

TRAVAUX DU GROUPE
ZONE ÉCONOMIQUE DE
NOUVELLE-CALÉDONIE

ZONÉCO

N° 3

1997

CAMPAGNE ZoNéCo 3
30 août au 20 septembre 1996

RAPPORT FINAL
Interprétation des données

François MISSEGUE
Yves LAFOY
Dominique CLUZEL
Sabrina VAN de BEUQUE
Raymond LE SUAVÉ
Christian HENIN
René GRANDPERRIN
Julien PERRIER
et l'équipe scientifique à bord du
N/O L'Atalante



**TRAVAUX DU GROUPE
ZONE ÉCONOMIQUE DE
NOUVELLE-CALÉDONIE**

ZONÉCO

N° 3

1997

**CAMPAGNE ZoNéCo 3
30 août au 20 septembre 1996**

**RAPPORT FINAL
Interprétation des données**

**François MISSEGUE ¹
Yves LAFOY ²
Dominique CLUZEL ³
Sabrina VAN de BEUQUE ⁴
Raymond LE SUAVÉ ⁵
Christian HENIN ¹
René GRANDPERRIN ¹
Julien PERRIER ¹
et l'équipe scientifique à bord du
NO L'Atalante**

1 ORSTOM BP A5 Nouméa, Nouvelle-Calédonie

2 Service des Mines et de l'Énergie du Territoire de Nouvelle-Calédonie

3 Université Française du Pacifique, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

4 Université de Bretagne Occidentale c/o ORSTOM Nouméa, Nouvelle-Calédonie

5 IFREMER Brest



**L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION**

CENTRE DE NOUMÉA

© ORSTOM, Nouméa, 1997

/Missegue, F.
/Lafoy, Y.
/Cluzel, D.
/Van de Beuque, S.
/Le Suavé, R.
/Henin, C.
/Grandperrin, R.
/Perrier, J.

Campagne ZoNéCo 3, 30 août au 20 septembre 1996. RAPPORT FINAL Interprétation
des données

Nouméa : ORSTOM. Novembre 1997. 56 p.
Trav. Groupe : Zonéco ; 3

RESSOURCES HALIEUTIQUES ; RESSOURCES NATURELLES ; CAMPAGNE
OCEANOGRAPHIQUE ; EXPLOITATION ECONOMIQUE ; BATHYMETRIE ; GEODYNAMIQUE ;
GRAVIMETRIE ; MAGNETISME ; SISMIQUE REFLEXION / NOUVELLE CALEDONIE ; LOYAUTE ;
ENTRECASTEAUX ; NORFOLK

Imprimé par le Centre ORSTOM
Novembre 1997

 ORSTOM Nouméa
REPROGRAPHIE

TABLE DES MATIERES

1- Le programme ZoNéCo	1
1.1- Introduction.....	1
1.2- Bilan du programme ZoNéCo.....	1
1.2.1- Le programme pluridisciplinaire ZoNéCo	1
1.2.2- Les campagnes à la mer du programme ZoNéCo	2
1.2.2.1- Les campagnes de la phase stratégique du programme.....	2
1.2.2.2- Les campagnes de la phase tactique du programme.....	2
2- Le contexte géodynamique	3
2.1- Le contexte géodynamique de la région sud-ouest pacifique	3
2.2- Contexte géodynamique de la zone d'étude	3
2.2.1- La ride de Norfolk	4
2.2.2- La zone d'Entrecasteaux et le Grand Passage	5
2.2.3- L'île des Pins	6
2.2.4- Le bassin des Loyauté	6
2.2.5- La ride des Loyauté	7
2.2.6- La zone de collision "Loyauté -Nouvelles-Hébrides "	8
3- La campagne ZoNéCo 3	9
3.1- Généralités sur la campagne ZoNéCo 3.....	9
3.2- Acquisition des données	9
3.3- Intégration de données géophysiques antérieures.....	10
3.4- Traitement des données de magnétisme	10
4- Description et interprétation des données	12
4.1- La boîte Sud.....	12
4.1.1- La ride de Norfolk au sud de l'île des Pins.....	12
4.1.1.1- Morphobathymétrie	12
4.1.1.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments	12
4.1.1.3- Gravimétrie.....	13
4.1.1.4- Magnétisme	14
4.1.1.5- Sismique réflexion.....	15
4.1.1.6- Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme.....	15
4.1.2- Le bassin et la ride des Loyauté	16
4.1.2.1- Morphobathymétrie	16
4.1.2.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments	17
4.1.2.3- Gravimétrie.....	19
4.1.2.4- Magnétisme	19
4.1.2.5- Sismique réflexion.....	20
4.1.2.6- Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme.....	20
4.1.3- Les données d'océanographie physique	22
4.2- La boîte Nord	22
4.2.1- La terminaison nord de la ride des Loyauté	22
4.2.1.1- Morphobathymétrie	22
4.2.1.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments	23
4.2.1.3- Gravimétrie.....	23
4.2.1.4- Magnétisme	24
4.2.1.5- Sismique réflexion.....	24

4.2.1.6- Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme.....	25
4.2.2- Les récifs d'Entrecasteaux	26
4.2.2.1- Morphobathymétrie.....	26
4.2.2.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments	26
4.2.2.3- Gravimétrie.....	27
4.2.2.4- Magnétisme	28
4.2.2.5- Sismique réflexion.....	28
4.2.2.6- Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme	29
4.2.3- Les données d'océanographie physique	30
4.3- Les îles Loyauté	30
4.3.1- Travaux réalisés.....	30
4.3.1.1- Morphobathymétrie.....	30
4.3.1.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments	31
4.3.1.3- Gravimétrie.....	32
4.3.1.4- Magnétisme	32
4.3.1.5- Sismique réflexion.....	32
4.3.2- Les données d'océanographie physique	33
5- Synthèses.....	34
5.1- La boîte Sud	34
5.1.1- Carte structurale de synthèse.....	34
5.2- La boîte Nord	35
5.2.1- Carte structurale de synthèse.....	35
5.2.1.1- La terminaison nord de la ride des Loyauté	35
5.2.1.2- Les récifs d'Entrecasteaux	36
5.3- Synthèse des données d'océanographie physique	37
6- Les potentialités	38
6.1- Introduction.....	38
6.2- Les ressources marines minérales profondes de la zone économique de la Nouvelle-Calédonie	38
6.2.1- Les encroûtements polymétalliques	39
6.2.2- Les hydrocarbures	40
6.3- La campagne ZoNéCo 3	41
6.3.1- Généralités/Objectifs.....	41
6.4- Les campagnes antérieures réalisées dans la zone d'étude.....	41
6.4.1- Les campagnes antérieures de géologie - géophysique.....	41
6.4.1.1- Les campagnes de bathymétrie et de géophysique.....	41
6.4.1.2- Les campagnes de sismique réflexion multitraces	41
6.4.1.3- Les campagnes de prélèvements géologiques et biologiques.....	42
6.4.2- Les ressources minérales potentielles décrites dans la zone d'étude.....	43
6.4.2.1- Les ressources minérales " dures " de type encroûtements polymétalliques	43
6.4.2.2- Les hydrocarbures	44
Le prolongement immergé nord de la ride de Norfolk: les récifs d'Entrecasteaux et le Grand Passage.....	44
Le segment méridional de la ride de Norfolk	44

6.5- Résultats préliminaires de la campagne ZoNéCo 3:	
Apport des données aux ressources minérales potentielles.....	44
6.5.1- Les zones potentielles favorables à la concentration de ressources minérales “ dures ”.....	45
6.5.1.1- La boîte Sud	45
6.5.1.2- La boîte "Maré-Lifou-Ouvéa" (MLO)	46
6.5.1.3- La boîte Nord	47
6.5.2- Les zones potentielles favorables à la présence d'hydrocarbures	48
6.5.3- Potentialités de la zone d'étude en ressources halieutiques	48
6.6- Conclusions générales.....	49
7- Références bibliographiques.....	50
8- Annexes.....	56
8.1- Liste des cartes hors texte	56
8.2- Liste des figures	56

1- Le programme ZoNéCo

1.1- Introduction

Située au coeur de la région Sud-Ouest Pacifique, la Zone Economique (ZE) de Nouvelle-Calédonie est localisée sur la bordure orientale de la plaque lithosphérique Australienne (Fig.1). Comprise entre les latitudes 15°S-26°S et les longitudes 158°E-174°E, la zone économique de la Nouvelle-Calédonie s'étend sur une superficie d'environ 1.400.000 km².

Le programme ZoNéCo (Zone Economique de Nouvelle-Calédonie), cofinancé par l'Etat, le Territoire, les Provinces et les organismes de recherche IFREMER, ORSTOM -Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération et UFP (Université Française du Pacifique), a pour objectifs, l'exploration et l'évaluation des ressources marines vivantes et minérales de la Zone Economique (ZE) de Nouvelle-Calédonie.

1.2- Bilan du programme ZoNéCo

1.2.1- Le programme pluridisciplinaire ZoNéCo

Bénéficiant des progrès technologiques considérables en matière de cartographie sous-marine, en particulier la génération des sondeurs multifaisceaux interférométriques qui permettent l'obtention simultanée de la bathymétrie et de l'imagerie acoustique, le programme ZoNéCo d'inventaire des ressources marines de la Zone Economique de Nouvelle-Calédonie a débuté en 1993 avec la venue du N/O L'Atalante (IFREMER) équipé du sondeur interférométrique Simrad EM12 DUAL. Ce nouveau programme, de par la qualité des données acquises (bathymétrie multifaisceaux, imagerie acoustique) et son approche pluridisciplinaire (géologie, géophysique, biologie marine et océanographie physique), a pour objectif de permettre de mieux appréhender les potentialités en ressources marines vivantes et minérales (encroûtements polymétalliques, hydrocarbures) des fonds marins peu profonds de la zone économique calédonienne.

La méthodologie utilisée pour le programme ZoNéCo met en oeuvre, sur les zones surélevées du fond marin, des levés bathymétriques multifaisceaux au cours desquels sont acquises des données, d'imagerie acoustique, de géophysique et d'océanographie physique. La compilation de ces données permettra l'élaboration de cartes synthétiques d'aide à la décision nécessaires à la mise en oeuvre de campagnes de prélèvements d'échantillons à des fins d'inventaire.

De nombreux monts sous-marins et zones surélevées des fonds océaniques, potentiellement favorables à la concentration de ressources, demeuraient en effet mal cartographiés et/ou mal positionnés. La connaissance de la bathymétrie détaillée et de la nature des fonds marins représente le préalable essentiel aux campagnes de pêches exploratoires et de dragages d'encroûtements. La répartition des espèces vivantes est liée, à la profondeur et à la topographie, mais aussi à la nature du substrat (fonds de type sableux ou rocheux). Il s'agit du concept d'"habitat sous-marin", ou encore de relation "faune-substrat", qui tente d'établir un lien entre la nature des fonds sous-marins et les peuplements de poissons profonds qui les colonisent.

1.2.2- Les campagnes à la mer du programme ZoNéCo

1.2.2.1- Les campagnes de la phase stratégique du programme

Quatre campagnes ont été réalisées à bord de L'Atalante dans le cadre de la phase stratégique.

Le levé ZoNéCo 1 (26 Juin-15 Juillet 1993) a permis d'identifier les éléments structuraux constituant le prolongement méridional du bâti Calédonien et de la chaîne des Loyauté.

La deuxième opération à la mer du programme ZoNéCo, la campagne ZoNéCo 2 (02-22 Août 1994) a permis de préciser la structure de la terminaison Nord de la Grande Terre, du bassin des Loyauté, de la ride des Loyauté et de son prolongement Nord.

La campagne ZoNéCo 3 (30 août-20 septembre 1996) a reconnu les extrémités sud (île des Pins) et nord (récifs d'Entrecasteaux) de la Nouvelle-Calédonie, permettant de relier les levés ZoNéCo 1 et ZoNéCo 2, et de compléter vers le nord les données acquises durant ZoNéCo 2.

1.2.2.2- Les campagnes de la phase tactique du programme

Quatre campagnes de pêches exploratoires ont été réalisées dans le cadre de la phase tactique.

La campagne HALIPRO 1 a chaluté les pentes récifales externes de la côte Est calédonienne (18-25 Mars 1994) et a reconnu le sud du Grand Coude (29 Mars-1er Avril 1994). Elle n'a cependant pas permis d'identifier la présence de ressources exploitables en poissons commerciaux chalutables.

Les campagnes HALICAL 1 (21 novembre-1er décembre et 12-23 décembre 1994) et HALICAL 2 (17-27 janvier et 1-10 février 1995) qui avaient pour support bathymétrique les données de la campagne ZoNéCo 2 (Lafoy *et al.*, 1994b), se sont déroulées dans le nord de la Côte Ouest, le nord de la Côte Est, le nord de la Grande Terre (Grand Passage) et sur la Ride des Loyauté à bord du N/O Alis de l'ORSTOM.

La campagne de pêches profondes HALIPRO 2 (04-28 Novembre 1996) réalisée à bord du navire NéoZélandais Tangaroa. A l'aide de ce navire affrété dans le cadre du programme car spécialisé dans la pêche profonde, des pêches exploratoires ont été effectuées sur certains des hauts-fonds cartographiés par L'Atalante lors des campagnes ZoNéCo 1 et ZoNéCo 2.

Ces quatre campagnes permettent de mieux cerner le type et la localisation des ressources potentielles. Deux synthèses ont été rédigées (Virly, 1996, 1997).

2- Le contexte géodynamique

2.1- Le contexte géodynamique de la région sud-ouest pacifique

Par opposition à la marge active très étroite du Pacifique sud-est, le domaine Pacifique sud-ouest constitue sur une largeur de plus de 3000 kilomètres, une mosaïque de bassins marginaux, d'arcs insulaires et de rides (continentales ?) localement émergées (Fig. 2). Cette structure très complexe résulte de la fragmentation dès le Crétacé supérieur de la marge orientale du Gondwana sous l'effet du retrait vers l'est de la zone de subduction du sud-ouest Pacifique. En raison de la géométrie souvent irrégulière ou de l'ouverture en éventail de certains bassins, ainsi que des changements de vergence de la plaque Pacifique, l'évolution du secteur est jalonnée d'épisodes compressifs générateurs de subductions internes au système de bassins marginaux. L'engagement de lanières de croûte à faible densité (rides) dans ces zones de subduction conduit à des événements de type collision/obduction et par voie de conséquence, à des transferts de la convergence sur de nouvelles subductions.

Le domaine sud-ouest Pacifique est donc un véritable laboratoire naturel dont la connaissance permet une meilleure compréhension des processus de formation et de fermeture de bassins marginaux qui constituent l'essentiel de l'histoire des deux marges de cet océan depuis plus de trois cents millions d'années.

Ainsi, depuis l'inversion de la polarité de la subduction accompagnant l'ouverture du bassin nord-Fidjien au Miocène supérieur, l'essentiel de la convergence océanique est assuré par la subduction de la plaque lithosphérique australienne sous l'arc des Nouvelles Hébrides (Vanuatu) à une vitesse de 12 cm/an selon un mouvement de direction ENE-WSW (Dubois et al., 1977). L'entrée de la ride des Loyauté dans la zone de convergence, son soulèvement et la collision naissante qui s'ensuit, représentent la réédition d'événements antérieurs et constituent une mine d'enseignements de première importance.

Située entre 15° et 26°S et entre 156° et 174°E, la ZEE de Nouvelle-Calédonie appartient à la bordure de la plaque australienne. On y distingue, d'Ouest en Est, les bassins océaniques de la mer de Tasman, de Fairway, de Nouvelle-Calédonie, et des Loyauté, et une série de rides (Lord Howe, Fairway, Norfolk, Loyauté) encadrant ces bassins et dont l'origine et la nature sont variables. A l'Ouest, l'ouverture du bassin de la mer de Tasman se produit entre le Crétacé supérieur et le Paléocène (Weissel et Hayes, 1977). La première étape de l'ouverture au sein du bassin de Nouvelle-Calédonie (Crétacé supérieur-Paléocène) aurait en fait débuté par l'ouverture en éventail du bassin de Fairway bloquée au Crétacé supérieur (Mignot, 1984). D'après les données de sismique réfraction, les rides de Lord Howe et de Norfolk ont été interprétées comme étant de nature continentale (Shor et al., 1971; Woodward et Hunt 1971) alors que la ride de Fairway, qui sépare les bassins de Fairway et de Nouvelle-Calédonie (Ravenne et al., 1977; Lafoy et al., 1994a), et la ride des Loyauté (Baubron et al., 1976) seraient d'origine volcanique. Cependant, le parallélisme des rides de Fairway et de Nouvelle-Calédonie avec la partie nord de la ride des Loyauté a longtemps incité à interpréter ces trois structures orientées NW-SE comme ayant la même nature et la même origine (Monzier et al., 1990).

2.2- Contexte géodynamique de la zone d'étude.

Les données de la campagne ZoNéCo 3 sont venues compléter celles acquises durant les campagnes ZoNéCo 1 (1993) et ZoNéCo 2 (1994) qui ont reconnu respectivement, les terminaisons sud de l'île de Nouvelle-Calédonie et de la ride des Loyauté et le prolongement nord immergé de la Grande Terre (Grand Passage), le bassin des Loyauté et la ride des Loyauté. Toutefois, une zone non cartographiée demeure entre le secteur reconnu au cours de ZoNéCo 1 et ceux reconnus au cours de ZoNéCo 2 et 3.

2.2.1- La ride de Norfolk

Cette ride sigmoïde se suit sur plus de 3500 km depuis la zone d'Entrecasteaux jusqu'à la pointe nord de la Nouvelle-Zélande. Cette structure en grande partie immergée correspond à une lanière étroite (100 km en moyenne) de croûte légère, d'épaisseur et de nature variable. La partie émergée de la ride constitue l'île de Nouvelle-Calédonie et ses dépendances : Ile des Pins et Iles Bélep, dont la structure et l'histoire géologique sont relativement bien connues. Ses prolongements immergés sud (ride de Norfolk) et nord (zone d'Entrecasteaux) ne sont connus que de façon fragmentaire par la géophysique et quelques dragages ou sondages.

Les données gravimétriques et les profils de sismique réflexion ont montré que la ride est formée d'une croûte de type continental amincie (20-25 km) (Shor et al., 1971; Woodward et Hunt, 1971) surmontée d'une couverture sédimentaire pouvant atteindre localement une puissance de 3000 m (Dupont et al., 1975). La Grande Terre de Nouvelle-Calédonie présente des analogies remarquables avec la Nouvelle-Zélande, ce qui permet d'envisager une origine et une évolution communes pour l'ensemble Nouvelle-Calédonie-Ride de Norfolk-Nouvelle-Zélande. On y distingue un ensemble anté-Sénonien principalement constitué de formations volcaniques et volcanosédimentaires d'arc, de complexes d'accrétion et d'ophiolites formées du Carbonifère au Jurassique supérieur et accrétées à la marge orientale du Gondwana au Jurassique terminal-Crétacé inférieur; et un ensemble Sénonien-Miocène caractérisé par deux événements majeurs : 1) le "rifting" Paléocène séparant la Nouvelle-Calédonie du continent australien, et 2) l'enregistrement sédimentaire et tectonique de l'obduction éocène. L'ensemble post-Sénonien de Nouvelle-Calédonie est ainsi caractérisé par la mise en place de deux feuillets ophiolitiques, l'un crustal, la nappe de Poya (Cluzel et al, 1994), l'autre essentiellement mantellique, la nappe ophiolitique s.s. d'Avias (1975). Les relations entre ces deux ensembles issus du bassin des Loyauté (Collot et al, 1987,1988) ne sont pas encore éclaircies. L'ensemble crustal qui a été obducté en premier, au Priabonien supérieur (Chiron, 1996) puis recouvert par les péridotites, présente les caractéristiques d'un bassin marginal assez semblable au bassin Nord-Fidjien, dominé par un magmatisme "profond" de type P-MORB d'âge Campanien à Paléocène supérieur (Aitchison et al, 1995) auquel s'adjoignent quelques basaltes d'arrière-arc et des basaltes alcalins (OIB) sous la forme de dolérites ou de guyots (Cluzel et al, 1997). En relation étroite dans le temps et dans l'espace avec l'obduction éocène, on observe la mise en place d'un complexe métamorphique de haute pression, caractérisé par un noyau éclogitique entouré de terrains de plus faible degré métamorphique, juxtaposés par extension ductile ("metamorphic core complex", Cluzel, 1995, Clarke et al., 1997).

Les dragages réalisés durant la campagne GEORSTOM 1 sur la ride de Norfolk, le long de la bordure sud-ouest du bassin des Loyauté (Daniel et al., 1976), ont rencontré des tholéiites semblables à celles de l'unité de Poya et identiquement marquées par un événement thermique daté par la méthode K-Ar à 38,5 Ma (métamorphisme de plancher océanique ?). La présence de cette unité dont l'âge Crétacé supérieur est maintenant bien établi à terre, si elle est confirmée, donne un éclairage nouveau à l'ampleur de l'obduction éocène le long de la ride de Norfolk/Nouvelle-Calédonie. Les prélèvements ont également permis d'identifier un volcanisme intraplaque d'âge Miocène inférieur (Daniel et al., 1976; Rigolot, 1989) semblable à celui identifié sur l'île de Maré (Loyauté).

L'analyse des données de la campagne ZoNéCo 1 a mis en évidence des décrochements sénestres WSW-NNE qui recoupent l'ensemble "ride de Norfolk - bassin et ride des Loyauté". Ces décrochements sont interprétés comme résultant de la collision "Loyauté-Nouvelles-Hébrides", l'arc des Nouvelles-Hébrides se comportant comme un poinçon rigide (Lafoy et al., 1995a, 1996b).

2.2.2- La zone d'Entrecasteaux et le Grand Passage

Prolongement immergé septentrional de la ride de Norfolk, la zone d'Entrecasteaux est localisée entre les bassins Nord d'Entrecasteaux à l'Ouest et Loyauté à l'Est. Au niveau du segment nord de la ride de Norfolk, la ride immergée qui constitue le prolongement nord de la Nouvelle-Calédonie est bordée jusqu'à son extrémité par un récif barrière qui délimite un lagon dont la profondeur ne dépasse pas quelques dizaines de mètres. Les récifs d'Entrecasteaux ont fait l'objet d'une reconnaissance géophysique au cours des campagnes GCAL300 et EVA 11. Cette zone est constituée de plusieurs atolls, frangeants ou sporadiquement émergés, de formations coralliennes et lagunaires. Les données géophysiques (gravimétrie et magnétisme) laissent supposer que les structures sous-jacentes correspondent au prolongement de celles reconnues à terre, dans le Grand Lagon Nord et dans le Grand Passage (Collot et al., 1988b). La zone d'Entrecasteaux est interprétée comme la trace de la terminaison septentrionale arquée de la subduction à pendage NE qui, à l'Eocène, se situait entre la Nouvelle-Calédonie et les îles Loyauté (Daniel et al., 1977; Collot et al., 1985). La zone sud d'Entrecasteaux est, elle, constituée d'un alignement de guyots espacés dont le plus oriental, le guyot Bougainville s'est avéré être un volcan andésitique éocène (ODP 285). Entre la zone nord et la zone sud d'Entrecasteaux se situe un étroit bassin comparable par ses dimensions au bassin des Loyautés. Enfin au sud de la zone d'Entrecasteaux, le bassin nord-Loyautés a montré un remplissage volcanosédimentaire d'arc éocène en relation vraisemblable avec le fonctionnement de l'arc de la zone sud d'Entrecasteaux (ODP 286). A partir du Miocène moyen, la zone d'Entrecasteaux est affectée par une phase de distension (horsts et grabens) responsable de la morphologie actuelle de la zone, ce qui aurait permis la mise à l'affleurement du plancher océanique à la faveur de failles sub-verticales (Maillet et al., 1982). Les structures en horst et graben observées au niveau de la zone d'Entrecasteaux pourraient constituer l'équivalent très superficiel des structures tardives du "metamorphic core complex" Eocène du Nord de la Nouvelle-Calédonie. Les volcanites tholéïtiques forées dans la zone nord d'Entrecasteaux (leg ODP 134) montrent en outre des analogies remarquables avec les roches de l'unité de Poya (Grande Terre) et pourraient représenter des restes de la même unité (Briqueu et al., 1994; Cluzel, 1995; Laporte et al., 1997).

Le Grand Passage, centré sur 18°S et 163°E, sépare le Grand Lagon Nord-Calédonien des récifs d'Entrecasteaux. Bitoun et Récy (1982) décrivent la région du Grand Passage comme une succession de horsts et grabens, dont les fonds atteignent 1500 m de profondeur, et mettent en évidence une phase de tectonique pllicative contemporaine de la phase orogénique Eocène supérieur de Nouvelle-Calédonie (Paris, 1981). Ils l'interprètent comme une zone de fracture orientée Est-Ouest.

Les résultats de la campagne ZoNéCo 2 (Lafoy et al., 1994b, 1995b; travaux du Groupe ZoNéCo, 1995) au niveau du Grand Passage ont permis de mettre en évidence la faible profondeur d'eau (seuil oriental culminant à -185 m) et la puissance des séries sédimentaires (1 s.t.d.) qui comblent le bassin de structure antiforme enfoui sous le glacis occidental. Selon ces résultats, le bassin sédimentaire structuré lors de phases distensives, aurait été repris en compression lors du charriage des ophiolites sur le bâti calédonien à l'Eocène terminal (Lafoy et Missegue, 1995).

Selon ces résultats, le bassin sédimentaire structuré lors des phases distensives liées à l'exhumation du "metamorphic core complex" à l'Eocène terminal, aurait été repris en compression lors de la reprise de subduction le long de la côte ouest de la Grande Terre à l'Oligo-Miocène.

