

Propagation « en échelon » de la dorsale du Bassin Nord-Fidjien entre 16°40 et 14°50'S (Yokosuka 90-Starmer)

Jean-Marie AUZENDE, Yoshihisa OKUDA, Valérie BENDEL, Jean-Pierre CIABRINI, Jean-Philippe EISSEN, Eulalia GRACIA-MONT, Kei HIROSE, Yo IWABUCHI, Masato JOSHIMA, Kiyoyuki KISIMOTO, Yves LAFOY, Yves LAGABRIELLE, Katsumi MARUMO, Takeshi MATSUMOTO, Kyohiko MITSUZAWA, Hiroyasu MOMMA, Hitoshi MUKAI, JIRO NAKA, Yukihiko NOJIRI, Alejandro ORTEGA-OSORIO, Etienne RUELLAN, Manabu TANAHASHI, Eroni TUPUA et Kazuo YAMAGUCHI

Résumé — Du 10 janvier au 6 février 1991, la campagne Yokosuka 90 a eu pour objet l'étude géologique, géophysique et géochimique de la branche de direction N160 de la dorsale du Bassin Nord-Fidjien (SW Pacifique). Ce segment est caractérisé par un système d'accrétion actuel constitué d'une succession « en échelon » de grabens dont certains dépassent 4000 m de profondeur. Ces grabens sont bordés par des murs abrupts d'environ 1000 m de hauteur. Ces caractéristiques sont habituellement celles des dorsales lentes, alors que le taux d'ouverture dans cette zone est estimé à 5 cm/an. Ceci suggère que depuis 200 000 ans (âge approximatif de la création des grabens), le budget magmatique de ce segment de dorsale est déficitaire. L'essentiel de l'accrétion serait de type extension amagmatique.

“En Echelon” propagation of the North Fiji Basin Ridge between 16°40'S and 14°50'S (Yokosuka 90-Starmer)

Abstract — The aim of the Yokosuka 90 cruise, which was carried out between 10th January and 6th February 1991, was the geological, geophysical and geochemical study of the N160 portion of the North Fiji Basin ridge (SW Pacific). This segment is characterized by an actual accretion system which is constituted by a succession of “en échelon” grabens, which can be more than 4,000 m deep. These grabens are flanked by about 1,000 m high steep walls. These characteristics are usually found on slow spreading ridges while the rate of opening in this area is 5 cm/y. This suggests that the magmatic budget of this ridge segment has been very low during the last 200,000 years (approximate age of creation of the grabens). The main part of the accretion would be of an amagmatic type.

Abridged English Version — After the Seapso 3, Kaiyo 87, 88 and 89 cruises, which were mainly devoted to the survey of the North Fiji Basin ridge south of the 16°40 triple junction, the Yokosuka 90 cruise objective was the survey of the N160 segment of the ridge located to the north of the triple junction.

Before the Yokosuka cruise few profiles had been carried out along this segment during the Seapso 3 cruise of the R.V. *Jean-Charcot* in December 1985. After the Seapso 3 cruise, the Hawaii Institute of Geophysics conducted a Seamarc II complete coverage survey of the N160 axis between 17°S and 14°50S, providing basic additional information on the main structures of the ridge (Moana Wave cruise, 1987).

Large scale geophysical, bathymetrical and geological surveys of the N160 ridge have been carried out during the first part of the second leg of Yokosuka 90 cruise. Zig-zag profiles using multinarrow beam echosounder, proton magnetometer and single channel seismic have been conducted from the tip of the N15 spreading axis to the possible northern triple junction at 14°50S. These profiles first confirm and refine the results of the Seamarc II survey. They also provide additional information which will allow a better understanding of the structure and evolution of the N160 axis.

Note présentée par Jean AUBOUIN.

0764-4450/91/03121531 \$ 2.00 © Académie des Sciences

9 JUL. 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 35608, ex 1

Cote : B.

