

**GÉOCHIMIE.** — *Contribution à la connaissance pétrographique et géochimique de l'île de Raivavae (Polynésie française, Océan Pacifique Centre Sud).* Note de **Hans G. Barszczus** et **Jean-Michel Liotard**, présentée par Jean Wyart.

L'étude pétrographique et géochimique de quelques échantillons de l'île de Raivavae révèle la coexistence de laves d'affinité tholeiitique, transitionnelle et alcaline, ce qui n'est pas sans rappeler le volcanisme du mont sous-marin MacDonal. En revanche le caractère tholeiitique semble ici moins marqué qu'à Hawaii ou aux Marquises.

**GEOCHEMISTRY.** — Contribution to the petrography and geochemistry of Raivavae Island, French Polynesia (South Central Pacific Ocean).

*The petrographic and geochemical study of some samples from Raivavae island reveals presence of coexisting olivine tholeiites, transitional and alkali basalts that recalls the volcanism of MacDonal Seamount. However the tholeiitic character seems here less obvious than in Hawaiian or Marquesas lavas.*

**I. INTRODUCTION.** — L'île de Raivavae est située par 24° de latitude Sud et 148° de longitude Ouest, approximativement au centre de l'alignement d'atolls, îles volcaniques, hauts-fonds et guyots connus sous le nom d'Archipel des îles Tubuai ou Australes (*fig.*). Les rares notes publiées concernant cette île ([1]-[3]) y mentionnent la présence d'ankaramites, basaltes, basanites ainsi que leurs produits de différenciation trachytes et phonolites. Plus récemment de nouvelles études ont confirmé cette diversité ([4], [5]). Les datations par méthode K/Ar indiquent des âges variant de 5,5 à 7,6 M.a. ([6], [7]) à peine supérieurs à ceux obtenus pour l'île de Rapa située à une distance d'environ 600 km au Sud-Est de Raivavae. Cette observation [5] serait en défaveur de l'hypothèse d'un « point chaud » unique pour expliquer l'alignement de ces îles et laisse envisager l'existence de deux alignements parallèles dans l'archipel des Australes ([8], [9]) qui se distinguent également du point de vue des rapports isotopiques du strontium  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ([10]-[12]) : MacDonal et Rapa (alignement Sud) prennent des valeurs comprises entre 0,703 8-0,704 0 contre 0,702 8-0,703 1 pour Raivavae, Tubuai et Rurutu (alignement Nord).

**PÉTROGRAPHIE, MINÉRALOGIE.** — Les laves de notre échantillonnage sont toutes de nature basaltique à l'exception de deux termes plus différenciés trachytiques ne faisant pas l'objet de ce travail. Les principales caractéristiques pétrographiques et minéralogiques de nos échantillons sont présentées dans le tableau I. Toutes les laves présentent des textures microlitiques porphyriques parfois vacuolaires (éch. 108, 124). La quantité de phénocristaux varie de 5 à 15 %. La phase phénocristalline est représentée par l'olivine, le clinopyroxène associé dans les termes tholeiitiques au plagioclase qui peut être le phénocristal le mieux représenté (éch. 108). Les olivines contiennent fréquemment des spinelles chromifères (jusqu'à 37 % de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) que l'on rencontre parfois isolés dans la mésostase.