2.2.3- L'île des Pins

L'île des Pins représente la partie méridionale émergée de la ride de Norfolk. Au Sud de l'île des Pins, la ride de Norfolk s'élargit puis se rétrécit vers 24°S. Des effondrements tectoniques ont été décrits dans toute la région située au Sud de la Nouvelle-Calédonie. Sur la ride de Norfolk, au Sud de l'île des Pins, une discontinuité observée sur les profils de sismique réflexion est interprétée comme une surface d'érosion qui se trouverait actuellement à une profondeur voisine de 2000 m. Les résultats des dragages réalisés au Sud de l'île des Pins (Daniel et al., 1976) suggèrent une subsidence d'au moins 400 m depuis le Miocène supérieur. D'après Collot et al. (1982), la nappe ophiolitique s'étendait à l'origine depuis la bordure du bassin des Loyauté jusque dans la région située entre le Grand Lagon Sud et l'île des Pins. Des roches ultrabasiques seraient présentes, en position de nappe enracinée à l'Est de l'île des Pins. Une tectonique postérieure aurait permis de conserver d'importantes épaisseurs de péridotites dans les grabens alors qu'elles auraient été en grande partie décapées sur les zones hautes, comme c'est le cas pour l'île des Pins.

2.2.4- Le bassin des Loyauté

L'analyse des données des campagnes ZoNéCo 1 et ZoNéCo 2 (Lafoy et al., 1994b, 1995, 1996b; Dupont et al., 1995) permet de mettre en évidence la morphologie dissymétrique du bassin des Loyauté de part et d'autre de la zone de collision "ride des Loyauté-arc des Nouvelles-Hébrides" centrée à 22°S-169°E.

Au Nord de cette zone, le bassin des Loyauté est caractérisé par des séries sédimentaires post-Oligocène dont l'épaisseur dépasse 6000 m au Sud de la Nouvelle-Calédonie et décroît vers le Nord (Dubois et al., 1974b; Ravenne et al., 1982). Les données géophysiques situent la discontinuité de Mohorovicic à 17 km de profondeur dans le bassin (Collot et al., 1982). L'horizon sismique identifié dans la partie sud-ouest du profil AUSTRADDEC114, avec un pendage moyen de 11° vers le NE, est interprété comme le prolongement des péridotites connues à terre (Pontoise et al., 1982). Au Nord du bassin des Loyauté Weissel et al. (1977) identifient des anomalies magnétiques orientées ENE-WSW qui indiqueraient un âge de formation Eocène pour le bassin dont le socle océanique serait contemporain de celui du bassin Nord-Loyauté (Weissel et al., 1977; Lapouille, 1982). Cependant, par analogie avec les structures trouvées à terre, il est vraisemblable que le bassin des Loyauté dont est issue la nappe de Poya est au moins aussi ancien que cette dernière, donc Campanien.

Au Nord de cette zone, le bassin des Loyauté est caractérisé par des remontées du socle acoustique et par une structuration longitudinale différente de part et d'autre d'un seuil structural orienté SW-NE et centré à 20°40'S. Au Nord du seuil, la partie septentrionale du bassin, comprise entre 3000 et 3700 m de profondeur et orientée N135°E, présente une épaisseur sédimentaire inférieure à 2 s.t.d. (seconde temps double). Dans la partie méridionale, orientée N125°E et profonde de 2200 m, le remplissage sédimentaire atteint 2,5 s.t.d. A 20°S, une faille de direction WSW-EME affecte le bassin des Loyauté qui s'approfondit brusquement vers le Nord. Cet accident transverse à composante décrochante dextre est interprété comme résultant des premiers effets de la collision avec l'arc des Nouvelles-Hébrides (Lafoy et al., 1995b, 1996b). Les effets de la collision se manifestent au Nord de la zone de collision par la fracturation du "système Loyauté" (bassin et ride) à 20°S, et par le soulèvement de la partie centrale du bassin des Loyauté (Lafoy et al., 1995b, 1996b).

Au Sud de la zone de collision "Loyauté - Nouvelles-Hébrides", la partie méridionale du bassin des Loyauté de direction N160°E, est caractérisée par une topographie peu accidentée et par des profondeurs comprises entre 2000 et 2500 m. Au Sud d'un linéament

WSW-ENE centré à 24°10'S, le bassin s'approfondit et se scinde en deux dépressions NNW-SSE profondes de 2500 m (Lafoy et al., 1995a). Selon ces mêmes auteurs, bien que la sismicité superficielle n'indique que des mouvements en faille normale associés à la flexure de la plaque plongeante (Monzier, 1993), la bordure orientale de la plaque Australienne est découpée par des décrochements sénestres WSW-ENE qui affectent le "système" (bassin et ride) Loyauté. Ces décrochements, parallèles au mouvement de convergence des plaques Australienne et Pacifique, sont interprétés comme résultant de la collision "Loyauté - Nouvelles-Hébrides".

2.2.5- La ride des Loyauté

La ride des Loyauté longue de près de 1000 km, dessine vers 22°S un angle obtus. Les îles Loyauté sont constituées d'un substratum crustal de nature encore indéterminée. Epais d'environ 25 km (Collot et al., 1982) portant un alignement d'édifices volcaniques. Les appareils volcaniques sont surmontés de plateformes carbonatées à rhodolites Oligo(?)-Miocène couronnées de formations récifales édifiées au Pliocène, puis soulevées au Pléistocène (Chevalier, 1968). Le segment nord de la ride, massif et bien enraciné reste mal connu. Orienté NW-SE, il comporte les seuls affleurements non carbonatés connus, limités à l'île de Maré et constitués de dolérites alcalines intraplaques (OIB) datées à 9-11 Ma par la méthode K-Ar (Baubron et al., 1976). Au cours de la campagne ZoNéCo 2, ont été cartographiés de très nombreux petits guyots (diam. env. 1km) reposant sur la couverture carbonatée pouvant être en rapport avec cette phase de volcanisme intraplaque Miocène-Actuel. Le segment sud de la ride, orienté NNW-SSE, plus étroit et moins volumineux, est constitué de gros édifices volcaniques de nature inconnue surmontés de plateformes carbonatées également à rhodolites. Depuis le Pléistocène, le bombement de la lithosphère Australienne à l'approche de la zone de subduction des Nouvelles-Hébrides provoque la surrection diachrone des îles Loyauté (Dubois et al., 1974a). Les premiers témoins d'hydrothermalisme fossile sur la ride des Loyauté auraient été mis en évidence lors des plongées submersibles de la campagne CALSUB (Vanney et al., 1992).

L'analyse des données des campagnes ZoNéCo 1 (1993) et ZoNéCo 2 (1994) permet de mettre en évidence la structuration longitudinale en horst et graben de la ride des Loyauté.

Au Nord de la zone de collision "Loyauté - Nouvelles-Hébrides", le segment septentrional de la ride des Loyauté et son prolongement nord peuvent être divisés de part et d'autre de 20°10'S (Lafoy et al., 1995b, 1996b) en:

- un segment nord orienté N135°E, caractérisé par des guyots basculés vers l'Est et limités au Nord et au Sud par des failles WSW-ENE;
- un segment sud orienté N125°E qui, comme le segment nord, présente un pendage vers l'Est et, est localement affecté par des failles WSW-ENE.

Au Sud de la zone de collision, le segment sud de la ride des Loyauté présente une orientation générale N160°E. Il est constitué de structures tabulaires allongées ou guyots culminant à une profondeur moyenne de 1000 m, et de volcans (Dupont et al., 1995). Dans le détail, la ride est discontinue, formée de segments orientés SSW-NNE, NNW-SSE et WSW-ENE (Lafoy et al., 1995a, 1996b). Ces auteurs mettent en évidence des décrochements sénestres WSW-ENE qui affectent l'ensemble "ride de Norfolk- bassin et ride des Loyauté".

NOTA: Malgré les récentes campagnes de bathymétrie multifaisceaux et de géophysique réalisées dans le cadre du programme ZoNéCo, la nature de la ride des Loyauté fait encore l'objet d'une controverse. Elle a été interprétée comme un arc volcanique actif, soit à l'Eocène-Oligocène (Maillet et al., 1983), soit au Miocène supérieur (Kroenke, 1984). Une interprétation différente fait de la ride des Loyauté le résultat d'une activité magmatique anorogénique en contexte distensif (Monzier, 1993; Dupont et al., 1995), débutant à l'Oligocène pour la partie septentrionale de la ride orientée NW-SE et au Miocène supérieur pour la partie méridionale de la ride des Loyauté. Comme la ride de Fairway qui sépare les

bassins de Fairway et de Nouvelle-Calédonie (Ravenne et al., 1977; Lafoy et al., 1994a), le substratum de la ride des Loyauté serait d'origine volcanique. Des basaltes alcalins et roches différenciées (comendites) constitueraient le segment NW-SE de la ride. Cette interprétation ne prend toutefois pas en compte la présence de "Back-Arc Basin Basalts" (BABB) sur la marge SE de la ride, ni de la nature andésitique et de l'âge Eocène du guyot Bougainville qui lui aussi, appartient de toute évidence à la ride des Loyauté.

2.2.6- La zone de collision "Loyauté - Nouvelles-Hébrides "

La partie centrale de la ride des Loyauté est située au niveau de la zone d'affrontement entre la ride des Loyauté et l'arc volcanique méridional des Nouvelles-Hébrides actif depuis le Miocène supérieur (MacFarlane et al., 1988). Le récif Durand au Nord et l'île de Walpole au Sud, derniers prolongements méridionaux émergés de la ride des Loyauté sont situés juste au Sud de la zone de collision avec l'arc des Nouvelles-Hébrides. La subduction de la plaque Australienne sous l'arc des Nouvelles-Hébrides provoque la surrection des îles Loyauté; et vers 22°S-169°E, la collision entre la ride des Loyauté et l'arc des Nouvelles-Hébrides (Monzier, 1993; Monzier et al., 1990). Au Nord et au Sud de la zone de collision, la ride des Loyauté est orientée respectivement NW-SE et NNW-SSE. Au sein de la zone de collision "Loyauté - Nouvelles-Hébrides", Monzier (1993) identifie des décrochements E-W sénestres sous le mur externe de la fosse. Il met aussi en évidence l'accrétion de blocs de la ride des Loyauté au mur interne de la fosse et l'interprète comme traduisant la résistance de la ride à la subduction. Malgré les contraintes provoquées par la résistance de la ride des Loyauté à la subduction exceptés les séismes superficiels en faille normale associés à la flexure de la plaque plongeante, la sismicité de la zone est peu marquée (Monzier, 1993). Le seul mécanisme décrochant, identifié vers 21°30S à l'Est de Maré est dextre et orienté W-E (Monzier, 1993).

3- La campagne ZoNéCo 3

3.1- Généralités sur la campagne ZoNéCo 3

Un des objectifs essentiels de la campagne ZoNéCo 3 (30 Août-20 Septembre 1996, à bord du N/O L'Atalante de l'IFREMER), consistait à recueillir des données morphobathymétriques à l'aide du sondeur multifaisceaux interférométrique EM 12 DUAL. Ces données permettent de cartographier de manière détaillée de nouvelles zones potentielles de pêche (monts sous-marins, pentes récifales externes) et éventuellement les zones intéressantes du point de vue ressources minérales.

L'imagerie et les données géophysiques (sismique réflexion rapide, magnétisme, gravimétrie), ainsi que les données d'océanographie physique, ont été acquises parallèlement au levé morphobathymétrique et exploitées à bord pour une étude exhaustive de cette partie de la Zone Economique.

3.1.3- La campagne ZoNéCo 3 (Fig. 3) a consisté en un Leg de 21 jours à la mer et a reconnu successivement:

- la boîte "île des Pins " (IDP)
- la boîte "récifs Durand" (DD)
- la boîte "Maré-Lifou-Ouvéa" (MLO)
- la boîte "Terminaison nord de la ride des Loyauté" (TERN)
- la boîte "Récifs d'Entrecasteaux" (SURPRISE)

Dans ce rapport, ces différentes boites sont regroupées comme suit:

- **la boîte Sud** comprend:

- la boîte IDP (ride de Norfolk entre S21°30 et S23°30)
- la boîte DD (le bassin et la ride des Loyauté entre S21°30 et S23°30)

- **Maré-Lifou-Ouvéa** comprend:

- la boîte MLO (abords immédiats des îles d'Ouvéa , Lifou et Maré)

- **la boîte Nord** comprend:

- la boîte TERN (terminaison nord de la ride des Loyauté)
- la boîte SURPRISE (récifs d'Entrecasteaux)

- **transits**

- de Maré-Lifou- Ouvéa à la boîte Nord sur la bordure orientale de la ride des Loyauté.
- de la boîte Nord à la boîte Sud sur la marge occidentale de la Nouvelle-Calédonie.

Les transits cités ci-dessus, quoiqu'importants pour la cartographie générale de la zone économique, ne peuvent donner lieu à une interprétation plus avancée que celle qui est donnée dans le rapport de mission (Missegue et al., 1996) et le rapport de fin de campagne (Le Suavé et al., 1997).

3.2- Acquisition des données

L'acquisition des différents types de données ayant été largement développée dans les rapports de mission et de fin de campagne précédemment publiés, il nous paraît inutile de les rappeler.

Afin de disposer d'une densité de points de mesures géophysiques permettant une meilleure interprétation, les données de certaines campagnes antérieures ont été associées, après traitement, aux données acquises au cours de la campagne Zonéco3.

3.3- Intégration de données géophysiques antérieures

Les données acquises au cours des croisières suivantes ont été intégrées au tracé des différentes cartes de gravimétrie et de magnétisme:

- **boîte Sud**

- *gravimétrie*

EV1200, V3314, EVA600, EV1300, EV1000, SPS100, BIOC85, PROL85, MULTIPSO, SOPAC1, SOPAC3, ZONECO1, ZONECO2

- *magnétisme*

AUS100, AUS200, AUS400, EVA200, ZOE100, EV1200, EVA900, ZOE300, V3314, EVA600, EVA700, EV1000, SPS100, BIOC85, PROL85, MULTIPSO, EV1400, EVA400, GEO200, DSDP30, NOVA4H, NOVA4A, ZOE52, CALIS, SOPAC1, SOPAC3, ZONECO1, ZONECO2, K1087A, K1087B, K1088A, K1088B, K1089A, K1089B, YOK90, YOK91

- **boîte Nord**

- *gravimétrie*

GCL200, V3314, EVA800, EV1100, K71264, KK4264, ZONECO2

- *magnétisme*

AUS100, EVA800, ZOE300, GCL200, GCL300, V3314, EVA600, EV1100, K71264, GEO100, GEO200, DSDP30, KK4264, NOVA4A, ZOE51, ZONECO2

3.4- Traitement des données de magnétisme

Les données de magnétisme utilisées pour le tracé des cartes d'anomalies du champ magnétique total dans la zone économique de la Nouvelle-Calédonie ont été acquises au cours d'une cinquantaine de campagnes réalisées entre 1967 et 1996.

Pour chaque croisière, avant stockage dans la banque de données ORSTOM-GEOMER, les mesures du champ total magnétique sont traitées et les anomalies sont calculées dans le standard IGFR le plus proche de leur date de réalisation.

Toutes les campagnes utilisées ont été retraitées afin de corriger le champ total mesuré de la variation séculaire et de ramener ces mesures à une même date : le 1er janvier 1985. Les anomalies ont ensuite été recalculées dans le standard IGRF85.

Plusieurs croisières présentant des différences, parfois importantes, aux croisements avec d'autres croisières, ont été systématiquement éliminées.

Les deux types d'erreurs les plus courantes semblent être, soit un mauvais recalage ou étalonnage du magnétomètre, soit plus rarement un dysfonctionnement du capteur ou l'influence d'un orage magnétique.

Dans le premier cas le tracé le long de la route présente une courbe similaire mais décalée par rapport à celle établie à partir des données d'une croisière ayant un levé proche et parallèle. Ce décalage est souvent régulier et présente une différence sinon identique tout au moins comparable lors d'autres croisements soit avec la même croisière témoin soit une autre croisière. Le recalage de ces croisières ne pouvait être malgré tout qu'empirique.

Dans le dernier cas le tracé en profil présente une courbe totalement différente de celle donnée par une croisière ayant réalisé un levé très proche et parallèle. Aucun artifice de calcul ne permet de corriger les données de ces croisières.

Les valeurs absolues utilisées pour déterminer la variation séculaire dans notre région sont celles qui sont mesurées et transmises par l'Australian Geophysical Survey Organisation

(AGSO) organisme australien chargé de la réoccupation périodique des différentes bases magnétiques internationales dans le Sud-Ouest Pacifique dont celle de l'aéroport de la Tontouta. Ces mesures ne remontent qu'à 1970 pour les plus anciennes et l'on a du extrapoler linéairement pour remonter jusqu'à 1967. Cette méthode quoiqu'empirique a toutefois permis un recalage cohérent des croisières concernées.

Entre 1970 et 1995 les valeurs absolues mesurées à la base magnétique internationale de l'aéroport de la Tontouta sont:

-	1970:	48700 nT
-	1975:	48650 nT
-	1980:	48600 nT
-	1985:	48520 nT
-	1990:	48410 nT
-	1995:	48310 nT

A noter que la variation du champ magnétique total n'est pas linéaire et présente les valeurs suivantes:

de 1970 à 1975:	-15 nT/an
de 1975 à 1980:	-10 nT/an
de 1980 à 1985:	-16 nT/an
de 1985 à 1990:	-22 nT/an
de 1990 à 1995:	-20 nT/an

La variation annuelle moyenne entre 1970 et 1995 est de -15,6 nT.

Pour les quelques campagnes antérieures à 1970 nous avons adopté une variation annuelle de -20 nT. Ces campagnes, ainsi corrigées, s'intègrent harmonieusement à l'ensemble du tracé sans créer d'erreurs particulières.

4- Description et interprétation des données

4.1- La boîte Sud

4.1.1- La ride de Norfolk au sud de l'île des Pins

4.1.1.1- Morphobathymétrie

Le secteur s'étendant au Sud-Ouest de l'île des Pins (carte 1) est caractérisé par une zone de glaciais en pente douce orientée vers le Sud-Ouest et entaillée par des canyons plus ou moins sinueux et profonds de 200 à 250 m.

Dans le secteur situé immédiatement au Sud de l'île, on relève une pente moyenne de 3 à 4 % accidentée d'un massif centré sur 23°S et 167°25E et limité vers l'Est par un abrupt de 300 m. A l'Est de cette structure, se trouve un massif qui est la prolongation vers le Sud-Est de l'île des Pins: c'est la ride de Norfolk, orientée N130°E. Cette ride peut se décomposer en trois parties:

. le flanc occidental de la ride

Il ne présente pas d'accidents topographiques majeurs en dehors d'un édifice centré sur 23°S et 167°25E. Deux directions structurales y sont notées: N140°E et N100°E.

. le sommet de la ride

Il s'étend dans le prolongement de l'île des Pins. Deux directions y sont notées: N140°E au Nord de 23°10S, N170°E au Sud de cette même latitude. Le changement de direction est brutal. Le sommet de la ride, qui atteint 250 m de profondeur, est large d'une dizaine de kilomètres. Cette largeur se réduit à 5 km à hauteur du changement de direction. Les deux tronçons de ride sont décalés par un accident orienté N55°E.

. le flanc oriental de la ride

Celui-ci s'étend de 22°30S à 23°S et 167°40E et 168°10E. La pente moyenne, orientée vers le NE est de 3 %. La partie la plus basse du flanc se connecte au remplissage sédimentaire du bassin des Loyauté par une pente de 5 %. Cette partie basse est entaillée par un ensemble de canyons qui drainent les sédiments de type turbidites vers le bassin adjacent.

4.1.1.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments

De manière générale, le secteur de l'île des Pins est caractérisé par une gamme de réflectivités élevées, comparée à celle observée sur les autres secteurs couverts au cours de la campagne. Ceci est dû à l'existence de nombreuses surfaces rocheuses et à un environnement sédimentaire particulièrement réverbérant (carte 2).

Le sous-secteur s'étendant au Sud-Ouest de l'île possède deux caractéristiques principales:

. La pente d'orientation générale sud-ouest montre un faciès gris moyen avec, dans sa partie haute, quelques zones d'un gris plus soutenu, tirant parfois vers le noir. Ces variations sont reliées à l'existence de dalles rocheuses couvertes de peu de sédiments et de petits massifs rocheux.

. Les flancs et le fond des canyons sont marqués par une forte réflectivité (réverbération angulaire?). Le bord supérieur de certains de ces canyons est souligné par un liseré foncé correspondant vraisemblablement à des barres rocheuses dégagées par l'érosion.

La ride de Norfolk, sur son sommet et son flanc occidental, montre un faciès de forte, voire très forte réflectivité; tous deux sont rapportés sur l'interprétation d'ensemble au 1 000 000ème au faciès de forte réflectivité.

. *Le faciès de très forte réflectivité* correspond au sommet de la ride de Norfolk ainsi qu'à l'édifice centré sur 23°S et 167°25E. Il est associé à 3 types de faciès du sondeur de sédiments (3,5 kHz):

(1) Un réflecteur de surface bien délimité, sans rétro-diffusion et caractérisant une interface indurée.

(2) Un faciès à grandes hyperboles de diffraction, correspondant à d'importantes variations de relief et à la nature rocheuse des structures.

(3) Un faciès plus diffus, à petites hyperboles soulignant des dépôts sédimentaires issus de mouvements gravitaires (paquets glissés ou debris flows).

. *le faciès de forte réflectivité* : Il est localisé sur le flanc occidental de la ride de Norfolk. Le signal fourni par le sondeur de sédiments est assez rétro-diffusé avec, localement, une évolution depuis un signal de surface rétro-diffusé vers une interface eau/sédiment comparable à celui présenté par les surfaces indurées

Le signal rétrodiffusé est corrélé à des fonds sableux. Il peut être observé sur des mégarides sédimentaires (Fig 4) sur lesquelles une longueur d'onde de 400 m environ pour une amplitude d'une dizaine de mètres a été mesurée; ces mégarides, témoignent de l'existence de courants de fond

. *le faciès de réflectivité moyenne* est présent à proximité immédiate des surfaces à forte et très forte réflectivité ou en plages continues entre ces mêmes surfaces. Il découle probablement de phénomènes d'érosion et de (re)sédimentation particuliers à ce secteur.

4.1.1.3- Gravimétrie

Le sommet de la ride de Norfolk (carte 3) présente une anomalie positive étroite et allongée dont l'axe est orienté N140°E entre l'île des Pins et la latitude 23°10'S. On observe alors un décrochement des isanomales de 6 km vers l'Est, puis l'axe anomalique s'oriente à N170°E et se prolonge vers le Sud.

Cette zone présente deux maxima anomaliques. A 23°04'S - 167°47'E, on observe une anomalie de +120 mgal entourée d'isanomales serrées se prolongeant vers le SSE selon une orientation N140°E jusqu'à un étranglement et un décrochement vers l'Est d'environ 6 km. A ce niveau, l'axe de l'anomalie s'oriente N170°E et à 23°30'S - 168°05'E, on peut observer un maximum de +110 mGal. Plus à l'Ouest de l'axe, on remarque un maximum de +90 mGal et à l'Est un sommet à +100 mGal. L'importance de ces quatre maxima anomaliques, d'une amplitude comparable à celle de l'anomalie positive du Sud de la Grande Terre, laisse supposer la présence de lambeaux ou blocs ophiolitiques à forte densité.

Le flanc occidental de cet ensemble anomalique présente un gradient important, en particulier entre S23° et S23°20 où l'on observe une variation de 60 mGal sur environ 4 km et entre S23°30 et S23°40 où la variation est de 50 mGal sur une distance comparable.

Ce gradient correspond à la faille normale observée sur l'île des Pins et se prolongeant au Nord sur la Grande Terre. Son rejet semble être très abrupt dans cette zone.

Le brusque changement de direction de la ride de Norfolk, à 23°S - 168°E, est marqué par l'existence d'un col gravimétrique qui présente un minimum relatif inférieur à +90 mGal. On retrouve la trace de ce changement de direction au Nord du plateau séparant le bassin des Loyauté en deux parties Nord et Sud où le début d'inflexion des isanomales semble souligner une zone de fracture orientée N60°E.

Le bassin occidental de la ride de Norfolk est caractérisé par une anomalie positive variant doucement de +20 mGal à +50 mGal selon un axe général orienté vers l'Est. A S23°02 et E167°27, l'isanomale +40 mGal subit une déformation liée à la présence d'un bloc isolé présentant un dénivelé de 300 m. La puissance de ce bloc comparée à l'anomalie induite, indique une lacune de densité sous-jacente. Il ne peut donc s'agir d'un lambeau d'ophiolite, mais plutôt de résidus calcaires tels qu'un bloc récifal effondré.

Le flanc oriental de la ride de Norfolk présente une variation de l'anomalie à pente relativement douce diminuant vers l'Est. A mi-pente, on observe un minimum relatif souligné par les isocontours +30 mGal et +40 mGal. Il s'étend de S22°52 à S23°20 selon une orientation N170°E. Cet ensemble anomalique s'étale vers l'Est sur la partie sud du bassin des Loyauté. Il tend à dissocier la ride séparant le bassin selon une orientation N70°E. Cela pourrait indiquer que cette zone a subi une phase de compression suivie d'une phase de distension ayant entraîné un effondrement.

Enfin, quelques anomalies gravimétriques au niveau des monts sous-marins sont également remarquables. A 23°S - 168°20'E, une anomalie de +100 mGal souligne un mont sous-marin culminant à 18 m. A 23°02'S - 168°28'E, une anomalie positive de +130 mGal souligne un autre mont sous-marin. Ces intrusions peuvent être dues à une activité volcanique liée au contexte distensif de la zone de fracture N55°E voisine ou à l'activité d'un point chaud.

