

ETUDE DES FOSSÉS DES NOUVELLES-HEBRIDES (VANUATU)  
AU SONDEUR MULTIFAISCEAUX (SEA BEAM)

PROPOSITION D'ETUDE FAITE PAR L'EQUIPE DE GEOLOGIE-GEOPHYSIQUE  
DU CENTRE ORSTOM DE NOUMEA, REDIGEE PAR J. DANIEL

**O.R.S.T.O.M.**

Fonds Documentaire

N° : 82/82/01964

Cote : A 852, ex 2

Date : 20 OCT. 1982

Septembre 1982

ETUDE DES FOSSES DES NOUVELLES-HEBRIDES (VANUATU)  
AU SONDEUR MULTIFAISCEAUX (SEA BEAM)

Ce projet de campagne du N.O. "Jean CHARCOT" s'intègre au programme EVA mené dans le S.W. Pacifique par l'ORSTOM (cf. Annexe).

TRAVAUX ANTERIEURS

Les fossés de l'arc des Nouvelles-Hébrides (Vanuatu) (Fig. 1 et 2) ont été découverts lors des croisières du N.O. CORIOLIS de 1966 (de CHALVRON et al., 1966; PUECH et REICHENFELD, 1968, 1969). Ils figurent sur la carte bathymétrique du Pacifique Sud établie par la Scripps Institution of Oceanography (MAMMERICKX et al., 1971, feuille n° 12).

Plusieurs hypothèses ont été émises sur leur mode de formation et leur signification tectonique. KARIG et MAMMERICKX (1972) les ont assimilés à des bassins inter-arcs disposés en échelons. LUYENDYK et al. (1974) en ont fait des fossés d'extension sans pouvoir mettre en évidence une nouvelle croûte océanique. MALLICK (1973) et SLEEP (1973) ont préféré le terme de "bassins intra-arcs". DUBOIS et al. (1975, 1978) ont repris l'étude après les campagnes AUSTRADec menées par le CEPm, le CNEXO et l'ORSTOM et ont proposé un mécanisme de formation lié à des phénomènes profonds et facilité par l'existence de réseau de fractures.

RESULTATS ACQUIS AU COURS DU PROGRAMME EVA

Au cours des campagnes EVA consacrées à la zone de subduction des Nouvelles-Hébrides, une étude systématique de l'arc entre les îles de Vaté et Anatom a été entreprise. De nouvelles données sur la structure des fossés entre 17° S et 20° S ont été acquises (DANIEL, 1978, 1982).

Morphologie et structure superficielle

Quinze profils bathymétriques recoupent les fossés entre 17° et 20°

(Fig. 3 et 4). La carte bathymétrique (1/1.100.000, équidistance 200 m; Fig. 2) montre que l'orientation des fossés reste parallèle à la fosse (Fig. 5) mais que leur forme varie. Les enregistrements de sismique-réflexion montrent qu'il s'agit de structures d'effondrement (Fig. 6) et que le plancher est de même nature que les bordures. Toutefois, l'existence d'intrusions liées aux fractures est confirmée par la présence de fortes anomalies magnétiques.

### Structure profonde

Les profils de réfraction et de gravimétrie (PONTOISE et al., 1982; COLLOT et MALAHOFF, 1982) montrent que, contrairement au modèle proposé par SOLOMON et BIEHLER (1969), il n'y a pas d'amincissement de la croûte juste sous les fossés ni existence d'une croûte plus épaisse de part et d'autre. Le fossé se situe au niveau de la transition entre le bassin Nord-Fidjien et l'arc proprement dit. Cette position explique sans doute partiellement l'origine des fossés, la zone de transition étant une zone de faiblesse de la croûte.

Au point de vue sismique, les données les plus récentes montrent que les fossés sont le siège d'une activité superficielle (COUDERT et al., 1981; CHATELAIN, communication personnelle). Les événements qui ont pu être positionnés convenablement (COUDERT et al., 1981) se situent entre 10 et 20 km de profondeur donc sensiblement plus profond que les séismes des rides médio-océaniques. Les déterminations précises des événements mis en évidence par le réseau ORSTOM-CORNELL sont en cours (CHATELAIN, communication personnelle). Pour la sismicité intermédiaire, la corrélation observée, sur l'ensemble de l'arc, par DUBOIS et al. (1975, 1978) entre la position des fossés et la position des épacentres des séismes intermédiaires les plus profonds, n'est contrôlée que par un nombre d'événements relativement faible et nécessiterait une étude plus approfondie. Toutefois, le changement de direction du fossé observé au sud d'Anatom se corréle très bien avec une remontée de la profondeur maximum des séismes intermédiaires (LOUAT et al., 1982).

### OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS D'UNE CAMPAGNE SEA-BEAM

L'étude des fossés par la bathymétrie classique permet de déduire qu'ils sont dus à une distension, bien que la cause de cette distension ne soit pas clairement établie. Toutefois, il n'est pas possible de préciser

les directions de déformation , et par conséquent de connaître le champ de contrainte correspondant, dans cette portion de l'arc.

Par ailleurs, le fait que les fossés s'interrompent au niveau des îles de Vaté et d'Erromango et non au niveau de Tanna, montre que parallèlement à l'arc il peut y avoir des variations de ce champ de contrainte. Une éventuelle corrélation entre l'existence même des îles, l'existence des terrasses soulevées à Vaté et Erromango, et une modification du champ de contrainte n'est pas à exclure. L'utilisation du sea-beam devrait permettre de préciser la bathymétrie, de connaître les directions de déformation, l'allure réelle des fractures. De plus, comme les fossés semblent avoir subi des déformations (décrochements) postérieures à leur formation, il sera intéressant de tenter de relier ces déformations aux structures observées sur le reste de l'arc. Cette étude de la dynamique de la partie arrière-arc pourra par la suite contribuer à la connaissance du régime tectonique de l'ensemble de la zone de subduction.

Une meilleure connaissance de la bathymétrie des fossés permettra également, un échantillonnage (par dragages ou prélèvements in situ) des formations. En effet l'existence d'effondrements par failles de l'ordre de 1000 à 2000 m devrait mettre à jour des formations d'âges différents et permettre une stratigraphie des formations superficielles de l'arc qu'il sera intéressant de comparer avec les observations faites sur les îles. Enfin l'étude des intrusions mises en place le long des fractures (que l'on pourra utilement comparer aux roches affleurant sur l'île de Futuna située sur le bord est du fossé) devrait permettre de caractériser et de dater les processus magmatiques liés à la création des fossés et peut-être d'évaluer l'extension en profondeur de ces phénomènes.

#### SCHEMA POSSIBLE DE LA CAMPAGNE

La campagne sea-beam pourrait se décomposer en l'étude de trois couloirs (Fig. 2) dont la superficie totale représente environ 10.000 km<sup>2</sup>. Une estimation de la durée de la mission a été faite à partir des indications de ALLENOU et RENARD (1978) et LE PICHON et al. (1979); elle serait de l'ordre de 15 jours.

- couloir I : il s'agit de l'étude de la terminaison du fossé au niveau de l'île d'Erromango;

- couloir II : ce couloir coupe le fossé au niveau d'un décrochement WSW-ENE;
- couloir III : ce couloir recoupe le fossé dans sa partie la plus profonde ( > 3000 m) et englobe l'île de Futuna.

Le tracé de ces couloirs est donné à titre indicatif essentiellement pour situer les zones d'intervention. En particulier, il peut être envisagé de réduire leur longueur pour couvrir une surface du fossé plus importante.

La zone d'étude (Fig. 1) est située à environ 250 milles nautiques de Nouméa (Nouvelle-Calédonie) et 75 milles de Port-Vila (Vanuatu).

