

# De la fosse de Kermadec à la terminaison sud du fossé d'Hikurangi: résultats de la campagne de cartographie multifaisceaux GEODYNZ-SUD, Leg 1

C.R. Acad. Sci. Paris,  
t. 320, série II a,  
p. 295 à 302,  
1995

Jean-Yves Collot, Jean Delteil, Keith Lewis et l'équipe scientifique: Jean-Christophe Audru, Phil Barnes, Franck Chanier, Eric Chaumillon, Bryan Davy, Serge Lallemand, Geoffroy Lamarche, Bernard Mercier de Lépinay, Alan Orpin, Bernard Pelletier, Marc Sosson, Bertrand Toussaint et Chris Uruski

ORSTOM UR1F,  
c/o Laboratoire  
de Géodynamique Sous-Marine,  
BP n° 48, 06230 Villefranche-sur-Mer,  
France.

**Résumé** Des données de cartographie EM12D et de géophysique récoltées pendant la campagne GEODYNZ-SUD Leg 1 sur la marge Kermadec-Hikurangi révèlent la tectogénèse associée au passage de la subduction intra-océanique oblique à la subduction sous-continentale très oblique, puis à la transpression intra-continentale. Le partitionnement des composantes décrochante et compressive de la déformation est suggéré dans l'ensemble de la zone étudiée, excepté à son extrémité méridionale. La distribution des structures distensives (au Nord) et compressives (au Sud) est associée à la manifestation probable du processus d'érosion tectonique au Nord et d'accrétion tectonique au Sud.

**Mots-clés:** Nouvelle-Zélande, Subduction, Bathymétrie, Décrochement, Érosion tectonique, Prisme d'accrétion, Partitionnement.

**Abstract** From the Kermadec Trench to the southern termination of the Hikurangi Trough: results of the GEODYNZ-SUD, Leg 1 swath-mapping survey

EM12 swath-mapping and geophysical data collected during GEODYNZ-SUD cruise Leg 1 along the Kermadec-Hikurangi margin reveal the structures associated with the transition from oblique intra-oceanic subduction to very oblique sub-continental subduction and intra-continental transpression. Partitioning between strike-slip and compressional components of deformation is strongly suggested in the survey area, except in the southernmost part. Location of extensional structures (to the north) and compressive structures (to the south) favour tectonic erosion to the north and tectonic accretion to the south.

**Keywords:** New Zealand, Subduction, Bathymetry, Strike-slip, Tectonic erosion, Accretionary wedge, Strain partitioning.

**Abridged  
English  
Version**

**E**AST of New Zealand, the Pacific-Australian plate boundary consists of a structural trench along which the 10-15 km-thick, high relief (1 km), Hikurangi Plateau (Davy and Wood, 1994) is subducted westward beneath the Kermadec island arc in the north, and continental New Zealand in the south (figure 1) (Karig, 1970; Walcott, 1978). At the southern termination of the trench,

subduction ends at a zone of continental transpression where the Chatham Rise collides with South Island of New Zealand (Lewis, 1980; Walcott, 1978; Bibby, 1981). From latitude 35°S to 42°S, the relative plate motion varies from strongly oblique (60°) across the Kermadec Trench to strongly (20°) oblique across the Hikurangi Trough and the convergence rate decreases from 5.3 to 3.9 cm/yr (DeMets *et al.*,

R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° 42490414  
Cote 13

09 OCT. 1995

Note

présentée par  
Jean Aubouin.

remise le 7 novembre 1994,  
acceptée le 29 novembre 1994.

1990). Variation in kinematics, structural and sedimentary settings along the trench has contributed to the segmentation of the Hikurangi margin into northern ( $37^{\circ}45' - 39^{\circ}15'S$ ), central ( $39^{\circ}15' - 41^{\circ}45'S$ ) and southern ( $41^{\circ}45' - 42^{\circ}30'S$ ) domains (Lewis and Pettinga, 1993). The transition zones between these domains were surveyed, during Leg 1 of the GEODYNZ-SUD cruise, with the EM12Dual swath-mapping and 6-channel seismic reflection systems of the *R/V l'Atalante*.