En limite orientale, les isocontours de l'anomalie gravimétrique sont pratiquement parallèles à la structure, orientée N140°W. Ils s'incurvent dans la partie sud autour des deux hauts fonds situés à la latitude S23° entre E168°12 et E168°38.

4.1.1.4- Magnétisme

L'axe de la ride de Norfolk, (**carte 4**) ainsi que son changement de direction et son décrochement, bien mis en évidence par la morphobathymétrie et la gravimétrie, ne sont pas soulignés par le magnétisme. Le flanc occidental de la ride est partiellement suggéré par l'isanomale -100 nT.

Au sud de l'île des Pins, entre 22°48'S - 167°40'E et 22°40'S - 167°45'S, on observe un rebroussement des isanomales pouvant être la signature d'un accident orienté N40°E. Le minimum de -750 nT observé à 22°48'S - 167°40'E, peut indiquer la présence de roches basaltiques intrusives, le long de cet accident.

Entre 22°57'S - 167°50'E et 22°55'S - 168°E, les isanomales présentent un pincement selon un axe orienté N60°E.

Le bassin occidental de la ride de Norfolk est délimité au Nord par l'isanomale -100nT. Le bloc tabulaire isolé, décrit en morphobathymétrie, est souligné par l'isanomale 0nT décalée vers le Nord-Ouest.

A 23°05'S - 168°13'E, une série de petites anomalies circulaires et un dipôle d'amplitude +250nT/-400nT centré sur un banc culminant à -350m, sont alignés sur une ligne de fracture orientée N60°E qui se prolonge jusqu'à l'île de Walpole. Immédiatement à l'Est de ce banc, à 23°S - 168°29'E, un nouvel accident morphologique apparemment identique au premier n'a aucune signature magnétique particulière.

La zone d'effondrement située sur le flanc oriental de la ride, et citée en gravimétrie, est plus suggérée que soulignée par le magnétisme; l'isanomale -400nT, orientée N140°E soulignerait mieux la bordure orientale de la ride que la zone d'effondrement citée.

Dans le reste de cette zone les anomalies magnétiques restent diffuses et ne soulignent que très succinctement les structures qui ont pu être reconnues soit en morphobathymétrie soit en gravimétrie.

4.1.1.5- Sismique réflexion

Le prolongement sud immergé de l'île des Pins a été reconnu par 15 profils de sismique réflexion rapide 6 traces, d'une longueur moyenne de 50 km et orientés NW-SE. De l'Ouest vers l'Est, les profils recoupent le bassin occidental de la ride de Norfolk (PR05 à PR11), la ride de Norfolk (PR12 à PR15), puis le flanc oriental de la ride et sa jonction avec la zone surélevée du bassin des Loyauté dénommée "plateau" (PR16 à PR22).

- Interprétation des profils et description:

L'interprétation d'un profil sismique synthétique (PR19) (Fig 5) illustre les deux séquences sédimentaires qui ont été décrites dans le rapport de mission de la campagne (Missegue et al, 1996).

- Datation des séquences sismiques

Les âges des séries sédimentaires peuvent être définis à partir des forages DSDP 206 et 208 (Burns, Andrews *et al.*, 1973), par corrélation avec le profil Austradec 101 pour le site 208. La limite inférieure de la séquence I serait marquée par la discordance 1 d'âge Eocène-Oligocène (Missegue et al, 1996). Cette série sédimentaire post-Oligocène montre une discordance interne, l'horizon 0 qui peut être corrélé au Miocène moyen par analogie avec ce qui est connu à terre. En effet, à partir du Miocène inférieur, une subsidence continue de l'ensemble du bassin des Loyauté entraîne la bordure orientale de la ride de Norfolk désolidarisée de sa partie axiale par des failles normales qui ont constitué la pente continentale actuelle de la Nouvelle-Calédonie et de ses prolongements aujourd'hui sous-marins (Bitoun et Récy, 1982). Le prolongement méridional actuellement immergé de la Nouvelle-Calédonie devait correspondre à un ensemble largement émergé où l'érosion aérienne était intense.

4.1.1.6- Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme

Le bassin occidental de la ride de Norfolk (carte 5) présente un bloc tabulaire isolé reconnu en morphobathymétrie; ses signatures gravimétrique et magnétique, restent diffuses; elles indiquent un contraste de densité et une susceptibilité magnétique très faibles. Un rapide calcul indique, pour ce bloc, une densité de $d=2,3/2,4$ et une susceptibilité magnétique ne pouvant dépasser 0,01 à 0,02 u.e.m./cc; il s'agit vraisemblablement d'un bloc récifal effondré.

La bordure occidentale de la ride de Norfolk est soulignée de façon diffuse par l'isanomale -250nT.

La partie sommitale de la ride de Norfolk est caractérisée par une anomalie gravimétrique positive importante. L'anomalie magnétique négative observée est diffuse et ne présente aucune caractéristique particulière. Ce type d'association "anomalie gravimétrique forte-anomalie magnétique faible et diffuse" est, dans le Sud de la Grande Terre, caractéristique des lambeaux et des klippes ophiolitiques, qui, dans cette zone, pourraient être les témoins les plus méridionaux de la nappe ophiolitique obductée le long de la côte Est calédonienne.

A 23°10'S - 167°55'E, les isanomales gravimétriques présentent un étranglement, un changement d'orientation et un décrochement vers l'Est de 6 km. Elles suggèrent, en outre, une zone de fracture orientée N60°E qui se prolonge vers l'Est au travers du bassin des Loyauté. Une série de petites anomalies circulaires et un important dipôle d'amplitude dépassant 650 nT semble confirmer ce dernier accident. Le changement de direction et le décrochement vers l'Est de la ride n'induisent aucune anomalie magnétique particulière, ce qui peut confirmer l'obduction de l'ophiolite jusqu'au delà de cette latitude vers le Sud.

La faille normale observée sur l'île des Pins se prolonge vers le Sud, elle est soulignée par l'important gradient gravimétrique (15 mGal/km) des anomalies positives qui soulignent le flanc occidental du sommet de la ride. Ce gradient laisse supposer un rejet très important.

Le changement de direction de la ride à 23°S - 168°E présente une zone de fracture orientée N60°E qui se prolonge vers l'Est au travers du bassin des Loyauté au Nord du plateau qui sépare le bassin en deux parties Nord et Sud.

Le flanc oriental de la ride est souligné par un effondrement, reconnu en morphobathymétrie et en gravimétrie, sans doute provoqué par des phases de compression-distension. L'isanomale -400nT, fermée au Sud, pourrait être la signature de cet effondrement.

4.1.2- Le bassin et la ride des Loyauté

4.1.2.1- Morphobathymétrie

. Le bassin des Loyauté

Le "plateau", zone en surélévation d'orientation N55°E, relie le flanc occidental de la ride de Norfolk à la ride des Loyauté (**carte 1**). Il sépare le bassin des Loyauté en deux parties: une partie nord (direction N135°E) limitée dans sa partie méridionale par la latitude 22°40S, et une partie sud qui reprend à 23°S, avec une direction N160°E.

Cette surélévation est essentiellement marquée par un haut fond de 500 m au moins, avec un dénivelé de 1000 m. Son allongement est SW-NE, sur une distance d'environ 20 km pour une dizaine de kilomètres de large. Immédiatement à l'Est de cette structure, on note l'existence d'un haut fond secondaire d'orientation légèrement différente (N65°E) avec une profondeur d'environ 1000 m.

La liaison avec les secteurs nord et sud du bassin des Loyauté se fait à la faveur d'une pente moyenne de 1 à 1,5 %.

. Le flanc oriental de la ride des Loyauté

La partie septentrionale (au Nord de 22°30S) est caractérisée par une direction N145°E. Alors que le flanc oriental de la ride de Norfolk tombant vers le bassin des Loyauté est entaillé par de nombreux canyons, le flanc occidental de la ride des Loyauté en est pratiquement dépourvu.

. La ride des Loyauté

Cette ride est constituée d'un alignement de structures d'origine volcanique, à raison d'un ensemble d'édifices tous les 70 à 75 km disposés selon une direction moyenne N140°E. Trois parties sont individualisées: la partie méridionale, qui porte le banc Ellet, la partie centrale (dont Walpole et le banc de l'Orne font partie), et la partie septentrionale (qui porte le récif Durand), et qui n'a été reconnue que très partiellement.

a) La partie méridionale est constituée de deux édifices orientés N140°E et N50°E. Le Sud du banc Ellet est limité par une direction N80°E. Des directions annexes, comme celle du sommet du banc Ellet (N15°E) sont notées. En contrebas et vers l'Est de chaque édifice une morphologie de style chaotique s'étendant jusque vers 3000 m, avec une pente moyenne de 10 %, peut être observée.

b) La partie centrale (Walpole, banc de l'Orne): trois directions structurales N110°E, NS et N60°E y sont relevées.

Le soubassement occidental de l'île de Walpole, orientée NS, est accidenté par une falaise de 7 km de long, orientée N100°E, et qui correspond au point de départ d'un écoulement sous-marin parfaitement visible par ailleurs sur l'imagerie et les enregistrements du 3,5 kHz. On note également, centrée sur 22°40'S - 168°40'E, une figure lobée de 8 km de diamètre qui est interprétée comme la zone de dépôt d'une coulée gravitaire.

Le banc de l'Orne est allongé N50°E. Seule la partie basse de la structure a été cartographiée.

Entre la partie méridionale et la partie centrale s'observe un alignement de petites structures volcaniques N135°E, avec un diamètre de 1 à 2 km. Leur hauteur n'excède pas 200m. D'autres structures volcaniques plus importantes (diamètre maximal 4km, pour une hauteur de 650m) sont observées entre les deux ensembles. Leur répartition semble aléatoire.

c) La partie comportant le récif Durand est limitée au Nord par une direction N50°E.

L'extrémité la plus septentrionale du secteur du récif Durand est caractérisée par un resserrement des isobathes, avec une pente de 10 % vers le Nord-Est. Cette pente est accidentée de failles N140°E, avec de légères variations locales. Seule la partie basse de cet ensemble a été cartographiée.

4.1.2.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments

Trois faciès de réflectivités différentes y sont identifiés: réflectivités forte, moyenne et faible (carte 2).

- *faciès de réflectivité moyenne*: caractérisé par une alternance de gris variables, il est principalement localisé sur le flanc oriental de la ride de Norfolk. La description morphobathymétrique permet de découper cette zone en 2 parties.

a) la partie nord (22°30'S - 22°50'S et 167°40'E - 168°10'E), entrecoupée par de nombreux canyons, avec de nombreux placages sédimentaires sur les flancs et les zones hautes. Le relief variable provoque de nombreuses hyperboles de diffraction et des échos latéraux sur le signal du sondeur de sédiments, tandis que la variabilité des dépôts se traduit par un faciès hétérogène sur l'imagerie acoustique.

b) la partie sud (22°50'S - 23°S et 168°E - 168°20'E), s'apparente du point de vue morphologique à un plateau. Le faciès imagerie y est plus homogène avec des dépôts hémipélagiques (jusqu'à quelques dizaines de mètres d'épaisseur) drapant la morphologie du socle.

- *faciès de faible réflectivité*: Ce faciès recouvre uniformément les parties nord et sud du bassin des Loyauté, le plateau situé au Sud du bassin et le flanc occidental de la ride des Loyauté. Il se présente sous deux aspects: discontinu et assez perturbé, dans la partie nord du

bassin des Loyauté, continu dans la partie sud du bassin des Loyauté ainsi que sur le flanc de la ride de Loyauté.

Plusieurs observations remarquables peuvent être faites:

1) La présence d'un double réflecteur sur le sondeur de sédiments au Sud de l'île de Walpole. Cette signature était déjà visible lors de la campagne ZoNéCo 2, à proximité des îles Lifou et Ouvéa. Il correspond à une unité transparente (de 5 à 7 m d'épaisseur) délimitée par deux réflecteurs de forte amplitude. Il s'agit vraisemblablement de sédiments péri-récifaux provenant de l'érosion des massifs environnants. Ce faciès se retrouve de place en place sur l'ensemble oriental (**Fig 6**).

2) Quelques paquets glissés en pied de pente (par exemple à 22°44'S-168°37'E).

3) Un glissement de terrain de la partie sous-marine du flanc ouest de l'île de Walpole (avec un volume de matériaux mis en oeuvre estimé à 12 km³). La niche d'arrachement visible sur la carte bathymétrique, et dont la partie haute se présente sous forme d'une falaise de 7 km de long, a une largeur de 7 à 8 km; la hauteur totale de l'arrachement en haut de pente est estimé à 300 m. Le cône d'épandage se visualise sur l'imagerie jusqu'à 50 km de son point de départ, suivant une direction N75°W, et correspond sur le sondeur de sédiments à un faciès à hyperboles de taille moyenne interprétées comme des figures de diffraction sur de gros blocs ou des paquets glissés de dimension hectométrique. Localement, on note une discontinuité des horizons sédimentaires, laquelle peut être interprétée comme une zone érodée par le transport en masse. (**Fig 6**).

4) Un faciès imagerie grumeleux, localisé à la partie basse des structures, et interprété comme des écroulements (faciès à petites hyperboles sur le 3,5 kHz).

En dehors des principales structures volcaniques qui constituent la ride, on note la présence de petits édifices volcaniques de diamètre variable (1 à 4 km).

Entre l'ensemble central (Walpole-banc de l'Orne) et l'ensemble méridional (banc Ellet), on note dans les parties basses une alternance de faciès 3,5 kHz correspondant à des sédiments hémipélagiques préservés sur quelques hauts topographiques, et de faciès plus rétrodiffusants témoins de sédiments mobilisés par les phénomènes gravitaires. Sur l'imagerie, cette alternance se traduit par des variations latérales dans les gris clair à très clair.

Entre le banc de l'Orne et le récif Durand, s'étend une zone couverte de sédiments hémipélagiques avec des réflecteurs plus ou moins continus et des passages latéraux rapides vers les faciès rétrodiffusants. Des debris flows sont visibles de façon éparse. Les faciès imagerie vont du gris moyen à gris clair avec des effets de renforcement sur les changements de pente. Ceux-ci sont particulièrement visibles immédiatement en contrebas et au Nord du banc de l'Orne et sont interprétés comme en relation avec le poçonnement avec la plaque Sud-Ouest Pacifique.

Le secteur s'étendant au Nord du récif Durand montre divers faciès au sondeur de sédiments, en dehors des hyperboles de taille variable dues à la morphologie:

- Un faciès avec prédominance de la rétrodiffusion (sédiments remaniés) et très peu de réflecteurs internes. Il est corrélé avec les faciès imagerie gris clair à très clair.
- Un faciès hémipélagique à pélagique, avec réflecteurs internes et une pénétration pouvant atteindre une quarantaine de mètres. Vers le flanc oriental de la ride des Loyauté, ce faciès montre en surface une unité transparente de quelques mètres d'épaisseur avec un réflecteur interne discontinu.

Contrairement avec ce qui était observé de manière générale jusqu'à présent, le faciès imagerie correspondant est gris soutenu et continu. Il n'est toutefois pas une exception puisqu'il était présent sur la partie occidentale du "plateau" séparant le bassin des Loyauté en deux parties.

4.1.2.3- Gravimétrie

L'anomalie gravimétrique, reconnue dans le bassin des Loyauté, est faible et varie de 0 et +30 mGal (carte 3). Le gradient γ est très faible également. Les isocontours suivent une direction générale N140°E et soulignent l'axe profond du bassin. De 22°40'S à 22°55'S, les isanomales sont perturbées par le massif du plateau central, et les flexures soulignent un accident traversant le bassin selon une orientation N70°E de 23°S -168°10'E à 22°20'S - 169°10'E

Au Sud de 22°55'S, on retrouve l'axe profond du bassin toujours orienté N140°E jusqu'à S23°10 où les inflexions des courbes laissent supposer une nouvelle orientation à N170°E se prolongeant vers le Sud.

Le banc Ellet, au Sud, ainsi que le haut-fond centré à 23°08'S - 169°21'E et culminant à 750 mètres, présentent de fortes anomalies positives de +110 mGal, orientées N15°E. L'ensemble est limité par les isanomales de +90 mGal à +50 mGal. La forte inflexion de celles-ci, dans la partie orientale, laisse supposer la présence d'une structure déformée par une phase d'extension, selon un axe orienté Est-Ouest, lors du changement d'orientation de N170°E à N140°E de l'ensemble structural étudié.

Les deux volcans sous-marins situés un peu plus au Nord (23°50'S - 169°05'E et 23°40'S - 169°14'E) ont une signature gravimétrique présentant un maximum relatif très faible par rapport à l'environnement: +15mGal pour le premier, pour une dénivelée de 750 mètres, et moins de 10mGal pour le second, pour un dénivelé de 1000 mètres. Ceci indique un important déficit de densité par rapport au milieu environnant. La longueur d'onde et l'amplitude des anomalies laisse supposer des épanchements de faible puissance de matériaux légers tels que des conglomérats détritiques d'origine volcanique.

Plus au Nord, l'île de Walpole et le banc de l'Orne sont cernés par une anomalie positive de +90mGal, orientée N15°E au niveau de l'isobathe 750m, la profondeur environnante étant de l'ordre de 1700m pour une anomalie gravimétrique de +40 mGal. Cette anomalie positive culmine à +120 mGal autour l'île de Walpole. Les isanomales suggèrent une déformation de ces massifs selon un axe Est-Ouest corrélable au changement d'orientation des structures environnantes. Enfin, on peut noter un petit accident situé 22°30'S - 168°56'E, présentant un minimum relatif inférieur à +80 mGal. Ce minimum peut être interprété comme la signature d'un effondrement consécutif à une phase d'extention liée au changement de direction N140°E à N170°E observé dans toute cette zone. Le glissement majeur du flanc est de l'île de Walpole, mis en évidence par l'imagerie, n'est quant à lui pas visible en gravimétrie.

La zone du récif Durand précédemment levée par la Mission Océanographique du Pacifique n'a été que détournée. On peut noter, de part et d'autre, la direction N140°E à l'Ouest du récif et N170°E à l'Est, des isocontours gravimétriques.

Une anomalie concentrique de très courte longueur d'onde inférieure de 30 mGal par rapport à l'environnement, est centrée sur 21°48'S - 168°30'E; elle n'est pas corrélée à la bathymétrie.

4.1.2.4- Magnétisme

Dans le bassin des Loyauté, les isocontours de l'anomalie magnétique (carte 4) sont orientés N140°E selon l'axe du bassin. On note une fermeture de l'isanomale -100 nT au Nord et au Sud du plateau. La zone de fracture orientée N70°E qui traverse le bassin de 23°05'S - 168°13'E jusqu'au delà de l'île de Walpole est soulignée par un alignement de pointements anomaliques et une déformation des isanomales.

La grande linéation magnétique négative qui souligne la bordure orientale du bassin des Loyauté et que l'on retrouve jusqu'à 23°25'S - 169°40'E est recoupée au Sud-Ouest de l'île

de Walpole par une linéation de positifs relatifs contourée par l'isanomale -250 nT et orientée N70°E.

Les bordures occidentale et orientale de la ride des Loyauté sont en partie soulignées par l'isanomale -300 nT.

Le flanc ouest du récif Durand est dominé par une forte anomalie négative -700nT à 22°02'S - 168°28'E.

Le banc Ellet est souligné par un dipôle d'amplitude 900 nT (+700nT à -200nT) orienté N30°E.

Un important dipôle de même amplitude (+250nT à -650nT) centré sur 23°00'S - 169°12'E souligne un petit banc isolé.

Le banc supportant l'île de Walpole présente un dipôle d'amplitude 900nT (+250nT à -650nT) orienté N20°E. Le banc de l'Orne situé au Nord immédiat ne présente pas de signature magnétique particulière.

Les monts sous-marins reconnus à 22°40'S - 169°14'E et 22°50'S - 169°05'E, non soulignés par la gravimétrie, induisent des variations du champ magnétique peu significatives.

Le premier situé à 22°40'S - 169°14'E est souligné par l'isanomale +400nT et déforme l'isanomale +300nT de façon sigmoïde jusqu'à 22°45'S - 169°28'E selon une orientation N115°E. A cette position l'isanomale +250nT forme une bande très étroite se prolongeant dans le N140°E en s'évasant progressivement vers le Sud-Est.

Le second situé à 22°50'S - 169°05'E, contouré par l'isanomale -400nT semble avoir un prolongement profond, souligné par l'isanomale -300nT orienté N-S, jusqu'à 23°03'S - 169°05'E.

4.1.2.5- Sismique réflexion

Les profils de sismique réflexion (PR23 à PR88) levés dans cette zone sont parallèles aux structures majeures de direction NW-SE. De l'Ouest vers l'Est, ces profils ont recoupé la bordure occidentale du bassin des Loyauté, le bassin des Loyauté et la terminaison méridionale émergée de la ride des Loyauté, avec du Sud vers le Nord, le banc Ellet, l'île de Walpole, le banc de l'Orne et le récif Durand.

L'interprétation d'un profil sismique synthétique (PR33) (Fig 7) illustre les quatre séquences sismiques qui ont été décrites dans le rapport de mission de la campagne (Missegue et al, 1996).

Datation des séquences sismiques

Les séquences 1, 2 et 3 identifiées sur le profil PR33 pourraient correspondre à la "formation I" décrite par Bitoun et Récy (1982), cette formation étant subdivisée en trois formations d'épaisseur variable, plus ou moins discordantes les unes sur les autres, et séparées par deux réflecteurs. Ces deux réflecteurs pourraient être corrélés aux réflecteurs A et B identifiés ici. Selon Bitoun et Récy, la partie inférieure de la formation I (sous le réflecteur B) serait d'âge Miocène inférieur à moyen. La partie supérieure de cette formation (entre le réflecteur B et la surface du fond) serait d'âge Miocène supérieur à Actuel.

La séquence 4 est soulignée à 13h40, par une remontée du socle acoustique. Ce seuil, orienté WSW-ENE, correspond au prolongement méridional du banc Ellet.

Ces corrélations devront être confirmées à terre, après recalage des données sismiques de la campagne ZoNéCo 3 avec des données de multitraces acquises dans la zone étudiée.

4.1.2.6- Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme

Le plateau séparant le bassin des Loyauté (carte 5) est bien souligné en bordure septentrionale tant en magnétisme par l'isanomale -100 nT qu'en gravimétrie par la flexure des isanomales selon un ligne reliant l'Est de l'île des Pins à l'île de Walpole.

Au Sud ce plateau se termine le long d'une ligne de fracture orientée N70°E suggérée par la flexure des isanomales gravimétriques, en particulier de l'isanomale +40 mGal qui forme un col étroit. En magnétisme, une série d'anomalies circulaires alignées N70°E et la flexure des isanomales entre 22°48'S - 168°40'E et l'île de Walpole soulignent cette limite; plus au Sud, l'isanomale -100nT met en évidence la limite septentrionale de la partie sud du bassin des Loyauté.

Les deux bancs, reconnus à 23°S - 168°20'E et 23°S - 168°30'E présentent des signatures gravimétrique et magnétique bien marquées mais différentes. Le premier, souligné par un dipôle magnétique, présente des amplitudes de 30mGal et de 600nT et est situé sur la ligne de fracture N70°E alors que pour le second, situé au Sud de la ligne de fracture N70°E, on peut remarquer l'absence de dipôle et des amplitudes de 50mGal et 100nT. Ces bancs sont sans doute de même origine mais le premier a dû être remanié par des intrusions volcaniques à l'occasion du fonctionnement de la faille N70°E.

Le canyon mis en évidence par la morphobathymétrie à l'Ouest-Sud-Ouest de Walpole est souligné par la déformation des isanomales magnétiques selon l'axe du canyon. En gravimétrie, il reste suggéré par le rebroussement de l'isanomale +40mGal selon un axe orienté N70°E.

La bordure occidentale de la ride des Loyauté est en partie soulignée, en magnétisme, par l'isanomale -250nT et en gravimétrie par l'isanomale +50mGal dont l'orientation générale N140°E passe à N170°E à 23°15'S - 169°30'E.

La ride des Loyauté présente un chapelet d'anomalies induites par les différents bancs, massifs et monts sous-marins.

Au Nord, le récif Durand induit une anomalie gravimétrique circulaire de +100mGal et une anomalie magnétique de -700 nT déportée en bordure du flanc Ouest de la structure. L'absence de dipôle magnétique indique que, dans cette zone, la croûte océanique n'a pas été modifiée par un mécanisme de point chaud.

Centré à 22°25'S - 169°E le banc de l'Orne est bien contourné par l'isanomale +100mGal avec deux pointements à + 130 mGal. Sa signature magnétique reste discrète et le banc ne provoque qu'une déformation et un étalement vers le Nord-Est de l'isanomale 0nT avec une dépression à -100 nT. Un faible dipôle +100nT à -100nT lui est associé. Sur la partie nord de son flanc ouest, une importante déformation des isanomales magnétiques orientée N90°E souligne la bordure occidentale de la ride dans cette zone. La bordure occidentale du banc est soulignée par un linéament magnétique orienté N170°E en partie suivi en gravimétrie par l'isanomale +80 mGal. Le changement de direction de la ride de part et d'autre du banc de l'Orne, mis en évidence par les linéaments gravimétrique et magnétiques est probablement liée à la collision de la ride des Loyauté avec l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides centrée à 22°S - 169°E (Monzier et al., 1990).

Le banc de l'Orne est séparé du massif supportant l'île de Walpole par un étranglement important des isanomales gravimétriques au niveau duquel on retrouve le pôle positif du dipôle caractérisant celui-ci. Un important linéament magnétique souligne la bordure méridionale de l'île de Walpole et du canyon s'étirant vers le Sud-Ouest. Aucun accident gravimétrique ne lui est associé.

