

Premières observations de communautés animales associées à l'hydrothermalisme arrière-arc du bassin Nord-Fidjien

Didier JOLLIVET, Jun HASHIMOTO, Jean-Marie AUZENDE*, Eiichi HONZA*, Étienne RUELLAN* (* co-chef de mission), Sanil DUTT, Yo IWABUCHI, Philip JARVIS, Masato JOSHIMA, Takayoshi KAWAI, Tatsuhiko KAWAMOTO, Kiyoyuki KISIMOTO, Yves LAFOY, Tsuyoshi MATSUMOTO, Kyohiko MITSUZAWA, Tsuyoshi NAGANUMA, Jiro NAKA, Kiyoshi OTSUKA, Akira OTSUKI, Bhaskar RAO, Manabu TANAHASHI, Takeo TANAKA, Jules S. TEMAKON, Tetsuro URABE, Tivita VEIVAU et Takanobu YOKOKURA

Résumé — L'observation du *graben* axial de la dorsale Nord-Fidjienne, réalisée au cours de la campagne franco-japonaise Kaiyo 88 (13 novembre-18 décembre, 1988), a révélé, par 16°59'45 S de latitude et 173°54'90 E de longitude, l'existence d'une communauté animale associée à de nombreuses résurgences hydrothermales. Cette communauté, se compose principalement de bivalves du type *Bathymodiolus*, de gastéropodes, d'actinies, de cirripèdes, de lithodes, de crabes bythogréidés et de poissons non identifiés. La présence de gastéropodes et de cirripèdes, déjà observée dans le bassin arrière-arc des Mariannes, et l'absence présumée d'alvinelles et de vestimentifères pourraient suggérer l'isolement géographique des communautés hydrothermales des bassins marginaux du Pacifique Occidental.

First observations of faunal assemblages associated with hydrothermalism in the North-Fiji back-arc basin

Abstract — Bottom observations made during the French-Japanese Kaiyo 88 cruise (November 13th to December 18th, 1988), in the central part of the North-Fiji basin, at 16°59'45 S and 173°54'90 E, revealed the existence of a new hydrothermal community associated with abundant diffuse venting. The community is dominated by *Bathymodiolus*-like mussels but also includes colonies of unusual gastropods, anemones, barnacles, fishes, bythograeid and lithodid crabs. The presence of snails and barnacles that resemble those found in the Mariana back-arc basin and the presumed lack of alvinellids and vestimentiferans at this vent suggest a geographical isolation of the West Pacific back-arc basins.

Abridged English Version — Hydrothermal vents have been discovered associated with the accretive axis of some back-arc basins such as Mariana arc [1], Okinawa Trough (J. Hashimoto, pers. com.) and now North-Fiji basin. The latter has a recent (3 M.a.) accretive axis between 16 and 22°S ([2], [3]). Two cruises were made in 1987 and 1988 by the *R/V Kaiyo* (STARMER French-Japanese project) to clarify the location of this spreading center and to observe possible hydrothermal processes. They indeed revealed active hydrothermal emissions along the whole southern part of the ridge [5]. The aim of the present study is to describe a new vent community located in the central part of the North-Fiji basin (*Fig. 1*).

The hydrothermal site is located at 16°59'45 S and 173°54'90 E, in the southern part of the N160 segment, near the triple junction ridge-ridge-fractured zone (*Fig. 2*, Pl. I) [6]. The axial *graben* splits a large seamount in two, which rises 1,000 m above the ocean floor to 1,900 m (*Fig. 3*) [7].

The description of the hydrothermal vent community was made from a deep towed camera system operated by the JAMSTEC (Japan Marine Science and Technology Center). Depths and videoscopic observations are reported on a star-like transect (*Fig. 2*, Pl. I) to obtain a faunistic map of the site following methods previously used on the East Pacific Rise

Note présentée par Lucien LAUBIER.

vents [8]. Taxa identification was made from photographs and cannot be ascertained at the specific level.

