

ETUDE MORPHOLOGIQUE DETAILLEE DE LA ZONE D'INTERSECTION  
D'UNE RIDE ASISMIQUE ET D'UNE ZONE DE SUBDUCTION  
AU SONDEUR MULTIFAISCEAUX (SEA BEAM)

(cas d'un phénomène actuellement en cours : ride de Louisville  
et fosse des Tonga-Kermadec)

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

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

Fonds Documentaire

N° : 82/82/01962

Cote : A 852, 22

Date : 20 OCT. 1982

Septembre 1982

ETUDE MORPHOLOGIQUE DETAILLEE DE LA ZONE D'INTERSECTION D'UNE RIDE  
ASISMIQUE ET D'UNE ZONE DE SUBDUCTION AU SONDEUR MULTIFAISCEAUX (SEA BEAM).  
(Cas d'un phénomène actuellement en cours : ride de Louisville et fosse  
des Tonga-Kermadec).

GENERALITES :

La disparition d'une ride asismique au niveau d'une zone de subduc-  
tion est un phénomène qui a déjà été étudié dans la plupart des océans.

Dès 1973, VOGT explique les indentations du tracé des zones de  
subduction par la disparition d'un relief de la plaque océanique plongeante  
dans ces zones.

En 1976, VOGT et al. précisent ce résultat en étudiant de nombreux  
cas dans l'Océan Pacifique (Mariannes, Bonin, Aléoutiennes, etc...) et dans  
l'Océan Atlantique (Caraïbes, Scotia) et l'attribuent à la présence des ri-  
des asismiques sur la plaque plongeante. En effet, ces rides, de par leur  
origine, ont une plus grande flottabilité que la plaque océanique et freinent  
l'enfoncement de cette dernière. D'après les auteurs cette hypothèse ne  
s'appliquerait qu'aux zones de subduction ayant un bassin marginal en expan-  
sion derrière l'arc insulaire. VOGT et al. remarquent en outre, une diminu-  
tion de la sismicité superficielle dans la région de la collision, car la  
ride asismique, en modifiant la géométrie de la zone de subduction, affecte-  
rait nécessairement la sismicité. Ils signalent aussi que le volcanisme et  
la sismicité peuvent s'arrêter, ou au contraire, démarrer dans la zone d'in-  
tersection Ride-Arc, donc qu'il n'y a pas systématiquement modification du  
nombre de volcans andésitiques de la zone de collision par rapport au reste  
de l'arc.

TRAVAUX ANTERIEURS SUR LA ZONE CONCERNEE :

La zone que nous nous proposons d'étudier est l'intersection de la  
ride de Louisville avec la fosse des Tonga-Kermadec.

La ride de Louisville (fig. 1) a souvent été décrite comme le prolongement de la zone de fracture de l'Eltanin (HAYES and EWING, 1971; VOGT et al., 1976), mais il semblerait que d'autres auteurs (WATTS et al., 1980 - communication 26<sup>ème</sup> CGI Paris) assimileraient la ride de Louisville à un alignement volcanique de la plaque Pacifique du type "Point chaud" plutôt qu'à l'extension de cette zone de fracture.

La partie de la ride de Louisville qui nous intéresse plus particulièrement est celle qui coupe la fosse des Tonga-Kermadec, le massif le plus septentrional de la ride, juste au contact de la fosse, étant le guyot Ozbourn (fig. 2). HAYES et EWING (1971) montrent plusieurs coupes de la ride de Louisville précisant ainsi sa morphologie. Cette chaîne sous-marine semble constituée d'une série de monts sous-marins plus ou moins importants; sa largeur varie de 25 à 50 km environ et sa hauteur culmine entre 1 et 3 km au-dessus du plancher océanique. La fosse est moins profonde et présente un seuil à l'aplomb du guyot Ozbourn (fig. 3).

Du point de vue de la sismicité, SYKES et al. (1970) ont été les premiers à établir une relation entre la présence d'une ride sur la plaque plongeante et la discontinuité de la sismicité sous l'arc au niveau de la zone de rencontre. VOGT et al. (1976) signalent, dans leur étude générale, cette zone de faible sismicité au contact de la ride de Louisville et de l'arc insulaire des Tonga-Kermadec alors que KELLEHER et MCCANN (1976) trouvent une corrélation entre trois paramètres :

- la localisation des tremblements de terre importants,
- la position des volcans actifs,
- la morphologie de la plaque plongeante à l'est de la fosse.

