

Tectonique compressive cénozoïque sur les rides de Fairway et Lord Howe, entre Nouvelle-Calédonie et Australie

Yves Lafoy, Bernard Pelletier, Jean-Marie Auzende, François Missègue et Lucien Mollard

C.R. Acad. Sci. Paris,
t. 319, série II,
p. 1063 à 1069,
1994

Résumé De nouvelles données bathymétriques, magnétiques et principalement de sismique réflexion, recueillies durant la campagne Zoesis, révèlent l'existence de figures compressives à l'Ouest de la Nouvelle-Calédonie, à travers l'ensemble « ride de Fairway – bassin de Fairway – partie nord de la ride de Lord Howe ». La tectonique compressive, en particulier responsable de la formation de la ride de Fairway, est soulignée par une discordance régionale qui, compte tenu des données de forages DSDP sur la région, serait d'âge Eocène supérieur et donc synchrone du charriage de la nappe ophiolitique sur le bâti Calédonien. Les effets de l'épisode compressif fini-éocène qui affecte la Nouvelle-Calédonie sont ressentis bien plus à l'Ouest que précédemment supposé.

Mots-clés : Pacifique Sud-Ouest, Rides de Lord Howe et Fairway, Nouvelle-Calédonie, Déformation compressive, Sismique réflexion.

Y. L. : Service des Mines et de l'Énergie,
BP n° 465, Nouméa,
Nouvelle-Calédonie;

B. P., F. M. et L. M. : ORSTOM, UR1F,
BP n° A5, Nouméa,
Nouvelle-Calédonie;

J.-M. A. : IFREMER, BP n° 70,
29280 Plouzane, France.
Adresse actuelle : ORSTOM, BP n° A5,
Nouméa, Nouvelle-Calédonie.

Abstract **Cenozoic compressive tectonics on the Fairway Ridge and the Lord Howe Rise, between New Caledonia and Australia**

The new bathymetric, magnetic and mainly seismic data acquired during the Zoesis cruise, reveal the presence of compressional features in the "Fairway Ridge–Fairway Basin–Lord Howe Rise (northern part)" area, west of New Caledonia. The compressive strain is especially responsible for the formation of the Fairway Ridge. The compression is emphasized by a regional unconformity that could be dated late Eocene, according to DSDP data in the area, and therefore synchronous with the late Eocene obduction of the New Caledonia ophiolites. The westward extension of the late Eocene compressive strain in the New Caledonia area is more developed than previously thought.

Keywords : Southwest Pacific, Lord Howe and Fairway Ridges, New Caledonia, Compressive deformation, Seismic reflection.

**Abridged
English
Version**

THE overall structure of the Southwest Pacific region mainly results from the successive opening of marginal basins since the late Cretaceous. The stretching started with the opening of the Tasman Sea and New Caledonia Basins (Weissel and Hayes, 1977; Aubouin, 1982; Mignot, 1984). The opening of these marginal basins isolated two main ridges (figure 1): the Lord Howe Rise between the Tasman Sea and the New Caledonia Basin, and the Norfolk Ridge, located east of the New Caledonia Basin and obducted at the end of the Eocene by the ophiolite (Paris, 1981). The New Caledonia Basin is composed, in its northern part, of two basins separated by the Fairway

Ridge (Ravenne *et al.*, 1977; Eade, 1988). The basements of the Lord Howe and Fairway Ridges are different in nature: continental for the Lord Howe Rise and oceanic for the Fairway Ridge (Shor *et al.*, 1971; Woodward and Hunt, 1971; Dubois *et al.*, 1974; Ravenne *et al.*, 1977).

New bathymetric and seismic reflection data collected during the recent Zoesis cruise over the Fairway Basin and Ridge (figures 1 and 2) are presented and discussed.

From west to east, the bathymetric map shows (figure 2): 1) the N160°E trending Lord Howe Rise, composed of different segments up to its junction with Fairway Ridge; 2) The

Note

présentée par
Jean Aubouin.
remise le 16 mars 1994,
acceptée après révision
le 6 septembre 1994.