The community spreads over a 35,000 m² area in the deepest collapsed lava lake (1,995-2,000 m) (Fig. 4, Pl. I). The bottom is covered by sediments and has numerous cracks through which fluids diffuse. This small *graben* ends, to the east in a basaltic scree at the base of a 20 m high wall, to the west in a steep escarpment faulted to the north where an active white smoker occurs. Beds of hundreds of *Bathymodiolus*-like mussels, surrounded by numerous white valves which may be dead mussels, appear on cracks within the broken lava lake, with numerous galatheid crabs and colonies of tiny anemones (Fig. 5, 1, Pl. II). *Alviniconcha*-like gastropods [9] colonize the base of the white chimney while other large and dark gastropods with a slightly flattened shell are present at the eastern escarpment. They both occur, along with several barnacles species (stalked and sessile), in dense colonies at the escarpment and the scree of the west *graben* wall (Fig. 5, 2, Pl. II). Predators associated with hydrothermal emissions consist of bythograeid and lithodid crabs plus macrourid and other unidentified fishes.

This community possesses the main features of those observed along the Mariana [1] and Manus [10] back-arc basins. The Mariana vents, with low temperature discharge (2-25°C) are dominated by gastropods, anemones and barnacles. The gastropod species *Alviniconcha hessleri* [9] contains chemoautotrophic endosymbionts in its hypertrophied gills [11] while the barnacles retain primitive characteristics of the first sessile barnacles, the *Brachylepadomorpha* [1], which became extinct at the end of Miocene. However, in the North-Fiji basin, bivalves are the most dominant species. Presence of such mytilids may be related to fissures and sediments and may suggest low temperature discharge ([8], [12]); indeed, *Bathymodiolus* are generally found in such a biotope ([8], [12]), particularly species found on Okinawa Trough and Kaikata Seamount (J. Hashimoto, pers. com.). The rare hydrothermal chimneys observed do not show recent or fossil honeycomb structures that, elsewhere, indicate colonization by alvinellids and vestimentiferan tube-worms [8]. However, *Paralvinella* species have been sampled at Mariana vents although they had not been visible to submersible observers [1]. Presence of bivalves, gastropods or barnacles and possible absence of alvinellids and Vestimentifera in this area may illustrate differences in species dispersion ([8], [13]) and suggest, as does the dominance by caridean shrimps [14] on the mid-Atlantic Ridge, species substitution at the ridge scale by geographical isolation, at least for primary consumers.

I. INTRODUCTION. — De nombreux phénomènes hydrothermaux ont été découverts associés aux axes d'accrétion de bassins marginaux tels que celui des Mariannes [1], celui d'Okinawa (J. Hashimoto, com. pers.) et le bassin Nord-Fidjien. Ce dernier, situé entre les plaques Pacifique et Indo-Australienne, a été créé par ouverture océanique en arrière de l'arc des Nouvelles Hébrides (fig. 1), il y a 10 M.a. [2]. L'accrétion récente s'exprime par un axe de direction NS formé depuis environ 3 M.a. ([2], [3], [4]). Dans le cadre du projet franco-japonais STARMER de coopération entre la STA (Science and Technology Agency) et l'IFREMER, deux campagnes du R/V *Kaiyo* conduites en 1987 et 1988 ont permis d'apporter des compléments cartographiques importants pour la connaissance de l'axe d'accrétion, et mis en évidence l'existence d'un site hydrothermal actif (fig. 1) [5]. L'objet de cet article est de décrire une nouvelle communauté animale vivant à proximité de sources hydrothermales sur un site localisé dans la partie centrale du bassin Nord-Fidjien.