Plus au Sud la fermeture et la flexure des isanomales gravimétrique suggèrent une zone de fracture orientée N70°E et séparant le massif de Walpole du banc Ellet. Un linéament magnétique important souligne également cet accident.

La région du banc Ellet est caractérisée par la présence de plusieurs dipôles magnétiques dont le plus important souligne le banc lui-même. Ils confirment une importante activité de type point chaud dans cette zone. Plusieurs linéaments magnétiques orientés de N45°E à N60°E séparent les différents massifs. En gravimétrie l'ensemble des bancs est contourné par l'isanomale +50mGal de forme sigmoïde et s'étalant de part et d'autre du méridien 169°30'E. Au Nord, entre les latitudes 22°50'S et 23°10'S, l'anomalie est orientée N25°E; de 23°10'S à 23°25'S son orientation est de N140°E et passe ensuite à N-S. Cette

allure générale ne s'observe pas sur le magnétisme très perturbé par la série de dipôles reconnus.

4.1.3- Les données d'océanographie physique

Des mesures de courant par ADCP, ainsi que des mesures de température et salinité par thermosalinographe (SEABIRD SBE 21) ont été acquises en continu.

- 29 échantillons d'eau de mer ont été prélevés.
- 46 profils thermiques par tir XBT ont été réalisés (Cf. Fig. 15 et Liste des positions en annexe 4 du rapport de mission), dont 4 depuis la passerelle (destination ORSTOM) et 14 pour déterminer un profil de célérité intégré au sondeur multifaisceau EM12. Les graphes de température obtenus en fonction de chaque type de sonde sont présentés à l'annexe 4 du rapport de mission (Missegue et al, 1996).

Des observations météorologiques classiques sont effectuées toutes les trois heures par les officiers du bord.

4.2- La boîte Nord

4.2.1- La terminaison nord de la ride des Loyauté

4.2.1.1- Morphobathymétrie

La terminaison nord de la ride des Loyauté (**carte 6**) peut être schématiquement divisée en trois sous-ensembles: Sud, Central et Nord.

-Ensemble Sud

Il comporte à l'Est une zone en pente douce avec une profondeur maximale de 4350m dans la partie la plus orientale. En son centre se situe un bassin de dimension 50km en Nord-Sud et 25km en Est-Ouest, atteignant une profondeur maximale de 3750m au Sud. La direction de ce bassin, dans sa partie sud, est de N160°E et atteint N135°E au Nord. Ce bassin est fermé à l'Est, à l'Ouest et au Nord par trois rides étroites. Les rides situées à l'Est et à l'Ouest ont des directions parallèles à l'axe du bassin. Au Nord, la ride est orientée N15°E. Ces rides culminent aux environs de 2500m.

-Ensemble Central

Il est caractérisé par une ride de direction N15°E, de longueur 35 km pour une largeur de 12 à 15 km. La morphologie de détail est complexe, avec de nombreuses boursouflures sur les flancs. La direction de cette ride est parallèle à celle de la ride identifiée immédiatement au Nord du bassin décrit précédemment. Deux axes bas, également orientés N15°E encadrent la ride de l'ensemble central.

-Ensemble Nord

Il est constitué par un important édifice volcanique de 2500 m de haut, avec un diamètre à la base de 25 à 30 km. Seule la partie nord-orientale a été reconnue. Elle montre une morphologie complexe, avec de nombreuses boursouflures et ressauts. Le sommet de cet édifice, qui culmine à 1400 m, est orienté N120°E. Deux bassins encadrent l'édifice, l'un au Nord-Est, de direction N140°E, avec une profondeur de 5000 m, l'autre au Nord-Ouest, de direction N150°E, avec une profondeur maximale de 4400 m.

4.2.1.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments

-Ensemble Sud

Les rides encadrant le bassin (**carte 2**) montrent de grandes hyperboles et un faciès imagerie à haute réflectivité. De place en place, des sédiments hémipélagiques sont visibles avec un faciès gris clair.

Dans la partie méridionale du bassin, on note des sédiments de surface rétrodiffusants, témoins d'apports turbiditiques. Vers le Nord, les apports turbiditiques sont réduits, et on passe à des sédiments bien lités, avec une pénétration au sondeur de sédiments de l'ordre de 50 à 70 m. Le faciès imagerie, dans le bassin, est gris moyen avec de légères variations latérales.

La pente largement ouverte vers l'Est montre une couverture sédimentaire continue (sauf à l'approche de l'ensemble central), en drapage sur le socle (**Fig. 8**).

-Ensemble central

La ride qui caractérise cet ensemble montre de rares sédiments sur le sommet et les pentes. De manière générale, leur identification est rendu difficile par la présence d'hyperboles de diffraction. De part et d'autre de la ride, les sédiments déposés dans la partie basse des pentes sont rétrodiffusants ou possèdent des réflecteurs internes plus ou moins diffus (témoins de dépôts gravitaires et/ou de discontinuité latérale). Les deux bassins de petite taille encadrant la ride montrent des sédiments lités avec un faciès imagerie gris clair.

-Ensemble nord

L'important édifice qui le caractérise montre sur ses flancs méridionaux et orientaux de nombreuses hyperboles dues à la morphologie particulièrement complexe qui les caractérise. Toutefois, sur les rares replats, on note la présence de dépôts hémipélagiques. Le sommet de l'édifice montre un faciès 3,5 kHz localement très rétrodiffusant: l'hypothèse d'une fine couverture de sédiments de type "sable à foraminifères" est avancée. En imagerie, le sommet montre des secteurs de forte réflectivité interrompus par des zones de faciès gris moyen.

Le bassin situé au Nord-Est de l'édifice montre une bonne pénétration au sondeur de sédiments (70 à 80 m), avec un biseautage des sédiments indiquant un basculement du bassin vers le Nord. Dans sa partie occidentale, ce bassin a subi un basculement vers le Sud. La remontée ouest du bassin est caractérisée par des ondulations dont la longueur d'onde et l'amplitude varient du Nord (600 m et 80 m) au Sud (1 km et 50 m). L'hypothèse de figures de compression de la bordure occidentale du bassin est avancée.

Le bassin situé au Nord-Ouest montre une sédimentation calme, sans discordance interne, avec des sédiments bien lités typiques des dépôts de bassins profonds.

4.2.1.3- Gravimétrie

La terminaison nord de la ride des Loyauté (**carte 7**) est caractérisée par une signature gravimétrique variant de -30mGal à +110mGal. La couverture gravimétrique de cette zone, réalisée lors de la campagne ZoNéCo 3 a été limitée à 20 /30 milles de large. Les quelques données existantes concernant cette région ont été intégrées au tracé de la carte et permettent ainsi une interprétation plus exhaustive.

Le bassin fermé centré sur 18°10'S - 164°13'E se traduit par un minimum relatif de 10mGal. Il est encadré par trois maxima de l'anomalie compris entre +20mGal et +40 mGal, allongés N155°E qui soulignent les trois rides qui l'entourent. Ce col délimite un changement d'orientation des isanomaes qui, au Nord, s'infléchissent vers l'est de N155°E à N195°E et suggèrent un décrochement vers l'Ouest par rapport aux structures reconnues au Sud. Le maximum de l'anomalie se situe sur le méridien E164° entre les latitudes 17°36'S et 17°44'S. Ce changement d'orientation de la ride pourrait s'interpréter comme un signe précurseur de l'inflexion des rides de Nouvelle-Calédonie et des Loyauté vers l'Est, dans la zone

d'Entrecasteaux. Plus au Nord, à 18°S - 164°E, on constate un changement d'orientation très brutal au N125°E avec un maximum gravimétrique de +90 mGal à 17°25'S - 163°45'E.

On peut noter que le petit bassin, situé à 17°50'S - 164°05'E, ainsi que la ride délimitant son flanc sud, ne ressortent pas au niveau du signal gravimétrique.

A l'extrémité nord de cette zone, le bassin profond à -5000 mètres est souligné par un minimum de l'anomalie à -30 mGal, ce qui estompe quasiment la petite ride nord-sud qui se trouve au niveau de la longitude E163°38.

L'axe du nord du bassin des Loyauté, souligné par un minimum gravimétrique atteignant -35mGal à 18°10'S - 163°40'E, présente des changements d'orientation parallèles à celles reconnues sur la terminaison nord de la ride. A noter que les données gravimétriques couvrant cette partie du bassin, antérieures à ZoNéCo 3, restent cohérentes avec celles collectées lors de ZoNéCo 2 et ZoNéCo 3.

4.2.1.4- Magnétisme

Cette zone (**carte 8**) est caractérisée par une signature magnétique variant de +200nT à -200nT. Les contrastes anomaliques observés sont relativement faibles et laissent supposer qu'il n'y a pas, dans cette région, d'appareils volcaniques de l'importance de ceux rencontrés plus au sud lors de ZoNéCo 2. La faible couverture (20 à 30 milles de large) réalisée lors de ZoNéCo 3 a été étendue, après traitement, grâce aux données anciennes à notre disposition.

Le bassin fermé centré sur S18°10 et E164°13 est traversé par l'isomale -100 nT suivant sa direction principale, N145°E. Les deux rides l'encadrant à l'Est et à l'Ouest présentent une anomalie négative de -200nT. Au niveau de la latitude 18°S, on observe une remontée progressive de l'anomalie de -100nT à +50nT suivant une direction N80°E. On retrouve cette direction sur le flanc nord du bassin fermé au niveau bathymétrique.

Dans la partie centrale, le maximum de l'anomalie à +200nT, est de direction N15°E. Il semble correspondre à la ride principale de cette boîte. Au nord de ce maximum, les isocontours s'infléchissent vers l'Est au N55°E (direction soulignée par la bathymétrie et la gravimétrie).

Dans la partie nord, le signal est plus confus. Seuls les bassins ouest et est sont mis en évidence par des anomalies relatives positives, à +150nT pour l'Ouest et 0 nT pour l'Est. L'important édifice reconnu tant en bathymétrie qu'en gravimétrie à 17°25'S - 163°50'E présente une signature magnétique très discrète et diffuse, n'excédant pas +100nT qui laisse supposer qu'il ne s'agit pas d'un édifice volcanique de type point chaud.

L'axe du bassin des Loyauté est discrètement souligné par un alignement N145°E d'anomalies négatives présentant des minima très localisés de -100nT.

Dans la partie sud, sur un axe approximatif allant du sud-est du Grand Passage à 18°15'S - 164°30'E, les différents décrochements des isanomales semblent confirmer l'accident transversal orienté N70°E qui affecterait le Grand Passage, l'ensemble du bassin des Loyauté et sans doute la ride des Loyauté au nord du récif Pétrie.

Aucune anomalie significative n'a été observée.

4.2.1.5- Sismique réflexion

Cette région a été levée par 16 profils de sismique réflexion rapide 6 traces dans le prolongement de la partie nord de la zone d'étude de la campagne ZoNéCo 2. Ces profils sont pour la plupart orientés NW-SE le long de la terminaison de la ride des Loyauté (PR149 à PR163) sauf le dernier profil, orienté est-ouest (PR164), qui recoupe transversalement le bassin des Loyauté. L'interprétation de 2 profils synthétiques, PR156 et PR164, illustrent les principales structures de la zone.

Profil 156

Ce profil (Fig.9) s'étend depuis le bassin "fermé", situé entre les 2 structures lamellaires de direction NNW-SSE, de la partie sud, et remonte jusque sur la structure centrale de la ride des Loyauté. 3 séquences sédimentaires ont pu être identifiées et décrites (Missegue et al, 1996).

Selon (Missegue et al, 1996) le réflecteur (B) serait corréléable avec la phase de distension débutant au Miocène moyen (15 Ma). Suite à une phase tectonique plicative (Eocène supérieur) contemporaine de l'obduction de la nappe d'ophiolites sur le bâti calédonien, une phase de relaxation des contraintes (Miocène moyen) serait responsable de la morphologie actuelle en horst et graben de la zone d'Entrecasteaux (P. Maillet *et al.*, 1982).

Profil 164

Ce profil (Fig.10), orienté Est-Ouest, est situé au Nord de la zone étudiée lors de la campagne ZoNéCo 2 sur le bassin des Loyauté. Il s'étend depuis la bordure orientale de la ride de Norfolk jusqu'à la bordure occidentale de la ride des Loyauté. L'analyse des séries sédimentaires, par corrélation avec le profil PR75-1 de la campagne ZoNéCo 2 permet d'identifier quatre séquences (Missegue et al, 1996).

Le réflecteur (C), par corrélation avec le profil PR75-1 de la campagne ZoNéCo 2 correspondrait au sommet de la "formation inférieure" de Bitoun et Récy (1982) (Missegue et al, 1996). Les séquences 1, 2 et 3 correspondent à la "formation supérieure". Les vitesses sismiques de ces séries indiquent la présence de sédiments semi-consolidés ou peut être déjà consolidés (séquences 2 et 3), surmontées par des sédiments non consolidés (séquence 1).

4.2.1.6- Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme

L'analyse des cartes gravimétrique et magnétique (carte 9) met en évidence deux importants changements de domaines structuraux, délimités par de grands accidents transversant la ride de Norfolk, le bassin et la ride des Loyauté. Les traits gravimétrique et magnétique de faible amplitude et grande longueur d'onde caractérisant la terminaison nord de la ride des Loyauté sont en grande partie induits par la morphobathymétrie. Dans la partie sud de la ride des Loyauté les campagnes ZoNéCo 1 et ZoNéCo 2 ont mis en évidence des anomalies localisées, d'amplitude importante et de longueur d'onde réduite totalement différentes de celles reconnues sur la terminaison nord de la ride où elles sont généralement coalescentes, de faible amplitude et grande longueur d'onde. Elles sont plus le reflet de grandes structures d'échelle régionale que de phénomènes localisés et ponctuels tels que des points chauds.

Les anomalies gravimétriques et magnétiques reconnues dans cette zone, ont permis le calcul d'un modèle simplifié qui indique une voussure, d'une longueur d'onde de 40 à 60km, des différentes couches de la croûte océanique d'épaisseur moyenne allant de 16 à 18km. Sous l'axe du bassin, le Moho (discontinuité de Mohorovicic) s'enfonce sous le bassin jusqu'à une profondeur d'environ 18 km; la croûte océanique couverte de 2000 à 3000m de sédiments présente un amincissement avec une épaisseur de l'ordre de 12km. A l'Est de la ride, la croûte océanique semble s'épaissir mais l'effet de bord dû au manque de données ne pouvant être soustrait, l'épaisseur de la croûte reste indéterminée dans cette zone.

Les changements d'orientation observés tant en gravimétrie qu'en magnétisme et confirmés par la bathymétrie tourmentée de cette zone indiquent des phases successives de remaniements tectoniques importants. Cette zone, limite septentrionale de la surrection de la ride, a dû être remaniée par des phases successives de compression-distension consécutives à la flexure de l'ensemble parallèle et sigmoïde : ride de Norfolk, bassin et rides Loyauté, de la collision de cet ensemble avec l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides au large de l'île de Santo ainsi qu'à la subduction responsable de la mise en place de l'ophiolite calédonienne. Ces différentes phases tectoniques ont pu provoquer les fracturations orientées N40°E en

blocs lamellaires de tailles réduites observées en morphobathymétrie et confirmées par la gravimétrie. Les anomalies gravimétriques de +90mGal et +100mGal indiquent une voûture de grande longueur d'onde (40 à 60km) et un épaissement de la plaque océanique.

L'anomalie magnétique de +300nT confirme la voûture de l'ensemble de la croûte océanique et indique une remontée de la couche 3 (basaltes) et exclue un édifice volcanique de type point chaud.

La bordure Nord-Est du bassin des Loyauté semble soulignée par un accident orienté N105°E s'étendant du Nord de l'atoll d'Avon et se prolongeant vers le Sud-Est jusqu'au nord du récif de Pétrie.

Dans le nord du bassin des Loyauté la gravimétrie et le magnétisme indiquent un amincissement de la croûte océanique qui supporte 2000 à 3000 m de sédiments de densité variant entre 2,0 et 2,4 .

4.2.2- Les récifs d'Entrecasteaux

4.2.2.1- Morphobathymétrie

Plusieurs sous-secteurs y sont distingués(**carte 6**):

- un plateau, lui même divisé en deux parties: celle portant les atolls Pelotas, Surprise et du Portail au Sud, et celle portant l'atoll Avon et les récifs Guilbert, au Nord. La séparation entre les deux parties s'effectue selon une ligne de direction N55°E, passant immédiatement au Nord de l'atoll Surprise. La profondeur moyenne entre les atolls varie de 250 à 400 m.

La partie sud communique avec les bassins profonds adjacents par des pentes douces (10 à 12 %).

- *Les pentes externes* qui constituent le sous-bassement des atolls et récifs sont relativement douces dans la moitié sud de la boîte. Elles sont localement accidentées de petits abrupts ou de structures secondaires. C'est ainsi qu'en contrebas de l'atoll Surprise, vers l'Est, on note un ensemble de structures allongées N160°E, avec une pente maximale de 30 % aux limites. Ces structures se relaient sur une distance de 50 km du Nord au Sud.

Ces pentes sont séparées de l'atoll par un bassin qui s'approfondit vers le Sud jusqu'à 2000 m. Le contact entre le bassin et les structures allongées est relativement brutal.

Dans la moitié Nord de ce secteur occidental (atoll Avon et récifs Guilbert), les pentes externes atteignent 30 %. En relation avec ces fortes pentes, on note, à une dizaine de kilomètres au Sud-Est du récif Guilbert, la morphologie typique d'une niche d'arrachement de 4 km de large sur une hauteur de 1000 m. Au Nord de l'atoll Avon, les pentes sont de 40 % au maximum pour une moyenne de 13 %. Ces fortes pentes sont parcourues par de nombreux canyons. La partie extrême nord du levé présente une morphologie de glaciaire en pente douce.

4.2.2.2- Imagerie acoustique et sondeur de sédiments

Cette zone (**carte 2**) comporte plusieurs sous-secteurs dans lesquels les faciès 3,5 kHz et imagerie acoustique sont en relation directe avec des environnements sédimentaires particuliers, depuis le périrécifal jusqu'au pélagique.

Ainsi, dans la partie extrême nord du secteur, le faciès imagerie est gris clair et l'écho-faciès 3,5 kHz montre des réflecteurs internes continus là où la profondeur est la plus importante (domaine pélagique), et plus ou moins discontinus dans la partie haute du glaciaire (domaine périrécifal).

Dans la majeure partie du secteur, les affleurements de socle semblent limités. Ils sont alors caractérisés par un échofaciès caractéristique avec un faciès imagerie foncé: c'est le cas

des structures allongées situées en contrebas de l'atoll Surprise. De place en place, mais très rarement, les mêmes faciès peuvent être observés sur les pentes externes des récifs et atolls.

Des traces d'écroulements de la bordure du récif sous forme de faciès à multiples hyperboles de taille moyenne, sont fréquemment observées sur ces pentes externes.

Sur les replats séparant les récifs, ainsi que sur les zones de faible pente, on remarque sur le 3,5 kHz un faciès à haute énergie, non rétrodiffusé (**Fig 11**). il s'agit vraisemblablement de sédiments essentiellement constitués de débris de coraux (provenant de l'érosion et du démantèlement du pourtour des atolls), de débris de spongiaires, échinodermes et de sables à foraminifères. Localement, on relève certaines formes hyperboliques interprétées comme caractéristiques de la bordure de récifs coralliens fossiles (**Fig 11**). Ces faciès 3,5 kHz se traduisent sur l'imagerie par un gris soutenu et continu. A noter qu'il est également caractéristique des fonds indurés, mais le faciès imagerie permet de lever cette ambiguïté.

Sporadiquement, dans les pentes et par des profondeurs se situant vers 250 à 400 m, on note un faciès 3,5 kHz caractérisé par un aspect de surface chaotique, très rétrodiffusant, traduit en imagerie par un gris foncé. Il est interprété comme correspondant à des coraux en place et dont l'état de surface permet de mieux comprendre le phénomène de rétrodiffusion.

Enfin, dans les pentes les plus importantes et plus profondes qui bordent le secteur, on relève un faciès caractéristique à grandes hyperboles et de rares plaquages sédimentaires sur les interfluves des canyons.

4.2.2.3- Gravimétrie

Dans cette région l'anomalie gravimétrique varie de -70mGal, dans l'extrême nord, à +150mGal sur le plateau supportant les atolls (**carte 7**). Ces derniers ont fait l'objet d'une précédente étude (Collot et Missegue, 1988) et ont été levés en gravimétrie sous-marine (campagne GCAL300, 1981) et gravimétrie marine (campagne EVA 11, 1982). Afin de permettre une interprétation plus exhaustive de la région, ces données, ainsi que celles de ZoNéCo 2 sont intégrées au tracé de la carte.

Cette zone est caractérisée par cinq linéations d'environ 50 milles nautiques approximativement orientées N120°E. A l'Ouest la bordure orientale du bassin calédonien est soulignée par une linéation positive suivie d'une linéation de minima relatifs en bordure orientale des récifs d'Entrecasteaux caractérisés par une linéation positive variant de +150 mGal au Nord à +100 mGal au sud. Une nouvelle linéation de minima relatifs (+35 mGal) souligne la bordure orientale des récifs d'Entrecasteaux. La bordure occidentale du bassin des Loyauté est soulignée par une linéation positive de maxima +140 mGal.

Dans la partie sud, en bordure orientale de l'atoll de la Surprise, on observe un bassin présentant un minimum relatif de +40 mGal. A 18°19'S, un étranglement de l'isomale +90 mgal précède un changement de direction de l'orientation du bassin qui passe de N150°E au Sud à N05°E. A 18°10'S, on observe un décrochement dextre d'environ 7km de l'isomale +110mGal et l'orientation générale passe à N70°E.

La flexure des isanomales indique, sur le flanc occidental de l'atoll de la Surprise, un accident orienté N150°E. Il tend à délimiter deux domaines différents:

- les récifs Guilbert, du Mérite et les atolls de Avon, de la Surprise et de Pelotas présentent une signature gravimétrique identique à celle reconnue plus au sud, sur la côte orientale calédonienne, et interprétée comme étant la remontée de l'ophiolite calédonienne. Les précédentes études en magnétisme indiquent que ces roches ont une signature faible et peu caractéristique (Collot *et al.*, 1988a).

- le plateau supportant ces récifs et atolls est de toute évidence le témoin le plus septentrional de cette nappe ophiolitique couvrant partiellement la ride de Norfolk dans cette zone.

- l'atoll du Portail quoique présentant une signature gravimétrique équivalente en amplitude à celle des autres atolls ou récifs dans cette zone est séparé de ceux-ci par un accident N150°E.

4.2.2.4- Magnétisme

Par mesure de sécurité, la couverture magnétique des abords immédiats des récifs d'Entrecasteaux n'a pu être réalisée lors de la campagne ZoNéCo 3.

Toutes les données existantes et reconnues fiables ont été, après traitement, intégrées au tracé de la carte de cette zone.

D'Ouest en Est (**carte 8**), on reconnaît une succession de linéations négatives et positives sensiblement parallèles (d'orientations moyennes comprises entre N120°E et N135°E) et s'étendant du nord des récifs d'Entrecasteaux jusqu'au Grand Lagon Nord vers le Sud.

Une importante linéation négative partant de 18°50'S - 162°50'E au Nord de l'atoll Portail souligné par un minimum de -700nT, se prolonge jusqu'au nord du Grand Passage pour ensuite s'orienter N115°E jusqu'à 18°50'S - 163°30'E et se prolonger selon une orientation N135°E en bordure occidentale du bassin des Loyauté.

La bordure occidentale des atolls d'Avon et de la Surprise présente une linéation positive d'orientation N125°E qui se prolonge jusqu'au sud du récif Pélotas au nord du Grand Passage.

La bordure orientale de ces structures présente une linéation négative plus diffuse et hachée d'orientation générale N130°E, recoupée par des anomalies d'amplitude importante mais de faible longueur d'onde orientées de N100°E à N120°E.

Au nord de l'atoll de la Surprise et à l'Est de l'atoll d'Avon quelques linéations, tant positives que négatives, de courte longueur d'onde et souvent imbriquées, s'étalent vers le nord-est.

4.2.2.5- Sismique réflexion

Les profils de sismique réflexion rapide 6 traces (PR165 à PR169), orientés NW-SE, couvrent la partie est de la boîte. Le profil 165 (**Fig. 12**) illustre le contexte géodynamique de la zone. On y observe du Nord au Sud:

- une remontée du socle acoustique, (de 7 à 4 s.t.d.), à la faveur d'une faille inverse observée vers 06h00;

- un graben localisé aux environs de 05h45, caractérisé par une profondeur moyenne de 5 s.t.d;

- un "haut fond" situé sur la pente externe sud-est du plateau supportant les atolls et les récifs d'Entrecasteaux;

- la couverture sédimentaire est constituée d'une succession de 4 séquences sismiques. Elles peuvent être regroupées suivant 2 formations: la formation "inférieure", (séquence 4 caractérisée à son sommet par le réflecteur C), d'épaisseur constante, qui se retrouve sur les hauts fonds sous un faciès chaotique et la formation "supérieure" (séquences 1, 2, et 3) qui vient se biseauter au Sud sur le socle.

Les données de gravimétrie ont permis d'identifier, à cet endroit, la nappe ophiolitique.

La faille inverse de 06h00 correspondant à un chevauchement vers le SE qui résulterait alors de l'obduction de la nappe (Eocène supérieur, Paris 1981). Un relâchement des contraintes post-obduction, aurait structuré le graben observé. Maillet *et al.* (1982) situent cette phase distensive au Miocène supérieur. La morphologie de la couverture sédimentaire

affectée par la phase plicative contemporaine de la phase orogénique Eocène supérieur aurait ensuite été soumise à une phase distensive. La formation inférieure aurait été affectée par la phase compressive Eocène supérieur, tandis que la formation supérieure, venant se biseauter sur le socle, semble de ce fait post-obduction (Missegue et al, 1996). Ces formations pourraient être corrélées avec celles définies par Bitoun et Récy (1982) au sein du bassin des Loyauté.