B 35608, ex 1

M PPS IV

SURVEY OF THE N160 RIDGE SYSTEM. — The N160 trending ridge north of the southern triple junction can be divided into two main domains:

(a) The southern domain is comprised between the 16°40S triple junction to the south and latitude 16°10S to the north. As previously described from Seapso 3, Moana Wave, Kaiyo 87 and 89 cruises, this domain appears to consist schematically of two large volcanic areas on both sides of a deep axial graben. The western volcanic province shows an average depth of 2,500 m. It is characterized by a NS trending structural grain on its western part whereas the eastern part shows dominant N160 structural directions. This province becomes narrower toward the north until 16°10S where it evolved as a single elongated ridge. The eastern volcanic province is wider and shows dominant N160 structural directions especially along its western side where a succession of well defined, N160 trending ridges and troughs can be observed. To the south, this volcanic province coincides with a large volcanic dome culminating at 1,600 m, also forming the northern edge of the triangular graben marking the western tip of the North Fiji Fracture Zone at the 16°40S triple junction. The axial graben cutting through the volcanic provinces is clearly defined by the 3,000 m isobath. It shows a regular N160 orientation except in its southern part where it trends N140, parallel to the steep scarp representing the western limit of the triangular graben marking the western tip of the North Fiji Fracture Zone. The axial graben is up to 8 km wide and as deep as 3,600 m. A neovolcanic-like ridge with directions ranging from N160 to NS is present in its central part. To the north, around 16°10S, the axial zone is represented by a deep, almost circular axial depression reaching 4,000 m depth.

(b) In the northern domain, north of 16°10S, the large volcanic domes which characterize the southern domain disappear. The width of the N160 ridge decreases from more than 60 km to the south to 40 km to the north. The present-day accretion seems to be located along a succession of "en echelon" N160 trending elongated grabens. Three main sets of graben have been identified.

The first set of grabens is located on the western side of the ridge between 16°10S and 15°20S. It consists of a main, 8-10 km wide trough itself divided into a succession of deep depressions. The southern tip of this trough is located 10 km to the NE of the northern extremity of the axial graben belonging to the southern domain. The trough is bounded by a system of ridges trending NS on the southwestern side and N160 on the opposite side.

The second set of grabens also shows a few kilometers NE offset with respect to the previous set. It consists of an alignment of 4,500 m deep depressions.

The third, northernmost set of grabens is a 20 km wide system of deep depression (4,200 m) showing various orientations from N160 to NS. It shows a 20 km total offset with respect to the previous system. Ridges and troughs located to the east of the grabens have NS directions. To the north, the graben deepens progressively and abuts against the structures of the 14°50S triple junction.

To summarize, the Yokosuka 90 cruise allows us to define the functioning of the N160 segment of the NFB ridge. By contrast to the N15 and NS segments characterized by an excess in the magmatic budget, it is obviously in an amagmatic stage resulting in a present-day accretion located in deep grabens.

INTRODUCTION. — Durant les 5 dernières années, la dorsale du Bassin Nord-Fidjien a été intensivement étudiée, en particulier dans le cadre du programme franco-japonais Starmer. Après la campagne Seapso 3 du N/O *Jean-Charcot* (1985, [1] et [2]), trois

19 JUL. 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 35608, ex 1

Cote : B

campagnes de surface du catamaran japonais Kaiyo (Kaiyo 87, 88 et 89, [3] et [4]) et une campagne du sous-marin *Nautil* (Starmer 1989) ont eu pour objet la reconnaissance géologique, la cartographie détaillée, puis l'exploration *in situ* de la dorsale du Bassin Nord-Fidjien entre 16°10' et 21°40'S.

