

Structure et linéations magnétiques dans le coin Nord-Ouest du bassin Nord-Fidjien : résultats préliminaires de la campagne Eva 14 (août 1987)

Bernard PELLETIER, Philippe CHARVIS, Jacques DANIEL, Yann HELLO, François JAMET, Rémy LOUAT, Patrick NANAU et Patrick RIGOLOT

Résumé — Un schéma structural et une carte magnétique du coin NO du bassin Nord-Fidjien sont proposés à partir des profils bathymétriques, magnétiques et de sismique réflexion obtenus lors de la campagne EVA 14. Ce domaine résulte de l'activité successive de deux axes d'expansion orientés respectivement NO-SE puis E-O. Le plus récent est fossile dans la zone d'étude mais semble encore actif plus à l'Est. Ce domaine a postérieurement été affecté par un volcanisme et une tectonique extensive récents dont les principaux témoins sont la zone de fracture d'Hazel Holme, les fossés arrière-arc des Nouvelles-Hébrides, le fossé de Tikopia, les volcans de Tikopia et peut-être les hauts-fonds volcaniques de Fatutaka.

Structure and magnetic lineations in the northwestern part of the North Fiji basin: preliminary results of the EVA 14 cruise (August 1987)

Abstract — Bathymetric, magnetic and seismic data collected during the EVA 14 cruise allow us to propose structural and magnetic maps of the northwestern part of the North Fiji basin. This area resulted from oceanic accretion along two successive spreading centers trending respectively NW-SE and E-W. The second is now extinct in the area studied but seems still active further east. This area was later crosscut by volcanism and extensional tectonics documented by the Hazel Holme fracture zone, New Hebrides back-arc troughs, Tikopia trough, Tikopia volcanism and possibly Fatutaka volcanic highs.

Abridged English Version — The northwestern corner of the North Fiji marginal basin (NFB) (Fig. 1), located north of the Hazel Holme fracture zone (HHFZ), a major EW tectonic feature is poorly known and was the subject of different speculations due mainly to lack of data. According to some authors, it results from oceanic opening along a median axis, trending NW-SE, imposed by rotation of the New Hebrides island arc ([1] to [4]). According to others, it is a piece of the Pacific plate trapped behind the inactive Vitiaz trench ([5], [6]), the HHFZ being the boundary between the old Pacific domain and the young crust of the NFB. In this paper we present the first tectonic (Fig. 1) and magnetic (Fig. 2) maps of this area using new data collected during the Eva 14 cruise on board the R/V Coriolis.

Four tectonic provinces can be distinguished on the tectonic map (Fig. 1). In the west, the northern New Hebrides back arc troughs (BAT) are composed of a succession of recent and still active horsts and grabens trending N-S [7]. In the south, the HHFZ, striking N90°-N100°E in the west and then ENE-WSW east of 171°E, is also a recent normal faulting feature with deep and narrow grabens. It stretches more than 100 km wide in its central part. The V-shaped ending of the fracture zone just coincides with the southern extremity of the BAT, suggesting that these extensional features are closely related. The middle province is characterized by a smooth topography, except for the northern part around Tikopia Island where recent numerous volcanoes and a trough are superimposed on the primary oceanic pattern. All the volcanoes except Tikopia Island [8] were discovered during this cruise. They fall into a line trending NNW-SSE and are mainly developed on normal

Note présentée par Jean AUBOUIN.

faults parallel to the HHFZ and the BAT. The Tikopia trough, also discovered in this study, is a graben 10 km wide and 60 km long, bounded by scarps 1,500 m high and striking WNW-ESE parallel to the HHFZ. The northeastern province corresponds to the alleged Vitiiaz arc trench system. East of Fatutaka Island, numerous volcanic highs are isolated and located up to 240 km from the Vitiiaz trench. They do not constitute a continuous ridge parallel to the trench but are separated by flat surfaces which have the same depth as that of the central province. This volcanism seems to lie on a piece of the NFB oceanic substratum.

The magnetic map (*Fig. 2*) clearly shows three distinct domains. The west and southwest domain is characterized by lineations of magnetic anomalies striking N135°-N150°E and oblique with regard to the structural trends of the BAT and HHFZ [7]. In the middle and southeastern part, lineations range from N80° to N 100°E in trend, drawing a fan-shaped pattern. The same succession of three tight positive anomalies at 13°30'S and 15°S suggests a spreading axis around 14°15'S between 170° and 171°E. In this domain, structural trends of HHFZ are parallel to magnetic lineations. Disappearance of the youngest anomalies from east to west indicates that cessation of opening has migrated eastward. The north and northeast domain is characterized by lineations striking N 120°E. These anomalies are not due to volcanoes, but to the oceanic substratum, since they are clearly defined north of Anuta Island where no volcano is present.