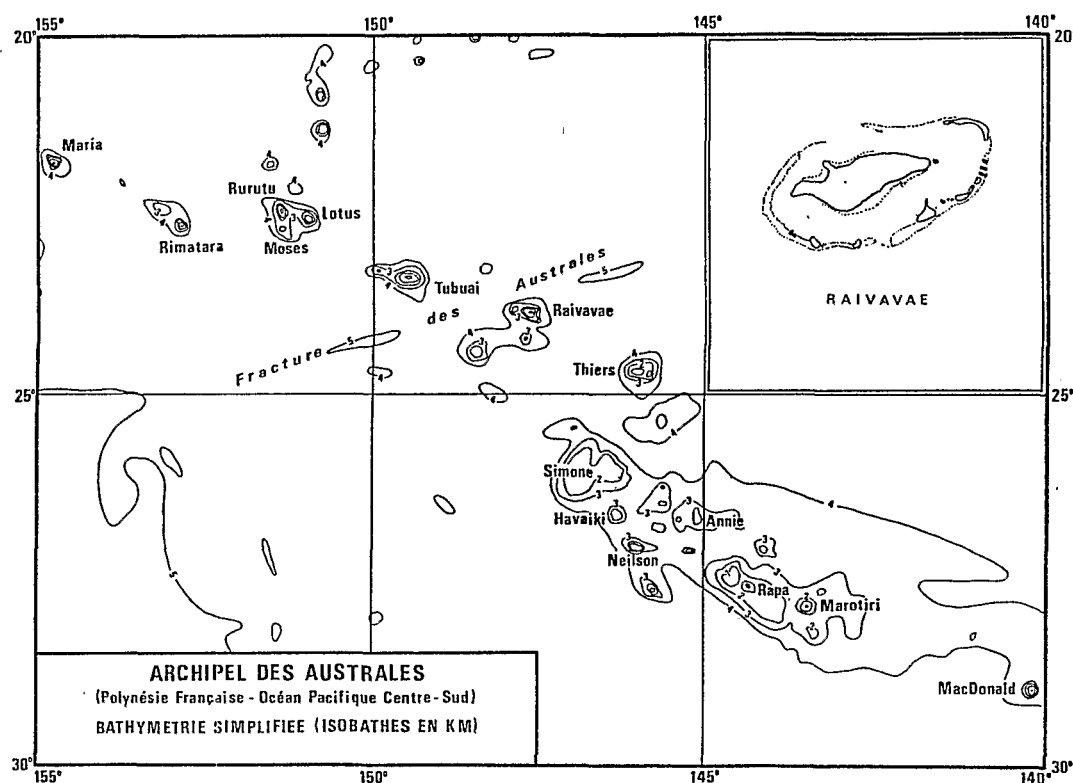
Le clinopyroxène est de nature variable. Dans les laves d'affinité alcaline il s'agit de diopside et de salite alors que dans les laves d'affinité tholeiitique on rencontre préférentiellement des endiopsides, des augites parfois pauvres en calcium ( $\text{CaO} \sim 12\%$ ) voire dans un échantillon des augites subcalciques (éch. 108). Les teneurs en titane sont faibles, en règle générale de 1 à 2 %, parfois inférieures à 1 % dans les laves tholeiitiques. Dans la mésostase on retrouve les minéraux précédents accompagnés des oxydes ferrotitanés et de plages interstitielles feldspathiques ou vitreuses.

13 MAI 1986

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 21 023

155 Cote : B. 21.023



GÉOCHIMIE. — Dans un diagramme alcalins/silice [13] les points représentatifs se situent dans le domaine alcalin à l'exception des échantillons 124, 123 et 108 qui se placent dans le domaine tholeiitique. Les normes C.I.P.W. font apparaître pour ces trois échantillons des teneurs en hypersthène comprises entre 11 et 18 % (2 % de quartz dans l'échantillon 108) ce qui permet de les définir comme des tholeiites à olivines. Les autres échantillons plus alcalins montrent soit de l'hypersthène normatif (entre 5 et 10 %) soit

TABLEAU I

Compositions minéralogiques de laves sélectionnées (analyse des minéraux effectuées à la microsonde Camebax Service commun U.S.T.L., conditions d'utilisation : 15 kV, 10 nA).

*Mineralogical compositions of selected lavas (mineralogical analysis by Camebax microprobe, Service commun U.S.T.L., conditions of utilization: 15 kV, 10 nA).*