#### THE KERMADEC SECTOR (figure 2)

In the Kermadec sector, morphologic, magnetic and kinematic data suggest that the 1 km-high scarp that forms the northeastern edge of the Hikurangi Plateau (Wood and Davy, 1994) extends at least 50 km westward beneath the forearc and that this scarp swept southward along the trench. North of the scarp-trench junction, the sweep has left a collapsing inner trench wall. The toe of this wall is offset westward by up to 15 km from the trench to the south, suggesting a possible 15 km-arcward retreat of the deformation front. South of the junction, the Hikurangi Plateau has uplifted the forearc slope and trench axis by 1.4 km. The subduction-induced flexure of the Plateau has formed a series of right-stepping, en-échelon, non-sedimented basins that shoal southward from 6 to 4 km and form the southern Kermadec trench. The forearc is deformed by extension as indicated by slumps and east-facing normal faults trending  $N0^{\circ} \pm 8^{\circ}$ . Strike-slip faulting, suggested by a set of  $N30^{\circ} - 45^{\circ}S$  trending scarps and lineaments defining horse-tail tectonic patterns, extends locally along the upper and lower forearc. On the downgoing plate, the Hikurangi Plateau is cut by several  $N140^{\circ} - 168^{\circ}E$  trending ridges and massifs up to 1 km high. One such massif is inferred to have collided with the forearc slope west of the Ruatoria Knolls, creating a major 50 km-wide, morphologic indentation containing debris flows and slump blocks. Immediately north of Ruatoria Knolls, a ridge that is almost overtopped by turbidites marks the boundary between the sediment-starved Kermadec Trench and the sediment-filled Hikurangi Trough.

#### THE MAHIA SECTOR (figure 2)

In the Mahia sector, the 70 km-wide, Cenozoic continental margin is seismically opaque except in the Poverty Seavally reentrant where a sedimentary basin has developed. South of the reentrant, the upper margin is shaped by a set of linear scarps, narrow (2-5 km) valleys and ridges. These features trend  $50^{\circ}$  oblique to the convergence direction and suggest transpressive deformation. The lower margin is a belt of anticlines and backtilted basins that is concave westward. The belt is interpreted as an accretionary wedge that narrows northward and terminates near  $39^{\circ}S$ . North of  $39^{\circ}S$ , the toe of the margin is steep and affected by slumps, suggesting frontal tectonic erosion. The Poverty Seavally reentrant, interpreted as a seamount scar by Lewis and Pettinga (1993), is bounded upslope by a  $N20^{\circ}E$  trending linear scarp incised by gullies and on its flanks by smoothed and lobate slopes. These features together with its 0.5-1 km-thick sediment fill suggest that the reentrant, which may have formed by collapse of the margin along a major fault, predates the accretionary wedge that is developing at its toe.

Adjacent to the margin, the Gisborne and Mahia seamounts are two fault-bounded, rhomboid, volcanic highs with a poorly reflective surface suggesting that they are covered with sediment. The complex small-scale morphology of the seamounts suggests that they are made of stacks of lava flows topped by small volcanic cones. The Poverty Canyon, which meanders and deeply incises the continental margin, left imprints of its former beds beneath the Hikurangi Trough turbidite plain, suggesting that the canyon originally extended between the Mahia and Gisborne highs and joined the Hikurangi Channel.

#### THE KAIKOURA SECTOR (figure 3)

In the northern half of this sector, the deformed Cenozoic upper margin is separated from the southwest corner of the Plio-Pleistocene accretionary wedge by a 1.2-1.5 km deep sedimentary basin deformed by reverse and probably strike-slip faults. Dextral strike-slip faulting may be inferred from a transtensive pattern of ENE and secondary WNW trending

morphologic lineaments. On the lower margin, the accretionary wedge disappears near 175°14'E and consists of two major right-stepping, linear accretionary ridges that obliquely intersect the 2.3-2.8 km deep Hikurangi Trough. These ridges comprise subordinate left-stepping anticline structures. In the southwest part of the sector, linear scarps associated with folds and thrusts converge southwestward with the tectonic front to form a horse-tail tectonic pattern that merges into a steep continental margin cut by canyons. The morphologic lineations of the upper margin just east of Cook Strait canyon could represent the northeastern prolongation of transpressive strike-slip faults of the South Island. This pattern suggests that both compressive and strike-slip strain are accommodated on the same faults along the South Island continental slope.