Pour ces auteurs la plaque plongeante est plate et sans relief devant les zones de l'arc où les volcans et les séismes sont les plus nombreux, alors que face à une morphologie accidentée de cette même plaque on n'a que peu ou pas de volcans et de tremblements de terre. Ainsi, KELLEHER et MCCANN remarquent qu'entre 25°S et 28°S, c'est-à-dire dans la zone de collision de la ride de Louisville et de l'arc, il n'y avait pas, historiquement, de volcan actif et qu'on avait seulement enregistré trois séismes de magnitude égale ou supérieure à 7 dans les soixante dernières années. Cependant, des

études récentes (DAVEY, 1980; BROTHERS et al., 1980) montrent l'existence d'un volcan sous-marin dans la zone en question. Ce volcan, le Monowai, situé par  $25^{\circ} 53' S$  et  $177^{\circ} 11' W$  a été actif de 1977 à 1979.

D'autres travaux (DUPONT, 1979, 1982 b; LOUAT et DUPONT, 1982) abordent aussi les relations entre la ride de Louisville et l'arc des Tonga-Kermadec.

Pour DUPONT (1979, 1982 b), lors de la subduction de la plaque Pacifique, la ride de Louisville a "balayé" l'arc des Tonga du nord au sud, à l'exception peut-être, de l'extrême nord (fig. 4). La subduction de cette ride aurait eu comme conséquence, la modification de la morphologie de l'arc (fig. 5). Le profil CO 12 (avec le guyot Ozbourn) de la figure 5 montre que la présence d'un relief en bordure de fosse influence déjà la morphologie du flanc interne de la fosse. De même, la subduction de cette ride modifierait aussi la morphologie du plan de Benioff (LOUAT et DUPONT, 1982) (fig. 6).

Reprenant le problème de la zone à faible sismicité superficielle aux environs de l'intersection Ride-Arc, LOUAT et DUPONT (1982) proposent une explication différente de celle de KELLEHER et MCCANN (1976). Pour rendre compte de l'interruption de la sismicité superficielle, ces auteurs préfèrent faire appel au phénomène expliqué figure 7. L'arrivée de la ride de Louisville perturbe la géométrie de la plaque plongeante, au moment où elle se courbe avant de plonger sous la plaque Australo-Indienne. Il y a, comme le montre le tracé de la fosse, un décalage vers l'est de la courbure de la plaque Pacifique. Si on associe à ce phénomène de déformation secondaire de la plaque plongeante, un minimum de tension au contact des deux plaques, le déficit d'activité sismique superficielle s'explique alors par un abaissement des contraintes à l'interface entre les deux plaques. L'absence d'arc à la même latitude pourrait avoir la même cause, mais dans ce cas l'interruption de l'arc devrait suivre le mouvement de la ride de Louisville vers le sud lors de la subduction, ce qui reste à prouver.

#### PROPOSITIONS DE TRAVAUX :

Le passage du N/O Jean CHARCOT dans le Pacifique, équipé du sondeur multifaisceaux SEA BEAM, permettrait la réalisation d'une carte bathymétrique détaillée de la zone d'intersection Ride de Louisville - Arc-Fosse des Tonga-Kermadec.

Cette zone longue d'environ 170 km et large de 130 km environ, couvrirait approximativement une superficie de 22.000 km<sup>2</sup> (fig. 8)

Les profondeurs maximales seraient d'environ 8 000 m et la profondeur moyenne avoisinerait 5 500 m.

Il faudrait une campagne de 15 jours sur zone pour couvrir la région à 10 nd si l'état de la mer et les alizés du sud-est autorisent cette vitesse, sinon il faudrait envisager, soit une réduction de la zone d'étude, soit une augmentation du nombre de jours de mission.

La réalisation de cette carte bathymétrique détaillée permettrait d'étudier :

1°- La morphologie de la fosse d'une zone de subduction quand un relief (guyot Ozbourn) surplombe la fosse.