4.2.2.6- Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme

Particulièrement mouvementée tant en gravimétrie qu'en magnétisme (carte 9), cette zone semble relativement complexe, et avoir subi plusieurs remaniements tectoniques successifs. Les linéations gravimétriques et magnétiques, orientées N120°E semblent être les témoins d'une importante activité géodynamique dans cette zone; elles se poursuivent vers le sud jusqu'à l'accident transversal du Grand Passage reconnu lors de Zonéco 2. Au delà de cette limite, les linéations sont décalées vers l'Est. Ce décalage est sans doute en partie dû à la poussée des monts Noroit, situés à l'Ouest, contrarié par la collision de l'ensemble ride de Norfolk, bassin et ride des Loyauté avec l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides. Le pincement des isanomaes gravimétriques et des isobathes à S18°40 et E163°30 semble être le témoin de ce phénomène de blocage. Le magnétisme, plus diffus, n'indique que le décrochement des linéations observés en gravimétrie.

Dans la partie centrale des récifs d'Entrecasteaux, la gravimétrie et le magnétisme, suggèrent une série de petits accidents transverses orientés de N40°E à N80°E passant entre les atolls d'Avon et de la Surprise. Les décrochements observés entre ces atolls semblent se prolonger jusqu'en bordure occidentale du bassin des Loyauté. La bathymétrie, la gravimétrie et le magnétisme témoignent de cette continuité des accidents transversaux jusqu'en bordure occidentale du bassin des Loyauté. Cet ensemble est recoupé d'accidents orientés N-S sans doute provoqués par la subduction à pendage NE ayant affecté cette zone.

Le calcul d'un modèle simplifié à partir de données de gravimétrie et de magnétisme indiquerait que le bloc supportant les récifs d'Entrecasteaux est encadré à l'Est et à l'Ouest par deux grands accidents majeurs:

- la bordure occidentale est soulignée par:
- une subduction à vergence SW-NE, en limite du bassin calédonien et de la terminaison nord de la ride de Norfolk,
- décrochement des différents niveaux sédimentaires sans doute dû à un réajustement isostatique.
- les récifs d'Entrecasteaux reposent du haut vers le bas sur:
- une couche de roches de susceptibilité magnétique et de densité importantes (0,09 u.e.m./cc, $d=2,9$) ayant pu être mise en place lors de l'obduction de l'ophiolite,
- 3000 et 4000 m de sédiments indurés ($d=2,2$ à $d=2,4$),
- le bloc sialique de la ride de Norfolk.

L'épaisseur totale de cet ensemble est estimée, dans cette zone, à 15-16 km. Les importantes anomalies magnétiques observées sont induites par une remontée de la couche 3 de la croûte océanique le long du plan d'obduction; les variations de courte longueur d'onde sont le témoin de fracturations en horst et graben par des mouvements de compression-distension ayant affecté l'ensemble des séries sédimentaires indurées ($d=2,4$) ainsi que le bloc sialique sous-jacent.

- la bordure orientale des récifs d'Entrecasteaux, présente une succession de trois linéations positive, négative et positive.

- la linéation positive la plus à l'Ouest, d'une amplitude de plus de +100 mGal et d'une longueur d'onde de l'ordre de 20 km, est comparable à celles reconnues, plus au Sud, le long

de la côte Est calédonienne. Elle ne peut être induite que par des roches de forte densité ($d=3,2$) telles que des péridotites.

- le minimum gravimétrique, associée à une linéation magnétique négative et une dépression bathymétrique souligne l'accrétion, le rabotage et la compression des couches sédimentaires indurées le long du plan d'une subduction à vergence NE . Un important ré-équilibrage isostatique de la nappe ophiolitique semble avoir affecté cette zone.

- les anomalies gravimétriques positives observées plus à l'Est suggèrent la présence conjuguée de roches lourdes ($d=3,2$) et de roches à forte susceptibilité magnétique (0,08 u.e.m./cc). La présence de ces roches (péridotites et basaltes associés) dans cette région peut être expliquée par un phénomène d'écaillage et de charriage vers l'Est de la partie supérieure de l'ophiolite consécutif aux mouvements de compression distention ayant affecté cette région lors des différentes phases tectoniques telles que la subduction, l'obduction de l'ophiolite, le blocage dû à la collision de l'ensemble ride de Norfolk, bassin et ride des Loyauté avec l'arc des Nouvelles-Hébrides et les rééquilibrages isostatiques postérieurs.

4.2.3- Les données d'océanographie physique

Des mesures de courant par ADCP, ainsi que des mesures de température et salinité par thermosalinographe (SEABIRD SBE 21) ont été acquises en continu.

- 19 échantillons d'eau de mer ont été prélevés.

- 14 tirs XBT ont été réalisés , dont 3 (type T7 = 760 m) depuis la passerelle (destination ORSTOM) et 6 (5 de type T5 et 1 de type T6) pour déterminer un profil de célérité intégré au sondeur multifaisceaux EM12. Les graphes de température obtenus en fonction de chaque type de sonde Sippican sont présentés à l'annexe 4 du rapport de campagne (Missegue et al, 1996).

Des observations météorologiques classiques sont effectuées toutes les trois heures par les officiers du bord.

4.3- Les îles Loyauté

4.3.1- Travaux réalisés

Les travaux réalisés autour des îles Loyauté, consistaient à effectuer un levé morphobathymétrique complémentaire de la campagne ZoNéCo 2, le plus proche possible des côtes, afin de permettre aux services techniques de la Province des Iles de lancer l'étude d'éventuelles implantations de captages d'eaux profondes.

4.3.1.1- Morphobathymétrie

Transit entre la boîte sud et Ouvéa

Les transits interconnectant l'ensemble méridional et Maré, ainsi que les deux autres îles entre elles, traversent des zones peu profondes. L'approfondissement n'est sensible qu'au Nord-Ouest de Lifou

Ile de Maré

La principale observation touche à la dissymétrie des pentes, avec une pente occidentale sensiblement plus forte que la pente orientale (observation en relation avec un phénomène de basculement de l'île?). La pente maximale est rencontrée au Sud-Ouest de l'île,

avec près de 30% à proximité immédiate de la côte. Plus vers le large, la pente se réduit à 13%.

Ile de Lifou

Le secteur situé au Nord-Est de l'île montre des profondeurs atteignant plus de 3800 m. Quelques abrupts sont notés, jusqu'à 45 %, plus particulièrement au Nord de l'île et sur son flanc ouest. Dans la baie du Santal, les fonds atteignent 1300 m. Au large de la pointe nord-est de l'île, on note une pente douce orientée NE à partir de 3200 m. Le passage vers l'île d'Ouvéa se fait par un bassin atteignant 1800 m.

Ile d'Ouvéa

Les levés réalisés au cours de ZoNéCo 3 concernent la partie sud-ouest et sud-est de l'île. Sur le secteur sud-ouest, les pentes atteignent localement 50 %, avec une moyenne de 20 %. Elles sont moindres sur le secteur sud-est avec une moyenne de 10 %. L'ensemble reconnu est caractérisé par une alternance de vallées et d'interfluves.

Transit entre Ouvéa et la boîte nord

Ce transit, réalisé à la faveur de 6 profils, longe la ride des Loyauté sur son flanc est depuis le récif de l'Astrolabe jusqu'au récif Pétrie. Du Sud-Est au Nord-Ouest, on note une succession de 3 bassins (3500 m en moyenne) et de 2 rides (1250 m en moyenne).

4.3.1.2- Imagerie acoustique et sondeur à sédiments

Transit entre la boîte sud et Ouvéa

De manière générale, le faciès rencontré est la forte réflectivité, due à la présence de fonds rocheux ou indurés. Toutefois, on note localement des alternances avec une réflectivité moyenne due à la présence de sédiments d'épaisseur réduite.

On note par ailleurs, au Nord-Ouest de Lifou, là où la profondeur est plus importante, tout un secteur de faible réflectivité, que l'on retrouve d'ailleurs, mais par des profondeurs moindres, entre Ouvéa et Lifou.

Cette faible réflectivité est corrélée avec le profil 3,5 kHz (**Fig 13**) sur lequel on note, outre l'existence d'un faciès type comportant un horizon de surface transparent et retrouvé en de nombreux points de la ride des Loyauté, la marque de mouvements gravitaires d'extension locale.

Ile de Maré

On note une alternance d'affleurements rocheux et de sédiments le plus souvent déposés à la faveur de mouvements gravitaires (faciès hyperbolique de petite taille). De rares placages de sédiments non remaniés (réflecteurs internes) sont préservés sur quelques hauts topographiques. En règle générale, les axes hauts rocheux sont caractérisés par une forte réflectivité, alors que les axes bas sont de faciès gris moyen.

Ile de Lifou

Les fortes pentes situées sur les flancs nord et nord-est montrent un faciès à grandes hyperboles sur les enregistrements du sondeur de sédiments et une forte réflectivité sur

l'imagerie. La pente douce située au Nord-Est est couverte de sédiments lités avec un faciès gris clair sur l'imagerie.

Le versant ouest, et plus particulièrement la baie du Santal, montrent un faciès 3,5 kHz chaotique et une forte réflectivité, avec affleurements rocheux. Dans ce secteur, on note sur l'imagerie une alternance serrée de zones à réflectivité forte à très forte, indicatrice d'un grand nombre de canyons.

Le passage vers l'île d'Ouvéa se fait par un faciès gris moyen avec des sédiments lités ou à réflecteurs localement discontinus.

Ile d'Ouvéa

Le flanc sud-est de l'île présente une couverture sédimentaire quasi continue sur un faciès 3,5 kHz chaotique à grandes hyperboles de socle. Le flanc sud-ouest est entaillé par de nombreux canyons qui perturbent la signature du 3,5 kHz. Par contre, le flanc nord occidental présente un faciès homogène gris moyen à gris clair pour l'imagerie, avec une couverture sédimentaire drapant le socle.

Au Nord Nord-Ouest de l'île, dans la partie la plus profonde, le sondeur 3,5 kHz montre un faciès lité et continu, avec de rares passages avec rétrodiffusion.

Transit entre Ouvéa et la boîte Nord

Ce transit présente 2 types de faciès: à forte/très forte et faible réflectivité. On retrouve le premier faciès sur les reliefs et le second dans les bassins sédimentaires. Le faciès à très forte réflectivité s'identifie sur le sondeur de sédiments par une réponse de socle épisodiquement recouvert de sédiments.

Du Sud vers le Nord, les 3 bassins traversés à la faveur de ce transit, soulignés par le faciès de faible réflectivité, montrent au 3,5 kHz des dépôts de sédiments lités (réflecteurs internes continus) et un faciès très diffus et discontinu à l'extrémité nord du transit, soulignant un remplissage sédimentaire de type turbiditique (au delà de 18°43'S).

4.3.1.3- Gravimétrie

Les données acquises dans cette boîte n'apportent aucun élément nouveau aux interprétations réalisées à la suite de la campagne ZoNéCo 2 (Lafoy et al, 1994b).

4.3.1.4- Magnétisme

Par mesure de sécurité, aucune acquisition de magnétisme n'a été réalisée dans cette boîte.

4.3.1.5- Sismique réflexion

Par mesure de sécurité, aucune acquisition de sismique réflexion n'a été réalisée dans cette boîte.

4.3.2- Les données d'océanographie physique

Des mesures de courant par ADCP, ainsi que des mesures de température et salinité par thermosalinographe (SEABIRD SBE 21) ont été acquises en continu.

- 12 échantillons d'eau de mer ont été prélevés.
- 17 tirs XBT ont été réalisés dont:
 - (6 de type T7 = 760 m) depuis la passerelle (destination ORSTOM)
 - (4 de type T5 et 7 de type T6) pour déterminer un profil de célérité intégré au sondeur multifaisceaux EM12. Les graphes de température obtenus en fonction de chaque type de sonde Sippican sont présentés à l'annexe 4.

Des observations météorologiques classiques sont effectuées toutes les trois heures par les officiers du bord.

5- Synthèses

5.1- La boîte Sud

5.1.1- Carte structurale de synthèse

La carte structurale de synthèse résulte de la compilation des données de bathymétrie, d'imagerie acoustique, de gravimétrie, de magnétisme et de sismique réflexion (**carte 10**).

Considérations sur la nature des fonds

Les processus sédimentaires qui prennent place depuis les très faibles profondeurs, comme le voisinage immédiat de l'île des Pins, jusqu'aux abords du bassin des Loyauté aboutissent au dépôt de plusieurs types de sédiments meubles:

- à proximité immédiate des plateformes carbonatées, et à partir des systèmes bioconstruits, se produit un démantèlement d'origine mécanique et biochimique qui amène à la constitution de sédiments détritiques. Lorsque la plateforme est étroite, ou que la barrière corallienne est quasi inexistante, se produit un transfert rapide vers le milieu bathyal, avec des sédiments déposés à proximité plus ou moins grossiers.

- plus bas dans la pente se rencontrent des sédiments ayant fait l'objet d'un classement latéral et vertical; localement, cela peut se traduire par l'apparition, à partir de constructions algaires, de sables plus fins et de micrites.

- enfin, dans les zones les plus profondes, se déposent les sédiments détritiques les plus fins et les hémipélagites.

La ride de Norfolk au sud de l'île des Pins

La ride de Norfolk qui s'approfondit vers le Sud, subit à 23°12'S un décalage senestre le long d'un accident WSW-ENE (N55°E). Orientée NW-SE au Nord de ce décrochement, et NNW-SSE au Sud, la ride de Norfolk s'approfondit vers le Sud. Vers l'Est ce décrochement se poursuit avec la même direction et affecte le plateau des Loyauté. Le soulèvement de ce dernier est interprété comme résultant de la collision "Loyauté - Nouvelles-Hébrides" (Monzier *et al.*, 1990; Lafoy *et al.*, 1995, 1996b) centrée à 22°S - 169°E. Les fortes anomalies gravimétriques situées à l'Est de la bordure orientale de la ride de Norfolk présentent des amplitudes comparables à celle de l'anomalie positive du Sud de la Grande Terre associée à la présence de lambeaux ophiolitiques à forte densité au Sud de l'île des Pins (Collot *et al.*, 1982).

Le bassin et la ride des Loyauté

Le bassin des Loyauté, caractérisé par une faible signature géophysique présente une anomalie gravimétrique négative orientée NW-SE au Nord de 22°35'S et au Sud de 22°50'S. Entre ces deux latitudes elle est orientée N-S. Ce changement de direction se produit le long de l'accident WSW-ENE (N55° - N60°) qui affecte plus à l'Ouest la ride de Norfolk.

L'expression morphobathymétrique de la ride des Loyauté, au Sud de l'île de Maré est relativement peu marquée. Discontinue, la ride est soulignée, du Nord vers le Sud, par des reliefs (bancs, alignements de monts sous-marins) de directions variables: WNW-ESE entre Maré et le récif Durand, sub-méridienne pour le récif Durand, NE-SW pour le banc de l'Orne, N-S au niveau de l'île de Walpole, et NNE-SSW pour le banc de Ellet. Au Sud de ce dernier, l'extension méridionale de la ride des Loyauté s'oriente WNW-ESE. Ces reliefs sont soulignés par des anomalies gravimétriques positives. La discontinuité de la ride des Loyauté à cette latitude résulte de la collision "Loyauté - Nouvelles-Hébrides" centrée à 22°S - 169°E.

5.2- La boîte Nord

5.2.1- Carte structurale de synthèse

5.2.1.1- La terminaison nord de la ride des Loyauté

Considérations sur la nature des fonds:

La terminaison nord de la ride des Loyauté montre divers faciès acoustiques, depuis les faciès fortement réfléchissants, jusqu'aux faciès à faible énergie. Les derniers sont en relation avec les bassins sédimentaires, et donc avec des fonds meubles. S'agissant d'un secteur sans parties émergées, et donc préservées des apports détritiques péri-récifaux, les sédiments sont vraisemblablement essentiellement constitués par des débris planctoniques et des produits d'altération des édifices volcaniques.

Le secteur occidental, typiquement péri-récifal, et avec des communications rapides vers les zones profondes, est à rapprocher de l'ensemble méridional, et de celui de l'île des Pins en particulier.

Les sédiments y seront donc de plus en plus grossiers à l'approche des récifs coralliens, ce qui explique la relativement forte réflectivité des certaines zones à sédiments meubles. Dans les secteurs plus profonds adjacents, la réduction de taille des particules sédimentaires, et l'incorporation de matériaux hémipélagiques carbonatés se traduisent par une moindre réflectivité.

Synthèse

La zone d'étude (carte 11) correspond au prolongement nord immergé de la ride des Loyauté, au Nord du récif Pétrie. Au Nord de ce récif, deux rides de direction NNW-SSE encadrent un bassin profond de 3800m.

Au Nord de 18°S, la direction structurale dominante est N15°E. Deux rides parallèles à cette direction encadrent un bassin de profondeur moyenne 3000m qui correspond à la digitation ouest du bassin Nord-Loyauté. La ride occidentale, longue de 35 km, située à 17°38'S - 164°E est soulignée par des anomalies gravimétrique et magnétique positives. A l'Ouest, la ride s'ennoie sous le bassin des Loyauté. La ride orientale, orientée N15°E à 17°53'S - 164°04'E, est soulignée par des anomalies gravimétrique et magnétiques positives.

A 17°30'S - 163°50'E, un haut-fond tabulaire de profondeur moyenne 1500m, orienté NW-SE, et dépourvu de signature magnétique, s'ennoie vers le Nord-Est sous le bassin Nord-Loyauté qui atteint la profondeur de 5000m.

Le prolongement septentrional de la ride des Loyauté présente une discontinuité morphologique longitudinale. Il est marqué par des rides qui, du Sud vers le Nord, sont orientées NNW-SSE au Sud de 18°S, NNE-SSW (N15°E) entre 17°55'S et 17°30'S, puis NW-SE. Le prolongement nord de la ride des Loyauté est caractérisé par une morphologie en horst et graben avec trois principaux endroits où l'expression morphologique de la ride est peu marquée. Du Sud vers le Nord, ces zones de transit sédimentaire potentielles entre les bassins des Loyauté à l'Ouest et Nord-Loyauté à l'Est, sont situées:

- au Nord des deux rides de direction NNW-SSE, où un goulet sédimentaire d'orientation N95°E recoupe la ride orientale à 18°05'S,
- entre les deux rides de direction N15°E,
- entre la ride occidentale N15°E et le haut-fond tabulaire orienté NW-SE, au niveau d'un goulet sédimentaire orienté N35°E.

Un modèle simplifié calculé à partir des données de gravimétrie et de magnétisme indique une voûture de la croûte océanique d'épaisseur moyenne comprise entre 16 et 18 km. Sous l'axe du bassin, le Moho est à une profondeur d'environ 18 km ; la croûte océanique couverte de 2000 m à 3000 m de sédiments présente un amincissement avec une épaisseur de l'ordre de 12 km. A l'Est de la ride, la croûte océanique atteint environ 22 km d'épaisseur et le Moho se situerait à environ 28 km de profondeur.

Les changements d'orientation observés tant en gravimétrie qu'en magnétisme et confirmés par la bathymétrie tourmentée de cette zone indiquent des phases successives de remaniements tectoniques importants. Cette zone, limite septentrionale de la surrection de la ride, a dû être remaniée par des phases successives de compression-distension consécutives à la flexure de l'ensemble parallèle et sigmoïde : ride de Norfolk, bassin et rides Loyauté, de la collision de cet ensemble avec l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides au large de l'île de Santo ainsi qu'à la subduction responsable de la mise en place de l'ophiolite calédonienne. Ces différentes phases tectoniques ont pu provoquer les fracturations orientées N40°E en blocs lamellaires de tailles réduites observées en morphobathymétrie.

5.2.1.2- Les récifs d'Entrecasteaux

Considération sur la nature des fonds

Les processus qui prennent place sur les pentes néo-calédoniennes et qui ont été décrits par J.R. Vanney (1991) sont d'une grande variété. Ces divers processus actifs (bioturbation, biocorrosion, fracturation) créent ou mobilisent des matériaux le plus généralement fins. Les parties mises en mouvement sous l'effet de courants de toutes origines se fragmentent au cours de la progression.

De par leur nature pétrographique et leur composition minéralogique, les dépôts de pente diffèrent de ceux observés dans les bassins: ce sont essentiellement des boues dans lesquelles les intercalations sableuses sont rares.

Synthèse

La carte structurale des récifs d'Entrecasteaux (**carte 11**) est caractérisée par de fortes valeurs d'anomalies gravimétriques et magnétiques, avec de l'Ouest vers l'Est :

- l'atoll du Portail porté par une ride de direction NW-SE qui s'ennoie vers le Nord, et qui est soulignée par une anomalie gravimétrique positive.
- la ride NNW-SSE de profondeur 1000 m centrée à 18°10'S - 163°16'E. Cette ride soulignée par une forte anomalie gravimétrique parallèle s'ennoie vers le Sud et se décale vers l'Est.
- le bassin sédimentaire asymétrique (flanc oriental à fort pendage) qui borde l'extrémité sud de la ride NNW-SSE, subit un changement de direction passant de NNW-SSE au Nord à NW-SE au Sud de 18°30'S. Ce changement de direction se produit à l'endroit où le bassin est le plus étroit (pincement).

Les anomalies gravimétriques de direction NNW-SSE localisées de la bordure orientale des récifs d'Entrecasteaux à la bordure occidentale du bassin des Loyauté sont le témoin de lambeaux ophiolitiques obductés sur la terminaison nord de la ride de Norfolk, suite au blocage à l'Eocène supérieur, de la zone de subduction à vergence N-E qui aurait été active le long de la marge occidentale de la Nouvelle-Calédonie jusqu'aux récifs d'Entrecasteaux (Daniel *et al.*, 1977). L'identification de chevauchements (écaillés) à

vergence sud-est en sismique réflexion confirmerait l'existence de contraintes tectoniques compressives ayant affecté la zone d'Entrecasteaux à cette époque, et qui pourraient être responsables du rétrécissement du bassin sédimentaire asymétrique (flanc oriental à fort pendage) à 18°30'S - 163°30'E.

Les précédentes études magnétiques réalisées (Collot *et al.*, 1988a) montrent que l'atoll du Portail a une signature magnétique de forte amplitude (plus de 1000nT). Cette anomalie magnétique pourrait être induite par un lambeau des basaltes allochtones de la Côte Ouest que l'on retrouve plus au Sud en bordure occidentale des îles Bélep, dans le Grand Lagon Nord calédonien.

Un modèle calculé à partir des données de gravimétrie et de magnétisme confirme la présence:

- d'une zone de subduction en bordure occidentale de la ride de Norfolk,
- de roches à forte susceptibilité magnétique recouvrant l'ensemble du bâti et pouvant être les basaltes allochtones de la côte Ouest,
- d'importants lambeaux ophiolitiques sous la bordure orientale des récifs d'Entrecasteau,
- d'une zone d'accrétion et de rabotage avec d'importantes déformations des couches sédimentaires indurées mettant en relief le plan de subduction qui a permis l'obduction de l'ophiolite jusque dans cette zone,
- d'un alignement d'écaillages et de découplages de l'ophiolite (péridotites et basaltes associés) en bordure occidentale du bassin des Loyauté qui ont pu être provoqués par des contraintes tectoniques compressives couplées à un important ré-équilibre isostatique de l'ophiolite.

5.3- Synthèse des données d'océanographie physique

Les trajets de cette campagne spécialement destinée aux relevés bathymétriques et géophysiques ne permet pas, comme ce fut le cas des campagnes Zonoco 1 et 2 de décrire de façon pertinente la situation hydrologique de la région de la ZE de la Nouvelle-Calédonie parcourue.

Néanmoins les données obtenues par les XBT (eXpandable Bathy Thermograph), et le thermosalinographe de surface viennent enrichir les banques de données océanographiques (salinité de surface et température de la couche 0-700m). Associées aux données des réseaux d'observation par navires de commerce elles permettent de préciser que la situation hydrologique est tout à fait conforme à la situation habituelle observée dans le Pacifique sud-ouest en cette période de l'année. L'indice d'oscillation australe est compris entre +0.4 et +0.6 ce qui signifie qu'après l'El Nino de 1992-1994, le Pacifique tropical est revenu à une situation dite « normale ».

Le courant a été moyenné pour la couche 28 à 100m (Fig. 14) à partir des données acquises au cours de cette campagne par le profileur de courant à effet Doppler (ADCP). La circulation observée n'est pas stable pendant la durée de la campagne réalisée dans des zones très proches des îles. Il ne se dégage pas comme ce fut le cas lors des campagnes ZoneCo 1 et ZoNeCo 2 de structure de circulation cohérente.

6- Les potentialités

6.1- Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter les premiers résultats relatifs aux ressources minérales potentielles susceptibles d'être présentes dans les zones d'études reconnues lors de la campagne ZoNéCo 3. Il reprend de larges extraits du rapport de mission (Missegue *et al.*, 1996) rédigé à bord.

Rappelons que la campagne ZoNéCo 3 (30 août-20 septembre 1996) a été réalisée dans le cadre du programme ZoNéCo, programme d'exploration et d'évaluation des ressources vivantes et minérales de la Zone Economique (ZE) de Nouvelle-Calédonie. Pour établir l'existence de ces ressources et afin d'en dresser un inventaire, le programme ZoNéCo, pluriannuel et pluridisciplinaire (géologie-géophysique, océanographie physique, et biologie), comporte trois phases, "stratégique", "tactique", et "d'étude de cibles" ("ZoNéCo": dossier de travail du groupe, 1992).

