

Le volcanisme des fossés arrière-arc des Nouvelles-Hébrides (campagne SEAPSO Leg 2 du N/O Jean-Charcot dans le Pacifique Sud-Ouest) : Datations K-Ar et données pétrologiques préliminaires

Marie-Claire MONJARET, Hervé BELLON, Patrick MAILLET et Jacques RÉCY

Résumé — L'étude préliminaire des volcanites draguées dans les fossés situés en arrière de l'arc des Nouvelles Hébrides (campagne SEAPSO, Leg 2) apporte des précisions sur leur âge isotopique (datations K-Ar) et leur nature. L'activité débute au moins à 8,5 M.a., paraît générale entre 5 et 2,5 M.a., puis semble persister sur l'arrière-arc depuis 1 M.a. Les laves sont d'affinité océanique (du moins les plus anciennes) ou orogénique, mais peuvent présenter des caractères particuliers (enrichissement en K₂O, Sr, Rb, Ba).

**The New Hebrides back-arc troughs volcanism (Leg 2 SEAPSO cruise of R/V
Jean-Charcot in southwestern Pacific): preliminary K-Ar ages and petrological data**

Abstract — The preliminary study of the dredged volcanism in the New Hebrides back-arc troughs (Leg 2, SEAPSO cruise) gives new results concerning its timing (K-Ar ages) and its nature. The activity starts at least at 8.5 M.a., seems generalized between 5 and 2.5 M.a. and resumes since 1 M.a. Lavas are of oceanic affinity (at least the oldest ones) or of orogenic one, but may have peculiar patterns (K₂O, Sr, Rb, Ba enrichment).

I. INTRODUCTION. — Le domaine arrière-arc des Nouvelles-Hébrides (Sud-Ouest Pacifique) se divise [1] en trois provinces tectoniques majeures (*fig.*) : — à l'est des îles Maewo et Pentecôte, la province centrale est essentiellement marquée par des déformations compressives [2], — les provinces septentrionale (fossés du Jean-Charcot) et méridionale (fossé du Coriolis) sont, ou ont été, le siège de mouvements extensifs à l'origine de horsts et grabens discontinus.

L'étude pétrologique, géochimique et chronologique du volcanisme présent dans ces fossés a été entreprise sur 25 dragages réalisés durant le leg 2 de la campagne SEAPSO du N/O *Jean-Charcot* (novembre 1985) dans les fossés du Jean-Charcot (zones Vanikoro, Vot Tande, Hazel Holme) et dans ceux du Coriolis (zones Vaté, Erromango, Futuna) (*fig.*).

II. CHRONOLOGIE DE L'ACTIVITÉ VOLCANIQUE. — Une quarantaine de datations isotopiques ⁴⁰K-⁴⁰Ar sur roches totales (fraction granulométrique 0,15-0,30 mm) fraîches (perte au feu en général <0,7 %) permettent d'établir pour chaque zone de travail un profil chronologique de l'activité volcanique (tableau et *fig.*), dont les caractères géochimiques sont détaillés plus loin. Cette étude encore préliminaire conduit cependant à considérer dans certains cas des périodes d'activité assez larges. Dans la zone Vanikoro, trois moments d'activité peuvent être décomptés : à 7,03 ± 0,5 M.a.; de façon plus ou moins continue de 5,3 à 2,5 M.a. (an. 1 et 8) et entre 1,8 et 1,1 M.a. Dans la zone Vot Tande l'activité se manifeste de 5 à 2,5 M.a. (an. 5). Dans la zone Hazel Holme, deux moments d'activité apparaissent : de 6,9 à 5 M.a. (an. 4); vers 3,5 ± 0,25 M.a. Dans le secteur de Vaté, deux périodes ont été déterminées : la première, large, se situe entre 4,8 (an. 10) et 2,5 M.a.; la seconde est récente (0,6 M.a.) à subactuelle. Dans la zone d'Erromango l'activité semble restreinte à la période 4,1 à 2,5 M.a. (an. 9). Enfin, dans le fossé de

Note présentée par Jean AUBOUIN.

TABLEAU

Analyses représentatives (éléments majeurs et en traces, norme CIPW) des laves étudiées (analyste : J. Cotten, U.B.O. Brest) et données chronologiques ^{40}K - ^{40}Ar de ces échantillons (analystes : H. Bellon, M. C. Monjaret, J. C. Philippet).

