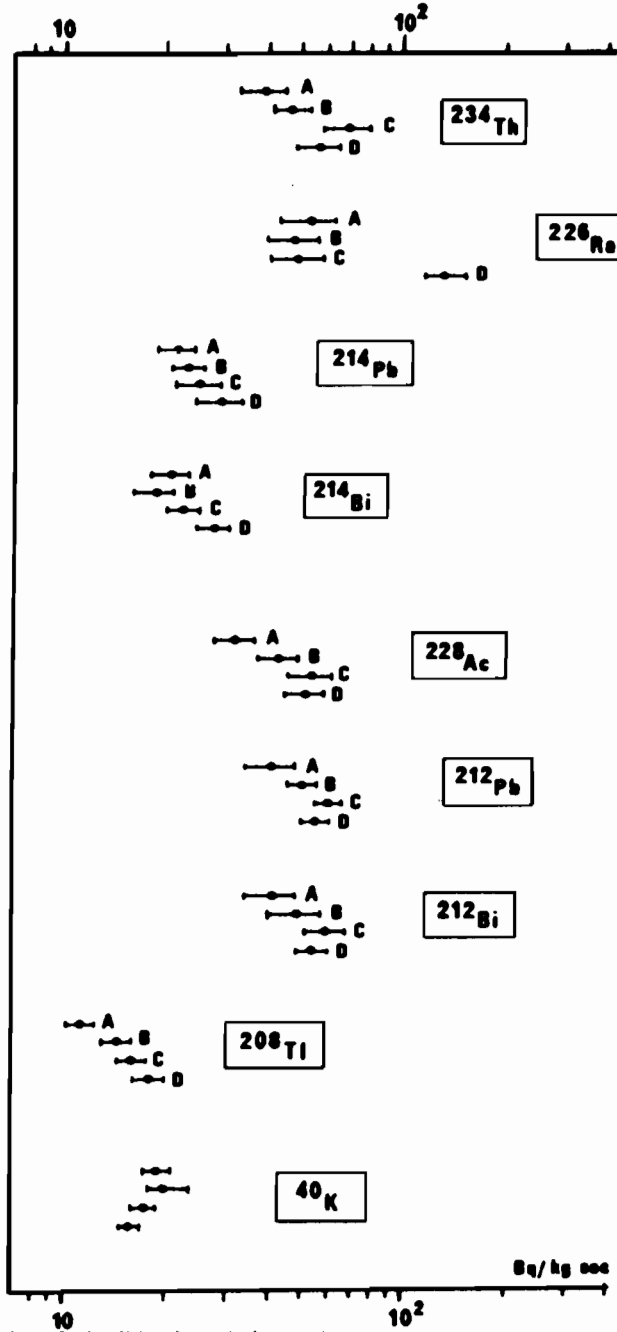


FIGURE 2 b - Baie d'Agairao (mi-pente) : Sol ferrallitique moyennement désaturé, pénévulé d'érosion, humique sur basalte. (art. TRICHET et al., ref. R 5, tabl. II.)

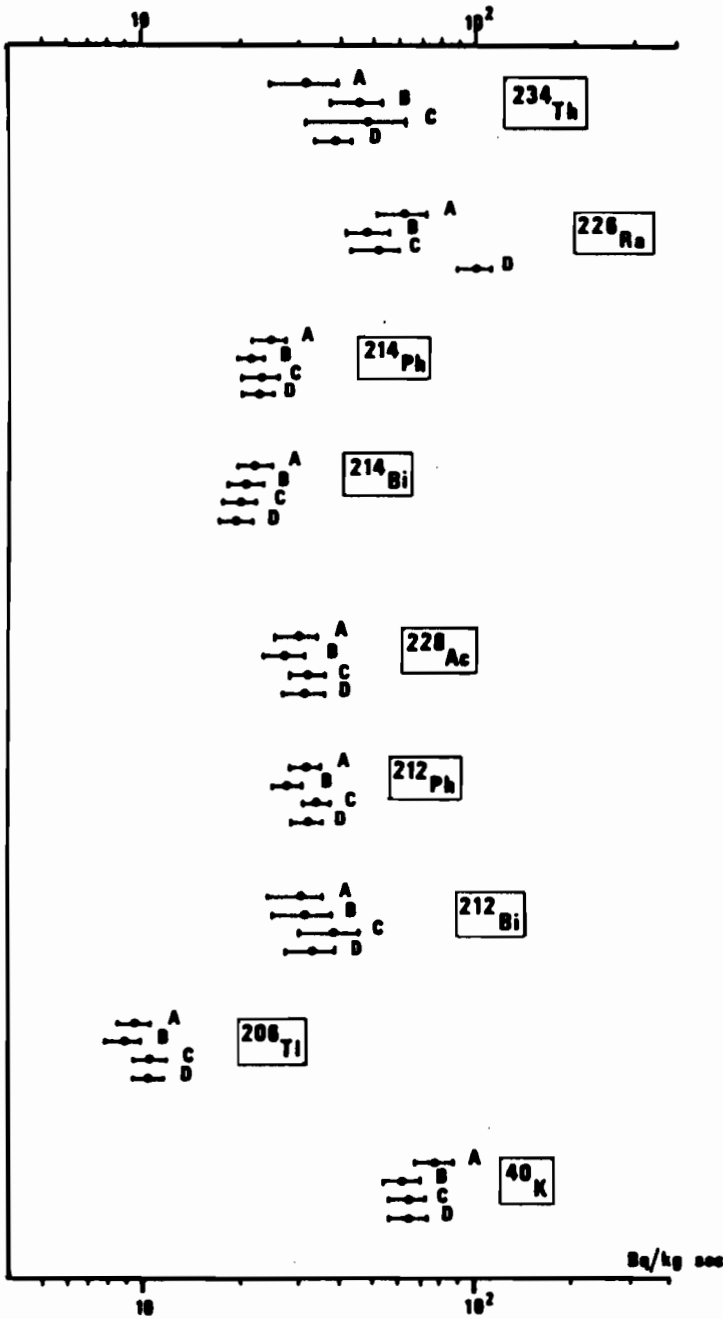


FIGURE 3 a – Baie d'Agairao (bas de pente) : Sol peu évolué d'apport colluvio-alluvial sur matériaux d'évolution ferrallitique d'origine basaltique. (art. TRICHET et al., ref. R 3, tabl. VI.)

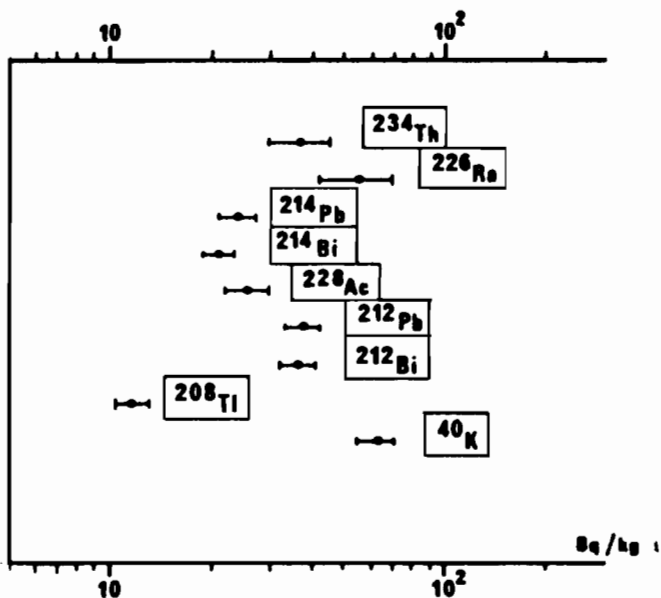


FIGURE 3 b – Baie d'Agairao (tarotière).

- Métrologie : l'incertitude sur les mesures du radium n'est pas supérieure à celles estimées pour les autres radioéléments et reste constante lors de la mesure des différents échantillons de sols.
- Physicochimie : pour un même sol, les activités des niveaux A, B, C, D sont très dispersées et dépassent souvent celle de l'ascendant ^{234}Th . Les périodes des pères du radium (^{234}U et ^{230}Th) situés entre lui et le ^{234}Th sont de l'ordre de cent mille ans chacune, périodes propices à un fractionnement, c'est-à-dire à une évolution de la teneur en ces éléments par modification physicochimique du milieu (le ^{226}Ra est adsorbé par la matière organique, les argiles, ainsi que par les oxydes de fer et de manganèse (1, 2).
 - Les activités du ^{214}Pb et du ^{214}Bi sont inférieures de moitié à celles du ^{226}Ra . Ceci s'explique par la volatilité de l'élément intermédiaire, le ^{222}Rn (2). Ici pour s'affranchir des variations d'activité pouvant intervenir au sein d'une tranche de sol chaque prélèvement a été homogénéisé avant mesure, ce qui a entraîné un déficit en ^{222}Rn et par suite en ^{214}Pb et ^{214}Bi .
 - La teneur en ^{40}K de chaque prélèvement est proportionnelle à la concentration du potassium stable. Celle-ci est renforcée en surface par l'accumulation de débris végétaux et à la base des profils des sols par la présence de minéraux en voie d'altération, notamment, au droit des roches mères riches en potassium (phonolite, R 2).
 - La variabilité géographique de la teneur en potassium des différents sols est aussi fonction de la structure de la phase minérale qui détermine la rétention de

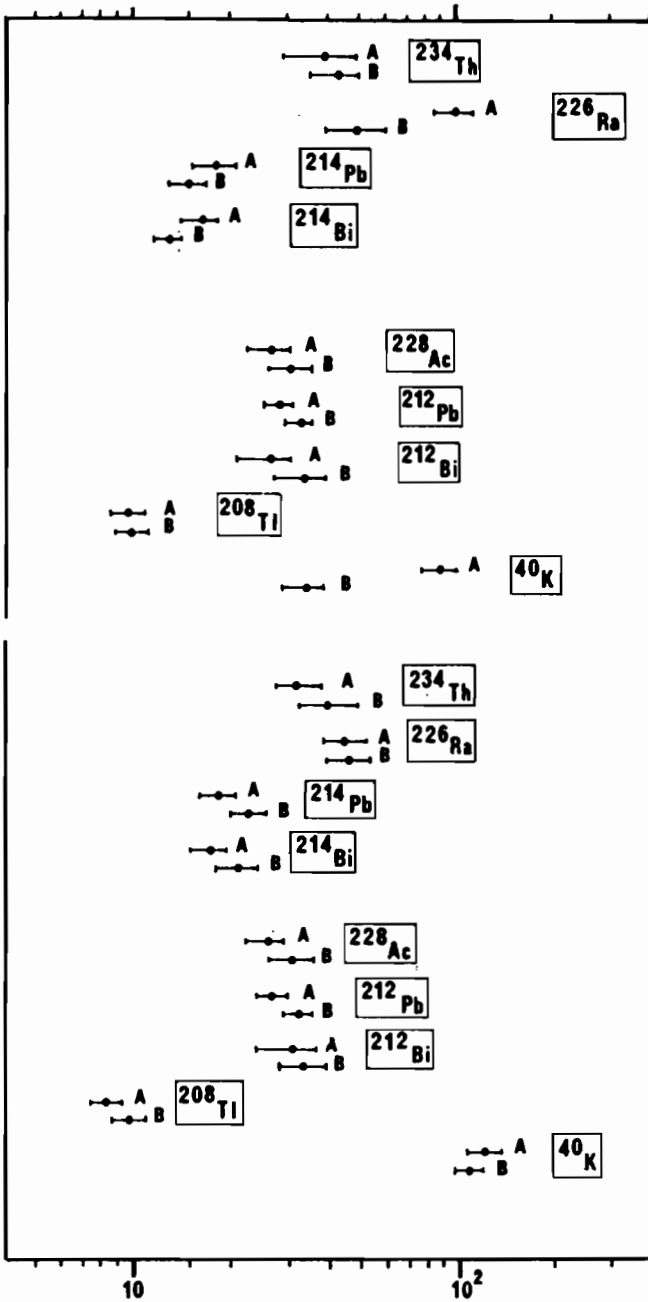


FIGURE 4 - Baie d'Anarua (mi-pente):
Sols peu évolués d'érosion brunifiés. (art. TRICHET et al., ref. R 10 et R 11, tabl. I.)

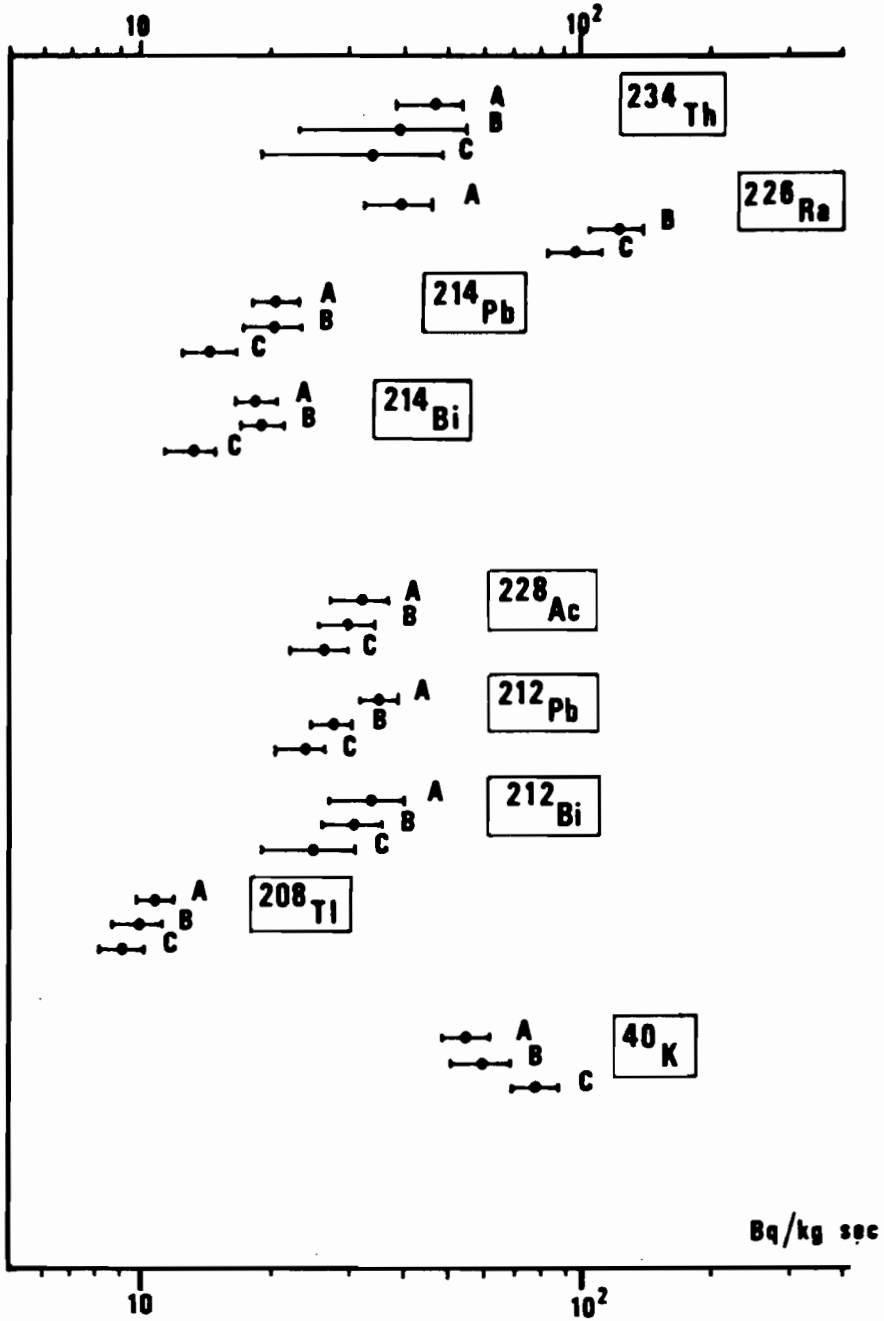


FIGURE 5 - Baie d'Ahurei :
 Sol brun, eutrophe, tropical, peu différencié, d'érosion sur basalte et pente forte. (art. TRICHET et al., ref. R 15, tabl. I.)

cet élément. La présence essentielle d'argiles de type halloysite dans les sols d'altitude explique sa faible rétention dans les sols situés sur les sommets où l'activité en 40 K est inférieure à 50 Bq.kg^{-1} contre 60 et 70 Bq.kg^{-1} dans les sols de bas de pente. Dans ces derniers, l'augmentation de la teneur en potassium est due à une plus grande richesse en minéraux argileux à forte capacité d'échange ainsi qu'à la présence d'élément de roche en décomposition.

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS A RAPA ET DANS D'AUTRES RÉGIONS DU MONDE

Pour s'affranchir des anomalies précédemment évoquées dans la discussion, nous retiendrons comme radioéléments représentatifs de chacune des familles le 234 Th, descendant de l'uranium 238 et le 228 Ac, descendant du 232 Th. Pour chaque lieu de prélèvement, le nombre pris en considération sera celui de la médiane calculée à partir des niveaux A, B, C, D, incertitudes comprises...

A. Cas de l'île de Rapa (tableau I).

Situation	Baie de Agairao				Baie d'Anarua		Baie d'Ahurei
	Sommet R 2	Mi-pente R 5	Bas R 3	Taro-tières	Mi-pente R 10	Mi-pente R 11	Mi-pente R 15
Famille de l'U 238 234 Th	84 ± 25	56 ± 23	44 ± 19	37 ± 8	39 ± 10	38 ± 11	37 ± 18
Famille du Th 232 228 Ac	64 ± 10	45 ± 17	30 ± 7	36 ± 5	29 ± 7	29 ± 7	30 ± 7
Rapport 234 Th 228 Ac	1,3	1,2	1,5	1,0	1,3	1,3	1,2
40 K	16 ± 7 40 ± 6	17 ± 8	71 ± 17	62 ± 8	85 ± 12 32 ± 5	120 ± 15 105 ± 13	59 ± 11 90 ± 11

TABLEAU I – Activités en Bq.kg^{-1} de sol sec des différentes baies de Rapa. Les activités du 234 Th et 228 Ac étant assez homogènes aux différentes profondeurs, les valeurs portées dans le tableau ci-dessus correspondent aux médianes, incertitudes des mesures comprises. Les opérateurs + et - mentionnent les maxima et minima. Les activités du potassium 40 pour les différentes profondeurs ne se recouvrant pas toujours, même en tenant compte de l'incertitude de la mesure, nous avons regroupé les valeurs proches puis procédé comme pour les deux autres radioéléments en calculant la médiane. Pour chaque lieu la valeur citée en premier correspond aux niveaux supérieurs.

A mi-pente et en bas de pente, l'activité est identique pour chacune des familles quelle que soit la baie d'origine. Par contre, sur le dôme de phonolite (R 2), l'activité due aux familles de l'uranium et du thorium est nettement plus forte.

Le rapport de l'activité du ^{234}Th à celle du ^{228}Ac varie de 1 à 1,5 avec une moyenne de 1,3.

Dans chaque baie, les sols situés en hauteur ont une faible activité en 40 K et par suite une concentration en potassium moindre que celles des sols situés plus bas. Cette observation a été faite également dans l'île de Tahiti.

B. Comparaison entre Rapa et les autres îles de la Polynésie (tableau II).

Situation	Iles Hautes				Iles Basses (Atoll)			
	Rapa Ahurei	Tubuai	Tahiti		Hiva Oa	Rangiroa	Reao	Tureia
			Haut	Bas				
Famille de l'U 238 ^{234}Th	37 ± 18	41 ± 27	86 ± 22	18 ± 14	35 ± 26	22 ± 19	18 ± 16	21 ± 16
Famille du Th 232 ^{228}Ac	30 ± 7	≤ 5	46 ± 12	22 ± 7	20 ± 8	≤ 3	≤ 3	≤ 3
Rapport $\frac{^{234}\text{Th}}{^{228}\text{Ac}}$	1,2	-	1,9	0,8	1,8	-	-	-
40 K	59 ± 11 90 ± 11	≤ 47	≤ 12	36 ± 30	370 ± 120	≤ 20	≤ 19	≤ 8

TABLEAU II – Comparaison de l'activité (Bq.kg^{-1}) des sols de Rapa et de la Polynésie.

Ces résultats représentent la médiane des valeurs maximales et minimales, incertitudes de mesures incluses.

DUCOUSSO (3) a mis en évidence la répartition inégale de la radioactivité entre les îles hautes et basses (atolls).

Les résultats des mesures retenues ici, à titre de comparaisons, sont relatifs aux prélèvements de mi-pente, complétés pour Tahiti par des mesures en altitude.

En tenant compte de ce qui précède (tableau I) les sols de Rapa seront représentés par celui de la baie d'Ahurei.

Le tableau II illustre la faible représentation de la famille du thorium 232 dans les îles basses constituées par des coraux ayant accumulé l'uranium naturel de l'eau de mer au cours de leur vie. Cette propriété est également rencontrée dans les prélèvements effectués en bordure d'un lagon d'île haute (Tubuai), sol marquant la transition entre les deux types d'île.

Dans les sols d'îles hautes, la famille de l'uranium semble être mieux représentée que celle du thorium 232; cependant, le faible nombre d'échantillons et l'absence de dosage des radionucléides primordiaux ^{238}U et ^{232}Th , ne peuvent transformer ce résultat en certitude. Les résultats de Tahiti (haut) sont à rapprocher de ceux de Rapa, sommet (tableau I).

L'activité en 40 K des sols en bas de pente des îles hautes est supérieure à celle des sols couvrant les sommets de ces îles et les îles basses (atolls), le facteur multiplicatif pouvant atteindre dix.

C. Comparaison des activités du ^{226}Ra dans les sols de Rapa à celles des sols d'autres régions du monde (tableau III).

	<i>Rapa</i>	<i>Etats-Unis</i>	<i>U.R.S.S.</i>	<i>Europe</i>	<i>Inde</i>	<i>France (Auvergne)</i>
Maxi	155 ± 21 *	155	78	140	350	31 ± 2 *
Mini	39 ± 7 *	8,5	19	3	16	
K	11-120	26-260	11-90			550

TABLEAU III – Comparaison de l'activité du ^{226}Ra des sols de Rapa et de certains sols de l'hémisphère nord. L'unité employée est le Bq.kg^{-1} de sol sec.

* Incertitude de la mesure.

Les mesures effectuées lors de cette étude ne portant uniquement que sur la mesure gamma des radioéléments naturels, la comparaison avec les données mondiales (4, 5, 6) ne peut être effectuée que par l'intermédiaire du ^{226}Ra , élément universellement analysé.

Dans le tableau III, à l'exception des données indiennes recueillies sur un sol reconnu comme étant parmi les plus actifs, il apparaît que le niveau maximum de l'activité du radium à Rapa est comparable à celui habituellement trouvé sur le continent nord américain et européen. Les sols de Rapa étant quasiment tous issus de la décomposition du basalte, leur diversité est restreinte ce qui induit de faibles différences entre les activités maximales et minimales.

CONCLUSION

Le spectre de l'activité des sols de Rapa ne s'écarte pas de celui trouvé dans les autres îles hautes du Pacifique. Il se caractérise par une différence notable entre les activités en 40 K des sols proches de la plaine côtière et des sols situés à plus haute altitude. Dans ces derniers, la faible concentration en 40 K est due pour l'essentiel à une intense migration du potassium. En ce qui concerne les activités

des descendants de l'uranium 238 et du thorium 232 celles-ci sont proches mais leurs valeurs respectives peuvent s'élever dans des sols développés sur certaines roches volcaniques, comme ici, le sol R 2 développé sur phonolite.

BIBLIOGRAPHIE

1. COOPER M.B., STANNEY K.A. and WILLIAMS G.A. (1981), *An investigation of speciation of radionuclides in sediments and soils*, Australian Radiation Lab. ARL/TR-39, 15 pages.
2. GASCOYNE M. (1982), "Geochemistry of the actinides and their daughters", in *Uranium series disequilibrium. Applications to environmental problems*, Yvanovich M. and Harmon R.S. ed., Oxford, Clarendon Press, p. 368-374.
3. DUCOUSSO R., GUEZENGER J.M., BOUTTE J. et MADELMONT C. (1982), *Étude de l'irradiation naturelle externe en Polynésie française. Comparaison entre île haute (Tahiti) et un atoll (Hao)*, Paris, Commissariat à l'Énergie Atomique, Rapport : CEA-R-5148.
4. MYRICK T.E., BERVEN B.A. and HAYWOOD F.F. (1982), "Determination of concentration of selected radionuclides in surface soil in the U.S.", *Health Physics*, 45, p. 631-642.
5. KLECHKOVSKI V.M., POLIKARPOV G.C. and ALEKSACHIN P.M. (1973), "Behaviour of natural radionuclides in soils" in *Radioecology*, New-York, John Wiley, p. 3-39.
6. IYENGAR M.A., RAJAN M.P., GANAPATHY S. and KAMATSU P.P. (1978), "Source of natural radiation exposure in a low-Monazite Environment" in *Natural Radiation Environment III* (Gesell T. and Lowder W.M. ed.), Houston, Texas, April 23-28 1978, t. 2. Washington U.S. Department of Energy, Technical Information Center, CONF-780422.

Patrick FOURMONT*, Jean TRICHET** et Boris ALPERN*

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DU CHARBON DE RAPA

La mission effectuée en janvier-février 1984 a permis d'observer et d'échantillonner la formation volcano-sédimentaire contenant le "charbon de Rapa".

Ce "charbon", nous le verrons, correspond plutôt, quant à son rang, à une tourbe ou à un lignite de très faible rang. Mais le terme de charbon n'est cependant pas tout à fait usurpé car, outre qu'il est constitué de matière organique concentrée au sein de certaines strates (et correspond donc à ce que les Géochimistes et les Pétrographes organiciens désignent sous le terme général de "charbon"), ce matériau possède des propriétés calorifiques originales qui le rapprochent des houilles. Ces propriétés résultent, nous allons le voir, de son imprégnation par des bitumes lors de la mise en place de venues volcaniques à son contact.

Connu depuis plus d'un siècle (HALL, 1869) et rendu célèbre par les espoirs d'exploitation qu'il avait vite fait naître dans les esprits (DESCHANEL, 1888) ce charbon affleure sous la crête reliant les monts Tanga et Vairu (L, première lettre de Lignite, figure 1).

Il a été jusqu'à présent essentiellement étudié sous l'angle paléobotanique et particulièrement palynologique (CRANWELL, 1964, 1979). Cet auteur a reconnu la variété des végétaux dont la matière carbonée avait participé à la genèse de ce charbon (algues, fougères du genre *Cyathea*, angiospermes de la famille des Myrtacées, de Pipéracées, des Rubiacées, des Sapindacées, des Palmiers...) mais a aussi été la première à fournir des informations sur les propriétés physico-chimiques de celui-ci (CRANWELL, 1964). Les échantillons analysés apparaissent comme constitués d'un matériau sombre relativement dur, pourvu de cendres (7 % environ) et contenant à peu près autant de carbone fixe (environ 50 %) que de carbone volatil (43 % environ). Cette propriété en faisait à priori

* Université d'Orléans, Laboratoire de Géologie Appliquée; Groupe d'Étude des Combustibles Fossiles.

** Université d'Orléans, Laboratoire de Géologie Appliquée.

un matériau original dans la mesure où une telle composition est celle d'un matériau fort peu évolué (lignite) ne présentant pas les propriétés physiques de dureté, de couleur et de consistance du charbon de Rapa.

Une observation faite au cours de cette mission fournit une première explication à cette apparente contradiction (figure 2) : il apparaît en effet que la série volcano-sédimentaire contenant ce charbon a été traversée par un, ou

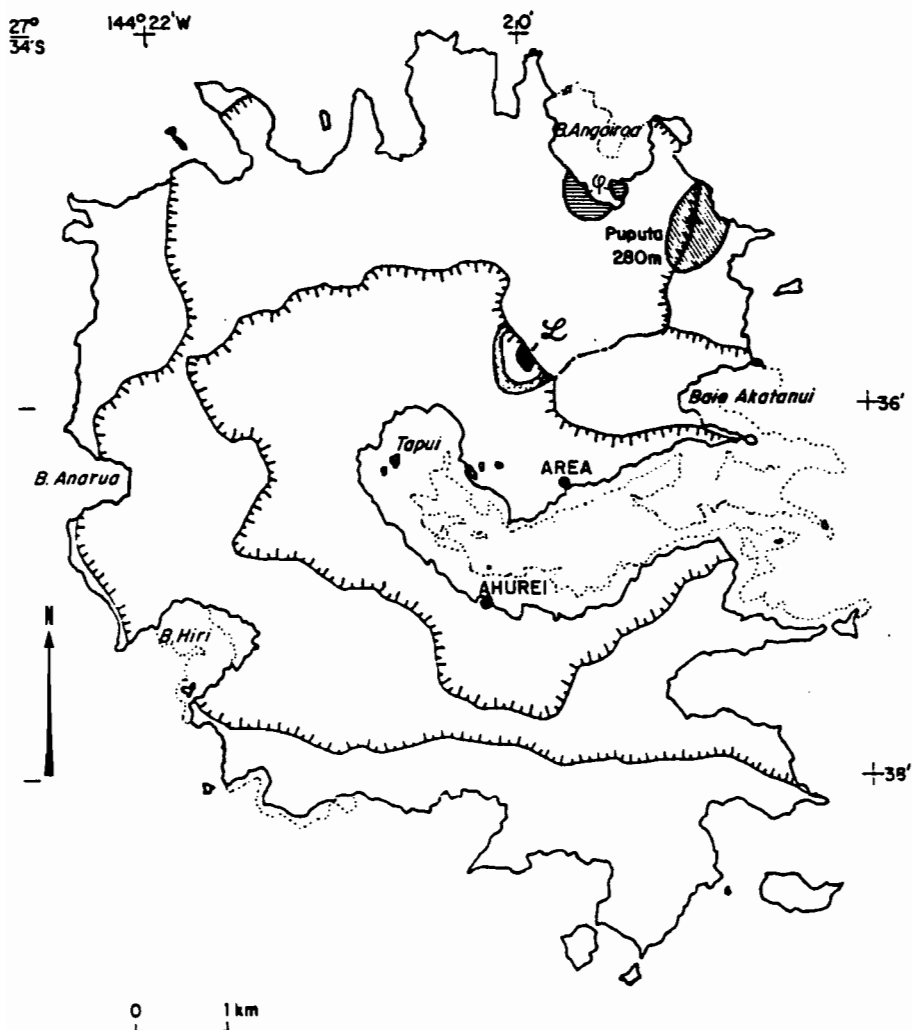


FIGURE 1 - Carte géologique de l'île de Rapa montrant la position du charbon (marqué par la lettre L) par rapport aux unités volcaniques constituant l'île. Emprunté à BROUSSE et GELUGNE, 1986 (ce volume).

plusieurs, dykes de roches volcaniques (ankaramite; BROUSSE et GELUGNE, 1986) qui ont fait subir à ce sédiment tourbeux un certain pyrométamorphisme aboutissant, notamment, au développement d'une auréole palissadique au contact entre le dyke et le sédiment (figure 2). Un tel processus s'accompagne de phénomènes de déshydratation et, d'une manière générale, de l'évolution des propriétés physiques du sédiment carboné dans le sens de celles qui ont été observées dans les échantillons prélevés.

Si une telle observation fournit un élément d'explication des propriétés physiques de ce charbon nous verrons, à travers son étude pétrographique, que sa richesse en composés volatils résulte elle-même d'un processus probablement lié à l'épisode de thermométamorphisme et qui s'est manifesté par l'imprégnation de cette tourbe par des bitumes engendrés au cours de la pyrolyse de matières organiques issues de végétaux supérieurs.

Au total l'histoire du charbon de Rapa nous apparaîtra comme complexe et originale et permettra de mieux comprendre les propriétés qu'y avait reconnues CRANWELL (1964).

L'on doit à R. BROUSSE (BROUSSE et GELUGNE, 1986) d'avoir précisé la structure géologique de la dépression dans laquelle se sont accumulés les débris organiques qui ont été à l'origine du charbon. Cette dépression s'est formée au droit d'un ancien lac de lave dont le refroidissement du toit aurait conduit à une dépression lacustre ayant joué le rôle de piège pour des restes organiques issus d'une végétation adjacente.

Les niveaux carbonés sont encore difficilement visibles à cause de la topographie qui les recoupe et de la végétation qui les recouvre. Ils ont pu être reconnus sur une puissance d'environ 2 mètres d'une part dans un site où se voit leur contact avec le dyke d'ankaramite qui les a recoupés (figure 2) et, d'autre part,

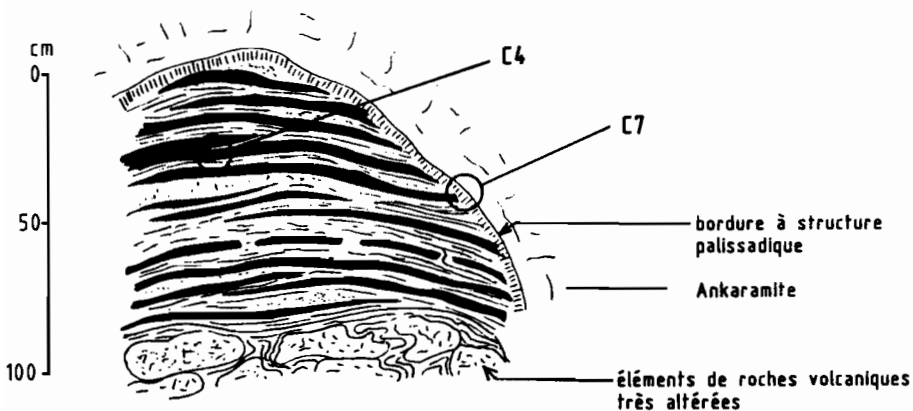


FIGURE 2 - Vue d'une partie de l'affleurement du charbon de Rapa visible en 1984 et, en particulier, du contact de la série charbonneuse et du dyke d'ankaramite l'ayant recoupée. Échantillons prélevés C 4 et C 7. En noir, lits de charbon.

dans un site situé à 2 mètres au-dessous du précédent, au sein d'un dépôt volcano-sédimentaire typique (figure 3).

Dans l'un et l'autre cas, les strates de charbon apparaissent peu épaisses (quelques mm à une vingtaine de cm) et alternent avec des matériaux argileux (argiles d'altération, sans doute de matériaux volcaniques fins) et sablo-argileux (résidus d'altération de matériaux volcaniques à structure microlithique, souvent encore reconnaissables). L'injection d'argiles entre des blocs de charbon qu'elles sous-tendent (figure 3) témoigne de mouvements et de remaniements discrets syn- et post-sédimentaires.

Les analyses que nous avons appliquées à ce charbon ont été de deux sortes : la première a été une analyse pétrographique, réalisée selon les méthodes classiques de la Pétrographie des charbons et des constituants organiques des sédiments, la seconde, exploratoire, a consisté à déterminer certaines propriétés physico-chimiques de la roche : analyse élémentaire (C,H,O,N,S), analyse immédiate (teneurs en cendres, humidité, capacité de rétention pour l'eau) et propriétés thermiques (pouvoir calorifique et pyrolyse ROCK-EVAL). Six échantillons au total ont été analysés. Leur position à l'affleurement est précisée dans les figures 2 et 3.

1. Analyse pétrographique.

Les échantillons se sont avérés suffisamment riches pour être l'objet d'un enrobage (résine Epoxy) et d'un polissage direct sans concentration particulière.

Les planches I à III montrent les éléments et les structures reconnaissables sur des sections polies et susceptibles d'être étudiées par les méthodes de la réflectométrie et de la fluorimétrie.

Nous distinguerons le cas des échantillons de charbons et de sédiments non affectés directement par le pyrométamorphisme de celui de l'échantillon C 7 prélevé dans la bordure palissadique s'étant développée sous l'influence de l'intrusion du dyke d'ankaramite (figure 2).

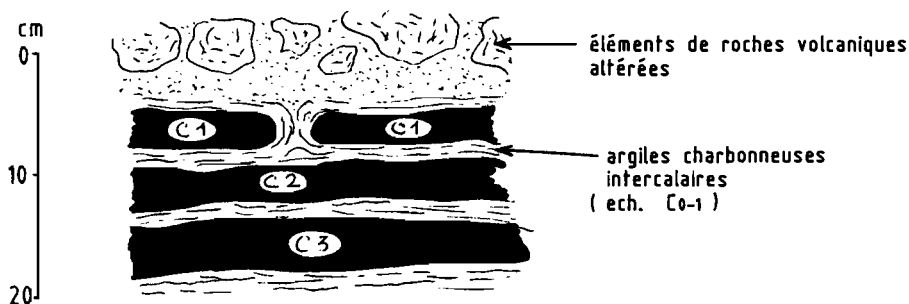


FIGURE 3 – Vue d'une partie de l'affleurement du charbon de Rapa visible en 1984. Cette partie de l'affleurement est située à 2 mètres en contrebas de la précédente (fig. 2). Échantillons prélevés C 0-1, C 1, C 2, C 3.

A. Cas des échantillons de charbons (C 1, C 2, C 3, C 4) et de sédiments (CO-1) n'ayant pas été au contact du dyke d'ankaramite.

On retiendra de l'étude pétrographique les résultats suivants :

1. Prédominance de *matériel gélifié*, souvent finement micrinitisé et minéralisé (sulfures et argiles) et non totalement compacté (porosité encore visible). Les macéraux suivants appartenant au groupe de l'huminite (précurseur de la vitrinite) ont été reconnus : densinite (dominante), gélinite, corpohuminite et humotélinite (ulminite). L'ensemble de ces macéraux présente une fluorescence brun foncé (photos 1 et 3, planche I).

2. L'inertinite est surtout représentée par des sclérotés de champignons, assez abondants, mais aussi, plus rarement par de l'inertodétrinite et de la semi-fusinite (photo 3, planche I).

3. La liptinite est bien représentée, en particulier par de nombreuses spores libres de forme ronde (fluorescentes en vert à vert-jaune vif) mais aussi par quelques cuticules brunes (fluorescentes en vert-jaune) et de nombreux petits fragments de liptodétrinite (fluorescents en jaune-vert à jaune-brun).

4. Quelques formes brunâtres de grande taille pourraient être attribuées à des zooclastes (débris animaux) métamérisés dont les parties les plus sombres fluorescent en brun (photos 5 et 6, planche II).

5. Les fractures dans le matériel gélifié et les cavités des sclérotés sont remplies de produits fortement fluorescents en vert à jaune vif (photo 10, planche III).

6. Localement, des traces d'oxydation (?) peuvent être observées dans les secteurs les plus craquelés du matériel gélifié; leur pouvoir réflecteur (PR) est alors légèrement plus élevé que celui du matériel non craquelé (photo 4, planche I).

7. Les pouvoirs réflecteurs mesurés sur l'huminite dans les échantillons C 1 à C 4 sont les suivants :

	PR	τ	N
C1	0,262	0,033	50
C2	0,217	0,035	50
C3	0,228	0,034	50
C4	0,333	0,035	50

TABLEAU I

8. L'échantillon CO-1 (figure 3) est beaucoup moins riche en matériel gélifié que les échantillons C 1 à C 4. Les fragments gélifiés sont seulement fréquents, associés à quelques sclérotés. Ce matériel est beaucoup mieux visible en fluorescence qu'en réflectance. Il montre de nombreuses structures botaniques fluorescentes en vert à jaune vif et de nombreuses microspores donnant une fluorescence jaune-vert vif à jaune vif (photo 2, planche I). De plus, des substances fluorescentes de teinte vive remplissent les fractures et imprègnent l'ensemble de l'échantillon (photos 8 et 9, planche II).

B. Cas de l'échantillon provenant de la bordure palissadique du dyke d'ankaramite (C 7).

L'échantillon C 7 a macroscopiquement un aspect de charbon brûlé. Au microscope, le matériel qui le constitue a une teinte gris-clair assez homogène; il est massif mais finement poreux et on distingue encore çà et là quelques sclérotés.

Les fractures sont souvent remplies d'une substance orangée constituée d'un agglomérat de petites boules (photos 12 et 13, planche III). En lumière polarisée et analysée, on distingue une légère anisotropie générale de l'ensemble du matériel. Cependant, le long ou à proximité des fractures évoquées ci-dessus, des mosaïques fines à moyennes, bien délimitées en zones plus ou moins concentriques, sont nettement visibles (photos 11, 12 et 13, planche III).

Il s'agit donc d'un *coke naturel* issu de matériaux probablement de même type que les échantillons immatures évoqués dans le paragraphe précédent. De plus, ce coke renferme dans ses fractures des produits fluorescents analogues à ceux qui ont été observés dans les matériaux tourbeux intacts, avec un effet de concentration de ces produits à la limite coke/résine d'enrobage. Les secteurs situés de part et d'autre des fractures du coke ont donc été l'objet d'une cokéfaction un peu plus poussée que celle qu'ont connue les autres parties de l'échantillon.

C. Conclusion.

Nous sommes donc, dans l'ensemble de la partie du dépôt de charbon observée, en présence d'un matériau très peu évolué à la limite tourbe/lignite et possédant une réflectance de 0,21 % à 0,33 %. Cependant, les pouvoirs réflecteurs mesurés traduisent mal le rang de ces substances dans la mesure où ce sont surtout des processus biochimiques qui sont à l'origine de l'évolution des particules organiques et non des processus de diagenèse thermique. En effet, de tels processus de diagenèse thermique n'ont pas pu avoir une influence notable sur l'ensemble du dépôt puisqu'il n'y a pas eu enfouissement de celui-ci. Ces tourbes sont surtout formées de microdébris plus ou moins gélifiés et de liptinite.

