

PÉTROLOGIE. — *Contribution à la connaissance pétrographique et géochimique des îlots Marotiri, Polynésie française (Océan Pacifique Centre-Sud).* Note de Jean-Michel Liotard et Hans G. Barszczus, présentée par Jean Wyart.

L'étude pétrographique et géochimique de quelques échantillons provenant des îlots Marotiri révèle la présence de laves fortement alcalines (basanites et hawaïites). Ces dernières particulièrement sous-saturées (17% de néphéline normative) et très enrichies en éléments incompatibles Rb, Sr et Ba se caractérisent aussi par la présence de clinopyroxènes salitiques parmi les plus titanifères connus dans les basaltes terrestres. Ce magmatisme s'apparente par l'ensemble de ces caractères à celui de Tahiti.

PETROLOGY. — *Contribution to the Petrography and Geochemistry of Marotiri Islets, French Polynesia (South-Central Pacific Ocean).*

The study of petrography and geochemistry of some rock samples from Marotiri Islets demonstrates their strongly alkaline character (basanites and hawaiites). The latter which are particularly undersaturated (17% of normative nepheline) and very enriched in incompatible elements such as Rb, Sr and Ba—are characterized also by the presence of salite pyroxenes which are among the most titaniferous reported in terrestrial basalts as yet. Through its overall characteristics this magmatic type appears closely related to that reported for Tahiti.

I. INTRODUCTION. — Les îlots Marotiri (ou Bass) sont situés dans l'Océan Pacifique Centre-Sud à l'extrémité Sud-Est de l'alignement d'atolls, îles volcaniques, haut-fonds et guyots connus sous le nom d'Archipel des Iles Tubuai ou des Iles Australes (fig.). Ils se prolongent vers le Nord-Ouest par les Iles Cook. Ce sont les dernières terres émergées dans l'Océan Austral entre Tahiti et l'Antarctique.

Dix rochers, en forme d'aiguille, d'une surface de quelques mètres carrés à environ 35 000 m² et d'une altitude de 9 à 113 m émergent d'un vaste plateau d'environ 5 km de diamètre et d'une centaine de mètres de profondeur. Ces îlots d'accès très difficiles sont très peu connus. Néanmoins il a été possible de prélever quelques échantillons de roches en 1979 sur l'îlot Nord-Ouest (altitude 10 m) et Sud-Est (altitude 113 m) lors d'une mission du BCB *Marara* ainsi qu'en 1982 (îlot principal). L'analyse préliminaire de ces échantillons révèle l'existence de laves alcalines ressemblant à celles du mont sous-marin MacDonald [1]. Des datations par méthode K-Ar dans deux laboratoires différents ont donné des résultats assez semblables compris entre $2,7 \pm 0,12$ M.a. et $4,2 \pm 0,2$ M.a. ([2]-[4]).

II. PÉTROGRAPHIE. MINÉRALOGIE. — Les laves étudiées présentent trois types pétrographiques. On distingue : (a) des laves d'affinité océanitique à texture microlitique porphyrique banale à nombreux phénocristaux d'olivine (jusqu'à 15%), (b) des tufs pyroclastiques soudés composés de phénocristaux de clinopyroxènes et d'olivine emballés dans une mésostase vitreuse et vacuolaire, (c) des laves à texture microlitique glomeroporphyrique particulièrement riches en agrégats polycristallins de plagioclase à orientation radiaire. Ces laves correspondent d'un point de vue chimique à des hawaïites.