Chemical analyses (major and trace elements (J. Cotten, U.B.O. Brest); CIPW norme) and ^{40}K - ^{40}Ar ages for selected samples (analysts; H. Bellon, M. C. Monjaret, J. C. Philippet).

an.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zone	D2M5 VAN	D19M1 FUT	D21M1 FUT	D15M6 HH	D11M2 VT	D20M6 FUT	D16M1 FUT	D1M1 VAN	D24M3 ERR	D27M17 VATE
%										
SiO ₂	49,00	50,00	50,75	51,20	51,00	54,70	53,45	62,60	65,00	61,80
TiO ₂	1,15	1,00	0,64	0,72	1,36	1,09	0,82	1,25	0,62	0,80
Al ₂ O ₃	16,50	14,90	14,17	17,05	16,51	19,46	14,72	15,93	14,60	15,89
Fe ₂ O ₃ *	10,15	8,05	9,66	10,00	13,06	7,29	9,63	6,81	6,54	5,67
MnO	0,14	0,24	0,16	0,17	0,19	0,13	0,18	0,16	0,14	0,07
MgO	8,55	9,62	8,73	5,45	4,18	2,98	4,57	1,73	1,11	2,01
CaO	12,40	10,46	11,70	10,74	8,80	8,68	6,71	4,42	3,60	2,82
Na ₂ O	2,30	2,29	1,92	2,42	2,60	3,79	3,41	6,60	4,19	4,50
K ₂ O	0,28	0,83	0,96	0,68	1,06	0,80	1,84	0,75	2,96	5,60
P ₂ O ₅	0,05	0,25	0,30	0,12	0,20	0,15	0,30	0,20	0,25	0,30
H ₂ O+	0,12	1,12	0,50	0,78	0,51	0,10	1,99	0,70	0,92	0,41
H ₂ O-	0,14	0,61	0,53	0,63	0,46	0,08	2,23	0,07	0,27	0,18
Total	101,28	99,37	100,02	99,96	99,93	99,25	99,85	100,62	100,20	100,05
QZ				2,42	3,21	5,32	3,82	11,61	18,28	4,43
HYP	7,76	18,19	20,82	18,23	22,54	11,90	18,70	8,60	8,71	8,83
OL	10,31	4,99	1,08							
ppm										
Rb	3	12	15	9	20	11	21	10	54	105
Sr	214	457	423	266	277	300	411	202	261	302
Ba	54	95	146	95	123	122	273	163	536	710
V	216	231	361	249	370	206	225		35	140
Cr	260	343	337	51	15	16	60		<2	36
Ni	102	275	86	30	14	13	21			17
Age Ma	4,80	3,07	8,53	5,75	4,84	0,66	6,35	5,32	2,71	4,76
	±0,72	±0,46	±0,43	±0,29	±0,24	±0,20	±0,32	±0,40	±0,14	±0,24
% ⁴⁰ Ar*	8,90	6,90	15,90	19,80	22,00	5,00	21,10	11,70	40,30	44,50
⁴⁰ Ar*	0,39	0,80	2,51	1,28	1,65	0,19	3,88	1,15	2,72	8,70
%K ₂ O	0,25	0,81	0,91	0,69	1,06	0,88	1,89	0,67	3,11	5,66

Futuna on peut relever quatre moments principaux d'activité : $8,5 \pm 0,2$ M.a. (an. 3); $6,5 \pm 0,2$ M.a. (an. 7); $3,5$ à 3 M.a. (an. 2); enfin à $0,5 \pm 0,1$ M.a. (an. 6).

Les laves de ces fossés couvrent donc, dans leur ensemble, une période d'activité de $8,5$ à 0 M.a.; l'activité semble générale dans la zone arrière-arc entre 5 et 2 M.a. Les témoins les plus anciens (au moins $8,5$ M.a.) semblent plus rares.

III. PÉTROLOGIE, MINÉRALOGIE, GÉOCHIMIE. — L'arrière-arc des Nouvelles-Hébrides semble montrer une distribution de l'acidité des termes volcaniques assez proche de celle connue sur les îles de l'arc [3]. Trente-cinq laves, vacuolaires ou en coussins ont été analysées (majeurs + traces) et donnent la distribution suivante par ordre décroissant : les basaltes (SiO₂, 45 à 53 %) sont prédominants, porphyriques ou microporphyriques (olivine, plagioclase ± clinopyroxène), ou à mésostase microlitique; les andésites basiques

(SiO₂, 53 à 57 %) généralement porphyriques (plagioclase dominant + clinopyroxène ± orthopyroxène ± olivine) sont assez abondantes, de même que les termes différenciés (SiO₂, 62 à 66 %); les andésites acides (SiO₂, 57 à 62 %) sont par contre moins fréquentes. Une étude plus fine de la variabilité géochimique des roches dans chaque groupe peut être faite en considérant principalement parmi les éléments majeurs K₂O et TiO₂ et les éléments en traces Cr, Ni, Sr, Rb et Ba.