NW-SE trending Fairway Basin, deepening and widening southward; 3) the 600 km-long, N130°E trending Fairway Ridge, shallowing northward and offset by N50-60°E trending segments; 4) the New Caledonia Basin, trending NW-SE north of 23°S and N-S south of this latitude.

The interpretation of the NE-SW trending single channel seismic reflection profiles indicates that, within the Fairway Basin, three main seismic units occur, separated by unconformities (figure 3). The central part of the Fairway Basin is characterised by a wide dome which is interpreted to result from overthrusts related to a compressive phase. Such compressional features also exist near the summit of the Lord Howe Rise (figure 4). The Fairway Ridge, which is mainly made up of sediments, resulted from strong uplift during the compressive phase.

Data from Leg 21 DSDP boreholes 206 and 208 (Burns, Andrews *et al.*, 1973), Leg 90 DSDP borehole 587 (Kennett and von der Borch, 1985) and the geological history of New Caledonia (Lillie and Brothers, 1970; Paris, 1981) enable dating of the unconformities separating the seismic units (figure 3): 1) the reflector at the bottom of seismic Unit III could represent a change in facies within the Cretaceous; 2) the reflector between seismic Units II and III is interpreted to be of

Paleocene age; 3) the unconformity between Units I and II is interpreted to represent the late Eocene-middle Oligocene regional unconformity; 4) the strong reflector within Unit I probably represents a change in facies within the Miocene.

The seismic-reflection profiles also reveal that the overthrusts are sealed by seismic Unit I. Therefore, the compressive phase that affected the "Fairway Ridge-Fairway Basin-Lord Howe Rise" area is synchronous northern part of with the late Eocene emplacement of the ophiolite belt over New Caledonia. The compressive strain induced uplift of the Fairway Ridge and shortening within the Fairway Basin. The compressive tectonics is associated with N50°-60°E trending transcurrent faults that parallel the transform directions related to the stretching of the Australian margin and the opening of the Tasman Sea during the late Cretaceous-Paleocene. South of the study area, near 33°S, a contemporaneous compressive phase induced the thrusting of the Wanganella Ridge over the West Norfolk Ridge (Eade, 1988).

In conclusion, our data suggest that the Cenozoic was a time dominated by a major compressive phase that affected the eastern margin of Australia, an area which has been usually interpreted to result from stretching only.

I. INTRODUCTION

D'une manière générale, la structure d'ensemble du Sud-Ouest Pacifique résulte essentiellement d'ouvertures successives depuis le Crétacé supérieur. L'éclatement de la bordure orientale du Gondwana commence par l'ouverture des bassins de la mer de Tasman et de Nouvelle-Calédonie, du Crétacé supérieur au Paléocène (Weissel et Hayes, 1977; Aubouin, 1982; Mignot, 1984) (Anomalies 33 à 24: 75 à 55 Ma pour la mer de Tasman). Ces ouvertures isolent deux rides (figure 1): la ride de Norfolk, à l'Est du bassin de Nouvelle-Calédonie, sur laquelle seront obductées, à l'Eocène terminal, les ophiolites de Nouvelle-Calédonie (Paris, 1981): l'imposante ride de Lord Howe, si-

tuée entre le bassin de Nouvelle-Calédonie et la mer de Tasman, qui se raccorde vers le Sud au plateau du Challenger dans l'Ouest du bloc néo-zélandais. De part et d'autre d'une structure appelée ride de Fairway au Nord et ride West Norfolk au Sud (Ravenne *et al.*, 1977; Eade, 1988), le bassin de Nouvelle-Calédonie se divise en bassin de Fairway à l'Ouest et bassin de Nouvelle-Calédonie (*s.s.*) à l'Est. Les rides et les bassins orientés N-S dans leurs parties centrales, prennent une direction NW-SE dans leurs portions méridionales et septentrionales. Dubois *et al.* (1974) signalent la différence de nature des substratums des rides de Lord Howe et de Fairway. Ravenne *et al.* (1977) concluent que la ride de Fairway est d'origine volcanique, probablement océanique, contrairement à la