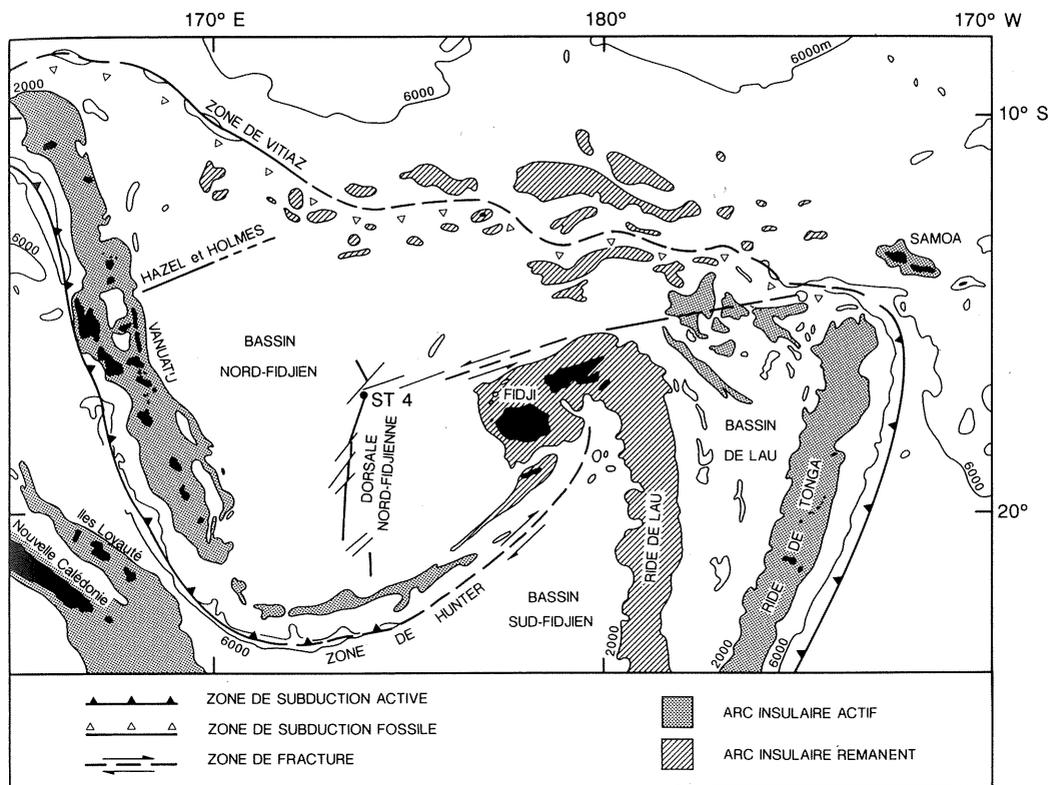


Fig. 1. — Carte de localisation de l'axe d'accrétion dans le bassin marginal Nord-Fidjien modifiée selon Kroenke et coll. (sous presse) (ST4 correspond à la position du site hydrothermal découvert).

Fig. 1. — Localization map of the back-arc North-Fiji basin accretive axis modified from Kroenke et al. (in press) (ST4 corresponds to the hydrothermal vent position).

II. CONTEXTE GÉODYNAMIQUE DU SITE HYDROTHERMAL ACTIF. — Le site hydrothermal découvert ($16^{\circ}59'45''\text{S}$ et $173^{\circ}54'90''\text{E}$) se situe dans la partie sud d'une zone dite de triple jonction entre les segments nord et sud de la dorsale Nord-Fidjienne récemment réarrangés suivant des directions N160 et N15, et une zone de fracture transverse [6] (fig. 2, pl. I). La couverture complète « Seabeam » de cette portion de l'axe montre qu'un *graben* axial symétrique coupe un large dôme (20 km de large) surélevé d'environ 1 000 m par rapport au plancher océanique adjacent et culminant à moins de 1 900 m de profondeur. Ce *graben*, large de 1 500 m, d'une profondeur moyenne de 1 980 m, est délimité par des murs escarpés, et entaillé par deux *graben* secondaires [7]. L'activité hydrothermale a été localisée au niveau du *graben* secondaire ouest à proximité de nombreuses failles orientées N15 (fig. 3 d'après Lafoy, 1989).

III. MOYENS MIS EN OEUVRE POUR L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DU *GRABEN* AXIAL. — L'observation à faible échelle du *graben* axial a été réalisée avec un système de caméras tractées près du fond (DEEP TOW), développé par le JAMSTEC (Japan Marine Science and Technology Center). Ce système, tracté 2 à 3 m au-dessus du fond à une vitesse d'environ 1 nœud, permet en temps réel l'observation ponctuelle (caméra BENTHOS) et continue (caméra vidéo CCD) du fond, et la mesure *in situ* de la température, conductivité, pression et salinité. Le levé du site a été effectué à partir d'une navigation dite « en étoile » autour d'un point supposé être le centre du site (voir fig. 2, pl. I). Ce type de navigation permet

