

Mise en place de basaltes enrichis le long d'un axe d'accrétion actif en domaine arrière-arc (dorsale Sud Pandora-Tripartite, bassin Nord-Fidjien, Sud-Ouest Pacifique)

Enriched-MORB emplaced along an active spreading axis in a back-arc basin (northern North Fiji Basin)

Christèle GUIVEL^{1*}, Yves LAGABRIELLE¹, Jean-Philippe EISSEN², Laure DOSSO³ et Étienne RUELLAN⁴

¹ UBO, Domaines océaniques, Faculté des sciences, 6, avenue Le-Gorgeu, B.P. 809, 29285 Brest cedex ;

² Centre Orstom de Brest, B.P. 70, 29280 Plouzané cedex ;

³ Laboratoire de géochimie isotopique, Ifremer/Brest, B.P. 70, 29280 Plouzané cedex ;

⁴ CNRS, Géosciences Azur, 250, rue A.-Einstein, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France

RÉSUMÉ

Sept dragages ont été réalisés le long du système d'accrétion actif Sud Pandora-Tripartite dans le nord du bassin Nord-Fidjien (Sud-Ouest Pacifique) lors de la campagne NOFI du N/O *L'Atalante* (programme Newstarmer), en 1994. Les laves émises sont des basaltes tholéïtiques légèrement à fortement enrichis en éléments incompatibles, ne montrant pas l'appauvrissement en Nb caractéristique d'une contamination des zones de subduction, et dont les rapports La/Yb, Ba/La et La/Nb sont intermédiaires entre ceux des MORB (*mid-ocean ridge basalts*) enrichis et des OIB (*oceanic-island basalts*). Ce système d'accrétion évolue ainsi de façon indépendante par rapport aux subductions avoisinantes, au moins du point de vue géochimique et cinématique. L'activité des dorsales du nord du bassin Nord-Fidjien pourrait être sous la dépendance de remontées de manteau profond, plus enrichi que celui généralement présent à l'axe des dorsales médio-océaniques.

Mots clés : *Dorsale active, Bassin arrière-arc, Bassin Nord-Fidjien, Géochimie, Basaltes enrichis, Sud-Ouest Pacifique*

ABSTRACT

Seven dredge hauls have been performed along the active oceanic spreading ridge of the northern North Fiji Basin during the NOFI cruise of the R/V L'Atalante in 1994 (Newstarmer project). The recovered basalts do not show the typical geochemical characteristics expected in such a back-arc setting. They have compositions of enriched tholeiites lacking the Nb depletion related to subduction setting and exhibit La/Yb, La/Nb and Ba/La ratios ranging from E-MORB (Enriched Mid-Ocean Ridge Basalts) to OIB (Oceanic-Island Basalts). Therefore, the geochemistry of the magma erupted along this oceanic spreading system does not seem to be related to mantle convection occurring under evolved back-arc spreading ridges but should be more probably linked to the upwelling of deeper mantle, more enriched in incompatible elements than the mantle beneath the mid-ocean ridges.

Keywords: *Active oceanic spreading, North Fiji basin, Back-arc basin, Geochemistry, Enriched basalts, Southwest Pacific*

Abridged version (see p. 656)

Note présentée par Jean DERCOURT

Note remise le 11 novembre 1996, acceptée après révision le 11 août 1997

* E-mail : guivel@sdt.univ-brest.fr yvesla@sdt.univ-brest.fr

Introduction

Généralement, l'évolution géochimique d'un bassin marginal se traduit par l'émission de basaltes de bassins arrière-arc (*BABB, Back-Arc Basin Basalts*) dans le stade initial d'extension crustale, suivie de MORB (*Mid-Ocean Ridge Basalts*), quand le système atteint maturité et stabilité dans les processus d'accrétion. Les BABB sont définis comme des basaltes intermédiaires entre des basaltes orogéniques et des MORB-N (MORB normaux) (Hawkins et Melchior, 1985). Ils présentent fréquemment un enrichissement en éléments volatils (Garcia et al., 1979) et en LILE (*large ion lithophile elements*) (Fryer et al., 1981 ; Sinton et Fryer, 1987), et un appauvrissement en Nb. Tous ces caractères marquent une contamination liée à la zone de subduction à laquelle le bassin est associé.

Le bassin Nord-Fidjien s'ouvre en réponse à la subduction de la plaque australienne à vergence est, sous l'arc des Nouvelles-Hébrides, depuis au moins 12 Ma (Auzende et al., 1995). Il constitue l'un des meilleurs exemples d'environnement de bassin arrière-arc, montrant une grande variabilité dans la géométrie des systèmes d'accrétion (Ruellan et al., 1989 ; de Alteriis et al., 1993 ; Tanahashi et al., 1994 ; Lagabrielle et al., 1997). Le système actif est composé d'un axe central principal d'orientation globale nord-sud (figure 1a), comprenant quatre segments élémentaires majeurs totalisant environ 1 000 km de longueur et de vitesse d'expansion rapide à intermédiaire (8 à 5 cm/an). D'un point de vue géochimique, trois sources ont été mises en évidence le long de cet axe central : MORB-N, BABB, et transitionnelle vers les OIB (*oceanic island basalts*) (Price et al., 1990 ; Lagabrielle et al., 1994 ; Eissen et al., 1994 ; Nohara et al., 1994). L'axe central fait place vers le nord à un système d'accrétion orienté est-ouest de vitesse d'accrétion lente, comprenant les dorsales Hazel Holme, Sud Pandora et Tripartite, bordées au nord par la fosse du Vitiaz, trace de la subduction fossile à vergence sud-ouest de la plaque Pacifique.