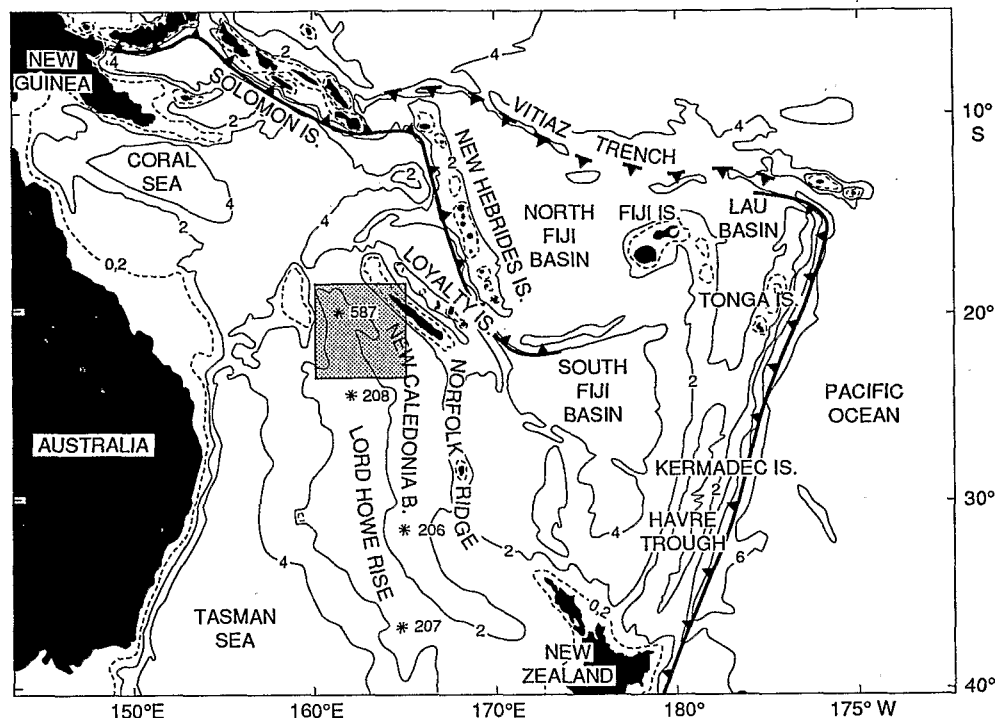


Figure 1 Situation de la zone d'étude (en grisée) dans le Pacifique Sud-Ouest. *: localisation des forages DSDP 206, 207, 208 et 587.

Location of the studied area (shaded) in the Southwest Pacific. *: location of DSDP sites 206, 207, 208 and 587.

ride de Lord Howe d'origine continentale (Shor *et al.*, 1971; Woodward et Hunt, 1971). Les données de sismique réfraction dans le bassin de Nouvelle-Calédonie (Shor *et al.*, 1971) révèlent la nature océanique de la croûte surmontée par d'épaisses séries sédimentaires (1 000 à 2 000 m) (Dubois *et al.*, 1974). Les sédiments les plus anciens forés au site DSDP 206 dans la partie sud du bassin de Nouvelle-Calédonie sont d'âge Paléocène moyen (Burns, Andrews *et al.*, 1973). Le bassin de Fairway, affecté par des accidents transverses orientés NE-SW (Mignot, 1984) est caractérisé par d'épaisses séries sédimentaires atteignant une épaisseur moyenne de 2 000 à 3 000 m (Ravenne *et al.*, 1977).

Durant la campagne Zoesis (octobre 1992 à bord du *N/O l'Alis* de l'ORS-TOM), des données bathymétriques, magnétiques et de sismique réflexion ont été recueillies entre 21 et 24°S, à l'Ouest de la Nouvelle-Calédonie. Des profils orientés NE-SW ont été levés depuis le bord ouest du bassin de Nouvelle-Calédonie, à travers la ride et le bassin de Fairway, et jusqu'au sommet de la ride de Lord Howe (figure 2). Ces profils complètent vers le Sud, ceux de la campagne

sismique pétrolière WNC80 (West Nouvelle-Calédonie, janvier 1981 à bord du *N/O Résolution*) réalisée par le Comité d'Études Pétrolières Marines (CEPM) et exploitée par Mignot (1984). L'analyse des profils sismiques Zoesis permet de mettre en évidence des figures compressives et de remettre en cause les interprétations antérieures.