L'échantillon C 7 présente, par contre, des marques d'effets thermiques francs qui se sont traduits par l'acquisition de la structure d'un coke naturel révélée en lumière polarisée (nicols croisés) par des figures d'anisotropie (mosaïques fines et moyennes) qui, généralement, ne se retrouvent que dans les cokes de bitumes ou dans certains charbons à cokes de très bonne qualité. Comme il est bien connu, par ailleurs, que ni les tourbes ni les lignites ne cokéfient, il faut admettre que l'échauffement brutal dû aux épanchements volcaniques a pu opérer une distillation partielle, notamment de liptinite présente en grande abondance, et que les bitumes ainsi produits ont été ensuite cokéfiés dans les parties les plus chaudes. Cette distillation est alors aussi bien à même de rendre compte des nombreux exsudats fluorescents qui remplissent les fractures ou les cavités des tissus botaniques et qui imprègnent l'ensemble de ces niveaux tourbeux. Les zones "oxydées" observées dans les échantillons C 1 à C 4 dans les secteurs les plus fracturés pourraient être, de la même façon, des manifestations thermiques

de moindre importance, témoignant de la diffusion partielle de la chaleur à partir du magma à la faveur des fractures.

L'origine des produits fluorescents peut cependant être envisagée d'une autre manière. Ceux-ci pourraient, en effet, aussi provenir, au moins en partie, d'huiles végétales héritées de la flore aux dépens de laquelle se sont formées les tourbes et qui a contenu, en effet, des genres riches en de tels produits naturels résineux (CRANWELL, 1964).

Cependant, les échantillons tourbeux étant assez pauvres en restes de tissus contenant des cavités remplies de sécrétions et en globules résineux, la première hypothèse (distillat) semble donc la plus plausible, mais la deuxième (héritage d'huiles végétales naturelles) ne peut être totalement exclue.

Une étude géochimique appropriée pourrait permettre de trancher entre ces deux hypothèses en renseignant sur la nature et l'origine des produits fluorescents imprégnant ces tourbes.

II. Analyses physico-chimiques.

Celles-ci ont comporté une analyse ROCK-EVAL pour l'ensemble des échantillons et une caractérisation plus particulière de l'échantillon C 3 par les méthodes de l'industrie charbonnière.

A. Pyrolyse ROCK-EVAL.

Le tableau II donne les résultats du dosage du carbone organique et les valeurs de divers indices de la pyrolyse ROCK-EVAL pour l'ensemble des échantillons.

Les résultats confirment les données de la Pétrographie.

L'index d'hydrogène - index révélateur de la capacité du matériau à engendrer des composés hydrocarbonés sous l'influence du chauffage - apparaît en effet comme remarquablement élevé (207 mg/g de C.org < IH < 508 mg/g de C.org) pour des produits organiques essentiellement issus de végétaux supérieurs.

A titre de comparaison, une tourbe issue, elle-aussi, de végétaux supérieurs dans le delta de la Mahakam (Indonésie) présente des valeurs de IH voisines de

	<i>C. org.</i> (%)	<i>I.H.</i> (mg/g de <i>C. org.</i>)	<i>I.O.</i> (mg/g de <i>C. org.</i>)	<i>T. max.</i> (°C)
C0-1	9,1	286	63	427
C1	36,9	508	56	410
C2	41,5	379	43	396
C3	37,6	361	49	396
C4	21,2	207	72	412
C7	31,0	6	18	-

TABLEAU II

100 mg/g de C.org jusqu'à une profondeur de 350 m (MONTACER, 1984), alors que des charbons rencontrés dans le même dépôt deltaïque montrent des valeurs de IH comprises entre 100 et 300 mg/g de C.org à des profondeurs supérieures à 1 000 m (BOUDOU, 1981). Une autre référence classique permettant la comparaison est fournie par la série pétrolifère du Bassin de Douala (Cameroun) où les valeurs de IH sont comprises entre 50 et 150 mg/g de C.org.

Les valeurs exceptionnellement élevées de l'index d'hydrogène des échantillons de Rapa sont, au total, plus voisines de celles de matières organiques de lignée II (matière organique planctonique) ($300 < IH < 750$ mg/g de C.org pour le Toarcien du Bassin de Paris, par exemple (ESPITALIÉ et al., 1973) que de celles de matières organiques peu évoluées de lignée III (végétaux supérieurs).

L'analyse pétrographique excluant une origine essentiellement planctonique pour cette matière organique et attestant, au contraire, l'origine fondamentalement ligno-cellulosique de celle-ci, de telles valeurs de IH s'expliquent bien si l'on tient compte de l'imprégnation du matériel tourbeux par des bitumes ou des produits lipidiques (dotés d'un fort index d'hydrogène) dont témoigne l'observation pétrographique.

Les valeurs de l'index d'oxygène confirment ce point de vue. Les valeurs mesurées sont, en effet, faibles (< 72 mg CO₂/g de C.org) pour des matières organiques peu évoluées d'origine ligno-cellulosique ($10 \neq 150$ mg CO₂/g de C.org pour les tourbes superficielles de la Mahakam et $10 = 70$ mg CO₂/g de C.org dans des charbons enfouis à 350 m dans ce même delta (MONTACER, 1984). La présence de composés bitumineux, relativement plus riches en hydrogène qu'en oxygène, en imprégnation dans les tourbes fournit alors une explication simple de la relative faiblesse de ces valeurs.

Les propriétés de l'échantillon de coke naturel C 7 se comprennent également aisément. Il s'agit d'un échantillon ayant subi une pyrolyse naturelle intense et dont les index d'hydrogène et d'oxygène sont alors naturellement très bas.

B. Propriétés physico-chimiques de l'échantillon C 3.

Le tableau III contient les résultats de l'analyse chimique ainsi que de la mesure du pouvoir calorifique de cet échantillon.

Les paramètres considérés comme les plus significatifs pour mesurer le rang de charbons peu houillifiés sont le Pouvoir Calorifique supérieur (PCs) sur produit pur, la capacité de rétention de l'eau et les teneurs en carbone et en oxygène.

Les valeurs de ces paramètres pour des tourbes ou pour des matériaux à la limite tourbe-lignite sont respectivement (ALPERN, 1969; STACH et al., 1975) :

- pour le PCs, de 1670 Kcal/kg pour une tourbe de pouvoir réflecteur voisin de 0,2 et de 3 500 Kcal/kg pour un matériau à la limite tourbe-lignite,
- pour la capacité de rétention en eau, supérieure ou égale à 75 %,
- pour les teneurs en carbone et oxygène sur produit pur et sec, voisines respectivement de 60 % et de 30 %.

Aucun de ces paramètres ne correspond, dans le charbon de Rapa, à une tourbe franche ou même à un matériau à la limite tourbe-lignite.

Les valeurs obtenues correspondent plutôt à un "Mattbraunkhle" (MattBrk

<i>Analyse élémentaire (%)</i>	<i>Sur brut</i>	<i>Sur sec (105°)</i>	<i>Sur pur et sec</i>		
Carbone	46,07	54,38	66,83		
Hydrogène	3,65	4,30	5,29		
Azote	0,58	0,68	0,84		
Oxygène	17,97	21,20	26,08		
Soufre total	0,67	0,79			
<i>Analyse immédiate (%)</i>					
Cendres sur humide	15,9				
Cendres sur sec	18,7				
Humidité	15,2				
Capacité de rétention de l'eau	24,2				
<i>Pouvoir calorifique (Kcal/kg)</i>	<i>Sur brut</i>	<i>Sur humide</i>	<i>Sur humide pur</i>	<i>Sur sec</i>	<i>Sur sec et pur</i>
PC sup.	4 275	3 821	4 700	5 041	6 200
PC inf.	4 011	3 528		4 828	5 940

TABLEAU III – Propriétés du charbon (éch. C3).

de la classification allemande) et même à un "Subbituminous A" (dans la classification américaine). Les valeurs du PCs notamment rapprocheraient les échantillons de Rapa de tels charbons de rang élevé (PCs sur humide et pur du MattBrk de Cologne = 4 000-5 500 Kcal/kg; PCs sur pur et sec de Subbituminous A = 5 833 à 6 389 Kcal/kg).

Il y a donc une discordance entre la réflectance des charbons de Rapa (qui sont de ce point de vue des tourbes ou des lignites très peu évoluées) et leurs propriétés chimiques et calorifiques qui indiquent un rang nettement plus élevé que celui des tourbes ou des lignites et semblable de ce point de vue à celui de houilles.

L'on doit à la Pétrographie d'avoir aisément décelé l'originalité de la composition de ces charbons et, avant qu'elles ne fussent mises en évidence et mesurées, d'avoir fourni l'explication des propriétés physico-chimiques remarquables et inhabituelles de ces charbons.

Ainsi que cela a déjà été suggéré, une étude géochimique des bitumes serait tout à fait à même de trancher entre les deux hypothèses évoquées plus haut pour expliquer l'origine des produits d'imprégnation.

On retiendra donc, au total, l'existence à Rapa de charbons de faible rang mais dont l'imprégnation par des bitumes leur confère des qualités très appréciables du point de vue calorifique.

La somme de cet intérêt énergétique et des intérêts paléobotanique (pour la reconstitution des flores passées) et géochimique (pour élucider l'origine et le mode de mise en place des bitumes ainsi que les modalités de la cokéfaction naturelle) justifie pleinement que soit précisée l'extension du corps sédimentaire contenant ces charbons.

Remerciements.

Nous remercions M^{lle} SOMERS, Chef du Département Analyses de l'INIEX qui a bien voulu se charger des analyses physico-chimiques de l'échantillon C 3 ainsi que M. MONTACER qui a assuré l'analyse des échantillons par pyrolyse ROCK-EVAL.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALPERN B. (1969), "Le pouvoir réflecteur des charbons français. Applications et répercussions sur la théorie de Duparque A.", *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXXXIX, p. 143-166.
2. BOUDOU J.P. (1981), *Diagenèse organique de sédiments deltaïques (Delta de la Mahakam, Indonésie)*, Thèse de Doctorat es-Sciences, Université d'Orléans.
3. CRANWELL L.M. (1964), Rapa Island coal and its microfossils : a preliminary report. In *Ancient Pacific Floras*, Univ. Hawai Press, p. 43-47.
4. CRANWELL L.M. (1979), "Pollen" in *Encyclopedia of Science and Technology*, Mc Graw Hill Book Cy., 3^e édit., p. 529-532.
5. DESCHANEL P. (1888), *Les intérêts français dans l'Océan Pacifique*, Éd. Berger-Levrault, Paris.
6. ESPITALIE J., DURAND B., ROUSSEL J.C. et SOURDON C. (1973), "Étude de la matière organique insoluble (kérogène) des argiles du Toarcien du Bassin de Paris : II. Étude en spectroscopie infrarouge, en analyse thermique différentielle et en analyse thermogravimétrique", *Rev. Inst. Franç. Pétrole*, t. XXVIII, p. 37-66.
7. HALL J.V. (1869), *The island of Rapa*, Trans. Mew Zeal. Inst., vol. 1, p. 128-134.
8. MONTACER M. (1984), *Contribution à l'étude de la matière organique des sédiments recoupés par le forage MISEDOR (Delta de la Mahakam, Indonésie)*, Thèse de Doctorat de Spécialité, Université d'Orléans.
9. STACH E., MACKOWSKY M.Th., TEICHMULLER M. TAYLOR G.H., CHANDRA D. and TEICHMULLER R. (1975), *Coal Petrology*, Gebrüder Borntraeger ed., 428 p.

PLANCHES

PLANCHE I

PHOTO 1 – Tissu gélifié (Ulminite) à cellules bien visibles dans la partie supérieure, compactées et déformées dans la partie inférieure.
Ile de Rapa, échantillon C 2, lumière réfléchie.

PHOTO 2 – Vue d'ensemble montrant des microspores et de nombreux produits fluorescents en jaune-vert à jaune vif.
Ile de Rapa, échantillons C 0-1, lumière fluorescente.

PHOTO 3 – Aspect très hétérogène du matériel gélifié (Densinite), fin et abondamment minéralisé. Au centre, un sclérote de champignon.
Ile de Rapa, échantillon C 3, lumière réfléchie.

PHOTO 4 – Zone fortement fracturée au sein de la matière gélifiée et dont le PR est sensiblement plus élevé.
Ile de Rapa, échantillon C 4, lumière réfléchie.

PLANCHE I

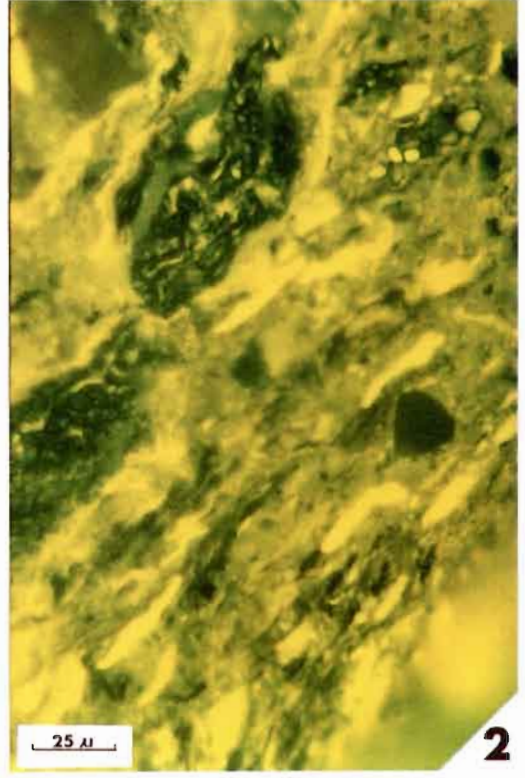
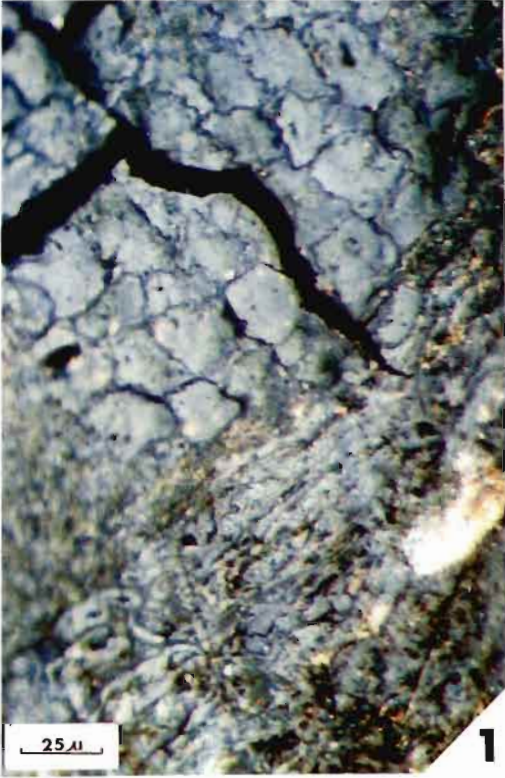


PLANCHE II

PHOTO 5 – Partie fragmentaire d'un zooclaste probable (?) révélant un aspect métamérisé.

Ile de Rapa, échantillon C 2, lumière réfléchie.

PHOTO 6 – Idem. Les zones les plus sombres en lumière réfléchie fluorescente en jaune-brun.

Ile de Rapa, échantillon C 1, lumière réfléchie.

PHOTO 7 – Sclérote à produits de remplissage (secondaire) fluorescents.

Ile de Rapa, échantillon C 0-1, lumière fluorescente.

PHOTO 8 – Vue d'ensemble montrant des microspores et de nombreux produits fluorescents en jaune-vert à jaune vif. Au centre, un globule fluorescent finement fracturé.

Ile de Rapa, échantillon C 0-1, lumière fluorescente.

PHOTO 9 – Idem. Autre aspect. On notera le remplissage des fractures perpendiculaires à la stratification par des produits fluorescents.

Ile de Rapa, échantillon C 0-1, lumière fluorescente.

PLANCHE II

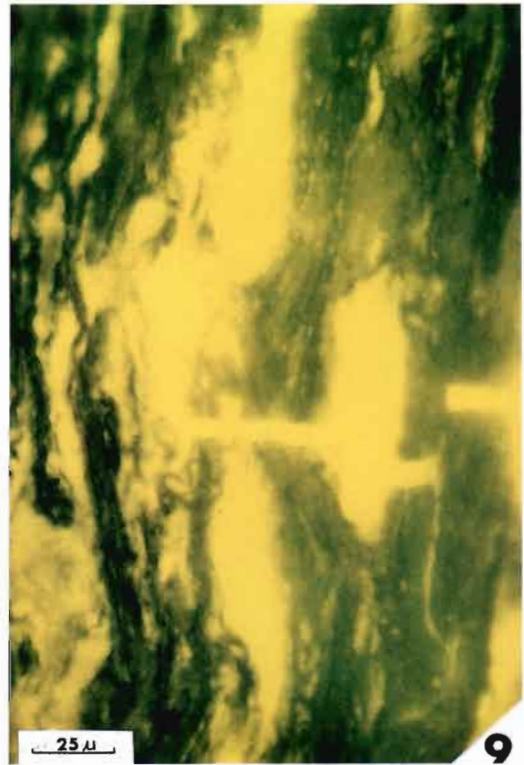
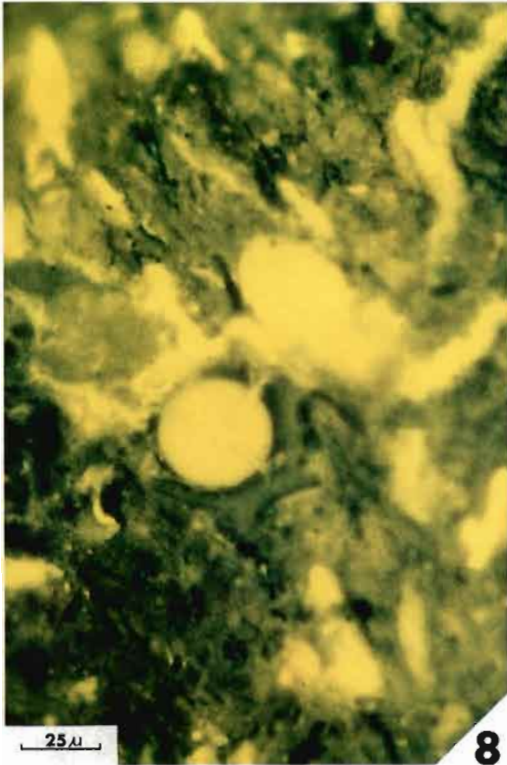
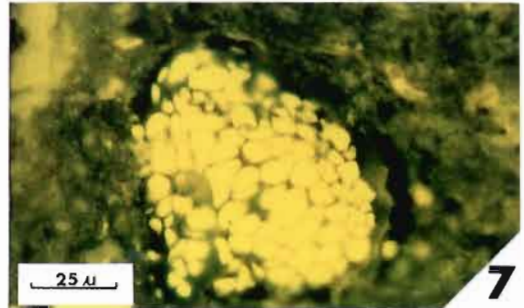
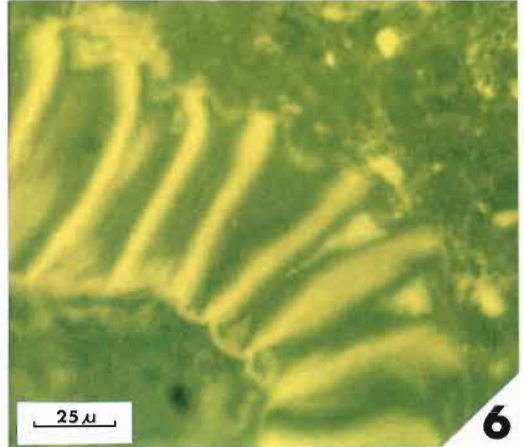


PLANCHE III

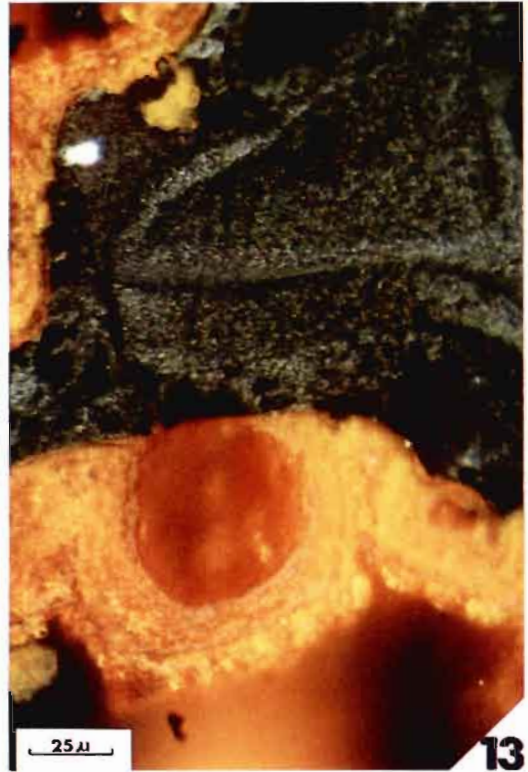
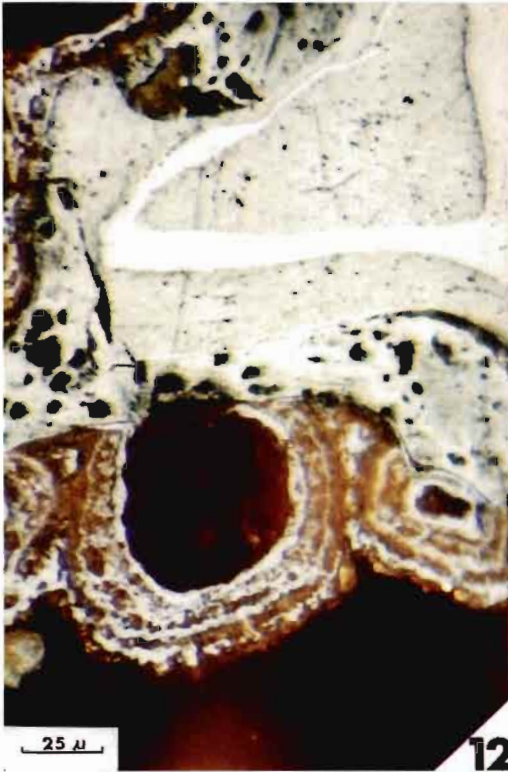
PHOTO 10 – Remplissage secondaire par des produits fortement fluorescents (Exsudatinite), jaune-vert à jaune vif, à auréole de même nature.
Ile de Rapa, échantillon C 3, lumière fluorescente.

PHOTO 11 – Coke naturel à mosaïque fine à moyenne constituant la matière carbonée dans les zones fracturées.
Ile de Rapa, échantillon C 7, lumière polarisée et analysée.

PHOTO 12 – Coke naturel à secteurs différenciés et encroûtement minéral secondaire brun (oxyde de fer?), à couches concentriques, en bordure d'échantillon.
Ile de Rapa, échantillon C 7, lumière réfléchie.

PHOTO 13 – Idem. Montrant la mosaïque fine zonée du coke naturel.
Ile de Rapa, échantillon C 7, lumière polarisée et analysée.

PLANCHE III



Nicolas HALLÉ* et Jacques FLORENCE**

DESCRIPTION DE 10 ESPÈCES RARES DE PLANTES A FLEURS DE L'ILE DE RAPA (dont une Célastracée nouvelle)

INTRODUCTION

Une mission pluridisciplinaire de recherche biologique fondamentale, nous a permis de prospecter la flore terrestre de l'île Rapa. A nous deux, 744 numéros d'herbiers ont été récoltés : ils sont actuellement partagés, avant dédoublement des lots copieux, entre les herbiers de Paris et de Papeete.

Bien que les altitudes élevées (au-dessus de 480 m et jusqu'aux sommets principaux dépassant 600 m) n'aient pas pu être prospectées, nos récoltes aux altitudes moyennes ou même basses ont été remarquablement fructueuses malgré l'importante dégradation de la couverture végétale.

A la suite des botanistes américains qui visitèrent l'île il y a plus de cinquante ans, on connaissait l'intérêt exceptionnel de ce sanctuaire d'espèces endémiques. L'évolution a fourni des produits remarquables dans cette île la plus haute et la plus récente de la chaîne volcanique des Australes.

STOKES et QUAYLE en 1921 et 1922, puis H. SAINT-JOHN et F.-R. FOSBERG du 30 juin au 31 juillet 1934 (Mangarevan Expedition), firent des découvertes sensationnelles dans cette île très rarement visitée par les naturalistes du fait de son extrême isolement. Le passage des premiers prospecteurs ayant été court et très limité dans le cycle biologique annuel, leur effort devait être poursuivi. Même à l'heure actuelle la prospection fondamentale est très loin d'être suffisante. Nous nous félicitons d'avoir – au cours de notre trop bref passage – porté notre effort sur les parties de l'île les plus menacées d'une destruction irréversible qui paraît prochaine. L'activité humaine, les feux de brousse et

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

** O.R.S.T.O.M. – Tahiti.

l'abondance des animaux, caprins et bovins, se multipliant à l'état sauvage de façon incontrôlée, conduisent à la disparition d'une flore fragile dont l'inventaire est manifestement très incomplet. Au contraire, la zone floristique des altitudes élevées, non menacée par les animaux et moins encore par l'homme et par les feux, l'humidité y étant extrême, peut attendre. De nouvelles visites de botanistes spécialement sportifs et bien équipés y sont souhaitées.

Le présent travail, limité à une sélection de 10 espèces appartenant à la flore primitive de l'île, est notre première contribution à la botanique de Rapa. 6 de ces espèces sont des endémiques; il a été jugé utile de compléter certaines descriptions de F. BROWN qui n'avait parfois disposé que de matériaux insuffisants et qui avait quelque peu négligé l'iconographie. Une espèce nouvelle appartient au genre *Maytenus*. 4 espèces enfin, nouvelles pour Rapa, méritaient, quoique déjà connues de Polynésie ou d'Océanie, d'être revues avec nos matériaux. Éventuellement, à l'échelle du Pacifique, les nouvelles données apportées pourraient alimenter les recherches de vicariance morphologique. Il nous a semblé prématuré d'attribuer à l'une ou l'autre de ces plantes un rang taxonomique infraspécifique, d'autant plus que certains organes font encore défaut dans les collections.

1. *Corokia collenettii* RILEY (planche I).

Bull. Misc. Inf. : 53 (1926). – Type; Riley 777, Rapa (holo-, K).

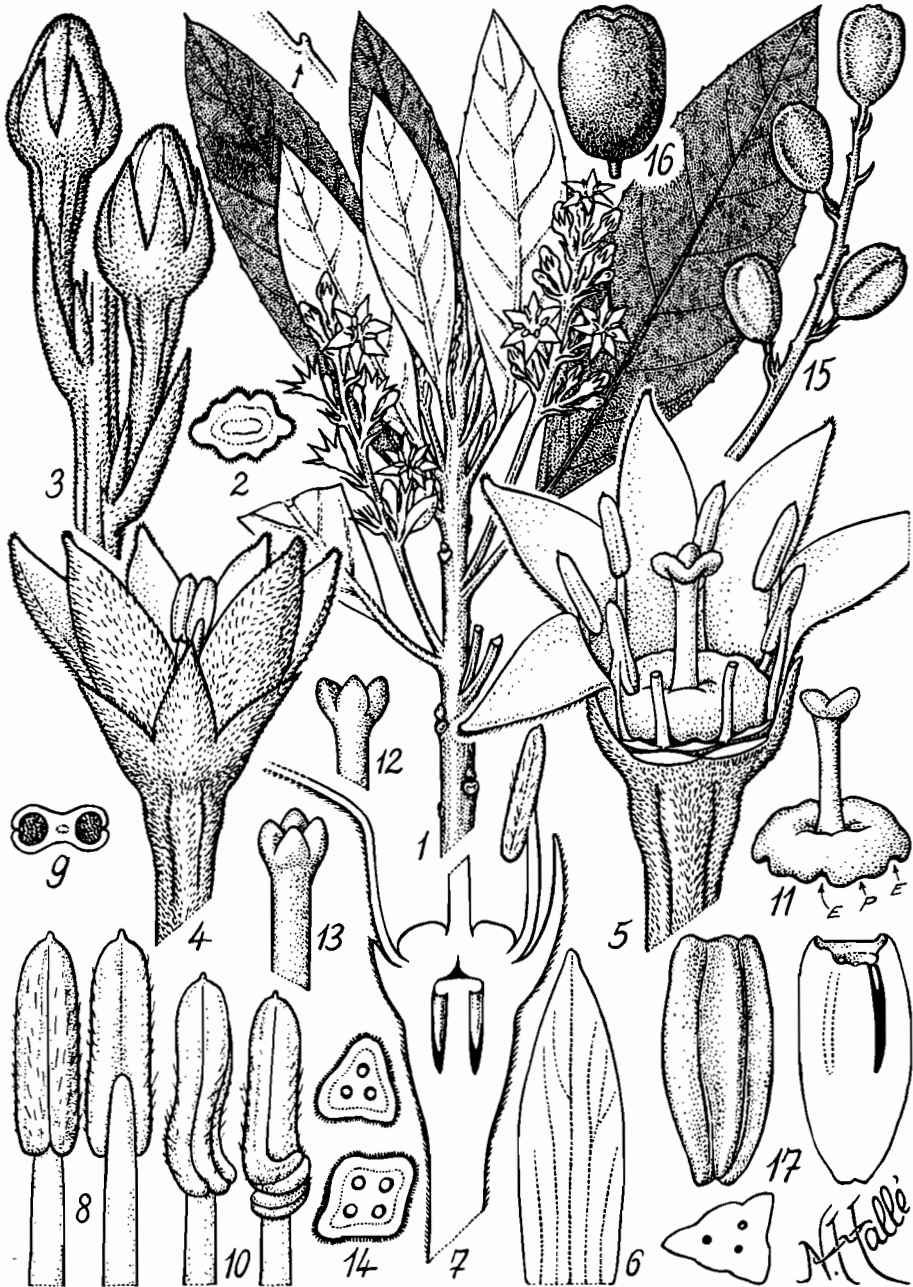
– *Lautea stokesiana* F. BROWN, Bull. Bishop Mus. 52 : 6, figure 1, 2 a-k (1928); incl. var. *denticulata*, *integrifolia*, et *primaeva*, syn. nov.

– *L. serrata* F. BROWN, ibid. : 6 (1928); 130 : 214 (1935), syn. nov.

– *L. collenettei* (Riley) F. BROWN, Bull. Bishop Mus. 130 : 214 (1935), incl. var. *denticulata*, *integrifolia*, *primaeva*, syn. nov.

Arbre de 4-5 m à tronc de 30 cm de diamètre, branchu assez bas, à cime très rameuse large. Entre-nœuds pubescents cannelés et courts. Pétiotes de 5-18 mm. Feuilles insérées en spirale, tomenteuses, blanchâtres dessous, têt glabrescentes et ± vernissées dessus, discolores, elliptiques à lancéolées; limbe subcoriace entier à serrulé glanduleux (parfois sur les feuilles d'un même rameau), de 4-11 × 1,5-4 cm, à base en coin, à sommet apiculé ou aigu; 7-12 paires de nervures secondaires ascendantes, les plus longues vers le tiers inférieur. Inflorescences nombreuses et successives aux aisselles des parties feuillées, longues de 3-8 cm, en panicules multiflores à scape court de 1-2,5 cm; rachis tomenteux cannelé; bractées inférieures parfois foliacées; bractéoles aiguës. Bouton ové pubescent. Fleurs insérées en spirales, à pédicelle de 2-3 mm. Calice à 5-8 lobes deltoïdes ou sublancéolés, longs de 1,5-3 mm. Préfloraison valvaire; corolle à 5-8 pétales lancéolés, pubescents sur la face externe, jaune d'or, longs

PLANCHE I – *Corokia collenettii* RILEY : 1, rameau à inflorescences longues de 8 cm; 2, coupe de rachis d'inflorescence; 3, boutons; 4, fleur demi-épanouie à sépales longs de 2 mm; 5, fleur ouverte; 6, nervation d'un pétale de 6 × 2,3 mm; 7, coupe de fleur; 8, étamine recto et verso; 9, anthère large de 0,7 mm, vue en coupe; 10, anthères difformes;



11, disque de 2,6 mm de diamètre; 12, stigmate trilobé; 13, stigmate quadrilobé; 14, coupes d'ovaires tri et quadriloculés; 15, infrutescence immature; 16, fruit mûr d'env. 2 × 1,6 cm; 17, nucleus de 15 × 7,5 mm et ses coupes ne montrant qu'une graine avortée. N. Hallé 7381.

de 4-7 mm; base du pétale érigée jusqu'au tiers de la longueur; au-dessus la corolle est rotacée et de 1 cm environ de diamètre. Étamines libres et en alternance entre la corolle et le disque; elles sont dressées, introrsées, exsertes, apiculées; anthère allongée un peu pubescente, à 2 loges orientées latéralement. Disque orangé, en coussinet annulaire de 2-3 mm de diamètre. Style central dressé, glabre, à (2)3-4 lobes stigmatiques courts. Ovaire infère pubescent à 3-4 loges étroitement étirées et uniovulées. Fruit devenant noir, semblable à une grosse olive, charnu, contenant un noyau anguleux côtelé et muni d'un large ombilic au sommet.

Crêtes et pentes de 140 à 450 m, en pieds souvent nombreux; en forêts mésophiles à *Eurya*, *Cyathea* ou *Metrosideros*. Endémique de Rapa.

Matériel étudié :

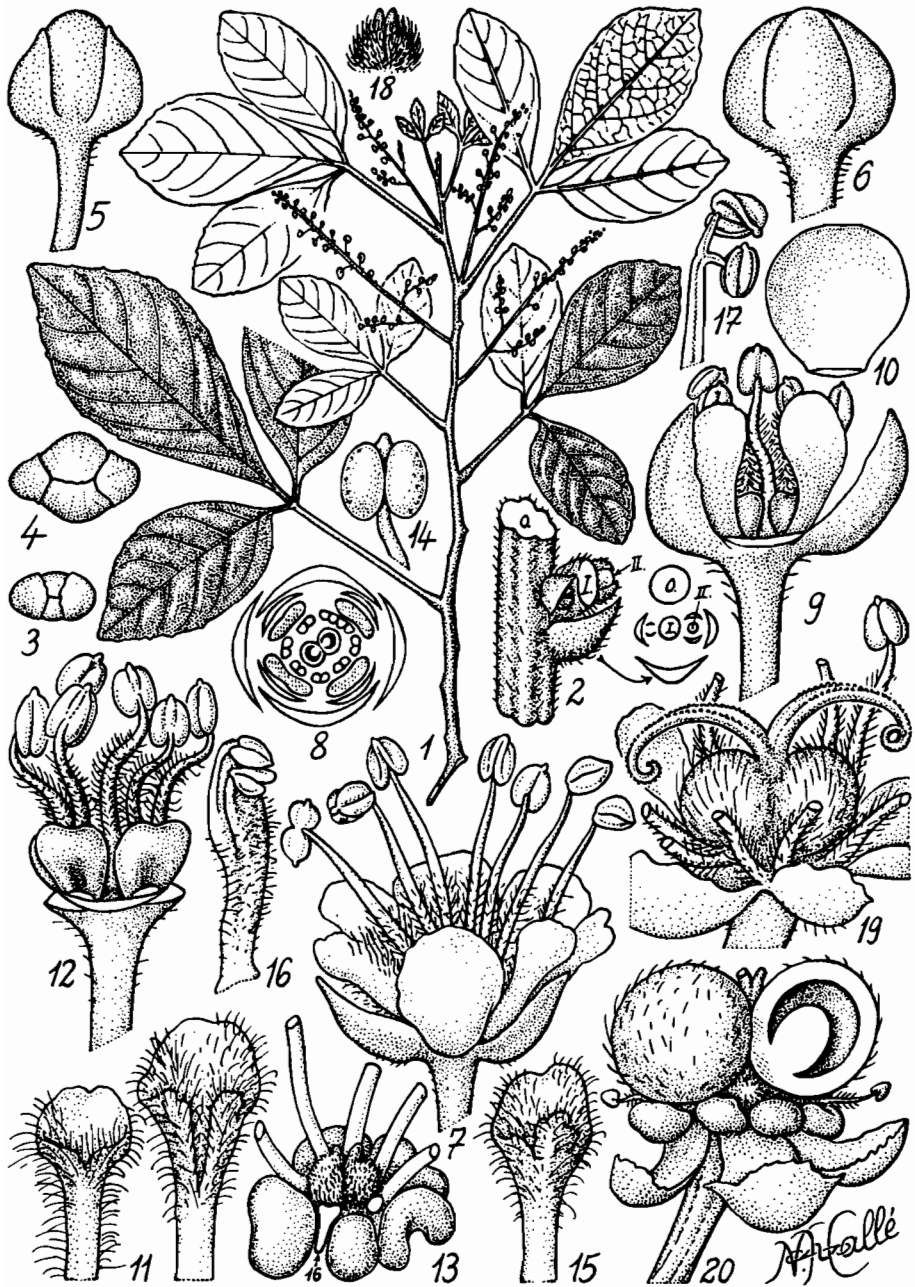
- *J. Florence* 6246, forêt sous crête entre Mts Vairu et Ruatara, 220 m, 28 janvier 1984 (fl.); 6365, côte W, flanc N baie d'Anarua, 140 m, 1 février 1984 (fl.); 6550, côte S, Baie d'Akao, crête de 220 m, 8 février 1984 (fl., fr.).
- *N. Hallé* 7381, Mt Vairu, 300 m, 28 janvier 1984 (fl., fr.); 7522, pente près Morogo-Uta, 2 février 1984 (fl., fr.); 7599, SSE Mt Pukumia, 180 m, forêt sur pente à *Metrosideros*, 5 février 1984 (fl., j.fr.).

2. *Allophylus Rapensis* F. BROWN (Sapindaceae) (planche II).

Bull. Bishop Mus. 130 : 161, figure 24a (1935); Leenhouts, *Blumea* 15 (2) : 347 (1967). - Type : *A.M. Stokes* 43, Rapa, Maitua 180 m, 10 juin 1921 (holo-, BISH).

Petit arbre de 4-5 m, dressé, à tronc de 15 cm de diamètre et cime très rameuse. Extrémités pubérulentes; pétioles glabrescents de 12-35 mm. Feuille juvénile pubescente sur les deux faces. Folioles latérales 1/3 ou 1/4 plus longues que la centrale. Inflorescences axillaires à pubescence médiocre, longues de 15-50 mm, en grappe simple ou plus souvent paniculée avec ordinairement 1 ou 2 rameaux pauci ou pluriflores vers la base de la grappe. Pédicelles de 2,5-3,5 mm. Bouton orbiculaire comprimé latéralement, à 2 paires de sépales imbriqués, les externes moins larges et naviculiformes, les internes suborbiculaires. 4 pétales en saptule, pubescents sur la face interne qui est doublée et ± échancrée entre deux courts lobes. Disque divisé en 4-5 masses charnues; embrassant parfois les bases des pétales. Étamines 7 ou 8, à filet grêle, pubescent

PLANCHE II - *Allophylus rapensis* F. BROWN : 1, rameau florifère, folioles de 15 à 35 mm de largeur; 2, bractées d'inflorescence longues de 0,7 mm; 3, 4, très jeune et jeune boutons vus apicalement; 5, 6, jeune bouton et bouton large de 2,4 mm; 7, fleur ♂, diam. 4,5 mm; 8, diagramme floral comportant une étamine double; 9, fleur ♂ entrouverte; 10, sépale interne large de 1,6 mm; 11, pétales de 1,3 et 2 mm; 12, disque haut de 0,5 mm; 13, disque en 5 parties (bases des filets figurées sans la pilosité); 14,



anthère normale haute de 0,5 mm; 15-17, étamines anormales ± pétaloïdes; 18, pistillode; 19, fleur ♀ à branches stigmatiques de 1,2 mm; 20, fruit juvénile bicarpellé, ouvert sur un ovule noué. *J. Florence 6435 = N. Hallé 7558.*

jusqu'à la moitié; anthères glabres introrses, à 2 courtes loges parallèles, apiculées au sommet; des étamines pétaloïdes ou fasciées ne sont pas rares. Fleur ♂ à pistillode atrophié velu. Fleur ♀ à 2 carpelles velus, globuleux et à deux lobes stigmatiques longs avec, à la face supérieure, deux longues lignes de papilles. Un ovule par loge. Fruit mûr et graine encore inconnus.

Rencontré une seule fois en forêt dégradée sur gros éboulis rocheux. Endémique de Rapa. La fleur n'avait jamais été trouvée ni décrite.

Matériel étudié :

- J. Florence 6435, côte N, E Mt Érépau, 95 m, vallon à *Metrosideros*, 3 février 1984 (fl.).
- N. Hallé 7558, flanc E Mt Érépau, vallée Pariati, 85 m, 3 février 1984 (fl.).

3. *Evodia margaretae* F. BROWN (Rutaceae) (planche III).

Bull. Bish. Mus. 130 : 129, figure 20 m, n (1935). - Type : *A.M. Stokes* 352, Rapa, Maungaaeae, 270 m, 19 octobre 1921 (holo-, BISH).

Arbre de 6-8 m, à tronc de 35 cm de diamètre; jeunes rameaux micropubérulents puis glabrescents. Feuilles opposées décussées à (2)-3 folioles, la terminale souvent un peu plus grande. Limbe elliptique à elliptique-oblong, obovale ou oblancéolé, de 4,5-9 × 3-4,5 cm, à face inférieure muni de rares poils apprimés et de nombreuses glandes noires, à marge entière, à sommet arrondi à rétus, à base cunée souvent un peu asymétrique. 7-10 paires de nervures secondaires portant quelques poils fugaces dessous. Pétiole de 2,2-4,5 cm; pétiole central 0,7-1,5 cm, les latéraux 0,2-0,6 cm.