Dernier volet de la phase stratégique du programme ZoNéCo, la campagne ZoNéCo 3 s'est déroulée à bord du Navire Océanographique (N.O.) L'Atalante équipé des sondeurs multifaisceaux grands-fonds EM12 DUAL et petits-fonds EM950. Les couvertures morphobathymétrique (bathymétrie multifaisceaux et imagerie acoustique), géophysique et océanographie physique de zones hautes sous-marines présélectionnées ont été réalisées, afin de retenir celles qui seraient potentiellement favorables à la concentration de ressources minérales et halieutiques. Ces ressources marines, si elles existent, comprennent:

- les ressources halieutiques, qui nécessitent un investissement moyen, et dont les retombées sont attendues à court terme. Une synthèse des travaux antérieurs sur les ressources thonières (Virly, 1996) et les ressources halieutiques profondes (Virly, 1997) a été réalisée,

- les ressources minérales, qui nécessitent un investissement moyen, et dont les retombées sont attendues à long terme. Un bilan sur les potentialités de la Zone Economique de Nouvelle-Calédonie en ressources minérales profondes (encroûtements polymétalliques et phosphates) (Lafoy *et al.*, 1996c), ainsi qu'une compilation des encroûtements prélevés par dragages dans la zone économique de Nouvelle-Calédonie (Lafoy, 1997) ont été rédigés en vue de leur intégration à la banque de données "ressources minérales".

- les ressources en hydrocarbures, qui nécessitent un investissement lourd, et dont les éventuelles retombées sont à moyen terme. Précisons que le programme ZoNéCo ne prévoit pas la mise en oeuvre de campagnes d'exploration pétrolière, mais a pour objectif de sensibiliser les professionnels à une relance de l'exploration pétrolière en Nouvelle-Calédonie. Deux synthèses sur les potentialités en hydrocarbures de la Nouvelle-Calédonie et de ses dépendances ont été effectuées (Vially et Mascle, 1994; Lafoy *et al.*, 1996a).

6.2- Les ressources marines minérales profondes de la zone économique de Nouvelle-Calédonie

Les ressources marines minérales profondes comprennent, les phosphates, dont certains gisements peuvent être immergés jusqu'à des profondeurs de 1000m, les encroûtements et les nodules polymétalliques, les dépôts sulfurés associés à l'hydrothermalisme sous-marin, et les hydrocarbures.

En Nouvelle-Calédonie, les deux principales ressources marines profondes susceptibles d'être présentes au sein de la Zone Economique sont les ressources minérales "dures" de type encroûtements polymétalliques et les hydrocarbures (Lafoy *et al.*, 1996c). En effet, la plupart des gisements de phosphates sont connus à l'affleurement (îles Loyauté

principalement). Les monts sous-marins peuvent en effet être le siège d'un hydrothermalisme géothermique par endo-upwelling (Rougerie et Wauthy, 1989) et donc concentrer certaines minéralisations. L'hydrothermalisme géothermique ou de " basse énergie " se distingue de l'hydrothermalisme actif des dorsales océaniques. Les dorsales actives sont absentes de la Zone Economique de Nouvelle-Calédonie. Quant aux nodules polymétalliques, ils se concentrent dans les bassins océaniques éloignés des sources d'apports terrigènes et volcaniques, et dont les profondeurs sont situées en dessous du niveau de compensation des carbonates. La formation des nodules est contrôlée par quatre facteurs majeurs: 1) une zone à productivité biologique élevée; 2) des profondeurs où la colonne d'eau est dépourvue de carbonates, ceux-ci étant dissous dans de telles conditions de température et de pression; 3) de faibles taux de sédimentation; 4) le régime des courants de fond qui diminue le taux de sédimentation et qui contrôle donc la distribution des nodules.

Dans la Zone Economique de Nouvelle-Calédonie, les grands bassins océaniques qui sont classiquement favorables au développement de champs de nodules polymétalliques ne sont pas représentés. Différents des bassins océaniques classiques, les bassins ont une profondeur moyenne inférieure à la profondeur de compensation des carbonates. De plus, la Nouvelle-Calédonie est éloignée de la zone de haute productivité équatoriale. La rareté des prélèvements réalisés ne permet cependant pas de définitivement exclure la présence de nodules au sein de la zone économique calédonienne.

6.2.1- Les encroûtements polymétalliques

Un encroûtement est formé d'un cortex ferromanganésifère recouvrant entièrement ou non, un noyau rocheux volumineux par rapport au cortex. Les encroûtements diffèrent des nodules polymétalliques de part différents aspects physiques comme la teneur en métaux, la profondeur et leur relation avec le substrat (induré) sous-jacent (volcans, rides sous-marines). Les encroûtements ferromanganésifères ont été observés à diverses profondeurs, partout où un substrat solide affleure quelle que soit sa nature. Les encroûtements ferromanganésifères comportant certains métaux nobles tels que le nickel, le cuivre, le cobalt et les éléments de groupe des Platinoïdes, peuvent recouvrir les sommets de structures volcaniques. Dans les anciens encroûtements dont la formation est datée entre 9 et 16 millions d'années, l'élément platine (Pt) peut être présent jusqu'à 2 grammes par tonne (Halbach *et al.*, 1984). Les encroûtements ferromanganésifères présentent donc un intérêt économique non négligeable. Les encroûtements ont une épaisseur moyenne variable entre 1mm et 10cm. Leur vitesse de croissance varie en fonction du contexte géodynamique et de la nature du substrat. Un encroûtement hydrothermal a une vitesse de croissance de 10mm/an, alors qu'un encroûtement de volcan sous-marin a une vitesse de croissance de 1mm/an (Pichocki, 1987).

En Polynésie Française, dans la partie sud de l'archipel des Tuamutu, l'exploration détaillée des encroûtements polymétalliques cobaltifères de la zone Niau a permis de mettre en évidence que ces encroûtements se concentraient préférentiellement au niveau (Le Suavé *et al.*, 1989):

- de volcans et plateaux compris entre 800 et 1600 m de profondeur,
- de substrats indurés, tels que basaltes ou carbonates anciens, caractérisés par une forte réflectivité acoustique,
- de zones dépourvues d'apports sédimentaires durant de longues périodes (> 10 Ma), avec un faible taux d'accumulation des concrétions ferromanganésifères, et un fort degré d'oxygénation des masses d'eau.

Les encroûtements polymétalliques correspondent à des niveaux indurés. D'après le principe de l'imagerie acoustique, basé sur la restitution de l'énergie réfléchi, la réponse acoustique du fond marin permettra d'en appréhender la nature. Les ressources minérales " dures ", de type encroûtements ferromanganésifères, auront un haut niveau d'énergie et

seront caractérisées par des teintes sombres. Dans l'esprit du programme ZoNéCo, le support cartographique (bathymétrie multifaisceaux et imagerie) représente donc le préalable indispensable à toute opération d'inventaire des ressources minérales (et halieutiques). Cependant, un calibrage de l'imagerie acoustique par dragages in situ est indispensable pour confirmer la présence d'encroûtements. Si les encroûtements polymétalliques sont présents, leur géochimie peut être variable en fonction de leur mode de genèse (origine hydrogénétique ou hydrothermalisme géothermique).

En Nouvelle-Calédonie, des échantillons d'encroûtements formés d'un cortex ferromanganésifère ont été prélevés sur les récifs d'Entrecasteaux, à la terminaison nord de la ride des Loyauté, et le long des prolongements sud des rides de Nouvelle-Calédonie et des Loyauté (Fig. 15).

6.2.2- Les hydrocarbures

Les conditions les plus favorables à la concentration des hydrocarbures (liquides et gazeux) sont souvent réunies au niveau de bassins caractérisés par une instabilité tectonique. Situés sous une faible tranche d'eau, ces bassins, alimentés par des apports terrigènes et soumis aux effets de la subsidence, constituent un réceptacle aux épaisses séries marines pélagiques et détritiques susceptibles de renfermer de la matière organique. Ces conditions idéales autorisant le piégeage, la réduction, la maturation puis la migration de la matière organique sont souvent rassemblées au niveau des marges actives subsidentes.

Les zones d'ouverture océanique présentes le long des dorsales océaniques sont le siège d'apports magmatiques provenant du manteau. La température élevée du magma émis à l'axe des dorsales peut accélérer, dans des zones à environnement réducteur et à forts apports terrigènes, la transformation des matières organiques en pétrole. Au cours de son écartement de la dorsale, la croûte océanique néoformée se refroidit, devient plus dense et subit une subsidence thermique. Cette subsidence s'accompagne de failles normales qui peuvent individualiser des blocs basculés. Ces blocs basculés peuvent représenter les témoins de la partie axiale (paléo-rift) d'une dorsale d'accrétion océanique.

Les profils de sismique réflexion rapide des campagnes de la phase stratégique du programme ZoNéCo peuvent, couplés aux données du magnétisme, préciser le style structural des unités rencontrées. Ces données sismiques et géophysiques pourront servir de support à d'éventuels levés de sismique multitraces détaillés qui seuls permettront de mieux se prononcer sur la possible présence d'hydrocarbures dans des zones reconnues potentiellement favorables (blocs basculés en profondeur, bassins peu profonds à fort remplissage sédimentaire, ...).

En Nouvelle-Calédonie, les zones potentiellement les plus favorables du point de vue des hydrocarbures et au niveau desquelles des études pétrolières complémentaires devraient être menées sont:

- en mer, les lagons Ouest, Nord et Sud de Nouvelle-Calédonie, le Grand Passage, le plateau des Chesterfield et le domaine offshore profond au niveau des marges de la Nouvelle-Calédonie et le long de la ride de Norfolk (Fig. 16). Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de proposer un quelconque système pétrolier ayant été susceptible de générer des hydrocarbures dans le domaine du lagon (Vially et Mascle, 1994);

- à terre, l'anticlinal de Gouaro et les bassins de la Côte Ouest de Nouvelle-Calédonie. Les nouvelles données de sismique réflexion multitraces récemment acquises au niveau de l'anticlinal de Gouaro (Blake, 1996; Lafoy, 1996) relancent l'intérêt pétrolier de la structure et celui des bassins de la Côte Ouest.

6.3- La Campagne ZoNéCo 3

6.3.1- Généralités/Objectifs

L'objectif essentiel de la campagne ZoNéCo 3 consistait à réaliser la couverture morphobathymétrique, géophysique (sismique réflexion, gravimétrie, magnétisme, sondeur de sédiments) et océanographique (température, salinité, célérité, de la colonne d'eau) détaillée de la zone d'étude. L'interprétation détaillée des données de la campagne ZoNéCo 3 devrait permettre de sélectionner des monts sous-marins favorables aux concentrations potentielles d'encroûtements ferromanganésifères et de poissons démersaux.

Les données morphobathymétriques et le maillage géophysique obtenus dans le cadre de la campagne ZoNéCo 3 permettent de préciser le style structural de la zone d'étude, préalable nécessaire à toute évaluation du potentiel pétrolier.

La campagne ZoNéCo 3 a consisté en un leg de 21 jours à la mer et a reconnu successivement (Figure 5 - Missegue et al., 1996):

- la partie sud de l'île des Pins (boîte "Ile des Pins");
- la partie centrale du bassin et de la ride des Loyauté au niveau des récifs Walpole et Durand (boîte "Durand");
- la ride des Loyauté, au niveau du pourtour des îles Maré, Lifou et Ouvéa (boîte "MLO");
- la terminaison nord de la ride et du bassin des Loyauté (boîte "TERN");
- le pourtour des récifs d'Entrecasteaux (boîte "SURPRISE").

6.4- Les campagnes antérieures réalisées dans la zone d'étude

6.4.1- Les campagnes antérieures de géologie - géophysique

6.4.1.1- Les campagnes de bathymétrie et de géophysique

Les principales campagnes de bathymétrie et de géophysique réalisées dans la zone d'étude s'inscrivaient dans le cadre des programmes GEORSTOM, EVA (EVolution des Arcs insulaires dans le temps et l'espace) et ZOE (ZOne Economique) de l'ORSTOM, ou ont consisté en des campagnes NOVA réalisées par la SCRIPPS.

6.4.1.2- Les campagnes de sismique réflexion multitraces

Les campagnes de sismique réflexion multitraces AUSTRADDEC I (1972) et II (1973) et Ouest Nouvelle-Calédonie (WNC80) ont traversé la zone d'étude (Dubois *et al.*, 1974; Ravenne et de Broin, 1975; Ravenne *et al.*, 1977). La campagne WNC80, dernière mission de sismique multitraces réalisée au sein de la zone économique calédonienne a été conduite sous l'égide du Comité d'Études Pétrolières Marines (CEPM) en 1981. Au cours de cette campagne qui a reconnu la terminaison nord des rides de Lord Howe et de Fairway, trois profils sismiques supplémentaires ont été levés à la bordure occidentale du plateau des Chesterfield, au Sud de l'île des Pins, et dans la région du Grand Passage (Guignard et Ravenne, 1982).

6.4.1.3- Les campagnes de prélèvements géologiques et biologiques

Les principales campagnes de prélèvements géologiques et biologiques réalisées dans la zone d'étude, et ayant prélevé des encroûtements polymétalliques, décrites dans Lafoy et al (1996c), sont présentées ci-dessous.

Durant la campagne "Ile des Pins" (1971 à bord du N.O. Coriolis), des roches ont été draguées entre le récif barrière et le Sud de la Nouvelle-Calédonie, entre 500 et 600 m de profondeur. Les échantillons récoltés présentaient deux faciès, le premier dolomitique et ferrugineux, avec imprégnation et encroûtement par de la goéteite, et le second calcaire, ferrugineux et phosphaté (Anglada *et al.*, 1975).

Durant la campagne EVA I (N.O. Le Noroit, 1976), 12 dragages ont été effectués entre 1500 et 2500m de profondeur le long de la ride des Loyauté. Il n'a pas été possible d'échantillonner les roches basaltiques in-situ, en raison des formations supérieures constituées de calcaires détritiques grossiers, d'encroûtements polymétalliques, et de tufs blanchâtres altérés. Le seul échantillon d'encroûtement ferromanganésifère dont il reste une trace a été prélevé à l'extrémité nord de la ride des Loyauté, vers 17°21'S, entre 1900 et 2500m de profondeur. Les résultats des analyses géochimiques effectuées sur cet échantillon ont été présentés dans Pichocki (1987). Il s'agit d'un encroûtement proche du pôle hydrothermal, c'est à dire appauvri en Nickel, Cobalt et Cuivre, mais enrichi en Fer, Silice et Aluminium.

Lors de la campagne GEORSTOM I (N.O. Le Noroit, 1973), la plupart des échantillons dragués (galets ou calcaires) au niveau de la zone charnière "ride de Norfolk-ride de Nouvelle-Calédonie" étaient recouverts d'un encroûtement polymétallique (46 % Fe₂O₃, 16,7 % MnO₂) sur une épaisseur de 5 à 10 cm (Daniel *et al.*, 1976).

Durant la campagne GEORSTOM III Nord (1975), un échantillon particulier de croûte ferromanganésifère a été prélevé sur la bordure orientale de la ride des Loyauté, à 20°47'S - 167°31'E, entre 1400 et 1700m de profondeur (Monzier, 1976). Cet échantillon décrit par Bolton *et al.* (1986) est constitué de matériel Fe-Mn lité noir-brun, pouvant atteindre une épaisseur de 2,5 cm. Les résultats des analyses géochimiques révèlent la présence de métaux précieux sous la forme de particules d'argent et d'or (Bolton *et al.*, 1986).

Durant la campagne BIOCAL (9 août-10 septembre 1985 à bord du N.O. J. Charcot), le seuil topographique de la ride des Loyauté, situé entre Ouvéa et Lifou a été exploré entre 360 et 700 m de profondeur. Des sables bioclastiques à ptéropodes partiellement indurés et encroûtés d'oxydes ferromanganésifères noirs ont été décrits (Cotillon *et al.*, 1990).

La deuxième partie de la campagne de biologie marine MUSORSTOM IV (12 septembre-5 octobre 1985 à bord du N.O. Vauban) (Richer de Forges, 1986) avait exploré la zone sud de la Nouvelle-Calédonie, au Sud-Est de l'île des Pins et à l'Est du canal de Havannah. Un échantillon prélevé au Sud de l'île des Pins à une profondeur de 400-420 m avait été décrit comme un "encroûtement ferrugineux brun rouille". L'analyse chimique a permis d'interpréter cet encroûtement ferrugineux comme un hard ground formé en milieu calme peu profond, qui a ensuite été soumis à une subsidence (Pichocki et Hoffert, 1987).

La campagne de biologie marine MUSORSTOM VI (12-26 février 1989 à bord du N.O. l'Alis) a eu lieu sur la ride des Loyauté et a reconnu les prolongements en mer des îles de Lifou, Ouvéa et Maré. Les prélèvements, effectués à l'aide de dragues "plates" (type Calypso, Waren) au large de l'île de Lifou, ont ramené du sable détritique grossier et des blocs de grès, avec parfois des roches sédimentaires encroûtées d'une épaisse couche de manganèse (Richer de Forges et Laboute, 1989). Au nord d'Ouvéa, le seuil topographique situé entre cette île et l'atoll de Beautemps-Beaupré est constitué de sables bioclastiques indurés et encroûtés d'oxydes de ferromanganèse. Au niveau du seuil situé entre les îles Maré et Dudune (au Nord-Ouest de Maré), des blocs encroûtés de manganèse ont été prélevés. Au Sud-Est de l'île de Tiga, les dragages réalisés sur le mont sous-marin "Musorstom" qui

culmine à 236 m de profondeur ont rapporté du calcaire corallien et des encroûtements de manganèse.

Réalisée juste au sud de la boîte "Durand", la campagne de biologie marine BATHUS3 (22 novembre - 2 décembre 1993) qui avait pour support la carte bathymétrique multifaisceaux de la campagne ZoNéCo 1 (1993), a échantillonné des encroûtements de manganèse (Richer de Forges et Chevillon, 1996) sur les guyots du prolongement sud de la ride des Loyauté (Dupont *et al.*, 1995; Lafoy *et al.*, 1995a; 1996b).

Les résultats des plongées du submersible Nautile réalisées en Mars 1989 durant la campagne SUBPSO I au niveau de la zone de collision "Loyauté - Nouvelles-Hébrides", ont mis en évidence la présence, sur la ride des Loyauté, de formations volcano-détritiques basaltiques et rhyolitiques, recouvertes par des calcaires récifaux encroûtés de manganèse (Monzier *et al.*, 1989).

Les plongées en submersible de la campagne CALSUB réalisée en 1989, se sont déroulées sur la ride des Loyauté, sur le flanc nord du seuil qui relie les îles de Lifou et d'Ouvéa. Les résultats de la campagne CALSUB ont montré qu'entre 400 et 1900 m, les versants sous-marins de la Grande Terre et de l'île des Pins étaient recouverts de sédiments meubles et de niveaux indurés constitués, soit de surfaces durcies carbonatées claires, soit d'encroûtements ferromanganésifères sombres (Rio *et al.*, 1991; Vanney *et al.*, 1992). Ces encroûtements ferromanganésifères récoltés en dragages ou observés en submersibles correspondent à des croûtes compactes d'épaisseur centimétrique où plusieurs phases d'encroûtements sont visibles (encroûtements ferromanganésifères stromatologiques), ou bien à une simple induration stratiforme marquant des arrêts de sédimentation (Pascal *et al.*, 1992). Les analyses faites sur les prélèvements encroûtés montrent surtout un pourcentage important en fer et en manganèse (Vanney *et al.*, 1992).

Les témoins de circulations hydrothermales au travers de la couverture sédimentaire pendant l'activité volcanique Miocène de la ride des Loyauté apparaîtraient sous la forme de structures "en tables" ou "en champignons" (Vanney *et al.*, 1992).

6.4.2- Les ressources minérales potentielles décrites dans la zone d'étude

6.4.2.1- Les ressources minérales "dures" de type encroûtements polymétalliques

Nous avons vu que dans la zone d'étude, l'étude d'encroûtements prélevés durant les campagnes EVA 1, Géorstom I et III avait permis de mettre en évidence un cortex ferromanganésifère de couleur noire à brune, d'épaisseur variant entre 5 mm et 5 cm, enrobant un coeur d'origine volcanique, volcano-sédimentaire ou sédimentaire (Pichocki et Hoffert, 1987). Cette étude a aussi permis de préciser les principales caractéristiques chimiques des encroûtements de Nouvelle-Calédonie. Ils appartiennent à la famille des encroûtements moyennement cobaltifères (Co = 0,5 %), c'est à dire appauvris en Co, Ni et Cu par rapport aux encroûtements cobaltifères, mais enrichis en fer (Mn/Fe = 1) (Pichocki et Hoffert, 1987).

Les zones où des encroûtements ferromanganésifères avaient été identifiés et qui ont été reconnues durant la campagne ZoNéCo 3, se situent au niveau (Fig. 17) (Lafoy *et al.*, 1996c):

- des prolongements nord et sud de la ride de Norfolk/Nouvelle-Calédonie, des récifs d'Entrecasteaux (Huon, Surprise) et des pourtours de l'île des Pins;
- de la ride des Loyauté et de ses prolongements nord (récifs de l'Astrolabe et de Pétrie) et sud (pourtour des îles Walpole et Dudune).

6.4.2.2- Les hydrocarbures

Deux documents présentant un bilan des connaissances sur le potentiel pétrolier de la Nouvelle-Calédonie et de ses dépendances faisaient entre autre ressortir les potentialités de la ride de Norfolk (Vially et Mascle, 1994; Lafoy *et al.*, 1996a). La ride sigmoïde de Norfolk s'étend sur plus de 3500 km depuis la zone d'Entrecasteaux jusqu'à la pointe nord de la Nouvelle-Zélande. Cette structure en grande partie immergée correspond à une lanière étroite (100 km en moyenne), d'épaisseur et de nature variable. La partie septentrionale émergée de la ride constitue l'île de Nouvelle-Calédonie et ses dépendances (île des Pins au sud, et îles Bélep au nord), dont la structure et l'histoire géologique sont relativement bien connues. Les prolongements immergés nord (récifs d'Entrecasteaux, Grand Passage) et sud de la ride de Norfolk ne sont connus que de façon fragmentaire par la géophysique et par quelques dragages ou sondages.

- Le prolongement immergé nord de la ride de Norfolk: les récifs d'Entrecasteaux et le Grand Passage

L'intérêt pétrolier de la zone située entre la pointe nord de la Grande Terre et les récifs d'Entrecasteaux avait déjà été souligné (Coleman, 1993), en particulier dans la région du Grand Passage (Guignard et Ravenne, 1982). Selon ces auteurs, le prolongement immergé nord de la ride de Norfolk mériterait une étude détaillée à l'aide d'un maillage sismique multitraces serré.

Le profil WNC 117 de la campagne de sismique multitraces pétrolière WNC80 (Janvier 1981 à bord du navire Résolution de l'I.F.P.) recoupe le Grand Passage et révèle (Guignard et Ravenne, 1982) un bassin sédimentaire médian, de superficie moyenne 2500km², structuré en antiforme et caractérisé par un important taux de remplissage (2000-3000m).

- Le segment méridional de la ride de Norfolk

Récemment, l'Institute of Geological & Nuclear Sciences (IGNS) de Nouvelle-Zélande a analysé un échantillon de roche prélevé lors de la campagne GEORSTOM III Sud (1975). Ce prélèvement a été réalisé sur la ride de Norfolk vers 31°53'S - 168°17'E, au niveau du flanc oriental du haut-fond situé au sud de l'île de Norfolk. Selon Herzer (1996, correspondance), cet échantillon, prélevé dans la zone économique australienne à environ 500km au nord-ouest de l'île Nord de la Nouvelle-Zélande, correspond à une argile noire sulfureuse d'âge Crétacé supérieur (Campanien-Maastrichtien), et contient des traces d'huile. D'après l'IGNS, le contexte géologique du site de dragage est similaire à celui du bassin de Taranaki en Nouvelle-Zélande, champ pétrolier important produisant huile et gaz. Il existerait donc des similitudes entre la nature et l'âge de la roche-mère du bassin de Taranaki et de la ride de Norfolk.

6.5- Résultats de la campagne ZoNéCo 3: Apport des données aux ressources minérales potentielles

Dans ce rapport, pour présenter les résultats relatifs aux ressources potentielles, nous avons procédé à un regroupement géographique et structural du découpage en 5 boîtes qui avait été réalisé durant la campagne (Missegue et al, 1996) en trois boîtes principales:

- la boîte Nord qui regroupe les boîtes " île des Pins " et " Durand ";
- la boîte Sud qui regroupe les boîtes "TERminaison Nord " (TERN) et "SURPRISE ";
- la boîte " Ouvéa-Lifou-Maré ".

Pour la présentation des zones potentiellement favorables à la présence de ressources minérales (encroûtements, hydrocarbures), nous reprenons de larges extraits du rapport de Lafoy *et al.* (1996d).

6.5.1- Les zones potentielles favorables à la concentration de ressources minérales "dures"

Les données d'imagerie acoustique permettent d'appréhender la texture des fonds et, par conséquent, connaissant les conditions générales de formation des dépôts polymétalliques (substrat induré de type volcanique ou sédimentaire ancien, absence d'apports sédimentaires récents favorisant la vitesse de croissance très lente des encroûtements), de mieux sélectionner les zones favorables à la concentration de ressources minérales "dures".

Les données de bathymétrie multifaisceaux et d'imagerie acoustique de la campagne ZoNéCo 3 permettent d'effectuer une première sélection de monts sous-marins peu profonds (< 1500 m) caractérisés par une forte réflectivité acoustique. Ces zones hautes, potentiellement favorables aux concentrations minérales, devront ensuite faire l'objet d'une exploration détaillée par prélèvements (dragages) à maille serrée pour confirmer la présence d'éventuels encroûtements.