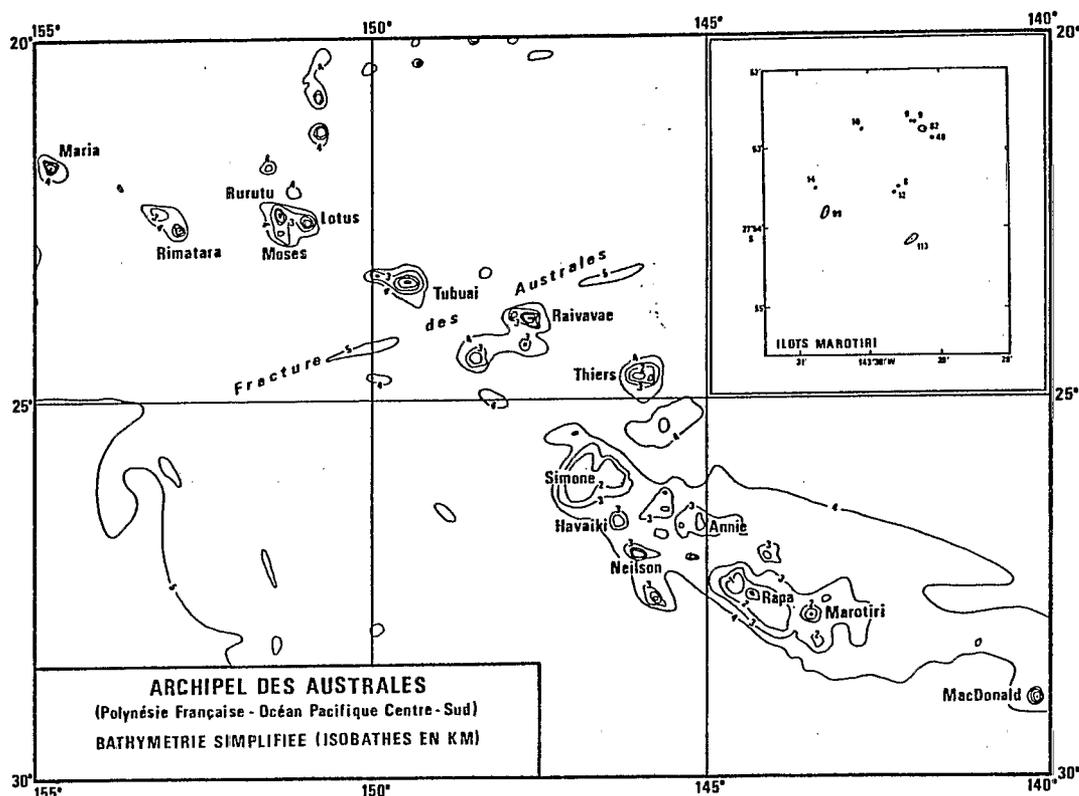
Les phénocristaux sont représentés par l'olivine dans les océanites, par l'olivine et le clinopyroxène dans les tufs soudés, par le plagioclase, le clinopyroxène, les oxydes ferrotitanés et de rares olivines dans les hawaïites. Les phénocristaux d'olivine évoluent entre Fo 87 et Fo 69 avec la différenciation, à l'exception des olivines d'un tuf soudé nettement plus magnésien (Fo 93-89). Ils peuvent contenir des inclusions de spinelle chromifère ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \approx 19-12\%$) et sont présents dans toutes les laves. Les phénocristaux de pyroxène sont des salites titanifères ($\text{Ca}_{57}^{48}\text{Mg}_{31}^{41}\text{Fe}_{12}^{11}$) et des diopsides ($\text{Ca}_{50}^{47}\text{Mg}_{44}^{45}\text{Fe}_8^8$) dans le tuf soudé. Dans les hawaïites ils sont fortement zonés (zonation normale ou en

13 MAI 1986

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

N° : 21 024

ISS Cote : B. 21. 024



sablier) et très colorés dans des teintes mauves traduisant leur richesse en TiO_2 . On observe en effet de très fortes variations chimiques entre le cœur et la périphérie se traduisant par une diminution de SiO_2 et MgO et une augmentation de Al_2O_3 et TiO_2 (voir tableau). TiO_2 peut atteindre à la périphérie des teneurs de 7,6% figurant parmi les plus élevées décrites. Ainsi ces pyroxènes se rapprochent des augites titanifères de Tahiti décrites par Tracy et Robinson [5] (ces compositions suggèrent des substitutions de type $\text{Ti} + 2\text{Al} \rightleftharpoons (\text{Mg}, \text{Fe}) + 2\text{Si}$ conduisant à un pôle pur de type $\text{CaTiAl}_2\text{O}_6$) et ils sont considérés par ces auteurs comme typique des magmas pauvres en silice, fortement alcalins et titanés évoluant sous faible f_{O_2} , ce qui est en bon accord avec les données géochimiques des hawaïites de Marotiti. Les oxydes ferrotitanés sont bien exprimés en microphénocristaux de titanomagnétite ($\text{Uvsp}_{73}^{2}\text{Magn}_{17}^{29}$) souvent inclus en partie ou en totalité dans les pyroxènes ce qui suggère l'ordre de cristallisation suivant : olivine, oxydes ferro-titanés, pyroxène, plagioclase. Les phénocristaux de plagioclase ($\text{An}_{77}\text{-An}_{56}$) se limitent aux termes les plus différenciés. A signaler la présence de zircons inclus dans un plagioclase de l'hawaïite 5. Dans la mésostase on retrouve l'olivine (Fo_{98-83}) dans les basanites, le clinopyroxène ($\text{Ca}_{55}^{47}\text{Mg}_{30}^{40}\text{Fe}_{15}^{13}$), le plagioclase (An_{55-51}), les oxydes ferrotitanés et des plages vitreuses secondairement altérées dans les hawaïites.

III. COMPOSITION CHIMIQUE. — Dans un diagramme alcalin/silice les points représentatifs se répartissent en deux lots, l'un se situant dans le domaine alcalin [6], l'autre dans le domaine fortement alcalin [7] voisin de celui défini sur les roches de Tahiti [8].