Inflorescences axillaires de 15 à plus de 40 fleurs, en panicules; pédoncule de 3,5 cm; rameaux opposés décussés; bractées persistantes deltoïdes de 1 mm à marges ciliées; bractéoles linéaires de 0,7 mm. Fleurs hermaphrodites tétramères. Calice jaune pâle urcéolé à lobes pubérulents imbriqués, deltoïdes de 1,5 × 2 mm, à sommet obtus; corolle blanche pubérulente à l'extérieur; pétales elliptico-losangiques de 3,6 × 1,6 mm, à sommet obtus, à tiers supérieur un peu charnu, à nervure médiane ramifiée vers le haut; 4 étamines alternipétales, insérées à la base du disque qui s'en trouve un peu échancré; filet sublinéaire de 1,6-1,8 mm, comprimé à marges ciliées dans la moitié inférieure; anthère introrse médifixe de 0,6 mm, subémarginée entre les 2 loges; disque 4-lobé suboctogonal de 2,2 × 0,7 mm, pubérulent; ovaire supère 4-loculaire entouré par le disque, pubérulent, de 1,2 × 0,6 mm; loges à un seul ovule axillaire; style étranglé très réduit; stigmatte charnu 4-lobé de 0,5 × 0,3 mm.

PLANCHE III - *Evodia margaretae* F. BROWN : 1, rameau florifère à folioles larges 45-50 mm; 2, bractées de 1 mm (br.) et bractéoles (bl.); 3, bouton large de 2,4 mm; 4, fleur, diam. 5 mm; 5, sépale large de 1,7 mm; 6, pétale face externe, long de 3,6 mm; 7, pétale face interne et nervations; 8, fleur ouverte latéralement; 9, 10, étamine à anthère haute de 0,6 mm; 11, pistil et disque, diam. 2,2 mm; 12, les mêmes vus par-dessus avec



une loge ouverte; 13, stigmate en vue apicale large de 0,5 mm; 14, carpelle en coupe longitudinale; 15, fruit sec, diam. 10 mm; 16, graine longue de 4,4 mm. *J. Florence 6472* (1-14), *N. Hallé 7667* (15-16)

Fruit à (3)-4 follicules sessiles ovoïdes, pubescents, un peu comprimés latéralement et asymétriques, de $6 \times 3,5 \times 2,5$ mm, à sommet subulé sur 1 mm. Graine glabre, ovoïde, comprimée latéralement et faiblement carénée dorsalement, de $4 \times 2,5 \times 1,2$ mm, à testa brune.

Espèce endémique de Rapa où elle paraît rare en forêt mésophile à *Metrosideros* et en forêt hygrophile à *Corokia* et *Freycinetia*.

Matériel étudié :

J. Florence 6472, côte E, baie Akatanui, S Mt Pukumia, 120 m, 5 février 1984 (fl.); 6526, crête entre Maugaoa et Maurua, 320 m, 7 février 1984 (fl.).

N. Hallé 7609, SSE Pukumia, 150 m, forêt claire sur gros éboulis, 5 février 1984 (fl.).

4. *Zanthoxylum tahitense* (NADEAUD) FLORENCE et HALLÉ, comb. et stat. nov. (planche IV).

- *Blackburnia pinnata* J.R. et G. FORSTER, var. *tahitensis* NADEAUD, Enum. Pl. Tahiti : 75 (1873). Type *Nadeaud 471* (P!).
- *Zanthoxylum nadeaudii* DRAKE, III. Florae Insul. Maris Pacif. : 130 (1890) nom illeg. quoad *Blackburnia pinnata* var. *tahitensis* NADEAUD in syn.; Fl. Polyn. Française : 24 (1893).
- *Fagara nadeaudii* (DRAKE) J. MOORE, Bish. Mus. Bull 226 : 7 (1963), comb. illeg. : vide *zanthoxylum nadeaudii*.

Arbuste à arbre de 3-8 m, à tronc de 40 cm de diamètre, à rameaux glabres. Feuilles alternes, paripennées, à (3)4 paires de folioles opposées à subopposées. Folioles glabres, elliptiques ou ovales de $4,5-6 \times 2,5-3,5$ cm, souvent un peu dissymétriques avec le côté interne plus développé, à marge entière; sommet aigu-acuminé, base cunée. 6-9 paires de nervures secondaires. Pétiole glabre de 3-6 cm; rachis de 4-5,5 cm.

Inflorescences en panicules multiflores axillaires dépassant 15 cm; pédoncule primaire de 3-5 cm, les secondaires de 3,5 cm; bractées caduques; pédicelle floral glabre, de 2,5 mm. Fleurs ♂ blanches, glabres; calice brièvement cupuliforme à lobes très courtement apiculés, hauts de 0,25 mm; corolle tétramère blanche; pétales imbriqués, oblongs, de $4,2 \times 1,7$ mm, à sommet \pm obtus; 4 étamines à filet de 2,5 mm, comprimé et subcaréné, marginé vers la base; anthère dorsifixe introrse, biloculaire à sommet apiculé. Pistil stérile subpyramidal de 1,2 mm, glabre, charnu et plein, atténué subulé. Fleur ♀ non trouvée à Rapa.

Cette espèce est connue des îles Norfolk et Lord Howe jusqu'à Tahiti, elle est nouvelle pour Rapa. Notre matériel est proche de celui de Tahiti ce qui n'exclut pas la nécessité d'une révision à l'échelle du Pacifique.

PLANCHE IV - *Zanthoxylum tahitense* (NADEAUD) FLORENCE et HALLÉ : 1, rameau florifère, folioles larges de 25-32 mm; 2, bouton, diam. 2,4 mm; 3, 4, fleurs épanouies; 5, diagramme de fleur ♂ à pistillode sans loge; 6, sépale large de 1,1 mm; 7, relief de la face



interne de pétales, $4,1 \times 1,5$ mm; 8, nervation d'un pétale; 9, étamine dans le bouton, anthère longue de 1,4 mm; 10, étamine, 3,2 mm; 11, pistillode haut de 2,6 mm. *N. Hallé* 7705 (1) et *J. Florence* 6439 (2-11).

A Rapa, elle se rencontre en formation de basse et moyenne altitude mésophile à *Métrosideros*.

Matériel étudié :

J. Florence 6439 (= *N. Hallé 7557*), flanc E Mt Érepau, 120 m, 3 février 1984 (fl. ♂).

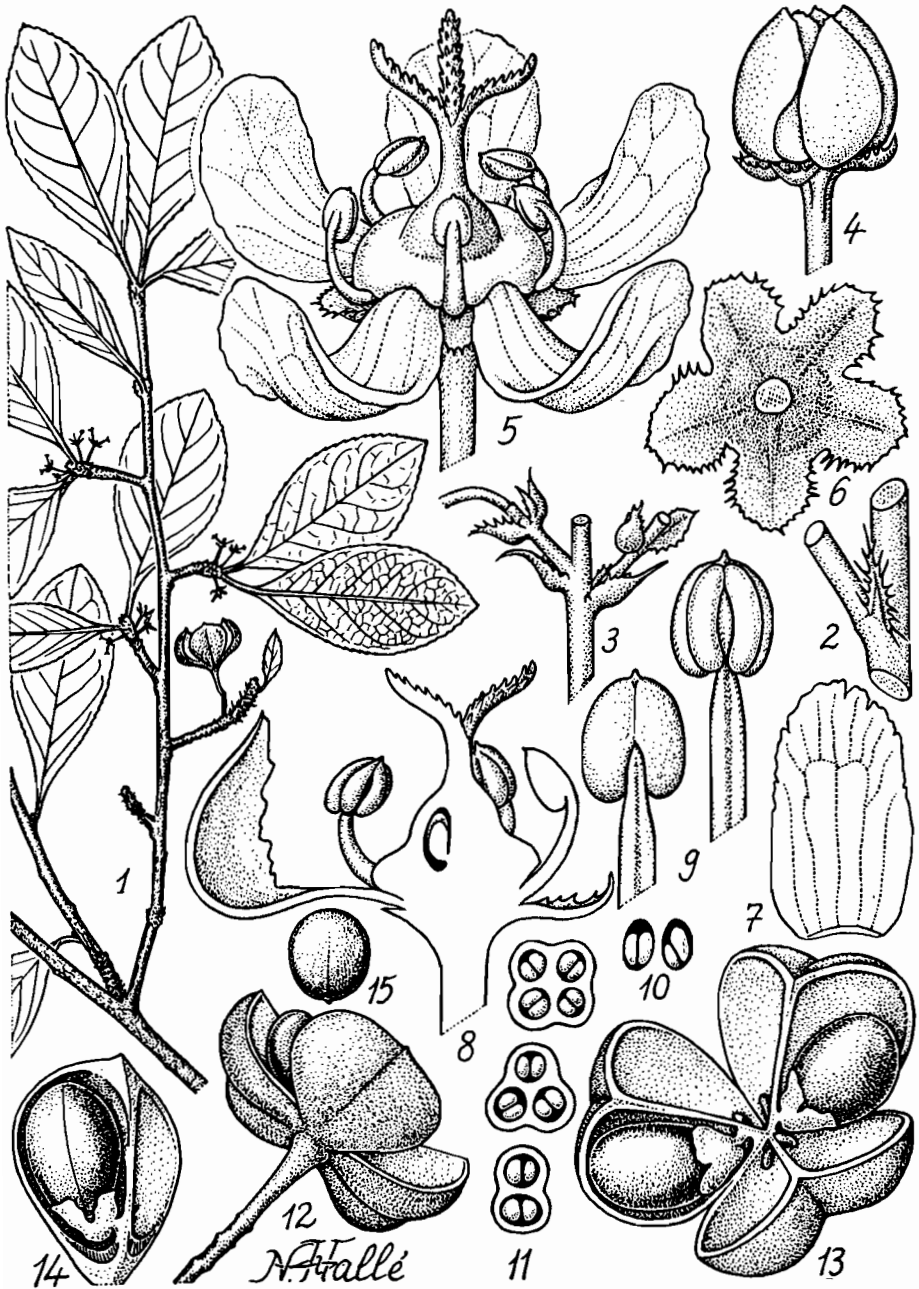
N. Hallé 7705 (= *J. Florence 6560*), îlot Karapoo Rahi, 25 m, 8 février 1984 (fl. ♂).

4. *Maytenus pertinax* N. HALLÉ et J. FLORENCE (planche V).

Affinis *Mayteno vitiensi* (Asa Gray) Ding Hou, *sed cymis minoribus paucifloribus, pedicellis vix 3 mm longis, floribus minoribus pallidioribus, stylo majori, capsulis minoribus, foliis minoribus valde differt. Nova species rapensis austro-polynesica, clare endemica.*

Buisson sarmenteux ou liane à tige principale longuement sinueuse dépassant 3-5 m de hauteur; le bois peut dépasser 4-5 cm de diamètre. Entre-nœuds longs de (2)5-20 mm sur les rameaux longs. Rameaux courts non épineux à l'extrémité, ordinairement longs de 5-20 mm, écailleux; appareil végétatif entièrement glabre. Feuilles alternes à pétiole de 2-6 mm, stipules aiguës dentées ciliées aux jeunes extrémités. Limbe elliptique, de 15-60 × 6-30 mm, aigu en coin à la base, obtus à subacuminé au sommet, à marges très finement serrulées. 4-8 paires de nervures secondaires ascendantes et furquées en arceaux. Inflorescences glabres en petites cymes bipares souvent triflores groupées aux extrémités feuillées des rameaux courts principalement. Rachis inflorescentiel de 2-3 mm. Bractées de 1-1,5 mm, subopposées ainsi que les bractéoles. Fleurs glabres blanc jaune pâle. Pédicelles de 2,2-2,7 mm dans leur partie caduque, la base de 0,3-0,6 mm étant persistante. Bouton ovoïde. 5 sépales denticulés de 0,6 × 0,6 mm, ovés, pas distinctement imbriqués à la base. 5 pétales quinconciaux oblongs, d'environ 2,5 × 1,4 mm, 5-nerviés vers la base, à contour parfois cranté, à sommet relevé d'où l'aspect cupulacé plutôt que rotacé de la corolle. 5 étamines blanches en alternance et paraissant insérées entre les pétales, introrsées à filet arqué d'environ 1 mm; anthère à 2 loges longitudinales arquées et à très petit apicule. Disque vert pâle en coussinet sinueux à la base, de 1,4 mm de diamètre, haussant le pistil subconique. Loges (2)3(4), semi-enfoncées, chacune à 2 ovules juxtaposés. Style dépassant 1 mm, trifurqué sur plus de la moitié de sa longueur, à lobes grêles papillifères dessus. Fruit sec, environ 9 × 13 mm, déhiscent loculi-

PLANCHE V – *Maytenus pertinax* N. HALLÉ et J. FLORENCE : 1, rameau fructifère, feuilles larges de 20-25 mm; 2, stipule de feuille juvénile, longue de 2,5 mm; 3, portion d'inflorescence à bractées de 1,5 mm; 4, bouton, diam. 2,2 mm; 5, fleur, diam. 5 mm; 6, calice vu par-dessous, diam. à plat 3 mm; 7, pétale de 2,5 × 1,4 mm; 8, coupe de la fleur, disque de 1,4 mm de diam.; 9, anthère verso et recto, 0,5 × 0,4 mm; 10, loges biovulées;



11, coupe transversale d'ovaire 2 à 4 loculaires; 12, 13, fruit ouvert diam. total 13 mm; 14, valve avec graine de 4,5 × 4 mm; 15, graine vue par-dessus. N. Hallé 7713 (fleur) et 7592 (fruit).

cide, vert puis brunâtre. Une graine par loge, arillée, de $4,5 \times 4 \times 3,5$ mm, ovoïde, rouge et lisse, à une seule très fine côte méridienne.

Type de l'îlot Karapoo Rahi au S de Rapa, *N. Hallé 7713* (holo-, P).
Lisières et îlots forestiers sur pente herbeuse ou rocailleuse.

Matériel étudié :

J. Florence 6463, flanc S du Mt Pukumia, 85 m, 5 février 1984; *6563* (leg. N. HALLÉ), îlot Karapoo Rahi, 25 m, 9 février 1984.

N. Hallé 7401, crête entre les Mts Pukumia et Pukuta, 29 janvier 1984 (j. bout.); *7592*, flanc SSE Mt Pukumia, 100 m, 5 février 1984 (fl. fr.); *7713*, îlot Karapoo Rahi, 9 février 1982 (fl.).

6. *Plantago rapensis* F. BROWN (Plantaginaceae) (planche VI).

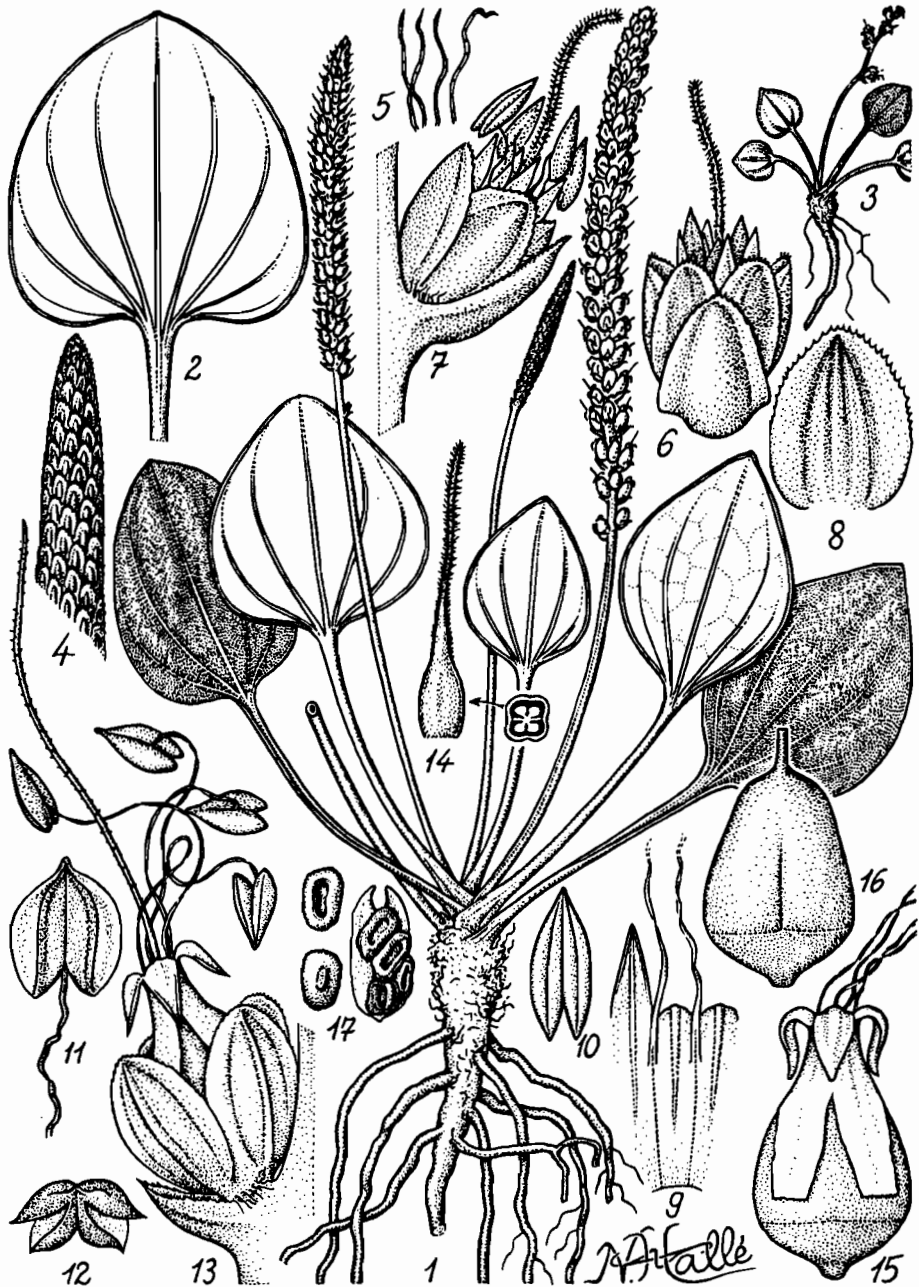
Bull. Bishop Mus. 130 : 281, figure 44 (1935). Type : *Quayle 351*, Rapa, 1922 (holo-, BISH).

Compte tenu de très petits pieds florifères et pauciflores croissant sur face rocheuse verticale subculminale très peu humifère et très exposée aux vents (Vairu) et de très gros pieds trouvés sur humus de cascade abritée (baie Maii), on peut compléter et retoucher comme suit la description de F. BROWN.

Pétiole 1-13 cm. Limbe foliaire de 0,7-7,5 cm de largeur, entier mais parfois marqué de très petites dents espacées à sec, glabre ou plus rarement pileux dessus; une côte marginale souligne le contour de la face inférieure. Scape de 1,5-17 cm, grêle dans les pieds minuscules. Épi de 4-100 fleurs et plus; bractées finement serrulées vers le sommet, plus larges, surtout à la base que dans la figure 44a de BROWN; sépales serrulés au sommet, plus ovés qu'orbiculaires. Corolle à 4 lobes aigus longs d'environ 1 mm; filets insérés environ 1 mm sous le haut du tube. Anthère sagittée en fuseau étroit dans le bouton, puis atteignant $0,9 \times 0,7$ mm. Ovaire haut de 1 mm sous le style, ce dernier atteignant ou dépassant 5 mm; 2 loges et 5-6 ovules par loge; le style présente deux lignes de papilles vers la base, il est entièrement papillifère au-dessus. Capsule circumscissile vers le quart inférieur, à 4-5 graines de chaque côté de la cloison médiane. Graine noire, ruguleuse, à grand ombilic elliptique sur la face externe.

Les fleurs sont vertes. La racine pivotante est vigoureuse lorsque les fissures rocheuses ne sont pas trop étroites. Altitude de 2 à 370 m. La fleur, le fruit et la graine de cette endémique n'avaient pas été décrits.

PLANCHE VI – *Plantago rapensis* F. BROWN : 1, pied florifère à limbes larges de 25-45 mm; 2, autre limbe large de 75 mm; 3, pied florifère minuscule à limbes larges de 8-10 mm; 4, sommet d'un épi juvénile large de 2 mm; 5, poils longs de 0,5 mm, de la base des marges bractéales; 6, fleur et sa bractée vues de face; 7, les mêmes de profil à la sortie des étamines; 8, sépale de $2 \times 1,6$ mm; 9, détail de la corolle vue par la face interne, hauteur du tube 2,2 mm; 10, jeune anthère, 1,8 mm; 11, anthère vidée, 1,4 mm; 12, la même en vue apicale; 13, fleur nouée; 14, ovaire avant la nouaison, large de 0,7 mm; 15,



fruit vêtu de la corolle fanée; 16, fruit à nu, diam. 1,8 mm; 17, vue latérale de la cloison du fruit, longue de 2 mm avec 4 graines en place et une graine détachée, recto et verso, longue de 0,9 mm. *N. Hallé* 7564 (1), 7721 (2), 7358 (3), 7412 (4-17).

Matériel étudié :

J. Florence 6298, flanc SW du Mt Puputa, 200 m, 29 janvier 1984; 6414, flanc E baie d'Akatamiro, 10 m, 3 février 1984; 6556 flanc E baie d'Akao, 2 m, 8 février 1984;

N. Hallé 7358, près du sommet du Mt Vairu, 350 m, 28 janvier 1984; 7387, crête entre les Mts Pukumia et Pukuta, 29 janvier 1984; 7412, paroi de falaise suintante, baie d'Akananue, 30 janvier 1984. 7564, baie d'Akatamiro, 3 février 1984; 7721, baie de Maii, falaise exposée au S, 3 m, 9 février 1984.

7. *Geniostoma rapense* F. BROWN (Loganiaceae) (planche VII).

Bull. Bish. Mus. 130 : 226, figure 33 (1935); Conn, *Blumea* 26 (2) : 146, figure 26 (1980). – Type : *A.M. Stokes* 349, Rapa, Maungaaiai, 270 m, octobre 1921 (holo-, BISH).

Arbuste peu rameux, subpachycaule, haut de 1,8-3 m; tiges cassantes. Inflorescences contractées au cœur des extrémités feuillées. Limbe foliaire 6-17 × 2,5-9 cm, un peu gaufré, vert clair, à apex obtus ou subaigu. Cymes axillaires multiflores, denses et à axes velus. Floraison paraissant échelonnée. Sépales verts, quinconciaux, subulés, charnus vers la base. Corolle blanche rapidement caduque après l'épanouissement : les lobes sont mucronulés, larges, à 7-9 nervures parallèles, couvrants vers la gauche dans le bouton; le tube est court et largement évasé. Étamines bien exsertes, oblongues, à filet dépassant 2 mm; le pollen se dépose en abondance sur la massue stigmatique avant l'épanouissement ce qui pourrait être un signe d'autogamie. Pistil à ovaire ovoïde à 2 loges multi-ovulées, à style étroit sur 1-2 mm, à massue stigmatique ellipsoïde, environ 4,3 × 1,3 mm, bilobée, densément papillifère. Les fruits et les graines sont inconnus. Des fleurs tétramères ont été notées par H. SAINT-JOHN.

Forêts très humides entre 360 et 450 m d'altitude, stations ouvertes ou à couvert faible. Endémique aux caractères très singuliers dans son genre.

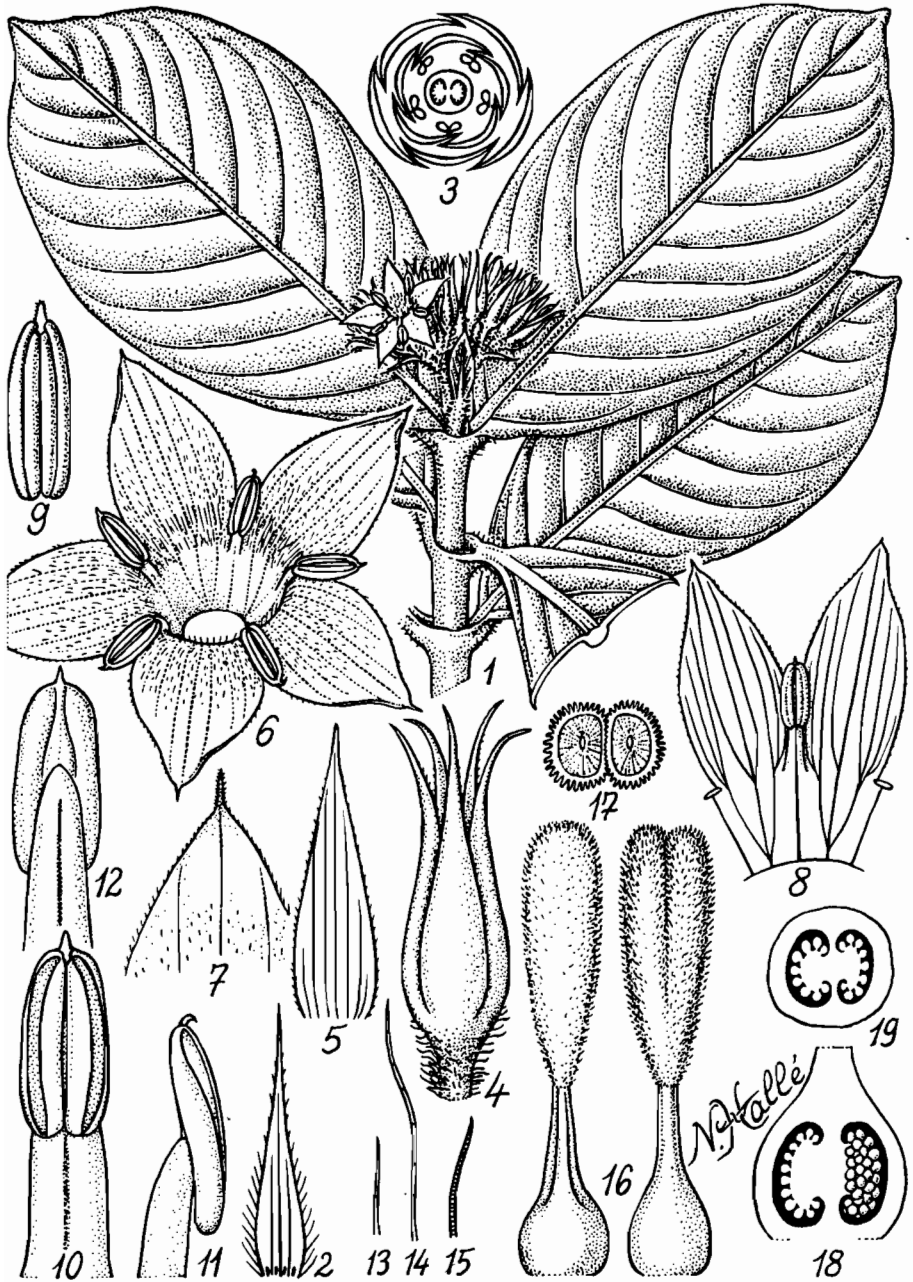
La plante est nigrescente au séchage, caractère habituel des autres espèces du genre.

Matériel étudié :

J. Florence 6494, crête S Mt Namuere, 450 m, forêt à *Corokia* et *Oparanthus*, 6 février 1984 (fl.); 6576, SE Mt. Karere, 360 m, vallon à *Freycinetia*, 10 février 1984 (fl.).

N. Hallé 7654, E crête SE Mt Namuere, 6 février 1984 (fl.); 7669, E crête

PLANCHE VII – *Geniostoma rapense* F. BROWN : 1, extrémité florifère, feuilles larges de 6,5 cm; 2, bractée principale d'inflorescence, 8,5 mm; 3, diagramme floral; 4, calice (après chute de la corolle), longueur totale 14 mm; 5, nervation du sépale à plat, longueur 8,5 mm; 6, corolle à l'anthèse, diam. total env. 20 mm; 7, acumen de pétale, 0,8 mm; 8, nervation de la corolle, lobes de 5-6 × 10 mm; 9, anthère dans le bouton, 2 mm; 10-12,



anthère vide, 2,6 mm; 13, cil marginal de pétale, 0,2 mm; 14, poil de la gorge, 1,5 mm; 15, poil de pédoncule floral, 0,6 mm; 16, pistil long de 7,5 mm; 17, coupe transversale de la massue stigmatique; 18-19, coupes de l'ovaire, loge haute de 1,1 mm. *N. Hallé* 7740.

Ororagi à Maugaua, 7 février 1984 (fl.); 7740, NNE Namuere, 400 m, pente très raide à *Freycinetia*, 10 février 1984 (fl.).

H. Saint-John 15576, Taratika, E Mt Perau, 450 m, 15 juillet 1934 (fl.).

8. *Streblus pendulinus* (Endl.) F. MUELL. (Moraceae) (planche VIII).

Fragm. Phyt. Austral. 6 : 192 (1862). – Corner, Garden Bull. Sing. 19 (2) : 222 (1962). – A.C. SMITH, Fl. Vit. nova 2 : 198, figure 59 a, (1981). – Type : *Bauer s.n.*, Norfolk (W).

- *Morus pendulina* Endl., Prodr. Fl. Norf. : 40 (1833).
- *Morus brunoniana* Endl. Atakta Bot. : t. 32 (1835).
- *Streblus brunonianus* (Endl.) F. MUELL., l.c. : 192.
- *Pseudomorus brunoniana* (Endl.) Bureau, Ann. Sc. Nat., sér. 5, 11 : 373 (1869), incl. var. *australiana*, *obtusata*, *pendulina* et *scabra* Bureau. – Hillbr., Fl. Haw. : 405 (1888).
- *Pseudomorus sandwicensis* Degener, Fl. Haw. : 21-22 (1938).
- *Pseudomorus brunoniana* var. *sandwicensis* (Degener) Skottsbl., Act. Hort. Goteb. 15 : 347 (1944).
- *Pseudomorus pendulina* (Endl.) Stearn, J. Arn. Arb. 28 (4) : 427 (1947), incl. var. *australiana* et *obtusata* (Bureau) Stearn, et var. *sandwicensis* (Degener) Stearn.

Sous-arbrisseau ± prostré de 30-50 cm, dioïque, à latex blanc. Jeunes rameaux à fine pubérescence ± caduque, ainsi que les pétioles et les inflorescences. Stipules lancéolées, de 3-3,5 mm, glabres, caduques. Feuilles alternes distiques; limbe elliptique ou ové à sublancéolé, à base tronquée à subcordée, de 2-4,5 × 0,7-1,5 cm; marge anguleuse ou dentée; face supérieure scabre à petits poils raides caducs. 4-6 paires de nervures secondaires; réticulum distinct dessous.

Inflorescence ♂ axillaire, en grêle épi multiflore pendant d'environ 2 cm, à pédoncule de 5 mm, rachis de section quadrangulaire et fine pubescence apprimée; boutons floraux accompagnés d'écailles peltées cycloïdes et serrulées, ± bombées. 4 *tépales* valvaires glabres, bossus. Fleur non épanouie d'environ 0,5 mm de diamètre. Inflorescence ♀ axillaire 1-6 flores, pédonculées sur 1,5-6 mm; écailles bractéales suborbiculaires ± bombées. 4 *tépales* imbriqués ciliés ovales de 0,5 mm. Ovaire ovoïde de 1 × 0,4 mm, glabre, à 2 longs stigmates récurvés papillifères de 1,4-1,8 mm. Fruit non vu. Protogynie dans la station étudiée.

Cette espèce est connue de l'île Norfolk, des Fidji, Samoa et Hawaii; elle est nouvelle pour Rapa. Le petit peuplement découvert occupe des rochers presque verticaux exposés au S SW sous la crête graminéenne d'un fort.

PLANCHE VIII – *Streblus pendulinus* (Endl.) F. MUELL : 1, rameau près de la souche, diam. 15 mm; 2, rameau florifère ♀, diam. 5 mm à la base; 3-6, feuilles à limbe long de 18-35 mm; 7, inflorescence uniflore ♀ à pédoncule de 1,5 mm, et détail de la base du limbe foliaire; 8, 9, autres inflorescences ♀, pédoncule jusqu'à 6 mm; 10, écaille peltée



d'inflorescence ♀, diam. 0,3 mm; 11, extrémité de jeune inflorescence ♂, largeur 0,8 mm; 12-14, inflorescence ♂ non épanouie, longueur totale 19 mm, pédoncule 5 mm, épi large de 1,2 mm; 15, bouton ♂ de 0,5 mm vu par-dessus. N. Hallé 7746.

Matériel étudié :

J. Florence 6584 = *N. Hallé 7746*, abords SW du Mt Kapitaga, 250 m, peuplement de pieds ♂ et ♀ dans des fissures de falaise rocheuse, 10 février 1984 (fl. ♂ et fl. ♀).

**9. *Streblus anthropophagorum* (Seem.) CORNER (Moraceae)
(planche IX).**

Garden Bull. Singapore 19 (2) : 220 (1962); A.C. SMITH, Fl. Vit. nova 2 : 197, figure 58 a-c (1981). – Type : *Seemann 435*, Fidji, 1860 (holo-, K; iso-, BM, P!).

- *Trophis anthropophagorum* Seem. Fl. Vit. : 258, t. 68 (1868).
- *Caturus oblongatus* Seem., l. c. : 254.
- *Uromorus anthropophagorum* (Seem.) Bureau, in DC. Prodr. 17 : 236 (1873).
- *Paratrophis anthropophagorum* (Seem.) BENTH. et HOOKER f. ex Drake, Ill. Fl. Ins. Mar. Pacif. : 296 (1892).
- *Paratrophis ostermeyerii* Rechinger, Fedde Rep. 5 : 130 (1908).
- *P. viridissima* Rechinger, l. c. : 130 (1908).
- *P. zahlbruckneri* Rechinger, l. c. : 130 (1908).

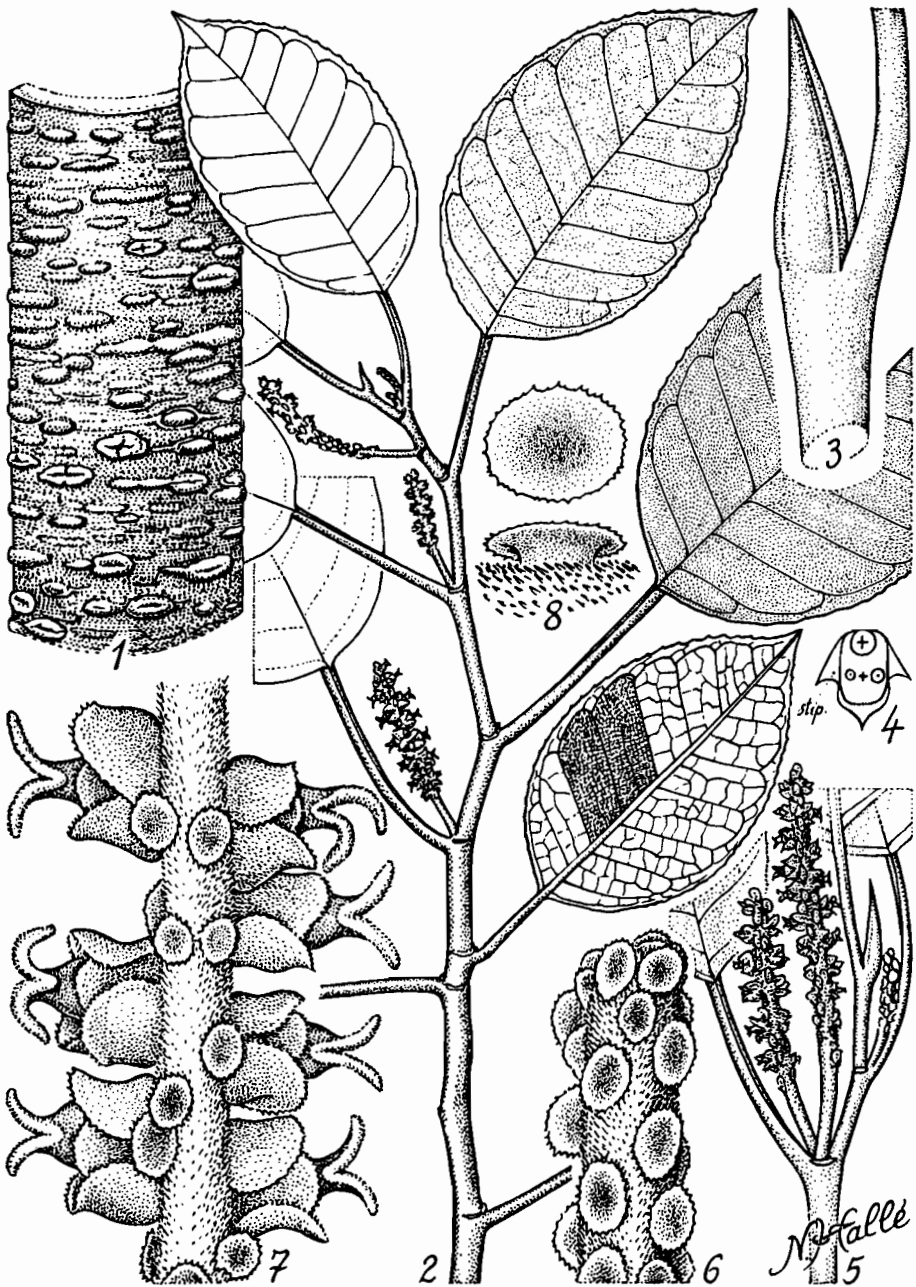
Arbre dioïque de 6-8 m, à tronc de 25 cm de diamètre; écorce à lenticelles transversales lippues; latex blanc abondant; rameaux glabres à feuilles alternes distiques. Stipules lancéolées atteignant 4,5 mm, glabres. Pétiole long de 3-4,5 cm, glabre. Limbe glabre, ovale à elliptique, souvent un peu asymétrique et obscurément subfalqué, de 6-12 × 4-7 cm, à marge denticulée et sommet aigu acuminé; base tronquée à arrondie, souvent un peu asymétrique. 6-8 paires de nervures secondaires faiblement en relief dessous; réticulum très marqué dessous.

Inflorescences ♀ dressées, axillaires par une ou deux, et alors collatérales et inégales, la plus petite atteint 1/3 ou 4/5 de la plus longue. Épis de 2,5-4 cm, pédoncule de 0,5-1,2 cm, à fleurs insérées sur deux rangs, rachis pubérent et écailles peltées orbiculaires. Fleurs blanc verdâtre à 4 pièces tépalaires imbriquées glabres de 1,5 × 1,5 mm, ovées à marge érodée. Ovaire ovoïde glabre d'environ 2 mm, à 2 lobes stigmatiques papilleux ± récurvés. Fruits et fleur ♂ non vus.

Espèce connue des Fidji et des Samoa, trouvée pour la première fois aux îles Australes; le matériel se rapproche de celui des Samoa par l'appareil végétatif, mais plutôt du *S. tahitensis* par la taille des inflorescences. Pour le moment il paraît licite de suivre CORNER en considérant la grande variabilité de l'espèce à travers le Pacifique central et oriental. Le matériel de Rapa pourra être reconsidéré ultérieurement au rang variétal.

Une seule station en forêt de moyenne altitude à *Metrosideros-Freycinetia*.

PLANCHE IX – *Streblus anthropophagorum* (Seem.) CORNER, pied ♀ : 1, fragment d'écorce, long de 10 cm, de tronc de 25 cm de diam.; 2, rameau florifère à limbes foliaires de 4-6,5 cm de largeur; 3, bourgeon terminal enveloppé de la paire de stipules longue de



4,5 mm; 4, diagramme au niveau d'une paire d'inflorescences; 5, paire d'inflorescences de 3 et 4,4 cm; 6, sommet d'inflorescence juvénile large de 3 mm; 7, portion d'inflorescence large de 7 mm; 8, écaille peltée de 1,2 mm, face et profil. N. Hallé 7484.

Matériel étudié :

J. Florence 6379 = N. Hallé 7484, baie d'Anarua, moyenne vallée au S du Mt Perau, 180 m, 1 février 1984.

10. *Triglochin striatum* RUIZ et PAVON (Juncaginaceae) (planche X).

Fl. Per. 3 : 72 (1802); Bentham, Fl. Austr. 7 : 166 (1878); Cheesemann, Man. N.-Zel. Flora : 747 (1906).

– *Triglochin triandrum* A. MICHAUX, Fl. Bor.-Amer. 1 : 208 (1808); Hocher f., Fl. Nov. Zel. 1 : 236 (1853); Handb. N.-Zel. Fl. : 278 (1867).

– *Triglochin filifolium* Sieb. ex Sprengel, Syst. 4 : 142 (1827).

– *Triglochin striatum* var. *filifolium* (Sieb. ex Sprengel) Buchenau, Index Crit. : 59 (1868).