Le Bassin Nord-Fidjien est un bassin arrière-arc (*fig. 1*) compris entre les zones de subduction de polarité inverse des Nouvelles-Hébrides et de Tonga-Kermadec. Depuis environ 10 Ma, il a connu une évolution polyphasée depuis la rotation de l'Arc des Nouvelles-Hébrides jusqu'à la mise en place de l'axe d'accrétion actuel [3]. Malgré le contexte géodynamique très particulier (bassin arrière-arc, subduction à vergence opposée), cet axe d'accrétion, dont le taux d'ouverture varie de 5 cm/an au nord à 7 cm/an au sud, présente dans sa partie méridionale, entre 17 et 21°S, une morphologie et une structure en tous points comparable à celles des rides médio-océaniques à taux d'ouverture intermédiaire, en particulier la dorsale Est-Pacifique autour de 13°N ([5], [6]).

Au nord de 17°S, ce système d'accrétion se différencie nettement de ce qui est habituellement observé sur les dorsales médio-océaniques. Tout d'abord, autour de 16°40'S, la convergence de la branche sud de la dorsale de direction N15, de la zone de fracture nord-fidjienne de direction N60, sur laquelle est mesuré un mouvement senestre, et de la branche nord de la dorsale de direction N160 définit un point triple [7]. Le fonctionnement de ce point triple a pour effet la mise en place puis la dilacération récente (durant le dernier million d'années) d'un important massif volcanique d'une superficie supérieure à 10 000 km², en position topographique très anormale, puisqu'il culmine à moins de 1 600 m de profondeur. L'objet de la campagne Yokosuka 90 (janvier-février 1991) était la reconnaissance géologique détaillée de la branche N160 de la dorsale du Bassin Nord-Fidjien. Les quelques éléments existants concernant cette portion de dorsale, provenant de profils Seabeam réalisés lors des campagnes Seapso, Kaiyo 87 et 89, et d'un levé Seamarc II réalisé par l'université d'Hawaï sur le *N/O Moana Wave* ([8], [9]) montrent un système d'accrétion atypique constitué de deux rides volcaniques encadrant une profonde dépression dont la profondeur peut dépasser 4 000 m.

STRUCTURE DE LA BRANCHE N160 DE L'AXE D'ACCÉTION DU BASSIN NORD-FIDJIE. — Pendant la campagne Yokosuka 90, une série de profils au sondeur multifaisceaux, ainsi que des profils magnétiques et sismiques ont été réalisés sur la branche N160 de la dorsale du Bassin Nord-Fidjien. Cette branche couvre un domaine compris entre le point triple de 16°50'S [7] et un deuxième point triple localisé aux environs de 15°S. Ces profils (*fig. 2*) permettent, combinés au levé Seamarc II de la campagne Moana Wave ([8], [9]), d'obtenir une couverture pratiquement continue de cette portion de dorsale (*fig. 3*).

La zone d'accrétion peut être divisée en deux grands domaines :

LE DOMAINE MÉRIDIONAL. — Le graben axial est compris entre les isobathes 3 000 m et peut atteindre, dans sa partie la plus profonde, 3 900 m. Sa largeur très homogène est de 8 km. Il est, lui-même, subdivisé en trois domaines : au sud, jusqu'aux environs de 16°50'S, sa direction est N140, sa profondeur moyenne se situe autour de 3 200 m et il est accidenté, dans sa partie axiale, par une ride aussi orientée N140. Il faut rappeler que cette direction est celle de l'accident qui limite au nord la ride N15 et qui a servi de « flow-line » à l'ouverture du graben situé à la terminaison de la zone de fracture nord-fidjienne [7].

Dans sa partie médiane, entre 16°45 et 16°20'S, le graben axial s'approfondit jusqu'à 3 600 m et prend une direction N160 qui est la direction générale de cette branche de la

dorsale nord-fidjienne. Il est accidenté, dans sa partie centrale, par une série de petites rides néovolcaniques (fig. 3). Entre $16^{\circ}20'S$ et $16^{\circ}10'S$, le graben axial atteint 3 900 m de profondeur et sa direction générale se rapproche de NS.