II. DONNÉES BATHYMÉTRIQUES

Une compilation des données bathymétriques sur la zone permet de dresser une nouvelle carte (figure 2) sur laquelle se succèdent d'Ouest en Est, la ride de Lord Howe, le bassin de Fairway, la ride de Fairway et le bassin de Nouvelle-Calédonie.

1. La ride de Lord Howe

D'orientation générale N160°E, la ride de Lord Howe se rétrécit vers le Nord et rejoint, au Nord de 21°S, le banc de Lansdowne allongé N135°E. Entre 21 et 22°S, elle correspond à un segment orienté N140°E d'environ 40 km de large, sur lequel existent des pointements volcaniques atteignant moins de

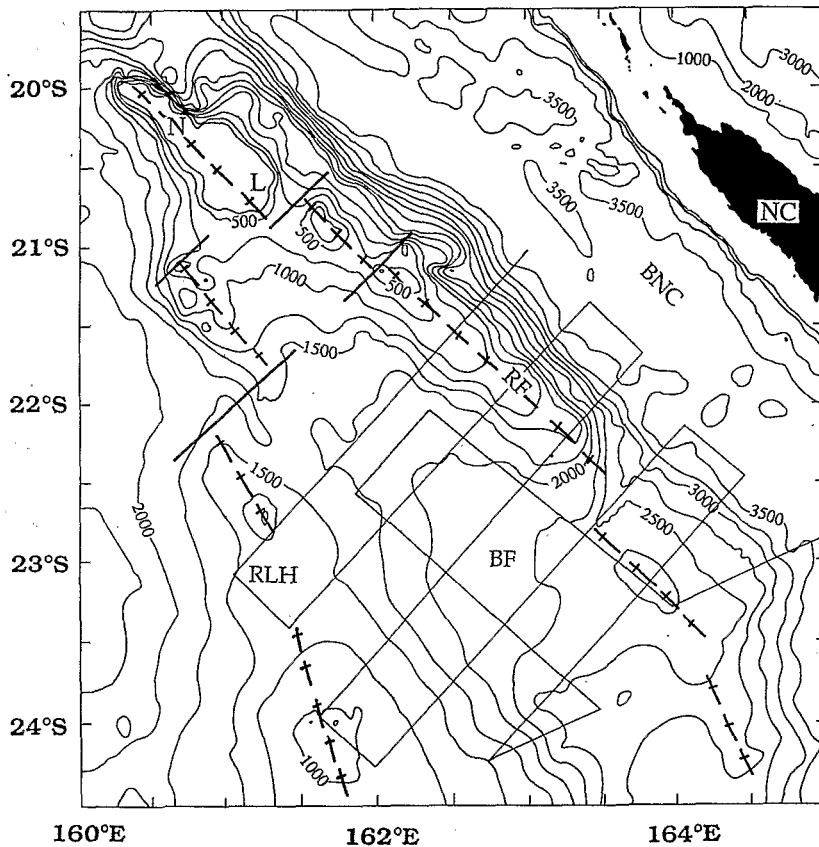


Figure 2 Carte morphobathymétrique de la zone d'étude. Le plan de navigation de la campagne Zoesis est indiqué en trait fin. La situation du profil de la figure 4 est en trait épais. Les sommets de rides sont soulignés par des croix. RLH : Ride de Lord Howe; BF : bassin de Fairway; RF : ride de Fairway; N : récif de Néréus; L : banc de Lansdowne; BNC : bassin de Nouvelle-Calédonie; NC : Nouvelle-Calédonie. Profondeurs en mètres, isocontours tous les 250 m.

Morphobathymetric map of the studied area. Thin lines: tracklines of the Zoesis cruise. Heavy line: location of seismic profile of figure 4. Ridge crests are emphasized by crosses. RLH: Lord Howe Rise; BF: Fairway Basin; RF: Fairway Ridge; N: Néréus reef; L: Lansdowne Bank; BNC: New Caledonia Basin; NC: New Caledonia. Depths are in metres, contour interval is 250 m.