- a) Le réseau de failles parallèles à l'axe de la fosse qui découpe la plaque plongeante en formant le flanc externe de la fosse devant les Tonga et les Kermadec, existe-t-il encore à ce niveau ? Ces failles, si elles existent, restent-elles parallèles à l'axe de la fosse (forme en S) ou bien recoupent-elles toute la morphologie de la fosse en gardant l'orientation NNE-SSW qu'elles ont devant Tonga et Kermadec ?
- b) la déformation secondaire de la plaque plongeante sous forme d'une dépression entre le flanc SW de la ride de Louisville et le début de la fosse des Kermadec invoquée par LOUAT et DUPONT (1982) peut-elle être mise en évidence ?

2°- La morphologie de l'arc.

- a) Le profil CO 12 (fig.2) montre une morphologie de l'arc frontal intermédiaire entre celle des Tonga et celle des Kermadec. Peut-on mettre en évidence, sur la carte morphologique, une évolution de l'arc partant du profil CO 12 pour aller vers le type Tonga vers le nord ? De même, peut-on noter une évolution dans la direction du sud vers le type Kermadec ?

b) La découverte récente du volcan sous-marin Monowai dans une zone où aucun volcan n'avait été décrit, montre qu'il peut en exister d'autres. L'extension de l'étude SEA-BEAM vers l'ouest pourrait préciser ce point mais dans ce cas il faudrait adopter une autre zone d'étude qui pourrait être le couloir tracé en tiretés sur la figure 8.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATLAS DE NOUVELLE-CALEDONIE et dépendances, 1981 - 53 cartes et notices.  
Editions ORSTOM.
- BROTHERS R.N., HEMING R.F. and HAWKE M.M., 1980 - Tholeiitic basalt from the Monowai seamount, Tonga-Kermadec ridge. New Zealand Jl. Geol. Geoph. 23, pp. 537-539.
- DAVEY F.J., 1980 - The Monowai seamount : an active submarine volcanic centre on the Tonga-Kermadec ridge. New Zealand Jl. Geol. Geoph. 23, pp. 533-536.
- DUPONT J., 1979 - Le système d'arc insulaire des Tonga et Kermadec : deux morphologies différentes, une seule zone de subduction (Pacifique Sud). C.R. Acad. Sc. Paris, 289, série D, pp. 245-248.
- DUPONT J., 1982 a - Le cadre général et les traits essentiels de l'arc insulaire des Tonga-Kermadec 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, 249 à 261 pp.
- DUPONT J., 1982 b - Morphologie et structures superficielles de l'arc insulaire des Tonga-Kermadec 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, 263 à 282 pp.
- HAYES D.E. and EWING M., 1971 - The Louisville ridge - a possible extension of the Eltanin fracture zone. Antarctic Res. Ser. 15 (Antarctic Oceanology 1) Washington D.C., Am. Geophys. Union, pp. 223-228.
- HELLEHER J. and MCCANN W., 1976 - Buoyant zones, great earthquakes, and unstable boundaries of subduction. J. Geophys. Res., 81, pp. 4885-4896.
- LOUAT R. et DUPONT J., 1982 - Sismicité de l'arc des Tonga-Kermadec 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, 299 à 317 pp.

- MINSTER J.B., JORDAN T.H., MOLNAR P. and HAINES E., 1974 - Numerical modelling of instantaneous plate tectonics. Geophys. J.R. astr. Soc. 36, pp. 541-576.
  
- PACKHAM G.H. and ANDREWS J.E., 1975 - Results of leg 30 and geologic history of the South-West Pacific arc and marginal sea complex, in "Initial Reports of the deep sea drilling project" by J.E. Andrews and G.H. Packham et al. vol. 30, pp. 691-705.
  
- PAUTOT G. et LE PICHON X., 1973 - Résultats scientifiques du programme JOIDES. B.S.G.F. (7), XV, n° 5-6, pp. 403-425.
  
- SYKES L.R., OLIVER J. and ISACKS B., 1970 - Earthquakes and tectonics in "The sea", vol 4, Maxwell A.E. (ed), New York, Intersciences Pubs. Inc., pp. 353-420.
  
- VOGT P.R., 1973 - Subduction and aseismic ridges. Nature, vol. 241, pp. 189-191.
  
- VOGT P.R., LOWRIE A., BRACEY D.R. and HEY R.N., 1976 - Subduction of aseismic oceanic ridges : effects on shape, seismicity, and other characteristics of consuming plate boundaries. The geological society of America. Special paper 172, 59 p.
  
- WATTS A.B., COCHRAN J.R., BODINE J.H. and STECKLER M.S., 1980 - Lithospheric flexure. Communication 26ème CGI. Paris, Résumé vol. III p. 1375.

LEGENDES DES FIGURES

- Fig. 1 - Localisation de la ride de Louisville; ses relations avec la zone de fracture de l'Eltanin (d'après PAUTOT et LE PICHON, 1973).
- Fig. 2 - Profils bathymétriques recoupant du nord vers le sud, la ride de Louisville (flèche). On remarque, sur le premier profil C 12, le guyot Ozbourn au-dessus de la fosse et l'augmentation de la distance fosse-ride du nord vers le sud (d'après HAYES et EWING, 1971).
- Fig. 3 - La ride de Louisville et le système arc-fosse des Tonga-Kermadec (d'après DUPONT, 1982 a)
- Fig. 4 - Mouvement de la ride de Louisville pendant les 10 derniers millions d'années. AUS = Australie, PNG = Papouasie Nouvelle-Guinée, S = Salomon, NH = Nouvelles-Hébrides, NC = Nouvelle-Calédonie, F = Fidji, T = Tonga, K = Kermadec, NZ = Nouvelle-Zélande.
- 1 = Pôle de Rotation 10-0 MA d'après MINSTER et al.(1974)  
2 = Pôle de Rotation 10-0 MA d'après PACKHAM et ANDREWS (1975).
- La limite entre les plaques Pacifique et Australo-indienne est tracée d'après la carte structurale de l'Atlas de Nouvelle-Calédonie (1981) et d'après PACKHAM et ANDREWS (1975). La position de la ride de Louisville, il y a 10 MA est marquée par les petits ronds noirs alignés. Les gros ronds noirs représentent la ride de Louisville actuellement, les ronds blancs, la partie de la ride subductée avec la plaque Pacifique. Les flèches donnent le mouvement de la plaque Pacifique par rapport à la plaque Australo-indienne fixe. Les vitesses sont de 9 cm/an pour le nord des Tonga, 7 cm/an pour la partie centrale et 5 cm/an pour les Kermadec. La proximité des deux pôles fait que le choix de l'un ou de l'autre ne change pas beaucoup le sens du mouvement comme le montre la figure. (d'après DUPONT, 1982 b).
- Fig. 5 - Evolution morphologique d'un arc. Les flèches indiquent les modifications de la morphologie, leur longueur est proportionnelle à l'amplitude du mouvement observé (d'après DUPONT, 1982 b).

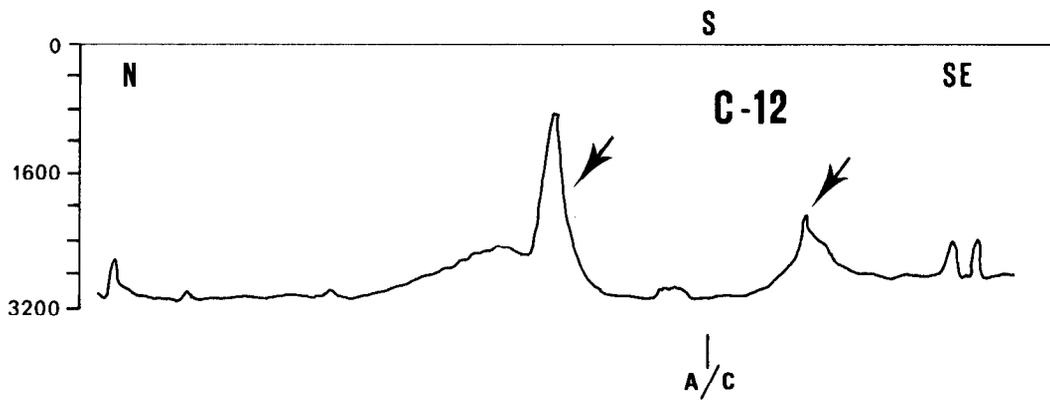
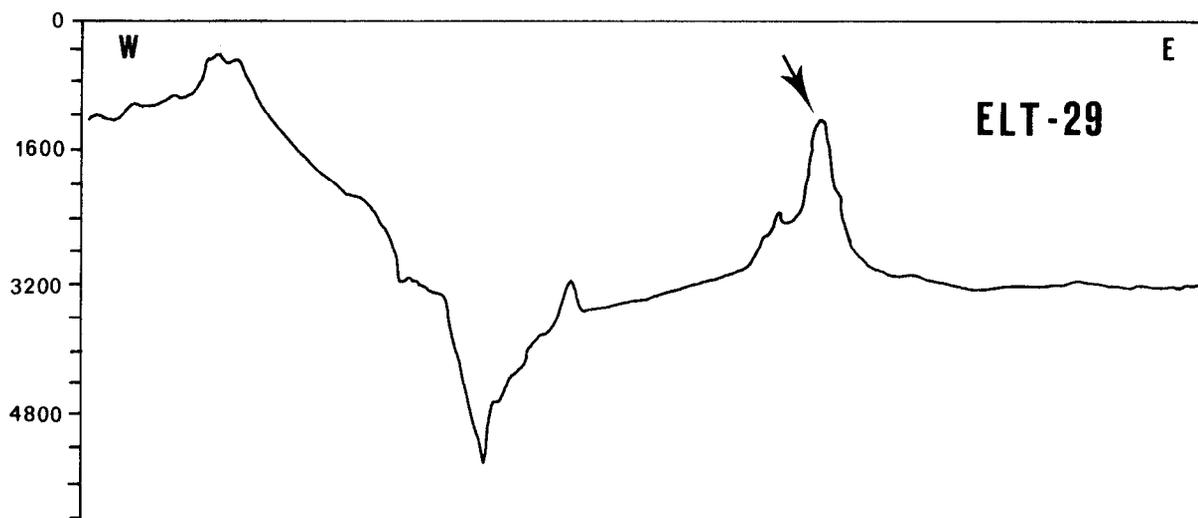
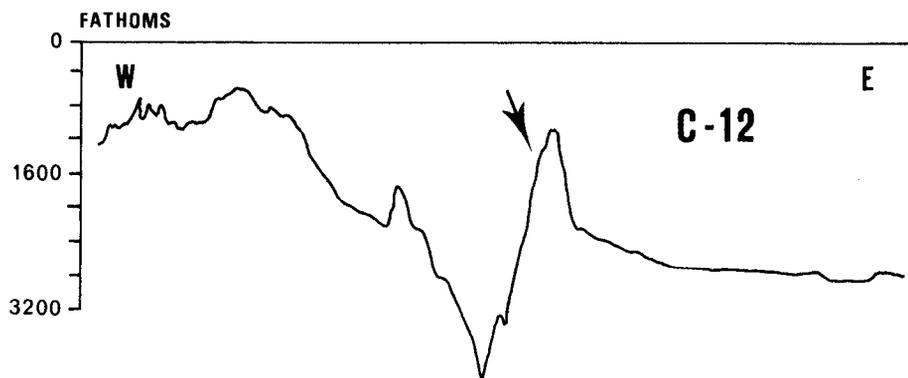
Fig. 6 - Bloc diagramme schématique de la zone de Benioff des Tonga-Kermadec vue du nord vers le sud. On remarque : le plongement normal de la zone de Benioff aux Kermadec, le bombement de la zone au sud de  $25^{\circ}$  après ancrage à 700 km, les différentes lithosphères subductées expliquant la zone de Benioff très épaisse, le virage de la zone profonde autour des Fidji avec la partie qui ne peut plonger à cause de la ride de Louisville, le trou dans la zone de Benioff correspondant au trou de sismicité intermédiaire enfin la zone de benioff plus récente et ne plongeant que vers 300 km. L'extrême nord n'a pas été représenté (d'après LOUAT et DUPONT, 1982).

Fig. 7 - Schéma de la déformation secondaire de la plaque plongeante due à la ride de Louisville. Cette déformation entraîne une diminution des contraintes au contact des deux plaques, qui explique le trou de sismicité superficielle situé vers  $26^{\circ}$  Sud (d'après LOUAT et DUPONT, 1982).

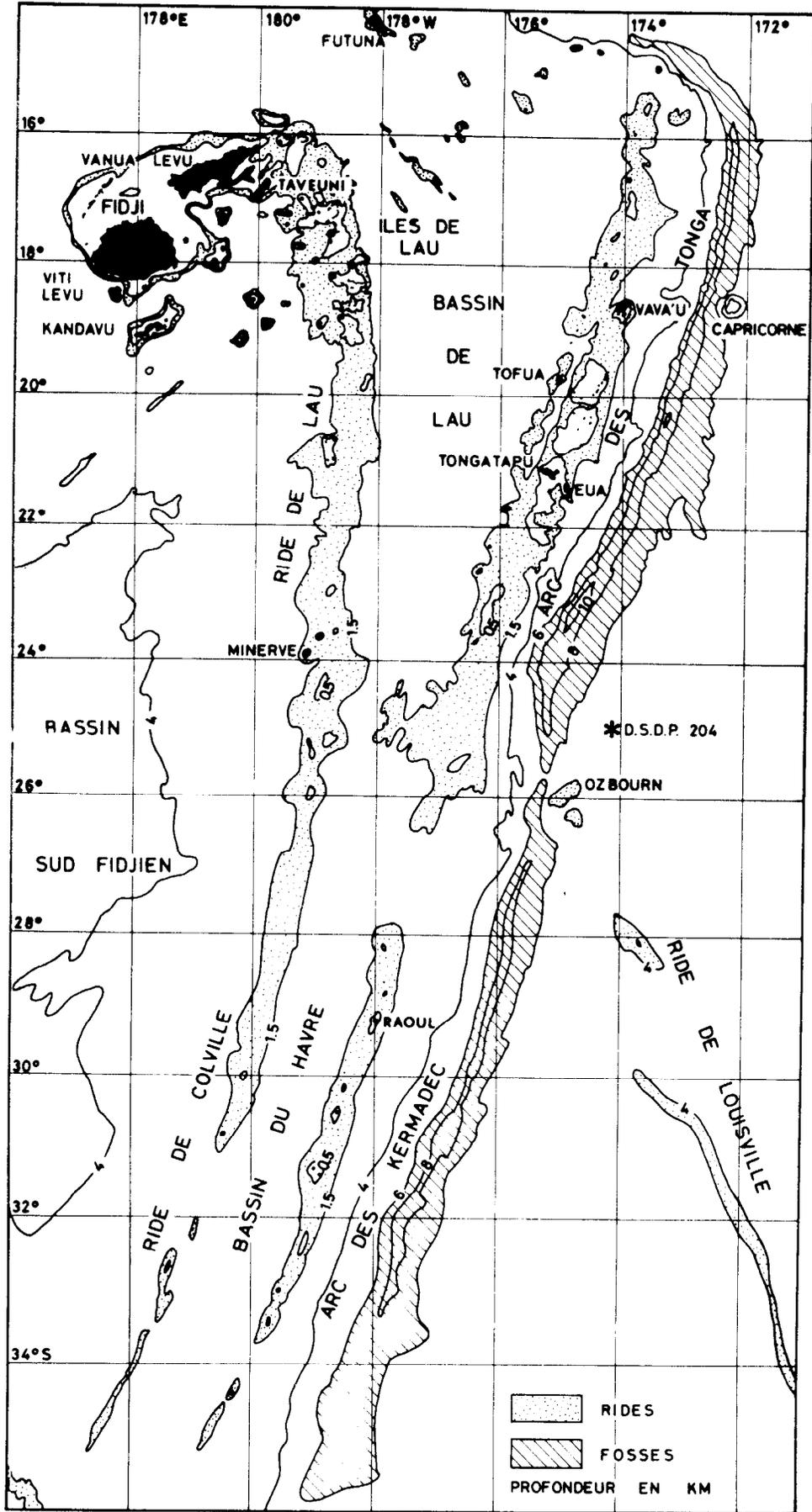
Fig. 8 - En trait plein, localisation de la zone d'étude au sondeur multifaisceaux à l'intersection de la ride de Louisville et de la fosse Tonga-Kermadec. T = fosse des Tonga, K = fosse des Kermadec, O = guyot Ozbourn, L = ride de Louisville. \* M = volcan Monowai.

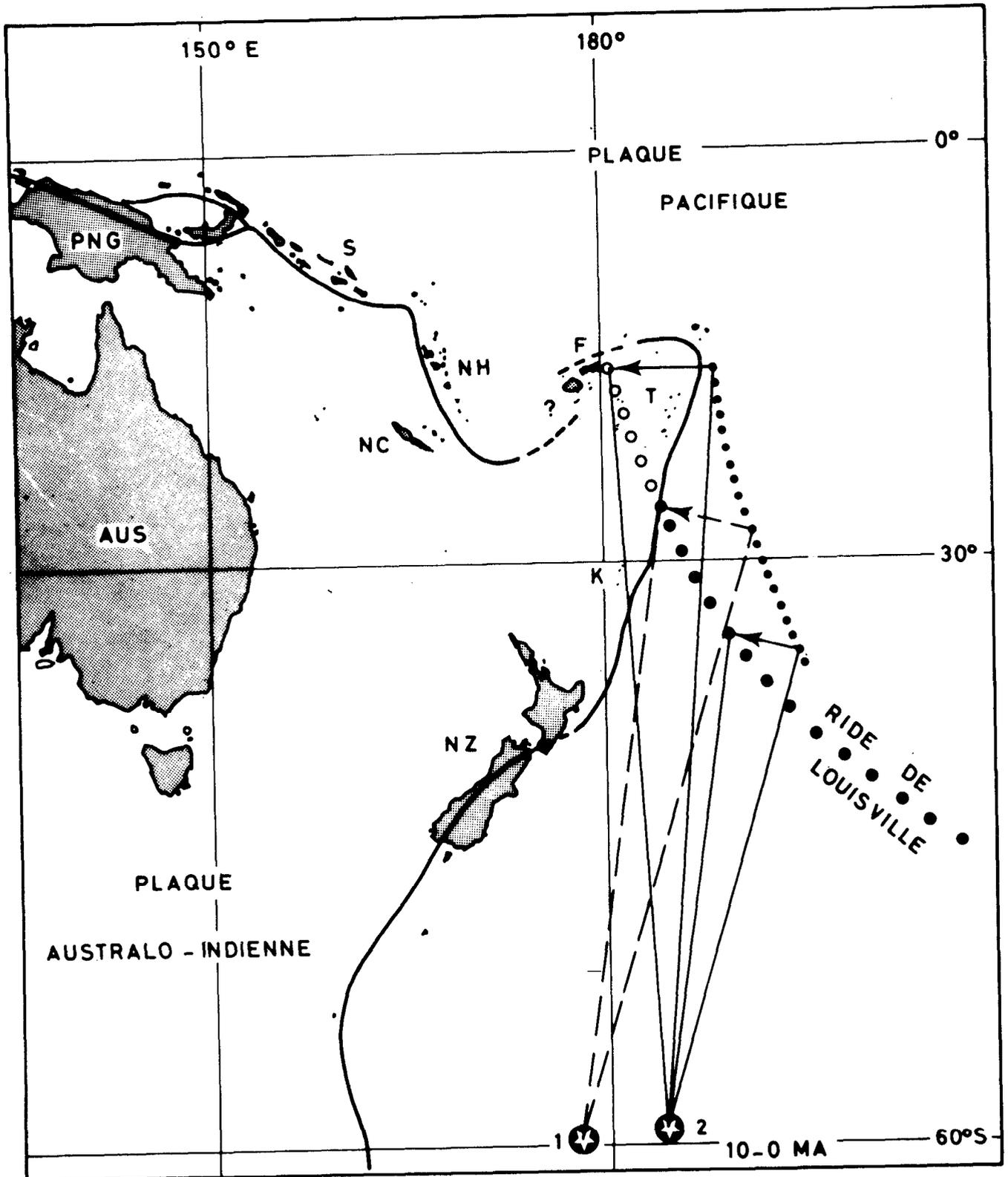
En tiretés, localisation du couloir d'étude prenant en compte la morphologie du seuil de la fosse et de l'arc insulaire ainsi que la recherche d'éventuels nouveaux volcans. (Bathymétrie extraite de la carte Scripps, feuille 12, profondeurs en brasses).