Latéralement, la zone d'accrétion est formée de deux importants plateaux volcaniques situés entre 2 200 et 2 600 m de profondeur. Le plateau occidental, de forme triangulaire évasée vers le sud, montre le passage d'un grain structural NS à l'ouest à la direction N160 sur les bords du graben axial. Le plateau oriental est plus large (environ 25 km) et montre une structure dominée par les directions N160. Son bord sud est jalonné par un haut massif volcanique culminant à moins de 1 600 m de profondeur et allongé suivant les directions N60 et N45 qui sont celles qui bordent le graben constituant la terminaison du système fracture nord-fidjienne [7].

Sur le bord est du plateau oriental, on retrouve un plancher océanique de direction NS, mis en place lors d'un stade antérieur de l'ouverture du Bassin Nord-Fidjien, entre 3,5 et 1,5 Ma [3]. La largeur totale du domaine N160 est de 60 km. Le profil magnétique de la figure 4 suggère l'existence de l'anomalie J (Jaramillo-0,92-0,97 Ma).

LE DOMAINE SEPTENTRIONAL. — Au nord de $16^{\circ}10'S$, les larges plateaux qui caractérisaient le domaine méridional disparaissent et la largeur de la dorsale N160 décroît de manière significative, puisqu'elle passe de 60 km à moins de 40 km. Dans ce domaine septentrional de $16^{\circ}10'S$ à $14^{\circ}50'S$, l'accrétion se répartit sur une succession de grabens allongés principalement suivant une direction N160, séparés par de rides de même direction. Du sud au nord, trois principaux systèmes de grabens peuvent être identifiés : le premier occupe le bord occidental de la dorsale entre $16^{\circ}10'S$ et $15^{\circ}20'S$. Il est constitué d'un graben principal d'une largeur de 8 à 10 km, d'une profondeur moyenne de 3 400 m et de direction N160. Ce graben principal est subdivisé en une succession de cuvettes plus profondes, certaines dépassant 4 000 m, dont l'orientation oscille entre N160 et N145. Ce système de grabens est décalé d'environ 10 km vers le nord-est par rapport aux grabens du domaine méridional. Il est encadré par deux rides : au sud-ouest, une ride qui est la terminaison septentrionale des massifs méridionaux ; au nord, une ride de direction N160 culminant à moins de 2 000 m de profondeur, s'ennoyant vers le nord-ouest.

Le deuxième système de grabens, décalé d'environ 10 km vers le nord-est par rapport au précédent, est moins bien individualisé morphologiquement et constitué d'un alignement de cuvettes dont la plus profonde atteint 4 500 m de profondeur. Si les bords de ce système sont structurés par des escarpements N160, les cuvettes présentent des allongements proches du NS. Vers le nord, le dernier graben est encore décalé du précédent d'une vingtaine de kilomètres vers le nord-est. Sa largeur, supérieure à celles de systèmes précédents, dépasse 20 km. Il s'agit aussi du système de grabens le plus profond, puisque les cuvettes qui le constituent ont toutes des profondeurs avoisinant 4 500 m. Vers le nord, il s'ennoe et se termine dans le domaine complexe du point triple de $14^{\circ}50'S$.

En résumé, le système d'accrétion de la branche N160 de la dorsale du Bassin Nord-Fidjien est constitué par un système de grabens parallèles décalés progressivement les uns par rapport aux autres, en allant vers le nord. On peut noter que ces grabens s'approfondissent du Sud au Nord où leur profondeur dépasse 4 000 m.