The history of the northwestern corner of the NFB is illustrated by figure 3. Three successive stages are proposed (absolute ages are still not well-defined for the time being because dating of magnetic anomalies is still in progress). The first stage (12 to 7 M.a.) corresponds to opening along a NW-SE trending axis. It is evidenced by the NW-SE magnetic lineations located on the western and the northeastern edges of the basin where anomalies 5A and 4 seems to exist. We correlate these lineations with those of anomalies 3A, 4 and possibly 5, known on each side of the young N-S lineations (anomalies 2A to 1) in the southern part of the NFB ([2], [4], [9] to [12]). The second stage (7 to 2-3 M.a.) corresponds to opening along an E-W spreading axis. It is evidenced by E-W lineations located on the middle part of the basin. The three tight positive anomalies previously mentioned look like anomaly 3. West of 171°E the spreading axis located at 14°15'S could correspond to anomaly 2 or 2A. The youngest anomalies exist further east, suggesting that opening could be still active east of the area studied. Besides, E-W lineations related to an active spreading are known up to the north of the Fiji Islands ([14] and [13]). The third stage corresponds to recent normal faulting and volcanism. It is documented by the HHFZ, BAT and the Tikopia trough, Tikopia volcanoes and volcanic highs of Fatutaka which crosscut magnetic lineations and then postdate creation of oceanic substratum. It is proposed that these normal faulting structures and volcanism are synchronous and result from recent NW-SE extensional tectonics affecting the whole NFB [7].

I. INTRODUCTION. — Le bassin Nord-Fidjien est un bassin marginal récent en forme de triangle équilatéral, limité au Nord par la dépression du Vitiiaz (interprétée comme une zone de subduction fossile), à l'ouest par l'arc des Nouvelles-Hébrides et à l'est par la zone de fracture de Hunter et la plate-forme Fidjienne. Dans son coin NO, il est traversé par la zone de fracture d'Hazel Holme, orientée globalement E-O et reliant la dépression du Vitiiaz à l'arc des Nouvelles-Hébrides (*fig. 1*).

Le coin NO du bassin, au nord de la fracture d'Hazel Holme, est très peu connu et a fait l'objet de nombreuses spéculations. Pour certains, il résulte d'une accréation océanique le long d'un axe médian NO-SE, axe imposé dans les reconstructions par la rotation des Nouvelles-Hébrides ([1] à [4]). Pour d'autres, il correspond à un fragment de la plaque pacifique piégé derrière la fosse du Vitiaz ([5], [6]), la zone de fracture d'Hazel Holme étant la frontière entre le domaine pacifique ancien et la croûte récente du bassin Nord-Fidjien.

II. DONNÉES MORPHOLOGIQUES ET STRUCTURALES. — Le coin NO du bassin Nord-Fidjien étudié au cours de la campagne EVA 14 peut être subdivisé en quatre domaines tectoniques (fig. 1) : les fossés arrière-arc à l'Ouest, la zone de fracture d'Hazel Holme au Sud, un domaine central et enfin les hauts-fonds de Fatutaka et la dépression du Vitiaz au NE. D'une manière générale, la couverture sédimentaire de 1 std (seconde temps double) environ au voisinage de l'arc des Nouvelles-Hébrides, s'amincit en s'éloignant de celui-ci pour atteindre 0,2-0,3 std plus à l'est dans le domaine central. L'épaisseur de la série sédimentaire est conditionnée par la proximité de l'arc volcanique et ne se calque pas sur le dispositif structural. Dans le domaine NE, elle est globalement plus importante (0,3-0,4 std) que dans le domaine central même en l'absence de hauts-fonds proches.

1. Les fossés nord de l'arrière-arc des Nouvelles-Hébrides, situés à l'ouest de $168^{\circ}30'E$ sont constitués d'une série de horsts et de grabens discontinus et d'orientation NS. Cette tectonique, récente et active, est étroitement liée à l'histoire actuelle du bassin Nord-Fidjien [7].