BIBLIOGRAPHIE

- ALLENOU J.P. et RENARD V., 1978 - Le sea-beam, sondeur à faisceaux multiples du navire océanographique "Jean CHARCOT". Rapport scientifique et technique n° 37 - Centre Océanologique de Bretagne, Brest.
- CHALVRON M. de, DUBOIS J., PUECH J.L. et REICHENFELD C., 1966 - Croisière bathymétrique à bord du CORIOLIS, navire océanographique du Centre ORSTOM de Nouméa. Rapport ORSTOM, Nouméa, 11 p.
- COLLOT J.Y. et MALAHOFF A., 1982 - Anomalies gravimétriques et structure de la zone de subduction des Nouvelles-Hébrides in Equipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa. Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. Travaux et Documents de l'ORSTOM n° 147, pp. 91-109.
- COUDERT E., ISACKS B., BARAZANGI M., LOUAT R., CARDWELL R., CHEN A., DUBOIS J., LATHAM G.V. and PONTOISE B., 1981 - Spatial distribution and mechanisms of earthquakes in the southern New Hebrides arc from a temporary land and Ocean Bottom Seismic network and from worldwide observations. J.G.R. vol. 86, pp. 5905-5925.
- DANIEL J., 1978 - Morphology and structure of the southern part of the New Hebrides island arc system. J. Phys. Earth, 26, pp. S 181- S 190.
- DANIEL J., 1982 - Morphologie et structures superficielles de la partie sud de la zone de subduction des Nouvelles-Hébrides in Equipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa. Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. Travaux et Documents de l'ORSTOM n° 147, pp. 39-60.
- DUBOIS J., DUGAS F., LAPOUILLE A. et LOUAT R., 1975 - Fossés d'effondrement en arrière de l'arc des Nouvelles-Hébrides. Mécanismes proposés. Rev. Geogr. Phys. et Géol. Dyn. (2), vol. XVII, fasc. 1, pp. 73-94.
- DUBOIS J., DUGAS F., LAPOUILLE A. and LOUAT R., 1978 - The troughs at the rear of the New Hebrides island arc : possible mechanisms of formation. Canad. Journ. of Earth Sciences, 15, pp. 351-360.

- KARIG D.E. and MAMMERICKX J., 1972 - Tectonic framework of the New Hebrides island arc. Marine Geology, 12, pp. 187-205.
- LE PICHON X., ANGELIER J., AUBOIN J., LYBERIS N., MONTI S., RENARD V., GOT H., HSÜ K., MART Y., MASCLE J., MATTHEWS D., MITROPOULOS D., TSOFLIAS P. and CHRONIS G., 1979 - From subduction to transform motion : a sea-beam survey of the Hellenic trench system. Earth and Plan. Sci. Let., 44, pp. 441-450.
- LOUAT R., DANIEL J. et ISACKS B., 1982 - Sismicité de l'arc des Nouvelles-Hébrides in Equipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa. Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. Travaux et Documents de l'ORSTOM n° 147, pp. 111-148.
- LUYENDYK B.P., BRYAN W.B. and JEZEK P.A., 1974 - Shallow structure of the New Hebrides island arc. Geol. Soc. Am. Bull., 85, pp. 1287-1300.
- MALLICK D.I.J., 1973 - Some petrological and structural variations in the New Hebrides in "The Western Pacific : island arcs, marginal seas, geochemistry" by P.J. Coleman (ed.), Univ. West Aust. Press, pp. 193-211.
- MAMMERICKX J., CHASE T.E., SMITH S.M. and TAYLOR I.L., 1971 - Bathymetry of the South Pacific. Chart n° 12 - Scripps Institution of Oceanography.
- PONTOISE B., LATHAM G.V. et IBRAHIM A.K., 1982 - Sismique réfraction : structure de la croûte aux Nouvelles-Hébrides in Equipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa. Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. Travaux et Documents de l'ORSTOM n° 147, pp. 79-90.
- PUECH J.L. et REICHENFELD C., 1968 - Croisière bathymétrique aux Nouvelles-Hébrides à bord du CORIOLIS. Rapport ORSTOM, Nouméa.
- PUECH J.L. et REICHENFELD C., 1969 - Etudes bathymétriques dans la région des îles Erromango, Tanna et Anatom (Nouvelles-Hébrides). C.R. Acad. Sc., t. 268, pp. 1259-1261.
- SLEEP N.H., 1973 - Induced flow beneath island arcs and intra arcs spreading. EOS, Trans. Amer. Geophys. Un., vol. 54, n° 4, p. 467.
- SOLOMON S. and BIEHLER S., 1969 - Crustal structure from gravity anomalies in the Southwest Pacific. Journ. Geophys. Res., 74, pp. 6696-6701.

LISTE DES ANNEXES ET FIGURES

ANNEXE 1 - Le programme EVA

- Fig. 1 - Situation de la zone d'étude. NC = Nouvelle-Calédonie, L = Loyauté, AUST = Australie, NG = Nouvelle-Guinée, NB = Nouvelle-Bretagne, S = Salomon, NH = Nouvelles-Hébrides, F = Fidji, T = Tonga, K = Kermadec, NZ = Nouvelle-Zélande.
- Fig. 2 - Bathymétrie des fossés des Nouvelles-Hébrides entre 17° et 20° S (extrait de DANIEL, 1982) et couloirs d'étude proposés. Profondeurs en mètres et équidistance des courbes égale à 200 m.
- Fig. 3 - Localisation des profils bathymétriques. En pointillés, les fossés arrière-arc.
- Fig. 4 - Coupes à travers les fossés. Pour l'orientation et la localisation des coupes, voir la figure 3.
- Fig. 5 - Positions respectives de la fosse (hachures), des îles et des fossés (pointillés). Alors que la distance fosse-fossés semble constante (environ 180 km), les distances fosse-îles, d et D, varient de 80 à 130 km (DANIEL, 1982). Les triangles représentent les principaux volcans.
- Fig. 6 - Profil de sismique réflexion sur un fossé arrière-arc à hauteur de l'île de Tanna. Voir localisation sur la figure 3.

E V A1 - TITRE

Evolution dans le temps et l'espace des arcs insulaires.

2 - PRESENTATION

Les grandes reconnaissances menées par l'ORSTOM dans le Sud-Ouest Pacifique (série de croisières Géorstom et Austradeç de 1970 à 1976) ont montré que l'existence de cette vaste région de marge bordant l'Australie sur plus de 2.000 km de largeur était le résultat de l'évolution dans le temps et l'espace de la limite entre les plaques Indo-Australienne et Pacifique.

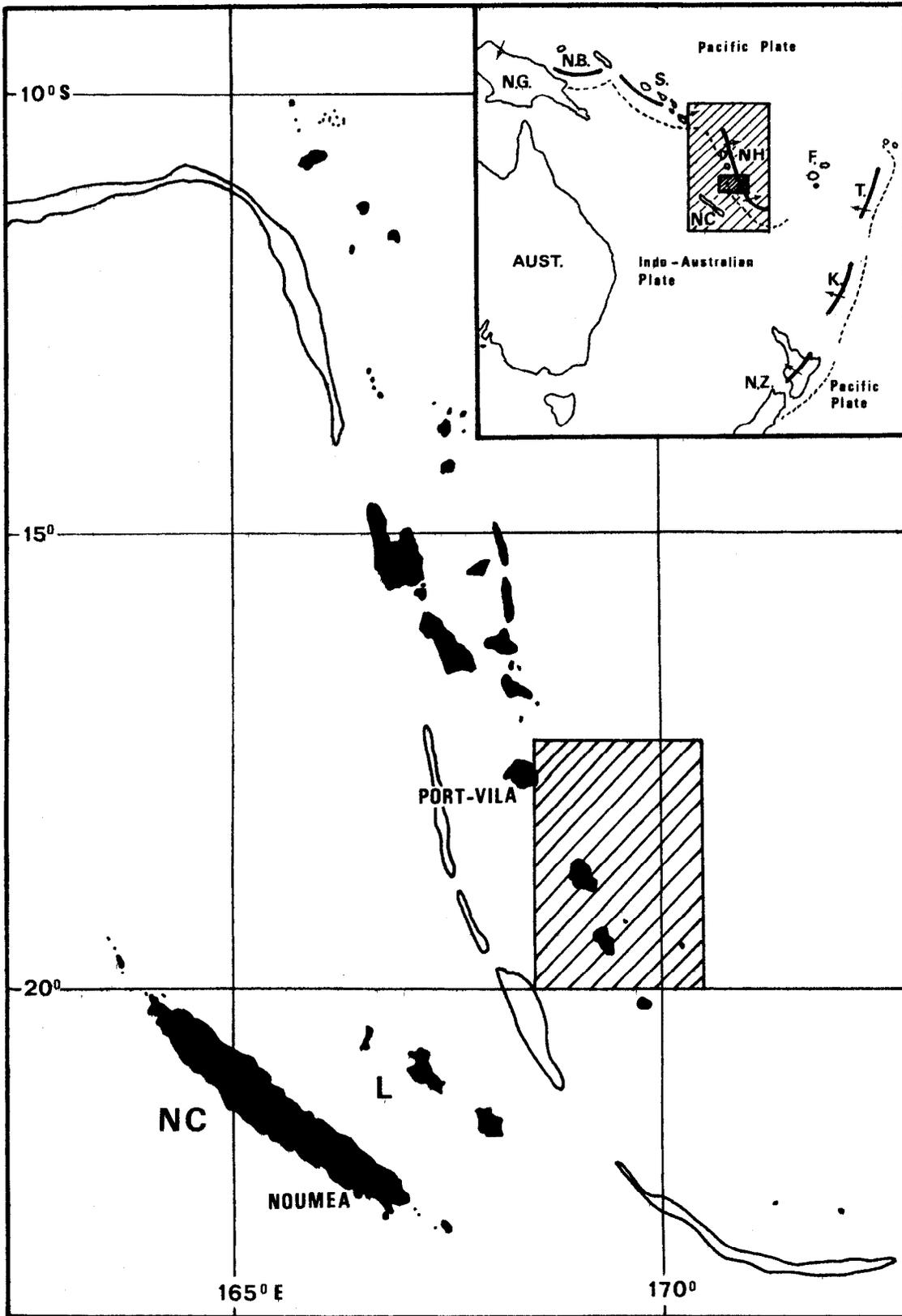
Il est d'autre part apparu que le phénomène de subduction, (ses mécanismes et ses conséquences) était moins bien connu que le phénomène d'expansion qui commence à être bien cerné.

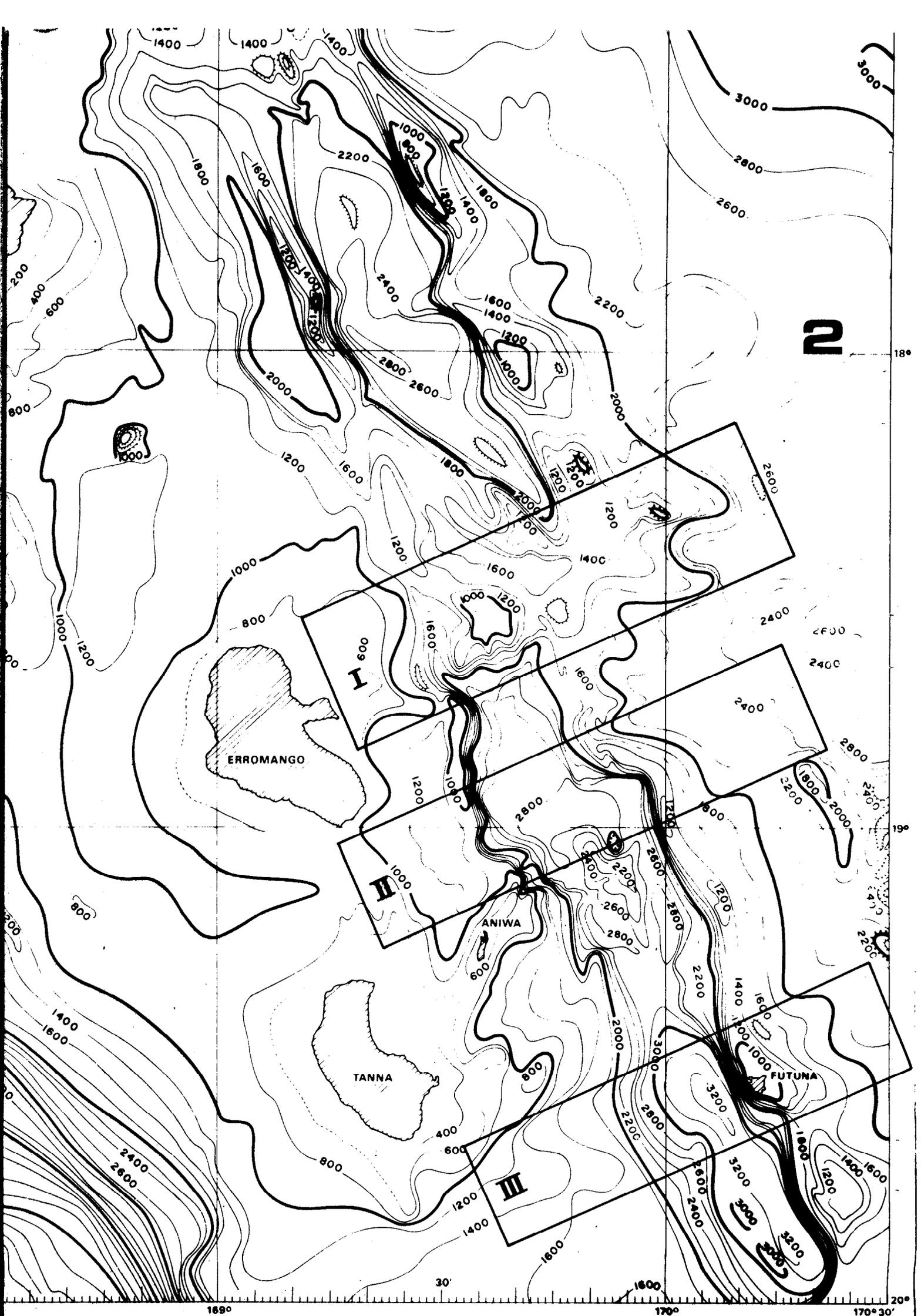
Il semblait donc prématuré de se lancer dans le Sud-Ouest Pacifique dans une campagne de reconnaissance détaillée alors même que les paramètres permanents caractéristiques d'un arc insulaire étaient peu ou mal connus.

Le programme EVA a l'ambition de cerner les phénomènes liés à la subduction d'une plaque sous l'autre. Un certain nombre de stades d'évolution a été choisi dans les systèmes d'arcs insulaires actifs et fossiles du Sud-Ouest Pacifique. Dans les secteurs caractéristiques ainsi définis des études multidisciplinaires sont menées en coopération avec des partenaires français ou américains.

Il n'est pas douteux que le Sud-Ouest Pacifique offre le plus grand nombre d'exemples démonstratifs de subduction active ou fossile. A ces avantages de terrain s'ajoute celui de l'implantation permanente du Centre ORSTOM qui permet d'assurer des actions d'observation à terre (sismologie, géodésie) ou des opérations complémentaires de celles prévues en mer (prélèvements de roches, géodynamique des terrasses, etc...)

Il s'agit donc d'un des rares programmes réellement à même d'étudier l'évolution dans le temps et l'espace des arcs insulaires, et donc de dépasser le stade de la description régionale.





2

ERROMANGO

ANIWA

TANNA

FUTUNA

I

II

III

18°

19°

168°

170°

170° 30'

30

168° E

169°

170°

171°

17° S

3

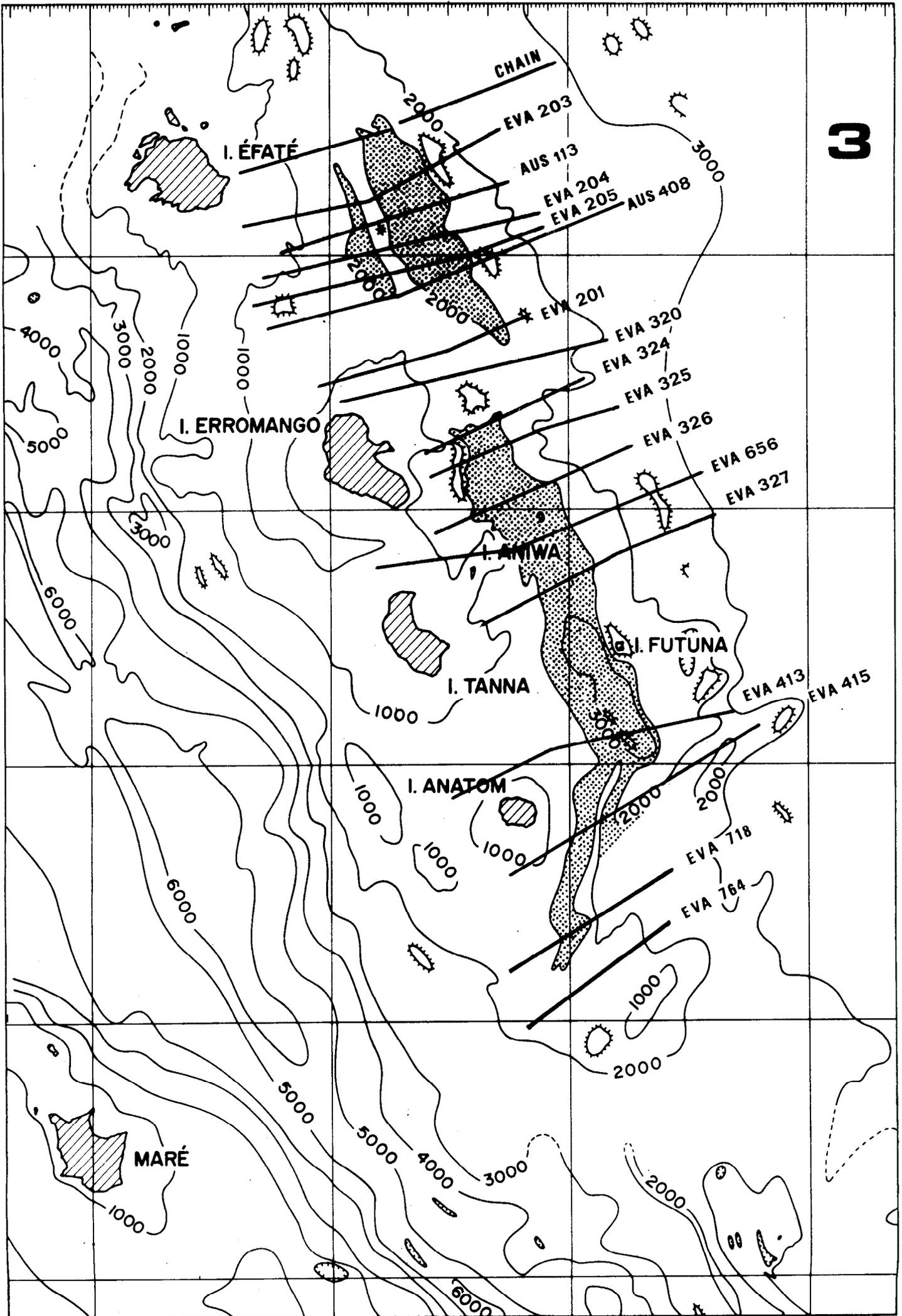
18°

19°

20°

21°

22°



I. ÉFATÉ

CHAIN

EVA 203

AUS 113

EVA 204

EVA 205

AUS 408

EVA 201

EVA 320

EVA 324

EVA 325