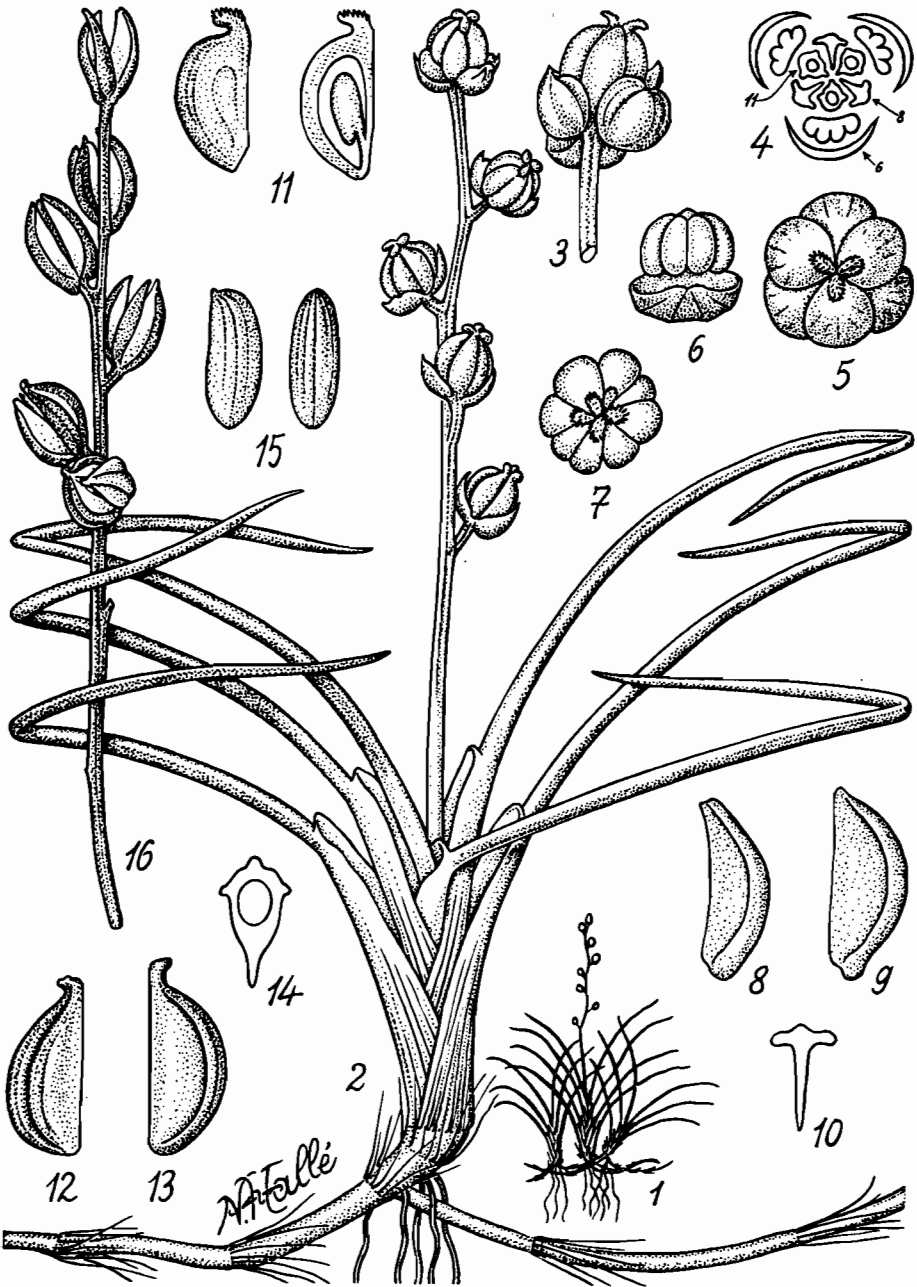
Très petite herbe stolonifère à feuilles linéaires vert foncé distiques; limbe de 2 cm, gaine fibreuse blanche longue de 5-8 mm. Stolons grêles de 1-2 cm à nœuds présentant des fibres. Inflorescences, une seule par extrémité feuillée, hautes de 20-35 mm, grêles, à scape de 10-20 mm; rachis un peu en zig zag spiralé portant 2-10 fleurs très brièvement pédicellées, sauf la fleur terminale. Bouton globuleux. Fleur à 3 pétales embrassants staminifères en position inférieure et caducs. Anthères sessiles extrorses biloculaires à connectif un peu saillant. Des 6 pièces centrales «en quartiers de mandarine», les 3 plus extérieures alternant avec les étamines, sont stériles et forment des séparations entre les 3 autres, libres comme elles et qui sont des carpelles uniovulés. Chaque carpelle est surmontée par un bec stigmatique papillifère arqué vers l'extérieur. A maturité les 3 akènes caducs se dégagent des pièces stériles seules persistantes; la face interne de ces dernières est disposée comme une cloison translucide. Graine ellipsoïde à très faible bec; testa mince à faibles plis longitudinaux. On trouve des fleurs pléiomères ayant jusqu'à 5 becs stigmatiques.

Herbe très rase et grégaire de sédiments boueux littoraux abrités.

Matériel étudié (récolté par Michel DENIZOT).

N. Hallé 7664, estuaire du fond de la baie d'Ahurei à la limite de la haute mer sur boue humifère, en aval de prairies pâturées, 6 février 1984 (fl., fr. gr.).

PLANCHE X – *Triglochin striatum* RUIZ et PAVON : 1, groupe florifère haut de 35 mm; 2, pied fleuri haut de 27 mm au-dessus du collet; 3, fleur large de 2 mm; 4, diagramme floral; 5, pièces centrales de la fleur en vue apicale; 6, pièce staminale et anthère large de 0,85 mm; 7, fleur anormale à 5 pièces stigmatifères en vue apicale; 8, 9, pièces stériles intercarpellaires longues de 1,8 mm; 10, coupe transversale de 9; 11, carpelle et sa coupe longitudinale, hauteur 1,2 mm; 12, 13, akènes tombés longs de 1,8 et 2 mm; 14, coupe transversale de 13; 15, graine vue latérale et vue abaxiale, hauteur 1,2 mm; 16, vieille infrutescence montrant la persistance des pièces stériles après la chute des akènes, hauteur totale env. 18 mm. *N. Hallé 7664* (legit M. DENIZOT).



SUITE DU CATALOGUE DES PLANTES A FLEURS ET FOUGÈRES DES ILES AUSTRALES

- + - Espèce nouvelle pour les Australes.
- + + - Espèce nouvelle pour Rapa.
- ° - Corrigenda à une espèce déjà citée.

Nota : au-dessus de 710, les numéros d'ordre cités font suite aux deux premières parties du catalogue :

- N. HALLÉ, "Les orchidées de Tubuaï (Archipel des Australes, sud Polynésie) suivies d'un catalogue des Plantes à fleurs et Fougères des îles Australes", *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, Fondation Singer-Polignac, Paris, (1980), vol. 2, n° 3, p. 69-130, 12 pl.
- N. HALLÉ, "Végétation de l'île Rurutu et additions au catalogue de la flore des îles Australes", *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat.*, Paris, (1983), 4^e sér., 5, section B, Adansonia, n° 2 p. 141-150, 2 fig.

Amaranthaceae.

- + + 13 - *Amaranthus viridis* L. : JF 6547; NH 7687.
- + + + 16 - *Gomphrena globosa* L. : vu à Ahurei.

Apocynaceae.

- + + 31 - *Nerium oleander* L. : JF 6541.

Araceae.

- + 711 - *Alocasia cucullata* (Loureiro) G. DON : vu à Ahurei.
- + + 33 - *Alocasia macrorrhiza* (L.) SCHOTT : NH 7544.
- + 712 - *Alocasia sanderiana* Bull : vu à Ahurei.

Araliaceae.

- + + 36 - *Meryta brachypoda* Harms : NH 7432.

Asclepiadaceae.

- + 713 - *Asclepias curassavica* L. : JF 6532.

- °+ + 47 – *Argusia argentea* (L.f.) HEINE (= *Tournefortia argentea* L.f.) : JF 6564; NH 7699.

Cannaceae.

- + + 56 – *Canna indica* L. : JF 6538.

Caryophyllaceae.

- + 714 – *Silene gallica* L. : JF 6281; NH 7388, 7553.

Celastraceae.

- + 715 – *Maytenus pertinax* N. HALLÉ et FLORENCE : JF 6473, 6563; NH 7401, 7592, 7713.

Commelinaceae.

- °+ + 66 – *Commelina diffusa* Burm. f. (= *C. nudiflora* L.) JF 6277.

Compositae.

- + + 72 – *Bidens pilosa* L., var. *minor* (Bl.) SHERFF : JF 6278, 6358.
 + + 82 – *Eclipta alba* L. : NH 7425, 7434, 7587.
 + 716 – *Pseudelephantopus spicatus* (Juss.) VAHL : JF 6430; NH 7550.
 + + 105 – *Tagetes patula* L. : JF 6543.
 °+ + 110 – *Wollastonia biflora* (L.) DC. (= *Wedelia biflora* (L.) DC.) JF 6346; NH 7408, 7724.

Convolvulaceae.

- + 717 – *Ipomoea indica* (Burm. f.) MERR. : JF 6359, 6478; NH 7406, 7728.

Cruciferae.

- + 718 – *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.) HAYEK : NH 7583.
 °+ + 136 – *Rorippa sarmentosa* (J.R. et G. FORSTER) MAC BRIDE (= *Nasturtium sarmentosum* (J.R. et G. FORSTER) SCHINZ et GUILLEMIN : JF 6325.

Cucurbitaceae.

- °+ + 139 – *Citrullus lanatus* (Thunb.) MATS et NAKAI (= *Cucurbita citrullus* L.) : NH 7677.

Cunoniaceae.

- + 719 – *Weinmannia rapensis* F. BROWN : JF 6395, 6514, 6517; NH 7501, 7517, 7646, 7700.

Cyperaceae.

- + 720 – *Carex stokesii* F. BROWN : NH 7386, 7616.
 ° 146, 147 – *Eleocharis geniculatus* (L.) ROEMER et SCHULTES (= *E. caribaea* BLAKE, var. *kesii* F. BROWN, = *E. capitata* R. BROWN) : JF 6263; NH 7449, 7730.

- + 721 - *Rhynchospora corymbosa* (L.) BRITTON : JF 6463, 6489; NH 7481, 7614.
- + + 162 - *Schoenoplectus subulatus* (Vahl) LYE : JF 6431; NH 7359, 7527, 7549, 7591.
- ° 143, 657 - *Torulium odoratum* (L.) S. HOOPER (= *Cyperus ferax* Rich., = *C. pennatus* auct.) : JF 6369, 6484; NH 7483, 7649.

Dioscoreaceae.

- + + 168 - *Dioscorea alata* L. : NH 7494.

Epacridaceae.

- ° 172 - *Styphelia rapae* SLEUMER (= *S. acerosa* Sol. ex R. BROWN, var. *oxycedrus* auct.) : JF 6510; NH 7648, 7742.

Escalloniaceae.

- ° 722 - *Corokia collenetii* RILEY (*Lautea collenetii* (RILEY) F. BROWN) : JF 6246, 6365, 6550; NH 7381, 7522, 7599.

Euphorbiaceae.

- + + 660 - *Euphorbia prostrata* W. AITON : JF 6536.

Graminae.

- + 723 - *Cenchrus caliculatus* Cav. : NH 7533.
- + + 209 - *Chrysopogon aciculatus* (RETZIUS) TRINIUS : JF 6264; NH 7542.
- + + 212 - *Cymbopogon refractus* (R. BROWN) A. CAMUS : JF 6428; NH 7567.
- + + 213 - *Cynodon dactylon* (L.) PERSOON : JF 6339; NH 7428.
- ° 202 - *Dichelachne micrantha* (Cav.) DOMIN (= *Agrostis rapensis* F. BROWN, syn. nov.) : JF 6236, 6239, 6269, 6327, 6338, 6506; NH 7487, 7538, 7737.
- + 724 - *Digitaria ciliaris* (RETZIUS) KÆLER : JF 6554.
- + 725 - *Digitaria filiformis* (L.) KÆLER : NH 7566.
- + 726 - *Panicum maximum* Jacq. : NH 7581.
- + + 232 - *Paspalum conjugatum* BERGIUS : JF 6274; NH 7539, 7689, 7739.
- + + 234 - *Paspalum paniculatum* L. : JF 6533.
- + 727 - *Sacciolepis indica* (L.) CHASE : JF 6241, 6389, 6582; NH 7490, 7528.
- + 728 - *Sporobolus jacquemontii* KUNTH : JF 6284.
- ° 223 - *Vulpia myuros* (L.) C. GMELIN (= *Festuca myuros* L.) : JF 6328, 6375, 6568.

Iridaceae.

- + 729 - *Sisyrinchium micranthum* Cav. : JF 6340; NH 7360 (aussi à la Réunion, Maurice, Australie et île de Pâques).

Juncaginaceae.

- + 730 - *Triglochin striatum* RUIZ et PAVON : NH 7664.

Labiatae.

- ° 257, 666 – *Plectranthus scutellarioides* (L.) R. BROWN (= *Coleus blumei* BENTHAM, = *C. scutellarioides* (L.) BENTHAM) : NH 7693.

Liliaceae.

- + 731 – *Astelia rapensis* SKOTTSBERG : NH 7652.

Lobeliaceae.

- + 732 – *Sclerotheca margaretae* F. BROWN : JF 6462, 6482, 6521, 6570; NH 7595, 7641, 7666, 7733.
 ° 280 – *Korthalsella platycaula* (VAN TIEGHEM) ENGLER (= *K. rapensis* F. BROWN) : JF 6378, 6559; NH 7475, 7701, 7742.

Malvaceae.

- + 733 – *Hibiscus diversifolius* JACQUIN : NH 7496.
 ++ 286 – *Hibiscus rosa-sinensis* L. : JF 6542.
 + 734 – *Hibiscus schizopetalus* (Mast.) HOOKER f. : vu à Ahurei.
 + 735 – *Hibiscus syriacus* L. : vu à Ahurei.
 + 736 – *Malvaviscus arboreus* Cav., var. *penduliflorus* (Moç. et Sessé ex DC.) SCHERY : JF 6544.
 ++ 290 – *Sida acuta* N. Burm. : JF 6337.

Meliaceae.

- ++ 290 – *Melia azedarach* L. : NH 7436.

Moraceae.

- + 737 – *Streblus anthropophagorum* (Seem.) CORNER : JF 6379; NH 7484.
 + 738 – *Streblus pendulinus* (Endl.) F. MUELLER : JF 6584; NH 7746.

Musaceae.

- + 739 – *Musa nana* Lour. : cultivé à Ahurei.
 + 740 – *Musa troglodytarum* L. : id.

Nyctagynaceae.

- ++ 331 – *Bougainvillea glabra* CHOISY : vu à Ahurei.
 + 741 – *Mirabilis jalapa* L. : JF 6545.

Myrtaceae.

- + 742 – *Eugenia cuminii* (L.) DRUCE : vu à Ahurei.

Oleaceae.

- ++ 335 – *Jasminum didymum* G. FORSTER : JF 6437, 6558, 6581; NH 7359, 7474, 7704.
 + 743 – *Jasminum laurifolium* Roxb. : NH 7692

Onagraceae.

- ++ 337 – *Ludwigia peploides* (KUNTH) RAVEN : JF 6388; NH 7429.

Orchidaceae.

- ++ 347 – *Oberonia equitans* (G. FORSTER) MUTEL : NH 7594, 7619.

Oxalidaceae.

- ++ 352 – *Oxalis corniculata* L. : JF 6566; NH 7452.

Pandanaceae.

- + 744 – *Freycinetia arborea* Gaud. : JF 6386; NH 7367, 7377, 7626.

Papilionaceae.

- ++ 367 – *Erythrina variegata* L. : NH 7524.
+ 745 – *Medicago tuberculata* WILLDE : JF 6535; NH 7639, 7684.

Plantaginaceae.

- ++ 402 – *Plantago major* L. : JF 6353, 6419; NH 7362, 7568.

Rosaceae.

- + 746 – *Osteomeles anthyllidifolia* (J.E. SMITH) LINDLEY : NH 7373 (matériel stérile dét. à confirmer; cette espèce est connue des îles Hawaï et Bonin). Fig. 1 (page suivante).
+ 747 – *Rubus rosifolius* J.E. SMITH : JF 6243; NH 7690.

Rubiaceae.

- °++ 417 – *Cyclophyllum barbatum* (G. FORSTER) N. HALLÉ et FLORENCE, comb. nov. (bas. : *Chiococca barbata* G. FORSTER Prodr. Fl. Ins. Austr. : 16 (1786). Lectotype choisi par F.R. FOSBERG en 1969 : Forster n° 41, P.!) JF 6361, 6453, 6455; NH 7593, 7601.

Rutaceae.

- + 748 – *Zanthoxylum pinnatum* (J.R. et G. FORSTER) DRUCE s.l. : JF 6439, 6560; NH 7557, 7705.

Scrophulariaceae.

- ° 462 – *Hebe rapensis* (F. BROWN) GARNOCK-JONES (= *Veronica rapensis* F. BROWN) : JF 6299, 6348, 6461, 6509; NH 7365, 7445, 7479, 7596, 7659.

Solanaceae.

- ++ 473 – *Solanum nigrum* L. : JF 6321; NH 7547, 7548.

Tetragoniaceae.

- + 749 – *Tetragonia tetragonioides* (Pall.) Ktze. : JF 6420; NH 7453, 7476, 7561.

Theaceae.

- 480 – *Eurya rapensis* F. BROWN : la récolte la plus ancienne de cette espèce restait à citer : *M. Raoul s.n.*, 1889.

Tiliaceae.

°++ 482 - *Triumfetta rhomboidea* Jacq. (= *T. bartramia* auct.): JF 6396.

Umbelliferae.

°++ 698 - *Apium leptophyllum* (Pers.) F. MUELLER (= *A. ammi* (Jacq.) URBAN): NH 7368, 7424, 7727.

+ 750 - *Apium prostratum* Labill.: NH 7374, 7467. (Cette espèce est connue d'Australie, Tasmanie et Nouvelle-Zélande; à l'île de Pâques, on trouve une espèce très voisine sous le nom de *Apium australe* THOUARS).

++ 700 - *Centella asiatica* (L.) URBAN: JF 6565; NH 7731.

Urticaceae.

+ 751 - *Boehmeria platyphylla* G. DON: NH 7433.

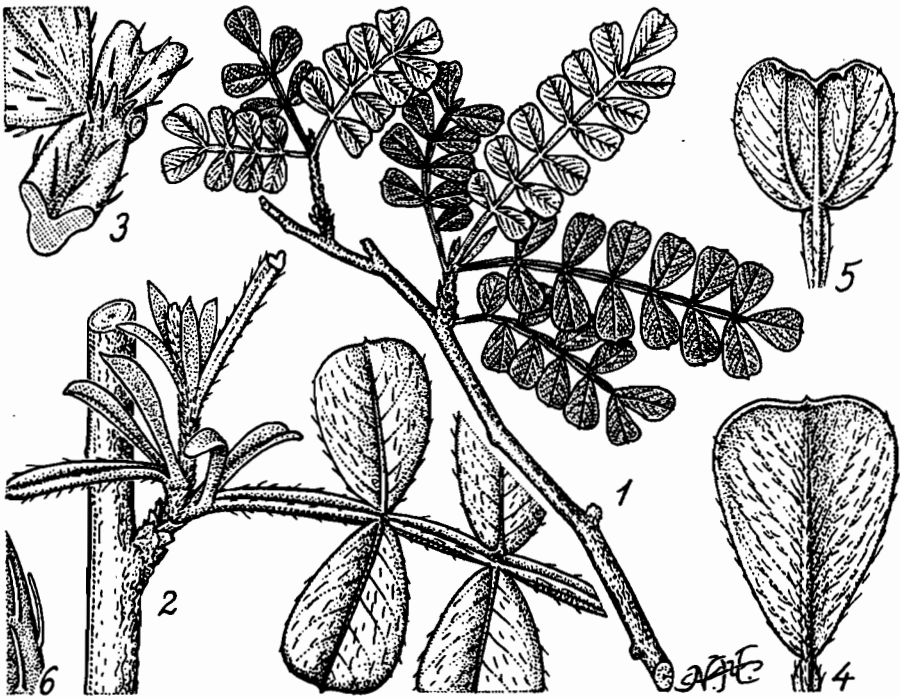


FIGURE 1 - *Osteomeles anthyllidifolia* LINDL.: 1, rameau stérile de pied rabougré à folioles larges de 3-4 mm; 2, jeune extrémité montrant les stipules longues de 2,5-3 mm; 3, détail des glandes stipellaires du dessus du rachis foliaire; 4, foliole terminale bien développée vue par-dessous, de 7 × 5 mm; 5, foliole terminale anormale triapiculée, large de 4,3 mm; 6, trois poils foliaires longs de 0,4 mm. N. Hallé 7373.

- + 752 – *Pilea serpyllacea* (H.B. et K.) LIEBMANN : JF 6540.
 + 753 – *Pipturus polynesianus* SKOTT : JF 6567; NH 7735.

Pteridophyta.**Aspleniaceae.**

- ° 602 – *Arachniodes aristata* (G. FORSTER) TINDALE (= *Polystichum aristatum* (G. FORSTER) PRESL) : JF 6313; NH 7421, 7726.
 °° 515, 516 – *Asplenium polyodon* G. FORSTER (= *A. adiantoides* (L.) CHRISTENSEN = *A. falcatum* Lam.) : JF 6312, 6479; NH 7385, 7607.
 ° 542 – *Bolbitis lonchophora* (ÉE) CHRISTENSEN (= *Campium lonchophorum* (FÉE) Cop.) : JF 6256; NH 7597.
 ° 527 – *Diplazium harpeodes* T. MOORE (= *Athyrium membranaceum* (Mett.) Cop.).
 ° 529 – *Diplazium rapense* E. BROWN (= *Athyrium rapense* (E. BROWN) Cop.) : JF 6524.
 ° 565 – *Ctenitis rapensis* (E. BROWN) HOLTUM (= *C. sciaphila* (MAXON) Cop. var. *rapensis* E. BROWN) : JF 6285, 6309, 6370; NH 7719.
 ++ 754 – *Elaphoglossum rapense* Cop. : NH 7637.

Blechnaceae.

- ° 536 – *Blechnum silvaticum* SKELPE (= *B. capense* auct.) : JF 6315.

Cyatheaceae.

- ° 574 – *Cyathea stokesii* (E. BROWN) N. HALLÉ et FLORENCE, comb. nov. Bas. : *Hermitelia stokesii* E. BROWN Bull. Bish. Mus. 89 : 16, fig. 5 (1931). Type : *A.M. Stokes 361* Rapa, Pariati, 280 m, 19 octobre 1921 (BISH); = *Cyathea stokesii* (E. BROWN) HOLTUM, comb. inv., Blumea 12, (2), 247 (1964); Kew Bull 37, (3) 3, 387 (1982); = *Alsophila stokesii* (E. BROWN) R. TRYON, comb. inv., Contr. Gray Herb. 200 : 37 (1970).

Davalliaceae.

- ++ 755 – *Davallia cf. fejeensis* HOOKER : JF 6405, 6480.
 ++ 593 – *Nephrolepis biserrata* (SWARTZ) SCHOTT : NH 7544.

Hymenophyllaceae.

- ++ 756 – *Hymenophyllum polyanthos* (SWARTZ) SWARTZ : JF 6490;
 ++ 757 – *Trichomanes caudatum* Brack. : JF 6255, 6367, 6383, 6480; NH 7616.
 ++ 758 – *Trichomanes societense* J.W. MOORE : JF 6258, 6384, 6504; NH 7642.

Polypodiaceae.

- ° 550, 551 – *Pyrrosia serpens* (L.) CHING (= *Cyclophorus macrocarpus* (HOOKER et ARNOTT) Cop., = *C. blepharolepis* CHRISTENSEN) : JF 6411, 6477, 6539; NH 7554, 7585, 7589, 7702.

- ° 593 – *Phymatosorus scolopendria* (Burm. f.) PICHI SERMOLLI (= *Phymatodes scolopendria* (Burm. F.) CHING : JF 6341; NH 7464, 7573.

Thelypteridaceae.

- ° 562 – *Amauropelta margaretae* (E. BROWN) HOLTUM (= *Dryopteris margaretae* E. BROWN).
- ° 557 – *Christella dentata* (Forsk.) HOLTUM (= *Dryopteris dentata* (Forsk.) CHRISTENSEN).
- ° 563 – *Christella parasitica* (L.) LÉVEILLÉ (= *Dryopteris parasitica* (L.) Ktze.) : JF 6310.
- ° 558 – *Coryphopteris diversisora* (Cop.) HOLTUM (= *Dryopteris diversisora* Cop.).
- ° 561 – *Macrothelypteris polypodioides* (HOOKER) HOLTUM (= *Dryopteris leucolepis* (PRESL) MAXON).
- ++ 566 – *Macrothelypteris torresiana* (Gaud.) CING (= *Dryopteris setigera* auct.) : JF 6349, 6351, 6409, 6474; NH 7575.
- ° 567 – *Pneumatopteris stokesii* (E. BROWN) HOLTUM (= *Dryopteris stokesii* E. BROWN) : JF 6344, 6350.
- °++ 560 – *Sphaerostephanos invisus* (G. FORSTER) HOLTUM (= *Dryopteris invisus* (G. FORSTER) Ktze.) : NH 7526.

BIBLIOGRAPHIE

1. BROWN, F. B.H. (1935), "Flora of Southeastern Polynesia vol. III", *Bernice Bishop Museum, Bulletin*, 130, 386 p.
2. CONN B.J. (1983), "A taxonomic revision of *Geniostoma* subg. *Geniostoma* (Loganiaceae)", *Blumea*, 26, (2) : p. 245-364.
3. CORNER E.J.H. (1964), "The classification of Moraceae", *Gard. Bull. Singapore*, 19, (2) : p. 187-252.
4. GARNOCK-JONES P.J. (1976), *Hebe rapensis* (F. BROWN) Garnock-Jones comb. nov. and its relationship. *N.Z.J. Bot.*, 14 (1) : p. 79-83.
5. HEINE H. (1976), "Boraginaceae in vol. 7 Flore de la Nouvelle-Calédonie et dépendances", *Argusia*, p. 108-112.
6. HOLTUM R.E. (1977), "The family Thelypteridaceae in the Pacific and Australasia", *Allertonia*, 1, (3), p. 169-234.
7. HOOPER S. (1972), New taxa names and combinations in Cyperaceae for the "Flora of West Tropical Africa".
8. KRAMER K.U. (1970), "The Lindsaeoid Ferns of the old World V. The smaller Pacific Islands", *Blumea*, 18, (1) : p. 157-194.
9. SKOTTSBERG K. (1983), "Liliaceae of Southeastern Polynesia. Occ. Pap.", *Bernice Bishop Museum*, 13, (16), p. 240 (*Astelia*).
10. SLEUMER H. (1963), "Florae Malesianae precursores XXXVII. Materials towards the knowledge of the Epacridaceae mainly in Asia Malaysia and the Pacific", *Blumea*, 12, (4), p. 145-169.
11. SAINT-JOHN H. (1983), "Novelties from the Austral Islands and French Polynesia", *Pacific Plant Studies*, 39, *Nordic Journ. Bot.*, 3, p. 447-454.
12. VELDKAMP J.F. (1974), "A taxonomic revision of *Dichelachne* Endl. (Graminae)", *Blumea*, 22, (1) : p. 5-12.

Jean-Paul EHRHARDT*

L'AVIFAUNE DE RAPA

Si l'avifaune des Australes est connue depuis le passage de la Whitney South Sea Expedition (12, 14, 15), celle de Rapa, la plus méridionale des cinq îles hautes de cet archipel n'a vraiment fait l'objet d'un inventaire particulier qu'en 1968 (10) et en 1975 (17), inventaires non publiés.

Dans le cadre de l'exploration géologique, faunistique et floristique entreprise en 1984 avec l'appui du Ministère des Armées (5), nous avons effectué du 28 janvier au 11 février de cette année le bilan de la faune aviaire présente sur cette île et quelques uns des îlots qui l'entourent.

Après un rappel sommaire des caractéristiques géomorphologiques, climatiques et botaniques de cette île, nous distinguerons l'avifaune terrestre présente sur son littoral, dans ses vallées, sur ses pentes et dont quelques représentants se trouvent parfois sur les îlots alentours, de l'avifaune océanique qui peuple essentiellement les falaises des versants sud et ouest ainsi que les îlots alentours qui sont inhabités.

APERÇU GÉOGRAPHIQUE, CLIMATIQUE ET BOTANIQUE

Située par 144°20' de longitude ouest à la latitude 27°37' sud, Rapa est la plus "Australes" des îles de l'archipel des Australes, à 1 100 km au sud-sud-est de Tahiti, à 480 de Raivavae, l'île habitée la plus proche. Sa position, à environ 500 km au sud du tropique du Capricorne, lui vaut de connaître de fortes variations climatiques saisonnières et un hiver austral parfois rude. La température moyenne varie de 17,3 degrés centigrades en août à 23,9° en février, le minimum absolu étant de 8,9°C et le maximum de 30,9° (6). Les pluies y sont abondantes : il tombe en moyenne 264,5 cm d'eau annuellement. Le ciel est

* Médecin en Chef, spécialiste de Recherches du Service de Santé des Armées (Biologie-Écologie), Docteur ès Sciences naturelles (3^e cycle), responsable de l'expédition 1984 à Rapa.

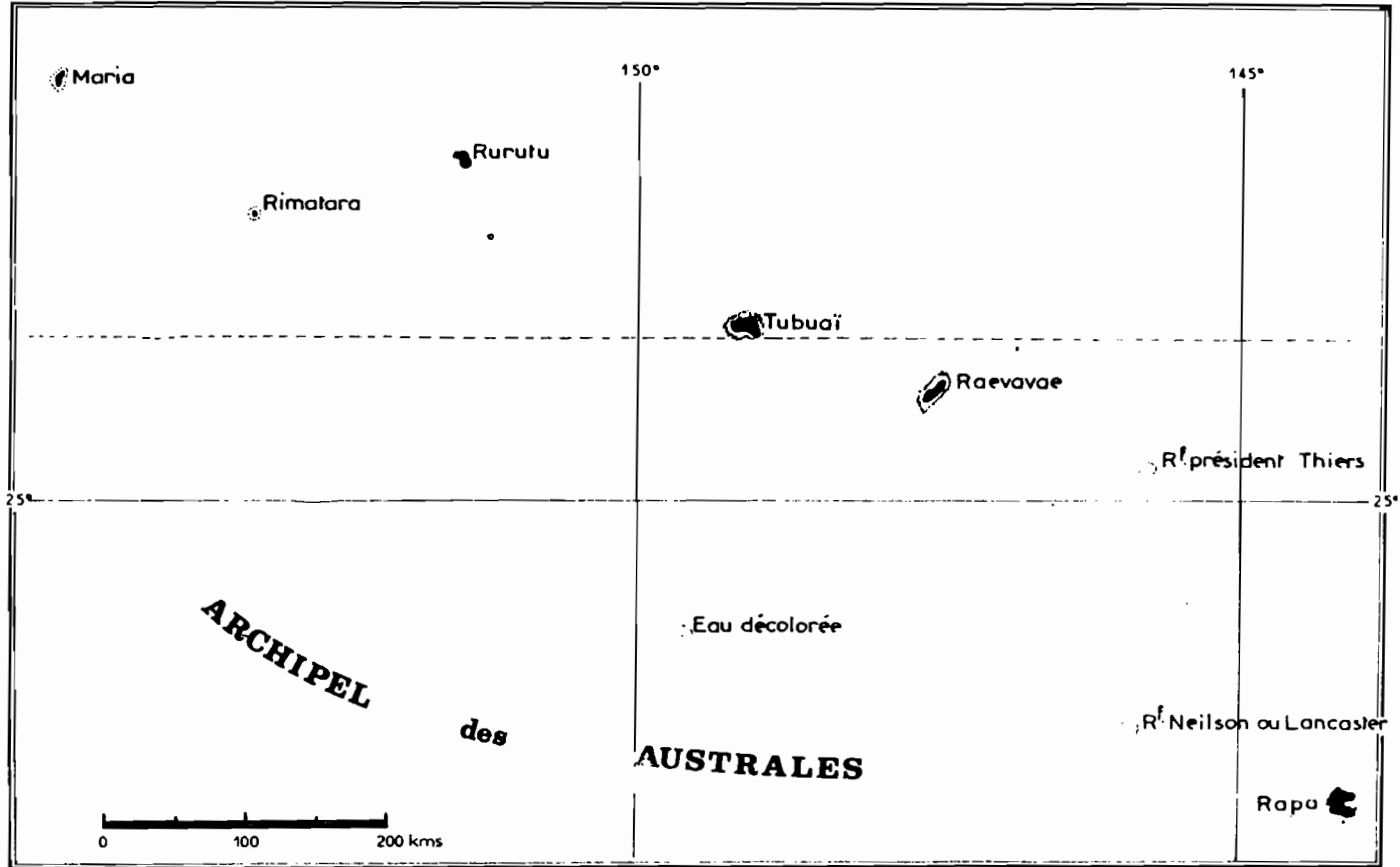


FIGURE 1 – Situation de Rapa dans l'archipel des Australes.

souvent couvert, surtout à la saison froide. Périodiquement des orages violents balayent l'île entraînant la crue des ruisseaux.

Ses dimensions sont loin d'être considérables : 7 kilomètres de long sur 9 de large, couvrant une superficie d'environ 22 km carrés (6). N. HALLÉ (5) compare cette île à une roue dentée, dont les dents principales, une vingtaine, sont longues d'environ 1 km pour la moitié d'entre elles et délimitent des baies. Cette île consiste en un volcan ancien extérieur et un volcan intérieur plus récent dont le cratère de 4 km de diamètre s'est effondré laissant une couronne de hauts sommets qui s'est ensuite affaissée du côté est : de là l'ouverture de la plus

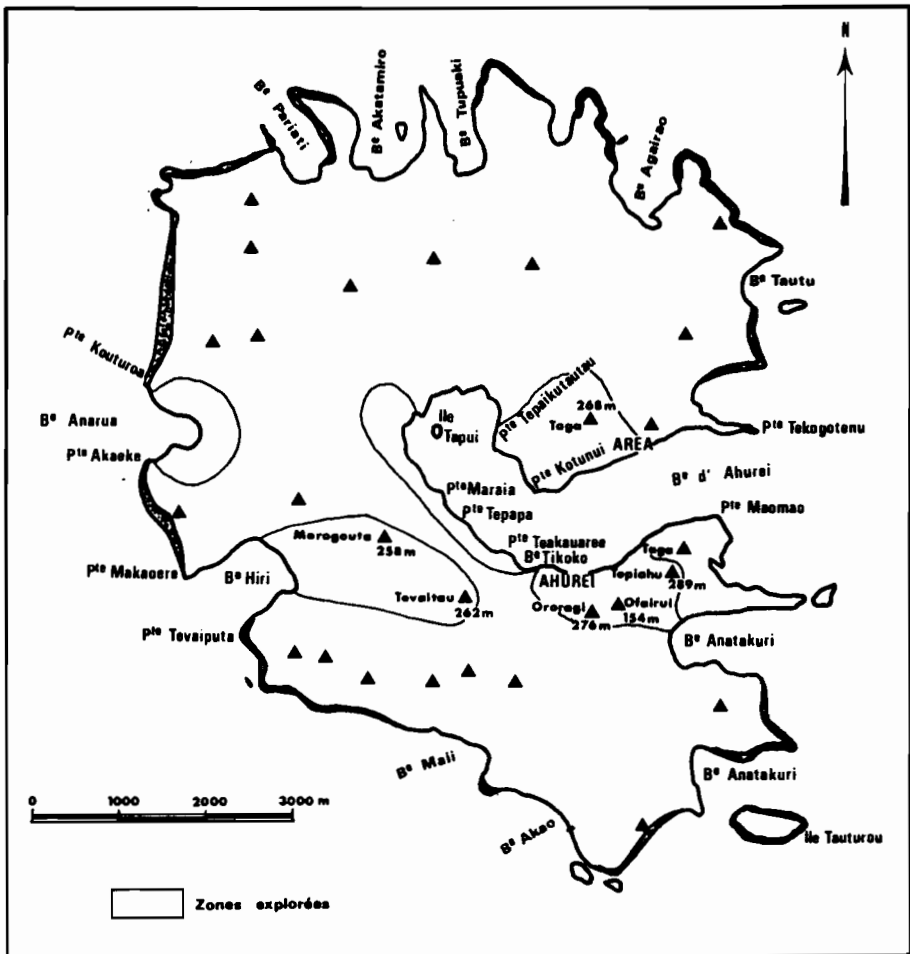


FIGURE 2 - Carte de Rapa avec les zones explorées (à l'exception de l'ensemble du littoral qui a été observé par voie maritime).

grande baie, celle d'Ahurei. Au fond de celle-ci, l'îlot Tapui serait l'un des vestiges de cette caldeira (13). Cette baie à laquelle on accède par un chenal étroit et sinueux sur des fonds de 20 à 40 m fournit un bon mouillage, abritée qu'elle est (sauf à l'est) par les parois du cratère. Le sud et l'ouest de l'île ont d'imposantes falaises tandis que l'est et le nord sont découpés en une dizaine de baies larges et accueillantes.

Il y a plus de 150 ans la population de Rapa était évaluée à 1 500-2 000 habitants. En 1964, elle n'était plus que de 362 personnes (6). En 1984, elle est d'environ 500 âmes. Cette population vit principalement de la pêche et du taro.

La venue de l'homme s'est accompagnée d'une introduction d'animaux représentés actuellement par 2 000 chèvres et 150 bovins vivant à l'état sauvage et s'employant à réduire la végétation d'origine qui a déjà abandonné 80 % de la surface (5). Et cela est d'autant plus grave que Rapa est loin de posséder l'exubérante végétation des îles du nord. La végétation de Rapa si elle ne comporte ni cocotier (en réalité 3 à 4 exemplaires stériles) ni arbre à pain, a cependant de nombreuses espèces aux affinités tropicales, menacées aux altitudes moyennes ou basses par les chèvres, l'érosion, les feux et l'homme (5). Ce dernier est à l'origine de la disparition des basses forêts. Les plus hauts massifs de l'île Maurura et Pukumaru (605 m) au sud, Naumere et Perau (607 m) à l'ouest, sont "les sanctuaires de deux forêts humides à surabondance de mousses épiphytes dont la limite inférieure est située vers 450-500 m" (5).

Schématiquement, en partant du bas des vallées vers les crêtes des massifs, on peut distinguer en prenant comme modèle la vallée de Hiri :

- en bordure du littoral, un cordon d'*Hibiscus tiliaceus* auquel se mêlent parfois des Pandanacés.
- Des tarodières limitées par des brousses à *Psidium cattleianum* et à *Hibiscus tiliaceus*; lorsque ces tarodières sont abandonnées ou sur sol hydromorphe, des peuplements denses à *Schoenoplectus subulatus*, grand roseau ressemblant au fameux Tarora du lac Titicaca.
- Au-dessus des tarodières, une forêt monospécifique à *Eugenia* spp. et de place en place *Erythrina variegata* var. *orientalis* vraisemblablement importé par les Polynésiens.
- Dans les endroits déboisés, une végétation à base de *Gleichenia* sur les croupes sèches remplacée ailleurs par des graminées (*Agrostis*, *Ischaemum*) ou des cyperacées (*Cyperus carex*).
- Plus haut des vestiges de forêts primaires à *Metrosideros collina* (Myrtacée), à *Corokia* (Cornacée, à *Weidmannia* (Cunionacée) et à *Cyathea*, fougère arborescente dont il existe un hectare à l'état presque pur dans le nord de la baie de Hiri.
- En haut des thalwegs, des forêts à *Cyathea* (dont il existe deux espèces : *C. rapensis* répandu dans toutes les Australes et *C. stockesii*), à *Homalanthus* (Euphorbiacées), à *Eurya rapensis* (Thracée endémique à Rapa) envahies par des *Freycinetia* (Pandanacées), ces derniers seraient, selon le botaniste FLORENCE, un faciès de dégradation en milieu humide.

L'AVIFAUNE TERRESTRE

L'avifaune terrestre de Rapa est pauvre puisqu'elle ne comporte que cinq espèces, une de plus qu'à Tubuai (4), appartenant chacune à un ordre différent.

Espèce importée.

Galliformes.

Phasianidés.

Gallus gallus (LINNÉ), introduit par les indigènes lors de leur arrivée est présent dans toute l'île, soit en semi-domesticité, soit à l'état sauvage. Le coq est strictement coloré alors que la femelle, plus petite, est brune ou terne. Les individus semi-domestiques se rencontrent dans les localités d'Ahurei et d'Area. Les individus sauvages se rencontrent partout ailleurs. Nous en avons observé sur les pentes du Mont Taga à deux cents mètres d'altitude et capturé sur les contreforts de Morogouta.

Espèce migratrice.

Charadriiformes.

Scolopacidés.

Nous n'avons pas vu le Courlis d'Alaska *Numenius tahitiensis* (GMELIN) au cours de nos deux séjours à Rapa, en novembre 1983 et en janvier-février 1984. En revanche, le Becasseau d'Alaska *Heteroscelus incanus* (GMELIN) a été vu à plusieurs reprises le long de la baie d'Ahurei, notamment sur la bordure littorale des tarodières de Tuko, là où la profondeur de la baie est très faible. Il a également été observé le long du littoral des baies d'Anarua et de Hiri.

Espèces sédentaires.

Ansériformes.

Anatidés.

Nous avons vu à plusieurs reprises les individus de l'espèce *Anas superciliosa pelewensis* HARTLAUB et FINSCH dans les tarodières de Tuko, de la baie de Hiri et d'Anatakuri. Ce canard d'une taille équivalente à celle du col vert, au plumage gris-brun avec le dessous des ailes blanc, au bec gris-bleu, à la tête claire avec une bande brun foncé en travers de chaque œil avait été signalé à Rapa en 1968 par LACAN (10) et à Tubuai, en février 1980, par nous-mêmes (4). D'après nos investigations et les observations de PLESSIS et FAURE, la population présente dans l'île ne semble pas excéder deux dizaines d'individus.