DISCUSSION. CONCLUSION. — La campagne Yokosuka 90 permet de préciser les caractéristiques du segment N160 de la dorsale du Bassin Nord-Fidjien. Alors qu'au sud du point triple de $16^{\circ}40'S$, la dorsale est caractérisée par une structure en dôme, l'accrétion

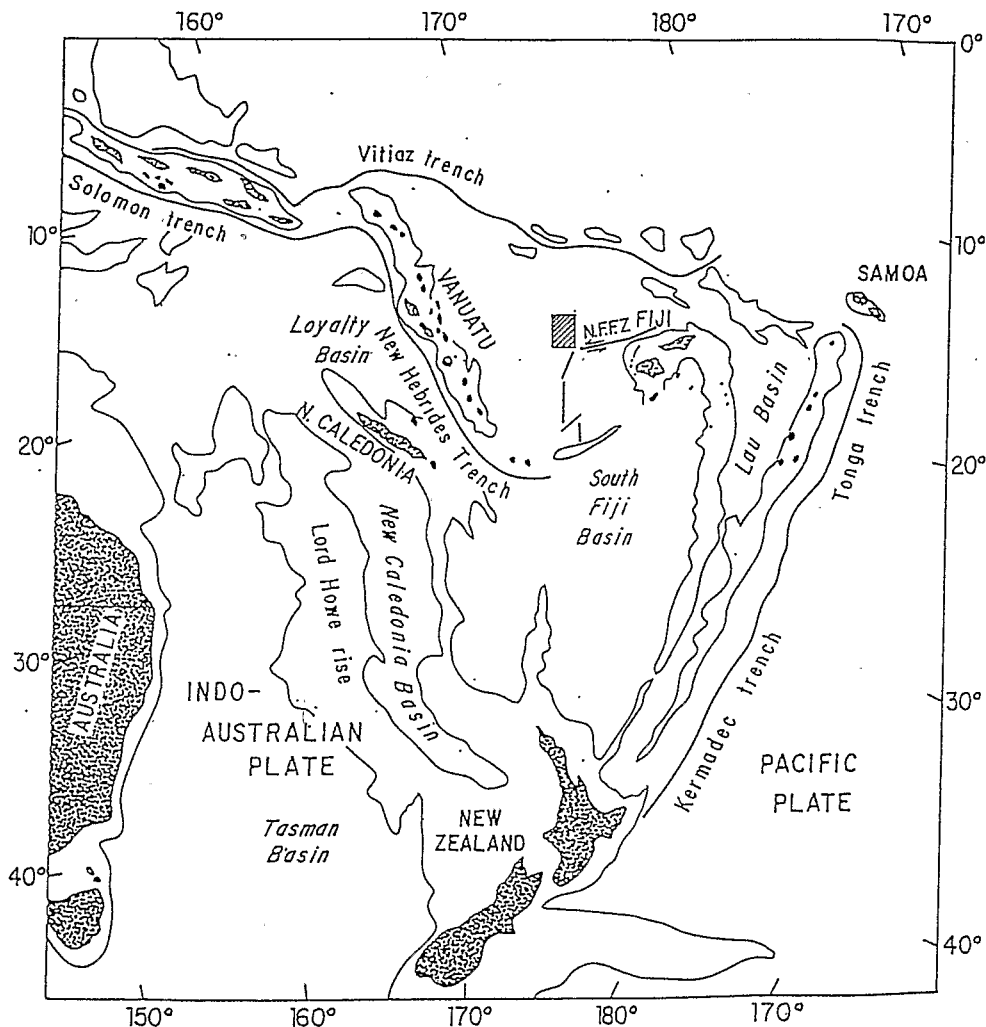


Fig. 1. - Contexte géodynamique du Bassin Nord-Fidjien. L'axe figuré a été cartographié pendant les campagnes précédentes. NFFZ=Zone de Fracture Nord-Fidjienne. La boîte hachurée représente la zone couverte pendant la campagne Yokosuka 90.

Fig. 1. - Geodynamical position of the North Fiji Basin. The underlined axis has been mapped during the previous cruises. NFFZ=North Fiji Fracture Zone. The hachured box=area surveyed during the Yokosuka 90 cruise.