Ces zones hautes de forte réflectivité acoustique, identifiées comme étant potentiellement favorables aux concentrations minérales, sont présentées ci-après.

6.5.1.1- La boîte Sud

La boîte "île des Pins" (IDP)

Durant la campagne ZoNéCo 3, les fonds de profondeurs inférieures à 500m dans la boîte "île des Pins" représentent une superficie de 626km² (Missegue *et al.*, 1996).

La superficie des fonds compris entre 500 et 1000m au niveau de la boîte "île des Pins" est de 1611 km² (Missegue *et al.*, 1996).

L'interprétation à bord des données de bathymétrie multifaisceaux et d'imagerie acoustique de la campagne ZoNéCo 3 a permis d'effectuer une première sélection des zones hautes de la boîte "île des Pins". Des données antérieures de dragages révèlent la présence d'encroûtements polymétalliques dans la zone étudiée (cf **Chapitre 6.4.2**).

Ces zones de profondeurs inférieures à 1500 m et de forte réflectivité acoustique sont situées, de l'Ouest vers l'Est:

- dans la partie méridionale de la corne Sud de la Grande Terre (Grand Coude), où les profondeurs restent inférieures à 500m jusqu'à 15 milles de l'extrémité méridionale du Grand Coude. Toutefois, les données morphobathymétriques sont trop éparées pour réaliser une campagne de dragages dans la zone,

- au niveau du haut-fond de 23°02'S - 167°25'E, de profondeur moyenne 500m et culminant à 475m,

- sur la ride de Norfolk orientée N140°E, et contournée jusqu'à l'isobathe 400m sur environ 20 milles de long (entre 22°54'S et 23°14'S). La ride culmine à 300m à 23°10'S - 167°57'E. Contrairement au flanc oriental de la ride entaillé par des canyons et drappé d'écoulements gravitaires, le flanc ouest de la ride est caractérisé par une forte réflectivité entre 22°50'S et 23°S, le long d'une pente moyenne de 3 %,

- au niveau du haut-fond de 23°S - 168°20'E, contouré jusqu'à l'isobathe 300m au Nord-Est, et 500m au Sud-Ouest et au Nord. Cette structure qui culmine à 275m est caractérisée par une forte réflectivité, toute comme ses bordures sud-ouest et nord-est. La bordure nord-est présente une pente moyenne de 18 %,

- au niveau du mont sous-marin centré à 23°02'S - 168°28'E qui culmine à 500m.

La boîte "Durand" (DD)

Les fonds inférieurs à 500m dans la boîte "Durand" représentent une superficie de 368km² (Missegue *et al.*, 1996).

La superficie des fonds compris entre 500 et 1000m au niveau de la boîte "Durand" est de 1133 km² (Missegue *et al.*, 1996).

L'interprétation à bord des données de bathymétrie multifaisceaux et d'imagerie acoustique de la campagne ZoNéCo 3 permet de sélectionner les zones hautes de la boîte "Durand" qui, compte-tenu des données antérieures de dragages (cf **Chapitre 6.4.2**), pourraient être recouvertes d'encroûtements polymétalliques. Cependant, les reliefs de la ride des Loyauté, avec depuis le Nord vers le Sud, le récif Durand, le banc de l'Orne, l'île de Walpole, et le banc Ellet, n'ont été que contourés.

Ces zones de profondeurs inférieures à 1500m et de forte réflectivité acoustiques sont situées, de l'Ouest vers l'Est:

- au niveau du haut-fond de 23°S - 168°20'E, contouré jusqu'à l'isobathe 250m au Sud et 500m au Nord,
- au niveau du mont sous-marin centré à 23°02'S - 168°28'E, culminant à 500m,
- sur la ride des Loyauté, entre l'île de Maré et le récif Durand, au niveau de 3 volcans situés autour de 21°40'S - 168°40'E, culminant entre 1000 et 1250m,
- au niveau des pourtours du récif Durand, contouré jusqu'à l'isobathe 1000m au Nord et au Nord-Est, et 1250m au Sud-Ouest et au Sud,
- entre le récif Durand et le banc de l'Orne (contouré jusqu'à 750m), au niveau du mont sous-marin centré à 22°22'S - 168°54'E qui culmine à 850m,
- sur la bordure sud-ouest de l'île de Walpole (contourée jusqu'à 750m), au niveau d'un édifice volcanique centré à 22°38'S - 168°52'E et profond de 1000m,
- entre l'île de Walpole et le banc Ellet où 4 édifices volcaniques sont présents à 22°38'S - 169°06'E à une profondeur de 1250m, à 22°38'S - 169°14'E à une profondeur de 1000m, à 22°50'S - 169°06'E à une profondeur de 1000m, et à 23°01'S - 169°11'E à une profondeur de 1250m,
- au nord du banc Ellet (contouré jusqu'à -1000 m), au niveau du volcan de S22°45' - E169°27', profond de 1350 m,
- le long du flanc nord-est du banc Ellet caractérisé par une pente moyenne de 6 %,
- au niveau du haut-fond situé au Sud du banc Ellet et qui est marqué par deux zones hautes, la première, un haut-fond centré à 23°08'S - 169°22'E, orienté NW-SE, culminant à 850m et d'une superficie de 8 milles sur 5 milles, et la deuxième à 23°12'S - 169°27'E qui culmine à 950m.

6.5.1.2- La boîte "Maré-Lifou-Ouvéa" (MLO)

Les levés morphobathymétriques réalisés dans la boîte "Maré-Lifou-Ouvéa" sont venus compléter ceux effectués dans le cadre de la campagne ZoNéCo 2 (2-22 août 1994) à bord de L'Atalante (Lafoy *et al.*, 1994b). Ils avaient essentiellement pour objectif de sélectionner un site sous-marin favorable à l'éventuelle implantation d'une station de pompage d'eaux froides profondes riches en nutriments. Les levés réalisés durant la campagne ZoNéCo 3 ont permis de contourner les îles Loyauté jusqu'à l'isobathe 400m et parfois jusqu'à 200m à Maré.

Cependant, du point de vue des ressources minérales "dures" de type encroûtements, aucune structure sous-marine favorable ne semble être présente, en raison des fonds très accores au large des côtes.

Rappelons qu'au large des îles Loyauté (Lifou en particulier), des minéralisations sous-marines "dures" avaient été décrites lors des campagnes GEORSTOM III Nord (1975), EVA I (1976), BIOCAL (1985), durant la campagne de biologie marine MUSORSTOM VI (1989), et lors de la campagne de plongées CALSUB (1989).

6.5.1.3- La boîte Nord

La boîte "TERminaison Nord de la ride des Loyauté" (TERN)

Aucun fond inférieur à 500m n'a été reconnu dans cette boîte, et la superficie des fonds compris entre 500 et 1000m est de seulement 12 km² (Missegue *et al.*, 1996).

L'interprétation à bord des données de bathymétrie multifaisceaux et d'imagerie acoustique permet de sélectionner les zones hautes (profondeur inférieure à 1500m) de la boîte "TERN" qui, compte-tenu des données antérieures de dragages (cf **Chapitre 6.4.2**), pourraient être recouvertes d'encroûtements polymétalliques.

Ces zones de profondeurs inférieures à 1500m et de forte réflectivité acoustique sont situées, de l'Ouest vers l'Est:

- au niveau du haut-fond tabulaire de 17°30'S - 163°45'E, orienté NW-SE, de profondeur moyenne 1500m et caractérisé par une forte réflectivité. Culminant à 1100m, cette structure d'une superficie moyenne de 10 milles sur 10 milles dans la zone du levé semble se poursuivre vers l'Ouest. Il serait intéressant de cartographier son extension occidentale,
- au niveau de la ride occidentale orientée N15°E, longue de 35km, qui culmine à 850m à 17°38'S - 164°E. La ride orientale, qui lui est parallèle mais située plus au Sud, culmine à 2000m à 17°53'S - 164°04'E.

La boîte "Récifs d'Entrecasteaux" (SURPRISE)

Les fonds inférieurs à 500m dans cette boîte représentent une superficie de 1840km² (Missegue *et al.*, 1996).

La superficie des fonds compris entre 500 et 1000m est de 5555km² (Missegue *et al.*, 1996).

L'interprétation à bord des données de bathymétrie multifaisceaux et d'imagerie acoustique permet de sélectionner les zones hautes (profondeur inférieure à 1500m) de la boîte "SURPRISE" qui pourraient être recouvertes d'encroûtements polymétalliques, compte-tenu des données antérieures de dragages (cf **Chapitre 6.4.2**). Les atolls de Huon, Surprise et Pelotas, ainsi que les récifs Guilbert ont été contourés jusqu'à l'isobathe 500m et partiellement jusqu'à l'isobathe 200m quand les mesures de sécurité le permettaient.

Les zones de profondeurs inférieures à 1500m et de forte réflectivité acoustique reconnues au cours de la boîte "SURPRISE" sont situées, de l'Ouest vers l'Est:

- sur les bordures nord de l'atoll de Avon et des récifs Guilbert, et au niveau du flanc nord-est de ces derniers caractérisé par une pente moyenne de 26 %,
- au niveau de la zone haute centrée à 18°12'S - 163°16'E, orientée NNW-SSE et de profondeur moyenne 1000m. Cette structure se poursuit vers le Sud en étant décalée vers l'Est, le long d'une ride longue de 22km, qui culmine à 1100m à 18°14'S et qui s'ennoie au Sud pour atteindre une profondeur moyenne de 1500m;
- au Sud de l'atoll Pelotas, au niveau d'une zone haute orientée NW-SE qui culmine à 200m à 18°36'S - 163°19'E.

6.5.2- Les zones potentielles favorables à la présence d'hydrocarbures

Bien que la sismique légère utilisée ne soit pas de qualité pétrolière et que les profils sismiques soient la plupart du temps orientés parallèlement aux structures, les données de sismique réflexion rapide de la campagne ZoNéCo 3, couplées à celles du magnétisme, permettent de préciser le style structural des unités rencontrées. Elles peuvent permettre de localiser en profondeur d'éventuels blocs basculés et de sélectionner une zone donnée qui pourrait faire l'objet d'un levé de sismique multitraces détaillé. Les interprétations préliminaires effectuées à bord durant la campagne ZoNéCo 3 ne semblent pas indiquer de zones potentiellement favorables à la concentration d'hydrocarbures. Ceci devra être confirmé après interprétation détaillée des données à terre.

6.5.3- Potentialités de la zone d'étude en ressources halieutiques

Pour les ressources halieutiques, l'interprétation détaillée à terre des données de bathymétrie, d'imagerie acoustique, et d'océanographie physique permettra de sélectionner des zones cibles potentielles du point de vue des ressources halieutiques. Une première sélection (n'incluant pas l'interprétation des données d'océanographie physique) de zones potentiellement favorables à la concentration d'espèces démersales a été réalisée à bord (Missegue *et al.*, 1996). Ces zones se situent au niveau des boîtes "île des Pins" et "Surprise",

Le support cartographique (bathymétrie multifaisceaux et imagerie) est le préalable essentiel à toute opération d'inventaire des ressources halieutiques par prélèvements (campagnes de pêches exploratoires) qui doit être conduite dans le cadre de la phase tactique du programme ZoNéCo.

En résumé, les levés réalisés par le N.O. L'Atalante durant la campagne ZoNéCo 3 ont révélé l'existence de zones jusque là non cartographiées accessibles à la pêche artisanale des vivaneaux (250-500m). C'est dans cette boîte que les superficies de profondeurs comprises entre 0 et 500m et entre 500 et 1000m sont les plus élevées, et de très loin, puisqu'elles atteignent respectivement 21,2% et 64,1% de la surface totale couverte. Au moment de la campagne, de nombreuses apparences de la présence de thons de surface furent notées (vols d'oiseaux "actifs", bancs de thons bouillonnant en surface) et quelques thons à nageoires jaunes furent capturés à la traîne malgré une vitesse de 10 noeuds du bateau.

La campagne ZoNéCo 3 a permis en maints endroits de dresser la topographie des fonds compris entre 500 et 1500m; 500m correspond à la limite inférieure des profondeurs actuellement exploitées par la pêche artisanale profonde, notamment des vivaneaux; 1500m est la limite extrême envisageable pour une exploitation industrielle. Les levés correspondant aux zones de profondeurs inférieures à 500m représentent des superficies très limitées ; elles concernent la boîte "île des Pins", les abords immédiats des îles Loyauté et la partie orientale des récifs d'Entrecasteaux. En revanche, les fonds compris entre 500 et 800m de profondeur, favorables à la présence de *Beryx* spp. et de brèmes noires, sont largement représentés. Rares sont les zones qui paraissent favorables à des chalutages. Il paraît essentiel d'envisager une couverture des zones proches d'îles et de hauts fonds avec des moyens adaptés aux faibles profondeurs : bateau de 15-20m de long, EM 1000 ou EM 950 monté sur la coque ou sur perche.

6.6- Conclusions générales

Les données pluridisciplinaires acquises durant la campagne ZoNéCo 3 représentent le préalable essentiel et nécessaire à de futures opérations d'inventaire des ressources minérales et halieutiques par prélèvements (dragages-carottages, pêches exploratoires) qui devront être conduites dans le cadre de la phase tactique du programme ZoNéCo. Cependant, avant de conduire de telles campagnes, la cartographie détaillée des sommets de certaines structures (bancs, atolls, récifs) qui n'ont été, essentiellement pour des raisons de sécurité, que contournés durant les deux campagnes de L'Atalante, devra être localement complétée par un navire de taille inférieure et de plus faible tirant d'eau que L'Atalante, et équipé d'un sondeur multifaisceaux petits-fonds.

Les données morphobathymétriques, géophysiques et physiques acquises durant les 21 jours à la mer de la campagne ZoNéCo 3 (30 août-20 septembre 1996) à bord de L'Atalante représentent 8700 km de levés et une superficie cartographiée d'environ 77254km² (Missegue *et al.*, 1996).

Du point de vue des ressources minérales "dures" de type encroûtements polymétalliques, une première interprétation à bord des données de bathymétrie multifaisceaux et d'imagerie acoustique de la campagne ZoNéCo 3, couplée aux résultats des campagnes antérieures de dragages qui indiquaient localement un possible intérêt minéral, a permis de mettre en évidence certaines structures intéressantes (faibles profondeurs, pentes douces, forte réflectivité acoustique). Ces structures ont été identifiées au niveau des boîtes Sud (île des Pins et Durand) et Nord (Surprise et, dans une moindre mesure, au niveau de la boîte "TERN" caractérisée par des profondeurs plus importantes°.

Du point de vue des potentialités en hydrocarbures, les données de sismique réflexion rapide de la campagne ZoNéCo 3 indiquent une faible répartition de blocs basculés, suggérant donc une faible probabilité d'existence de zones potentiellement favorables à la concentration d'hydrocarbures. Ces premières interprétations effectuées à bord devront être confirmées après dépouillement détaillé des données à terre, et après compilation des données de sismique multitraces disponibles dans la région étudiée. Cette dernière est décrite comme potentiellement intéressante sur le plan pétrolier (récifs d'Entrecasteaux en particulier) (Coleman, 1993)). Bien que les données de la campagne ZoNéCo 3 ne permettent pas une étude exhaustive des potentialités pétrolières de la zone d'étude, elles seront utiles à l'implantation d'éventuels futurs levés de sismique multitraces.

Les nouveaux seuils, guyots et volcans peu profonds (de profondeurs inférieures à 1500 m) découverts durant la campagne ZoNéCo 3 (30 août-20 septembre 1996) peuvent être le siège d'encroûtements ferromanganésifères, de circulations ascendantes internes (endowpelling) génératrices de nutriments favorisant les concentrations halieutiques, et d'hydrothermalisme de basse énergie ou fossile. Seuls des prélèvements géologiques et halieutiques in situ permettront d'estimer réellement le potentiel en ressources de ces zones hautes. Toutefois, ces dernières ne seront définitivement sélectionnées qu'après interprétation détaillée à terre des données de la campagne ZoNéCo 3, compilées avec les campagnes antérieures réalisées dans les zones d'étude respectives. Cette compilation est actuellement en cours

7- Références bibliographiques

- Aitchison J.C., Clarke G.L., Meffre S. et Cluzel D., 1995 - Eocene arc-continent collision in New Caledonia and implications for regional SW Pacific tectonic evolution. *Geology*, 23, p. 162-164
- Andrews, J.E., Packham, G.H. et al., 1975 - Site 286, In "Initial reports of the Deep Sea Drilling Project", Washington (US Government Printing Office), 30, 69-131.
- Anglada, R., Froget, C. et Récy, J., 1975 - Sédimentation ralentie et diagénèse sous-marine au Sud-Est de la Nouvelle-Calédonie (dolomitisation, ferruginisation, phosphatisation), *Sedimentary Geology*, 14, 301-317.
- Avias J., 1977 - About some features of allochthonous ophiolitic and vulcanosedimentary units and their contact zones in New Caledonia. International Symposium on Geodynamics in Southwest Pacific, Nouméa 1976, éd. Technip, Paris, pp. 245-264
- Baubron J.C., guillon J.H. and Récy J., 1976 - Géochronologie par la méthode K/Ar du substrat volcanique de l'île Maré - Archipel des Loyauté (Sud-Ouest Pacifique). Bull. BRGM, (2), IV, 3, pp. 165-175.
- Bitoun, G. et Récy, J., 1982 - Origine et évolution du bassin des Loyauté et de ses bordures après la mise en place de la série ophiolitique de Nouvelle-Calédonie. In: Equipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa. Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. *Travaux et Documents ORSTOM*, 147, p. 505-539.
- Blake, R., 1996 - Interpretation report on the Gouaro seismic survey, PRA 436 - New Caledonia, Report prepared for Victoria Petroleum N.L., 23 p., 5 enclosures, July 1996.
- Bolton, B.R., Ostwald, J., Monzier, M., 1986 - Precious metals in ferromanganese crusts from the Southwest Pacific. *Nature*, 320, 518-520.
- Briqueu, L., Laporte, C., Eissen, J.P., 1994 - Morphology of the d'Entrecasteaux zone, colliding with the New Hebrides island arc : geochemical and isotopic constraints. *Seafloor mapping in the west and southwest Pacific*, SOPAC Conference, Lifou-Noumea nov 1994, Abstr. vol. p. 9.
- Burns, R.E., Andrews, J.E. and the scientific party, 1973 - Site 208. *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*, 21, 271-331.
- Chevalier J.P., 1968 - Expédition Française sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie: l'île de Maré, éditions de la fondation Singer-Polignac, Paris, 3, 158 p.
- Chiron D. (1996) - Stades précoces de la collision arc-continent éocène en Nouvelle-Calédonie. Contrôles stratigraphiques du passage du bloc "Nouvelle-Calédonie" dans la voussure d'avant-fosse. Mem DEA Matériaux Minéraux Université d'Orléans, 41 p.
- Clarke G., J.C. Aitchison and D. Cluzel (1997) - Eclogites and blueschists of the Pam Peninsula, NE New Caledonia : a reappraisal. *Jour. Petrology*, 38, 7, p 843-876.
- Cluzel D., Aitchison J., Clarke G., Meffre S. et Picard C., 1994 - Point de vue sur l'évolution tectonique et géodynamique de la Nouvelle-Calédonie, *C. R. Acad Sci. Paris, Ser. II*, 319, p. 683-688.
- Cluzel D., Aitchison J., Clarke G., Meffre S. et Picard C., 1995 - Dénudation tectonique du complexe à noyau métamorphique de haute pression d'âge tertiaire (Nord de la Nouvelle-Calédonie, Pacifique, France). Données cinématiques. *C. R. Acad Sci. Paris, Ser. IIa*, 321, p. 57-64.
- Cluzel D., Picard C., Aitchison J., Laporte C., Meffre S. et Parat F. (1997), La Nappe de Poya (ex-Formation des basaltes) de Nouvelle-Calédonie (Pacifique SW), un plateau océanique Campanien-Paléocène supérieur obducté à l'Eocène supérieur. *C. R. Acad Sci. Paris*, 324, p. 443-451.
- Coleman, P.J., 1993 - The New Caledonia Platform petroleum prospectivity, 26 p. In: Gouaro Permit - New Caledonia, Plains Resources International Inc., New Caledonia Energy Corp., 1995, 23 p., 15 fig.

- Collot, J.Y., Missegue, F. et Malahoff, A., 1982** - Anomalies gravimétriques et structure de la croûte dans la région de la Nouvelle-Calédonie: enracinement des péridotites. In: Equipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa. Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. *Travaux et Documents ORSTOM*, 147, 549-564.
- Collot, J.Y., Daniel, J. et Burne, R.V., 1985** - Recent tectonics associated with the subduction/collision of the d'Entrecasteaux Zone in the central New Hebrides. *Tectonophysics*, 112, 325-356.
- Collot, J.Y., Rigolot, P., et Missegue, F., 1988** - Geologic structure of the Northern New Caledonia Ridge, as inferred from magnetic and gravity anomalies, *Tectonics*, 7 (5), 991-1013
- Collot, J.Y., Missegue, F., 1988** - Carte gravimétrique de la région du Grand Lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie et des récifs d'Entrecasteaux, Ed. ORSTOM (Paris).
- Collot, J.Y., Missegue, F., Pontoise, B., Eissen, J.Ph., Rigolot, P., 1988** - Carte magnétique de la région du Grand Lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie et des récifs d'Entrecasteaux, Ed. ORSTOM (Paris).
- Cotillon, P., Coustillas, F., Gaillard, C., Laurin, B., Liu, J.D., Pannetier, W., Pascal, A., Pascal, F., Rigolot, P., Rio, M., Tribouillard, N. et Vincent, E., 1990** - Grands traits de la sédimentation actuelle et récente sur les pentes et dans les bassins au large de la Nouvelle-Calédonie (SW Pacifique). Résultats géologiques de la campagne BIOCAL. In: Campagne du Tour du Monde du N/O J. CHARCOT. *Oceanol. Acta*, vol. spéc. n°10, 341-359.
- Daniel, J., Dugas, F., Dupont, J., Jouannic, C., Launay, J., Monzier, M. et Récy, J., 1976** - La zone charnière Nouvelle-Calédonie - Ride de Norfolk (S.W. Pacifique) - Résultats des dragages et interprétation. *Cah. ORSTOM*, sér. Géol., 1, 95-105.
- Dubois, J., Launay, J. et Récy, J., 1974a** - Uplift movements in New Caledonia-Loyalty Islands area and their plate tectonics interpretation. *Tectonophysics*, 24 (1/2), 133-150.
- Dubois, J., Ravenne, C., Aubertin, F., Louis, J., Guillaume, R., Launay, J. et Montadert, L., 1974b** - Continental margins near New Caledonia. In: "The geology of continental margins" by C.A. Burk and C.L. Drake (Ed.), Springer-Verlag (N.Y.), 521-535.
- Dunand, J.P., Nely, G., et Ravenne, C., 1979** - Rapport de synthèse Sud-Ouest Pacifique (AUSTRADDEC 1-2-3-4), *Rapport Cidog 79-4*, Ed. ELF.
- Dupont J., Launay J., Ravenne C. et de Broin C.E., 1975** - Données nouvelles sur la ride de Norfolk (Sud Ouest Pacifique). *C.R. Acad. Sc.*, 281, 10, pp. 605-608.
- Dupont, J., Lafoy, Y., Pautot, G., Le Suavé, R., Cluzel, D., Missegue, F., Grandperrin, R., Hénin, C., Voisset, M., Durand Saint Omer, L., Gautheron, L., Butscher, J., Mollard, L., Rakoia, M. et le groupe ZoNéCo à bord de L'Atalante, 1995** - Etude morphostructurale de la zone sud des rides Nouvelle-Calédonie et Loyauté (ZEE de Nouvelle-Calédonie, Pacifique Sud-Ouest). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 320, Série IIa, 211-218.
- Grandperrin, R., Bujan, S., Menou, J.L., Richer de Forges, B., Rivaton, J., 1995a** - Campagne HALIPRO 1 de chalutages exploratoires dans l'Est et dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie (N.O. Alis, 18-25 mars et 29 mars-1er avril 1994). Conventions Sciences de la Mer, Biologie Marine, Convention ORSTOM/Programme ZoNéCo, Evaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie (*Convention particulière 1994*), Nouméa: ORSTOM. *Conv. Sci. Mer, Biol. Mar.*, 14, 61 p.
- Grandperrin, R., Bargibant, G., Menou, J.L., 1995b** - Campagne HALICAL 1 de pêche à la palangre de fond dans le Nord et sur la ride des Loyauté, en Nouvelle-Calédonie. N.O. ALIS, 21 novembre - 1er décembre et 12-23 décembre 1994. Rapport final, Conventions Sciences de la Mer, Biologie Marine, Convention ORSTOM/Programme ZoNéCo, Evaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie (*Convention particulière 1994*), Nouméa: ORSTOM. *Conv. Sci. Mer, Biol. Mar.*, 12, 67 p.
- Guignard, J.D., et Ravenne, C., 1982** - Interprétation géologique et géophysique de la campagne "Ouest Nouvelle-Calédonie" (Mission Résolution), *Rapport CÉPM, D.C.E.G.*

n°1849 (Comité d'Etudes Pétrolières Marines: SNEA(P), IFP, CFP), avril 1982, 21 planches, 18 p.

Halbach, P., Puteanus, D., and Manheim, F.T., 1984 - Platinum concentrations in ferromanganese seamount crusts from the central Pacific. *Naturwissenschaften*, **71**, 577-579

Herzer, R.H., 1996 - Mature Oil found in Offshore rocks 500 km northwest of New Zealand, Institute of Geological & Nuclear Sciences press release material, March 06, 1996, 2 p.