500 m de profondeur et dont certains culminent vers 60 m (Mignot, 1984). Ce segment est séparé du bassin de Lord Howe, à l'Ouest, par une falaise NW-SE d'environ 1 000-1 500 m de dénivelé. A 22°S, la ride est interrompue et apparaît décalée en dextre le long d'un accident NE-SW. Un accident identique vers 21°S pourrait également exister au raccord avec le plateau de Lansdowne. Au Sud de 22°S, la ride de Lord Howe est massive et culmine vers 600-1 000 m de profondeur à la faveur de pointements volcaniques.

2. Le bassin de Fairway

Encadré par la ride de Lord Howe à l'Ouest et la ride de Fairway à l'Est, le bassin de Fairway de direction NW-SE s'élargit et s'approfondit régulièrement vers le SE. Large de 60 km et profond de 750 m à 21°S, il atteint 150 km de largeur et 2 750 m de profondeur à 24°S. A sa terminaison sud, le bassin est bordé par un talus N-S qui le sépare du

fond plat du bassin de Nouvelle-Calédonie de profondeur moyenne 3 500 m.

3. La ride de Fairway

Orientée N130°E sur 600 km, la ride de Fairway est, contrairement à la ride de Lord Howe et au bassin de Fairway, de plus en plus développée vers le NW. Elle culmine au Nord entre 20°S et 20°45'S, où elle est marquée par le banc de Lansdowne (150 km de long, 50 km de largeur maximale) comprenant à l'extrême NW le récif Néréus. Le banc de Lansdowne forme une cuvette de 100 m de profondeur bordée par une barrière de corail immergée par 50 m (Mignot, 1984). Au SE du banc de Lansdowne, la ride se prolonge, décalée à l'Est, par le banc de Fairway et d'autres récifs immergés sous moins de 100 m. Plus au Sud, la ride de Fairway s'ennoie progressivement de 500 à 1 500 m de 21°15'S à 22°15'S, puis s'approfondit brutalement au Sud de 22°30'S (2 200-2 250 m) où elle subit deux décalages dextres majeurs à 22°30'S et 23°30'S, le long d'accidents transverses N50°-60°E.

4. Le bassin de Nouvelle-Calédonie

De direction NW-SE au Nord de 23°S et N-S au Sud de cette latitude, le bassin de Nouvelle-Calédonie s'évase vers le Nord (180 km à 20°S), où il atteint une profondeur maximale de 3 750 m à 20°30'S en s'orientant WNW-ESE.

III. DONNÉES DE SISMIQUE RÉFLEXION

L'interprétation des profils de sismique réflexion monotrace orientés NE-SW (figure 2) obtenus durant la campagne Zoesis, permet trois observations principales (figure 3).

Le bassin de Fairway est caractérisé par un remplissage sédimentaire supérieur à 2 s temps-double. Trois séquences sismiques séparées par des discordances peuvent y être identifiées: 1) la séquence I d'environ 0,8 s d'épaisseur, comprend un fort réflecteur interne continu, souligné par des figures de chenalisation; 2) la séquence II, épaisse d'en-