	RVV 139	RVV 124	RVV 123	RVV 130	RVV 108
Olivine. . . . .	{ φ Fo <sub>82</sub> <sup>86</sup> μ Fo <sub>84</sub> <sup>85</sup>	{ φ Fo <sub>81</sub> <sup>84</sup> μ Fo <sub>81</sub> <sup>82</sup>	{ φ Fo <sub>78</sub> <sup>84</sup> μ ...	{ φ Fo <sub>82</sub> <sup>84</sup> μ ...	{ φ Fo <sub>75 μ Absent</sub>
Clinopyroxène. . . . .	{ φ Ca <sub>45</sub> Mg <sub>44</sub> Fe <sub>11</sub> <sup>08</sup> μ Ca <sub>50</sub> Mg <sub>28</sub> Fe <sub>22</sub> <sup>09</sup>	{ φ Ca <sub>43</sub> Mg <sub>43</sub> Fe <sub>12</sub> <sup>10</sup> μ Ca <sub>41</sub> Mg <sub>44</sub> Fe <sub>14</sub> <sup>11</sup>	{ φ Ca <sub>45</sub> Mg <sub>44</sub> Fe <sub>10</sub> <sup>09</sup> μ Ca <sub>35</sub> Mg <sub>47</sub> Fe <sub>18</sub> <sup>12</sup>	{ φ Absent μ Ca <sub>42</sub> Mg <sub>44</sub> Fe <sub>14</sub> <sup>11</sup>	{ φ Ca <sub>37</sub> Mg <sub>48</sub> Fe <sub>14</sub> <sup>14</sup> μ Ca <sub>25</sub> Mg <sub>53</sub> Fe <sub>22</sub> <sup>19</sup>
Plagioclase. . . . .	{ φ Absent μ Ab <sub>29</sub> An <sub>70</sub> Or <sub>01</sub> <sup>01</sup>	{ φ Absent μ Ab <sub>41</sub> An <sub>58</sub> Or <sub>01</sub> <sup>02</sup>	{ φ Ab <sub>30</sub> An <sub>69</sub> Or <sub>01</sub> <sup>02</sup> μ Ab <sub>37</sub> An <sub>62</sub> Or <sub>01</sub> <sup>04</sup>	{ φ Absent μ Ab <sub>37</sub> An <sub>61</sub> Or <sub>02</sub> <sup>02</sup>	{ φ Ab <sub>33</sub> An <sub>64</sub> Or <sub>01</sub> <sup>01</sup> μ Ab <sub>37</sub> An <sub>62</sub> Or <sub>01</sub> <sup>02</sup>
Minér. opaques. . . . .	{ φ Usp 79 Mag 21 μ	{ φ Usp 63 Mag 37 μ	{ φ Usp 66 Mag 34 μ	{ φ ... μ	{ φ ... μ
Spinnelle. . . . .	{ φ Absent μφ	{ φ Absent μφ	{ φ ... μφ	{ φ Absent μφ	{ φ Absent μφ

φ, phénocristaux, μφ<sup>i</sup>, microphénocristaux, μ, microcristaux, ... traces.

TABLEAU II  
 Compositions chimiques de laves sélectionnées de Raivavae.  
*Chemical compositions of selected lavas from Raivavae.*

RVV. ....	124 THOL	123 THOL	108 THOL	130 BTRS	05 BTRS	01 BTRS	139 BALC	02 BALC
SiO <sub>2</sub> . . . . .	47,37	47,57	50,86	47,37	48,15	47,18	44,86	46,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	11,30	11,63	14,73	11,57	14,55	14,63	10,27	14,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12,64	12,86	12,25	12,10	13,05	15,61	13,44	12,33
MnO . . . . .	0,13	0,15	0,15	0,14	0,16	0,18	0,16	0,15
MgO . . . . .	14,04	13,15	5,22	12,52	6,37	4,44	15,73	7,67
CaO . . . . .	8,10	8,90	9,38	9,13	10,13	9,08	9,98	10,60
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,39	2,35	3,00	2,34	2,96	3,30	2,20	2,94
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,63	0,46	0,55	0,66	0,70	0,87	0,65	0,87
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,96	2,19	2,26	2,16	2,48	2,93	2,13	2,80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,32	0,31	0,33	0,36	0,39	0,43	0,37	0,48
H <sub>2</sub> O <sub>r</sub> . . . . .	1,19	0,34	0,58	1,12	1,35	1,18	0,42	0,99
TOTAL . . . . .	100,08	99,91	99,31	99,57	100,29	99,83	100,21	99,63
Li . . . . .	5	4	5	5	5	5	5	7
Rb . . . . .	10	5	9	13	16	17	18	23
Sr . . . . .	321	359	303	395	368	457	478	565
Ba . . . . .	145	110	92	193	130	196	249	257
V . . . . .	206	246	266	224	277	342	234	269
Cr . . . . .	604	574	63	564	65	23	758	202
Co . . . . .	69	73	—	59	—	—	75	—
Ni . . . . .	376	316	54	284	56	26	437	118
Cu . . . . .	74	74	68	77	79	45	81	114
Zn . . . . .	114	123	134	109	120	134	121	111
[Mg] . . . . .	0,71	0,70	0,49	0,70	0,52	0,39	0,73	0,58
Ne <sub>nor</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	—	3,2	0,9
Hy <sub>nor</sub> . . . . .	11,0	12,0	18,4	10,6	8,4	5,4	—	—
Qz <sub>nor</sub> . . . . .	—	—	2,6	—	—	—	—	—