Columbiformes.**Columbidés.**

Il existe à Rapa un pigeon frugivore endémique à l'île. Selon les auteurs, il est appelé *Thylyphlaps huttoni* ou *Ptilinopus huttoni* (FINSCH). Il est presque deux fois plus gros que n'importe quelle autre espèce de columbidé. Le bec et la queue sont presque aussi longs que le reste du corps. Le vert de son dos se prolonge jusqu'au bout de la queue et le haut du thorax est gris-vert. Comparé aux autres columbidés connus en Polynésie il présente des particularités de taille, de couleur et de comportement (2). Il se nourrit de fruits, notamment ceux de l'*Homalanthus* (5) mais également d'insectes (2). En cela, il est différent de l'*Uupa* des Tuamotu, *Ptilinopus coralensis* PEALE.

Autre particularité : son cri. A l'analyse, il se compose d'une note basse "oo" suivi d'une note plus haute "ue" (2). Cette séquence se répète pendant un temps suffisamment long, de l'ordre d'une minute, notamment lorsque le mâle appelle sa partenaire. Nous l'avons entendu dans la vallée de Hiri et c'est ce cri qui nous a mené vers l'oiseau, en l'occurrence trois individus. N. HALLÉ a également observé cet oiseau sur les hauteurs de Pukumia, de la vallée de Tautu (à l'est), et dans la vallée de Tupuaki au-dessous du fortin de Vairu, au nord de l'île.

La saison des amours à Rapa se situe entre le mois de janvier et le mois d'avril, période la plus chaude, où les fruits sont les plus abondants.

Ce pigeon est inconnu dans le reste des Australes. Nous ne l'avons pas vu à Raivavae en novembre 1983, ni à Tubuaï que nous avons exploré en 1980 (4) et revu en novembre 1983, deux îles où selon BRUNER (2) on pourrait trouver quelques représentants de cette espèce.

Ralliformes.**Rallidés.**

Jadis répandu dans tout le Sud-Pacifique, le Râle *Porzana tabuensis* (GMELIN) ne s'observe plus en Polynésie française que dans certaines îles : aux Marquises, dans l'île de Nuku-Hiva, sur le plateau de Tovil (selon RIVIÈRE et SÉCHAN qui l'ont aperçu en novembre 1983) et aux Australes, dans l'île de Rapa où nous l'avons observé et capturé en février 1984. Partout ailleurs, il semble avoir disparu : à Tahiti (11), aux Tuamotu, aux Gambier (11), à Tubuaï (Australes) que nous avons exploré en février 1980 (EHRHARDT) et revu en novembre 1983.

A Rapa, nous en avons aperçu un exemplaire adulte dans la zone marécageuse de la vallée de Raupakanui. Il se faufile rapidement entre les massifs de *Schoenoplectus subulatus*, ce grand roseau qui peuple les taraudières et les zones marécageuses. C'est un oiseau relativement petit, d'une vingtaine de centimètres, de couleur noirâtre dont les pattes sont rouge pâle. Sa queue est courte et difficilement discernable, ses ailes tronquées. Cet oiseau est actif tôt le matin et tard dans l'après-midi, dans sa quête d'insectes et de crustacés qui constituent l'essentiel de son menu.

Son cri caractéristique peut se décrire comme un "couinement profond, anormalement bas en égard à sa taille" (2). Son nid est délimité par une couronne d'herbes fines à l'abri des hautes herbes qui surplombent les eaux

marécageuses, son habitat d'élection. La saison de nidification et de reproduction se situerait selon BRUNER (2) aux mois de juin-juillet. Mais cet auteur ne l'affirme pas de façon formelle, se basant sur des observations faites aux Kermadec, en Nouvelle Calédonie et à Norfolk.

Trois jours après cette première observation, M. SÉCHAN, l'entomologiste de notre équipe, nous ramenait de l'îlot de Tauturau un couple de "Koto Koto", ainsi appelle-t-on à Rapa cet oiseau, qu'il avait capturé avec l'aide de son guide. Le poids et les mensurations de ces oiseaux vraisemblablement immatures, figurent dans le tableau I.

En manipulant ces oiseaux, nous avons pu vérifier la couleur rouge du pourtour de l'œil, tranchant sur la couleur bleu-noir du plumage.

Poids	80	80
Longueur totale (mm)	200	190
Aile (mm)	120	110
Queue (mm)	55	54
Tarse (mm)	35	33
Doigt médian (mm)	40	40

TABLEAU I - Mensurations de la Marouette Puligineuse (d'après 2 exemplaires capturés sur l'îlot de Tauturau).

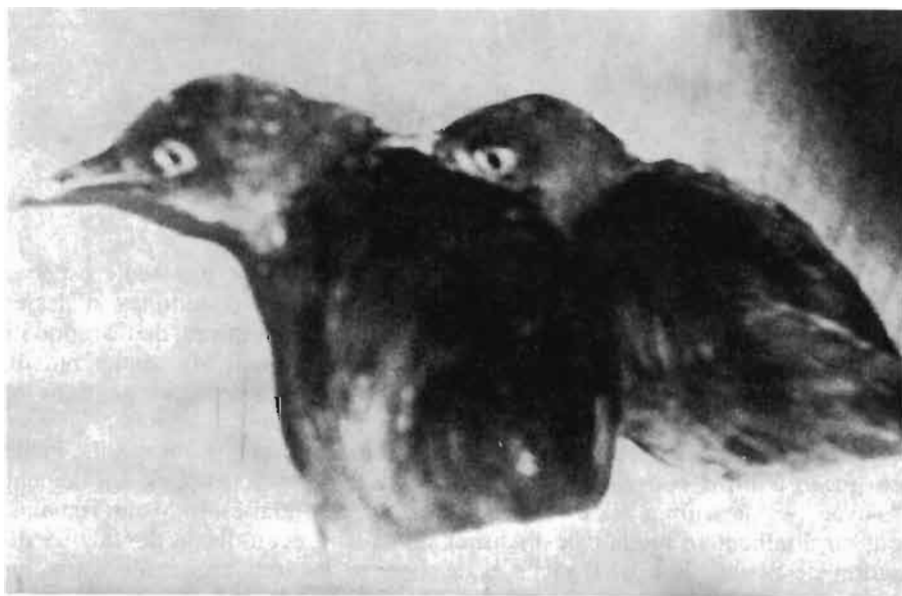


PHOTO 1 - Couple de "Koto Koto".

RÉPARTITION DE L'AVIFAUNE TERRESTRE

La géomorphologie de l'île nous autorise à distinguer :

- Le littoral avec ses bosquets à *Pandanus* – *Hibiscus tiliaceus*
- Les tarodières et les zones marécageuses à *Schoenoplectus*
- Les pentes déboisées sèches à *Gleichenia* et plus humides à Graminées ou Cyperacées
- Les forêts des pentes moyennes à *Codokia* – *Cyathea* – *Weinmannia*
- Les forêts sous-crêtales à *Cyathea* – *Eurya* – *Freycinetia*.

Espèces	Côtes	Tarodières zones marécageuses	Pentes déboisées	Forêts des pentes moyennes	Forêts sous- crêtales
<i>Gallus gallus (sauvage)</i>				× ×	
<i>Heteroscelus incanus</i>	×				
<i>Anas superciliosa</i>		×			
<i>Ptilinopus huttoni</i>					× ×
<i>Porzana tabuensis</i>		×			

TABLEAU II – Répartition de l'avifaune terrestre.

Le nombre de × reflète l'abondance des espèces :

×, 1 à 2 individus vus par jour

× ×, 3 à 6 individus vus par jour.

L'AVIFAUNE OCÉANIQUE

Liste des espèces.

Les Pelecaniformes.

La famille des Fregatidés est représentée à Rapa par une seule espèce : *Fregata minor* (GMELIN). Une demi-douzaine d'exemplaires adultes, mâles et femelles, ont été aperçus planant au-dessus des îlots de Tauturau, de Karapoo iti et de Karapoo rahi au sud de Rapa. Comme à Tubuaï (4), aucun nid de Fregatidé n'a pu être décelé lors du séjour. Cette espèce ne nicherait pas dans les îles de l'archipel des Australes (9 et 10).

De la famille des Phaetontidés, une espèce seule est présente à Rapa. Le Paille en queue à brins rouges, *Phaeton rubricauda* BODDAERT, appelé localement "Tavae", est le seul vu. Il est fréquent au-dessus des falaises du Mont Tepiahu, qui surplombent au sud la baie d'Ahurei, où il niche, et au-dessus des falaises du sud et de l'ouest de l'île. Il niche également sur les îlots autour de Rapa, en particulier sur le versant sud de l'île de Tauturau où l'on a dénombré quatre couples nichant dans la végétation herbacée ou sous des massifs de *Gleichenia*.

Dans les nids, nous avons pu vérifier la présence d'un œuf unique, lisse, tacheté de brun sur un fond rose. L'œuf que nous avons mesuré avait 76 mm de long et 49 mm de diamètre, dimensions en conformité avec celles que fournissent LACAN et MOUGIN pour les œufs des îles Tuamotu (11).

De la famille des Sulidés, seule l'espèce *Sula leucogaster* (BODDAERT) est présente à Rapa. LACAN en avait aperçu des représentants sur l'îlot Karapoo iti (11). Nous en avons aperçu une dizaine d'exemplaires survoler les falaises sud et ouest de l'île.

Les Lariformes.

La Sterne blanche, *Gygis alba* SPARRMAN est commune à Rapa où les indigènes l'appellent "Take Take". Dans l'île, on l'observe fréquemment dans les forêts sous-crêtales. On la retrouve aussi dans les falaises sud et ouest ainsi que sur les îlots. Sur le seul îlot de Tauturau on a pu en dénombrer une cinquantaine de couples s'occupant de leurs poussins.

Le cycle reproducteur pour cette espèce se déroule entre la fin août et le début juin et moins de trois mois séparent la fin d'une période de reproduction et le début de la suivante (11).

Le Noddi commun ou Niais, *Anous stolidus* (LINNÉ), "Gnoio" en Rapanais, est rencontré dans les falaises sud et ouest de l'île ainsi que sur les îlots alentours. Dans l'îlot de Tauturau, cent cinquante individus adultes ont été dénombrés. Notre séjour coïncidait avec la présence des poussins, confirmant les observations de LACAN et MOUGIN sur le cycle reproducteur de cette espèce (11) qui est annuel et se déroule d'octobre à fin mai.

Le Noddi gris, *Procelsterna cerulea termirostris* LAFRESNAYE, observé par LACAN en 1968, a été vu voletant et planant autour des falaises sud et ouest de Rapa. Il se posait dans les cavités creusées dans ces falaises. Nous l'avons revu dans le voisinage immédiat de Karapoo Iti. Il doit vraisemblablement y nicher mais sa période de ponte ne correspondait pas à celle de notre présence. THIBAUT, en 1973, dans l'archipel des Gambier, observait les premières pontes au début d'août à Motu Taiku. LACAN et MOUGIN, en novembre, à Manui (Gambier) trouvaient des œufs à tous les stades de l'incubation et des poussins à tous les stades de croissance (11). Revenant fin avril, ils constataient que les nids ne contenaient plus ni œufs, ni poussins. Si l'intervalle de temps séparant la ponte de l'envol du poussin est de l'ordre de trois mois, comme chez la plupart des sternes, janvier-février doit être la période d'envois des poussins.

Les Procellariiformes.

Famille des Procellariidés.

A Rapa, BOURNE décelait en 1959 (1) la présence d'un petit Puffin, *Puffinus assimilis myrtae* revu par LACAN en 1968 (10). Nous-mêmes, en février 1984, avons pu examiner deux exemplaires de cette espèce que les indigènes connaissent sous la dénomination de "Korue". Ces exemplaires avaient été capturés par l'entomologiste SECHAN et son guide qui ont vu plusieurs couples identiques en train de couver sur l'îlot de Tauturau. L'œuf que SECHAN nous montra et qui provenait de l'un des nids de ces Puffins était long de 45 mm et avait un

diamètre de 25 mm. Il présentait des taches sepia sur un fond beige. Le nid garni d'herbes sèches était dans une cavité de 35 centimètres de diamètre, elle-même à l'extrémité d'une galerie longue de 0,80 m. Vraisemblablement un ancien terrier de lapin.

Nous avons également vu en provenance de Tauturau, un exemplaire adulte de *Puffinus pacificus* (GMELIN). Il couvait également dans un ancien terrier de lapin abrité par une brousse à *Gleichenia*. L'œuf couvé, de couleur beige, mesurait 55 mm de long pour 39 mm de diamètre. Trois couples de Puffins du Pacifique, "Kaki Kaki" en rapanais, nichaient sur cette île aux lapins. La constatation, en ce début de février, de la période de ponte confirme le calendrier de la reproduction pour cette espèce dressé par LACAN et MOUGIN (11).

Dans le même îlot et sur le même versant sud, couvert dans sa plus grande partie par une végétation herbacée, fut capturé un exemplaire de *Pterodroma ultima*, le Pétrel de Murphy connu localement sous l'appellation de "Kea". En mai 1968, LACAN avait déjà observé sur l'îlot de Tauturau de nombreux Pétrels de Murphy mais n'avait constaté aucune ponte. Celle-ci ne débute qu'en juin si l'on se fie à l'observation faite sur l'atoll de Fangataufa par PLESSIS (comm. pers.).

L'aire de répartition de ce Pétrel est fort étroite, ne comprenant que les îles Australes (Rapa et îles Marotiri), Pitcairn, l'archipel des Tuamotu où il a été observé à Maria et Timoe par la Whitney South Sea Expedition ainsi qu'à Mururoa et Fangataufa par LACAN et MOUGIN (11).

Autre Pétrel aperçu planant au-dessus des falaises sud et ouest de Rapa : *Pterodroma neglecta* (SCHLEGEL), le Pétrel de Kermadec reconnaissable à son dos brun foncé, à son ventre clair et à son envergure atteignant le double de sa longueur.

Hydrobatides.

Le Pétrel tempête à gorge blanche, *Nesofregatta albigularis* (FINSEY) a été aperçu en vol près des falaises sud de Rapa. Il est reconnaissable à son dos noirâtre, à la face inférieure blanche de sa poitrine barrée d'une bande noire au niveau du thorax et à ses longues pattes noires. Cet oiseau que nous avons vu aux Marquises en 1973 (3) niche aux Gambier (16), limite sud de son aire de répartition, selon LACAN et MOUGIN (11).

RÉPARTITION DE L'AVIFAUNE OCÉANIQUE

Les milieux recherchés par les oiseaux de mer sont avant tout les endroits inhabités. A Rapa, c'est en premier lieu les îlots alentours : Rapa Iti dans le prolongement de la pointe Temavee, Tauturau en face de la baie d'Akatanui, Karapoo Iti en face de la pointe Kopaga Iti, Karapoo rahi près de la pointe Perau.

Ensuite ce sont les falaises sud de la pointe Patagaroa à la baie d'Anatakuri, les pentes abruptes du Massif de Makatea, les falaises de la pointe Teakataka, celles de la pointe Aukura à la pointe Tevaiputa. Les falaises ou les pentes abruptes des massifs montagneux à l'ouest de Rapa : de la pointe Kouturoa à la

<i>Espèces</i>	<i>Ilots</i>	<i>Falaises sud et ouest</i>	<i>Forêts sous crêtes</i>	<i>Plate-forme des falaises ligne des crêtes</i>
<i>Fregata minor</i>	× ×			
<i>Phaeton rubicauda</i>	× ×			× ×
<i>Sula leucogaster</i>	× ×	× × ×		
<i>Gygis alba</i>	× ×	× ×	× ×	
<i>Anous stolidus</i>	× × ×	× × ×		
<i>Procelsterna cerulea</i>	×	×		
<i>Puffinus assimilis</i>	× ×			
<i>Puffinus pacificus</i>	× ×			
<i>Pterodroma ultima</i>	×			
<i>Pterodroma neglecta</i>		×		
<i>Nesofregatta albigularis</i>		×		

TABLEAU III – Répartition de l'avifaune océanique.

Ces quatre zones sont reportées dans le tableau III.

En regard, le nombre de × indique le degré d'abondance :

- ×, de 1 à 3 individus par jour
- × ×, de 3 à 6 individus par jour
- × × ×, 7 individus et d'avantage vus par jour.

baie d'Akao. Ce sont encore les forêts sous-crêtes de l'île, lieu de prédilection des Sternes blanches. Ce sont enfin les plateformes des falaises difficilement accessibles. Ainsi la zone herbeuse qui surmonte les falaises du Mont Tepiahu abrite-t-elle une demi-douzaine de nids de Paille-en-queue à brins rouges.

DISCUSSION

La liste des espèces observées sur Rapa et l'îlot de Tauturau est donnée au tableau IV. Plusieurs points importants méritent d'être relevés.

En premier lieu, il y a deux fois plus d'espèces marines (11) que terrestres (5). Celles-ci ont un nombre limité d'individus, le total n'excédant pas 300. Le tableau V regroupe les estimations que nous avons pu faire à partir de nos observations et celles d'autres membres de l'expédition. En revanche, il ne nous a pas été possible d'évaluer le nombre d'individus propre à chacune des espèces marines. On peut cependant affirmer que l'avifaune marine présente sur les falaises sud et ouest de Rapa comporte plusieurs milliers d'individus.

Sur l'îlot de Tauturau, 300 oiseaux ont été recensés le 3 février 1984 : 150 Noddis, une centaine de Sternes blanches, une vingtaine de représentants de l'espèce *Puffinus assimilis*, une dizaine de Phaetons, une demi-douzaine de Puffins du Pacifique et deux couples de Petrels de Murphy (à l'exclusion de la Marouette fuligineuse, recensée dans le tableau V). En mai 1968, LACAN avait observé que de nombreux oiseaux avaient établi leur nid sur cet îlot mais n'avait décelé aucune ponte (11).

A Rapa, le Paille-en-Queue à brins rouges choisit de nicher au-dessus des

Espèces	Baie Ahurei et Iraudiere Tuko	Area	Vallee de Raupakanui	Massif Tepiahu	Ilot Tauturau	Ilot Karapoo Iti	Baie Anatakuri	Baie de Hiri	Falaises de Makatea (sud)	Falaises de Makaohere (ouest)	Pukumia et Vallee de Tautu	Baie de Tupuaki
O. Pelecaniformes												
<i>Fregata minor</i>					X	X						
<i>Phaeton rubricauda</i>				R	R							
<i>Sula leucogaster</i>						X						
O. Lariformes												
<i>Gygis alba</i>	R		R		R	R		R	R	R		
<i>Anous stolidus</i>					R				R			
<i>Procelsterna cerulea</i>						R?			R?	R?		
O. Procellariiformes												
<i>Puffinus assimilis</i>					R							
<i>Puffinus pacificus</i>					R	R						
<i>Pterodroma ultima</i>					R?							
<i>Pterodroma neglecta</i>									X	X		
<i>Nesofregatta albigularis</i>									X			
O. Charadriiformes												
<i>Heteroscelus incanus</i>	M		M				M	M				M
O. Anseriformes												
<i>Anas superciliosa</i>	R?						R?	R?				
O. Columbiformes												
<i>Ptilinopus huttoni</i>								R			R	R
O. Ralliformes												
<i>Porzana tabuensis</i>			R		R							
O. Galliformes												
<i>Gallus gallus</i>	R	R	R					R				

TABLEAU IV – L'avifaune selon les sites.

R = Reproducteur

R ? = Probablement reproducteur

X = Observé, mais de statut inconnu

M = Observé en migration.

<i>Espèce</i>	<i>Ahurei</i>	<i>Area</i>	<i>Tarodière de Tuko</i>	<i>Baie Hiri</i>	<i>Vallée Raupakanui</i>	<i>Baie Tautu</i>	<i>Tarodière Tupuaki</i>	<i>Baie d' Akatanui</i>	<i>Baie d' Anarua</i>	<i>Baie d' Anatakuri</i>	<i>Ilot de Tauturau</i>	<i>Total</i>
<i>Gallus gallus</i>	180	60		12	12			10	10			300
<i>Heteroscelus incanus</i>	2		2					1	2			10
<i>Anas superciliosa</i>			4-6	4-6						4-6		20
<i>Ptilinopus huttoni</i>				3-4	2	2-3	3-4					20
<i>Porzana tabuensis</i>					2 à 4						4 à 6	10

TABLEAU V – Importance respective des différentes espèces terrestres.

falaises difficilement accessibles par la mer. Là, il trouve un sol relativement plat sous couvert végétal herbacé ou arbustif. Dans l'îlot de Tautourau, ce biotope est réalisé sur le versant sud où le sol meuble recouvert dans la plus grande partie par une brousse à graminées et à *Gleichenia*, se prête au fouissage et permet la nidification d'espèces hypogées comme les Puffins et les Pétrels.

La survie à Rapa d'un Ptilope frugivore et insectivore n'est possible que tant que subsisteront les forêts sous-crêtales menacées de plusieurs façons (chèvres, érosion, incendies). Les Rapaces y sont heureusement absents.

Comme à Tubuaï, l'absence de Martin-chasseur ne peut être attribuée au manque d'architecture forestière convenant à des mœurs discrètes. Les Scinques et les Insectes qui constituent l'essentiel de son régime ne manquent pas.

Les bosquets de Buraos n'abritent point de Fauvette comme à Rimatara où j'ai pu voir, en novembre 1983, l'espèce *Acrocephalus vaughani* (SHARPE) forme *rimatarae*, signalée en 1929 par MURPHY et MATHEWS (14).

En revanche, nous avons constaté la persistance du Rallidé *Porzana tabuensis* (GMELIN) dont la présence aux Gambier, à Tubuaï et à Rapa avait été notée en 1923 mais que nous n'avons pu déceler à Tubuaï en 1980 (4).

CONCLUSION

Une mission accomplie en janvier-février 1984 à Rapa nous a permis de dresser la liste des espèces ornithologiques qui y résident de façon permanente, de préciser leur répartition et pour certaines, l'époque de nidification.

Il y a trois fois plus d'espèces océaniques (onze) que terrestres (quatre) si l'on néglige le Bécasseau d'Alaska, oiseau migrateur. Dans l'avifaune terrestre, où ne figure pas le Sturnidé *Acridotheres tristis* (présent à Tubuaï), vient en tête le Phasianidé *Gallus gallus* et loin derrière, l'Anatidé *Anas superciliosa* et le Columbidé *Ptilinopus huttoni*. Pour la première fois dans notre exploration de la Polynésie nous avons pu observer, capturer et manipuler des exemplaires de Rallidé, *Porzana tabuensis* (GMELIN) recherché en vain à Tubuaï.

Au sein de l'avifaune océanique, les Lariformes avec la seule sous-famille des Sternidés, riches de trois espèces, sont incontestablement les plus nombreux si l'on se fie à un recensement opéré sur l'îlot de Tautourau. L'espèce la plus abondante, *Anous stolidus*, n'est présente que sur les falaises sud et ouest de l'île ainsi que sur les îlots environnants.



REMERCIEMENTS – Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous ceux qui nous ont aidé tout au long de notre mission : le Service Mixte de Contrôle Biologique qui nous a confié la responsabilité de cette mission et nous a aidé dans l'accomplissement de celle-ci, le maire de Rapa pour nous avoir facilité la tâche au cours de nos déplacements, les différents chercheurs qui nous ont fait part de leurs observations : Messieurs BROUSSE, HALLÉ, FLORENCE, FAURE, et surtout Monsieur SÉCHAN, entomologiste de l'Institut Malardé qui nous a apporté des oiseaux et des œufs de l'îlot de Tautourau.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOURNE W.R.P. (1959), A new little shearwater from the Tubuaï Island, *Puffinus assimilis myrtae* subsp. nov., *Emu* 59, p. 212-214.
2. BRUNER L. (1972), *A Field guide to the birds of French Polynesia*, Bernice P. Bishop, Museum, Honolulu, Hawaii, 135 p.
3. EHRHARDT J.P. (1978), "L'avifaune des Marquises", *Cahiers du Pacifique*, 21, p. 389-407.
4. EHRHARDT J.P. (1980), "L'avifaune de Tubuaï", *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, 2, (3), p. 271-288.
5. HALLE N. (1984), "Mission 1984 à Rapa", *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris*, (sous presse).
6. HANSON A. (1973), "Rapa", *Soc. Océanistes*, n° 33, Musée de l'Homme, Paris.
7. HOLYOAK D.T. et THIBAUT J.C. (1977), "Habitats, morphologie et interactions écologiques des oiseaux insectivores de Polynésie orientale", *L'oiseau et R.F.O.*, 47, p. 2.
8. HOLYOAK D.T. and THIBAUT J.C. (1978), "Notes on the Phylogeny, distribution and ecology of frugivorous pigeons in Polynesia", *Emu* 78, p. 201-206.
9. KING W.B. (1967), *Seabirds of the Tropical Pacific Ocean*, Smithsonian Inst., Washington D.C., p. 99-100.
10. LACAN F. (1968), *Compte-rendu d'une mission ornithologique aux Tuamotu, aux Gambier et aux Australes (Museum V)*, Rapport particulier ronéotypé, 17 p.
11. LACAN F. et MOUGIN J.L. (1974), "Les oiseaux des Îles Gambier et de quelques atolls orientaux de l'archipel des Tuamotu (Océan Pacifique)", *L'oiseau et R.F.O.*, 44, p. 129-280.
12. MURPHY R.C. (1928), "Birds collected during the Whitney South Sea Expedition", *Nat. Geogr. Mag.*, 322, p. 1-5.
13. MOTTAY G. (1976), *Contribution à l'étude géologique de la Polynésie française. Archipel des Australes*, Thèse 3^e cycle, Orsay, Paris-Sud, 217 p.
14. MURPHY R.C. and MATHEWS G.H. (1929), *Birds collected during the Whitney South Sea Expedition*, *Amer. Mus. Novit.*, 350.
15. RIPLEY J.D. (1942), *Birds collected during the Whitney South Sea Expedition*, *Amer. Mus. Novit.*, 1192.
16. THIBAUT J.C. (1973), "Notes Ornithologiques Polynésiennes. I. Les Îles Gambier", *Alauda*, 41, n° 1/2, p. 111-119.
17. THIBAUT J.C. (1975), *Notes de terrain sur les oiseaux de Rapa. Papeete*.
18. THIBAUT B. et THIBAUT J.C. (1973), "Liste préliminaire des oiseaux de Polynésie orientale" *L'oiseau et R.F.O.*, 43, 1, p. 55-74.

Gérard FAURE*

FAUNE CORALLIENNE DES ILES RAPA ET MAROTIRI, POLYNÉSIE FRANÇAISE (Iles Australes)

INTRODUCTION

Situation (figures 1 et 2).

Par 27° 30' 5" latitude sud, l'île de Rapa (et son annexe Marotiri : 28° S.) se situe à l'extrême sud de l'archipel des Australes, le plus méridional (22°-28° S.) de la Polynésie française. Distante de quelques 500 km de Raevavae et à plus de 1 300 km de Tahiti, l'île de Rapa culmine à 650 m (Mont Perau) pour une superficie de 42 km².

Le contexte morphologique.

La morphologie récifale de Rapa apparaît davantage directement influencée par son histoire géologique récente, que par les conditions écologiques particulières qui y règnent. Les traits majeurs en sont :

- L'existence d'une plateforme large de 2,5 km, se développant en pente douce tout autour de l'île, jusqu'à 50-55 m de profondeur, profondeur à partir de laquelle s'établit un brutal décrochement de pente.

- La présence de nombreuses baies disséquées par des chenaux et des passes profondes de 15 à 32 m, résultant globalement d'une érosion en milieu subaérien, antérieure à la dernière transgression, ou résultant des effets de la subsidence.

- L'absence presque totale de tout édifice récifal à l'exception des platiers de bordures des passes et chenaux.

Si l'on écarte une peu probable origine morphostructurale (liée aux modalités d'épanchement des coulées basaltiques), la plateforme des 50 m est, soit liée à la subsidence (période de stabilité et d'arrêt dans le mouvement), soit d'origine

* Université de la Réunion.

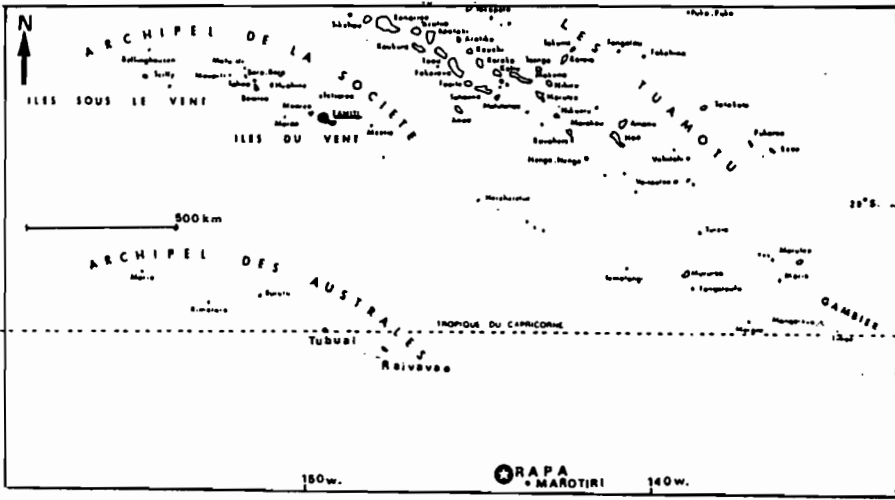


FIGURE 1 - Situation de Rapa en Polynésie française.

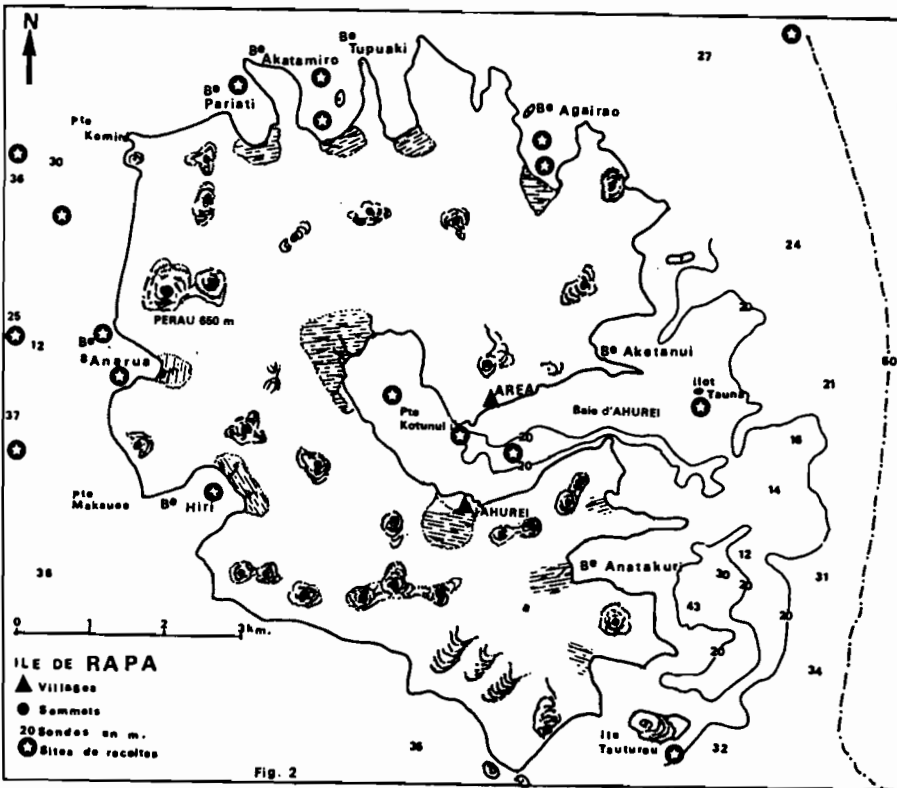


FIGURE 2.

eustatique. La seconde hypothèse apparaît la plus propice à expliquer la topographie récifale actuelle. Dans le cas d'un abaissement relatif par rapport au niveau actuel, l'essentiel de formations récifales aurait été exondé, et les sédiments repris par les vents auraient édifié un vaste réseau dunaire consolidé, sous la forme de calcarénite, et dont les vestiges sont visibles à la pointe Kotuaie (baie de Tupuaki) de 0 à + 25 m, sur le flanc NW de la baie de Hiri (0 + 0,5 m) et en colmatage de la grotte d'Anarua. Ce dispositif a été secondairement disséqué par le réseau hydrographique, qui au fur et à mesure de la baisse des eaux a modifié son profil. Ainsi se serait formé l'ensemble des chenaux et des passes, qui accidentent la topographie sous-marine actuelle des principales baies, Ahurei, Anarua, Pariati, Akatamiro, Tupuaki... dont certaines se développent plus au large, sous la forme de thalwegs, indentant la plateforme (Ahurei, Anarua). Par ailleurs, les eaux douces auraient localement dissous une partie de l'édifice calcaire, constituant un ensemble karstique, principalement au fond de la baie d'Ahurei, secondairement ennoyé lors d'une des dernières transgressions, ou à la suite d'une active subsidence.

Les causes de l'absence de véritable récif à Rapa et Marotiri peuvent être multiples, et agir séparément ou en synergie.

- Subsidence ou transgression trop rapide non compensée par la croissance des Scléactiniaires.

- Température moyenne faible (23°C en saison chaude; 20°C durant la saison fraîche) susceptible de freiner la vitalité des Madrépores, ainsi que l'installation de genres à fort pouvoir constructeur comme *Porites* et *Synarea*.

- Compétition importante de la part des algues et principalement des Phéophycées, entre 0-15 m, où elles occupent 50 à 75 % du substrat disponible.

MÉTHODES

La distribution des Scléactiniaires s'effectue *in situ* par le biais d'indices semi quantitatifs (coefficient d'abondance dominance) s'appréciant au moyen de l'échelle utilisée par PICHON (1973, 1978), VASSEUR (1984), FAURE (1982). Compte tenu des remarques de PICHON (1964), SCHEER (1978), FAURE (1982) et du temps imparti, nous avons choisi plutôt que de définir une aire minima par biotope, de multiplier les relevés et récoltes.

RÉSULTATS

Les peuplements coralliens appartiennent à deux grands groupes : peuplements des baies et chenaux; peuplements de la plateforme.

Peuplements des baies et chenaux.

Les baies.

- En mode très calme, les buissons anastomosés et champs monospécifiques d'Acropores branchus à *Acropora formosa* (écomorphe *virgata*) (4-5), avec un

couvert de 70-100 % constituant l'essentiel du platier de raccordement, qui se développe entre le littoral et le chenal de la baie d'Ahurei, à hauteur des villages et de la pointe Kotunui. Ils se poursuivent sur les flancs du chenal de navigation (platier de bordure : horizon supérieur du chenal 0-6 m). Plus à l'intérieur de la baie d'Ahurei, les buissons à très forte dominance d'*Acropora formosa* élaborent sur le pourtour du réseau de cuvettes (profondeur : 6-8 m, diamètre : 15-20 m) des constructions référables à un platier réticulé.

– En mode calme à semi battu, cette formation fait place à des buissons épars (baies de Pariati, Akatamiro, Tupuaki, Agairao), des buissons et pâtés polygéniques (baies de Hiri, Anarua, Anatakuri) à *A. formosa* (2-4), *Acropora cytherea* (2-3), *Pocillopora damicornis* (1), *Goniastrea australiensis* (1), *Leptoria phrygia* (1), *Montastrea curta* (1), *Goniastrea pectinata* (1), *Leptastrea purpurea* (1); taux de recouvrement ≤ 50 %.

Les chenaux.

Les flancs de calcarénite des chenaux et passes sont colonisés par plusieurs types de communautés coralliennes correspondant à des conditions d'environnement variées en fonction de la profondeur, l'hydrodynamisme, la sédimentologie, la pente.

L'horizon supérieur.

– En mode très calme entre 0 et 3 m, les colonies d'*Acropora formosa* (2-4) et de *Stylocoeniella guentheri* (2-3) couvrent de grandes étendues en mélange avec *Alveopora allingi* (2) et *Psammocora contigua* (1-2).

– En mode semi battu (flancs des passes de Pariati, Tupuaki, Hiri, Anarua, Akatamiro) la couverture madréporique (5-10 %) est fortement concurrencée entre 0-3 m par les communautés algales à dominance de Sargasses. Les espèces les plus abondantes sont : *A. hyacinthus* (3), *A. rosaria* (1), *Montastrea curta* (1), *Pocillopora damicornis* (1).

– En mode battu (entrée de la baie d'Ahurei par le travers de l'îlot Tauna), le peuplement coralien (taux de couverture 5-10 %) renferme par ordre d'importance : *A. danai* (3), *A. variabilis* (2), *A. humilis* (2), *Pocillopora damicornis* écomorphe *caespitosa* (2), *A. robusta* (1), *Favia rotumana* (1), *Montastrea curta* (1).

L'horizon moyen (3-15 m).

– En mode très calme. La faible couverture corallienne (5-10 %) des flancs, consiste principalement en *Echinophyllia echinata* (2), *E. aspera* (1-2), *Merulina ampliata* (1), *Goniastrea australiensis* (1), *Favia fava* (1), *Platygyra pini* (1), *Favia amicorum* (1). Localement se dressent des pâtés coralliens constitués par des colonies plurimétriques de *Stylocoeniella guentheri* (3), *Alveopora allingi* (3), *Lobophyllia corymbosa* (1). La plus grande partie du substratum non colonisé est recouverte de vase terrigène, dont l'importance augmente avec la profondeur, et seule la partie supérieure de colonies constituant les pâtés est vivante.

– En mode calme à semi battu. Les flancs des chenaux et des passes apparaissent comme profondément érodés et disséqués avec des tombants abrupts et des surplombs en encorbellement. La plus grande partie est, ou bien

colonisée par des algues (3 à 5 m), ou bien au-delà de 5 m recouverte d'un film sédimentaire vaseux. La communauté corallienne est dominée par *Echinophyllia echinata* (3), *Acanthastrea echinata* (3), *Montipora composita* (3), *Goniastrea australiensis* (2), *Merulina ampliata* (2), *Montrastrea curta* (2) et à un degré moindre : *Pavona explanulata* (1), *Favia fавus* (1), *Favites russelli* (1), *Leptastrea purpurea* (1). En dépit d'une assez bonne diversité spécifique, le taux de recouvrement reste faible (10-15 %).

- En mode plus battu (entrée de la baie d'Ahurei), entre 3 et 18 m, la communauté corallienne est dominée par *A. hyacinthus* (2-3), *Leptoria phrygia* (1-2), *Favia rotumana* (1), *Montastrea curta* (1), *Goniastrea pectinata* (1). Le taux de recouvrement par les algues (principalement *Padina* sp) est important (50-75 %) jusqu'à 10 m.

- L'horizon inférieur > 18 m. D'une façon générale au-delà de 18-20 m, le fond des chenaux et des passes (à l'exception de l'entrée de la baie d'Ahurei) est dépourvue de Scléactiniaires et recouvert par une couche de vase plus ou moins sableuse à dominante terrigène, qui tend à colmater le fond des baies. L'entrée de la baie d'Ahurei plus exposée à la houle présente en alternance des aires d'accumulation sablonneuse d'origine corallienne, des pâtés polygéniques, et des colonies isolées de Madréporaires : *Acropora granulosa* (3), *Montipora foveolata* (2), *Goniastrea australiensis* (2), *E. echinata* (2), *A. formosa* (2), *Acanthastrea echinata* (2), *Favia fавus* (1), *Montipora composita* (1), *Cyphastrea serailia* (1), *Leptastrea transversa* (1). Le taux de recouvrement est de 25-40 %.

La plateforme.

L'horizon supérieur (0-15 m).

Faisant suite au tombant qui se situe entre 0-5-8 m en continuité directe avec le pied de la falaise immergée, se développe une "zone d'éperons et sillons sub-fossiles", bien structurée dans le secteur W (pointe Komire - Pointe Makauae) jusqu'à 15 m environ. Colonisée actuellement à 95 % par des algues molles et calcaires, elle est pratiquement dépourvue de constructions coralliennes dans la partie sommitale, avec sur les flancs en encorbellement des sillons. Un taux de recouvrement de 5 à 7 % avec *Pavona explanulata* (1), *Acanthastrea echinata* (1), *Goniastrea australiensis* (1), *Pavona minuta* (1), *Pavona varians* (+), *Leptastrea transversa* (+). L'activité constructive actuelle des organismes est insuffisante pour expliquer la réalisation de cette structure qui apparaît comme une figure d'érosion d'un dispositif littoral fossile d'accumulation détritique en milieu aérien ou sub-aérien, dont l'origine et la nature exacte sont en cours d'étude. La partie sommitale et exondable de ce dispositif fossile est visible actuellement sous la forme d'une plateforme littorale située au niveau 0 (flanc NW de la baie de Hiri) accidentée de cuvettes de dissolution et de chicots en relief, d'une hauteur de 30-50 cm. Ce même matériel est également visible à un niveau + 1 m sous la forme de placage au plafond et sur les flancs de la grotte d'Anarua.

La plateforme moyenne (15-40 m).

Au-delà de 15-18 m, le trait essentiel de la plateforme à Rapa et Marotiri

réside dans l'existence d'une zone morpho-récifale où alternent les dômes bioconstruits (éperons) et des dépressions (cuvettes et sillons). Bien qu'il n'existe pas de véritable coupure au sein des peuplements, l'examen des dominances relatives permet de distinguer 2 horizons.