Les basaltes. — Un premier ensemble présente des caractères de tholéites océaniques : teneurs moyennes à élevées en TiO₂ (0,85 à 2,1 %), fortes en Cr et Ni, et faibles en K₂O (<0,4 %), Sr, Rb et Ba (an. 1; tableau); la composition de leurs clinopyroxènes permet de les situer dans le champ des basaltes non orogéniques [4]; ces basaltes contiennent également des spinelles chromifères et sont très comparables à ceux du bassin de Lau [5]. Un deuxième ensemble regroupe des basaltes très proches des tholéites d'arc, caractérisés par des teneurs moyennes en TiO₂ (0,7 à 1 %), faibles en Cr et Ni, relativement élevées en K₂O (0,5 à 1,1 %), Sr, Rb et Ba (an. 4, tabl.). D'autres basaltes se rapprochent des tholéites océaniques, mais sont enrichis en K₂O (0,65 à 0,85 %), Sr, Rb et Ba (an. 2 = K-MORB); d'autres, proches des précédents, sont de plus appauvris en TiO₂ (0,50 à 0,65 %) (an. 3 = K-MORB pauvre en Ti). Enfin, certains basaltes de type orogénique sont enrichis en TiO₂ (jusqu'à 1,4 %) (an. 5 = K-Ti Arc tholeiite).

Les andésites basiques. — Elles possèdent des caractères typiques de laves orogéniques : teneurs moyennes en TiO₂ (0,7 à 1,1 %), faibles en Cr et Ni, teneurs en K₂O moyennes (0,8 %) (an. 6 = tholéite d'arc) ou élevées (1,6-1,9 %) (an. 7 = andésite potassique calco-alcaline); cette différence se retrouve pour les éléments Sr, Rb et Ba.

Les laves plus différenciées (SiO₂, 57 à 66 %). — Les variations des teneurs en K₂O y sont encore plus nettes : un premier groupe de laves pauvres en K₂O (<1 %) montre de faibles valeurs en Sr, Rb et Ba (an. 8) et relativement élevées en TiO₂ (0,8 à 1,8 %), les rapprochant de laves de type océanique. Elles diffèrent cependant des laves acides du bassin de Lau par leurs teneurs plus élevées en K₂O et plus faibles en TiO₂ [5]. Un second groupe correspond à des dacites potassiques (an. 9) (K₂O = 3-4 %; Sr, Rb et Ba élevés; TiO₂ plus faible = 0,3 à 0,6 %). Un dernier groupe est encore enrichi en K₂O (4,6 à 5,6 %), Sr, Rb et Ba (an. 10 = dacite hyper-potassique). Ce dernier groupe est comparable aux ponces acides de Vaté [6], et à certaines laves draguées à l'est du fossé oriental de Vaté (campagne GEORSTOM III, [7]).

IV. DISCUSSION, CONCLUSIONS. — *Géochimie-Géochronologie.* — Si deux affinités, océanique et orogénique, peuvent être clairement repérées, de nombreuses laves présentent des caractères intermédiaires, notamment un enrichissement en K₂O, Sr, Rb, Ba, dont l'origine n'est pas élucidée. Ce phénomène a déjà été décrit dans de nombreux bassins marginaux [8]. Les datations montrent que l'activité volcanique dans les fossés débute au moins vers 8,5 M.a. (Futuna) et précède ainsi le développement de la chaîne centrale de l'arc [9].

— L'activité ancienne apparaît plutôt de nature océanique (affinité nette au Nord; MORB moins typique au Sud, bien que des basaltes de type MORB aient été dragués lors de la campagne EVA V [7] dans le fossé de Vaté).

— La nature océanique du volcanisme de l'édifice central du fossé de Vanikoro persiste pour les laves acides, jusqu'à 1 M.a..