#### CONCLUSION

At the northern Kermadec-Hikurangi margin, the oblique subduction of the Hikurangi

Plateau induces strike-slip faults slightly oblique to the trench. The faults, which extend across the lower margin north of 38°S, suggest either a strong interplate coupling and loose partitioning near the trench, or that subsidence, possibly related to subcrustal erosion, lowered the strike-slip-faulted margin to near the trench. North of 39°S, strike-slip is associated with extensional deformation augmented by tectonic erosion of the lower margin caused by the creeping of the plateau's northern edge and by seamount collisions. South of 39°S, the margin structures suggest strain partitioning. The lowermost strike-slip fault on the margin marks the boundary with the compressive structures of the Hikurangi accretionary wedge, whereas deformable backstop on the upper margin accommodates the strike-slip deformation. At the southern end of the accretionary wedge, where the Chatham Rise obliquely collides against the South Island margin, the strictly linear compressive structures suggest a transpressive deformation.

#### INTRODUCTION

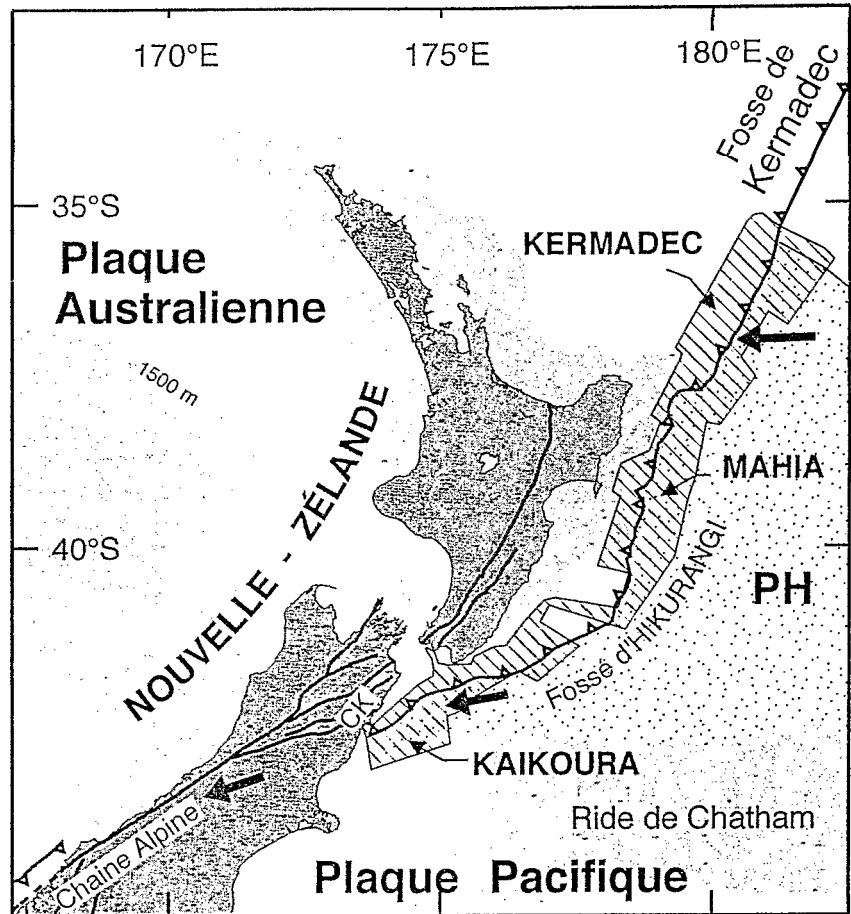
Les îles de la Nouvelle-Zélande représentent les parties émergées d'un vaste domaine continental sous-marin recoupé par la limite convergente entre les plaques pacifique (PAC) à l'Est et australienne (AUS) à l'Ouest (Le Pichon *et al.*, 1968; Walcott, 1978). Au NE de la Nouvelle-Zélande, cette limite est marquée par la zone de subduction de Kermadec-Hikurangi à vergence orientale (Karig, 1970; Johnson et Molnar, 1972) (figure 1). Le long de cette subduction, entre les latitudes 35°S et 42°S, le taux de convergence PAC-AUS décroît de 5,3 à 3,9 cm/an et sa direction devient de plus en plus oblique à la frontière (DeMets *et al.*, 1990). Au Nord, la subduction de Kermadec fait disparaître la croûte océanique mésozoïque pacifique sous l'arc insulaire de Kermadec (Karig, 1970). Au Sud, le Plateau d'Hikurangi, épais de 10 à 15 km et de nature probablement océanique (Davy et Wood, 1994; Wood et Davy, 1994), passe en subduction de plus en plus oblique sous la marge continentale néo-zélandaise (Walcott, 1978; Lewis, 1980; Smith *et al.*,