- 15-30 m horizon à dominance d'*A. cytherea* (3), *A. hyacinthus* (3), *A. florida* (2), *Montipora aequituberculata* (3), *Goniastrea pectinata* (2), *Pavona varians* (1), *Gardineroseris ponderosa* (1), *Leptoria phrygia* (1), *Pocillopora verrucosa* (2).

- 30-40 m : *A. cytherea* (3), *A. granulosa* (2), *Scolymia australiensis* (2), *Montipora aequituberculata* (2), *Goniastrea australiensis* (2), *Favites russelli* (1-2), *Echinophyllia aspera* (1-2), *Echinophyllia echinata* (1), *Pavona explanulata* (1), *Acanthastrea echinata* (1), *Favia favus* (1), *Astreopora myriophthalma* (1), *Cyphastrea serailia* (1), *Montastrea curta*. Le taux de recouvrement par les coraux dans les 2 horizons est $\geq 50\%$.

La plateforme profonde (- 40 - 50 m).

Vers 40 m, la zone morpho-récifale fait place à une plateforme arasée, ou faiblement rehaussée de constructions coralliennes sans orientation précise, précèdent le décrochement au voisinage de - 50 - 55 m. La plateforme profonde correspond à l'apparition des premières colonies de *Leptoseris* : *L. incrustans* (2), *L. mycetoseroides* (2), *L. scabra* (1). Elles s'associent aux espèces précitées entre 30 et 40 m, parmi lesquelles les Pectinidae (*Echinophyllia echinata*), les Mussidae (*Scolymia australiensis*), les Agaricidae (*Pavona explanulata*, *P. maldivensis*, *P. varians*, *Gardineroseris ponderosa*) deviennent dominants. Cette partie de la plateforme doit être considérée comme la frange supérieure de la "zone à *Leptoseris*" définie dans l'ensemble de l'Indopacifique, à des profondeurs variables, toujours au-delà de 30-40 m cependant, par WELLS (1954), PICHON (1976), FAURE (1982) et mise en évidence en Polynésie par CHEVALIER (1980) à Tubuaï, FAURE (1984) à Tikehau.

DISCUSSION

Aspect quantitatif.

La faune des Sclérectinières de Rapa et Marotiri (tableaux I et II) comprend 61 espèces appartenant à 31 genres (non compte tenu de l'Hydrocoralliaire *Distichopora violacea*) En dépit de leur position, la plus sud de toute la Polynésie, et de conditions écologiques et morphologiques défavorables (température basse, compétition algale, absence de véritables formations récifales), la diversité générique et spécifique demeure relativement importante Elle est proche de celle de Tubuaï (76 espèces pour 32 genres). En fonction des connaissances actuelles (CHEVALIER 1980, et présente étude), l'archipel des Australes renferme 36 genres et plus d'une centaine d'espèces de coraux ; richesse comparable à celle des Tuamotu (37 genres), de la Société (36). En accord avec CHEVALIER (1981), il n'y a donc pas de diminution significative de la richesse générique et spécifique en fonction de la latitude en Polynésie. Par ailleurs, la

Espèces	Biotopes*							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Psammocora contigua</i>	+	1	+	1				
<i>P. digitata</i>				+		+	+	1
<i>P. profundacella</i>			+					
<i>Stylocoeniella guentheri</i>		2	3	1				
<i>Pocillopora damicornis</i>	1	1			1	1		
<i>P. verrucosa</i>					1	2	2	
<i>A. cytherea</i>	2	2	1	+		3	3	+
<i>A. danai</i>		2	+		+			
<i>A. florida</i>						1	3	1
<i>A. formosa</i>	4	4	1	2				
<i>A. granulosa</i>				3	+	2	2	2
<i>A. haimeii</i>			1	+				
<i>A. hyacinthus</i>		3	2			2	2	
<i>A. robusta</i>		1			+			
<i>A. rosaria</i>		1		+				
<i>A. variabilis</i>		2	+					
<i>Astrepora myriophthalma</i>						2	1	
<i>Montipora eaquituberculata</i>						2	3	1
<i>M. bilaminata</i>			1					
<i>M. caliculata</i>		1	+					
<i>M. composita</i>			2	1	1			
<i>M. danae</i>					1			
<i>M. foveolata</i>			1	2	1			
<i>M. hofmeisteri</i>					1			
<i>Pavona explanulata</i>			+	1	1	1	2	1
<i>P. minuta</i>			1	+	1	+		
<i>P. varians</i>			1	1		1	1	1
<i>Pseudocolumnastrea maldivensis</i>							1	1
<i>Gardineroseris ponderosa</i>						1	1	
<i>Leptoseris incrustans</i>								2
<i>L. mycetoseroides</i>								2
<i>L. scabra</i>								2
<i>Coscinarea columna</i>								1
<i>Fungia (pleuractis) scutaria</i>						+	+	+

Espèces	Biotopes*							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>F. (verillofungia) repanda</i>								+
<i>Porites lichen</i>					+			
<i>P. lobata</i>	1							
<i>P. lutea</i>	+							
<i>Alveopora allingi</i>		2	3		+			
<i>Favia favius</i>			1	1		1	1	
<i>F. amicornum</i>		+			+			
<i>F. rotumana</i>			1	1		1		
<i>Favites russelli</i>		+	2	1		2	1	1
<i>Goniastrea pectinata</i>	1	1	1	1	+	2	1	1
<i>G. australiensis</i>	1	+	1	2	1	2	2	1
<i>Platygyra pini</i>			1	+				
<i>Leptoria phrygia</i>	1	+	2			1	1	
<i>Montastrea curta</i>	1	1	2	+	+	+		
<i>Leptastrea bottae</i>					+			
<i>L. purpurea</i>	1	1	1					
<i>L. transversa</i>	1	+	+	1	+	1		
<i>Cyphastrea serailia</i>	1		1			2	1	1
<i>C. microphthalma</i>			1					
<i>Culicia cuticala</i>	+		+					
<i>Merulina ampliata</i>	1	+	2	1				
<i>Lobophyllia corymbosa</i>		+	1					+
<i>Scolymia australiensis</i>						1	2	2
<i>Acanthastrea echinata</i>			3	2	1	+	1	1
<i>Echinophyllia aspera</i>	1						2	2
<i>E. echinata</i>	1		3	2			2	2
<i>Tubastrea sp.</i>	1							

TABLEAU I – Distribution spécifique des Scléactiniaires à Rapa.

- * I. Baies
 II. Chenaux 0-3 m
 III. Chenaux 3-15 m
 IV. Chenaux > 15 m
 V. Plateforme 0-15 m
 VI. Plateforme 15-30 m
 VII. Plateforme 30-40 m
 VIII. Plateforme > 40 m

Genres	Société	Tuamotu		Australes		Marquises
		Gambier	Atolls	Tubuai	Rapa	
<i>Stylophora</i>	+	+	+		?	
<i>Stylocoeniella</i>	+		+		+	
<i>Pocillopora</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Favites</i>	+		+	+	+	
<i>Favia</i>	+	+	+	+	+	
<i>Cyphastrea</i>	+	+	+	+	+	
<i>Plesiastrea</i>			+			
<i>Leptastrea</i>	+	+	+	+	+	
<i>Platygyra</i>	+	+	+	+	+	
<i>Leptoria</i>		+		+	+	
<i>Hydnophora</i>				+		
<i>Montastrea</i>	+	+	+	+	+	
<i>Echinopora</i>	+		+	+		
<i>Goniastrea</i>				+	+	
<i>Culicia</i>	+	+			+	+
<i>Lobophyllia</i>	+	+	+	+	+	
<i>Acanthastrea</i>	+	+	+	+	+	
<i>Parascolymia</i>				+	+	
<i>Echinophyllia</i>	+	+	+	+	+	
<i>Mycedium</i>	+	+				
<i>Pavona</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudocolumnastrea</i>	+		+	+	+	+
<i>Gardineroseris</i>	+		+		+	
<i>Leptoseris</i>	+		+	+	+	+
<i>Pachyseris</i>	+		+			
<i>Psammocora</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Plesioseris</i>	+					
<i>Coscinarea</i>	+	+	+	+	+	
<i>Cycloseris</i>			+			
<i>Fungia</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Herpolitha</i>	+	+	+	+	+	
<i>Halomitra</i>	+	+	+			
<i>Parahalomitra</i>	+					
<i>Porites</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Synarea</i>	+		+			+
<i>Napopora</i>	+					+
<i>Alveopora</i>		+		+	+	
<i>Montipora</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Astreopora</i>	+	+	+	+	+	
<i>Acropora</i>	+	+	+	+	+	
<i>Galaxea</i>				+		
<i>Tubastrea</i>	+	+	+		+	
<i>Turbinaria</i>				+		
<i>Merulina</i>					+	

TABLEAU II – Richesse générique comparée de Rapa, dans le cadre des Australes, et avec les autres archipels de la Polynésie.

diversité spécifique et générique de Rapa apparaît avec celle de Lord Howe Island (31°-30° S) comme l'une des plus élevée des îles du Pacifique situées au-delà du 26° S (33 genres, 55 espèces selon VERON et DONE, 1979).

Aspect qualitatif.

La faune corallienne de Rapa renferme un genre, *Merulina*, nouveau pour l'ensemble de la Polynésie. Les récoltes effectuées confirment la présence des genres *Goniastrea* et *Scolymia*, déjà signalés à Tubuai par CHEVALIER (1980), mais qui font défaut dans le reste de la Polynésie et paraissent inféodés aux Australes. *Goniastrea* est par ailleurs représenté à Rapa par 2 espèces; *G. pectinata*, *G. australiensis* qui y sont très communes; la seconde est nouvelle en Polynésie. Nous rapportons à *Scolymia australiensis* le matériel récolté à Rapa et Marotiri, bien que le statut de cette espèce, discuté par VERON et PICHON (1979), VERON et DONE (1979) demeure incertain. Certains spécimens comme à Lord Howe ainsi que le notent VERON et PICHON présentent à la fois des caractères de *S. vitiensis* et de *S. australiensis*. Cependant, la taille moyenne des spécimens (2, 5-4 cm) demeure inférieure à la moyenne de *S. vitiensis* (≥ 7 cm), la dentation des septes, nous conduisent à considérer le matériel de Rapa comme référable à *S. australiensis*, signalée pour la première fois en Polynésie française.

D'autres genres comme *Favites*, *Leptoria*, *Gardineroseris*, *Alveopora*, *Stylocoeniella*, *Acanthastrea*, *Echinophyllia*, rares ou peu fréquents en Polynésie, présentent ici un développement exceptionnel principalement les trois derniers. A l'inverse, il faut noter l'extrême rareté des genres *Porites*, *Fungia* et l'absence complète de *Synarea*, *Pachyseris*, qui sont en d'autres lieux de la Polynésie, extrêmement abondants parfois dominants (*Synarea* dans tous les biotopes de la Société; *Pachyseris*, au-delà de 30 m sur les tombants d'atolls des Tuamotu).

Origine.

Dans plusieurs articles successifs (1979, 1980, 1981) CHEVALIER envisage une double origine de la faune corallienne de la Polynésie française. Elle résulterait, d'une part de l'appauvrissement progressif d'un fond d'espèces installées au Tertiaire, et actuellement en cours de disparition, suite à l'isolement de la région, et d'autre part elle résulterait d'une migration en provenance de l'Ouest Pacifique (malgré la dominance des courants EW), de larves de nombreuses espèces. A Rapa l'argumentation de CHEVALIER proposée pour expliquer un appauvrissement général de la faune corallienne en Polynésie depuis le Néogène présente cependant quelques lacunes. Les genres *Favites* et *Leptoria* reconnus dans les milieux Pleistocènes et considérés comme actuellement très rares pour le reste de la Polynésie sont communs à Rapa (*Favites russelli*, 10-40 m; *Leptoria phrygia*, 3-10 m). Le genre *Stylocoeniella* connu selon CHEVALIER (1979) à l'état vivant du seul Pacifique occidental et recueilli sur des récifs élevés d'âge Holocène à Taïaro (Tuamotu) est extrêmement abondant (*S. guentheri*) voire dominant dans les peuplements de baies (5-20 m). Il est par ailleurs fréquent dans les lagons de certains atolls des Tuamotu (Tikehau, FAURE et LABOUTE

1984) et figure dans les listes de matériels récoltés à Moorea (Société) (BOUCHON 1982, FAURE 1982-1984).

Par contre, l'hypothèse formulée par CHEVALIER (1980, 1981), de l'existence d'une branche de courant sud-équatorial s'incurvant à hauteur des îles Cook pour venir baigner les Australes et assurer la migration d'espèces en provenance de l'ouest, trouve ici des éléments de confirmation. La présence de *Merulina ampliata*, *Goniastrea pectinata*, *G. australiensis*, *Scolymia australiensis* vient ici s'ajouter aux autres genres et espèces connus en Polynésie de la seule île de Tubuaï comme *Galaxea*, *Turbinaria*, *Hydnophora*, conférant à l'archipel des Australes un remarquable particularisme faunistique au sein de la Polynésie. Il y a cependant lieu d'être prudent, car, comme nous le mentionnions (FAURE 1982), on assiste ces dernières années à une évolution rapide de l'aire de richesse maximale apparente en relation avec les progrès réalisés dans la connaissance des différentes régions. Elle masque pour l'essentiel, l'évolution réelle beaucoup plus lente, due à la colonisation progressive de proche en proche par les larves nageuses, amorcée selon CHEVALIER dès le Tertiaire et dont rien ne permet d'affirmer qu'elle se poursuive à l'heure actuelle. Ainsi de 1979 à 1984, la faune corallienne de la Polynésie, compte tenu des efforts d'investissements, est passée du 34 genres, 107 espèces à plus de 44 genres et 160 espèces.



REMERCIEMENTS – Nous tenons à exprimer ici notre gratitude à la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires responsable de toute la logistique de cette mission, et à honorer la mémoire de J.P. CHEVALIER dont les observations effectuées en 1968 nous furent très précieuses.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHEVALIER J.P. (1979), "La faune corallienne (Scléactiniaires et Hydrocoralliaires) de la Polynésie française", *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, 1, 2, p. 129-151.
2. CHEVALIER J.P. (1980), "La faune corallienne de l'Île Tubuaï (Archipel des Australes)", *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, 2, 3, p. 56-68.
3. CHEVALIER J.P. (1981), "Reef Scleractinia of French Polynesia", *Proc. Fourth Internat. Coral Reef Symp. Manila*, 1980, vol. 2, p. 177-182.
4. FAURE G. (1982), *Recherches sur les peuplements de Scléactiniaires des récifs coralliens de l'Archipel des Mascareignes (Océan Indien occidental)*, Thèse Doct. ès-Sciences, Université d'Aix-Marseille, II, 206 p + annexe 246 p.
5. FAURE G. et LABOUTE P. (1984), "Définition des unités récifales et distribution des principaux peuplements de Scléactiniaires", *Notes et Documents*, ORSTOM, n° 22, p. 108-136.
6. PICHON M. (1964), "Contribution à l'étude de la répartition des Madréporaires sur le récif de Tuléar (Madagascar)", *Ibid.*, suppl. 2, p. 78-203.
7. PICHON M. (1978), "Recherches sur les peuplements à dominance d'Anthozoaires dans les récifs coralliens de Tuléar (Madagascar)", *Atoll Research Bull.*, 222, 447 p.
8. SCHEER G. (1978), "Application of phytosociologic methods", in : Stoddart D.R., Johannes R.E. eds, *Coral reefs : research methods*, UNESCO, ser. 5, p. 175-196.

9. VASSEUR P. (1981), *Recherches sur les peuplements sciaphiles des récifs coralliens de la région de Tuléar (S.W. Madagascar)*, Thèse Doct. ès-Sciences, Univ. Aix-Marseille II, 348 p. + annexe 332 p.
10. VERON J.E.N. and DONE T. (1979), "Corals and coral communities of Lord Howe Island", *Austr. J. Mar. Freshw. Res.*, 30, p. 1-34.
11. WELLS J.W. (1954), "Recent corals of the Marshall Islands", *Prof. Pap. U.S. Geol. Surv.*, 260-I, p. 385-486, pl. 94-187.



Astraea milloni B. et F. SALVAT et RICHARD, 1973.



Semipallium rapanense (BAVAY, 1905).



Bord de falaises, avec au premier plan une zone à éperons-sillons (près de Vavai).



Trottoir d'algues (Baie d'Anarua).



Le village et la baie d'Ahurei.



Fond de la baie d'Ahurei. Au premier plan, l'ancienne station météo.



Rapa la méconnue sortant des brumes australes.



Transportant la mission scientifique, le *Trieux* pénètre dans la baie d'Ahurei.



Drupella sp 1.



Cardita variegata BRUGUIÈRE, 1792.



Neothais nesiotes
(DALL, 1908).



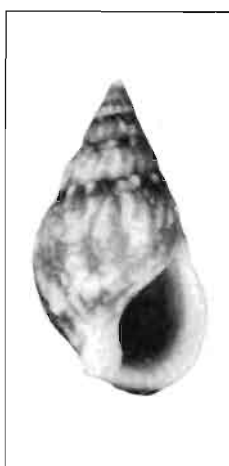
Latirus nodatus
(GMELIN, 1791).



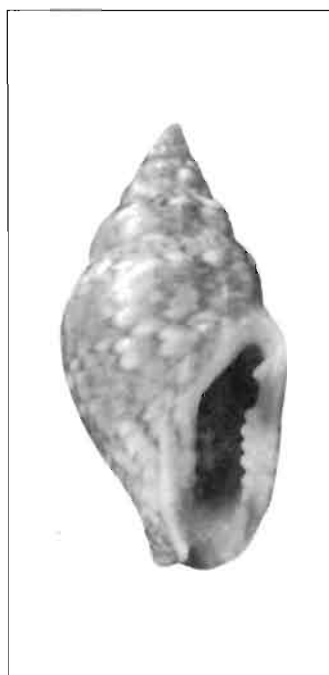
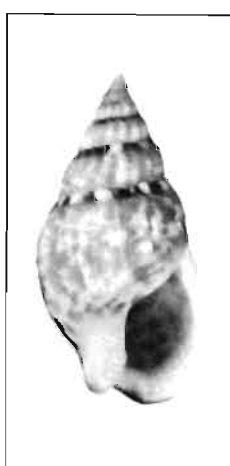
Pyrene lumbricus
(REEVE, 1859).



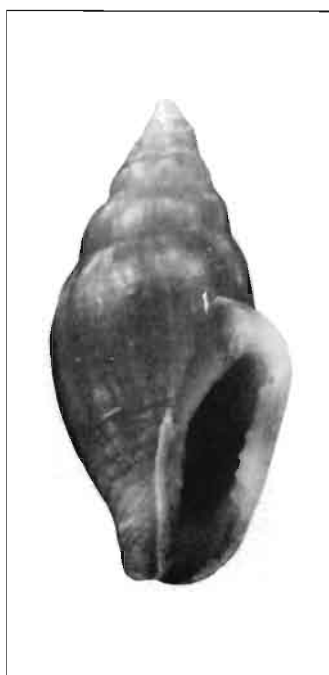
Pacula citrina (DALL)
Lectotype, USNM.



Nassarius albomaculatus REHDER Holotype et paratype, USNM.



Pyrene loisae REHDER. Holotype et paratypes, USNM.



REHDER 1980.



Scène
de la vie quotidienne.

Préparation
du Popoï.





Adieu Rapa.

BIONOMIE – ÉCOLOGIE

En partant du bord de l'île, on considèrera successivement les trois ensembles suivants, dans le domaine marin côtier de Rapa :

- la zone supérieure
- la zone fronto-récifale
- la zone post-récifale.

La zone supérieure revêt deux aspects principaux :

En dehors des baies, et à l'entrée de ces dernières, on a le plus souvent une bordure rocheuse basaltique surplombée de falaises plus ou moins abruptes sur lesquelles les *Patella* remontent assez haut (quelques mètres, par endroits). Plus bas, dans la zone des embruns, se succèdent de haut en bas : *Nerita plicata*, *Nerita morio* (la plus abondante) et un *Chiton* "Akao". Toutes ces espèces sont herbivores ou bactériophages et râpent le substrat.

Au fond des baies, on a généralement un fond de sable vaseux recouvert peu à peu de cailloutis noirs. L'endofaune de ce sable est réduite à quelques *Gafrarium pectinatum* (peu abondants à ce niveau). La zone à cailloutis est parsemée de denses colonies de *Clypeomorus moniliferus*. Sous les blocs compactés au substrat s'accrochent des paquets de Pernes (*Isognomon*) et quelques *Cardita variegata* ; sous les autres blocs nichent des Pectinidae. En bordure supérieure de la zone intertidale, on a souvent un rempart de blocs colonisés par un Gastéropode Pulmoné du genre *Siphonaria* ; ils sont accompagnés de populations denses de *Nerita morio*.

En l'absence de zone frangeante construite, comme dans les autres archipels de Polynésie française, la zone fronto-récifale de Rapa est tantôt un trottoir d'Algues, tantôt un platier de bordure à colonies coralliennes isolées, souffreteuses, envahi par les Algues brunes (*Sargassum*, *Zonaria*), la plupart du temps prolongé par une pente interne encombrée de nombreux buissons d'*Acropora* branchus, souvent spectaculaires mais aux 3/4 morts par endroits.

Les trottoirs d'Algues sont très riches (Baie d'Akao, Baie de Hiri). Pour ce qui est de la faune malacologique, les *Chiton*, les *Cellana*, les *Planaxis*, les *Strombus* abondent sur les niveaux à Algues Chlorophycées : *Zonaria*, *Colpomenia*, *Caulerpa*... Dans les cuvettes, en compagnie des Oursins diadèmes, des Actinies et des Zoanthaires, ce sont plutôt des espèces carnivores : *Morula granulata*, *Mitra litterata*, *Engina* sp. ; *Cypraea caputserpentis* et *Conus nanus* se trouvant à l'intérieur même des *Palythoa*.

L'épifaune des platiers de bordure niche en grande partie sous les Algues ; ce sont *Latirus nodatus*, *Pisania* sp., *Cerithium columna*, *Strombus mutabilis*. Il faut y adjoindre cependant quelques Bivalves sessiles : *Chama iostoma* (le plus commun), *Pinctada maculata* (plus rare), et, sous les blocs, d'abondantes grappes de *Cardita variegata*. Sur certaines bordures, la surface du sédiment de ces platiers est couverte de moules : *Modiolus auriculatus*. Enfin, l'endofaune est surtout le fait des Nassariidae, des Naticidae et de *Gafrarium pectinatum*.

Les buissons d'*Acropora* de la pente sont richement colonisés de petites huîtres, *Crassostrea cucullata*, *Pinctada maculata*, et de *Chama asperella*. Une espèce semble particulièrement caractéristique de ce type de milieu : le Pecti-

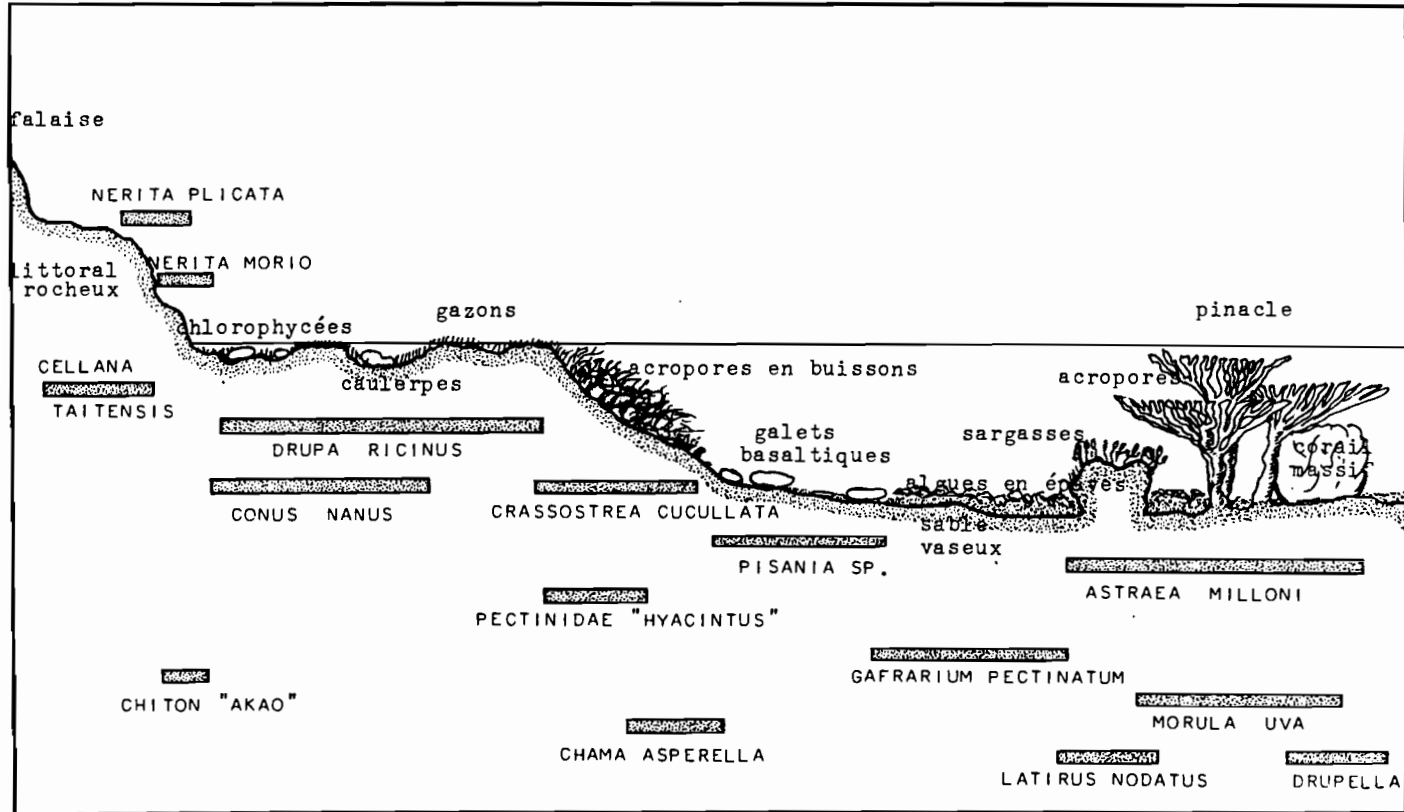


FIGURE 4 – Exemple de profil topographique rencontré dans le milieu marin littoral de l'île de Rapa, et schéma bionomique simplifié de la bordure correspondante.

nidae *Semipallium rapanense*, que nous avons récolté à Rapa pour la première fois.

L'ensemble "post-récifal" est constitué de fonds situés entre - 5 m et - 15 m à l'intérieur des baies, allant jusqu'à - 40 m à la périphérie de l'île.

Dans les baies, on a des fonds de sable fin, plus ou moins vaseux, en partie recouverts d'un tapis d'Algues brunes en épaves. Ces sédiments, qui ont fourni des récoltes intéressantes à l'aspirateur sous-marin (*Danilia*, *Paraturbo*, *Rissoina*, *Clathurella...*), sont pauvres en macro-espèces; on peut cependant citer les Naticidae, les Pyramidellidae, et y ajouter les Nassariidae au pied des colonies qui s'élèvent du fond. Sur ces massifs de coraux, qui représentent un substrat dur, mort, sur lequel repartent de petites colonies vivantes de Madrépores isolés, entre les plages envahies par les Algues brunes, les Mollusques dominants sont : *Morula uva*, *Drupa ricinus*, *Astraea milloni* et *Latirus nodatus*. Sur les pâtés situés le plus à l'extérieur des baies, ainsi qu'à la périphérie du motu Tauna, il faut y adjoindre des Columbellidae ainsi que des Magilidae, des Muricidae (*Neothais nesiotés*) et des *Drupella* qui se nourrissent de Madrépores.

Les récoltes réalisées sur la dalle de la plateforme sublittorale, entre - 20 et - 30 m, sont très peu nombreuses. Elles indiquent une dominance à cet endroit de *Astraea milloni*, *Morula uva* et *Coralliophila costularis*, ainsi que la présence de Trochidae, Cypraeidae, Buccinidae, Terebridae et Spondylidae, principalement.

Devant les falaises de Vavai, on a une zone particulière évoquant les éperons et les sillons des pentes externes. Les sables coralliens de cet endroit abritent une endofaune particulière, caractérisée par *Rhinoclavis articulata*, *Pyrene lumbricus* et *Terebra chlorata*.

CONCLUSION

Rapa est une île très intéressante pour le biologiste marin biogéographe. Nous y avons réalisé un inventaire malacologique de la zone côtière, inventaire pratiquement exhaustif pour les dix premiers mètres. Une liste de 140 espèces est fournie dès à présent, l'étude des prélèvements à l'aspirateur sous-marin devant aboutir à une richesse spécifique totale de l'ordre de 250 espèces.

La faune malacologique de Rapa est davantage "tropicale" que "tempérée" (une majorité d'espèces "Pacifique" et "Indo-Pacifique") et, contrairement à ce qui se passe pour d'autres groupes vivants (HALLÉ, communication personnelle), présente peu d'affinités avec la faune de Nouvelle-Zélande. Elle est originale qualitativement et le grand nombre d'espèces récoltées pour la première fois nous suggère un fort endémisme. Elle est également originale de par les peuplements qui la constituent : les espèces dominantes, caractéristiques et (ou) exclusives des zones géomorphologiques et (ou) des grands biotopes représentés ne sont pas les mêmes que dans les autres îles de Polynésie française (cf : *Astraea milloni*, *Nerita morio*, *Clypeomorus moniliferus*, *Pisania sp.*, *Cardita variegata*, espèces toutes peu communes lorsqu'elles existent dans les autres îles). On relève quelques ressemblances avec la faune de Mollusques des lagunes

(nombreux *Gafrarium*, comme à Huahine : RICHARD 1982) et celle des baies envasées des autres archipels (*Isognomon*, *Planaxis*, *Pyramidella*, *Modiolus*, comme aux îles Gambier, proches : RICHARD, 1974). Mais il est surprenant de constater une pauvreté globale en Strombidae, herbivores, dans des milieux aussi riches en Algues (les Strombidae, en outre, sont abondants aux Gambier et aux Australes – à Rapa : pas une espèce du genre *Lambis*), et l'absence totale semble-t-il de Littorinidae (il n'en a pas toujours été ainsi, puisque *Littorina coccinea* a été récoltée dans une dune fossile). Enfin, phénomène déjà observé par SALVAT (1968), contrairement à ce qui se passe aux îles Tuamotu, *Nerita plicata* n'existe pas en mode battu sur l'île de Rapa.

*
* * *

C'est pour nous un agréable devoir de remercier tous ceux qui nous ont apporté leur appui dans la réalisation de cette mission : l'Amiral FAGES, l'Amiral MONTPELLIER, le Commandant du B.D.C. *TRIEUX*, M. PONS, et son équipage, le Commandant du navire océanographique *MARARA*, M. PISON, et son équipage, le Maire de la Commune de Rapa, M. WATANABE et ses Administrés, nos Collègues Chercheurs et Techniciens dont les noms figurent dans le présent travail. Nous voulons y associer notre Collègue Hollandais Henk DIJKSTRA, spécialiste des Pectinidae, qui a accepté de travailler sur le matériel récolté à Rapa.

LISTE PROVISOIRE DES MOLLUSQUES DE RAPA

CLASSE DES AMPHINEURA.

Chitonidae.

Chiton sp.

Onithochiton sp. (A).

CLASSE DES GASTROPODA.

Patellidae.

Patella flexuosa QUOY et GAIMARD, 1834.

Patella dina (REEVE, 1855).

Cellana tuitensis (RÖDING, 1798).

Cellana sp. 1.

Trochidae.

Trochus calcaratus SOUVERBIE, 1875.

Euchelus clathratus (ADAMS, 1853).

Danilia sp. 1.

Stomatellidae.

Stomatella rosacea (PEASE, 1867).

Stomatella varia (ADAMS, 1850).

Turbinidae.

Turbo argyrostomus LINNÉ, 1758.

Turbo petholatus LINNÉ, 1758.

Astraea milloni B. et F. SALVAT et G. RICHARD, 1973 (A).

Paraturbo sp.1.

Neritidae.

Nerita plicata LINNÉ, 1758.

Nerita morio (SOWERBY, 1832).

Rissoidae.

Amphithalamus sp. 1.

Rissoinidae.

Rissoina cf. turricula (PEASE, 1860).

Rissoina sp. 1.

Rissoina sp. 2.

Zebina cf. tridentata (MICHAUD, 1830).

Vermetidae.

Dendropoma cf. platypus (MÖRCH, 1861).

Planaxidae.

Planaxis fasciatus PEASE, 1868.

Planaxis brasiliana LAMARCK, 1822.

Cerithiidae.

Cerithium mutatum SOWERBY, 1834.

Cerithium columna SOWERBY, 1834.

Cerithium nesioticum PILSBRY et VANATTA, 1906.

Rhinoclavis articulata (ADAMS et REEVE, 1850).

Clypeomorus moniliferus (KIENER, 1841) (A).

Clypeomorus brevis (QUOY et GAIMARD, 1834).

Bittium sp. 1.

Strombidae.

Strombus mutabilis SWAINSON, 1821.

Strombus gibberulus LINNÉ, 1758.

Hipponicidae.

Hipponyx conicus (SCHUMACHER), 1817.

Antisabia foliacea (QUOY et GAIMARD, 1835).

Eratioidae.

Lachryma sulcifera (SOWERBY, 1832).

Cypraeidae.

Cypraea tigris LINNÉ, 1758.

Cypraea schilderorum (IREDALE, 1939).

Erosaria erosa (LINNÉ, 1758).

Erosaria caputserpentis (LINNÉ, 1758).

Erosaria moneta (LINNÉ, 1758).

Mauritia maculifera SCHILDER, 1932.

Naticidae.

Natica gualteriana RECLUZ, 1844.

Polinices tumidus (SWAINSON, 1840).

Polinices sp. 1.

Cassidae

Casmaria perryi (IREDALE, 1912) (A).

Tonnidae.

Tonna perdix (LINNÉ, 1758).

Cymatiidae.

Cymatium nicobaricum (RÖDING, 1798).

Cymatium pileare (LINNÉ, 1758).

Cymatium aquatile (REEVE, 1844).

Cymatium gemmatum (REEVE, 1844).

Cymatium muricinum (RÖDING, 1798).

Charonia tritonis (LINNÉ, 1758).

Bursidae.

Bursa sp. 1.

Muricidae.

Mancinella tuberosa (RÖDING, 1798).

Neothais nesiotes (DALL, 1908).

Purpura sp. 1.

Drupa morum (RÖDING, 1798).

Drupa ricinus (LINNÉ, 1758).

Drupella ochrostoma (BLAINVILLE, 1832).

Drupella sp. 1.

Drupella sp. 2.

Morula uva (RÖDING, 1798).

Morua granulata (DUCLOS, 1832).

Nassa francolinus (BRUGUIÈRE, 1789).

Aspella anceps (LAMARCK, 1822).

Pascula citrica (DALL, 1908).

Trophon sp. 1.

Coralliophilidae.

Coralliophila costularis (LAMARCK, 1816).

Buccinidae.

Pisania sp. 1.

Engina sp. 1.

Engina sp. 2.

Engina sp. 3.

Columbellidae.

Anachis peasei (VON MARTENS, 1871) (A).

Dentimitrella sp. 1.

Mitrella marquesa (GASKOIN, 1852).

Mitrella plutonida (DUCLOS, 1846).

Pyrene lumbricus (REEVE, 1859).

Pyrene loisae (REHDER, 1980).

Pyrene sp. 1.

Zafra dautzenbergi (HERVIER, 1899) (A).

Nassariidae.

Nassarius concinnus (POWIS, 1835).

Nassarius albomaculatus REHDER, 1980 (A).

Fasciolaridae.

Latirus nodatus (GMELIN, 1791).

Peristernia sp. 1.

Peristernia sp. 2.

Mitridae.

Mitra cucumerina LAMARCK, 1811.

Mitra edentula SWAINSON, 1823.

Mitra litterata LAMARCK, 1811.

Mitra sp. 1.

Costellariidae.

Vexillum sp. 1.

Marginellidae.

Marginella sp. 1.

Turridae.

Clavus sp. 1.

Daphnella sp. 1.

Clathurella cf. *fuscobasis* REHDER, 1980.

G : sp. 1.

Conidae.

- Conus ebraeus* LINNÉ, 1758.
Conus chaldaeus (RÖDING, 1798).
Conus miliaris HWASS in BRUGUIÉRE, 1792.
Conus sponsalis HWASS in BRUGUIÉRE, 1792.
Conus nanus BRODERIP, 1833.
Conus rattus HWASS in BRUGUIÉRE, 1792.

Terebridae.

- Terebra maculata* (LINNÉ, 1758).
Terebra chlorata LAMARCK 1822 (A).

Epitoniidae.

- Epitonium pyramis* TINKER, 1952.
Epitonium sp. 1.

Ianthinidae.

- Ianthina ianthina* (LINNÉ, 1758).

Triforidae.

- Triphora* sp. 1.

Pyramidellidae.

- Pyramidella acus* (GMELIN, 1791).
Oxopleura mitralis (A. ADAMS, 1855).

Atyidae.

- Cylichna* sp. 1.

Onchidiidae?

- G.* sp. 1.

Siphonariidae.

- Siphonaria* cf. *pascua* REHDER, 1980.

CLASSE DES BIVALVIA.**Arcidae.**

- Arca plicata* DILLWYN, 1817.
Arca imbricata BRUGUIÉRE, 1789.

Mytilidae.

- Modiolus auriculatus* KRAUSS, 1848.
Modiolus matris PILSBRY, 1921.
Lithophaga teres (PHILIPPI, 1846).

Pteriidae.

Pinctada maculata (GOULD, 1850).

Isognomonidae.

Isognomon isognomum (LINNÉ, 1758).

Isognomon perna (LINNÉ, 1767).

Malleidae.

Malleus maculosus REEVE, 1858.

Pectinidae.

Semipallium rapanense (BAVAY, 1905).

Chlamys coruscans (HINDS, 1845).

Spondyliidae.

Spondylus rubicundus REEVE, 1856.

Limidae.

Lima sp. 1.

Ostreidae.

Crassostrea cucullata (BORN, 1778).

Chamidae.

Chama iostoma CONRAD, 1837.

Chama asperella LAMARCK, 1819.

Lucinidae.

Codakia divergens (PHILIPPI, 1850).

Carditidae.

Cardita variegata BRUGUIÈRE, 1792.

Lasaeidae.

Lasaea hawaiiensis DALL, BARTSCH, REHDER, 1938.

Tellinidae.

Tellina sp. 1.

Arcopagia robusta (HANLEY, 1844).

Scutarcopagia scobinata (LINNÉ, 1758).

Quidnipagus palatam IREDALE, 1929.

Veneridae.

Gafrarium pectinatum (LINNÉ, 1758).

CLASSE DES CEPHALOPODA.***Octopodidae.***

Octopus sp. 1.

BIBLIOGRAPHIE

1. REHDER H.A., (1980), The marine Mollusks of Easter Island (Isla de Pascua) and Sala y Gomez, *Smithsonian Contributions to Zoology*, 289, p. 1-167.
2. RICHARD G. (1974), Bionomie des Mollusques littoraux des baies envasées de l'île de Mangareva, Archipel des Gambier, Polynésie française, *Cahiers du Pacifique*, 18, II, p. 605-614.
3. RICHARD G. (1982), *Mollusques lagunaires et récifaux de Polynésie française : inventaire faunistique, bionomie, bilan quantitatif, croissance, production*, Thèse de Doctorat d'État, Paris VI, 1 et 2, p. 1-313.
4. SALVAT B. (1971), Mollusques lagunaires de l'île de Raevavae (Australes, Polynésie), *Malacological review*, 4 p. 1-15.
5. SALVAT B. (1973), Mollusques des îles Tubuaï (Australes, Polynésie) : comparaison avec les îles de la Société et des Tuamotu, *Malacologia*, 14, p. 429-430.
6. SALVAT B., SALVAT F. et RICHARD G. (1973), *Astraea (Calcar) milloni* sp. n. (Archaeogastropoda, Turbinidae) de Rapa (Australes), Polynésie française, *Cahiers du Pacifique*, 17, p. 245-252.

Michel DENIZOT*

LES ALGUES DANS LA BIOGÉOGRAPHIE DE RAPA

Dans les eaux marines polynésiennes, où les Phanérogames sont presque inexistantes, les Algues assurent pratiquement toute la photosynthèse, toute la couverture végétale benthique et toute la participation végétale à la construction et au colmatage des fonds. Il s'en faut de beaucoup cependant pour qu'elles permettent de résoudre de façon satisfaisante les problèmes biogéographiques et, tout spécialement, celui de l'isolement insulaire.

LE CAS DIFFICILE DE RAPA

Dans la zonation terrestre, Rapa est située à 27°36' de latitude sud, soit 4°10' au sud du tropique du Capricorne. Cette île et ses "annexes", encore plus australes, les Marotiri et le Mac Donald, sont donc clairement détachées de l'ensemble de la Polynésie française. On peut en rapprocher l'île de Pâques (27°08'S), qui se trouve considérablement plus à l'est (34°57' d'écart).