La campagne NOFI sur le N/O *l'Atalante*, en 1994, était consacrée à l'étude bathymétrique et géophysique du système d'accrétion Sud Pandora–Tripartite. Les opérations conduites pendant la campagne comprennent un lever au sondeur multifaisceaux Simrad EM 12 Dual (bathymétrie et imagerie), associé à des profils de sismique réflexion, de magnétisme et de gravimétrie sur une zone comprise entre 13°S et 15°S, et 171°E et 178°E (Lagabrielle et al., 1996). Sept dragages et deux carottages ont permis d'échantillonner des secteurs représentatifs à l'axe et hors-axe.

Cette note présente les données pétrologiques et géochimiques (éléments majeurs et traces) acquises à la suite de cette campagne et les implications géodynamiques de ces premiers résultats.

La dorsale Sud Pandora–Tripartite : géologie de la zone axiale

Le domaine axial de la dorsale Sud-Pandora comprend cinq segments majeurs (d'ouest en est SPR4 à SPR0) dont la longueur varie de 60 à 120 km, et qui sont séparés par des discontinuités non transformantes. Les segments montrent des morphologies fortement contrastées, avec de profondes vallées axiales (SPR4, SPR3, SPR2, SPR0) (figure 1b) ou des constructions volcaniques allongées, témoins d'une activité magmatique importante (SPR1). La dorsale Tripartite, de direction générale N115, fait suite vers l'est à la dorsale Sud Pandora et s'étend entre 174°30'E et 177°30'E sur une distance de 180 km. Le domaine axial comprend trois segments de premier ordre, nommés de l'ouest vers l'est TR3 à TR1. La largeur du domaine axial varie de 70 km à l'ouest, à seulement quelques kilomètres à l'est. L'ensemble de ces données suggère que la dorsale Tripartite est une structure très jeune, se propageant en direction du sud-est dans une croûte océanique plus vieille. La jonction entre les dorsales Tripartite et Sud Pandora est une discontinuité majeure correspondant à un saut d'axe d'environ 25 km. Les processus d'accrétion ont lieu de manière lente mais continue depuis 7,2 Ma, avec une géométrie relativement stable le long de la dorsale Sud Pandora. A plus petite échelle, des fabriques courbes et sigmoïdes montrent une complexité de détail dans la géométrie de la dorsale, traduisant une évolution locale mouvementée (Lagabrielle et al., 1996).

La dorsale Sud Pandora–Tripartite : géochimie

La compilation des données géochimiques du bassin Nord-Fidjien (Eissen et al., 1994 ; Nohara et al., 1994) montre d'importantes variations dans la composition des laves du sud au nord du bassin, le long du système d'accrétion central. Au sud de 18°20S, les laves montrent des affinités avec les MORB-N, alors que l'influence d'une source mantellique de composition transitionnelle entre les MORB-N et les OIB augmente depuis cette latitude vers le nord, en direction de la dorsale Sud Pandora. Le long de l'axe Sud Pandora lui-même, les basaltes sont très fortement enrichis en éléments incompatibles, comme les basaltes de l'île de Rotuma (Sinton et al., 1993 ; Price et al., 1990) (figure 1).

Sur les sept dragages réalisés, quatre sont répartis le long de l'axe (âge 0), trois sont localisés hors-axe (figure 1b). Les roches récoltées sont des basaltes massifs ou en coussins, aphyriques à modérément porphyriques, voire très porphyriques pour les laves draguées dans les zones les moins profondes (NFD7 et NFD6).

Les éléments majeurs et en traces de 34 échantillons de laves des dorsales Sud Pandora et Tripartite ont été dosés sur roches totales par la méthode ICP-AES (Cotten et al., 1995) à l'Université de Bretagne occidentale.