1989). A la terminaison sud de la fosse, la ride continentale de Chatham entre en collision oblique avec la marge NE de l'île Sud donnant naissance à la chaîne de Kaikoura (Walcott, 1978; Bibby, 1981). Cette chaîne, ainsi que la Chaîne Alpine qui se soulève de 10 mm/an (Bishop, 1985) dans l'île Sud constituent les sources principales de sédiments alimentant le chenal et le fossé d'Hikurangi. Les variations des paramètres cinématiques, des structures de la plaque plongeante ainsi que des apports sédimentaires ont contribué à segmenter la marge d'Hikurangi en trois domaines (Lewis et Pettinga, 1993) : le domaine nord (37°45'S-39°15'S) est étroit (70 km) et formé par la marge continentale cénozoïque de l'île Nord; le domaine central (39°15'-41°45'S) est large (130 km) et comprend un prisme d'accrétion plio-pléistocène développé contre cette même marge (Lewis, 1980; Davey *et al.*, 1986) et le domaine sud (41°45'-42°30'S) qui est étroit (60 km) et structuré en lanières continentales transformantes.

Au cours du leg 1 de la campagne GEO-DYNZ-SUD du *N/O l'Atalante* en novem-

**Figure 1** Localisation des secteurs Kermadec, Mahia et Kaikoura levés lors du Leg 1 de la campagne GEODYNZ-SUD, le long des fosses de Kermadec et de Hikurangi : zones grisées : profondeurs < 1 500 m ; HP : Plateau de Hikurangi ; CK : Chaîne de Kaikoura ; fêches noires : direction de convergence des plaques (De Mets et al., 1990) ; lignes noires sur les îles : failles décrochantes.

Location map of the Kermadec, Mahia and Kaikoura sectors surveyed during Leg 1 of the GEODYNZ-SUD cruise, along the Kermadec Trench and Hikurangi Trough; grey shade: depth < 1,500 m; PH: Hikurangi Plateau; CK: Kaikoura Chain; black arrows: plate convergence direction; black lines on islands: major strike-slip faults.



bre 1993, les zones de transition entre ces domaines (secteurs Kaikoura et Mahia), ainsi qu'un secteur plus septentrional (secteur Kermadec) (figure 1) ont été couverts par des levés bathymétriques (sondeur multifaisceaux EM12D) et des profils de sismique réflexion six traces.