Éléments majeurs (%), éléments en traces (parties par million). THOL, tholeiites à olivine; BTRS, basaltes transitionnels; BALC, basaltes alcalins. [Mg] = Mg/Fe<sup>2+</sup> + Mg, avec Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup> = 0,15.

de la néphéline. Nous avons donc affaire à des basaltes transitionnels pour les premiers, alcalins pour les seconds suivant la classification de Feigenson et coll. [14].

Trois groupes magmatiques peuvent donc être discriminés : tholeiites à olivine (ou quartz), basaltes transitionnels, basaltes alcalins. Le rapport Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O de l'ordre de 3,4 dans les laves primaires transitionnelles ou alcalines tend à être plus élevé dans les laves tholeiitiques de l'ordre de 4,4 en moyenne. Le rapport [Mg] évolue de 0,73 à 0,39 et indique qu'un processus de différenciation a affecté un certain nombre de laves. On note en effet dans chacun des groupes une légère évolution des éléments au cours de la différenciation. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O augmentent régulièrement de même que TiO<sub>2</sub>, V et Zn dans une moindre mesure. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> reste sensiblement constant. Sr et Ba tendent à croître, sauf dans les tholeiites où ils évoluent peu, ce qui peut traduire un fractionnement de plagioclase par ailleurs abondant dans ces laves. Cu tend à croître avec la différenciation dans les laves alcalines et transitionnelles, à décroître dans les tholeiites. Ni et Cr diminuent rapidement avec le rapport [Mg] suggérant un fractionnement d'olivine et de clinopyroxène. Pour des valeurs de [Mg] comparables les trois groupes se distinguent essentiellement par des teneurs différentes en éléments incompatibles. Les basaltes alcalins se caractérisent par les fortes teneurs en Rb, Sr et Ba (Rb=18, Sr=478, Ba=249), les tholeiites par les plus faibles (Rb=7,5, Sr=340, Ba=127,5). Les basaltes transitionnels ont des teneurs soit intermédiaires soit voisines de celles des tholeiites. En revanche, contrairement au cas des laves du MacDonald [15], nous n'observons pas de variations significatives de TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O ou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ni de certains rapports comme K<sub>2</sub>O/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,

$Al_2O_3/TiO_2$  ou  $Ti/V$  ce qui suggère des liens pétrogénétiques étroits entre ces divers groupes. Si l'on compare les tholeiites de Raivavae à des laves de même nature décrites en Polynésie, on constate que les teneurs en Rb, Sr, Ba sont tout à fait analogues à celles des tholeiites du MacDonal et légèrement plus faibles que celles des tholeiites des Marquises [16]. De même le caractère titané est moins marqué à Raivavae. En ce qui concerne les laves alcalines, elles sont légèrement enrichies en Sb, Sr et Ba par rapport aux basaltes alcalins du MacDonal mais relativement appauvries en K, Ti et Sr par rapport à ceux de Rapa [17].