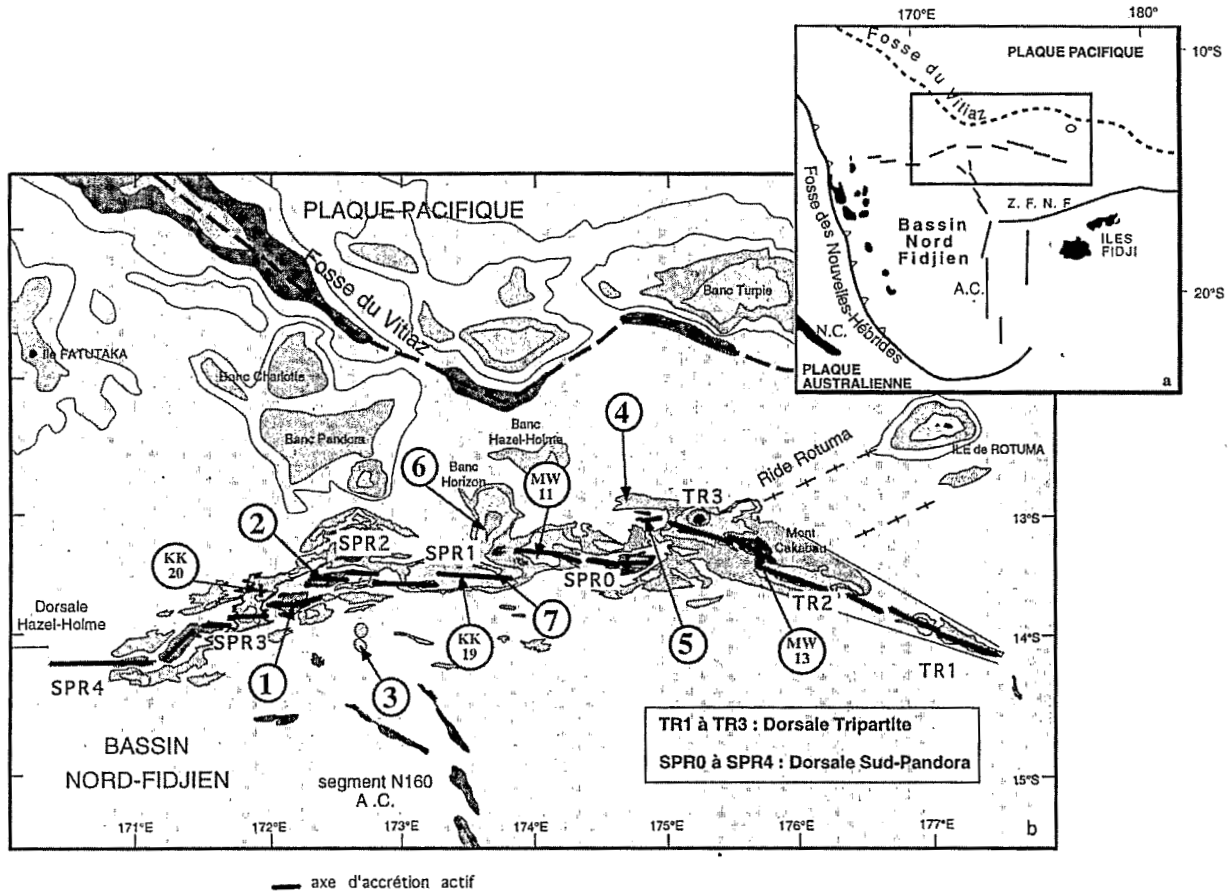


Figure 1. a. Cadre géodynamique du bassin Nord-Fidjien ; A.C. : accrétion centrale, N. C. : Nouvelle-Calédonie, Z.F.N.F. : zone de fracture Nord-Fidjienne. b. Segmentation des dorsales Sud Pandora et Tripartite et localisation des dragages ; 1 à 7 : dragues de la campagne NOFI du N/O L'Atalante, 1994 ; MW11 et MW13 : dragues de la campagne américaine du N/O Moana Wave, 1987, KK19 et KK20 : dragues de la campagne américaine du N/O Kana Keoki, 1982 (Price et al., 1991).

a. Geodynamic setting of the North Fiji Basin. b. South-Pandora and Tripartite ridges segmentation and dredges location; 1 to 7: NOFI cruise, 1994 R/V L'Atalante; MW11 and MW13: MW8701 cruise, 1987 R/V Moana Wave; KK19 and KK20: 820316 cruise, 1982 R/V Kana Keoki (Price et al., 1991).

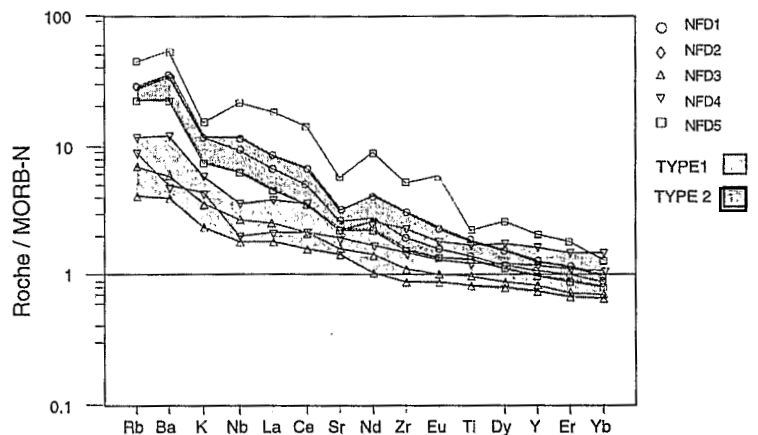
Les laves sont uniquement des basaltes dont le Mg# ($Mg\# = 100 * Mg^{2+} / (Fe^{2+} + Mg^{2+})$) varie de 68 (basaltes relativement primitifs) à 37 (ferro-basaltes). Les teneurs en SiO_2 , $Fe_2O_3^*$, Na_2O , K_2O et TiO_2 augmentent avec la différenciation, tandis que celles en Al_2O_3 , CaO et MgO diminuent. Ces variations indiquent une évolution par

cristallisation fractionnée, confirmée par l'allure des spectres de terres rares parallèles entre eux pour des échantillons d'une même drague (figure 2).

Deux types différents de basaltes peuvent être distingués, selon leur teneur en K_2O (figure 3) et éléments en traces (figure 2), ainsi que leurs positions axe et hors-axe

Figure 2. Diagrammes étendus des échantillons de la campagne NOFI avec normalisation aux MORB-N. Tous ces échantillons sont enrichis en terres rares légères, LILE et HFSE par rapport aux laves des dorsales médio-océaniques ; il n'y a pas d'anomalie négative en Nb (valeurs de normalisation d'après Sun et Mc Donough, 1989).

N-type MORB normalized extended rare earth element spidergrams (Sun and Mc Donough, 1989). Note the enrichment in LILE, HFSE and rare earth elements of all the samples of the NOFI cruise and the lack of Nb depletion.



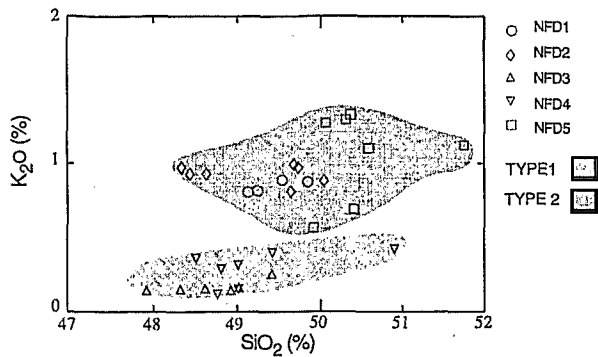


Figure 3. Diagramme K₂O vs SiO₂ pour les échantillons de la campagne NOFI (en excluant les échantillons trop porphyriques à plagioclases des dragues NFD6 et NFD7).

K₂O vs SiO₂ diagram for the NOFI cruise basaltic samples (excluding highly porphyritic samples of dredges NFD6 and NFD7). Two types of magmas are distinguished based on variations in K₂O content. Type 2 is less homogeneous but more enriched than type 1.