EVA 326

EVA 656

EVA 327

I. ERROMANGO

I. ANIWA

I. FUTUNA

I. TANNA

I. ANATOM

MARÉ

EVA 413

EVA 415

EVA 718

EVA 764

2000

3000

2000

2000

4000

3000

2000

1000

1000

5000

3000

6000

1000

100

1000

6000

5000

5000

4000

3000

1000

2000

2000

6000



CHAIN



EVA 203



AUS 113



EVA 204



EVA 205



AUS 408



EVA 201



EVA 320



EVA 324



EVA 325



EVA 326



EVA 656



EVA 327



EVA 413



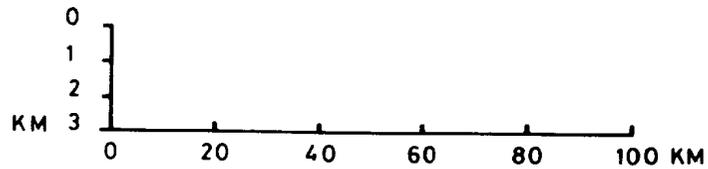
EVA 415

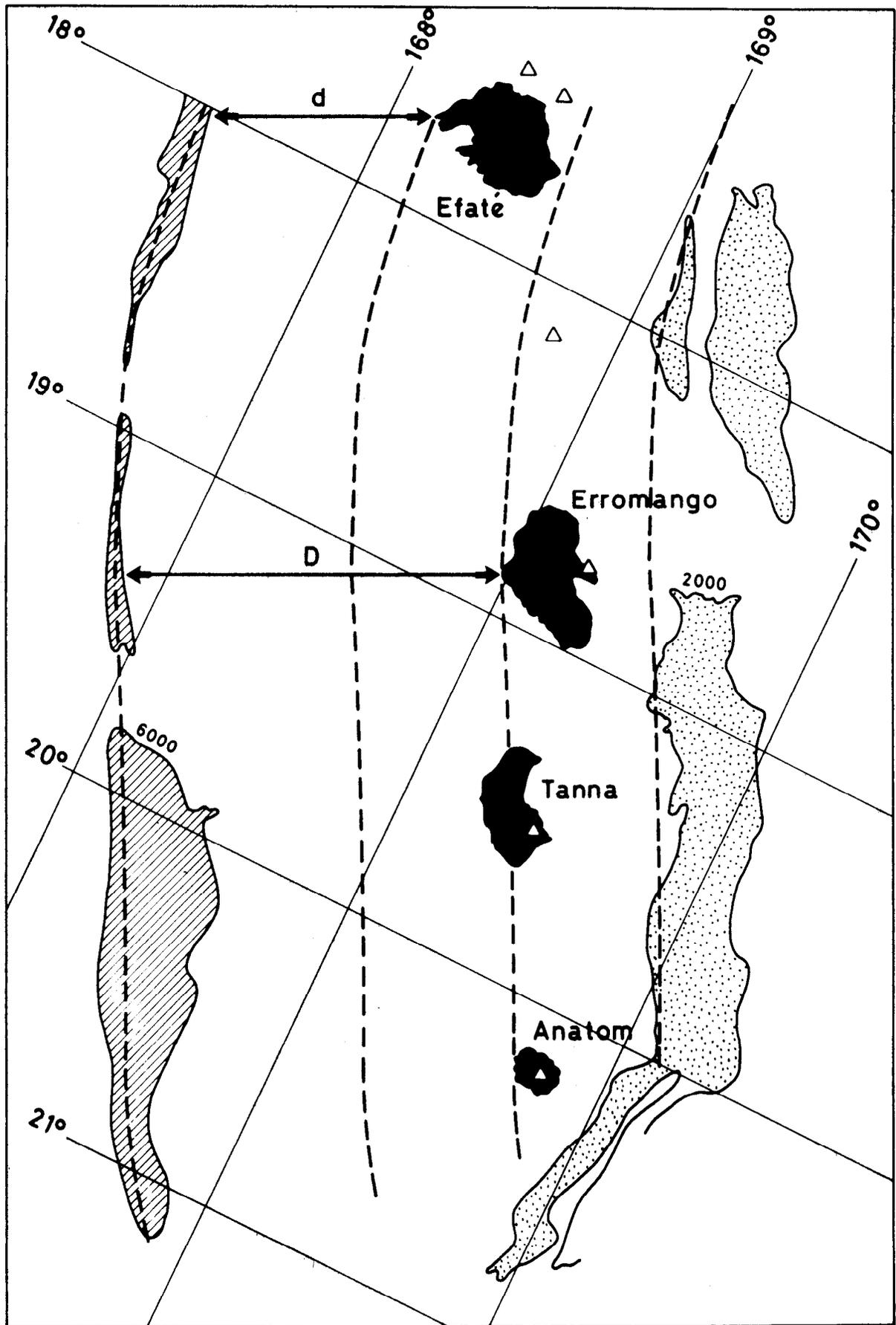


EVA 718



EVA 764

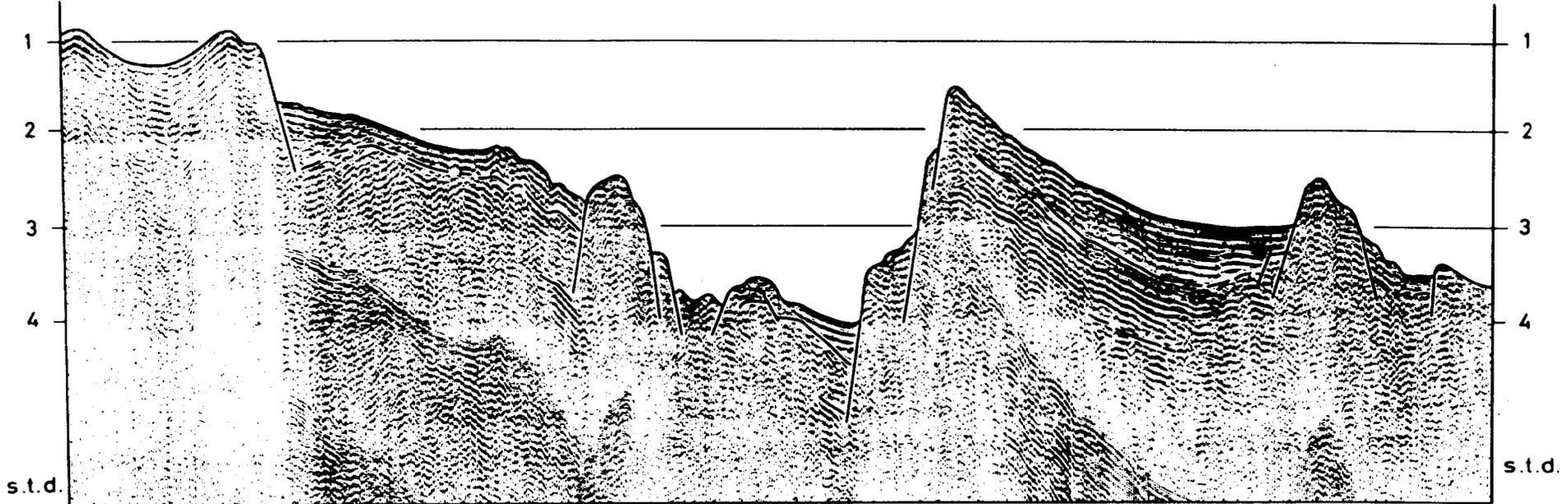




SO

# EVA 327

NE



Exagération verticale = 11  
0 10 20 Km

0