2. La zone de fracture d'Hazel Holme est orientée E-O à $N 100^{\circ}E$ entre l'arc des Nouvelles-Hébrides et $171^{\circ}E$. A ce niveau elle est affectée d'accidents transverses NNE-SSO puis prend vers l'Est une direction ENE-OSO. Ces accidents sont soulignés par une sismicité importante dont les mécanismes focaux sont caractéristiques d'un mouvement dextre le long d'un plan NE-SO [7]. La zone de fracture d'Hazel Holme présente une morphologie accidentée en horsts et grabens très étroits (3 à 10 km) qui s'étendent sur plus de 100 km de large dans la partie centrale. Les grabens atteignent 3 500 à 4 000 m de profondeur et sont limités par des escarpements abrupts de 500 à 1 000 m. Dans la partie ouest, la zone tectonisée est plus étroite, les grabens latéraux disparaissant brutalement. La topographie y est plus accidentée avec un graben central profond de 4 500 m, bordé de part et d'autre de rides dont celle du sud culmine à $-1 600$ m. Cette zone de fracture se termine brutalement à l'extrémité méridionale des fossés arrière-arc, ce qui suggère que ces deux structures sont étroitement associées [7]. Les profils sismiques révèlent clairement que les failles caractérisant la zone de fracture d'Hazel Holme sont actives.

3. Le domaine central est caractérisé par une profondeur relativement constante autour de 3 300 m et une morphologie peu accidentée, constituée de hauts et de dépression de 100 à 200 m d'amplitude, dont l'orientation difficile à déterminer pourrait être E-O. Ce domaine est fortement perturbé, dans sa partie nord, par de nombreux édifices volcaniques récents et un important fossé à l'Est de l'île de Tikopia. Les principaux édifices volcaniques, dont seule l'île de Tikopia était connue antérieurement [8], s'alignent sur une bande NNO-SSE. Ils se développent généralement sur des failles normales dont les orientations sont identiques à celles des fossés arrière-arc ou de la zone de fracture d'Hazel Holme. Le fossé de Tikopia, également découvert pendant cette campagne, se présente comme un graben à fond plat d'une dizaine de kilomètres de large, bordé par

des murs de 1500 m et allongé sur 60-65 km selon une direction ONO-ESE plus ou moins parallèle à la zone de fracture d'Hazel Holme. La série sédimentaire au fond du graben est tout à fait comparable à celle du substratum océanique voisin; aucun remplissage important postérieur à la formation du fossé n'est visible.

4. Le domaine nord-est correspond au présumé système fosse-arc du Vitiaz. A l'est de l'île de Fatutaka, de nombreux hauts-fonds, disjoints et très importants, culminent entre -1000 et -2000 m. Ils sont, pour les plus éloignés, à 240 km de la dépression du Vitiaz. Ces hauts-fonds ont une nature volcanique comme l'attestent les laves andésitiques des îles de Fatutaka et d'Anuta, mais ne forment pas de ride parallèle à la dépression du Vitiaz. Au contraire, ils sont séparés par des surfaces quasi horizontales dont la profondeur est identique à celle du domaine central. Ces édifices semblent donc posés sur un fragment du substratum du bassin Nord-Fidjien. Au Nord d'Anuta, seuls quelques petits volcans sont présents. Ce domaine NE est affecté par des failles normales actives d'orientation ONO-ESE. La dépression du Vitiaz est bordée au Sud par une ride continue et un bassin perché contenant 1 std de sédiments. Elle atteint 5200 à 6000 m de profondeur. Son flanc oriental est structuré en gradins limités par des failles normales NNO-SSE obliques sur la direction de la dépression.

III. DONNÉES MAGNÉTIQUES. — La carte magnétique, essentiellement basée sur les données de la campagne Eva 14, intègre également les données provenant des campagnes de Woods Hole O.I. (Chain), de l'université d'Hawai et de l'ORSTOM (Seapso 2, Geovan) ainsi que la carte magnétique des fossés arrière-arc [7]. Trois secteurs apparaissent clairement sur cette carte (fig. 2).

1. Le secteur ouest et sud-ouest présente des linéations N135°-N150°E. Les fossés arrière-arc et la terminaison de la zone de fracture d'Hazel Holme recoupent obliquement ces linéations en les affectant relativement peu [7].