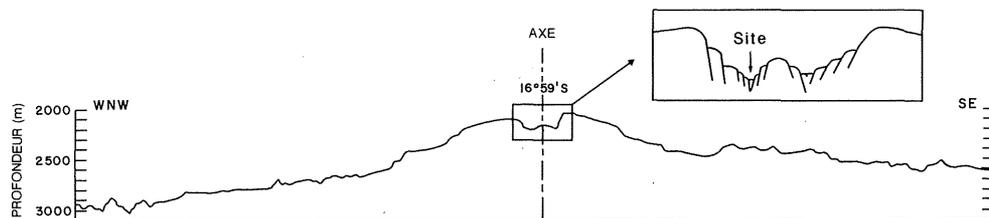


Fig. 3. — Profil bathymétrique (E.V.=5) relevant la morphologie de la zone axiale à 16°59'45 S de latitude (schéma de la structuration axiale du graben).

Fig. 3. — Bathymetrical profile (V.E.=5) which reveals the axial zone morphology by 16°59'45 S of latitude (schedule of the axial graben structure).

de cartographier un site à partir des positions-horaires données par navigation acoustique et des observations vidéoscopiques [8]. Au cours des campagnes Kaiyo 87-88, aucune collecte d'organismes n'a été entreprise, de ce fait les observations ne permettent pas une détermination taxonomique définitive des espèces décrites.

IV. DESCRIPTION ET DISTRIBUTION SPATIALE DU PEUPLEMENT HYDROTHERMAL. — Le site hydrothermal découvert (1995-2000 m de profondeur) s'étend sur une superficie d'environ 35000 m² à l'intérieur et sur les parois d'un lac de lave effondré localisé dans la partie axiale du graben principal (fig. 4, pl. I). Des éboulis et des piliers basaltiques recouverts de sédiments et de nombreuses fissures constituent le plancher de ce site. De nombreux points d'émissions d'eau moirée, définissant des dépôts blancs d'anhydrite, se distribuent le long de ces fissures. Au nord du site, un fumeur blanc actif de 1 m de haut est observé à la base d'une structure faillée en escalier. Le mur du graben, haut d'environ 20 m est fissuré et fortement éboulé à l'est, et escarpé à l'ouest. Cet escarpement présente de nombreuses perforations au travers desquelles diffuse le fluide hydrothermal. L'extérieur du site est caractérisé par des épanchements de lave recouverts d'une couverture sédimentaire importante. La communauté animale associée aux émissions hydrothermales se compose principalement de bivalves du type *Bathymodiolus*, de deux types de gastéropodes, d'actinies et de cirripèdes. Cette communauté se distribue de manière discontinue sur l'ensemble du graben secondaire. Les modioles se répartissent en grappes de plusieurs centaines d'individus, autour des émissions hydrothermales (fig. 5, 1, pl. II). Des coquilles ovoïdes et blanches s'alignent dans les fissures du lac de lave en limite des

EXPLICATIONS DES PLANCHES

Planche I

Fig. 2. — Levé bathymétrique Seabeam du graben axial de la station 4 sur lequel est reporté le site hydrothermal et la navigation « en étoile » du système de caméras tracté sur le fond.

Fig. 2. — Bathymetrical Seabeam survey of the station 4 axial graben which shows the hydrothermal vent and the "star" deep tow camera transect positions.

Fig. 4. — Carte faunistique du site hydrothermal actif découvert près de la triple jonction ride-ride-zone de fracturation transverse.

Fig. 4. — Metre-scale faunistic map of the active hydrothermal vent found near the triple junction ridge-ridge-faulted zone.