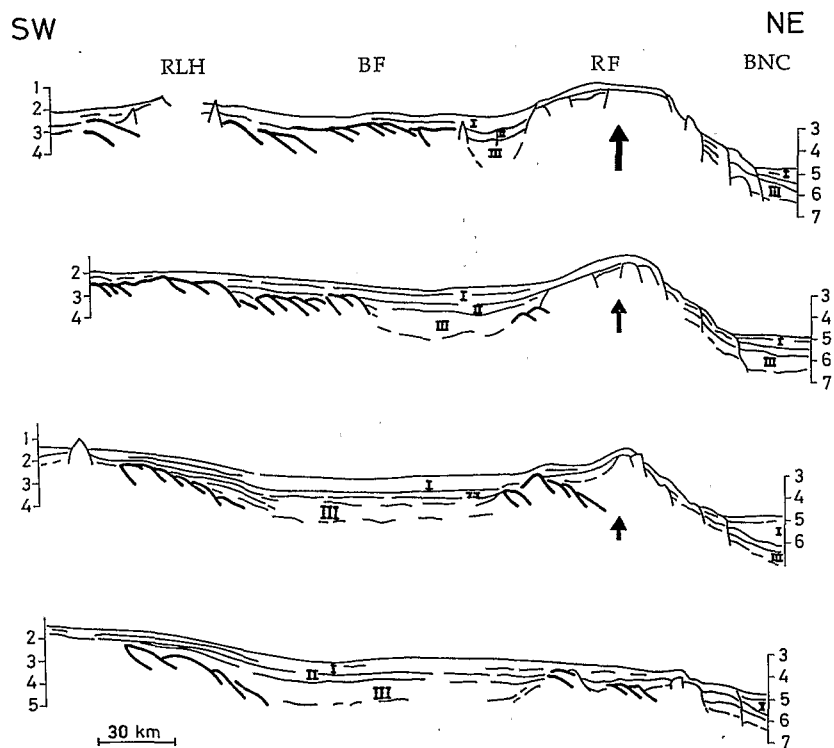


Figure 3 Interprétation des profils sismiques alignés du Nord au Sud sur la ride de Fairway. RLH : Ride de Lord Howe ; BF : bassin de Fairway ; RF : ride de Fairway ; BNC : bassin de Nouvelle-Calédonie. L'échelle verticale est en secondes temps double ; l'exagération verticale est de 13. I, II, III = principales séquences sismiques. Les zones affectées par la déformation sont représentées en traits épais.

Line drawings of seismic profiles aligned from north to south on the Fairway Ridge. RLH: Lord Howe Rise; BF: Fairway Basin; RF: Fairway Ridge; BNC: New Caledonia Basin. Vertical scale in second (two-way travel time); vertical exaggeration is 13. I, II, III are the three main seismic units. The areas affected by the deformation are emphasized by heavy lines.

viron 0,2-0,3s, est constituée de réflecteurs parallèles de forte amplitude ; 3) la séquence III, de plus de 1s d'épaisseur, est marquée par des réflecteurs discontinus et de faible amplitude. Reconnues à travers tout le bassin de Fairway dans la partie sud de la zone d'étude, ces séquences sismiques ne sont visibles au Nord que dans les portions orientale et occidentale du bassin.

La partie centrale du bassin de Fairway (au Nord de 22°30'S) est caractérisée par une structure complexe que nous interprétons comme une succession d'écaillés séparées par des chevauchements à vergence ouest. De telles figures compressives sont aussi particulièrement bien exprimées sur le sommet de la ride de Lord Howe (figure 4). Cette structure d'origine compressive qui affecte le bassin de Fairway, correspond en surface à un léger bombement. Elle se rétrécit et s'ennoe vers le Sud en se raccordant au bord Est de la ride de Lord Howe.

La ride de Fairway est essentiellement constituée de matériel sédimentaire. Les profils de sismique réflexion indiquent clai-