Toutes ces laves sont fortement sous-saturées en silice ($4,5 < \text{Ne}_{\text{norm}} < 17$), elles peuvent être séparées en deux groupes suivant leur stade de différenciation : les termes primaires basanitiques avec des rapports [Mg] compris entre 0,74 et 0,71 pour des teneurs en

TABLEAU I

Compositions chimiques des pyroxènes titanifères (références 5/121, 5/120, 5/122 : analyses d'un phénocrystal de pyroxène de la hawaïite 5, respectivement cœur, intermédiaire, périphérie; références 2, 5 et 9 : analyses de Tracy et Robinson [5].)

Chemical compositions of titaniferous pyroxenes (references 5/121, 5/120, 5/122: analysis of a pyroxene phenocrystal from hawaïite No. 5, core, intermediate and rim, respectively; references 2, 5 and 9: analysis taken from Tracy and Robinson [5]).

Réf. Ech.	5/121	5/120	5/122	2	5	9
SiO ₂	44,91	41,76	40,02	48,21	41,96	37,31
TiO ₂	4,62	6,27	7,66	2,36	5,44	8,73
Al ₂ O ₃	8,92	10,92	12,10	6,38	10,46	13,64
Cr ₂ O ₃				0,84	0,02	0,06
FeO _T	7,50	7,99	8,68	5,95	8,06	9,40
MnO	0,18	0,14	0,21	0,09	0,20	0,22
MgO	11,18	10,14	8,28	13,79	10,13	7,58
CaO	22,64	22,15	21,97	22,74	22,00	21,56
Na ₂ O	0,66	0,72	0,81	0,44	0,64	1,13
Somme	100,61	100,09	99,73	100,80	98,92	99,63
Formules pour 4 cations						
Si	1,6705	1,5699	1,5254	1,770	1,596	1,430
Al IV	0,3294	0,4300	0,4745	0,230	0,404	0,570
Z	2,0000	2,0000	2,0000	2,000	2,000	2,000
Al VI	0,0617	0,0539	0,0692	0,046	0,066	0,045
Fe ³⁺	0,0567	0,0740	0,0260	0,060	0,074	0,098
Cr				0,024	0,000	0,001
Ti	0,1292	0,1722	0,2196	0,065	0,155	0,252
Mn	0,0056	0,0044	0,0067	0,002	0,006	0,007
Fe ²⁺	0,1765	0,1772	0,2506	0,122	0,182	0,204
Mg	0,6198	0,5681	0,4704	0,755	0,574	0,433
Ca	0,9024	0,8923	0,8974	0,895	0,896	0,886
Na	0,0475	0,0524	0,0598	0,031	0,047	0,074
X	2,0000	2,0000	2,0000	2,000	2,000	2,000

TABLEAU II

Compositions chimiques de laves sélectionnées de Marotiri (BSNT=basanite, TFBS=tuf soudé basanitique, HAW=hawaïite); [Mg]=Mg/Mg+Fe²⁺, avec Fe³⁺/Fe²⁺=0,15; ID=indice de différenciation de Thornton et Tuttle.

Chemical compositions of selected lavas from Marotiri (BSNT=basanite, TFBS=basanitic tuf, HAW=hawaïite); [Mg]=Mg/Mg+Fe²⁺, with Fe³⁺/Fe²⁺=0.15; ID=differentiation index of Thornton and Tuttle.

MRT -	4 BSNT	203 TFBS	2 BSNT	202 HAW	1 HAW	5 HAW
SiO ₂	42,60	41,15	42,98	44,44	43,75	45,10
TiO ₂	2,56	3,06	3,68	2,92	2,97	2,82
Al ₂ O ₃	10,37	10,10	16,24	18,33	18,17	18,70
Fe ₂ O _{3T}	12,71	12,63	12,06	10,40	11,44	10,32
MnO	0,16	0,18	0,16	0,14	0,16	0,14
MgO	16,16	12,92	4,90	3,28	3,50	2,90
CaO	10,55	12,40	9,95	9,50	9,91	9,75
Na ₂ O	1,82	2,25	3,50	4,98	4,88	5,07
K ₂ O	0,81	0,75	1,60	1,90	0,90	1,15
P ₂ O ₅	0,55	1,25	0,86	1,12	0,90	1,15
H ₂ O _T	1,97	2,31	3,59	2,11	1,66	1,81
Total	100,27	99,30	99,52	99,12	99,32	99,75
[Mg]	0,74	0,70	0,48	0,42	0,41	0,39
ID	17	18	35	43	41	44
Ne _{norme}	4,6	7,5	7,8	14,3	16,7	14,5
Li	6	9	9	10	8	10
Rb	20	5	41	42	39	41
Sr	600	545	925	1240	1215	1280
Ba	492	242	669	560	535	624
V	240	251	259	75	96	72
Cr	650	825	45	63	9	5
Co	89	99	60	25	60	64
Ni	497	356	46	-	32	21
Cu	65	76	38	107	108	107
Zn	100	117	124	113	115	113

néphéline normative compris entre 4 et 9%, les termes les plus différenciés (hawaïtiques) avec [Mg] compris entre 0,48 et 0,39 et des teneurs en néphéline normative entre 14 et 17%. Notons une lacune importante tant au point de vue des valeurs du [Mg] que des teneurs en néphéline.