STATION 4

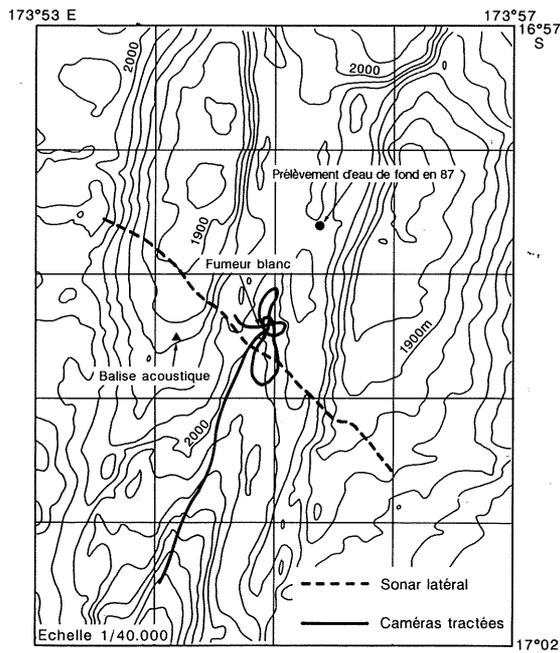


Fig. 2

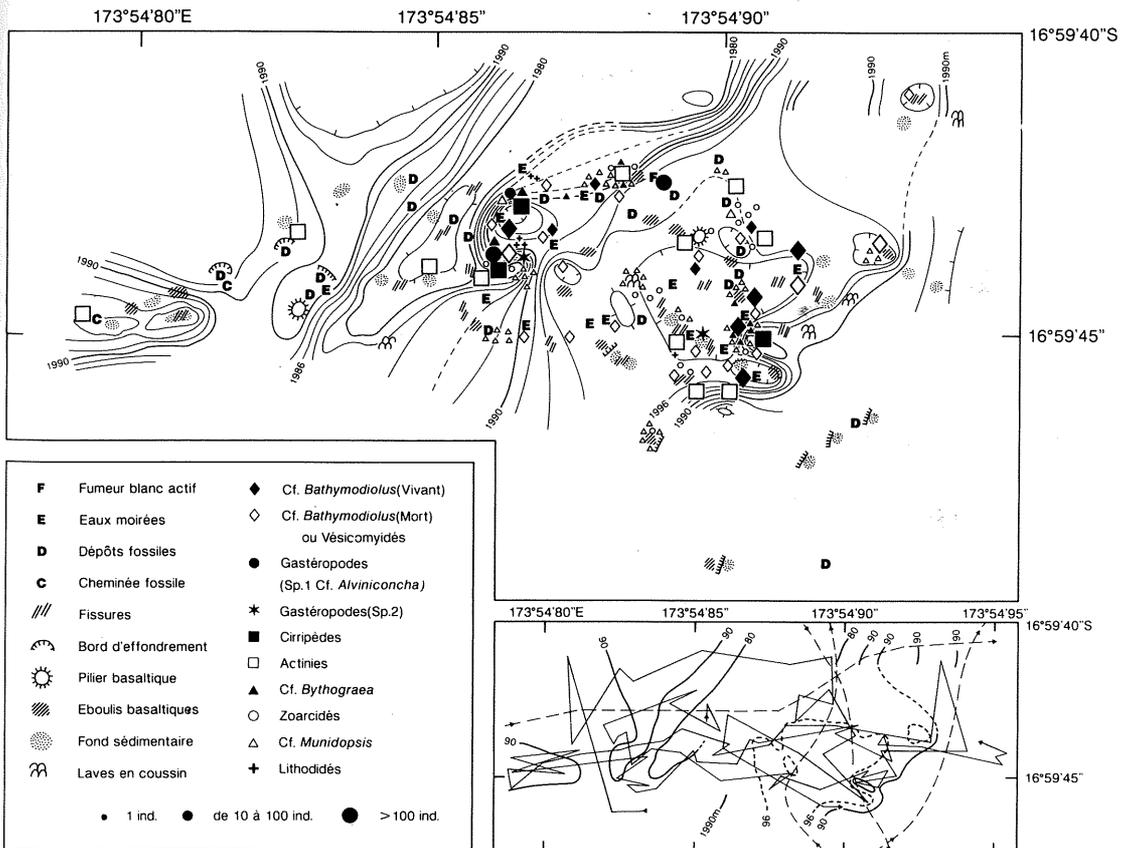


Fig. 4

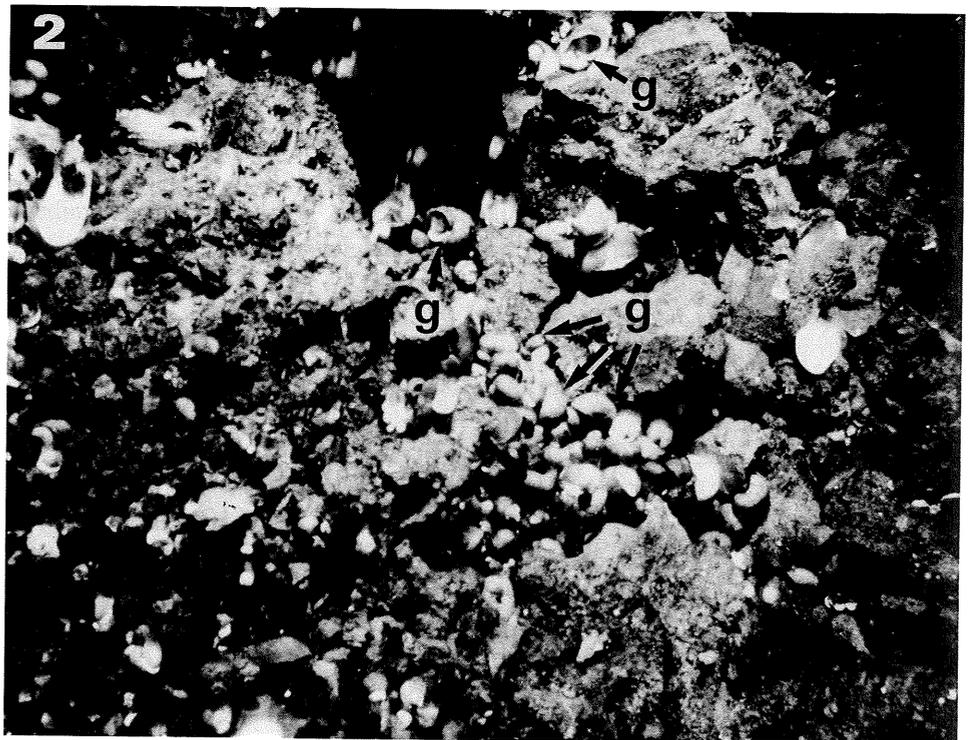
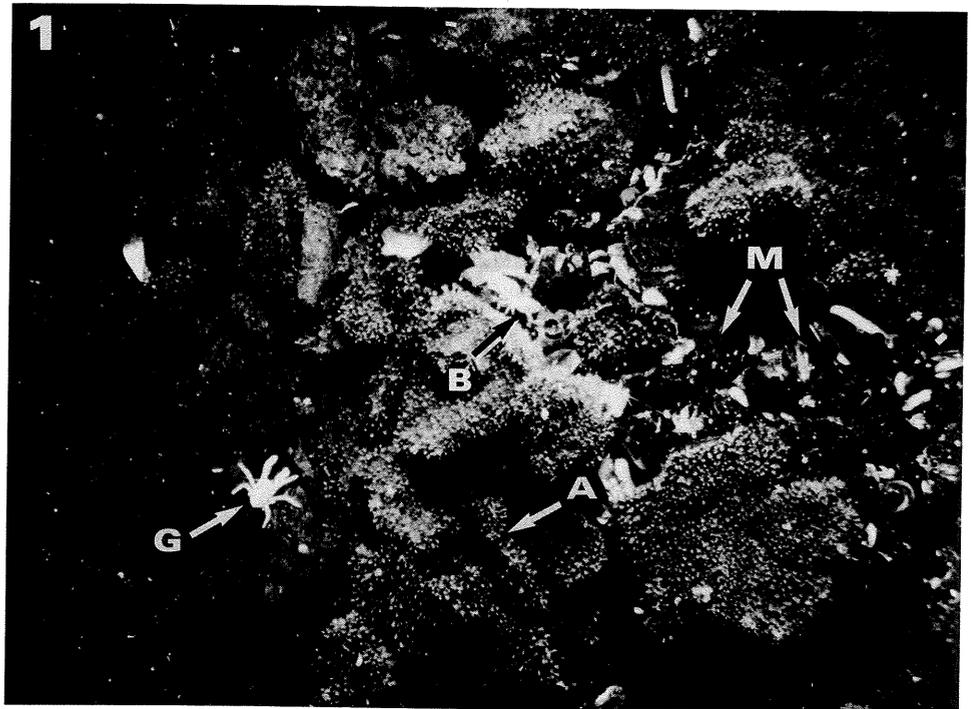


Fig. 5

Planche II

Fig. 5. — Peuplements hydrothermaux du bassin Nord-Fidjien : 1, à l'intérieur du *graben* secondaire (A, actinies; B, bythogréidés, G, anomoures galathéidés; M, modioles); 2, sur l'escarpement ouest (g, gastéropodes du type *Alviniconcha*).