2. Le secteur central et SE est caractérisé par des linéations d'orientation générale E-O. Entre 12°S et 14°S, elles sont orientées N90°E et N80°E respectivement à l'Ouest et à l'Est de 171°E où leur agencement semble perturbé par une zone de fracture qui coïncide avec les accidents transverses affectant la zone d'Hazel Holme. Au sud de 14°S, les linéations passent progressivement à une direction N100°E. Ces linéations dessinent ainsi un éventail ouvert vers l'Est. La même succession de trois anomalies positives de faible longueur d'onde à 13°30'S et 15°S suggère un axe de symétrie au voisinage de 14°15'S entre 170° et 172°E. Dans cette région les directions structurales de la zone de

EXPLICATIONS DES PLANCHES

Planche I

Fig. 1. — Schéma structural 1, faille normale; 2, accident décrochant; 3, axe haut; 4, axe bas; 5, principaux grabens; 6, volcans; 7, coulées volcaniques; 8, bassin perché; 9, dépression du Vitiaz (DV); FAA, fossés arrière-arc; FT, fossé de Tikopia; ZFHH, zone de fracture d'Hazel Holme; HFF, hauts-fonds de Fatutaka; T, Tikopia; A, Anuta; F, Fatutaka. En encart, localisation de la zone d'étude; 1, ce papier; 2, d'après [7].

Fig. 1. — Structural map. 1, normal fault; 2, strike slip fault; 3, structural high; 4, structural low; 5, major grabens; 6, volcanoes; 7, volcanic flows; 8, perched basin; 9, Vitiaz trench (DV); FAA, back-arc troughs; FT, Tikopia trough; ZFHH, Hazel Holme fracture zone; HFF, Fatutaka highs; T, Tikopia; A, Anuta; F, Fatutaka. Location of the studied area in the upper left corner; 1, this paper; 2, from [7].



Fig. 1

PLANCHE II/PLATE II

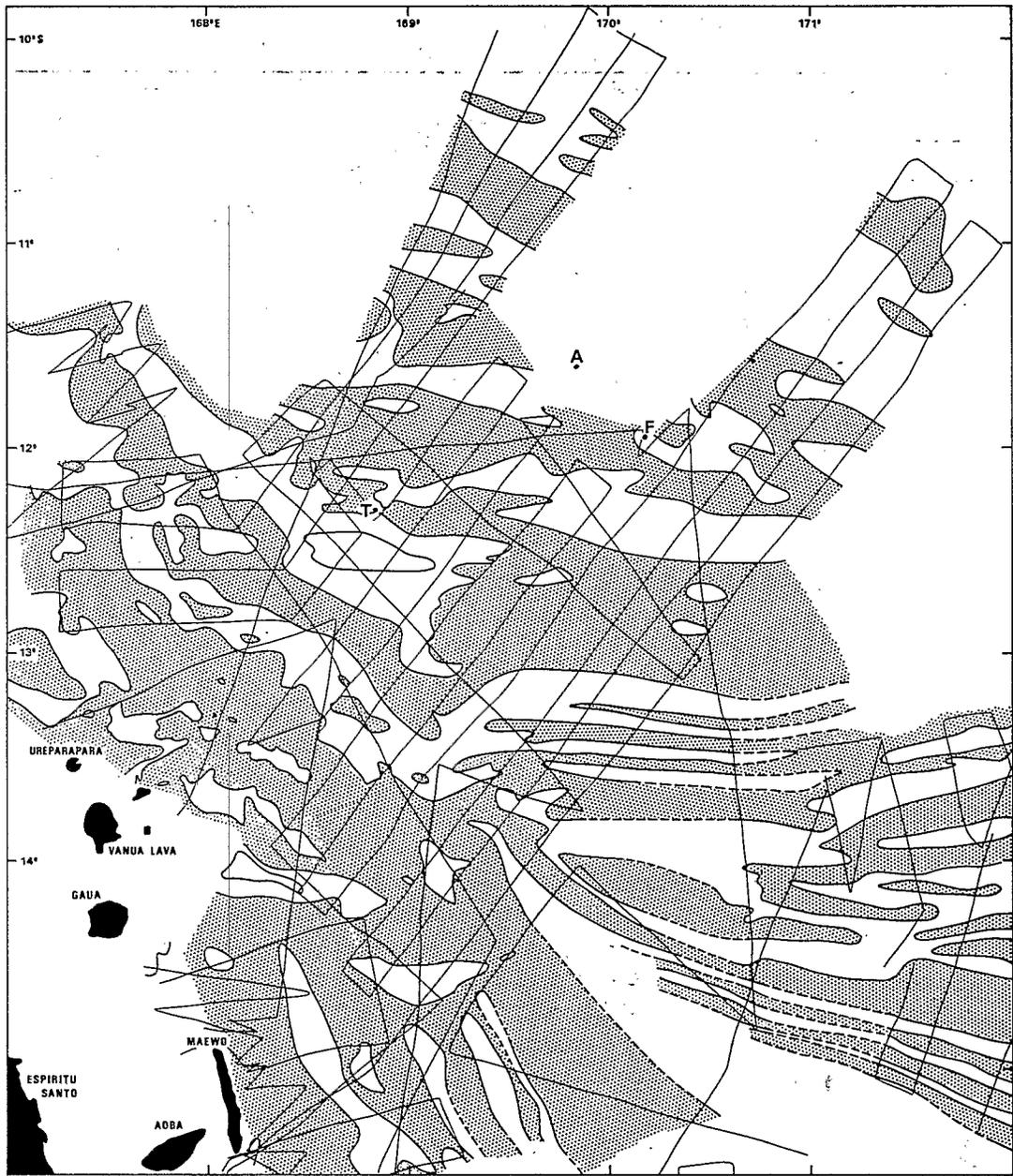


Fig. 2

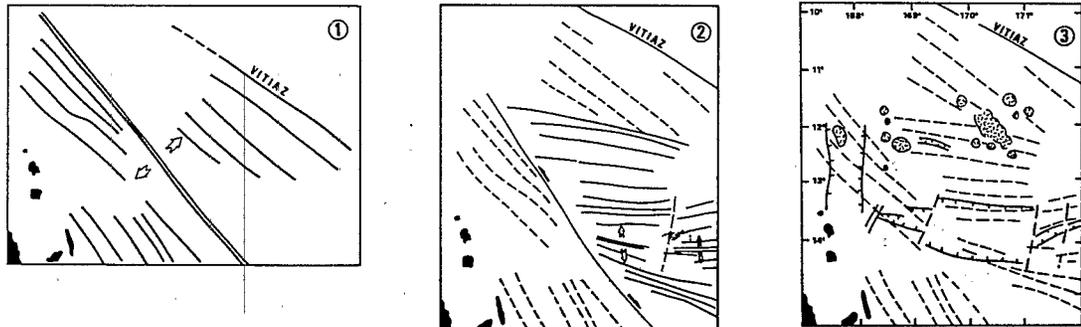


Fig. 3

Planche II

Fig. 2. — Carte magnétique. Les anomalies positives sont soulignées par un pointillé. Le plan de position des croisières utilisées est indiqué en trait fin.

Fig. 2. — *Magnetic map. Dotted areas represent positive anomalies. Ship tracks used in this study are shown.*

Fig. 3. — Schémas illustrant l'évolution de la zone étudiée. Les traits discontinus représentent les structures des stades antérieurs.

Fig. 3. — *Cartoons showing the history of the studied area. Discontinuous lines indicate structures related to previous stages.*

fracture d'Hazel Holme sont sub-parallèles aux linéations magnétiques. De part et d'autre de l'axe de symétrie, le nombre d'anomalie augmente d'Ouest en Est, les linéations les plus anciennes se prolongent plus loin vers l'Ouest. L'arrêt du fonctionnement de cet axe semble donc avoir migré vers l'Est.

3. Le secteur nord-est présente des linéations N 120°E. Celles-ci doivent représenter la signature du plancher océanique et non les anomalies liées aux édifices volcaniques car elles sont particulièrement bien nettes au Nord (10°15'-11°30'S; 169°-170°E) où aucun édifice important n'a été mis en évidence.

IV. INTERPRÉTATIONS ET CONCLUSIONS. — Les linéations magnétiques peuvent être regroupées en deux familles liées au fonctionnement de deux centres d'expansion distincts. En effet, les linéations NO-SE, installées sur les bordures ouest et NE du bassin, encadrent les linéations E-O. Les premières, où les anomalies 5 et 4A semblent être présentes, doivent être considérées comme les plus anciennes. Nous les rapprochons des linéations de même direction connues au Sud du bassin Nord-Fidjien. Ces dernières identifiées comme les anomalies 3A, 4 et peut-être 5 encadrent les linéations récentes NS (2A à 1) ([2], [9] à [12]).

Les linéations E-O résultent d'un deuxième stade d'ouverture plus récent. Cette chronologie est d'ailleurs compatible avec les variations d'épaisseur de la couverture sédimentaire. Ces linéations se biseautent à l'Ouest sur une direction N 140°E, parallèle aux linéations les plus anciennes. Cette frontière correspondrait alors à une zone transformante active pendant la seconde période d'ouverture, se calquant sur les structures préexistantes. Les trois anomalies positives décrites précédemment et symétriques par rapport à un axe au voisinage de 14°15'S, semblent correspondre à l'anomalie 3. L'anomalie 2 ou 2A marquerait l'axe à l'Ouest de 171°E. Plus à l'Est il semble exister des anomalies plus récentes. D'ailleurs des linéations E-O liées à un centre d'expansion actif sont connues jusqu'au nord des îles Fidji ([4], [13]).