— Excepté ce secteur, après 5,5 M.a., l'activité semble de type orogénique essentiellement; les laves sont chimiquement assez comparables à celles émises sur les îles de la

chaîne centrale; le passage à un volcanisme orogénique s'observerait dans la zone d'Hazel Holme entre 6,5 et 5,5 M.a.

— Au cours de la période 5,5 à 2,5 M.a. où l'activité semble quasi générale, mais plus ou moins continue selon les zones, puis au cours de la période récente (<2 M.a.), des laves acides potassiques coexistent dans les secteurs de Vaté et Erromango avec des laves basiques peu potassiques. La présence, en une même zone, d'émissions presque contemporaines, de laves de nature et d'affinité différentes, nette en de nombreux endroits, reflète des processus magmatologiques complexes (contamination et/ou mélange).

Géodynamique. — Dans les fossés arrière-arc, l'activité volcanique antérieure au début du fonctionnement de la chaîne centrale est donc d'affinité océanique. Ces laves pourraient correspondre au substratum de l'arc, et représenteraient alors, pour les plus anciennes, les premiers témoins du bassin Nord-Fidjien, dont l'ouverture aurait débuté entre 11 et 8 M.a. [9], ou témoigner d'un début d'accrétion océanique avortée à la suite de l'ouverture du bassin Nord-Fidjien.

Si le volcanisme des fossés devient essentiellement orogénique depuis 5,5 M.a., certaines émissions demeurent cependant de type océanique jusqu'à une époque récente (dans les fossés du Nord en particulier). La coexistence de magmas orogéniques et océaniques semble être une caractéristique, encore mal élucidée, de l'arrière-arc des Nouvelles-Hébrides.

Note reçue le 4 mai 1987, acceptée le 5 juin 1987.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] J. RECY et coll., *C.R. Acad. Sci. Paris*, 303, série II, 1986, p. 685-690.
- [2] J. Y. COLLOT et coll., *Tectonophysics*, 12, 1985, p. 325-356.
- [3] J. L. ROCA, *Thèse*, Univ. Sc. Tech. Languedoc, 1978, 147 p.
- [4] J. LETERRIER et coll., *Earth Planet. Sc. Lett.*, 59, 1982, p. 139-154.
- [5] J. B. GILL, *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 87, 1976, p. 1384-1395.
- [6] C. COULON et coll., *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7^e série, XXI, 1979, p. 619-629.
- [7] J. VALLOT, *Thèse*, Univ. Paris-Sud, 1984, 164 p.
- [8] J. W. HAWKINS, In *Island Arcs, Deep Sea Trenches and Back Arc Basins*, M. TALWANI et W. G. PITMAN éd., Amer. Geophys. Union Washington, 1977, p. 355-365.
- [9] J. N. CARNEY et coll., In *The Ocean Basins and Margins*, 7A, A. E. NAIRN, F. G. STEHLI et S. UYEDA éd., Plenum Publ. Corporation, 1985, p. 683-718.
- [10] R. H. STEIGER et E. JÄGER, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 26, 1977, p. 359-362.

M. C. M. et H. B. : G.I.S. « Océanologie et Géodynamique »,
U.B.O., 6, avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cedex;
P. M. : G.I.S. « Océanologie et Géodynamique »,
ORSTOM c/o IFREMER, B.P. n° 337, 29273 Brest Cedex;
J. R. : G.I.S. « Océanologie et Géodynamique »,
Géologie-Géophysique, ORSTOM, B.P. n° A 5, Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Localisation des zones étudiées (hachurées, n°s 1 à 6) au cours de la campagne SEAPSO Leg 2. Diagramme chronologique de l'activité dans chacune des zones (rectangles hachurés : nombre de datations obtenu pour chaque gamme d'âges). Les âges t sont calculés selon la relation : $t = 4154,04 \log (1 + 142,69^{40} \text{Ar}^*/\text{K})$; t en millions d'années; $^{40}\text{Ar}^*$ en centimètres cubes; K en grammes, constantes de désintégration de R. H. Steiger et E. Jäger [10].

Studied areas (hachured, Nos. 1 to 6) during the SEAPSO Leg 2 cruise. Chronological diagram of volcanic activity in every area (hachured rectangles = respective amount of K-Ar ages for each location. Ages are calculated using the formula: $t = 4154,04 \log (1 + 142,69^{40} \text{Ar}^/\text{K})$; $^{40}\text{Ar}^*$ in cubic centimeters; K in grammes; t in M.a.; Constants used are those recommended by R. H. Steiger and E. Jäger [10].*