Fig. 5. — Hydrothermal assemblages of the North-Fiji basin: 1, within the secondary *graben* (A, anemones; B, bythograeid crabs; G, galatheid crabs; M, mussels); 2, on the West escarpment (g, *Alviniconcha*-type gastropod).

bancs de mytilidés, et semblent être des valves vides de *Bathymodiolus* en cours de dissolution. Des gastéropodes du type *Alviniconcha* [9] colonisent la base du fumeur blanc et l'un des massifs hydrothermaux nord alors qu'une espèce nouvelle caractérisée par une coquille lisse, sombre et présentant une concavité au niveau de l'apex, est observée en denses agrégats le long de l'escarpement est. Ces deux espèces de gastéropodes forment, avec les cirripèdes, d'importantes colonies sur la paroi escarpée ouest (fig. 5, 2, pl. II). La première espèce de cirripèdes, caractérisée par une base globuleuse de couleur ocre, occupe les perforations de la paroi où diffuse le fluide hydrothermal alors que deux autres formes, l'une sessile l'autre pédonculée, se localisent, avec les colonies d'actinies et les anomoures galathéidés, à la périphérie des dépôts actifs. Les prédateurs sont représentés par des crabes proches du genre *Bythograea*, des lithodes de couleur blanche et des poissons indéterminés localisés dans les anfractuosités des éboulis de lave. Un poisson macrouridé apparenté au genre *Squalogadus* est observé occasionnellement sur le site.

La faune non hydrothermale trouvée aux abords immédiats du site et des dépôts fossiles se compose d'échinodermes brisingidés trouvés principalement sur les cheminées inactives, d'anémone jaunes déjà observées sur la ride du Pacifique oriental, de crevettes du type *Acanthephyra* et d'un siphonophore ancré dans les anfractuosités des basaltes. Par ailleurs, des gorgonaires monoaxillaires isididés, des éponges du genre *Hyalonema* et *Euplectella*, des ophiures, des pennatulaires du genre *Umbellula*, des crinoïdes pédonculés, des holothuries apparentées aux genres *Peniagone*, *Orphnurgus* (elasipodes) et *Paelopatides* (*Synallactidae*) (S. Ohta, com. pers.), et quelques octopodes du genre *Grimpotheutis* sont observés dans le *graben* axial.

V. DISCUSSION. — La découverte de peuplements associés à de nombreuses résurgences d'eau moirée démontre le caractère actif des phénomènes hydrothermaux dans le bassin Nord-Fidjien. La communauté hydrothermale présente de nombreuses similitudes faunistiques avec celles décrites dans les bassins marginaux des Mariannes [1] et de Manus [10]. En effet, de nombreux cirripèdes sessiles et actinies, ainsi que le gastéropode *Alviniconcha hessleri* [9] colonisent les abords immédiats des événements hydrothermaux (2-25°C) du bassin arrière-arc des Mariannes [1]. Ce gastéropode, observé sous forme de thanatocoenoses dans le bassin de Manus [10], présente dans ses branchies hypertrophiées des bactéries chimioautotrophes symbiontes [11]. Les cirripèdes sessiles ont des caractéristiques proches de celles des Brachylepadomorphes, éteints à la fin du Miocène [1]. La communauté animale observée sur la dorsale Nord-Fidjienne diffère cependant de celle des Mariannes par la présence d'une nouvelle espèce de gastéropode et l'importance des colonies de bivalves. La présence de Mytilidés dans le bassin Nord-Fidjien est sans doute liée à l'aspect particulier de la roche basaltique qui est à la fois fissurée et recouverte de sédiments. Le genre *Bathymodiolus* est fréquemment trouvé sur ce type de milieu ([8], [12]) lorsque les manifestations hydrothermales ne dépassent pas 25°C. Certaines espèces de