Tableau. Analyses chimiques sur roche totale des échantillons de la figure 3. Éléments majeurs (% masse) et en trace (ppm) mesurés par ICP-AES (méthodologie d'après Cotten et al., 1995). Les écarts types relatifs sont voisins de 2 % pour les éléments majeurs et de 5 % pour les éléments en traces. En bas du tableau, caractéristiques des deux types de laves du Nord du bassin Nord-Fidjien par les rapports La/Yb, La/Nb et Ba/La comparés aux MORB (mid-ocean ridge basalts), aux OIB (oceanic island basalts) et aux basaltes des îles de l'arc des Nouvelles-Hébrides (sources MORB et OIB : Sun et Mc Donough, 1989; source IAB : Monzier et al., 1997).

Chemical analyses for NOFI cruise samples plotted in figure 3. ICP-AES analyses, relative standard deviations of ca. 2 % for major elements and ca. 5 % for trace elements. La/Yb, La/Nb and Ba/La ratios for the two groups of magmas erupted along the South Pandora-Tripartite ridge and comparison with those for MORB, OIB (source: Sun and McDonough, 1989) and IAB (New-Hebrides island-arc basalts, source : Monzier et al., 1997).

Échantillon	NFD1-5	NFD2-4	NFD3-3	NFD3-4	NFD4-1	NFD4-2	NFD5-1	NFD5-2
Latitude (°S)	13,76	13,55	14,04	14,04	13,04	13,04	13,09	13,09
Longitude (°E)	172,12	172,51	172,58	172,58	174,68	174,68	174,81	174,81
Profondeur (m)	4 250	3 500	2 600	2 600	3 000	3 000	3 550	3 550
SiO ₂	49,20	49,60	49,40	48,60	50,90	49,00	49,90	50,59
TiO ₂	1,77	2,32	1,23	1,06	2,18	1,56	1,66	2,83
Al ₂ O ₃	15,65	15,82	15,22	16,14	15,25	16,04	15,20	13,14
Fe ₂ O ₃ *	10,35	10,71	10,95	10,70	11,15	11,10	10,28	14,70
MnO	0,16	0,15	0,17	0,17	0,20	0,17	0,16	0,31
MgO	8,35	6,47	7,64	8,40	5,20	6,92	8,22	3,71
CaO	9,50	9,41	12,30	12,40	11,07	11,74	10,26	7,64
Na ₂ O	2,85	3,04	2,22	2,15	3,38	2,87	2,62	3,68
K ₂ O	0,84	0,84	0,26	0,17	0,43	0,32	0,54	1,11
P ₂ O ₅	0,33	0,44	0,17	0,13	0,27	0,19	0,23	1,45
Perte au feu	0,78	0,64	0,22	0,01	0,18	0,31	0,64	0,20
Total	99,78	99,44	99,78	99,93	100,21	100,22	99,71	99,36
Rb	15	15,7	3,9	2,3	6,6	5	12,6	24,5
Sr	233	289	144	129	200	173	197	513
Ba	212	223	37	25	75	31	139	344
Th	2,1	2,35	0,45	0,4	1	0,5	1,3	3,5
Sc	28	26	38	37	42	41	31	36
V	238	237	250	220	380	310	250	105
Cr	258	194	330	347	88	255	280	5
Co	42	34	46	45	50	45	50	15
Ni	195	108	70	100	39	84	158	4
Y	30,5	36	23	21	46	33	27,5	58
Zr	142	224	83	65	170	112	115	380
Nb	21,75	27	6,2	4,3	8,5	4,7	14,4	50
La	17	21,2	6,2	4,5	9,5	5,4	11,2	45,5
Ce	37	50	16	12	27	16	26	105
Nd	20,5	30	10,4	7,7	19	12,4	16	66
Sm	4,9	7,8	2,9	2,5	5,9	3,6	3,9	16,5
Eu	1,62	2,31	1,04	0,92	1,86	1,32	1,39	6
Dy	5,4	7,1	4	3,7	7,9	5,6	5	11,7
Er	3	3,4	2,2	2	4,5	3,3	2,6	5,4
Yb	2,67	2,98	2,17	2,02	4,5	3,24	2,45	4,01
(La/Nb)N	0,81	0,82	1,04	1,09	1,16	1,19	0,81	0,94
(La/Yb)N	4,57	5,10	2,05	1,60	1,51	1,20	3,28	8,14
	TYPE 1		TYPE 2			MORB	OIB	IAB
	n = 13	écart type	n = 20	écart type				
La/Yb	2,07	0,35	7,5		2,33	0,82	17,13	6,06
La/Nb	1,1	0,08	0,81		0,05	1,07	0,77	6,18
Ba/La	5,56	0,67	10,64		1,76	2,52	9,46	35,07