Les hawaïites apparaissent classiquement enrichies en Al₂O₃, K₂O, Na₂O et P₂O₅ (ce dernier montre des teneurs particulièrement élevées jusqu'à 1,15%), légèrement appauvries en Fe₂O₃ et CaO, plus nettement en MgO. Les fortes teneurs en Al₂O₃ des hawaïites excluent tout fractionnement important de plagioclase à un stade précoce mais au contraire sont liées à l'abondance de ce minéral dans ces laves. TiO₂ ne varie pas sensiblement (2,92% dans les basanites, 3,12 dans les hawaïites), il tend à croître dans les premières puis à décroître dans les secondes. Les faibles valeurs des rapports Al₂O₃/TiO₂ (3,3-4,0), les valeurs élevées des rapports Ti/V (64-85) ou K₂O/P₂O₅ (0,6-2,2) indiquent un caractère fortement alcalin comparable aux basanites du MacDonal [10].

Ni et Cr diminuent fortement au passage basanite-hawaïite ce qui suggère un fractionnement d'olivine et clinopyroxène. V et Co diminuent également avec la différenciation.

Les chutes des teneurs de Ti et V dans les hawaïites indiquent un fractionnement de minéraux opaques, fractionnement en bon accord avec les observations pétrographiques. Rb, Sr et Ba montrent des concentrations particulièrement élevées dans les hawaïites traduisant à la fois leur caractère fortement alcalin et leur stade de différenciation plus avancé. Ces teneurs sont parmi les plus élevées des laves hawaïtiques de Polynésie ([8], [9]). Les rapports Rb/Sr sont identiques à ceux des basanites du MacDonald [10]. Les fortes teneurs en Sr ($1\,000$ à $1\,500 \cdot 10^{-6}$) peuvent s'expliquer également par l'abondance de plagioclase dans ces laves (*cf.* Al_2O_3).

IV. CONCLUSIONS. — Nous sommes donc en présence d'un magmatisme fortement alcalin et très sous-saturé (au moins pour les hawaïites) qui s'exprime tant du point de vue pétrographique par la présence de pyroxène riche en titane que du point de vue chimique par la richesse des laves en Na_2O , K_2O , P_2O_5 et en éléments en trace incompatibles tels que Rb, Sr et Ba. Ce magmatisme présente une grande analogie avec les termes basanitiques identifiés au MacDonald et plus encore avec les laves et roches plutoniques décrites à Tahiti.

Reçue le 11 juillet 1985, remise le 22 juillet 1985.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] M. R. LAURENT, M. K. SEGUIN, H. G. BARSCZUS et B. RICHER de FORGES, *E.O.S.*, 63, 1982, p. 474.
- [2] H. G. BARSCZUS, *Notes et Doc. (Géophys.)*, Centre O.R.S.T.O.M. de Papeete, n° 1980/27, 1980, 15 p.
- [3] 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. Abstr.*, 1, 1980, p. 276.
- [4] H. BELLON, R. BROUSSE et A. PANTALONI, *Cah. Indo-Pacif.*, 2, 1980, p. 219-240.
- [5] R. J. TRACY et P. ROBINSON, *Amer. Mineralog.*, 62, 1977, p. 634-645.
- [6] G. A. MACDONALD et T. KATSURA, *J. Petrol.*, 5, 1964, p. 82-113.
- [7] E. P. SAGGERSON et L. A. J. WILLIAMS, *J. Petrol.*, 5, 1964, p. 40-81.
- [8] A. R. MCBIRNEY et K. AOKI, *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 116, 1968, p. 523-556.
- [9] R. MAURY, R. ANDRIAMBOLOLONA et C. DUPUY, *Bull. Volcan.*, 41, 1978, p. 1-22.
- [10] H. G. BARSCZUS et J.-M. LIOTARD, *Comptes rendus*, 300, série II, 1985, p. 915-918.

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

H. G. B. : Centre O.R.S.T.O.M. de Papeete, B.P. n° 529, Papeete/Tahiti,
et Centre géologique et géophysique, U.S.T.L.,
place Eugène-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.