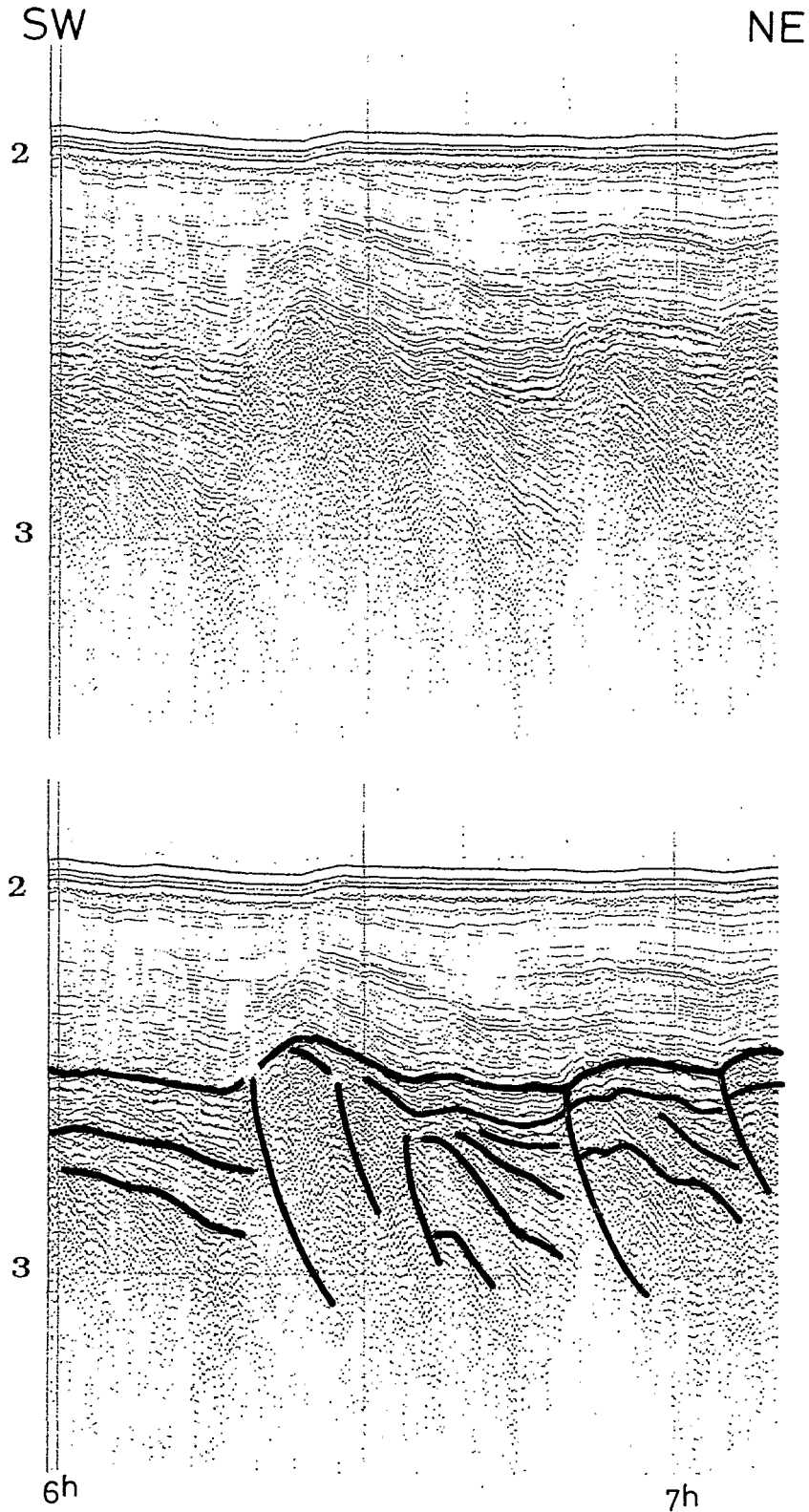
rement qu'elle résulte d'une surrection relativement récente (figure 3). Son bord oriental abrupt présente une succession d'escarpements résultant d'effondrements superficiels.

IV. AGE DES DÉFORMATIONS

Les données des forages DSDP 208 et 206 du Leg 21 (Burns, Andrews *et al.*, 1973), celles du forage DSDP 587 du Leg 90 (Kennett et von der Borch, 1985), ainsi que l'histoire géologique de la Nouvelle-Calédonie (Lillie et Brothers, 1970 ; Paris, 1981) nous permettent de proposer des âges pour les discordances séparant les différentes séquences individualisées en sismique (figure 3). 1) le réflecteur à la base de la séquence III représenterait un changement de faciès dans le Crétacé ; 2) le réflecteur entre les séquences II et III correspondrait au réflecteur de forte amplitude, faible fréquence décrit au site DSDP 208 et daté du Paléocène ; 3) la discordance entre les séquences I et II correspondrait à la discordance régionale Eocène supérieur-Oligocène moyen du site 208 situé immédiatement au

Figure 4 Détail d'un profil sismique illustrant les manifestations de l'épisode compressif à proximité du sommet de la ride de Lord Howe. Situation sur la figure 2. L'échelle verticale est en secondes temps double ; l'exagération verticale est de 13.

Detail of a seismic line showing the effects of the compressive tectonics nearby the summit of the Lord Howe Rise. Location on figure 2. Vertical scale in second (two-way travel time); vertical exaggeration is 13.



Sud de la zone d'étude; 4) enfin le réflecteur interne de la séquence I est interprété comme un changement de faciès au sein du Miocène.