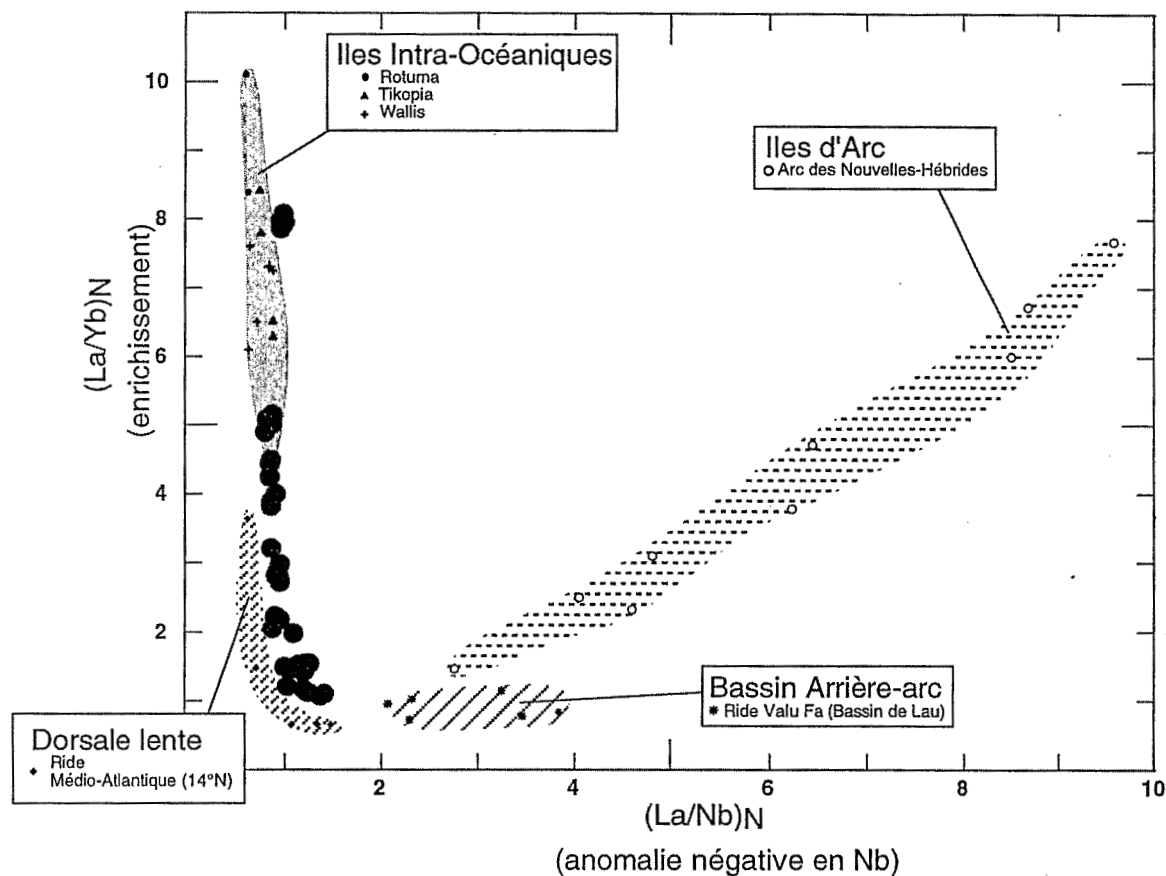


Figure 4. Diagramme $(La/Yb)_N$ vs $(La/Nb)_N$ (valeurs de normalisation aux chondrites, d'après Sun et Mc Donough, 1989). Les laves des dorsales Sud Pandora-Tripartite sont comparées : 1) à des basaltes d'une dorsale lente (MORB-N et MORB-E, Dosso et al., 1993), 2) aux laves du sud du bassin de Lau, le long de la ride Valu Fa (Boespflug, 1990), 3) aux laves de l'arc des Nouvelles-Hébrides (Monzier et al., 1997) et enfin 4) aux îles intraocéaniques proches de cette zone, Wallis (Price et al., 1991), Rotuma (Price et al., 1990) et Tikopia (Eissen, non publié).

$(La/Yb)_N$ vs $(La/Nb)_N$ diagram. The samples dredged along the active oceanic spreading in the northern North Fiji basin are compared with 1) one typical low mid-ocean ridge (Mid-Atlantic Ridge near 14°N, Dosso et al., 1993), 2) New-Hebrides island arc (Monzier et al., 1997), 3) Valu Fa ridge in the Lau back-arc basin (Boespflug, 1990) and 4) intra-oceanic Wallis Island (Price et al., 1991), Rotuma Island (Price et al., 1990) and Tikopia Island (Eissen, not published).

de la ride. Les caractéristiques de ces deux types de magmas sont également mises en évidence dans le tableau par les rapports La/Yb, La/Nb et Ba/La, et comparées aux mêmes rapports dans les MORB, OIB et IAB (*island-arc basalts*).

Le premier type de basalte est caractérisé par des compositions en éléments majeurs, comparables à celles des MORB-N, mais légèrement enrichies en éléments incompatibles (type 1). Les échantillons correspondants sont les laves draguées hors-axe : NFD3 et NFD4. Le second type montre des caractéristiques en éléments majeurs et traces proches des basaltes des îles intraocéaniques, très enrichies en LILE, HFSE (*high field strength element*) et terres rares légères. Ce sont les basaltes dragués le long de l'axe actif sur les segments SPR3 (drague NFD1), SPR2 (drague NFD2) et TR3 (drague NFD5). Aucun de ces basaltes ne présente d'anomalie négative en Nb (figure 2), qui marquerait l'influence des zones de subduction de Vitiaz (inactive depuis 12 Ma) et/ou des Nouvelles-Hébrides (toujours active).

Discussion

Du fait de ses caractères géodynamique, perpendiculaire à l'axe d'accrétion central, et géochimique, enrichi à très enrichi en éléments incompatibles, la dorsale Sud Pandora-Tripartite est un axe d'accrétion atypique en domaine arrière-arc. Par sa composition en éléments traces, son volcanisme sort largement du champ de composition d'une dorsale océanique lente, même enrichie (figure 4), comme celui de la Ride médio-atlantique autour de 14°N, où des MORB enrichis sont mis en place sur un haut topographique (Dosso et al., 1993). Un second fait marquant est l'absence de l'influence géochimique des zones de subduction actives ou fossiles dans le volcanisme actuel du nord du bassin Nord-Fidjien. Des systèmes d'accrétion voisins, comme la ride de Valu Fa dans le sud du bassin de Lau, présentent pourtant un appauvrissement en Nb, signature reconnue de la subduction (Boespflug, 1990).