bathymodiolinés découvertes dans le bassin d'Okinawa et le volcan Kaikata (J. Hashimoto, com. pers.) sont d'ailleurs plus ou moins enfouies dans le sédiment. D'autre part, les rares cheminées observées ne présentent aucune construction fossile ou actuelle évoquant la présence de polychètes du genre *Alvinella* ou de vestimentifères qui colonisent les édifices hydrothermaux de la dorsale du Pacifique oriental [8]. Cependant, une espèce appartenant au genre *Paralvinella*, indiscernable à cette échelle d'observation, a été échantillonnée autour des sites des Mariannes [1]. La présence de bivalves et de taxons nouveaux (*Alviniconcha*) en colonies importantes et l'absence présumée d'alvinelles et de vestimentifères dans cette région sont certainement liées aux stratégies différentielles de dispersion de ces espèces ([8], [13]). Ces différences faunistiques au niveau d'espèces dominantes, illustrées par ailleurs sur la dorsale médio-Atlantique avec les crevettes caridés [14], suggèrent une substitution d'espèces au niveau des consommateurs primaires, par isolement géographique à l'échelle des dorsales.

Note remise le 20 avril 1989, acceptée le 30 juin 1989.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] R. R. HESSLER et coll., *New Scientist*, 1605, 1988, p. 47-51.
- [2] B. M. LARUE et coll., *Trav. Doc. O.R.S.T.O.M.*, 147, 1982, p. 361-406.
- [3] M. W. HAMBURGER et B. L. ISACKS, *In* L. W. KROENKE et J. V. EADE ed., *Geological investigations of the North Fiji Basin*. Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, *Earth Sci., Amer. Assoc. Petrol. Geol.* (sous presse).
- [4] J. M. AUZENDE et coll., *C. R. Acad. Sci. Paris*, 303, série II, 1986, p. 93-98.
- [5] J. M. AUZENDE et coll., *C. R. Acad. Sci. Paris*, 306, série II, 1988, p. 971-978.
- [6] Y. LAFOY et coll., *C. R. Acad. Sci. Paris*, 304, série II, 1987, p. 147-152.
- [7] Y. LAFOY, *Thèse*, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 1989, 253 p.
- [8] A. FUSTEC et coll., *Biol. Oceanogr.*, 4, p. 121-164.
- [9] T. OKUTANI et S. OHTA, *Venus, Jpn. J. Malac.*, 47, (1), 1988, p. 1-9.
- [10] R. K. BOTH et coll., *E.o.s.*, 67, 1986, p. 489-491.
- [11] J. L. STEIN et coll., *Biol. Bull.*, 174, 1988, p. 373-378.
- [12] R. R. HESSLER et W. M. SMITHEY, Jr., *In* P. A. RONA et coll. éd., *Hydrothermal Processes at Seafloor Spreading Centers*, Plenum Press, N. Y., 1983, p. 735-769.
- [13] R. A. LUTZ et coll., *American Malacological Bulletin*, 4, (1), 1986, p. 49-54.
- [14] A. B. WILLIAMS et P. A. RONA, *J. Crustacean Biol.*, Lawrence, Kansas, 7, 1986, p. 446-462.

D. J. et J.-M. A. : IFREMER, Centre de Brest, B.P. n° 70, 29263 Plouzané;
 J. H., T. M., K. M., J. N., K. O. et T. T. : J.A.M.S.T.E.C., 2-15 Natsushima, Yokosuka 237, Japan;
 E. H., M. J., K. K., M. T., T. U. et T. Y. : G.S.J., Higashi, Tsukuba 305, Japan;
 E. R. : C.N.R.S., Institut de Géodynamique (U.R.A. n° 1279),
 rue A.-Einstein, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne;
 S. D., B. R. et T. V. : Department of Mineral Resources, Private Mail Bag, Suva, Fiji;
 Y. I. : H.D.J., 537 Tsukiji Chuoku, Tokyo 104, Japan;
 P. J. : H.I.G., 2525 Correa road, Honolulu, HI 96822, U.S.A.;
 T. K. et A. O. : N.I.E.S., Onogawa, Tsukuba 305, Japan;
 T. K. : Department of Geology and Mineralogy, Kyoto University, Kyoto 606, Japan;
 Y. L. : G.I.S. Océanologie et Géodynamique, U.B.O., 6, avenue Le-Gorgeu, 29287 Brest Cedex;
 T. N. : Department of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tennodai, Tsukuba 305, Japan;
 J.-S. T. : M.R.W.S., Department of Geology, Private Mail Bag, Port Vila, Vanuatu.