## RÉSULTATS

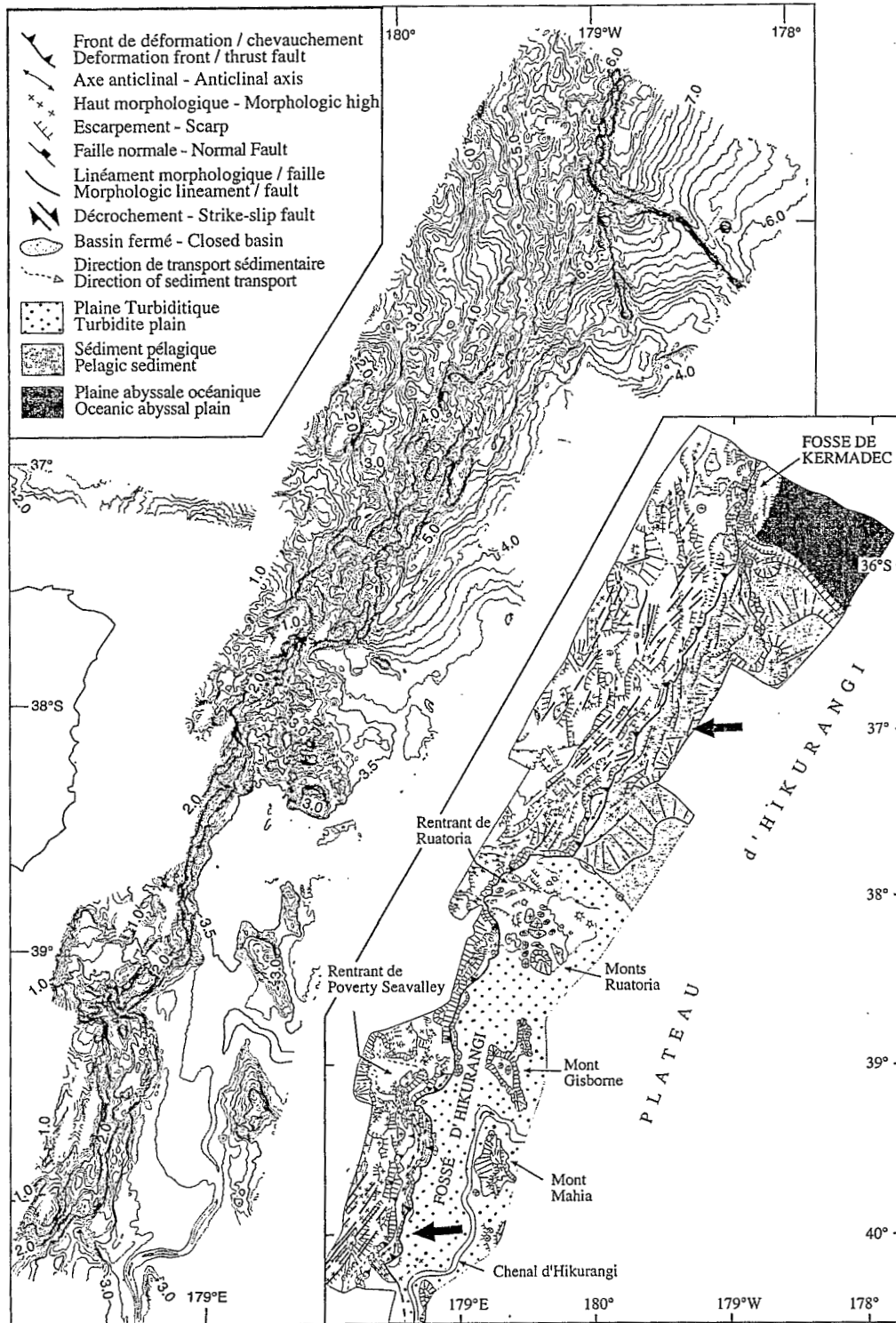
### Le secteur Kermadec (figure 2)

Dans la région nord du secteur Kermadec, l'anomalie magnétique associée à l'escarpement marquant la limite septentrionale du Plateau d'Hikurangi (Wood et Davy, 1994) indique que l'escarpement se prolonge sous la région avant-arc d'au moins 50 km. Cet escarpement, haut de 1 km, balaye la fosse du Nord vers le Sud, causant un effondrement du pied de la marge et un retrait du front de déformation d'environ 15 km, vers l'arc. Au Sud de

la jonction escarpement-fosse, la subduction du plateau provoque une surrection de l'avant-arc et de la fosse de 1,4 km. La flexure du plateau induite par la subduction produit, sur sa bordure occidentale, des failles normales délimitant des fossés en échelon droit, vides de sédiment, dont l'alignement constitue la partie méridionale de la fosse de Kermadec.

La marge est déformée par des failles normales orientées  $N0^{\circ}\pm 8^{\circ}$ . A proximité de son sommet et le long de sa partie inférieure, des escarpements et linéaments morphologiques orientés  $N30^{\circ}-45^{\circ}E$  forment des dispositifs en queue de cheval divergeant vers le Nord, qui suggèrent une tectonique décrochante. Au pied de la marge, quelques rides arquées représentent des indices d'accrétion.

Dans la région sud du secteur, un rentrant morphologique majeur entaille la marge. Ce rentrant, délimité par des escarpe-



**Figure 2** Bathymétrie multifaisceaux (contours 100 m) et schéma structural des secteurs de Kermadec et Mahia.

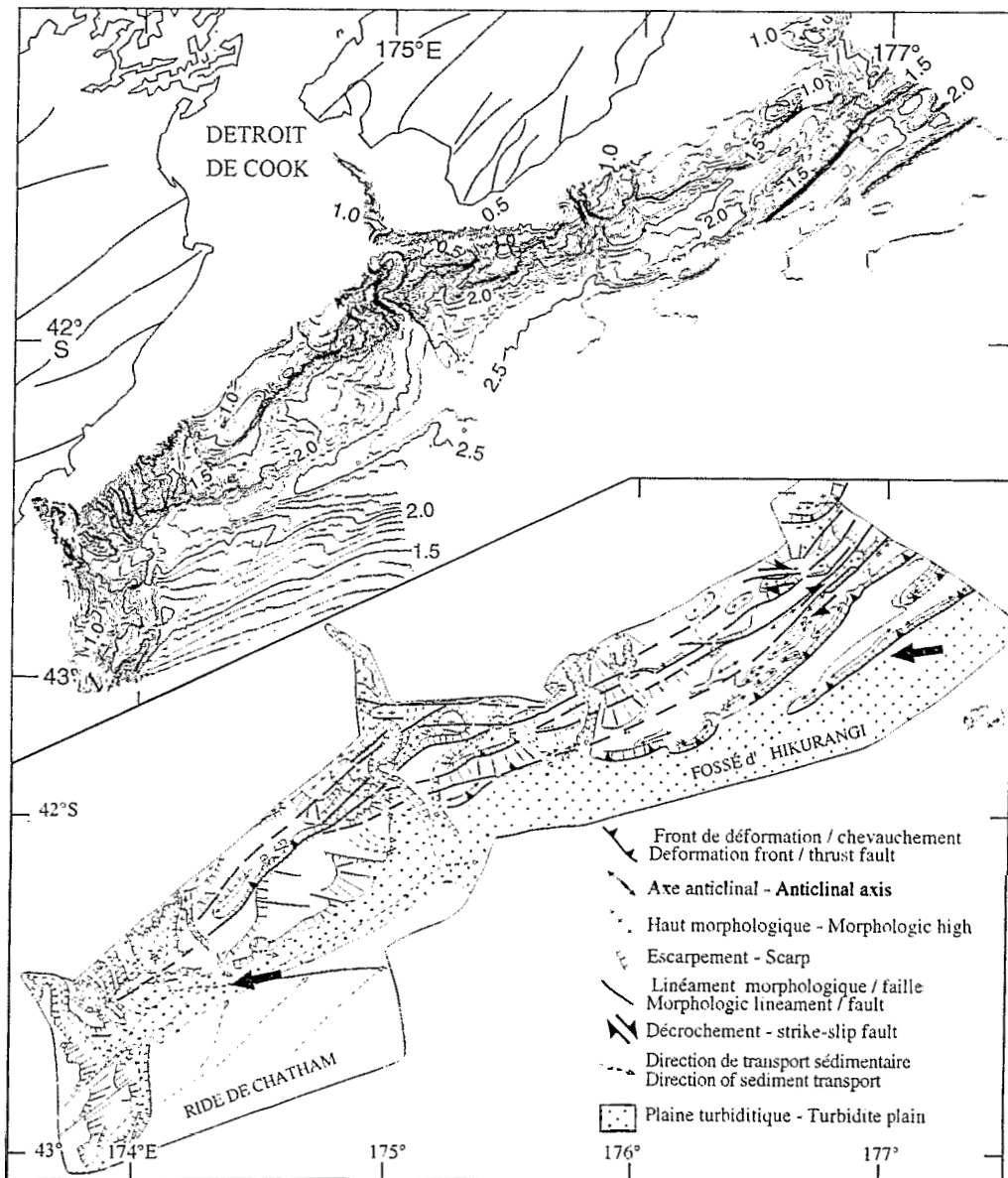
Multibeam bathymetric map (contour interval 100 m) and structural sketch of the Kermadec and Mahia sectors.