Les figures compressives observées en sismique réflexion sont cachetées par la séquence I. L'épisode compressif serait donc contemporain de la discordance datée de l'Eocène supérieur à Oligocène moyen.

V. CONCLUSION

L'analyse des données de la campagne Zoesis permet de mettre en évidence l'existence d'un épisode compressif qui affecte l'ensemble « ride de Fairway-bassin de Fairway-partie nord de la ride de lord Howe ». Cet épisode, daté de l'Eocène terminal-Oligocène basal par corrélation avec les données des forages DSDP, est contemporain du charriage de la nappe des péridotites en Nouvelle-Calédonie. Il se manifeste par la surrection

de la ride de Fairway et par des déformations au sein du bassin de Fairway. Cette compression s'accompagne du jeu d'accidents transverses N50-60°E, qui présentent la même orientation que les directions transformantes associées à l'étirement de la marge australienne et l'ouverture de la mer de Tasman au Crétacé supérieur-Paléocène.

Au Sud de la zone d'étude (33°S), une phase de compression subcontemporaine (Eocène moyen) de la précédente et de même vergence, a également été décrite sur les rides de Wanganella et West Norfolk (Eade, 1988).

En conclusion, les données de la campagne Zoesis suggèrent qu'un épisode compressif, au moment de la mise en place des péridotites Calédoniennes, a affecté la bordure orientale de la marge Australienne au Cénozoïque, zone classiquement interprétée jusqu'alors comme résultant seulement de phénomènes extensifs.

AUBOUIN, J., 1982. Vergence océanique et vergence continentale dans l'ouest Pacifique : subductions, mers marginales, orogènes anciens, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 294, série II, p. 285-290.

BURNS, R. E., ANDREWS, J. E. and the scientific party, 1973. Site 208, *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*, 21, p. 271-331.

DUBOIS, J., RAVENNE, C., AUBERTIN, A., LOUIS, J., GUILLAUME, R., LAUNAY, J. et MONTADERT, L., 1974. Continental margins near New Caledonia. In: *The Geology of continental margins*, BURK, G. A. et DRAKE, C. L., éd., Springer-Verlag, p. 521-535.

EADE, J. V., 1988. The Norfolk Ridge system and its margins. In: *The Ocean basins and margins: The Pacific Ocean*, NAIRN, A. E. M., STEHLI, F. G. et UYEDA, S., éd., Plenum Press, New York and London, p. 303-324.

KENNETT, J. P. et VON DER BORCH, C. C., 1985. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, XC, Washington, US Government Printing Office.

LILLIE, A. R. et BROTHERS, R. N., 1970. The geology of New Caledonia, *New Zealand J. Geol. Geophys.*, 13, 1, p. 145-183.

MIGNOT, A., 1984. Sismo-stratigraphie de la terminaison nord de la ride de Lord Howe. Evolution géodynamique du Sud-Ouest Pacifique entre l'Australie et la Nouvelle-Calédonie, *Thèse de Doctorat de 3^e Cycle*, UPMC, Paris, 205 p.

PARIS, J. P., 1981. Géologie de la Nouvelle-Calédonie : Un essai de synthèse, *Mémoire BRGM*, 113, 1 carte HT (2 coupures), 279 p.

RAVENNE, C., DE BROIN, C. E., DUPONT, J., LAPOUILLE, A. et LAUNAY, J., 1977. New Caledonia Basin-Fairway Ridge: Structural and sedimentary study. In: *International Symposium on Geodynamics in South-West Pacific*, Nouméa (New Caledonia), 1976, Technip, Paris, p. 145-154.

SHOR, G. G., KIRK, H. K. et MENARD, H. W., 1971. Crustal structure of the Melanesian area, *J. Geophys. Res.*, 76, 11, p. 2562-2586.

WEISSEL, J. K. et HAYES, D. E., 1977. Evolution of the Tasman Sea reappraised, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, p. 77-84.

WOODWARD, D. J. et HUNT, T. M., 1971. Crustal structure across the Tasman sea, *J. Geophys. New Zealand*, 14, 1, p. 39-45.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES