

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

**CENTRE DE NOUMÉA
GÉOLOGIE - GÉOPHYSIQUE**

**ETUDE MORPHOLOGIQUE DÉTAILLÉE 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)

J. DUPONT

RAPPORT N° 12-81
CENTRE ORSTOM - B.P. A 5 - NOUMÉA
NOUVELLE-CALÉDONIE



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)

J. DUPONT

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

(Cas d'un phénomène actuellement en cours : ride de LOUISVILLE et fosse des TONGA-KERMADEC).

par J. DUPONT ★

GENERALITES :

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

VOGT (1973) 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, ALEOUTIENNES, etc...) et dans l'Océan Atlantique (CARAIBES, SCOTIA) et l'attribuent à la flottabilité des rides asismiques offrant une grande résistance à l'enfoncement de la plaque, mais cette hypothèse ne s'applique qu'aux cas où un bassin marginal en expansion s'étend derrière l'arc. Ces auteurs remarquent en outre, une diminution de la sismicité superficielle à l'endroit de la collision, car en modifiant la géométrie de la zone de subduction, la ride plongeante affecte nécessairement la sismicité. Ils signalent aussi, qu'il n'y a pas systématiquement modification du nombre de volcans andésitiques dans les zones où la ride subducte, mais que le volcanisme et la sismicité

peuvent s'arrêter, ou au contraire, démarrer dans la zone d'intersection Ride-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 vue 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 26ème CGI PARIS) assimileraient plutôt la ride de LOUISVILLE à un alignement volcanique de la plaque Pacifique du type "Hot spot" 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 sismicité, comme le remarquaient VOGT et al. (1976) dans leur étude générale, on trouve une zone de faible sismicité au contact Ride-Arc ; SYKES et al. (1970) ayant été les premiers à mentionner une corrélation entre la présence de la ride sur la plaque plongeante et la discontinuité de la sismicité dans cette zone de rencontre. En outre, KELLEHER et MCCANN (1976) voyaient une corrélation entre la localisation

des tremblements de terre importants, celle des volcans actifs et la morphologie de la plaque plongeante à l'est de la fosse : la plaque plongeante étant sans relief devant les zones de l'arc où les volcans et les séismes sont les plus nombreux, alors que face à un relief de la plaque on n'a pas, ou très peu, de volcans et de tremblements de terre. Ainsi, ces auteurs ont dit qu'entre 25°S et 28°S, dans la zone de collision approximative de la ride de LOUISVILLE et de l'arc, il n'y avait pas historiquement de volcan actif et seulement trois séismes de magnitude égale ou supérieure à 7 dans les soixante dernières années. Malheureusement, les Néo-Zélandais ont découvert et étudié un volcan sous-marin, le MONOWAI, actif de 1977 à 1979, situé par 25°53'S et 177°11'W, en plein dans la zone en question. (DAVEY, 1980 ; BROTHERS et al., 1980).

D'autres travaux (DUPONT, 1979, sous presse ; LOUAT et DUPONT, sous presse) abordent aussi les relations entre la ride de LOUISVILLE et l'arc des TONGA-KERMADEC.

Pour DUPONT (1979, sous presse), 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 Benibff (LOUAT et DUPONT, sous presse) (fig. 6).

Reprenant le problème de la zone à faible sismicité superficielle aux environs de l'intersection Ride-Arc, LOUAT et DUPONT (sous presse) proposent une explication différente de celle de KELLEHER et MCCANN (1976). Pour rendre compte de

l'interruption de sismicité superficielle, ces auteurs préférèrent 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 une superficie de 22 000 km² approximativement (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 Obzourn) 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 recouperont-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 (sous presse) 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, cette carte permettra de résoudre ce problème.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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 KER-
MADEC : deux morphologies différentes, une seule zone
de subduction (Pacifique Sud). C.R. Acad. Sc. PARIS,
289, série D, pp. 245 - 248.
- DUPONT J. (sous presse) - Morphologie et structures superficielles
de l'arc insulaire des TONGA-KERMADEC in Equipe de
Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de NOUMEA. Con-
tribution à l'étude Géodynamique du Sud-Ouest Pacifique.
Travaux et documents de l'ORSTOM.
- 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 DC, Am.
Geophys. Union pp 223 - 228.
- KELLEHER 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. (sous presse). Sismicité de l'arc des TONGA-KERMADEC in Equipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de NOUMEA. Contribution à l'étude Géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. Travaux et documents de l'ORSTOM.
- 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 deepsea 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 MAXWELL A.E. eds, The Sea, vol. 4 - 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 others characteristics of consuming plate boundaries. The Geological society of AMERICA. Special paper 172, 59 p.

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 C12, 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, sous presse).
- Fig. 4 - Mouvement de la ride de LOUISVILLE pendant les 10 derniers millions d'années. Aus = AUSTRALIE - PNG = PAPOU-ASIE NOUVELLE-GUINEE - S = SALOMON - NH = NOUVELLES-HEBRIDES - NC = NOUVELLE-CALEDONIE - F = FIDJI - T = TONGA - K = KERMADEC - NZ = NOUVELLE-ZELANDE.
- 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-CALEDONIE (sous presse) 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

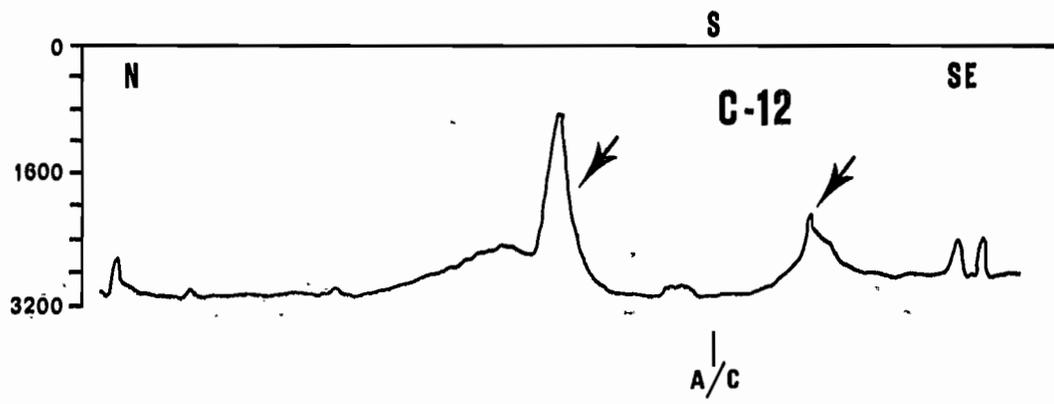
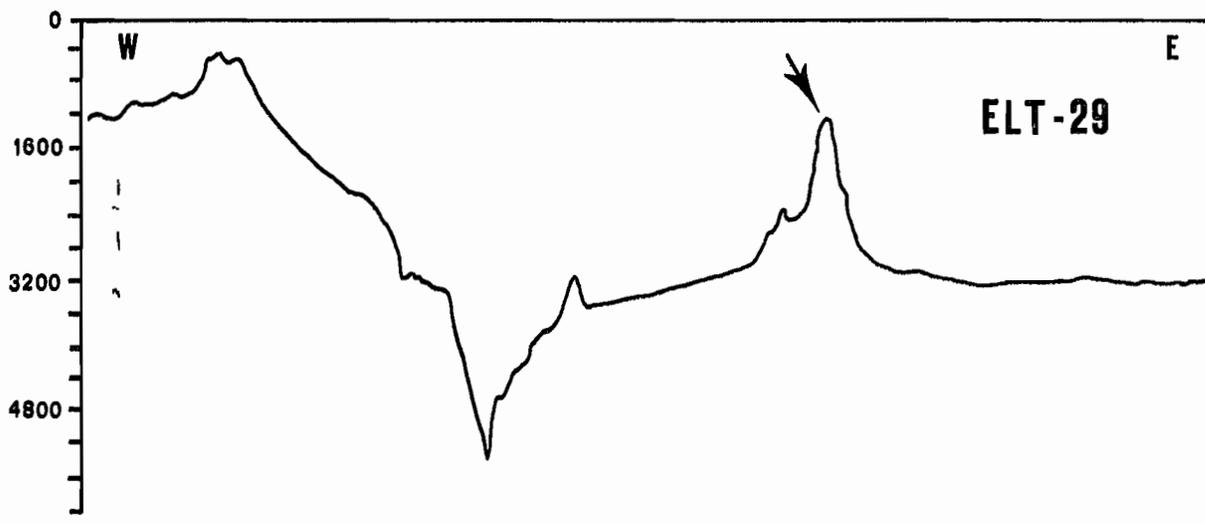
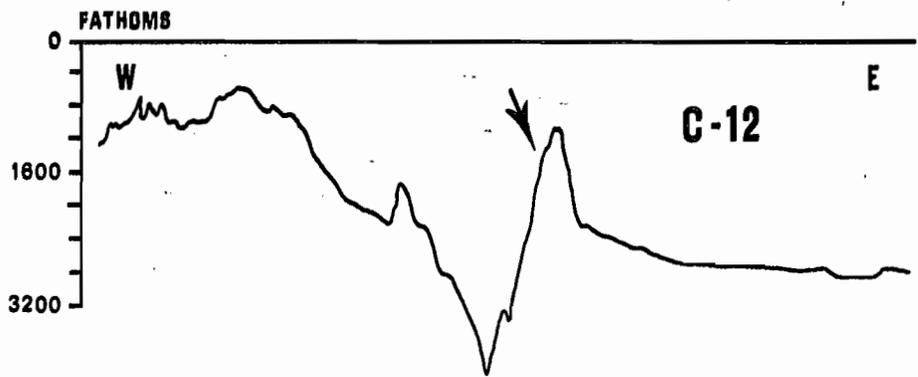
donnent le mouvement de la plaque Pacifique par rapport à la plaque AUSTRALO-INDIENNE fixe. Les vitesses sont de 9 cm/an pour le nord des TONGA, 7 cm/an pour la partie centrale et 5 cm/an pour les KERMADEC. La proximité des deux pôles fait que le choix de l'un ou de l'autre ne change pas beaucoup le sens du mouvement comme le montre la figure. (d'après DUPONT, sous presse).

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, sous presse).

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° 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 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, sous presse).

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° Sud (d'après LOUAT et DUPONT, sous presse).

Fig. 8 - 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 (extrait de la carte Scripps, feuille 12, profondeurs en brasses).



50 N.M.

