

**CAMPAGNE SEAPSO 2 :**  
**ORIGINE ET NATURE DES FOSSES ARRIERE-ARC DES NOUVELLES HEBRIDES**

J. RECY ( chef de Mission )

ORSTOM, B.P. A5 Nouméa, Nouvelle-Calédonie

**1 - FICHE DESCRIPTIVE**

- Dates : départ le 10 novembre 1985 de Port Vila (Vanuatu)  
: retour le 30 novembre 1985 à Port Vila (Vanuatu).

- Lieu : Arrière-arc des Nouvelles-Hébrides

- Participants :

J. RECY Chef de mission, ORSTOM  
 G. AUCLAIR géologue, IFREMER  
 C. BALDASSARI technicienne, ORSTOM  
 J.M. BOIRAT géologue, BRGM  
 G.R. BROWN géologue, Université Hawaï  
 J. BUTSCHER dessinateur, ORSTOM  
 P. CHARVIS géophysicien, ORSTOM  
 J.Y. COLLOT géophysicien, ORSTOM  
 J. DANIEL géologue, ORSTOM  
 M. GERARD géologue, Université d'Orsay /ORSTOM  
 R. LOUAT géophysicien, ORSTOM  
 M.C. MONJARET géologue, UBO/ORSTOM  
 M. MONZIER géologue, ORSTOM  
 B. PONTOISE géophysicien, ORSTOM  
 E. RUELLAN géologue, UBO /ORSTOM

- Type et nombre d'opérations

Au cours de la campagne, 3.900 milles de profils de bathymétrie (seabeam), magnétisme, gravimétrie et 2.000 milles de sismique réflexion monotrace (panne de compresseur) ont été réalisés. D'autre part 31 dragages de roches (tous réussis) ont été effectués.

**2 - OBJECTIFS ET MÉTHODES**

La région arrière-arc des Nouvelles-Hébrides est soulignée au nord et au sud par des fossés qui

disparaissent dans la région centrale au niveau de la collision /subduction de la double ride d'Entrecasteaux objectif principal de la campagne SEAPSO 1.

**2.1 - Objectifs**

L'objectif de la campagne était d'étudier plus particulièrement l'origine et la nature des fossés et du volcanisme qui pourrait leur être associé. Ces fossés semblaient être constitués de grabens dont les flancs abrupts présentaient des coupes naturelles, susceptibles d'être échantillonnées par dragages, de la partie supérieure de la série volcano-sédimentaire de l'arc.

Des levés bathymétriques systématiques (cf. carte) ont été réalisés dans certains secteurs de la zone de fracture de Hazel Holme, des fossés du sud (Futuna, Erromango, Vaté) et du nord (Vot Tande, Vanikoro), tandis que des profils de reconnaissance tentaient de mettre en évidence la liaison des structures entre elles et les limites exactes du domaine des fossés vers la partie centrale de l'arc.

**2.2 - Méthodes**

Le travail en route (cf. carte) a consisté à la réalisation de profils de seabeam, gravimétrie, magnétisme et sismique réflexion, cette dernière méthode ayant été opérationnelle uniquement pendant les levés de la partie nord du secteur arrière-arc (jusqu'à Vaté).

Onze dragages ont été consacrés à

l'échantillonnage des flancs des fossés du Coriolis, cinq à celui des flancs des fossés du Nord et deux au flanc sud de la zone de fracture de Hazel Holme. Huit dragages ont été réalisés sur les édifices volcaniques des fossés du Nord tandis que cinq l'étaient sur des édifices en général de taille plus modeste dans les fossés du Sud.

### 3 - RÉSULTATS

#### 3.1 - La partie centrale arrière-arc.

La partie centrale de l'arc des Nouvelles-Hébrides est affectée de phénomènes compressifs actuels en relation avec la collision /subduction de la ride d'Entrecasteaux plus à l'ouest. La campagne SEAPSO a mis en évidence la transmission de ce régime de contraintes de l'avant-arc jusqu'à la région arrière-arc. A l'est du horst Maewo Pentecote, le passage au bassin Nord-Fidjien se fait par une pente abrupte et régulière jusqu'à 3000 m de profondeur. En pied de pente, des déformations compressives de faible ampleur se caractérisent par des plis visibles sur la bathymétrie et de petits chevauchements à vergence est, mis en évidence sur les profils de sismique réflexion. A l'approche de la zone de déformation le socle acoustique du bassin Nord-Fidjien s'approfondit de façon importante (Récy et al., 1986). La marge orientale de l'arc subit une tectonique active en compression, se traduisant par la mise en place d'un front de chevauchement à vergence Est en pied de pente, particulièrement actif comme le montre le nombre de mécanismes focaux de séismes superficiels [Louat et Pelletier (1)]. Ce phénomène a peut-être été à l'origine de la structuration de la marge elle-même au niveau des îles de Maevo et Pentecôte.

Le domaine arrière-arc en compression ou ne présentant aucune structure d'extension, s'étend de la zone de fracture de Hazel Holme au nord, à la fracture NW-SE qui

prolonge vers le bassin Nord-Fidjien la direction principale de l'île d'Ambrym.

#### 3.2 - Les fossés du Coriolis

Ils sont constitués de grabens discontinus bien définis dans les secteurs de Futuna, Erromango et Vaté, qui se développent de 17°20S à l'est de Vaté jusqu'à 20°50'S où ils se terminent par des structures en échelon.

Le graben de Futuna constitue la zone la plus profonde des fossés du Coriolis, voisine de 3500 m. Les directions tectoniques observées sur les flancs ou au fond du graben montrent qu'il serait la conséquence d'une distension voisine de N30°. Le fond du graben est constitué de petits reliefs alignés suivant une direction N135° probablement constitués de blocs de croûte d'arc basculés. Ils sont constitués de basaltes orogéniques qui ont donné des âges compris entre 6,5 et 6,1 Ma (Monjaret, 1989 et Monjaret et al., 1987 et in press)). Des andésites basiques calco-alcalines datées de 6,1 à 5,2 Ma occupent la base de la série volcano-sédimentaire affleurant sur l'escarpement oriental du fossé; elles sont surmontées par des laves basaltiques datées de 2,6 Ma qui précèdent les laves de l'île Futuna dont l'âge le plus ancien est 2 Ma. Enfin, un important volcan semble s'être édifié pendant ou après la création du fossé. Ces laves peu potassiques ont donné des âges de 1,7 à 0,7 Ma.

Le fossé d'Erromango laisse apparaître des directions structurales voisines. Le fond du graben apparaît nettement occupé par des blocs basculés. Les laves les plus anciennes de la série volcano-sédimentaire affleurant sur les flancs sont des basaltes tholéitiques d'arc qui ont donné un âge de 4,1 à 3,6 Ma. Les laves les plus récentes sont des dacites potassiques âgées de 2,7 Ma à peu près synchrones des émissions hyperpotassiques de la zone Vaté.

(1) - voir fin du chapitre 3.

Les fossés de Vaté sont constitués de deux grabens dont le plus occidental est le seul à présenter un remplissage sédimentaire régulièrement lité conséquent (plus de 0,5 s.t.d.), dont la structure en éventail montre bien la persistance de l'activité tectonique jusqu'à l'actuel. Les laves les plus anciennes de la série volcano-sédimentaire se caractérisent par leur richesse en K<sub>2</sub>O et ont donné des âges de 3,6 à 2,2 Ma. A l'extrémité septentrionale des fossés, les petits cones constitués de laves tholéitiques basiques ont donné des âges de 1,5 et 1,1 Ma.

L'ancienneté des laves échantillonnées dans la série volcano-sédimentaire de l'arc augmente avec l'amplitude du rejet des failles bordières des grabens. L'arc récent et toujours actif des Nouvelles-Hébrides se constituait déjà il y a plus de six millions d'années.

Les édifices volcaniques apparemment surimposés aux fossés n'ont pas donné d'âges plus anciens que 1,7 Ma.

### 3.3 - Les fossés Nord Hébrides.

La limite sud des fossés du Nord est constituée par la fracture de Hazel Holme, zone d'extension récente et encore active pour Charvis et Pelletier (soumis), tandis que la limite de leur extension vers le nord n'a pas été reconnue par manque de données. Ils sont constitués de grabens ou de demi grabens de direction N-S dont la morphologie est moins bien individualisée et plus complexe que celle des fossés du sud; la faible continuité des structures résulte de la présence de nombreuses failles coulissantes transverses associées à une extension N45° - N60° (Charvis et Pelletier, soumis).

Seule la partie orientale de cette zone de grabens présente des anomalies magnétiques orientées N130 à N135° continûment cohérentes avec celles observées sur la partie ancienne du bassin Nord-Fidjien que recoupe les

directions structurales N-S des fossés. Les grabens se seraient donc développés à la fois sur la partie orientale de l'arc et sur la partie occidentale la plus ancienne du bassin Nord-Fidjien. L'âge de 13 - 12 Ma (Monjaret, 1989) obtenu sur des basaltes de type MORB prélevés sur l'escarpement oriental du fossé de Vanikoro conforte cette hypothèse.

La série sédimentaire inférieure basculée, épaisse de 0,5 à 1,2 s.t.d. et observée dans les grabens et les horsts est recouverte en discontinu dans les grabens par une série de structures en éventail épaisse de 0,2 à 0,3 s.t.d., à l'évidence liée à une tectonique récente et encore actuelle à l'origine de la création des fossés.

Dans le secteur de Vanikoro plusieurs cônes volcaniques occupent la zone des fossés. Le volcanisme basique, de type intermédiaire entre MORB et IAT pour les laves les plus anciennes des édifices centraux émises à partir de 3,85 Ma, présente des caractères acides hyperpotassiques à partir de 1,8 Ma. Des laves orogéniques sont aussi observées vers 2,6 - 2,3 Ma sur le flanc oriental du fossé.

Le secteur de Vot Tande est caractérisé par un magmatisme continûment enrichi en TiO<sub>2</sub>. Les laves les plus anciennes (4,8 - 4,9 Ma) de type calco-alkalin proviennent d'une ride constituant probablement un horst et apparaissent représentatives de la série volcano-sédimentaire antérieure à la tectonique des fossés. Le volcanisme tholéitique commence vers 2,75 Ma sur un édifice volcanique situé au sein du fossé.

3.4 - Discussion sur l'âge, la structure et l'origine des fossés arrière-arc.

L'épaisseur de la série sédimentaire observée sur la partie occidentale la plus ancienne du bassin Nord-Fidjien à l'est des fossés actuels, montre bien qu'il n'existait pas, lors de ces dépôts, de structure jouant le

rôle de piège à sédiments entre la source des apports (l'arc) et le lieu de sédimentation. La faible épaisseur et la structure en éventail de la série supérieure observée dans les fossés plaident pour une création récente liée à une distension N45°, active encore actuellement comme le montrent les mécanismes focaux des séismes observés dans les fossés du sud et le long de la fracture de Hazel Holme (Louat et Pelletier, cf. fin du chapitre).

Cette distension à l'origine de la structure en grabens des fossés ne semble pas avoir été accompagnée par un volcanisme réellement particulier (Monjaret et al., 1987 et in press) et il n'y a pas eu expansion au sens classique du terme (absence d'anomalies magnétiques associées aux fossés). Même si ces fossés ont eu une origine polyphasée, entrecoupée de périodes d'inactivité tectonique, il est difficile d'accepter que leur création, en quelque partie que ce soit, ait pu débuter entre 6,5 et 4,8 Ma. Tout au plus peut-on admettre que leur origine coïncide avec les appareils volcaniques les plus jeunes dont les émissions ont débuté après 3 Ma, âge qui correspond d'ailleurs à un réajustement tectonique majeur dans le bassin Nord-Fidjien avec le début de l'ouverture de la dorsale NS (voir SEAPSO 3). Même ainsi rajournée, une telle origine implique un fonctionnement très discontinu pour expliquer l'absence d'expansion caractérisée alors qu'un taux actuel de 5 cm /an a été proposé [Louat et Pelletier (1)] pour les fossés du Nord.

L'hypothèse (Charvis et Pelletier, soumis) du début d'une création encore plus récent (700.000 ans) concilie continuité de la distension et taux calculé actuel et lie ce phénomène au dernier réajustement tectonique majeur dans le bassin Nord-Fidjien : début du fonctionnement du point triple (central) et de la zone de fracture fidjienne (voir SEAPSO 3).

En tout état de cause, les fossés arrière-arc représentent une tentative de recréation d'une

situation de type bassin marginal classique avec expansion le long d'un axe "parallèle" à l'arc, dans un bassin marginal évolué, le bassin Nord-Fidjien, dont la mécanique s'est éloignée de ce type classique (voir SEAPSO 3).

(1) Citation de publication extérieure à celles issues de la campagne SEAPSO 2 - LOUAT R. and PELLETIER B. in press. Seismotectonics and present-day relative plate motions in the New Hebrides - North Fiji Basin region. Tectonophysics.

#### 4 - RÉSUMÉ ANGLAIS DÉTAILLÉ (ABRIDGED VERSION)

##### 4.1 - Introduction

- Dates : from Port Vila (Vanuatu) on 13th November 1985 to Port Vila (Vanuatu) on 30th November 1985.

- Area : back-arc area of New Hebrides arc

- Scientific party participating in the cruise  
(See part 1 in the text)

- Survey cruise - (see map)

The data base of the cruise consists of 3900 miles of bathymetry, gravimetry and magnetism profiles and 2000 miles of single channel seismic reflection profiles; 31 dredgings were also successfully performed. Geophysical data are stored at the IFREMER ATDO Center of Brest, France.

##### 4.2 - Objectives

New Hebrides back-arc troughs are located in the northern and southern part of the rear of the New Hebrides arc. There is no trough in front of the collision / subduction of the d'Entrecasteaux ridge. The objectives of the cruise were to collect more data concerning the structure and the volcanism in this area in order to solve the problem of age and origin of the structures observed at the back of the arc.

#### 4.3 - Results.

##### 4.3.1 - Central part of the back-arc area.

SEAPSO cruise evidenced that the compressional stresses induce typical features back of the arc. The eastern border of the arc is a dip scarp at the foot of which the filling of the North Fiji basin shows folding and thrust. This margin is evolving in back arc thrusting.

##### 4.3.2 - Coriolis troughs

The southern Coriolis troughs (Futuna, Erromango and Vate) are composed of grabens bordered by N 135 normal faulting and induced by N 30° tensional stress. The border of the grabens are limited on the eastern part by scarps which cut the volcano-sedimentary series of the arc and allow outcropping of former stages of the building of the arc. The oldest arc type lavas dredged have given a 6,5 Ma age and this data support the hypothesis that the present volcanic arc activity has begun earlier than it was supposed. Lavas from small volcanoes inside the grabens have not given ages oldest than 1,7 Ma and does not present significant differences from volcanic arc lavas type.

##### 4.3.3 - Northern troughs.

They are composed of north south trending discontinuous grabens and horst shifted by numerous N 45° strike slip fault parallel to extensional stress. Volcanic rocks from the foot of the eastern scarp of the Vanikoro graben are (12-13 Ma) MORB lavas representative of the oldest crust of the North Fiji Basin.

Inside the grabens the typical volcanic cones did not give ages older than 2,9 Ma.

Morphological and structural evidences suggest that both the back arc troughs and the Hazel Holme fracture are recent, still active and result from NE-SW extensional tectonics. Age (3 or 0,7 Ma) of the beginning of this extension is still controversial, diachronism and /or discontinuity of this

movement are discussed. Nevertheless the back-arc troughs represent certainly a reorganization of back-arc opening in a more classical back arc opening mechanism, because since 3 Ma until to present the North Fiji basin opening is not straightly coupled with the New Hebrides subduction movement.

#### 5 - LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS ISSUES DE LA CAMPAGNE

- RECY J. et l'équipe scientifique de SEAPSO 2 , 1986 - Rapport scientifique de la campagne SEAPSO 2 - Multigr. ORSTOM Nouméa. 150 p.

- RECY J., CHARVIS P., RUELLAN E., MONJARET M.C., GERARD M., AUCLAIR G., BALDASSARI C., BOIRAT J.M., BROWN G.R., BUTSCHER J., COLLOT J.-Y., DANIEL J., LOUAT R., MONZIER M. et PONTOISE B. - Tectonique et volcanisme sous-marin à l'arrière de l'arc des Nouvelles-Hébrides (Vanuatu, Pacifique Sud-Ouest) : résultats préliminaires de la campagne SEAPSO Leg II du N/O Jean Charcot C.R. Acad. Sc. Paris, t. 303, Série II n° 8 - pp. 685- 690.

- MONJARET M.C., BELLON H., MAILLET P. et RECY J., 1987 - Le volcanisme des fossés arrière-arc des Nouvelles-Hébrides (campagne SEAPSO leg 2 du N/O Jean Charcot dans le Pacifique Sud-Ouest). Datations K/AR et données pétrologiques préliminaires. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 305, série II, pp. 605-609.

- RUELLAN E., MONJARET M.C., CHARVIS P., BELLON H., MAILLET P. et RECY J., 1987 - Tectonic and volcanic development of New Hebrides back-arc troughs (S.W. Pacific). Communication EUG Strasbourg .

- GERARD M., PERSON A., RECY J. and DUBOIS J., 1987 - Preliminary results of petrological and mineralogical studies of manganeseiferous encrustation dredged on New Hebrides (Vanuatu). Communication EUG Strasbourg.

- PELLETIER B., CHARVIS P., DANIEL J., HELLO Y., JAMET F., LOUAT R., NANAU P. et RIGOLOT P., 1988 - Structure et linéations magnétiques dans le coin nord-ouest du bassin Nord-Fidjien : résultats préliminaires de la campagne EVA 14 (août 1987). C.R. Acad. Sc. Paris, t. 306, série II, pp. 1247-1254.

- MONJARET M.C., BELLON H., MAILLET P., 1988 - Pétrologie et géochronologie K-Ar du volcanisme des fossés arrière-arc des Nouvelles-Hébrides. 12ème R.S.T., Lille, avril 1988, p. 99.

- MONJARET M.C., 1989 - Le magmatisme des fossés à l'arrière de l'arc des Nouvelles-Hébrides (campagne SEAPSO 2 du Jean Charcot) - Thèse de doctorat de

l'Université de Bretagne Occidentale. 277 p.

- CHARVIS P., RUELLAN E., PELLETIER B., MONJARET M.C. and RECY J. 1989 - Widespread extension in the New Hebrides back-arc area (Vanuatu, Southwest Pacific). Abst. 28th Internat. Geol. Congress, Washington, D.C., USA, July, 9-19.

- MONJARET M.C., BELLON H., MAILLET P. - Petrology and K-Ar geochronology of the New Hebrides back arc troughs. Relationships with the arc volcanism - Soumis Journ. of Volcan. and Geoth. Res.

- CHARVIS P. and PELLETIER B.- The Northern New Hebrides back-arc troughs : history and relationships. Soumis Tectonophysics.