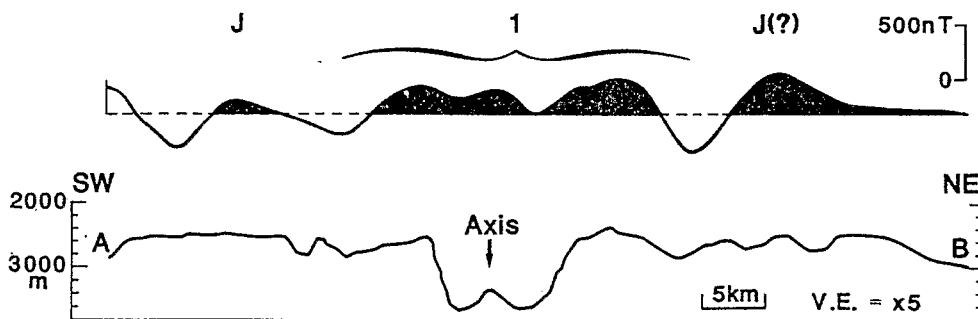


Fig. 4. - Coupe AB à travers le domaine d'accrétion (voir position sur figure 2). En haut, profil magnétique. 1= anomalie axiale. J=Jaramillo (0,92 Ma). En bas, profil bathymétrique.

Fig. 4. - AB section across the accretion area (location on Figure 2). Above: magnetic profile. 1= axial anomaly. J=Jaramillo (0.92 Ma). Below: bathymetric profile.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE II

Fig. 2. — Plan de position des profils de sondeur multifaisceaux, sismique et magnétique. ST=Station de prélèvement : dragage et bathysonde. AB=Profil de la figure 4.

Fig. 2. — Location map of multibeam echosounder, seismic and magnetic profiles. St=Sampling Station: dredging and hydrocast. AB=Figure 4 profile.

Fig. 3. — Schéma structural. Les hâchures soulignent les grabens actifs à partir de l'isobathe 3000 m. Les croix indiquent le sommet des rides. En gris, le domaine NS dans lequel se propage l'axe N160.

Fig. 3. — Structural sketch map. The hachured area underlines the active grabens from 3,000 m depth. The crosses indicate the top of the ridges. The grey area is the NS domain in which the N160 axis is propagating.

actuelle du segment N160 de la dorsale du Bassin Nord-Fidjien est localisée dans un système de profonds grabens atteignant et dépassant 4 000 m de profondeur. La coupe de la figure 4 suggère plutôt une parenté morphologique avec les dorsales lentes (murs latéraux de plus de 1 000 m de hauteur, grabens de 8 à 10 km de large à plus de 4 000 m de profondeur, ride néovolcanique axiale de 1 à 2 km de large et 400 à 500 m de hauteur. Ces grabens récents se propagent à travers un système plus ancien, formé de massifs volcaniques en position topographique anormalement haute puisque leur profondeur moyenne se situe aux environs de 2 000 m. La mise en place de ces massifs volcaniques, dont la superficie totale dépasse 10 000 km², est probablement liée à un épisode d'intense activité magmatique synchrone du début d'activité ou de la reprise d'activité du point triple de 16°40'S, il y a environ 1 Ma. Les données magnétiques obtenues pendant la campagne Yokosuka 90 (fig. 4) confirment l'activité de ce segment de dorsale par l'existence d'une anomalie axiale très bien identifiée, montrant une direction N160, et présentant en allant vers le nord une succession de décalages se calquant sur la structure. La largeur de cette anomalie axiale s'accorde avec un taux d'ouverture du segment N160 proche du taux d'ouverture (5,6 cm/an) mesuré au sud du point triple de 16°40'S [4]. Ceci signifie que la création du système de grabens remonte à environ 200 000 ans.

Ces grabens se propagent dans un ensemble volcanique plus ancien (environ 1 à 1,5 Ma) de même direction. L'ensemble est compris dans un plancher océanique de direction N-S, créé lors d'un stade antérieur d'ouverture du Bassin Nord-Fidjien, il y a 3 à 3,5 Ma [3].