ments raides, englobe des monts sous-marins de petite taille (Ruatoria Knolls), alignés N155°-175°E. La morphologie irrégulière du

fond du rentrant suggère la présence de dépôts avalancheux traduisant un effondrement de la marge. Ce rentrant est interprété

**Figure 3** Bathymétrie multifaisceaux (contours 100 m) et schéma structural du secteur de Kaikoura

Multibeam bathymetric map (contour interval 100 m) and structural sketch of the Kaikoura sector.



comme l’empreinte laissée dans la marge par la subduction de monts sous-marins.

**Le secteur Mahia (figure 2)**

Dans ce secteur, le fossé d’Hikurangi contient 1-1,6km de sédiments traversés par des volcans sous-marins. Les appareils volcaniques de Gisborne et Mahia, de forme rhomboïde, sont limités par des accidents orientés  $N15^{\circ} \pm 5^{\circ}E$  et  $N155^{\circ} \pm 10^{\circ}E$ . Malgré la faible réflectivité de leur surface, témoin d’une couverture sédimentaire peu indurée, la mor-

phologie détaillée de ces appareils suggère qu’ils sont constitués d’un empilement de coulées de lave, coiffé de petits cônes volcaniques. Le canyon de Poverty, qui serpente et incise la marge, a laissé la signature de ses lits successifs dans les sédiments du fossé, indiquant qu’il se raccordait au chenal d’Hikurangi entre les monts Mahia et Gisborne.

La marge supérieure, continentale, est massive et accidentée. Sa partie méridionale est caractérisée par des escarpements très linéaires, des rides et des vallées étroites

(2-5 km) orientés à 50° de la direction de convergence, suggérant les effets d'une tectonique transpressive. Le pied de la marge supérieure est souligné en plan par une limite sinueuse marquant l'extrémité NE de lanières de décrochement. La marge inférieure comprend une ceinture étroite de rides anticlinales formant un prisme d'accrétion qui disparaît au Nord de 39°S. Au Nord de cette latitude, la pente inférieure est affectée par des effondrements suggérant de l'érosion frontale. Le rentrant morphologique de Poverty Seavally, qui pourrait résulter de la collision d'un mont sous-marin (Lewis et Pettinga, 1993), est limité en haut de pente par un escarpement linéaire et au Nord et au Sud par des flancs émoussés et lobés; la linéarité de l'escarpement suggère la trace d'un accident majeur. Les caractéristiques du rentrant, son remplissage sédimentaire (0,5-1 km) ainsi que le maigre prisme d'accrétion en bas de marge suggèrent que la formation du rentrant est antérieure à celle du prisme et qu'elle pourrait résulter de l'effondrement d'un panneau de la marge le long d'un accident.

### Le secteur Kaikoura (figure 3)

Dans la région NE de ce secteur, la marge supérieure, continentale, est déformée et séparée de l'extrémité SW du prisme d'accrétion par un bassin sédimentaire stratifié, profond de 1,2-1,5 km et déformé par des accidents inverses et probablement décrochants orientés N35°-45°E à N85°E. De discrets indices morphologiques de relais transtensionnels associés à deux de ces accidents sont en faveur de décrochements dextres. Sur la marge inférieure, le prisme d'accrétion disparaît au niveau du détroit de Cook (175°14'E). Il comprend deux écailles tectoniques majeures, linéaires, disposées en relais droit oblique à la fosse, de telle façon que le front de déformation est discontinu. Ces écailles sont elles-mêmes constituées de structures anticlinales de second ordre disposées en échelon gauche.

Dans la région SW du secteur, les structures convergent vers le SW où elles sont recoupées par le canyon du détroit de Cook.

Des escarpements linéaires associés à des plis et des chevauchements forment un dispositif en queue de cheval qui vient fusionner avec le front de déformation, au pied de la marge de l'Île Sud. Ce dispositif suggère l'existence de décrochevements. Immédiatement à l'Est du canyon, en haut de marge, des accidents qui divergent vers l'Ouest pourraient être les ramifications de failles transpressives de l'Île Sud. A l'extrémité SW du secteur, le front de déformation et les accidents associés sont oblitérés par un réseau dense de canyons recoupant la marge de l'Île Sud.

### CONCLUSIONS

Le long de la partie septentrionale de la marge Kermadec-Hikurangi, la subduction oblique du Plateau d'Hikurangi induit une tectonique décrochante découpant la marge en lanières, obliques (7°-25°) à la fosse. Ces lanières structurent la marge inférieure au Nord de 38°S suggérant, soit un fort couplage inter-plaque et un faible degré de partitionnement de la déformation, soit une subsidence du front de la marge par érosion sous-crustale ayant amené des structures décrochantes anciennes au voisinage de la fosse. Au Nord de 39°S, la tectonique décrochante est associée à une déformation extensive de la marge, localement amplifiée par l'érosion tectonique frontale, causée par le balayage de la bordure nord du plateau et par le passage en subduction de monts sous-marins.

Au Sud de 39°S, les structures de la marge suggèrent nettement un partitionnement de la déformation. Le décrochement situé le plus bas sur la marge pourrait marquer la limite entre les séries plio-pléistocènes imbriquées du prisme d'accrétion, qui absorbent en grande partie la composante compressive de la convergence, et les roches cénozoïques de la marge supérieure qui se comportent comme un butoir déformable, accommodant essentiellement la composante décrochante.

Enfin, au SW de la terminaison méridionale du prisme d'accrétion, la collision oblique de la ride continentale de Chatham avec la marge de l'Île Sud s'exprime par des struc-

tures chevauchantes très linéaires, évoquant une déformation transpressive. Il semble

donc qu'il n'y aurait pas de partitionnement de la déformation dans ce secteur.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BIBBY, H. M., 1981. Geodetically determined strain across the southern end of the Tonga-Kermadec subduction zone, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 66, p. 513-533.
- BISHOP, D. G., 1985. Inferred uplift rates from raised marine surfaces, Southern Fiordland, New Zealand, *N.Z. J. Geol. Geophys.*, 28, p. 243-251.
- DAVEY, F. J., HAMPTON, M., CHILDS, J., FISHER, M. A., LEWIS, K. B. et PETTINGA, J. R., 1986. Structure of a growing accretionary prism, Hikurangi margin, New Zealand, *Geology*, 14, p. 663-666.
- DAVY, B. et WOOD, R., 1994. Gravity and magnetic modelling of the Hikurangi Plateau, *Mar. geology*, 118, p. 139-151.
- DE METS, C., GORDON, R. G., ARGUS, D. F. et STEIN, S., 1990. Current plate motions, *Geophysical Journal of the Interior*, 101, p. 425-473.
- JOHNSON, T. et MOLNAR, P., 1972. Focal mechanisms and plate tectonics of the SouthWest Pacific, *J. Geophys. Res.*, 77, p. 5000-5032.
- KARIG, D. E., 1970. Kermadec arc - New Zealand tectonic confluence, *N.Z. J. Geol. Geophys.*, 13, p. 21-39.
- LE PICHON, X., 1968. Seafloor spreading and continental drift, *J. Geophys. Res.*, 73, p. 3661-3697.
- LEWIS, K. B., 1980. Quaternary sedimentation of the Hikurangi oblique-subduction and transform margin, New Zealand, *Spec. Publ. Int. Assoc. Sedimentol.*, 4, p. 171-189.
- LEWIS, K. B. et PETTINGA, J. R., 1993. The emerging, imbricate frontal wedge of the Hikurangi margin, In: *Sedimentary basins of the World 3, Basins of the Southwest Pacific*, BALLANCE, P. F., éd., chap. 13, Elsevier.
- SMITH, E. G. C., STERN, T. A. et REYNERS, M., 1989. Subduction and back-arc activity at the Hikurangi Convergent Margin, New Zealand, *Papagoph.*, 129, p. 203-231.
- WALCOTT, R. I., 1978. Present tectonics and Late Cenozoic evolution of New Zealand, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, p. 4419-4429.
- WOOD, R. et DAVY, B., 1994. The Hikurangi Plateau, *Mar. Geology*, 118, p. 153-173.