CONCLUSION. — L'étude pétrographique et géochimique de quelques échantillons de laves basaltiques de l'île de Raivavae permet de mettre en évidence trois types magmatiques : tholeiites à olivine, basaltes transitionnels et basaltes alcalins. Les tholeiites se caractérisent du point de vue minéralogique par la présence de clinopyroxène de type augite pauvre en calcium et du point de vue géochimique par de faibles teneurs en éléments incompatibles quoique largement supérieures à certaines tholeiites d'Hawaii [14]. Ces laves d'affinité tholeiitique n'ont été que rarement décrites en Polynésie ([18], [16]). Elles pourraient correspondre comme à Ua Pou [19] à un volcanisme précoce antérieur au volcanisme alcalin éventuellement présent sur toutes les îles mais dont les produits seraient recouverts par ceux de l'épisode alcalin. Elle peuvent aussi correspondre au même épisode volcanique que les laves alcalines, leur association constituant les produits classiques de fonctionnement d'un hot spot actif comme cela semble le cas sur les monts sous-marins MacDonal [15] aux Australes ou Loihi dans l'archipel d'Hawaii [20].

Nous remercions M. Roperch qui nous a fourni certains échantillons. Cette étude a été financée par l'O.R.S.T.O.M. et l'A.T.P. Pirocéan n° 0693.

Remise le 14 octobre 1985.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] J. M. OBELLIANNE, *Sciences de la Terre*, 3, (3-4), 1955, p. 12-22.
- [2] E. AUBERT DE LA RUE, *Rech. Géol. et Miner. en Polynésie française*, Paris, 1959, p. 37-38.
- [3] E. JEREMINE, *Bull. Volc.*, série II, 21, 1959, p. 117-125.
- [4] R. A. DUNCAN, *Ph. D. thesis*, Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, 1975.
- [5] G. MOTTAY, *Thèse de 3<sup>e</sup> cycle*, Orsay, 1976.
- [6] R. A. DUNCAN et I. MCDUGALL, *J. Volc. Geotherm. Res.*, 1, 1976, p. 197-227.
- [7] H. BELLON, R. BROUSSE et A. PANTOLONI, *Cah. Indo-Pacif.*, 2, 1980, p. 219-240.
- [8] H. G. BARSCZUS, *Notes et Doc. (Geophys)*, Centre O.R.S.T.O.M., Papeete, 10, n° 1980/27, 1980, 15 p.
- [9] B. KEATING, J. NAUGHTON, D. EPP et H. G. BARSCZUS, *I.U.G.G. Interdiscipl. Symp.*, 18th I.U.G.G. Gen. Assembly, Hamburg, 1983, *Progr. Abst.*, 1, 1983, p. 276.
- [10] R. A. DUNCAN et W. COMPSTON, *Geology*, 4, 1976, p. 728-732.
- [11] M. TATSUMOTO, D. M. UNRUH, H. S. PETTINGILL, A. R. BASU et H. G. BARSCZUS, *E.O.S.*, 64, 1983, p. 384.
- [12] M. TATSUMOTO, D. M. UNRUH, P. STILLE et M. FUJIMAKI, *Proc. 27th, Internat. Geol. Congr.*, 11, 1984, p. 485-501.
- [13] G. A. MACDONALD et T. KATSURA, *J. Petrol.*, 5, 1964, p. 40-81.
- [14] M. D. FEIGENSON, A. B. HOFMANN et F. J. SPERA, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 84, 1983, p. 390-405.
- [15] H. G. BARSCZUS et J. M. LIOTARD, *Comptes rendus*, 300, série II, 1985, p. 915-918.
- [16] J.-M. LIOTARD, H. G. BARSCZUS, C. DUPUY et J. DOSTAL, *Contrib. Mineral. Petrol.* (sous presse).
- [17] R. C. MAURY, R. ANDRIAMBOLOLONA et C. DUPUY, *Bull. Volc.*, 41, 1978, p. 1-22.
- [18] R. BROUSSE et G. GUILLE, *Cah. du Pacif.*, 1, 1974, p. 159-245.
- [19] R. A. DUNCAN (données non publiées).
- [20] F. A. FREY et D. A. CLAGUE, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 66, 1983, p. 337-355.

H. G. B. : Centre O.R.S.T.O.M. de Papeete/Tahiti  
et Centre géologique et géophysique, U.S.T.L., place E.-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex;

J.-M. L. : Laboratoire de Pétrologie, U.S.T.L.,  
place E.-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.