La propagation en échelon de ces grabens et l'existence des deux points triples de 16°40' et 14°50'S témoignent de l'intense déformation que subit l'ensemble du Bassin Nord-Fidjien, du fait de sa position à la frontière des plaques Pacifique et Indo-Australienne entre deux zones de subduction à vergences opposées. La position topographique basse (~4 000 m) du système d'accrétion N160 peut s'expliquer par un budget magmatique déficitaire sur ce segment, alors qu'il est excédentaire sur le segment N15 où l'on a observé une zone d'accrétion en position topographique anormalement haute (moins de 2 000 m) [10]. Le déficit magmatique a pour effet un amincissement crustal et une évolution amagmatique de l'ouverture de ce segment qui se manifeste par une accentuation du taux de subsidence. L'aspect de ce segment de dorsale, dont le taux d'ouverture est de type intermédiaire (~5 cm/an), se rapproche de celui habituel des dorsales lentes. Cela pose donc le problème de l'existence d'une relation directe entre la morphologie de l'axe et le taux d'ouverture d'un bassin océanique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] J.-M. AUZENDE et coll., *C. R. Acad. Sci. Paris*, 303, série II, 1986, p. 93-98.
 [2] J.-M. AUZENDE et coll., *Tectonophysics*, 146, 1988 a, p. 317-351.
 [3] J.-M. AUZENDE et coll., *Geology*, 16, 1988 b, p. 925-929.
 [4] J.-M. AUZENDE et coll., *Mar. Geophys. Res.*, 12, 1990, p. 269-283.
 [5] K. McDONALD et coll., *Journ. Geophys. Res.*, 78, 1984, p. 2537-2546.
 [6] P. GENTE, *Thèse*, Univ. Bretagne Occidentale, Brest, 1987, 371 p.
 [7] Y. LAFOY et coll., *Mar. Geophys. Res.*, 12, 1990, p. 285-296.
 [8] P. A. JARVIS et coll., *E.O.S.*, 68, (44), 1987, p. 1445.
 [9] L. W. KROENKE et coll., *Mar. Geology* (sous presse).
 [10] J.-M. AUZENDE et coll., *Mar. Geology* (sous presse).

J.-M. A. : Département D.R.O./G.M., IFREMER Centre de Brest, B.P. n° 70, 29280 Plouzané Cedex;

V. B. et E. G.-M. : U.B.O., C/O IFREMER, Brest, B.P. n° 70, 29280 Plouzané Cedex;

J.-P. C. : Université Paris-VII, I.P.G.P., 2, place Jussieu, 75251 Paris Cedex 05;

J.P. E. : Orstom Nouméa, B.P. A5, Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie;

K. H. : University of Tokyo, Geological Institute, 7-3-1 Hongo, Bunkyo, Tokyo, Japon;

Y. I. : Hydrographic Department of Japan, Tsukiji 5-3-1, Chuo-Ku, Tokyo 104, Japon;

M. J., K. K., Y. O., M. T. et K. Y. : G.S.J., 1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon;

Y. L. et E. T. : Department of Mineral Resources, Private Mail Bag, G.P.O. Suva, Fiji;

Y. L. : U.B.O. Brest, U.R.A.-C.N.R.S. n° 1278, G.D.R. n° 910 « GEDO », 6, avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cedex;

A. O. O. et K. M. : University of Toronto, 22, Russel Street, Toronto, Ontario, M5S 3B1, Canada;

T. M., K. M., H. M. et J. N. : J.A.M.S.T.E.C., 2-15, Natsushima-Cho, Yokosuka 237, Japon;

H. M. et Y. N. : N.I.E.S.-J.E.A., 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japon;

E. R. : C.N.R.S., rue A.-Einstein, Sophia-Antipolis, 06560 Valbonne.