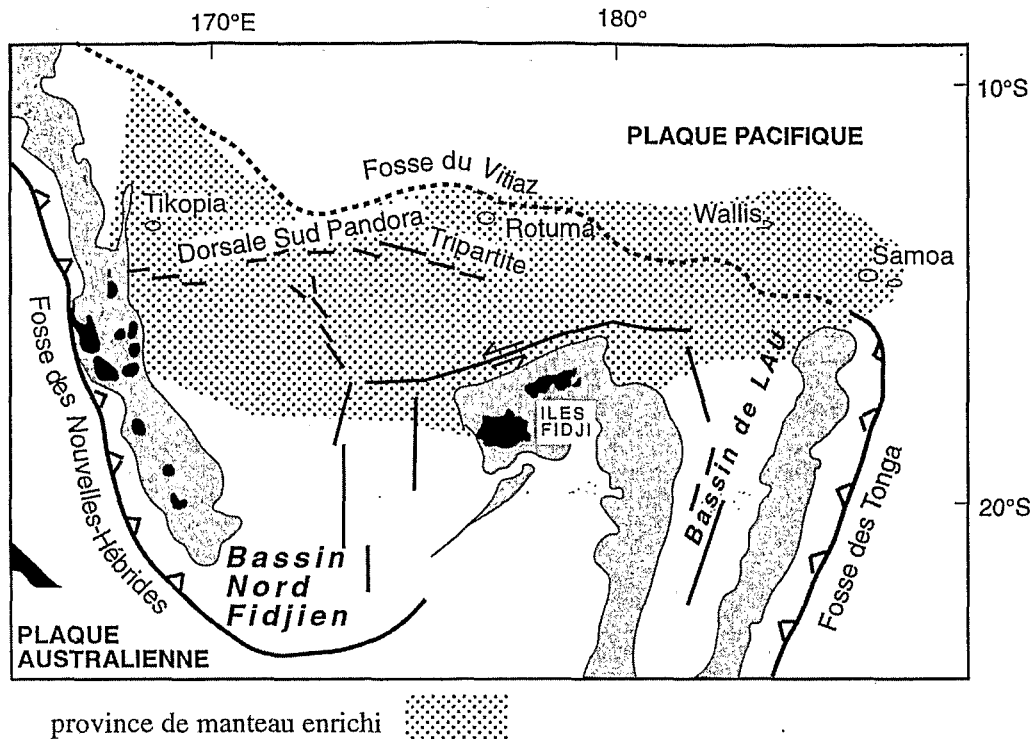


Figure 5. Extension régionale d'un manteau anormal à caractère enrichi dans le nord du bassin Nord-Fidjien et du bassin de Lau et dans les îles voisines.

Possible regional extension of the enriched mantle heterogeneity beneath the North Fiji and the Lau Basins including the northern New Hebrides arc and the islands of Tikopia, Rotuma, Fiji and Wallis.

À l'échelle du bassin Nord-Fidjien, le caractère enrichi de la source des basaltes se manifeste progressivement à partir de 18°20'S, le long du segment N15° du système d'accrétion centrale, pour s'étendre de l'est à l'ouest dans le nord du bassin : Ile de Tikopia (Eissen, communication personnelle), Ile de Rotuma (Price et al., 1990), Iles Fidji (Gill et al., 1984) (figure 5). On notera également qu'une importante variation des sources mantelliennes, à l'origine des magmas de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides, a été décrite entre le nord et le sud de l'arc (Briqueu et al., 1994 ; Monzier et al., 1997), de même qu'entre le nord et le sud du bassin de Lau (Hawkins et al., 1995 ; Pearce et al., 1995). Il apparaît donc que l'extension de ce caractère anormalement enrichi du manteau ne se limite pas au cadre du bassin Nord-Fidjien et du bassin de Lau, mais intéresse également les racines de l'arc des Nouvelles-Hébrides (figure 5). Ce caractère enrichi est peut-être originel. Il peut aussi avoir été acquis récemment par brassage avec du manteau d'origine profonde, lié

au volcanisme intraplaque voisin récent (< 3 Ma) se manifestant sur les îles de Wallis, Fidji, Rotuma... (figure 5). Cette hypothèse suppose qu'une voie de passage pour ce type de manteau puisse se produire du nord vers le sud, et donc que la barrière lithosphérique représentée par la plaque plongeante d'origine Pacifique, immobile sous la fosse du Vitiaz, soit rompue. Les données de sismicité ne permettent pas de distinguer l'origine des séismes profonds localisés dans le Nord-Ouest du bassin Nord-Fidjien entre des morceaux de la plaque plongeante australienne sous l'arc des Nouvelles-Hébrides (Cooper et Kroenke, 1990) ou des fragments de la plaque pacifique sous Vitiaz (Pascal et al., 1978). Enfin, ajoutons que l'analyse isotopique (Sr, Nd et Pb), en cours, des échantillons de la campagne NOFI (Dosso et al., en préparation) confirme les résultats obtenus par Sinton et al. (1993) sur des échantillons de la dorsale Sud Pandora, caractérisant de façon très claire une source de manteau profond de type OIB.

ABRIDGED VERSION

Back-arc basin basalts (BABB), generally associated with the initial stage of back-arc extension, have geochemical characteristics intermediate between those of island arc magmas and mid-ocean ridge basalts, with enrichment in LILE (Large Ion Lithophile Elements) and depletion in Nb. The North Fiji Basin, a 12 Ma-old back-arc basin (Auzende et al., 1995), is one of the

best examples of a back-arc basin environment showing a complex geometry of the spreading centers (Ruellan et al., 1989; de Alteriis et al., 1993; Tanahashi et al., 1994) (figure 1a). The Central Spreading Ridge, with a N-S orientation, consists of four major segments with a total length of about 1 000 km and an intermediate to fast spreading rate (8-5 cm/y).

Geochemically, three distinctive sources coexist along the central spreading system: N-type MORB (Normal Mid-Ocean Ridge Basalts), BABB and a source transitional towards OIB (Oceanic Island Basalts) (Eissen et al., 1994; Nohara et al., 1994). In the northern part of the North Fiji Basin, a broad E-W active spreading center (Hazel Holme-South Pandora-Tripartite) has been partly surveyed during the NOFI cruise with the R/V l'Atalante, in 1994 (Lagabrielle et al., 1996; Ruellan et al., 1996). Seven dredges and two piston cores were obtained in representative areas within the active axis and off-axis of the South Pandora-Tripartite ridge. In this paper, we present geochemical data on five of the dredge stations and discuss the geodynamic implications of these first results.