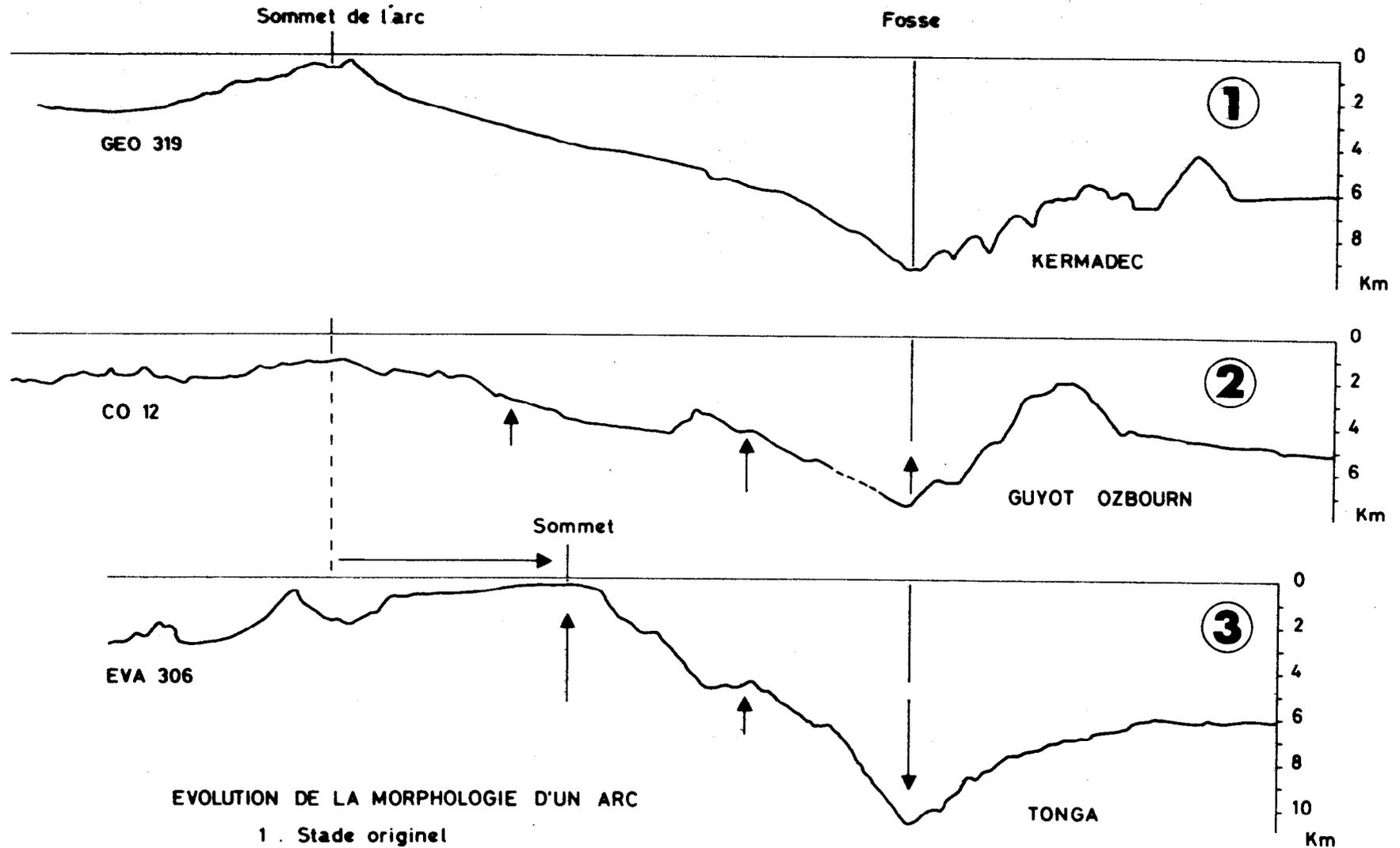




50 N.M.







EVOLUTION DE LA MORPHOLOGIE D'UN ARC

- 1. Stade originel
- 2. Stade de transition
- 3. Stade de maturité

Echelle 0 50 100 Km