Les directions structurales majeures (zone de fracture d'Hazel Holme, fossés arrière-arc et fossé de Tikopia) et le volcanisme (zone de Tikopia et hauts-fonds de Fatutaka) recoupent les linéations magnétiques et sont donc postérieurs à la création du plancher océanique. La zone de fracture d'Hazel Holme est une structure en extension récente et ne délimite pas des croûtes océaniques d'âges fondamentalement différents. Elle se superpose en partie au domaine axial du second système d'ouverture et recoupe plus à l'Ouest les linéations anciennes. Les directions structurales identiques de la zone d'Hazel Holme et du fossé de Tikopia ainsi que les relations spatiales entre la zone de fracture et les fossés arrière-arc suggèrent que toutes ces figures tectoniques résultent d'une extension récente NE-SO générale dans le bassin Nord-Fidjien [7]. Le volcanisme de Tikopia est également associé à cette extension. Les hauts-fonds de Fatutaka sont souvent interprétés

comme une partie de l'arc associé à la zone de subduction du Vitiaz. Cette hypothèse implique alors que cette subduction soit restée active après la création du plancher océanique sur lequel reposent les hauts-fonds volcaniques. Une autre hypothèse plus vraisemblable serait de relier ces volcans à la phase d'extension générale précédemment mentionnée et non à la subduction du Vitiaz.

L'évolution du coin NO du bassin Nord-Fidjien est illustrée par trois stades (fig. 3), les âges absolus proposés ne sont qu'indicatifs dans la mesure où les datations des anomalies sont en cours) : 1° accrétion le long d'un axe NO-SE de 12 à 7 M.a. (anomalie 5A à 4); 2° accrétion le long d'un axe E-O de 7 à 2-3 M.a. (anomalies 4 à 2-2A), plus à l'Est celle-ci pourrait être encore active et synchrone de l'accrétion le long de la dorsale N-S du sud du bassin Nord-Fidjien [4]; 3° déchirures et volcanisme résultant d'une extension N 45°E dans la période récente [7]. Les deux stades d'ouverture successifs peuvent être séparés par une période de transition, avec fonctionnement de point triple.

Note reçue le 11 janvier 1988, acceptée le 7 mars 1988.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] D. A. FALVEY, *Bull. Aust. Soc. Explor. Geophys.*, 9, 1978, p. 117-123.
- [2] A. MALAHOFF, R. H. FEDEN et H. S. FLEMING, *J. Geophys. Res.*, 87, 1982, p. 4109-4125.
- [3] T. M. BROCHER et R. HOLMES, dans T. M. BROCHER éd., *Circum pacific council for energy and mineral resources*, Earth Sciences Series A.A.P.G., 3, 1985, p. 122-137.
- [4] J. M. AUZENDE, Y. LAFOY et B. MARSSET, *Geology* (sous presse).
- [5] C. G. CHASE, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 82, 1971, p. 3087-3110.
- [6] B. P. LUYENDYK, W. B. BRYAN et P. A. JEREZ, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 85, 1974, p. 1287-1300.
- [7] P. CHARVIS, B. PELLETIER et E. RUELLAN (en préparation).
- [8] P. FRYER, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 85, 1974, p. 1717-1720.
- [9] B. M. LARUE et coll., *Trav. et Doc. ORSTOM*, 147, 1982, p. 361-406.
- [10] P. MAILLET et coll., *C.R. Acad. Sci. Paris*, 302, série II, 1986, p. 135-140.
- [11] J. M. AUZENDE et coll., *C.R. Acad. Sci. Paris*, 303, série II, 1986, p. 93-98.
- [12] Y. LAFOY et coll., *C.R. Acad. Sci. Paris*, 304, série II, 1987, p. 147-152.
- [13] N. Z. CHERKIS, U. N., ESCARP. CCOP/SOPAC, *Tech. Bull.*, 3, 1980, p. 37-45.

B. P., P. C., J. D., Y. H., F. J., R. L. et P. R. : Centre ORSTOM de Nouméa,
B.P. n° A5, Nouméa Cedex, Nouvelle Calédonie;

P. N. : Bureau of Mineral Resources, Honiara, Salomon.