The South Pandora ridge axial domain is divided into five first-order segments, named SPR4 to SPR0 from west to east and varying from 60 to 120 km in length with non-transform discontinuities (figure 1b). They correspond either to deep elongated grabens or to bathymetric highs. The Tripartite ridge, consisting of three segments, is 180 km long (figure 1b). The axial domain consists of a succession of slightly curved highs and lows, defining sigmoidal shapes. This is a very young feature propagating into an older oceanic domain.

A systematic compilation of the geochemical data collected in the whole NFB shows important variations in the lava compositions from the south to the north of the basin (Eissen et al., 1994). South of 18°20'S, lavas show N-type MORB affinities, whereas a mantle source signature transitional towards OIB is observed when going to the north, towards the South Pandora ridge. Lavas previously recovered on the South Pandora ridge are alkali-enriched tholeiites like the lavas from Rotuma island (Sinton et al., 1993; Price et al., 1990).

During the NOFI cruise, four dredges were taken in the axial domain (age 0) and three off-axis (figure 1b). Dredged rocks are massive flows or pillow lavas, aphyric to highly porphyric basalts (NFD7 and NFD6).

Based on Mg# ($Mg\# = 100 * Mg^{2+} / Fe^{2+} + Mg^{2+}$), these basalts vary from primitive basalts (Mg#68) to highly evolved Fe-basalts (Mg#37). Two geochemical types can be distinguished based on the major (figure 3) and trace element content (figure 2) which coincide with on and off ridge axis locations. The first type of basalts, off-axis, has major element content similar to N-type MORB but is slightly richer in incompatible

elements (type 1: NFD3 and NFD4). Type 2 is characterized by major and trace element contents closer to those observed in OIB samples and consists of basalts recovered in the axial domain along SPR3 (NFD1), SPR2 (NFD2) and TR3 (NFD5) segments. In the table, La/Yb, La/Nb and Ba/La ratios are used to characterize the source signature, which is transitional between N-type MORB and OIB. None of these basalts show the Nb depletion which is commonly found in subduction-related environments.

The South Pandora-Tripartite ridge presents unusual geochemical characteristics, no N-type MORB being found in this northern North Fiji Basin spreading system. In figure 4, the South Pandora-Tripartite (SPR-TR) volcanism is intermediate between enriched samples found along the MAR near 14°N (associated with topographic high) and enriched samples found in oceanic islands such as Rotuma and Wallis. In addition, no subduction-related contamination is observed (high $(La/Nb)_N$ ratios) as in the Lau Valu Fa back-arc spreading system (Boespflug, 1990) or in the New-Hebrides island-arc basalts. This enriched component is confirmed by isotopic analyses conducted on these samples (Dosso et al., in preparation) and the previous work of Sinton et al., (1993) on basalts from the South Pandora ridge, showing an OIB-type source signature.

At the whole North Fiji Basin scale, this enriched geochemical characteristic extends from 18°20'S of latitude to the entire northern North Fiji Basin. Variations in the mantle sources between north and south of the New-Hebrides island-arc have also been observed (Briqueu et al., 1994; Monzier et al., 1997), as in the Lau back-arc basin (Hawkins, 1995; Pearce et al., 1995) (figure 5). This enriched component may be original or related to mixing with a mantle source of deeper origin related to the recent (< 3 Ma) and proximate intraplate volcanism (Wallis, Fidji, Rotuma, Tikopia...). In the latter, the mantle of deeper origin would have to be able to penetrate the Pacific lithospheric slab underlying the Vitiāz zone in order to contaminate the magmas tapped by the South Pandora-Tripartite ridge. Deep earthquakes beneath the northwestern North Fiji Basin are observed, but it is difficult to define if they are due to slab fragments detached from the Australian plate beneath New-Hebrides or from the Pacific plate beneath the Vitiāz zone.

Remerciements : Nous tenons à remercier le commandant et l'équipage de l'Atalante pour le succès de la campagne NOFI, Patrick Maillet pour ses remarques sur une version préliminaire du manuscrit, Jo Cotten pour la réalisation des analyses chimiques et J.G. Schilling pour ses commentaires constructifs.

RÉFÉRENCES

- Alteris (de) G., Ruellan E., Auzende J.M., Ondréas H., Bendel V., Gracia-Y-Mont E., Lagabrielle Y., Huchon P. et Tanahashi M. 1993. Propagating rifts in the North Fiji Basin (Southwest Pacific), *Geology*, 21, 583-586
- Auzende J.M., Pelletier B. et Eissen J.P. 1995. The North Fiji Basin: geology, structure and geodynamic evolution. In: Taylor B. (ed), *Backarc Basins: tectonics and magmatism*, Plenum Press, New York, 139-175
- Boespflug X. 1990. Évolution géodynamique et géochimique des bassins arrière-arcs. Exemples des bassins d'Okinawa, de Lau et Nord-Fidjien, *Thèse*, Univ. Brest, France, 354 p.
- Briqueu L., Laporte C., Crawford A.J., Baker P.E. et Coltorti M. 1994. Temporal magmatic evolution of Aoba Basin, central New Hebrides island arc: Pb, Sr, and Nd isotopic evidence for the coexistence of two mantle components beneath the arc. In: Greene H.G., Collot J.-Y., Stokking L.B. et al. (eds), 1994, *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 134, 393-401
- Cooper P. et Kroenke L.W. 1990. Deep seismicity in the North Fiji Basin. In: Kroenke L.W. et Eade J.V. (eds), "Basin formation, Ridge Crest processes and metallogenesis in the North Fiji Basin", *Circum Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series*, 15, 45-55
- Cotten J., Le Dez A., Bau M., Caroff M., Maury R.C., Dulski P., Fourcade S., Bohn M. et Brousse R. 1995. Origin of anomalous