Cette position se ressent aux températures. A l'époque où nous l'avons visitée pour la deuxième fois (29 janvier – 10 février 1984), période de l'été austral, nous avons relevé des températures de l'eau de mer entre 22 et 25,6°C. Nous avons reçu de la pluie à 21,5°C. Ces chiffres doivent être rapprochés de ceux que nous devons trouver peu après Moorea, 29,5 à 30°C, et surtout dans l'atoll de Tikehau (Tuamotu), où l'eau de surface du lagon atteignait 32°C et où, à l'extérieur, à 45 m de profondeur, nous avons relevé 29,8°C. Lors de notre premier voyage, au début de mai 1968, la température de la surface de l'Océan n'était qu'à 22,23°C, et celle de la baie d'Ahurei accusait seulement 20°C. Nous aurons à revenir sur la stratification de ces températures, mais il est d'ores et déjà clair que les températures de l'eau sont, à Rapa, relativement basses. Nous

* Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.

avons là une différence importante avec les Iles Marquises, dont nous savons qu'elles n'ont pas, elles aussi, de barrière récifale.

Géographiquement, Rapa fait cependant partie de la Polynésie française. Certes, celle-ci couvre une étendue océanique considérable, quelques quatre millions de kilomètres carrés, mais elle correspond cependant, en annexant quelques îles proches, à un ensemble assez bien défini dans l'Océan Pacifique. Rapa est à 600 km de Raivavae, mais à 3 800 de la Nouvelle Zélande, 5 600 du continent Antarctique et 7 500 du continent américain. En conséquence, et compte tenu des profondeurs océaniques, les marées sont faibles à Rapa et proches des chiffres astronomiques.

Géologiquement, Rapa est un ancien volcan sous-marin puis émergé, mais dont l'histoire est assez complexe. Une telle histoire, seulement assez récente, a une influence directe sur la colonisation, sur l'installation des organismes, mais joue encore un rôle considérable sur les formations complexes structurées, telles que les formations récifales. Il ne suffit pas de connaître l'installation des organismes, il faut aussi apprécier leur rôle dans la modification du milieu.

La topographie complexe de Rapa a encore une autre conséquence : elle ne facilite pas l'exploration qui est encore plus laborieuse et parcellaire que dans un ensemble plus homogène et plus facile à subdiviser, tel qu'un atoll.

Ainsi donc, Rapa peut nous apprendre des choses sur la triple influence de la température (et donc de la qualité des eaux), de l'isolement et du substrat. Insistons sur le fait que, pour les algues, le rôle du substrat reste mal connu. Sans doute sait-on que le Corps de Golgi joue un grand rôle dans leur capacité d'adhésion. Sans doute sait-on que la corrodabilité du substrat, différente d'ailleurs avant et après colonisation, est un facteur strictement limitant, ne serait-ce que dans la permanence des dites colonisations. Sans doute admettons-nous que l'inclinaison de ce substrat influe considérablement sur l'action des mouvements physiques de l'eau, bien que cette action soit souvent difficile à intégrer dans un cycle saisonnier. Sans doute enfin sait-on que les variations de niveaux au cours des temps géologiques ont eu une grande importance, bien qu'il soit très difficile d'établir la liaison entre des algues apparemment toujours éphémères et des formations fossiles qui reposent sur la somme de nombreuses générations. Toutes les expériences de colonisation sur milieux neufs montrent la difficulté à interpréter les résultats.

Il reste que nous avons à Rapa un exemple d'autant plus passionnant qu'il peut être confronté à celui des Marquises, où les morphologies sont comparables, comparables mais non identiques.

L'absence de barrière corallienne devra donc retenir, à Rapa, l'attention de l'algologue, de même qu'aux Marquises. Nous serons obligés de nous référer à la barrière considérée comme typique, celle des atolls des Tuamotu où la construction est actuellement dominante. Ce n'est pas le cas en effet de tous les atolls des Tuamotu, mais une telle barrière existe, avec quelques particularités cependant, à Raivavae, l'île la plus proche. A Rapa, comme aux Marotiri, il n'y a ni barrière récifale, ni lagon au sens "corallien" du terme. Ce n'est pas absolument le cas aux Marquises, et le fait de parler, dans les deux cas, de "formations récifales de fonds de baie" ne doit pas nous leurrer.

CALENDRIER ET LOCALISATION DES OBSERVATIONS

Nous avons personnellement participé à deux expéditions à Rapa, la première du 1^{er} au 3 mai 1968, la seconde du 29 janvier au 10 février 1984 (nous indiquons ici les jours de début et de fin du travail sur place). Nous pouvons regrouper nos localités d'observations et de récoltes algologiques de la façon suivante, en partant de la baie d'Ahurei et en tournant ensuite autour de l'île dans le sens rétrograde.

- Fond de la baie d'Ahurei et îlot Tapui, L 629 (2.5.68), L 1485 (6.2.84), L 1486 (6.2.84).
- Partie interne de la baie d'Ahurei, aux vasques, L 1484 (6.2.84).
- Village d'Ahurei, L 619 (1.5.68, à l'ancien wharf), L 630 (2.5.68, NW de ce wharf, 0-30 m), L 1460 (29.1.84, nouveau wharf).
- Village d'Area, L 1483 (6.2.84, - 25 m).
- Partie externe de la baie, L 631 (2.5.68).
- Îlot Tauna, L 624 (2.5.68), L 625 (2.5.68, autour), L 1461 (29.1.84, SE de l'îlot, 0,25 m), L 1493 (9.2.84, S de l'îlot, - 34 m).
- Baie d'Anatakuri, L 1468 (31.1.84, littoral N de la pointe Patagaroa).
- Entre Patagaroa et Mei, L 631 bis (2.5.68).
- Pointe Gotenaonao (ou Motenaonao, extrême SE de l'île), L 620 (1.5.68, à la grotte), L 1467 (31.1.84 sud de l'île Tauturau, - 32 m).
- Île Karapoo Iti, L 621 (1.5.68).
- Baie d'Akao du Sud, L 622 (1.5.68).
- Baie de Hiri, L 1471 (1.2.84, côte sud, hauts niveaux), L 1470 (1.2.84, côte sud, grotte), L 1488 (7.2.84, côte nord, au volcan accessoire), L 623 (1.5.68, fond de la baie, - 4 - 6 m), L 1489 (7.2.84, centre, - 15 m), L 1469 (1.2.84, centre, - 26 m), L 1474 (1.2.84, dragage devant la baie, - 50 m), L 1487 (7.2.84, plongée devant la baie, - 45 m).
- Falaise de Motu, L 1472 (1.2.84, grotte sud, - 7 m), L 1473 (1.2.84, grotte nord).
- Falaise de Vavai, L 1482 (5.2.84, - 6 - 10 m), L 1480 (5.2.84, plongée - 43 m).
- Baie d'Akao du nord, L 1481 (5.2.84, côte sud).
- Baie Pariati, L 1466 (30.1.84).
- Baie d'Akatamiro, L 1464 (30.1.84, cascade du fond), L 1465 (30.1.84, côte à l'ouest de la cascade), L 1463 (30.1.84, - 9,5 à - 15 m), L 1462 (30.1.84, entre l'îlot Aturapa et la côte, - 18 m).
- Baie Tupuaki, L 1492 (8.2.84, calcaires émergés).
- Baie d'Akananue, L 627 (2.5.68, intertidal), SL (2.5.68, - 4 - 8 m), L 626 (2.5.68, - 30 m).
- Baie d'Agairao, L 628 (2.5.68, cascade de fond), L 1491 (8.2.84, barrière entrée de baie), L 1490 (8.2.84, plongée face baie, - 50 m).

Les deux expéditions ont été de durées et de possibilités différentes, mais elles se confirment l'une et l'autre particulièrement bien. Une partie de côte reste inconnue, entre la pointe Tematapu et la pointe Tekogoteemu en raison des conditions de mer.

Les Marotiri ont été explorées par nous-mêmes les 2 et 3 février 1984 (L 1475 à 1479) en trois plongées entre 27 et 36 m, et deux autres entre 6 et 12 m.

Malheureusement l'état de la mer n'a pas facilité nos observations dans les hauts niveaux, pour lesquels nous avons eu quelques échantillons récoltés à d'autres passages des bateaux.

Le Mac Donald a été exploré par dragages et plongées. Quelques données remarquables seront indiquées ici, mais ce volcan fera l'objet d'une publication séparée. Notons que, comme pour Rapa, les explorations successives prouvent la constance de la flore observée, et donc la valeur de ces observations.

Nous allons maintenant détailler la description des fonds et des côtes de Rapa sous trois chapitres : la baie d'Ahurei et son entrée, les baies, les falaises et leurs abords immédiats, les fonds de la pente externe entre 30 et 50 mètres.

LA BAIE D'AHUREI

Cette baie centrale a une forme remarquable, car elle s'enfonce profondément dans l'île. L'ouverture à la mer apparaît faible par rapport à l'éloignement du fond de cette même ouverture. De surcroît, l'entrée est fortement diminuée par le haut fond dont l'îlot Tapui est le témoin et la baie est coudée à angle droit vers son milieu.

Rapa est une île pluvieuse ; sa température et son insolation sont assez élevées pour que l'évaporation soit importante. On peut se demander quelle est la nature de l'eau de cette baie : douce, marine ou saumâtre. Par ailleurs, le problème de la stagnation, du confinement du milieu, est d'autant plus aigu qu'une grande partie de la moitié moyenne et interne de cette baie est cloisonnée en bassins très nets donnant en vue aérienne un aspect réticulé. La même vue aérienne montre une turbidité du fond très élevée.

Cependant, les températures relevées diffèrent peu des températures de l'océan proche. Même en mai 1968, nous n'avions trouvé que trois degrés de différence entre l'eau superficielle de la baie et celle de la mer. En ce qui concerne les algues, la baie apparaît comme fortement soumise aux influences marines, et ce jusqu'à son fond extrême. Les fonds des autres baies périphériques, sont souvent plus soumises à l'influence de l'eau douce, par exemple le fond de la baie d'Anatakuri. Ceci dépend évidemment de la forme du fond et de l'importance relative du bassin versant.

A l'extrême fond de la baie d'Ahurei, l'adoucissement de l'eau est important, mais les phanérogames riveraines sont maritimes (*Triglochin*) ou au moins très tolérantes et les premières algues rencontrées sont des *Bostrychia*, bien connues pour leur capacité à vivre dans de tels milieux. Plus surprenant, un *Nostoc* borde ces *Bostrychia*. Il s'agit de colonies cohérentes et bien définies, mais différentes des formes terrestres communes dans les atolls.

Entre le fond de la baie et l'îlot Tapui, il y a environ un mètre d'eau. Nous retrouvons autour de cet îlot, grâce au substrat rocheux, une zone à *Bostrychia*, mais aussi *Polysiphonia* et Cyanophycées diverses classiques (*Anabaena*, *Calothrix* et autres).

Les vasques qui encombrant la baie avant son coude sont limitées par des cloisons, raides jusqu'à - 6 cm, s'adoucissant vers le fond qui se situe vers - 15 m. Le 6.2.1984, la température de surface était de 24°C et, en-dessous de

– 6 m, se stabilisait à 25,6°C, chiffre relativement élevé pour l'ensemble de Rapa à cette époque. Il y a donc stagnation de ce fond, avec salure stabilisante.

Les hauts de murs portent surtout de fragiles Cornes de Cerf. Les Sargasses n'y sont pas très abondantes, ce qui pourrait correspondre à l'important envasement de l'ensemble. De nombreuses algues filamenteuses colonisent les coraux morts, ce qui est très banal, mais il a été plus surprenant de trouver ici le genre *Contarinia*, Floridée encroutante, rarement signalée que nous pensons liée à une certaine variabilité du milieu (voir plus loin).

Les deux villages, Ahurei et Area, occupent les bords de la baie peu après son coude. Côté Ahurei (sud), on a construit deux wharfs importants, surtout le nouveau. Les fonds y sont moyens jusqu'assez loin, et nous retrouvons des couvertures à Cornes de Cerf et des populations assez dispersées de Sargasses et de *Lobophora*, avec quelques Mélobésiées et, pour les hauts niveaux, un cortège classique à *Enteromorpha*, Rhodomélacées, *Ceramium*, etc. La répartition des grandes algues brunes, que nous retrouverons partout autour de Rapa dans les profondeurs moyennes, est ici conditionnée par le substrat, trop vaseux le plus souvent.

Du côté d'Area (nord), la pente est plus raide et on atteint rapidement – 25 m, encore qu'il y ait de nombreuses élevures de construction, à coraux dégingandés fragiles. Le centre de la baie atteint ici – 30 m. Les indications de la carte marine, comme aussi dans la région des vasques, sont peu utilisables.

L'entrée de la baie est fortement rétrécie par un haut fond qui en encombre la partie nord. Le substrat de ce système nous est inconnu, mais l'enveloppe actuelle correspond évidemment à un récif d'accumulation et de construction corallienne et algale. L'îlot Tapui émerge de peu, il est couvert dans sa partie émergée de galets et les décombres déposés (l'îlot a malheureusement servi de décharge) restent en place. La flore algale est classique : Entéromorphes, Cyanophycées, gazons divers, sans trace de construction spécifique.

Les flancs de l'îlot sont assez abrupts, avec une couverture corallienne et algale importante. Entre 0 et – 10 m, on ne trouve pas de Mélobésiées épaisses mais une couverture d'algues molles colmatantes (*Caulerpa*, *Codium*...) et un remplissage des trous par du sable graveleux restant meuble. Vers – 12 m à – 15 m, les *Padina* deviennent très grands et très abondants; ils sont associés le plus souvent aux Cornes de Cerf, abondantes à ce niveau. Plus bas, jusqu'à – 30 m, les *Lobophora* dominent plutôt. Le fond même, atteint à – 25 à – 35 m, est très vaseux mais comporte une fraction calcaire importante. L'eau reste partout assez turbide.

La conclusion de tout ceci est nette. La nature accumulative du haut fond du Nord de l'entrée montre l'importance d'un hydrodynamisme qui ne peut guère venir que de l'extérieur. Notons que c'est justement la partie de la côte située au nord de cette formation que nous n'avons pu explorer commodément par suite de l'état de la mer. Cet hydrodynamisme provoque dans la baie, malgré la forme de celle-ci, une marinisation importante.

La présence de Coraux Cornes de Cerf (*Acropora*) jusque loin vers le fond prouve cette influence marine, en même temps que la protection mécanique qui contraste avec la brutalité de la mer à l'extérieur. Ces coraux poussent sur des masses de vase importantes mais en vérité, à part l'importance de l'élément

volcanique dans la composition de ces vases, ce phénomène n'est pas différent de celui qui préside aux grandes populations d'*Acropora* vasicoles des atolls, par exemple au sud de Hao. Rappelons que de telles populations n'existent pas aux Marquises, où le genre *Acropora* reste inconnu, et où les vasières sont sensiblement différentes, à notre connaissance au moins, ne serait-ce que par leur richesse possible en calcaire.

Ces coraux sont donc évidemment liés aux forces hydrodynamiques propres à la baie. Leur présence oppose celle-ci dans son ensemble à la côte externe que nous verrons ultérieurement, tant pour l'hydrodynamisme en question que pour la qualité du substrat. Par contre, la flore algale associée n'est guère intéressante. Nous y avons trouvé les Phéophycées que nous serons amenés à considérer comme caractéristiques de tout l'ensemble Rapa-Marotiri-Mac Donald et, par conséquent, nous devons estimer avoir dans la baie d'Ahurei une flore forcée plus par les espèces dominantes, et donc par la pauvreté floristique générale, que par les conditions écologiques. Même les Rhodophycées, les Rhodomélacées, ou encore les Caulerpes, fréquentes dans cette baie, ne peuvent être utilisées pour une caractérisation fine du milieu.

Ainsi donc la marinisation de la baie d'Ahurei est clairement affirmable, en ce qui concerne la flore algale. C'est un milieu lagunaire fortement influencé par l'eau salée, présentant des caractères comparables à ceux des lagons d'atolls, en même temps qu'une grande originalité, même dans l'ensemble des îles hautes.

LA CÔTE EXTERNE ET LES FONDS VOISINS FALAISES, BAIES ET LEURS ABORDS IMMÉDIATS

La morphologie compliquée de cette côte externe oblige à distinguer les modes calmes des modes battus, mais on ne peut négliger l'aspect constructeur ou protecteur de certains organismes.

Fonds de baies et liaison avec l'eau douce.

Les parties les plus enfoncées dans l'île des baies sont généralement occupées par un écoulement d'eau douce, parfois en cascade pittoresque. On trouvera là une flore de filamenteuses bien caractéristique, *Spirogyra*, *Anabaena*, Oedogoniales, Chaetophorales, Diatomées diverses. Exemples typiques : la baie d'Akatamiro, la baie d'Agairao.

Lorsque la topographie devient plus complexe, les observations revêtent une valeur plus ponctuelle. La côte nord de la baie de Hiri nous montre ainsi des vasques dont l'eau est plus douce que marine, mais cependant moins bien définie que dans les écoulements sus-jacents, à *Rhizoclonium*. Ces vasques abritent des populations, probablement éphémères, mais très riches en biomasses, de Diatomées et, juste à leur bord supérieur, on voit s'installer des populations de *Dictyosphaeria*. Ce genre, où la spécificité n'est pas très évidente, est considéré avec raison comme caractéristique des pollutions, par exemple aux Hawaii où il a pu prendre une extension considérable. A Rapa, où le problème de pollution

ne se pose pas du tout en termes comparables, les *Dictyosphaeria* apparaissent caractéristiques de ces zones incertaines où les influences s'additionnent. Nous les retrouvons aussi caractéristiques dans la baie d'Akao du nord, où la zonation supérieure marine passe latéralement à une zonation à *Dictyosphaeria* quand l'eau douce fait nettement sentir sa présence.

La zonation typique des hauts niveaux.

La zonation intertidale et supérieure n'est assurée que par des algues molles. Nulle part nous n'avons trouvé d'encroutements calcaires comparables à ceux rencontrés aux Marquises, a fortiori de couvrements du type de ceux des crêtes récifales. Au-dessus du niveau zéro, nous trouvons des Chlorophycées et surtout des *Hildenbrandia*, croûtes rouges caractéristiques de cette zone dans le monde entier, et que nous avons mise en évidence, au plus près, aux îles Gambier.

Si la paroi est verticale, comme par exemple à Karapoo Iti, nous trouvons une zonation assez complexe avec quelques Sargasses et, plus bas, des Lithothamnées pouvant constituer un trottoir imparfait. Plus bas, les *Dictyota* domineront.

Si la paroi est plus érodable, on observera une marche au niveau des Sargasses. Celles-ci se présenteront vers le haut sous forme de pieds courts, parfois même seulement de bases, et très rapidement vers le bas sous forme de pieds normaux, encore que les tiges restent courtes. Tout ceci correspond aux érosions du substrat et à l'action mécanique sur les algues, actions habituelles autour du niveau zéro. La banquette à Sargasses est, à Rapa, une zone précieuse pour juger du niveau "moyen" de l'eau. Elle est très nette à la baie d'Anatakuri (où les Sargasses arrachées peuvent constituer des nappes flottantes importantes), à l'île Tautourau, dans la baie d'Akao du sud, la baie de Hiri, sous la falaise du Motu, dans la baie d'Akao du nord, la baie d'Akananue, bref un peu partout, en ajoutant que les *Lobophora* se mélangent rapidement aux Sargasses dès que l'on descend un peu plus bas.

Hormis cette importance des *Lobophora*, cette disposition rappelle assez ce que l'on rencontre aux Gambier, sur les côtes dirigées vers le lagon interne des îles hautes de cet archipel.

Partie centrale des baies.

Dès que la profondeur atteint quelque quatre mètres ou un peu plus, les couvrements à grandes Phéophycées deviennent habituels et sont plus ou moins denses, avec des algues plus ou moins longues selon l'agitation moyenne de l'eau. On peut déjà observer quelques sillons à fond de sable, mais ces sillons sont mal systématisés.

A partir de - 10 m, généralement, cette dominance fait place à des peuplements coralliens à Mélobésiées, *Galaxaura*, *Cladophora* et, par place, *Padina*. De tels fonds se rencontrent jusque vers 30 m, lorsque la baie atteint cette profondeur, avec alors de plus en plus de coraux tabulaires et donc la petite flore coralligène qui pousse en-dessous (*Peyssonnelia* en particulier).

Cette disposition générale a été observée dans la baie de Hiri, la baie Pariati, la baie d'Akatamiro (où les Dictyota sont abondants et les Alcyonnaires présents), la baie d'Akananue. Elle se trouve à proximité de la pointe Gote-naonao (Motenaonao), au sud-est de l'île. Cette pointe correspond à un ensemble de falaises et d'îlots qui circonscrivent une sorte de baie dont le fond est non pas une vallée mais une falaise de près de 500 mètres de haut.

Entrées des baies.

Nous n'avons observé de formation particulière en entrée de baie, mise à part la baie d'Ahurei déjà étudiée, que dans la baie d'Agairao où existe un haut fond en forme de barrière. Même ici, les algues qui pourraient être par nature constructrices sont éparses et inefficaces et ce qui domine est une zone à Sargasses, avec des pieds courts et mutilés par la vague vers le haut, de longueur normale un peu plus profondément.

Sous les falaises.

En vue aérienne, on peut remarquer l'importance et la relative régularité des sillons à fond de sable blanc bien visible, ainsi que la faiblesse des matériaux d'éboulis. Les observations sur place ont confirmé ces remarques.

Les hauts niveaux n'ont rien de remarquable et la zonation est fonction du ressac et des sorties d'eau douce. Plus bas, on retrouve une zonation qui rappelle celle des parties profondes des baies, avec dominance des Phéophycées jusque vers - 10 m, des coraux, algues rouges et algues vertes plus bas. Ceci est très net, par exemple, sous la falaise du Magatapu, entre la pointe Patagaroa et la pointe Mei (sud-est de l'île).

Sous la falaise du mont Motu (ouest un peu sud de l'île), nous avons trouvé en 1968 un profil intéressant, avec un fond presque horizontal à - 4 - 6 m, des cuvettes à proximité de la côte où les épaves de *Lobophora* étaient abondantes. Les Sargasses atteignaient deux mètres de long. Nous avons pu étudier des dalles brisées formées de débris d'*Acropora* avec un ciment riche en débris d'algues. La formation de ces dalles ne peut correspondre qu'aux conditions actuelles.

C'est sous la falaise de Vavai (ouest de l'île) que nous avons pu le mieux étudier les sillons qui se présentent, vers une dizaine de mètres de profondeur, comme des entailures à fond plat et flancs verticaux ou en encorbellement. Ces sillons atteignent quelques deux mètres de haut et de large. Le fond est couvert de sable grossier à rides de 65 cm environ de longueur d'onde. Certains sillons sont borgnes et d'autres confluent. Ces parois portent une petite flore caractéristique de substrat calcaire, par exemple *Acetabularia* gr. *moebii*, *Botryocladia* et même *Porolithon* prob. *craspedium*, mais non vraiment constructeur. La dalle supérieure est entièrement et densément couverte de Phéophycées, d'où sa teinte sombre en vue aérienne. Les sillons apparaissent donc comme des figures d'érosion dans une dalle non actuelle formée de conglomérat assez mal lié.

A noter que juste sous cette falaise le platier proximal est une dalle sans Phéophycées, à gazon et morsures de poisson nettes.

La plate-forme externe générale, entre 30 et 50 mètres de profondeur.

Coraux, sillons, élevures le plus souvent allongées, et cuvettes diverses se partagent le paysage. En ce qui concerne les algues, si les Mélobésiées sont présentes un peu partout, il a été trouvé au sud de l'île de Tautourau (sud de Rapa), à - 32 m, ainsi qu'en face de la baie de Hiri, à - 50 m, des *Dictyota* abondants, mais aussi des algues vertes assez grandes, *Microdictyon*, *Ulva*, *Cladophora*, et des *Padina*, algues brunes intéressantes en de telles associations. G. FAURE estime qu'il doit y avoir dans ces endroits des résurgences d'eau douce et, en effet, cette flore s'accorde bien avec de telles conditions.

Par contre, en face de la falaise de Vavai, à 43 m, le fond, très graveleux, portait plutôt des *Peyssonnelia*, des *Codium* et des *Gibsmithia*. En face de la baie d'Agairao, à - 50 m, les sillons sont peu marqués et il existe des pâtés de 1,5 m de haut. Ici encore on ne rencontre, ni *Ulva*, ni *Padina*, ni *Microdictyon*, mais *Gibsmithia* et *Peyssonnelia*, beaucoup de Cyanophycées, des Éponges et, ce qui est moins compréhensible, des *Lobophora*.

Dans tous les cas, la température du fond était de 22°C, et les refroidissements prenaient place à 35 m et accessoirement à 40 m.

Conclusions de ces observations.

Il est évident que la morphologie des fonds de Rapa est conditionnée par l'histoire de l'île. Les périodes d'exondation ont imposé des formes d'érosion qui ne correspondent plus maintenant au même équilibre. Ceci aboutit parfois à des conséquences surprenantes pour les algues.

C'est ainsi que la "terre verte" qui nous avait été signalée à la baie Tupuaki correspond à un sable calcaire aggloméré émergé, dont la couleur verte vient de la prolifération d'algues et autres petites végétations, par exemple des proto-némas de Mousses. La couleur n'est nette que par temps humide.

LES ILOTS MAROTIRI

A notre visite, la ceinture de déferlement était bien plus intense que tout ce que nous avons vu sur Rapa. Pour autant que nous avons pu l'observer, la zone littorale est différente dans son ensemble de celle de Rapa et est sans rapport avec celle des Marquises.

Nous avons noté, dans l'ensemble, une flore similaire à celle de Rapa, mais avec des densités relatives très différentes. Chez les grandes algues brunes, *Lobophora* domine, suivi d'assez près par *Zonaria* et *Padina*. Les *Liagora* sont plus fréquents, ainsi que les *Caulerpa* et les *Halimeda*. Les *Gibsmithia* ont été retrouvés en profondeur sur fonds durs et graveleux, exactement comme à Rapa, mais d'autres algues muqueuses ont été récoltées.

Tout ceci évoque clairement un hydrodynamisme globalement très supérieur à celui de Rapa, sans que nous sachions vraiment pourquoi.

NOTES SUR LA FLORE ET LES VÉGÉTATIONS OBSERVÉES

L'absence du genre *Turbinaria* est tout à fait remarquable. Ce genre d'algues brunes est commun dans toutes les îles hautes de la Polynésie française. A Raiavavae, il constitue des zones bien définies, tout à fait comparables à celles de toutes les autres îles en question. Dans les atolls, nous ne le connaissons qu'à Tupai et à Scilly. A Tupai, il constitue une zone extraordinaire, à l'intérieur même du lagon. A Scilly, il colonise un point particulier de la crête externe, tourné du côté de Raiatea; on peut suivre entre Raiatea et ce point les pieds arrachés en grand nombre de l'île haute, et il est évident que la végétation de *Turbinaria* de Scilly est forcée par ces apports constants.

Ce genre est donc très caractéristique des îles hautes. Son absence de Rapa, de Marotiri et du Mc Donald, absence que nous avons pu observer en suffisamment de points pour estimer qu'elle est totale, ne semble pouvoir être expliquée que par la température de l'eau, si l'on en croit les limites générales du genre. D'autres absences ont été relevées, mais ne peuvent être affirmées de la même façon. Les *Turbinaria* sont suffisamment gros et durables, leur zone principale est suffisamment proche de la surface de l'eau, pour qu'ils ne puissent guère passer inaperçus. D'autres genres qui n'ont été rencontrés, dans l'ensemble de la Polynésie, qu'épisodiquement, montrent qu'il faut se méfier de la rareté ou de l'absence présumée. Ce n'est pas le cas pour l'absence de nos *Turbinaria*.

Les Sargasses sont ici des plus abondantes et constituent une zone fournie, comparable à celle des Gambier (intérieur d'Aukena par exemple) et même à celles de la Société, malgré l'absence des *Turbinaria*.

Plus remarquables sont les *Lobophora* (*Pocockiella*) qui, au point où nous en sommes de leur étude, ne peuvent encore être considérés comme constituant une espèce particulière. Leur port est ici tout à fait remarquable, car les thalles sont dressés, fixés au substrat seulement par leur partie inférieure qui seule manifeste une tendance à la forme rampante. Un tel port se retrouve chez des *Lobophora* de lagon, suffisamment profonds, sans que cette similitude aide à comprendre la morphologie. Leur croissance doit être rapide, vu la densité des populations et l'abondance des épaves.

Les problèmes morphologiques posés par les *Lobophora* ne peuvent guère être comparés à ceux posés par les Sargasses. Ces dernières ne connaissent que des raccourcissements de taille avec élargissement de la base, dans les hauts niveaux les plus battus. Même si de tels pieds ne peuvent plus se reproduire, on ne peut dire que leur mode de croissance soit modifié dans son principe. Par contre, nous avons trouvé dans les atolls des *Lobophora* de profondeur, sur la pente externe, jusqu'à - 60 m. Ils étaient très grands, très minces, très pâles et manifestaient une tendance plagiotope nette. On pourrait donc bien distinguer l'espèce très appliquée, petite, jaune, des crêtes récifales, dont une forme extrême serait cette plante de profondeur, de l'espèce de Rapa, qui serait alors différente. Mais nous ne pouvons référer cette dernière en sécurité au *Pocockiella papenfussii* de W.R. TAYLOR ou à toute autre forme décrite.

Généralement mélangé aux *Lobophora*, parfois dominant dans quelques entrées de grottes sous-marines, un *Zonaria* se fait remarquer sous l'eau par son

iridescence. Nous ne pensons pas que cette algue existe ailleurs en Polynésie française.

Les *Padina* sont, d'après les habitants de Rapa, consommées par les tortues qui viennent épisodiquement sur cette île. Ailleurs en Polynésie, ainsi qu'en Nouvelle-Calédonie, nous avons constaté la consommation énorme de Caulerpes par ces animaux. Ce ne serait pas le cas ici.

La présence des *Gibsmithia* est intéressante, bien que les pieds y soient peut-être plus rares que dans les îles de la Société. Encore n'est-ce pas sûr car si, dans ces dernières îles, il est assez facile d'en trouver beaucoup sur les parois verticales ou au moins assez abruptes des passes mêmes ou à leur proximité, ailleurs leur présence est beaucoup plus rare. Nous en avons trouvé à Tahiti surtout à Pari (sud-est de la presqu'île), côte très semblable à celle de Rapa par le substrat et l'hydrodynamisme. A Rapa et Marotiri, les *Gibsmithia* sont présents sur des fonds moyens (20-40 m) où l'effet de la houle se fait sentir. Les *Gibsmithia* sont en effet des algues rouges fortement muqueuses et munies d'un pied solide et bien adhérent, et ne se rencontrent qu'en des eaux suffisamment agitées.

Nous n'insisterons pas sur les Caulerpes, *Dictyota*, Floridées diverses qui ne nous permettent guère d'avancer des hypothèses intéressantes. Il nous a été dit que les habitants de Rapa récoltaient *Caulerpa racemosa* pour en faire un condiment, comme ceci se pratique en bien d'autres points du Pacifique. Est-ce pour ceci que ce groupe d'espèces est plus rare à Rapa qu'aux Marotiri?

L'intérêt des *Dictyosphaeria* pour reconnaître l'influence des eaux douces a été signalé.

Le genre *Contarinia* a été trouvé en baie d'Ahurei. BOERGESEN l'a mis en évidence à l'île de Pâques. Nous ne le connaissons en Polynésie française que de l'île de Moorea où, en compagnie de G. VERGONZANNE, nous l'avons récolté dans une passe où l'hétérogénéité des eaux était particulièrement remarquable, pour la température et très probablement aussi pour la salinité.

L'algue de Rapa est stérile, et donc peu déterminable spécifiquement. Le genre pourrait bien être caractéristique de milieux variables; il est connu en Méditerranée sur les bases de *Cystoseira* et la surface des *Codium*, ce qui n'est pas incompatible avec de telles conditions qui peuvent aussi correspondre à des milieux plus ou moins confinés.

Enfin, mention spéciale doit être faite de deux algues trouvées sur le Mac Donald, où par ailleurs la végétation à *Lobophora* semble dominante. Ces deux algues sont inconnues ailleurs en Polynésie. Il s'agit d'une Floridée stérile et d'une Phéophycée que je considère comme identique au *Sporochnus scoparius* de HARVEY. C'est donc probablement la seule localité polynésienne de ce groupe si commun en Australie du Sud et en Nouvelle-Zélande.

D'autres trouvailles floristiques ont été faites qui rapprochent Rapa et ses annexes du reste de la Polynésie française. Leur répartition générale, notamment en ce qui concerne les Cyanophycées, est bien trop mal connue pour en tirer des conclusions même préliminaires.

PLACE DE CES ILES DANS L'ENSEMBLE DE LA POLYNÉSIE

L'étude des algues nous permet donc de revenir sur certains caractères de cet ensemble insulaire.

- 1. Importance de l'isolement.** La pauvreté floristique et la similitude de la flore avec celle des autres îles polynésiennes montre bien l'importance de la barrière séparant cet ensemble des autres terres les plus proches. Il est difficile de parler ici d'endémisme, que l'on ne peut affirmer que lorsqu'il s'agit d'espèces bien caractérisées et suffisamment visibles. En ce qui concerne les algues, l'isolement ne se caractérise nettement que par la pauvreté floristique.
- 2. Importance de la température.** La disparition des *Turbinaria* et la dominance des grandes Phéophycées doivent être dues à la fraîcheur de l'eau. Dans les autres îles, ce sont les algues calcaires rouges, *Porolithon* et consorts, qui dominent nettement la scène. Ici, sans que l'on observe quoi que ce soit qui rappelle les grands champs à Laminariales, on voit que la végétation est influencée par la fraîcheur de l'eau, sauf dans les fonds de baies où elle reprend des caractéristiques un peu plus tropicales.
- 3. Importance de l'hydrodynamisme et de l'ouverture à la mer.** L'absence de barrière crée des conditions rappelant celles des Marquises ou encore de la côte de Pari à Tahiti. Nous avons souligné les importantes différences et noterons que si, aux Marquises, le placage d'algues calcaires en hauts niveaux est souvent important, de tels placages n'interviennent sérieusement ici qu'à une certaine profondeur, où ils complètent la croissance corallienne. Nulle part, un couvrement continu à *Porolithon* n'a pu être observé, non plus qu'une structure à éperons-sillons du type de celles des zones de construction.

*
* *

Nous remercions la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires et le Service Mixte de Contrôle Biologique qui ont organisé et rendu possible nos deux missions et ont bien voulu nous manifester ainsi leur confiance.

Yves PLESSIS*

ÉTUDE ICHTYOLOGIQUE DE RAPA

INTRODUCTION

L'île de Rapa, dont la situation géographique est de 27°37' de latitude sud et de 144°204' de longitude ouest, est toute l'année baignée par des eaux relativement froides (environ de 21 à 23°C). Sa surface émergée est petite et n'excède pas 22,1 km². Elle est un peu plus petite que Raevavae et environ deux fois plus petite que Tubuaï et Rurutu. Cette île ne possède pas de récif barrière, tout au plus, des constructions frangeantes dans l'entrée de la baie d'Ahurei et celle d'Akatanui, sur la côte est de l'île. Le récif qui réduit l'entrée de la baie d'Ahurei est sans doute ancien et peu actif.

Au cours des deux séjours faits dans l'île (1968 et surtout 1984) nous avons dû utiliser, outre nos propres observations, l'expérience des pêcheurs locaux et naturellement les travaux de notre ami John RANDALL (1978).

La pêche reste une des principales activités dans les petites îles, bien que la diversification des ressources se généralise grâce aux facilités d'échanges et de communication. Le vocabulaire halieutique, en utilisant les noms vernaculaires, est riche et précis. Leur origine n'est pas toujours facile à établir. Les noms tahitiens remplacent souvent le nom local. Certains appartiennent à un domaine marin plus vaste que le triangle polynésien. L'idiome tahitien domine sur toutes les îles et principalement sur celles dont la population est en augmentation. L'estimation première à Rapa est de 1827, elle est de 2 000 personnes, résultat peut-être d'une mauvaise extrapolation de ce que peut voir l'étranger entouré d'une foule de curieux.

En 1867 le nombre d'habitants était réduit à 120 à la suite d'une épidémie grave. En 1971 : 411 habitants. En 1983 : 480 habitants.

Nous devons beaucoup à la connaissance de WATANABE, maire du village principal et à son fils, pêcheur aussi valeureux qu'intrépide.

* Sous-Directeur au Muséum.

LISTE DES POISSONS OBSERVÉS A RAPA ET A MAROTIRI

Les missions faites dans cette région ont été très courtes dans le temps, aussi les observations sont-elles beaucoup trop succinctes et incomplètes pour permettre à elles seules de pouvoir établir une liste valable d'espèces. Pour compléter mes observations, j'ai fait appel aux travaux de J.E. RANDALL et aux connaissances des pêcheurs locaux et toute particulièrement à la précieuse expérience du maire de Rapa, WATANABE. Naturellement, si les poissons utilisés par l'homme sont assez bien répertoriés, les petites espèces le sont moins car nous n'avons alors que les seules ressources de nos recherches succinctes.

Albulidae.

Albula sp.

Ce genre est cité par RANDALL d'après une étude de J.B. SHAKLEE. Il ne doit pas être fréquent, mais il est connu des pêcheurs.

Anguillidae.

Anguilla marmorata QUOY et GAIMARD, (1824), 1825.

Cette anguille atteint une bonne taille, malgré la petitesse des ruisseaux où elle vit. Elle ne paraît pas très abondante.

Anguilla obscura GÜNTHER, 1872.

Plus commune que la précédente, sa taille est plus modeste.

Comme presque partout en Polynésie, on ne consomme pas l'anguille à Rapa. Le poisson ici ne manque pas et on est loin d'exploiter la totalité des espèces comestibles. Mais les vraies raisons viennent de loin : au siècle dernier on en a fait un animal maudit, par analogie avec le serpent de la Bible. Cette malédiction s'est greffée sur un tabou ancien, une loi, respectée dans tous les clans de l'île de tuer les anguilles sous peine de mort. On prétendait alors que l'anguille en remontant vers les sources les empêchaient de tarir. D'autre part les ruisseaux étaient canalisés pour irriguer les plantations de taro qui était alors la principale nourriture végétale de l'île. L'anguille était d'autant mieux protégée que l'on considérait que ses allées et venues dans les rivières canalisées maintenaient le bon fonctionnement des biefs sans l'intervention de l'homme.

Muraenidae.

Gymnothorax chilospilus (BLEEKER), 1865.

Gymnothorax panamensis (ABBOTT).

Gymnothorax porphyreus (GUICHENOT), 1848.

Pour ces trois espèces, ainsi que pour le genre *Anarchias*, J. RANDALL donne le nom de takaviri.

Gymnothorax eurostus (ABBOTT).

Pour cette espèce le nom vernaculaire est kopee.

Gymnothorax undulatus (LACEPÈDE), 1803.

Nom vernaculaire pooto (RANDALL), pooto kirimua (PLESSIS).

Echidna nebulosa (AHL), 1789.

Dans la baie d'Ahurei. Sous le nom de puhi taaii (PLESSIS).

Congridae.

Conger cinereus (RÜPPELL), 1828.

Sous les pierres, à l'entrée de plusieurs baies.

Conger conger (LINNAEUS), 1758.

Au pied du débarcadere d'Ahurei.

Ophichthidae.

Myrichthys maculosa (CUVIER), 1817.

Sous le nom de puhii taaiai (RANDALL).

Synodontidae.

Saurida gracilis (QUOY et GAIMARD), (1824), 1825.

Exocoetidae.

Cypselurus (SWAINSON), 1839.

Nous en avons rencontré au large, à bord du *Marara*, qui porte justement le nom de ce poisson en Tahitien.

Belonidae.

Ablennes ians (VALENCIENNES), 1846, in Cuv. et Val. RANDALL a recueilli le nom de aku papa.

Platybelone argalus (LE SUEUR), 1821, aku.

Tylosurus crocodilus (LE SUEUR), 1821, aku.

Atherinidae.

Pranesus insularum (JORDAN et EVERMANN), 1902.

RANDALL a recueilli le nom de Kiamo.

Holocentridae.

Nous empruntons à RANDALL les noms vernaculaires que nous n'avons pas recueilli. Il n'a pas été possible de préciser les noms d'espèces qui n'ont pas été récoltées, mais seulement vues. Pour certaines espèces la présence n'est indiquée que par la foi des pêcheurs.

Adioryx spp., tamiamia.

Flammeo spp.

Flammeo sammara (FORSSKAL), 1775, araore.

Myripristis spp., ku.

Myripristis adustus, (CUVIER), 1829, in Cuv. et Val.

Holocentrus spinifer (FORSSKAL), 1775.

Fistulariidae.

Fistularia petimba, (LACEPÈDE), 1803, tatavere.

Aulostomidae.

Aulostomus chinensis (LINNAEUS), 1758, tupou.

Scorpaenidae.

Pterois antennata (BLOCH), 1787, tarataraiou.

Cette espèce est présente dans toutes les îles de Polynésie, où elle semble la plus commune.

Scorpaena sp.

Scorpaenodes spp.

Synancejidae.

Synanceia verrucosa (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

Dactylopteridae.

Dactyloptena orientalis, (CUVIER), 1829, in Cuv. et Val., ika pererau.

Syngnathidae.

Corythoichthys intestinalis (RAMSAY), 1881.

Sur le haut fond de Marotiri (15 m d'eau environ), 3 février 1984.

Serranidae.

Cephalopholis argus (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

Le nom vernaculaire semble le même qu'aux Tuamotu et aux Gambier : roi.

Cephalopholis sexmaculatus (RÜPPELL), 1828.

= *C. coatesi*.

Cephalopholis urodelus (CUVIER), 1828, in Cuv. et Val.

Le nom vernaculaire, d'après RANDALL, est tumutumuraupoo.

Epinephelus fasciatus (FORSSKAL), 1775, rari.

Cette espèce est partout présente en Polynésie, mais peut-être plus abondante aux Australes et aux Marquises.

Epinephelus fuscoguttatus (FORSSKAL), 1775, apuku.

= *E. microdon*.

Epinephelus hexagonatus (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

On lui donne ici : Rapa, Marotiri (?), le nom tahitien de tarao.

Epinephelus merra, (BLOCH), 1793, tarao.

Epinephelus morrhua (VALENCIENNES), 1833, in Cuv. et Val.

Cette espèce semble exister en profondeur. Elle est appelée par les pêcheurs : kito. = *E. tuamotuensis*?

Epinephelus summana (FORSSKAL), 1775.

Les pêcheurs l'appellent apuku tarao. Le terme de tarao rappelle la ressemblance avec *E. hexagonatus* et *E. merra*. = *E. socialis*.

Epinephelus tauvina (FORSSKAL), 1775, haroa.

Plectropomus leopardus (LACEPÈDE), 1802, tonu kere kere.

Plectropomus maculatus (BLOCH), 1790.

Variola louti (FORSSKAL), 1775.

Le nom est ho'a. RANDALL pense que ce nom est peut-être de Tahiti.

Grammistidae.

Grammistes sexlineatus (THUNBERG), 1792.

Nous n'avons aucune preuve de son existence à Rapa, mais le relief sous-marin profond autour de l'île nous semble favorable à la présence de la forme adulte, d'autant que l'espèce est connue dans les Australes du nord.

Kuhliidae (d'après RANDALL).

Kuhlia marginata (CUVIER), 1829, in Cuv. et Val., ahore.

Kuhlia mugil (SCHNEIDER) in Blochi Syst. Ichth., 1801, ahore.

Priacanthidae.

Priacanthus boops (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth., kopa.

Priacanthus cruentatus (LACEPÈDE), 1801, kopa.

Labracoglossidae.

Bathystethus orientalis (REGAN), 1913, paioke.

Ce poisson semble fréquenter la proximité des hauts fonds. On peut le capturer autour de Rapa et sur le haut fond de Marotiri.

Echeneidae.

Echeneis naucrates (LINNAEUS), 1758.

Les pêcheurs de l'île affirment en voir parfois fixés sur les "tout gros".

Carangidae.

Alectis ciliaris (BLOCH), 1787.

C'est un poisson peu commun ici, aussi est-il connu seulement sous le nom tahitien de tapatai.

Carangoides ferdau (FORSSKAL), 1775.

Nom local : amuri.

Carangoides orthogrammus (JORDAN et GILBERT), 1882.

Nom local : aruru.

Caranx ignobilis (FORSSKAL), urupiti, 1775.

Ce poisson ne semble pas très commun ici.

Caranx lugubris (POEY), 1861.

C'est un poisson commun à Rapa, mais surtout très abondant à Marotiri. Son nom de ruhi est utilisé dans toute la Polynésie.

Caranx melampygus (CUVIER), 1833, in Cuv. et Val.

On lui donne, semble-t-il ici, le nom tahitien de pa'aihere.

Caranx sexfascialis (QUOY et GAIMARD) (1824), 1825.

Cette espèce bien connue des îles situées au nord est très rare ici, si toutefois elle existe.

Chorinemus tol (CUVIER), 1831, in Cuv. et Val.

C'est encore une espèce bien rare ici, mais sa présence est très probable.

Decapterus russelli (RÜPPELL), 1828.

Espèce peu abondante. *D. pinnulatus* (EYDOU et SOULEYET), 1841, dont le type est d'Hawaii, n'est probablement pas représenté dans le Pacifique Sud.

Gnathanodon speciosus (FORSSKAL), 1775.

Nous n'avons pas eu de nom local, d'ailleurs cette espèce est, semble-t-il peu commune ici.

Pseudocaranx cheilio (SNYDER), 1904, kotumu, matu.

Réparti assez largement vers le sud. Ce poisson est également signalé à l'île de Pâques (Rapa nui, en tahitien), d'après G. ADAM, 1945.

Scomberoides lysan (FORSSKAL), 1775.

Ce poisson a une très grande répartition indo-pacifique.

Selar crumenophthalmus (BLOCH), 1793.

Commun partout dans le nord de la Polynésie, mais beaucoup moins à Rapa.

Seriola lalandi (VALENCIENNES), 1833, in Cuv. et Val.

Sa chair est très appréciée. Son nom en français est Saumon de Rapa. Son nom local est ma'aki (d'après RANDALL).

Trachinotus bailloni (LACEPÈDE), 1801, rai.

Uraspis, probablement *U. helvola* (FORSTER), 1775, in Blochi Syst. Ichth., 1801.

Coryphaenidae.

Coryphaena hippurus (LINNAEUS), 1758.

Commun aux abords des côtes (Rapa et Marotiri).

Son nom de Mahimahi est employé pour désigner ce poisson aussi bien dans toute la Polynésie française que dans l'archipel des Hawaii.

Lutjanidae.

Lutianus fulvus (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth., to'au.

Lutianus gibbus (FORSSKAL), 1775.

Le nom le plus répandu vers le sud d'origine tahitienne est taea.

Lutianus kasmira (FORSSKAL), 1775, takape.

Lutianus monostigmus (CUVIER), 1828, in Cuv. et Val.

Le nom taivaiva, qui est tahitien, semble le plus usité ici. La forme jeune est très commune à l'embouchure des rivières de Rapa.

Lutianus vaigensis (QUOY et GAIMARD), (1824), 1825.

Cette espèce est connue des pêcheurs de l'île.

Pristipomoides filamentosus (VALENCIENNES), 1830, in Cuv. et Val.

RANDALL indique comme nom vernaculaire hue'ehivahivahi, tandis qu'une autre espèce non identifiée s'appellerait paru.

Pterocaesio tile (VALENCIENNES), 1830, in Cuv. et Val., titihauri.

Cette espèce vit en bancs, à proximité des hauts fonds. Elle est représentée autour de toutes les îles polynésiennes et fréquente les lagons profonds.

Trois espèces de cette famille sont bien représentées au large de Rapa et Marotiri :

Aphareus furcatus (LACEPÈDE), 1801, nom tahitien paru.

Ce nom est utilisé à Rapa. Il semble assez vague et désigne également l'amorce jetée dans l'eau pour attirer les poissons. Il est lui-même très vorace et se jette volontiers sur les appâts.

Aprion virescens (VALENCIENNES), 1830, in Cuv. et Val.

C'est également un poisson du large capturé à la traîne mais il s'approche fréquemment des côtes.

Etelis carbunculus (CUVIER), 1828, in Cuv. et Val.

Abondant dans les fonds de 300 à 500 m.

Pomadasyidae.

Plectorhinchus chaetodonoides (LACEPÈDE), 1800, matuatua.

Plectorhinchus pictus (TUNBERG), 1792, matuatua.

A Tahiti ces poissons ont également le même nom : atara nato.

Ces deux poissons ont une mesuration bien voisine et le premier n'est peut-être qu'une synonymie et ne désignerait alors que la forme adulte du second. Cette similitude serait à l'actif des pêcheurs polynésiens, qui leur donnent les mêmes noms vernaculaires.

Lethrinidae.

Gnathodentex aurolineatus (LACEPÈDE), 1802, maene.

Ce poisson se rencontre par petits groupes dans les anfractuosités sombres des récifs. On les repère très facilement grâce à la tache brillante située sur le pédoncule caudal. Elle disparaît immédiatement après la capture. Rapa et Marotiri. C'est une espèce très commune dans toute la Polynésie française.

Lethrinus mashena (FORSSKAL), 1775.

Vit souvent par couple dans une faible hauteur d'eau. Rapa.

Monotaxis grandoculis (FORSSKAL), 1775.

Peu fréquent d'après les pêcheurs.

Mullidae.

Mulloidichthys flavolineatus (LACEPÈDE), 1801.

Noms vernaculaires d'origine tahitienne : vete, ta'uo.

Mulloidichthys vanicolensis (VALENCIENNES), in Cuv. et Val., vete, ta'uo.

Parupeneus barberinus (LACEPÈDE), 1801, ta'uo (?).

Parupeneus cyclostomus (LACEPÈDE), 1801, ahuru, ta'uo.

Parupeneus fraterculus (VALENCIENNES), 1831, in Cuv. et Val. (RANDALL), katuri.

Parupeneus pleurostigma (BENNETT), 1831.

Origine tahitienne, 'atiatia.

Parupeneus trifasciatus (LACEPÈDE), 1801, 'atiatia.

Pempheridae.

Pempheris oualensis (CUVIER), 1831, in Cuv. et Val.

Ce poisson se rencontre communément au pied des tombants dans les zones protégées.

Kyphosidae.

Kyphosus bigibbus (LACEPÈDE), 1801.

L. WATANABE nous a remis plusieurs spécimens présentant des livrées différentes :

- Livrée normale, gris ardoise très sombre constituant la presque totalité du stock.
- Livrée entièrement jaune citron, plutôt rare, que l'on rencontre parfois, à l'unité, dans un banc. Sa voyante livrée en fait tout naturellement un chef de file.
- Livrée hybride présentant une partie jaune clair et une partie très sombre. Ce type de coloration est rare.
- Livrée albinos, extrêmement rare.

Le nom vernaculaire tahitien est nanue. Il est employé dans presque tout le territoire pour désigner le genre, lorsque l'on ne veut pas exprimer une notion d'âge ou de taille.

A Rapa la forme jeune porte le nom de karamani
 la forme plus grande karamani pakavai
 la forme très grande pakavai.

Chaetodontidae (Pomacanthidae inclus).

En Polynésie les Chaetodons ne sont généralement pas consommés par l'homme. Tout au plus entrent-ils sporadiquement dans le repas d'un pêcheur Pomotu.

En tahitien le nom de genre est paraharaha, donné à toutes les espèces. Aux Gambier le nom est tikorekore.

A Rapa le nom est amuamu.

Chaetodon auriga (FORSSKAL), 1775.

Connu des pêcheurs de Rapa.

Chaetodon falcula (BLOCH), 1793.

Connu des pêcheurs de Rapa.

Chaetodon flavirostris (GÜNTHER), 1874.

Semble assez commun.

Chaetodon lunula (LACEPÈDE), 1802.

Connu des pêcheurs de Rapa.

Chaetodon martensi (CUVIER), 1831, in Cuv. et Val.

Rapa, dans les récifs de l'entrée de la baie d'Ahurei.

Chaetodon smithi (RANDALL), 1975.

RANDALL lui attribue le nom vernaculaire de vaiti.

Heniochus sp.

Le genre est connu des pêcheurs de l'île de Rapa.

Pomacanthus imperator (BLOCH), 1787.

Connu des pêcheurs.

Pomacentridae.

Le nom vernaculaire donné à Rapa aux poissons de cette famille est d'après RANDALL mamo.

Abudefduf sexfasciatus (LACEPÈDE), 1801.

Dans la baie d'Ahurei, biotope à *Acropora formosa*.

Abudefduf sordidus (FORSSKAL), 1775.

RANDALL lui attribue le nom vernaculaire local de karamamea. Nous l'avons observé en baie d'Akatamiro, sur la côte ouest.

Amphiprion sp.

Connu des pêcheurs de l'île.

Eupomacentrus nigricans (LACEPÈDE), 1802.

Dans le récif médian de l'entrée de la baie d'Ahurei.

Dascillus aruanus (LINNAEUS), 1758.

Dans le biotope à *Acropora formosa* de la baie d'Ahurei.

Cirrhitidae.

Cirrhitites pinnulatus (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

Cette espèce existe dans toute la Polynésie française. Le type est de Tahiti. A Rapa, le nom vernaculaire est le nom tahitien de patu'i. C'est aussi le nom utilisé dans les autres îles Australes.

Cheilodactylidae.

Cheilodactylus (Goniistius) plessisi (RANDALL), 1983.

Récolté à Rapa au cours de nos missions de 1968 et 1984.

Ce poisson est fréquemment récolté par les pêcheurs qui le nomment pakatea.

Mugilidae.

Crenimugil crenilabis (FORSSKAL), 1775.

Le nom vernaculaire est ütutu (RANDALL), le nom tahitien est tehu. Nous avons récolté des jeunes en baie d'Anarua.

Liza vaigensis (QUOY et GAIMARD), (1824), 1824.

Le nom vernaculaire employé est nape, comme à Tahiti et aux Gambier.

Mugil cephalus (LINNAEUS), 1758.

RANDALL a reconnu deux noms vernaculaires :

Forme jeune : auraree

Forme adulte : kapae. Tahiti : anae.

Sphyraenidae (d'après RANDALL).

Sphyraena sp.

Nom vernaculaire local : ono. A Tahiti, ce nom désigne *S. barracuda*.

Sphyraena genie (KLUNGZINGER), 1884.

Polynemidae.

Polydactylus plebeius (BROUSSONET), 1782.

Le nom vernaculaire commun à Tahiti, Gambier, Rapa est moi.

Labridae.

Anampses caeruleopunctatus (RUPPELL), 1828.

Noms vernaculaires : korari (semble s'appliquer à un certain nombre d'espèces lorsque la taille est petite); patakotako.

Nous avons relevé le terme korari kerekere; kereker signifie bleu en mangarévien (Gambier).

Bodianus axillaris (BENNETT), 1831.

Connu des pêcheurs de Rapa sous le nom de kavakava.

Bodianus loxozonus (SNYDER), 1909.

Le nom vernaculaire semble aussi kavakava.

- Bodianus vulpinus* (RICHARDSON), 1848.
Le nom vernaculaire est roeroe.
- Bodianus perditio* (QUOY et GAIMARD), (1824), 1824.
Le nom vernaculaire est maratea.
- Cheilinus chlorourus* (BLOCH), 1791.
Le nom vernaculaire est papae.
- Cheilinus rhodochrous* (GÜNTHER), 1866.
Le nom vernaculaire est kopiropiro.
- Cheilio inermis* (FORSSKAL), 1775.
Le nom vernaculaire est koare moemoe.
- Coris aygula* (LACEPÈDE), 1801.
Les noms vernaculaires sont : pour une petite taille korari. Pour la taille adulte korari teke.
- Coris gaimard* (QUOY), (1824), in QUOY et GAIMARD, 1825.
Connu des pêcheurs sous le nom de korari.
- Gomphosus varius* (LACEPÈDE), 1801.
Le nom vernaculaire est pokou.
- Halichoeres centriquadrus* (LACEPÈDE), 1801.
Le nom vernaculaire est korari.
- Halichoeres marginatus* (RÜPPELL), 1835.
Connu des pêcheurs sous le nom général de korari.
- Hemigymnus fasciatus* (BLOCH), 1792.
Connu des pêcheurs qui semblent l'appeler korari (?).
- Hemigymnus taeniourus* (LACEPÈDE), 1801.
Connu des pêcheurs de l'île.
- Labroides dimidiatus* (VALENCIENNES), 1839, in Cuv. et Val.
Vu en plongée, à l'entrée de la baie d'Ahurei.
- Pseudolabrus inscriptus* (RICHARDSON), 1848.
Cette espèce se rencontre à Rapa et Marotiri. On la connaît de l'île nord de Nouvelle-Zélande, des îles Kermadec, Norfolk, Lord Howe, ainsi que sur la côte australienne des environs de Sydney. Elle se répartit ainsi selon une ligne est-nord-est à ouest-sud-ouest, dont Rapa est située la plus au nord. Son nom vernaculaire est koriva.
- Thalassoma fuscum* (LACEPÈDE), 1801.
Connu des pêcheurs de Rapa.
- Thalassoma hardwicki* (BENNETT), 1830.
Observé en plongée devant l'entrée de la baie d'Ahurei.
- Thalassoma lutescens* (LAY et BENNETT), 1839.
Observé en plongée à l'entrée de la baie d'Ahurei.
Les pêcheurs de l'île l'appellent pakou.
- Thalassoma purpureum* (FORSSKAL), 1775.
Noms vernaculaires patakotako, pako.

Scaridae.

- Cetoscarus bicolor* (RÜPPELL), 1828.
Connu des pêcheurs sous le nom de totoke.

Scarops rubroviolaceus (BLEEKER), 1849, mamaringa.

Scarus chlorodon (JENYNS), 1842, roro, pahoro, haumeretue ou ne'a.

Scarus forsteri (VALENCIENNES), 1839, in Cuv. et Val.

Connu des pêcheurs, pahoro (nom tahitien).

Scarus frenatus (LACEPÈDE), 1802, kakura ou u'uariki.

Scarus ghobban (FORSSKAL), 1775.

Nom vernaculaire para ou mamaringa, comme on vient de le voir précédemment ce dernier terme s'applique à plusieurs espèces.

Scarus gibbus (RÜPPELL), 1828.

Le nom vernaculaire employé ici comme à Tahiti est uhu, ce nom désigne en Polynésie plusieurs espèces. Il en va de même pour paati, pahore, tapio...

Scarus globiceps (VALENCIENNES), 1839, in Cuv. et Val.

Nom vernaculaire korourou. RANDALL note aussi pahoro et u'uariki.

Scarus harid (FORSSKAL), 1775.

Le nom vernaculaire est uru rearea. Notons qu'en mangarévien (la langue des Gambier) le nom est uhu rehareha ce qui signifie poisson empoisonné. Sa réputation de poisson vénéneux est très répandue en Polynésie. Cependant nous avons relevé aux Gambier le nom de karava matatu.

Scarus jonesi (STREETS), 1877.

Connu des pêcheurs sous le nom de euhu, probablement la déformation de uhu qui est un nom appliqué à plusieurs espèces.

Scarus lepidus (JENYNS), 1842.

Les noms vernaculaires notés par RANDALL sont : haumeretue, kakara, mamaringa.

Scarus oviceps (VALENCIENNES), 1839, in Cuv. et Val., teke.

Scarus sordidus (FORSSKAL), 1775.

Noms vernaculaires : kakura, pakirikau ou paati. Le terme de paati désigne à Tahiti plusieurs espèces.

Scarus venosus (VALENCIENNES), 1839, in Cuv. et Val.

Noms vernaculaires : roro, panaunrau.

Leptoscarus vaigensis (QUOY et GAIMARD), (1824), 1825.

Noms vernaculaires : komokomo et komera.

La configuration du rivage à Rapa ne se prête guère à la pratique du harpon (patia) pour capturer les Scares, comme cela se pratique aux Tuamotu et aux Gambier. Les pêcheurs ne sont pas non plus portés à utiliser le fusil sous-marin. L'usage du filet n'est pas non plus très courant. Il en résulte que l'on consomme ici peu de Scaridae.

Acanthuridae.

Acanthurus gahm (FORSSKAL), 1775.

Connu des pêcheurs sous le nom de maamaa tore.

Acanthurus guttatus (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

Connu des pêcheurs sous le nom de api.

Acanthurus leucopareius (JENKINS), 1903.

Connu des pêcheurs sous le nom de ma'a ma'a.

Acanthurus mata (VALENCIENNES), 1835, in Cuv. et Val.

Abondant par petit fond, à l'entrée de la baie d'Ahurei.

Acanthurus triostegus (LINNAEUS), 1758.

Son nom, utilisé dans toute la Polynésie, est manini.

Acanthurus xanthopterus (VALENCIENNES), 1835, in Cuv. et Val.

Devant l'entrée de la baie d'Ahurei.

Ctenochaetus striatus (QUOY et GAIMARD), 1824.

Ce poisson porte le même nom dans toute la Polynésie : maito.

Naso lituratus (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

Ce poisson porte le même nom dans toute le Polynésie : ume tarei.

Naso unicornis (FORSSKAL), 1775.

Les pêcheurs lui donnent le nom de ume tara.

Zebrasoma scopas (VALENCIENNES), 1835, in Cuv. et Val., mokoraa.

Zebrasoma veliferum (BLOCH), 1795, mokaraa, paraha.

Siganidae.

Siganus rostratus (VALENCIENNES), 1835, in Cuv. et Val.

Les pêcheurs appellent ce poisson parapuata lorsqu'il est jeune et moroa à l'état adulte.

Gempilidae.

Promethichthys prometheus (CUVIER), 1832, in Cuv. et Val.

Pris à la longue ligne à Marotiri (à l'extérieur du haut fond).

Ruvettus pretiosus (COCCO), 1829.

Pris à la longue ligne aux abords de Marotiri (169 cm Lg. St.).

Scombridae.

Acanthocybium solandri (CUVIER), 1831, in Cuv. et Val.

Assez commun au large de Rapa et de Marotiri, ngana.

Auxis thazard (LACEPÈDE), 1800.

Pêché à la traîne à proximité de Rapa, paere.

Euthynnus affinis (CANTOR), 1849.

Assez fréquent aux abords de Rapa et de Marotiri.

Gymnosarda unicolor (RÜPPELL), 1838, vao.

Moins commun, il s'approche des côtes et pénètre parfois dans les baies assez profondes.

Katsuwonus pelamis (LINNAEUS), 1758.

Abondant à Rapa et Marotiri, nom tahitien : toheveri.

Thunnus alalunga (BONNATERRE), 1788.

A la longue ligne devant Marotiri. Commun, ikai, pererau roa.

Thunnus albacares (BONNATERRE), 1788.

A la longue ligne devant Marotiri. Commun, ikai.

Thunnus obesus (LOWE), 1839.

Ce poisson n'est pas rare, mais assez peu capturé. Il n'est pas très apprécié, mais surtout doit être recherché en eau profonde.

Xiphiidae et Istiophoridae.

Extrêmement rares aux abords de Rapa.

D'après RANDALL les pêcheurs de l'île donnent au genre *Istiophorus* le nom vernaculaire de a'urepe et au genre *Makaira* le nom de ha'ura.

Centrolophidae.

Schedophilus labyrinthicus (MC ALLISTER et RANDALL), 1975.
Description par les auteurs d'un poisson de Rapa, paipai.

Bothidae.

Bothus mancus (BROUSSONET), 1782.

Présent dans toutes les îles de Polynésie. Son milieu favori est constitué par des fonds plats plutôt sableux sous très peu d'eau. Baie d'Ahurei, mais peu abondant.

Balistidae (Comprenant *Monacanthidae*) 'o'iri.

Balistes viridescens (SCHNEIDER), in Blochi Syst. Ichth.

Connu des pêcheurs qui lui donnent le nom 'o'iri moana. Peu commun.

Balistoides undulatus (MUNGO PARK), 1797.

Connu des pêcheurs. Rare.

Cantherhines dumeriili (HOLLARD), 1854.

Connu des pêcheurs. Signalé par RANDALL.

Cantherhines pardalis (RÜPPELL), 1835.

Signalé par RANDALL.

Melichthys niger (BLOCH), 1789.

Connu des pêcheurs devant plusieurs baies, en pleine eau.

Melichthys radula (SOLANDER), 1768 (RICHARDSON, 1848).

Connu des pêcheurs. Assez rare.

Pseudobalistes flavimarginatus (LINNAEUS), 1758.

Connu des pêcheurs.

Rhinecanthus aculeatus (LINNAEUS), 1758.

Sur les platiers de quelques baies.

Rhinecanthus rectangulus (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

Plus rare que le précédent.

Sufflamen bursa (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

Connu des pêcheurs, mais assez rare.

Ostracionidae (RANDALL) 1978, ngungu.

Lactoria fornasini (BIANCONI), 1846.

Ostracion cubicus (LINNAEUS), 1758.

Ostracion meleagris (SHAW), 1796, (in SHAW et NODDER).

Tetraodontidae (RANDALL, 1978) huehue.

Arothron hispidus (LINNAEUS), 1758.

Arothron meleagris (SCHNEIDER), 1801, in Blochi Syst. Ichth.

Diodontidae.

Diodon hystrix (LINNAEUS), 1758.

Cette espèce est présente autour de toutes les îles de Polynésie.

REQUINS DE RAPA ET DE MAROTIRI

Nous avons vu peu d'espèces de Sélaciens au cours de nos missions, mais nous en avons vu beaucoup de spécimens.

Carcharinidae.

Carcharinus galapagensis (SNOGRASS et HELLER), 1905.

Cette espèce pullule à Rapa et plus encore à Marotiri. C'est une espèce redoutable, car elle peut atteindre près de 4 mètres.

Galeocerdo cuvier (PERON et LE SUEUR), 1822.

Naturellement très dangereux d'autant que sa taille peut dépasser cinq mètres!

Triaenodon obesus (RÜPPELL), 1835.

Autrefois classé dans la famille des Triakidae, jusqu'en 1948, il est depuis 1964 rangé dans la famille des Carcarhinidae.

Nous l'avons observé devant la baie d'Ahurei.

Lamnidae.

Isurus oxyrinchus (RAFINESQUE), 1810.

Pris à la longue ligne devant Marotiri.

BIBLIOGRAPHIE

1. FOURMANOIR P., GRIESSINGER J.M. et PLESSIS Y. (1974), "Faune ichtyologique des Gambier" in *Cahiers du Pacifique*, n° 18, t. II, p. 543-578.
2. GREENWOOD Ph., ROSEN D.E. and WEITZMAN S.H. (1966), "Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms", in *Bull. Amer. Nat. Hist.*, n° 131, t. 4, p. 341-456.
3. RANDALL J.E. (1973), "Tahitian fish names and a preliminary checklist of the fishes of the Society Islands", in *Occasional papers*, vol. 24, n° 11, p. 167-214.
4. RANDALL J.E. (1978), "Rapan fish names", in *Occasional papers*, vol. 24, n° 15, p. 291-306.
5. RANDALL J.E. (1983), "A review of the fishes of the subgenus *Goniistius*, genus *Chertodactylus*, with description of a new species from Easter island and Rapa", in *Occasional papers*, vol. 25, n° 7, p. 1-24.

INDEX DES FAMILLES OU SUPERFAMILLES

ACANTHURIDAE, (226)

ALBULIDAE, (217)

ANGUILLIDAE, (217)

ATHERINIDAE, (218)

AULOSTOMIDAE, (218)

BALISTIDAE, (228)

BELONIDAE, (218)

BOTHIDAE, (228)

CARANGIDAE, (220)

CARCARHINIDAE, (229)

CENTROLOPHIDAE, (228)

CHAETODONTIDAE, (223)

CHEILODOCTYLIDAE, (224)

CIRRHITIDAE, (224)

CONGRIDAE, (218)

CORYPHAENIDAE, (221)

- DACTYLOPTERIDAE, (219)
DIODONTIDAE, (228)
ECHENEIDAE, (220)
EXOCOETIDAE, (218)
FISTULARIIDAE, (218)
GEMPILIDAE, (227)
GRAMMISTIDAE, (220)
HOLOCENTRIDAE, (218)
ISTIOPHORIDAE, (227)
KUHLIIDAE, (220)
KYPHOSIDAE, (222)
LABRACOGLOSSIDAE, (220)
LABRIDAE, (224)
LAMNIDAE, (229)
LETHRINIDAE, (222)
LUTJANIDAE, (221)
MUGILIDAE, (224)
MULLIDAE, (222)
MURAENIDAE, (217)
OPHICHTHIDAE, (218)
OSTRACIONIDAE, (228)
PEMPHERIDAE, (222)
POLYNEMIDAE, (224)
POMACANTHIDAE
 voir CHAETODONTIDAE,
POMACENTRIDAE, (223)
POMADASYIDAE, (222)
PRIACANTHIDAE, (220)
SCARIDAE, (225)
SCOMBRIDAE, (227)
SCORPAENIDAE, (219)
SERRANIDAE, (219)
SIGANIDAE, (227)
SPHYRAENIDAE, (224)
SYNANCEJIDAE, (219)
SYNGNATHIDAE, (219)
SYNODONTIDAE, (218)
TETRAODONTIDAE, (228)
XIPHIIDAE, (227)

Charles GROUZELLE et Patrick BONTEMPS

RÉSULTATS D'UNE ENQUÊTE ALIMENTAIRE EFFECTUÉE A RAPA EN 1984

L'isolement de Rapa, île de l'archipel des Australes la plus au sud, nous a donné l'occasion d'effectuer une enquête sur l'alimentation d'une population vivant en autarcie relative. Une goélette ravitaille l'île tous les quarante cinq jours. Les échanges entre la collectivité de Rapa et le reste du monde sont régis par la coopérative locale qui échange poissons, crustacés et viande de bœuf contre des produits manufacturés et des denrées alimentaires. Les revenus des habitants de l'île sont de deux types; ceux en nature, issus de l'agriculture et de la pêche et ceux provenant des salaires versés aux fonctionnaires et aux habitants participant aux travaux d'intérêt collectif subventionnés par le territoire.

L'île a une superficie de 75 km², son plus grand axe mesurant 10 km, le relief très accentué, pentes de 30 à 40 %, ne laisse pour la culture du taro (*Colocasia esculenta*), principale plante vivrière que les marécages côtiers formés par les embouchures des torrents. Une partie des plateaux et des pentes de pourcentages inférieurs à 45 % offrent des pâturages gagnés sur la fougère (*Gleichenia*), pâturages constitués en grande partie de *Paspalum*, *Sporobolium* et d'*Echinochloa* (1).

Le recensement de 1983 révèle que l'île est occupée par 480 personnes et que la population croît au rythme de 3 % par an, les moins de 16 ans constituant 42 % de cette population (2). Il existe deux villages, Ahurei et Area, situés de chaque côté de la baie centrale. Ahurei abrite la mairie, l'école, l'église réformée et concentre la plus grande partie de la population.

PRINCIPE DE L'ENQUÊTE ALIMENTAIRE

Chaque famille est observée pendant une période de sept jours consécutifs. Pour chaque produit, la consommation retenue est issue du rapport : consom-



PHOTO 1 – Pêche familiale.

mation familiale hebdomadaire/effectif familial. Les données ont été recueillies à la suite de l'interrogation orale de la maîtresse de maison. L'origine des denrées, achat à la coopérative ou auto-consommation, n'a pas été prise en compte.

L'échantillon est constitué par 8 familles soit 35 personnes ce qui fait un effectif moyen de 4,4 personnes par famille, effectif nettement inférieur à celui donné par le recensement de 1983 (6 personnes). L'unité étant le ménage-semaine, l'échantillon représente un dixième de la population. Le tableau I, décrit les familles de l'échantillon : Catégories Socio-Professionnelles (CSP), lieu de résidence, composition de la famille. La CSP illustre la remarque faite dans l'introduction sur les deux types de revenus.

RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

Les résultats regroupent deux types d'information :

- La consommation par aliment; moyenne empirique sur les huit familles ramenées à l'individu avec mention des maxima et minima de consommation, l'unité est le gramme par semaine et par individu (histogramme figure 1 et tableau I).
- La ration par type de nutriment (glucide, lipide, protide) et l'énergie pour un individu de chaque famille (histogrammes figure 2).

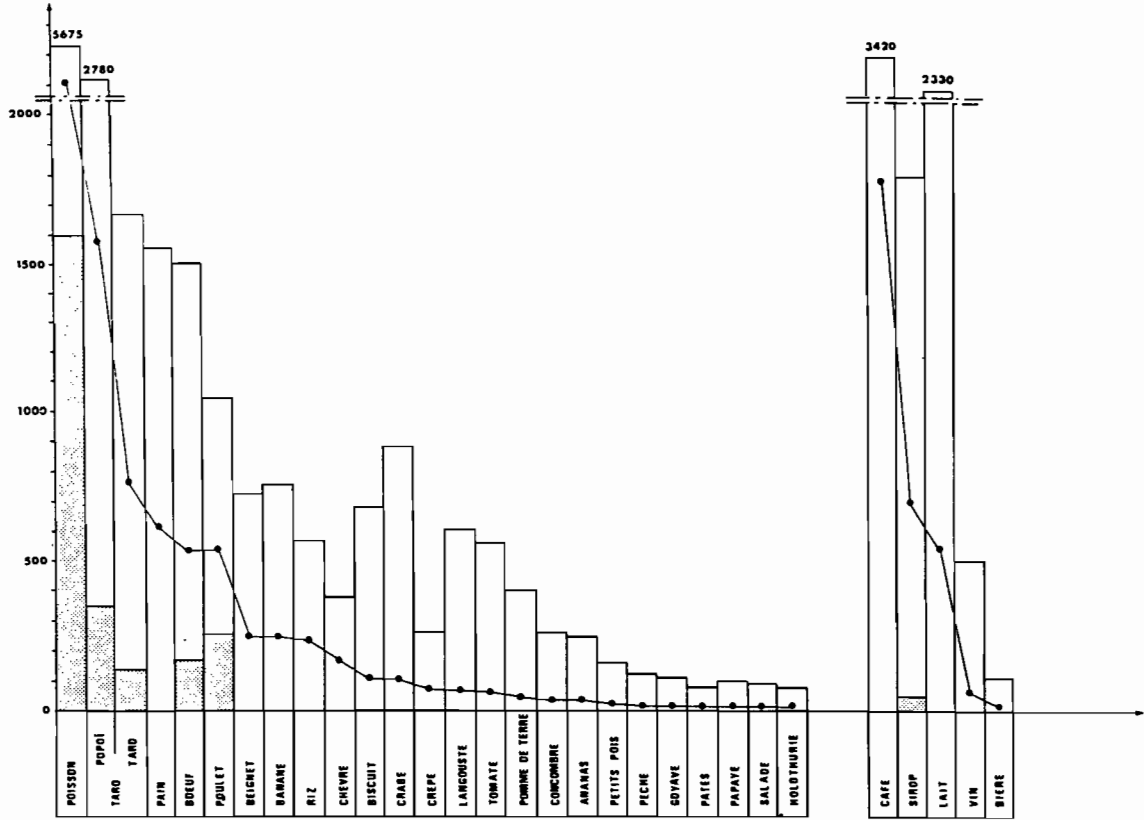


FIGURE 1 – Consommation familiale de chaque aliment en gramme par semaine et par individu à Rapa.
 — Moyenne empirique calculée sur les huit familles.
 □ Valeur maximale.
 ▨ Valeur minimale.

<i>Désignation de la famille</i>	<i>401</i>	<i>402</i>	<i>403</i>	<i>404</i>	<i>405</i>	<i>406</i>	<i>407</i>	<i>408</i>	<i>Totaux</i>
C.S.P.*	Agriculteur Pêcheur	Fonctionnaire Agriculteur	Agriculteur Pêcheur	Salarié Pêcheur	Salarié Pêcheur	Salarié Pêcheur	Fonctionnaire Pêcheur	Salarié Pêcheur	
Lieu de résidence	Area	Ahurei	Area	Area	Ahurei	Ahurei	Ahurei	Ahurei	
Adultes	2	2	2	2	2	2	3	4	19
Enfants	2	1	2	0	4	3	2	2	16
Total	4	3	4	2	6	5	5	6	35

TABLEAU I – Description des familles enquêtées.

* C.S.P. : Catégories Socio-Professionnelles.

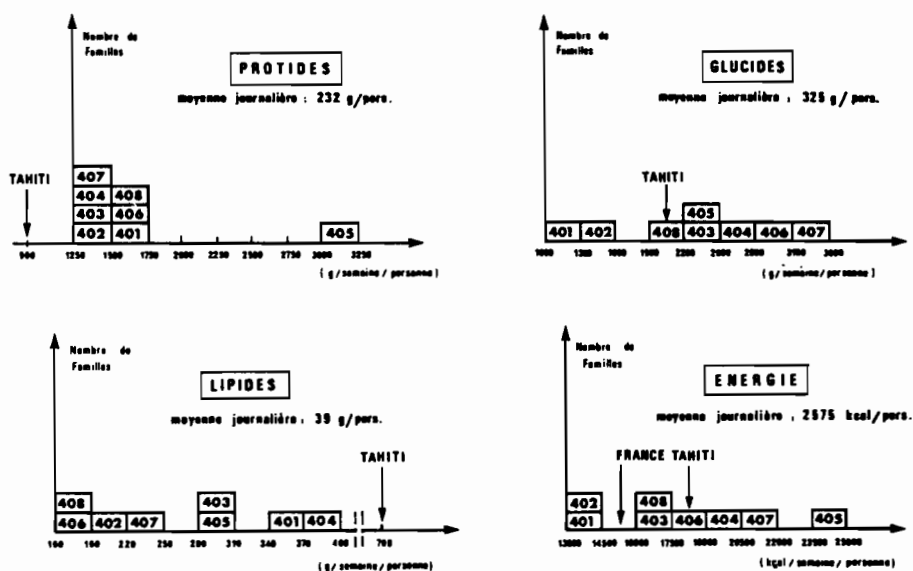


FIGURE 2 - Bilan nutritionnel de la ration hebdomadaire et individuelle de la population de Rapa.

Pour Tahiti la valeur nutritive du régime alimentaire est rappelée sur chaque histogramme, pour la France seul le bilan énergétique d'une population en activité normale (4) et de composition identique à l'échantillon de Rapa est mentionné.

Dans chaque type d'information figurent les résultats obtenus lors d'une précédente enquête à Tahiti (3).

Remarques (tableau II). Le nombre limité de produits consommés par famille de 12 à 30 contre 50 à 70 à Tahiti est la conséquence de l'isolement de Rapa. De même, la consommation importante de poissons et de taro par rapport à Tahiti traduit parfaitement le mode de vie en autarcie de cette île. Ainsi, nous avons à Rapa la succession taro, pain et à Tahiti riz-pain (produits importés). Ces denrées représentent essentiellement les féculents (glucides). Les consommations de lait, poulet, bœuf, sont équivalentes pour les deux îles avec une remarque cependant pour le bœuf qui est importé à Tahiti et pour un tiers produit sur place à Rapa.

La figure 2 montre une grande dispersion au niveau de la consommation des lipides, des glucides et d'énergie et un regroupement de sept familles pour les protéines. Ces derniers sont abondants dans le régime alimentaire de la famille 405, grande consommatrice de lait.

Les moyennes issues de l'enquête effectuée à Tahiti se situent près de celles de Rapa pour les consommations de glucides et d'énergie (figure 2), par contre, elles se placent en dehors d'elles pour la consommation de protéines (en déficit) et de lipides (en excès).

Rapa		Tahiti	
Nature	Moyenne hebdomadaire par personne en grammes		Nature
Poisson	3 510		
Taro <i>Popoi</i>	1 580	1 560	Pain
Taro	770	607	Poisson
Pain	620	569	Riz
Bœuf	540	495	Poulet
Poulet	530	420	Bœuf
Beignets	250		
Riz	230	156	Taro
Chèvre	170	14	Chèvre
<i>Boissons</i>			
Lait	540	495	Lait
Sirop*	70	85	Sirop*
Café*	56	33	Café*

TABLEAU II – Comparaison des consommations hebdomadaires des principaux aliments utilisés par les familles vivant à Rapa et à Tahiti.

* Le facteur de dilution n'est pas compris dans ce résultat.

Le mode de vie des habitants de Rapa dicté par l'isolement et les faibles ressources financières privilégie la consommation de produits issus de la mer avec pour corollaire un apport protéique important et lipidique faible. A Tahiti, l'excès lipidique est dû à la consommation de charcuterie et de viande.

*
* *

REMERCIEMENT – L'auteur remercie Madame Marianne NARI pour sa collaboration efficace et le soin qu'elle a apporté à la réalisation de cette enquête alimentaire dans l'île de Rapa.

BIBLIOGRAPHIE

1. HALLE N., "Les orchidées de Tubuaï. Catalogue des plantes à fleurs et fougères des îles australes". In Tubuaï (Éd. Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires), *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, Paris, Fondation Singer-Polignac, p. 69-130.
2. FRANCE (1984), Institut National de la statistique et des Études Économiques, *Résultats du recensement de la population dans les territoires d'outre-mer*, 15 octobre 1983, Polynésie française, Paris, INSEE, 134 p.
3. GROUZELLE Ch., DOMINIQUE M., LAFAY F. et DUCOUSSO R., *Résultats d'une enquête alimentaire effectuée à Tahiti, de 1980 à 1982*, Rapport CEA-R-5304.
4. DUPIN H. (1982), *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*, Paris, Lavoisier, Technique et documentation, 101 p.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	5
Remerciements	7
– Robert BROUSSE et Pascal GELUGNE Géologie et pétrologie de l'île de Rapa.....	9
– Emmanuel T. BERGER, Robert BROUSSE et Pascal GELUGNE Les enclaves ultramafiques de l'île de Rapa : nature, origine, rôle pétrogénétique	63
– 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.....	75
– Charles GROUZELLE et Jean TRICHET Étude des éléments émetteurs gamma issus des radionucléides primor- diaux (uranium 238 et thorium 232) contenus dans le sol de l'île de Rapa	105
– Patrick FOURMONT, Jean TRICHET et Boris ALPERN Contribution à la connaissance du charbon de Rapa.....	119
– Nicolas HALLÉ et Jacques FLORENCE Description de 10 espèces rares de plantes à fleurs de l'île de Rapa (dont une Célastracée nouvelle).....	129
– Jacques FLORENCE et Nicolas HALLÉ Suite du catalogue des plantes à fleurs et fougères des îles Australes..	151
– Jean-Paul EHRHARDT L'avifaune de Rapa	159
– Gérard FAURE Faune corallienne des îles Rapa et Marotiri, Polynésie française (îles Australes)	175
– Georges RICHARD La faune malacologique de Rapa : Originalités écologiques et biogéographiques	187
– Michel DENIZOT Les algues dans la biogéographie de Rapa	203
– Yves PLESSIS Étude ichtyologique de Rapa	215
– Charles GROUZELLE et Patrick BONTEMPS Résultats d'une enquête alimentaire effectuée à Rapa en 1984	231

Photocomposition laser
Abbaye de Melleray
C.C.S.O.M.
44520 Moisdon-la-Rivière

Sorti des Presses
de l'Imprimerie Lefrancq et C^{ie}
49440 Candé
en janvier 1987

Dépôt légal : 1^{er} trimestre 1987