- rare-earth element and yttrium enrichments in subaerially exposed basalts: Evidence from French Polynesia, *Chem. Geol.*, 119, 115-138
- Dosso L., Bougault H. et Joron J.L. 1993. Geochemical morphology of the north Mid-Atlantic Ridge, 10°-24°N: trace element-isotope complementarity, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 120 (3-4), 443-462
- Eissen J.P., Nohara M., Cotten J. et Hirose K. 1994. The North Fiji Basin basalts and their magma sources: Part 1. Incompatible element constraints, in: Auzende J.M. et Urabe T. (eds), North Fiji Basin: STARMER French-Japanese program, *Marine Geol.*, 116, 153-178
- Fryer, P., Sinton J.M. et Philpotts J.A. 1981. Basaltic glasses from the Mariana Trough, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 60, 601-609
- Garcia M.O., Liu N.W.K. et Muenow D.W. 1979. Volatiles in submarine volcanic rocks from the Mariana island arc and trough, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 43, 305-312
- Gill J.B., Stork A.L. et Whelan P.M. 1984. Volcanism accompanying backarc basin development in the Southwest Pacific, *Tectonophysics*, 102, 207-224
- Hawkins J.W. et Melchior J.T. 1985. Petrology of Mariana Trough and Lau Basin basalts, *J. Geophys. Res.*, 90, 11431-11468
- Hawkins J.W. 1995. The geology of the Lau basin, in: Taylor B. (ed), *Backarc Basins: tectonics and magmatism*, Plenum Press, New York, 63-138
- Lagabrielle Y., Auzende J.-M., Eissen J.-P., Janin M.-C. et Cotten J. 1994. Geology and geochemistry of a 800 m section through young upper oceanic crust in the North Fiji Basin (Southwest Pacific), in: Auzende J.M. et Urabe T. (eds), North Fiji Basin: STARMER French-Japanese program, *Marine Geol.*, 116, 113-132
- Lagabrielle Y., Ruellan E., Tanahashi M., Bourgols J., Buffet G., Alteris (de) G., Dyment J., Goslin J., Gracia-Mont E., Iwabuchi Y., Jarvis P., Joshima M., Karpoff A.-M., Matsumoto T., Ondréas H., Pelletier B. et Sardou O. 1996. Active oceanic spreading in the northern North Fiji Basin: results of the NOFI cruise of R/V *L'Atalante* (New starmer project), *Marine Geophys. Res.*, 18, 225-247
- Lagabrielle Y., Goslin J., Martin H., Thiroit J.L. et Auzende J.M. 1997. Multiple active spreading centers in the hot North Fiji Basin (SW Pacific): a possible model for Archean seafloor dynamics? *Earth Planet. Sci. Lett.*, 149, 1-13
- Monzier M., Robin C., Eissen J.-P. et Cotten J. 1997. Geochemistry vs. seismo-tectonics along the volcanic New Hebrides Central Chain (Southwest Pacific), *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 78, 1-29
- Nohara M., Hirose K., Eissen J.P., Urabe T. et Joshima M. 1994. The North Fiji Basin basalts and their magma sources: Part II. Sr-Nd isotopic and trace elements constraints, in: Auzende J.M. et Urabe T. (eds), North Fiji Basin: STARMER French-Japanese program, *Marine Geol.*, 116, 179-195
- Pascal G., Isacks B.L., Barazangi M. et Dubois J. 1978. Precise locations of earthquakes and seismotectonics of the New Hebrides island arc, *J. Geophys. Res.*, 83, 4957-4973
- Pearce J.A., Ernewein M., Bloomer S.H., Parson L.M., Murton B.J. et Johnson L.E. 1995. Geochemistry of Lau Basin volcanic rocks: influence of ridge segmentation and arc proximity, in: Smellie J.L. (ed), *Volcanism associated with extension at consuming plate margins*, Geol. Soc. London, Special publication Nb 81, 53-75
- Price R.C., Johnson, L.E. et Crawford A.J. 1990. Basalts of the North Fiji basin: the generation of back arc basin magmas by mixing of depleted and enriched mantle sources, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 105, 106-121
- Price R.C., Maillet P., Macdougall I. et Dupont J. 1991. The geochemistry of basalts from the Wallis Islands, Northern Melanesian Borderland: evidence for a lithospheric origin for Samoan-type basaltic magmas? *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 45, 267-288
- Ruellan E., Auzende J.M. et Honza E. et al. 1989. L'accrétion dans le bassin Nord Fidjien méridional : premiers résultats de la campagne franco-japonaise STARMER / KAIYO 88, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 309, série Ila, 1247-1254
- Ruellan E., Lagabrielle Y., Tanahashi M. et al. 1996. Study yields surprises about seafloor spreading in back-arc basins, *EOS*, 77
- Sinton J.M. et Fryer P. 1987. Mariana lavas from 18°N: Implications for the origin of back arc basin basalts, *J. Geophys. Res.*, 92 (B12), 12782-12802
- Sinton J.M., Price R.C., Johnson K.T.M., Stauggel H. et Zindler A. 1993. Petrology and geochemistry of submarine lavas from the Lau and North Fiji Back-arc basins, in: Kroenke L.W. et Eade J.V. (ed), "Basin formation, Ridge Crest processes and metallogenesis in the North Fiji Basin", *Circum Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series*, 15, 119-136
- Sun S.S. et McDonough W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes, in: Saunders A.D. et Norry M.J. (eds), "Magmatism in the Ocean Basins", *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 42, 313-345
- Tanahashi M., Kisimoto K., Joshima M., Jarvis P., Iwabuchi Y., Ruellan E. et Auzende J.M. 1994. 800 km long N-S spreading system of the North Fiji Basin, in: Auzende J.M. et Urabe T. (eds), North Fiji Basin: STARMER French-Japanese program, *Marine Geol.*, 116, 5-24