Jongsma, D., et Mutter, J.C., 1978 - Non-axial breaching of a rift valley: Evidence from the Lord Howe Rise and the Southeastern Australian margin. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **39**, 226-234.

Kennett, J.P. et von der Borch, C.C., 1985 - *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, XC, Washington (U.S. Government Printing Office).

Lafoy, Y., Pelletier, B., et Auzende, J.M., 1993 - Cenozoïc compressional tectonics on the Fairway Ridge and the Lord Howe Rise between New Caledonia and Australia. XXIIInd SOPAC "Science, Tectonics and Resources (STAR) Session", Fidji (octobre 1993), *SOPAC Miscellaneous Report 159*, Abstract, 5-7.

Lafoy, Y., Pelletier, B., Auzende, J.M., Missegue, F., et Mollard, L., 1994a - Tectonique compressive cénozoïque sur les rides de Fairway et Lord Howe, entre Nouvelle-Calédonie et Australie. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **319**, série II, 1063-1069.

Lafoy, Y. et équipe scientifique à bord du N.O. L'Atalante, 1994b - Campagne ZoNéCo 2 (2 au 22 août 1994) - Rapport préliminaire, *Rapport interne du Service des Mines et de l'Energie*, Nouméa, 121 p. + Annexes, août 1994 (diffus. restreinte).

Lafoy Y., Missegue F. 1995 - Le Grand Passage: zone de découplage entre la ride de Nouvelle-Calédonie et les récifs d'Entrecasteaux. Rapport interne du Service des Mines et de l'Energie, Nouméa, 21p.

Lafoy, Y., Dupont, J., Missegue, F., Le Suavé, R. et Pautot, G., 1995a - Effets de la collision "ride des Loyauté - arc des Nouvelles-Hébrides" sur la terminaison sud de l'ensemble "Nouvelle-Calédonie - Loyauté". *C.R.Acad. Sci. Paris*, **320**, série IIa, 1101-1108.

Lafoy, Y., Missegue, F., Cluzel, D., Voisset, M., Saget, Ph., Lenoble, J.P., Rigaut, F. et Bouniot, E., Cornec, J., De Souza, K., Gallois, F., Garioud, N., Grenard, P., Lanckneus, J., Lehodey, P., N'Diaye, M., Perchoc, Y., Perrier, J., 1995b - Morphostructure du segment septentrional du "système" Loyauté (bassin et ride), Sud-Ouest Pacifique: résultats de la campagne ZoNéCo 2, *C.R.Acad. Sci.Paris*, **321**, série IIa, 1009-1016.

Lafoy, Y., Grandperrin, R., Hénin, C. et le Groupe ZoNéCo, 1995c - Bilan des campagnes ZoNéCo 1 et ZoNéCo 2 du programme d'inventaire des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie: Résultats et perspectives du programme ZoNéCo, *Rapport interne du Service des Mines et de l'Energie*, 35 p., août 1995.

Lafoy, Y., 1996 - Le potentiel pétrolier de l'anticlinal de Gouaro (Nouvelle-Calédonie): Principaux résultats de la campagne sismique réalisée en 1995 (extraits du rapport de Blake, 1996), *Rapport interne du Service des Mines et de l'Energie*, 26 p. + Annexes, Août 1996, Confidentiel (diffusion restreinte).

Lafoy, Y., Auzende, J.M., Missegue, F., et Van de Beauque, S., 1996a - Bilan des connaissances sur l'évaluation du potentiel pétrolier de la Nouvelle-Calédonie et de ses dépendances, *Rapport ZoNéCo*, mars 1996, 72 p.

Lafoy, Y., Missegue, F., Cluzel, D., and Le Suavé, R., 1996b - The Loyalty - New Hebrides Arc collision: Effects on the Loyalty ridge and basin system, Southwest Pacific (First results of the ZoNéCo programme), *Mar. Geoph. Res.* **18**, 337-356.

Lafoy, Y., Van de Beauque, S., Perrier, J., et Auzende, J.M., 1996c - Bilan des connaissances sur les potentialités en ressources minérales profondes de la Zone Economique Exclusive de la Nouvelle-Calédonie, *Rapport ZoNéCo*, juin 1996, 57 p. + Annexes.

Lafoy, Y., Missegue, F., Le Suavé, R., et le Groupe ZoNéCo, 1996d - Apport des premiers résultats des campagnes ZoNéCo 3 et ZoNéCo 4 à bord de L'Atalante: Sélection de zones

- potentiellement favorables à la concentration de ressources marines minérales, *Rapport interne du Service des Mines et de l'Energie*, n°3160-DR/4141/MI/YL, 46 p., novembre 1996
- Laporte C., Briquieu L., Cluzel D., et Eissen J. Ph., 1997** - Gradients géochimiques et isotopiques le long de l'arc des Nouvelles-Hébrides (Vanuatu, PacifiqueSW). Collision de la Zone d'Entrecasteaux et hétérogénéité des sources mantelliques, Soumis 04/97. C. R. Acad Sci. Paris.
- Laporte C., Briquieu L., Crawford A. J., and Cluzel D., 1997** - Isotope evidence and geodynamic implications of the diverse sources of New Hebrides recent arc magmatism (Vanuatu, SW Pacific). Soumis 07/97. *Geology*
- Lapouille A. 1982** - Etude des bassins marginaux fossiles du Sud-Ouest Pacifique: bassin Nord-d'Entrecasteaux, bassin Nord-Loyauté, bassin Sud-Fidjien. In: Equipe de Géologie-Géophysique du Centre ORSTOM de Nouméa. Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique. *Travaux et Documents ORSTOM*, 147, 409-438.
- Larue, M., et Oustlant, J.L., 1980** - Projet WNC (Ouest Nouvelle-Calédonie). Campagne de reconnaissance bathymétrique, région Néréus-Lansdowne-Fairway. *Rapport Géologie-Géophysique ORSTOM Nouméa*, 73 p. (dont 3 annexes).
- Le Suavé, R., Lafoy, Y., Missegue, F., Moreau, D., Laporte, C., Van de Beuque, S., Virly, S., Lericolais, G., Le Drezen, E., Normand, A., Saget, Ph., Cornec, J., Pinguet, F., Perrier, J., Join, Y., Pau, M.E., Vaillant, D., Penaud, Y., Gueguen, B., Nicolas, C., Quinquis, R., 1996** - Rapport de mission ZoNéCo 4 (22 septembre-12 octobre 1996), 174 p. + Annexes.
- Le Suavé, R., Pichocki, C., Pautot, G., Hoffert, M., Morel, Y., Voisset, M., Monti, S., Mossé, J. and Kosakevitch, A., 1989** - Geological and mineralogical study of Co-rich ferromanganese crusts from a submerged atoll in the Tuamotu Archipelago (French Polynesia). *Marine Geology*, 87, 227-247.
- MacFarlane, A., Carney, J.N., Crawford, A.J., Greene, H.G., 1988** - Vanuatu: A review of the onshore geology, In H.G. GREENE and F.L. WONG (eds), *Geology and offshore resources of Pacific island arcs-Vanuatu region. Circum Pacific Council for Energy and Mineral Resources*, Houston, Texas, Earth Science Series, 8, 45-91.
- Maillet, P., Monzier, M., Selo, M. et Storzer, D., 1982** - La zone d'Entrecasteaux (Sud-Ouest Pacifique) : Nouvelle approche pétrologique et géochronologique. 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*, 147, 441-458.
- 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 3ème Cycle, UPMC, Paris*, 205 p.
- Missegue, F., et Collot, J.Y., 1987** - Etude géophysique du plateau des Chesterfield (Pacifique Sud-Ouest). Résultats préliminaires de la campagne ZOE200 du N.O. Coriolis. *C.R. Acad. Sci. Paris*. 304, série II, 7, 279-283.
- Missegue, F., Lafoy, Y., Le Suavé, R., Van de Beuque, S., Desrus, M., Clouard, V., Grandperrin, R., Voisset, M., Le Drezen, E., Normand, A., Saget, Ph., Perrier, J., Cornec, J., Paul, A., Audoine, E., Vaillant, D., Le Philippe, J.L., et Lossouarn, H., Schramm, J.M., Coquet, S., Le Doare, J., Quinquis, R., 1996** - Rapport de campagne ZoNéCo 3 (30 août-20 septembre 1996), 164 p. + Annexes..
- Missegue, F., Dupont, J. et Daniel, J., 1992** - Carte bathymétrique de synthèse de la Zone Economique de la Nouvelle-Calédonie. Projet ZOE 500. *Rapport de fin d'exécution des travaux. Conventions Sciences de la Terre, Géologie-Géophysique*, 5, 44 p. et annexes.
- Missegue, F., Daudre, B., Collot, J.Y., et Jamet, F., 1987a** - Carte bathymétrique du plateau des Chesterfield, 1/515 005 à 20°S, projection Mercator WGS72, équidistance des isobathes: 200 m, *Ed. Orstom (Paris)*.

- Missegue, F., Daudre, B., Collot, J.Y., et Jamet, F., 1987b** - Carte gravimétrique du plateau des Chesterfield (anomalie à l'air libre), 1/515 005 à 20°S, projection Mercator WGS72, Ed. *Orstom (Paris)*.
- Missegue, F., Daudre, B., Collot, J.Y., et Jamet, F., 1987c** - Carte magnétique du plateau des Chesterfield, 1/515 005 à 20°S, projection Mercator WGS72, Ed. *Orstom (Paris)*.
- Monzier, M., 1976** - Géorstom III Nord. Rapport préliminaire sur les échantillons dragués: description des sites de dragage, déterminations macroscopiques des échantillons, relation des travaux à effectuer ultérieurement (lames minces, analyses chimiques, datations potassium-argon). *Rapport ORSTOM Nouméa*, 142 p.
- Monzier, M., Boulin, J., Collot, J.Y., Daniel, J., Lallemand, S. et Pelletier, B., 1989** - Premiers résultats des plongées Nautile de la campagne SUBPSO I sur la zone de collision "Ride des Loyauté / Arc des Nouvelles-Hébrides" (Sud-Ouest Pacifique), *C.R. Acad. Sci. Paris*, 309, série II, 2069-2076.
- Monzier, M., Daniel, J., et Maillet, P., 1990** - La collision "Ride des Loyauté/Arc des Nouvelles-Hébrides" (Pacifique Sud-Ouest). *Oceanologica Acta*, special 10, Actes du colloque Tour du Monde "Jean Charcot", Paris, 1989, 43-56.
- Monzier, M., 1993** - Un modèle de collision arc insulaire-ride océanique. Evolution sismo-tectonique et pétrologique des volcanites de la zone d'affrontement arc des Nouvelles-Hébrides - ride des Loyauté. *Thèse Université Française du Pacifique*, Nouméa, 2 vol., 322 p., 1 carte annexe.
- Morgan, W.J., 1972** - *Bull. Amer. Ass. Petroleum Geologists*, 56/2, 203-213.
- Pascal, A., Rio, M. & Vanney, J.R., 1992** - Les surfaces durcies des pentes bathyales de Nouvelle-Calédonie (Pacifique du SW). Morphologie et diagenèse. *Bull. Soc. Géol. France*, 163, 271-280.
- Pichocki, C., 1987** - Les encroûtements ferromanganésifères enrichis en cobalt du Pacifique Sud: caractéristiques, genèse et signification géodynamique. *Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale*, Brest, 257 p.
- Pichocki, C. et Hoffert, M., 1987** - Etude de quelques encroûtements ferromanganésifères et de quelques sédiments provenant du domaine océanique de la Nouvelle-Calédonie. *Rapp. Int. Univ. L. Pasteur (Strasbourg)*, 10 tab., Pl et Phot. H.T., 33 p.
- Ravenne, C., et de Broin, C.E., 1975** - Campagne AUSTRADDEC II - Zone océanique entre Nouvelle-Calédonie et Nouvelle-Zélande. *Rapport d'interprétation CFP, IFP, SNPA, ORSTOM, ELF-ERAP*, 44 p.
- Ravenne, C., Aubertin, F., Louis, J., et la collaboration de Dubois, J., Dupont, J., Daniel, J., et Montadert, L., 1973** - Campagne AUSTRADDEC I (CEPM-ORSTOM). Etude géologique et géophysique de la région Chesterfield-Nouvelle-Calédonie-Loyauté. *Rapport d'avancement, Géologie n°18237, IFP-CFP-SNPA-ORSTOM-ERAP*, réf. IFP 21801, 31 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 Southwest Pacific*, Nouméa 1976, Ed. Technip (Paris), 145-154.
- Rigolot P., 1989** - Origine et évolution du "système" ride de Nouvelle-Calédonie/Norfolk (Sud-Ouest Pacifique) : Synthèse des données de géologie et de géophysique marine, étude des marges et bassins associés. Thèse de l'Université de Bretagne Occidentale, Brest, 319 p.
- Rio, M., Roux, M., Guérin, H. et équipe CALSUB, 1991** - Le substrat géologique et les processus sédimentaires sur les pentes bathyales observées lors de la campagne CALSUB. In: Environnement carbonaté bathyal en Nouvelle-Calédonie, *Doc. et Trav. IGAL*, 15, 57-73.
- Rougerie, F. Wauthy, B., 1989**. Une nouvelle hypothèse sur la genèse des phosphates d'atolls: le rôle du processus endo-upwelling. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 308, série II p. 1043-1047.
- Shor, G.G., Kirk, H.K., et Menard, H.W., 1971** - Crustal structure of the Melanesian area. *J. Geophys. Res.*, 76, 2562-2586.

- Vanney, J.R., Rio, M., Roux, M., Guérin, H. et l'équipe CALSUB, 1992** - Morphologie sous-marine particulière liée à des circulations hydrothermales sur la ride des Loyauté (Nouvelle-Calédonie, SW Pacifique). *Bull. Soc. Géol. France*, **163**, 255-262.
- Vially, R., et Mascle, A., 1994** - Rapport régional d'évaluation pétrolière (Regional Report) - Nouvelle-Calédonie (New Caledonia), *Rapport de l'Institut Français du Pétrole*, 136 Pl., juillet 1994.
- Virly S., 1996** - Synthèse halieutique des données thonières de la zone économique de Nouvelle-Calédonie (années 1956-1994). Programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie (confidentiel), 215 p.
- Virly S., 1997** - Synthèse halieutique relative aux pêches démersales réalisées dans la zone économique de Nouvelle-Calédonie. Programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie.
- Weissel, J.K. et Hayes, D.E., 1977** - Evolution of the Tasman Sea reappraised. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**, 77-84.
- Woodward, D.J. et Hunt, T.M., 1971** - Crustal structure across the Tasman Sea. *N.Z. Journal of Geol. and Geophys.*, **14** (1), 39-45.
- ZoNéCo (dossier de travail du groupe), 1992** - Programme "Zone Economique de Nouvelle-Calédonie", Rapport ZoNéCo (4 parties : Présentation Générale, Descriptif des travaux, Inventaire des moyens existants, Inventaire des travaux et données antérieurs), 469 p.
- Programme ZoNéCo Deuxième Phase, 1995** - Présentation Générale, *Rapport ZoNéCo*, 79 p., Août 1995.

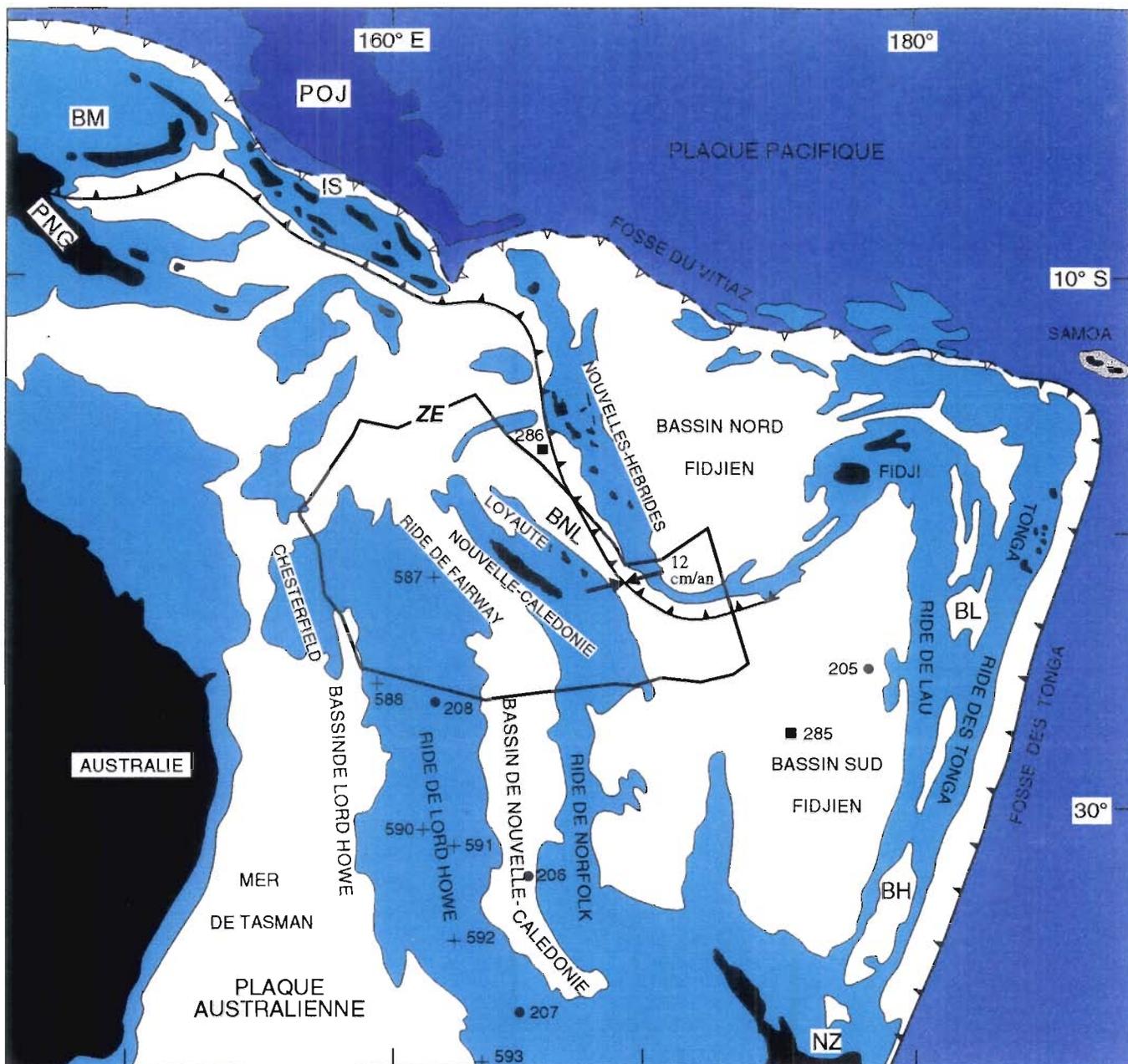
8- Annexes

8.1- Liste des cartes hors texte

- carte 1 - Bathymétrie boîte Sud
- carte 2 - Interprétation de l'imagerie acoustique et sondeur à sédiments
- carte 3 - Gravimétrie de la boîte Sud
- carte 4 - Magnétisme de la boîte Sud
- carte 5 - Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme de la boîte Sud
- carte 6 - Bathymétrie de la boîte Nord
- carte 7 - Gravimétrie de la boîte Nord
- carte 8 - Magnétisme de la boîte Nord
- carte 9 - Interprétation de la gravimétrie et du magnétisme de la boîte Nord
- carte 10 - Synthèse structurale de la boîte Sud
- carte 11 - Synthèse structurale de la boîte Nord

8.2- Liste des figures

- fig 1 - Sud Ouest Pacifique et localisation de la ZE de Nouvelle-Calédonie
- fig 2 - Cadre structural de la Nouvelle-Calédonie
- fig 3 - Carte de navigation de la campagne ZoNéCo 3
- fig 4 - Profil 3,5 kHz au sud de l'île des Pins
- fig 5 - Profil de sismique réflexion PR19 : Interprétation
- fig 6 - Profil 3,5 kHz en contrebas de l'île de Walpole
- fig 7 - Profil de sismique réflexion PR33 : Interprétation
- fig 8 - Faciès 3,5 kHz sur la terminaison nord du bassin des Loyauté
- fig 9 - Profil de sismique réflexion PR156 : Interprétation
- fig 10 - Profil de sismique PR164 : Interprétation
- fig 11 - Faciès 3,5 kHz en milieu péri-récifal (Secteur des récifs d'Entrecasteaux)
- fig 12- Profil de sismique réflexion PR165 : Interprétation
- fig 13 - Types de dépôts sur la ride des Loyauté entre OUEVA et LIFOU (Profil 3,5 kHz)
- fig 14 - ADCP Zonéco 3
- fig 15 - Encroûtements ferromanganésifères dans la zone économique
- fig 16 - Les zones potentiellement les plus favorables du point de vue des hydrocarbures
- fig 17 - Positions des dragages indiquant des encroûtements ferromanganésifères dans la zone d'étude de la campagne ZoNéCo 3



- Forage du Leg 21
 - Forage du Leg 30
 - + Forage du Leg 90
 - BH : Bassin du Havre
 - BM : Bassin de Manus
 - PJO : Plateau d'Ontong Java
 - IS: Iles Salomon
 - BNL: Bassin Nord Loyauté
 - NZ: Nouvelle-Zélande
 - PNG: Papouasie - Nouvelle-Guinée
-
- ▲ Subduction active
 - △ Subduction fossile

Fig. 1- La Zone Economique (ZE) de la Nouvelle-Calédonie dans la région Sud-Ouest Pacifique.
 Localisation des forages du Deep Sea Drilling Project (DSDP) ayant traversé les unités morphostructurales de la ZEE. 12 cm/an: taux de convergence des plaques Australienne et Pacifique (d'après Lafoy et al; 1996c)

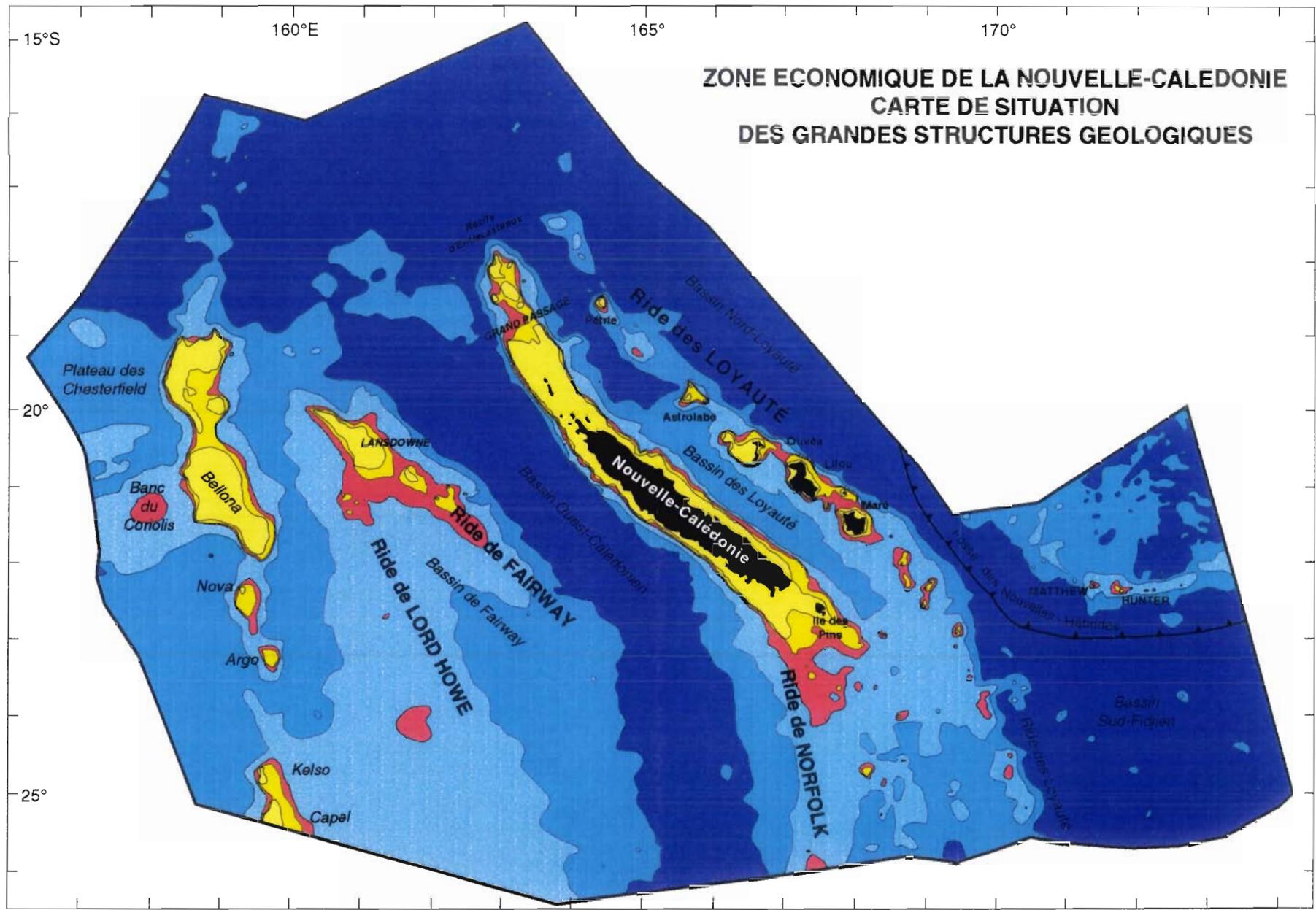


Fig. 2 - Les unités morphostructurales de la zone économique de Nouvelle-Calédonie

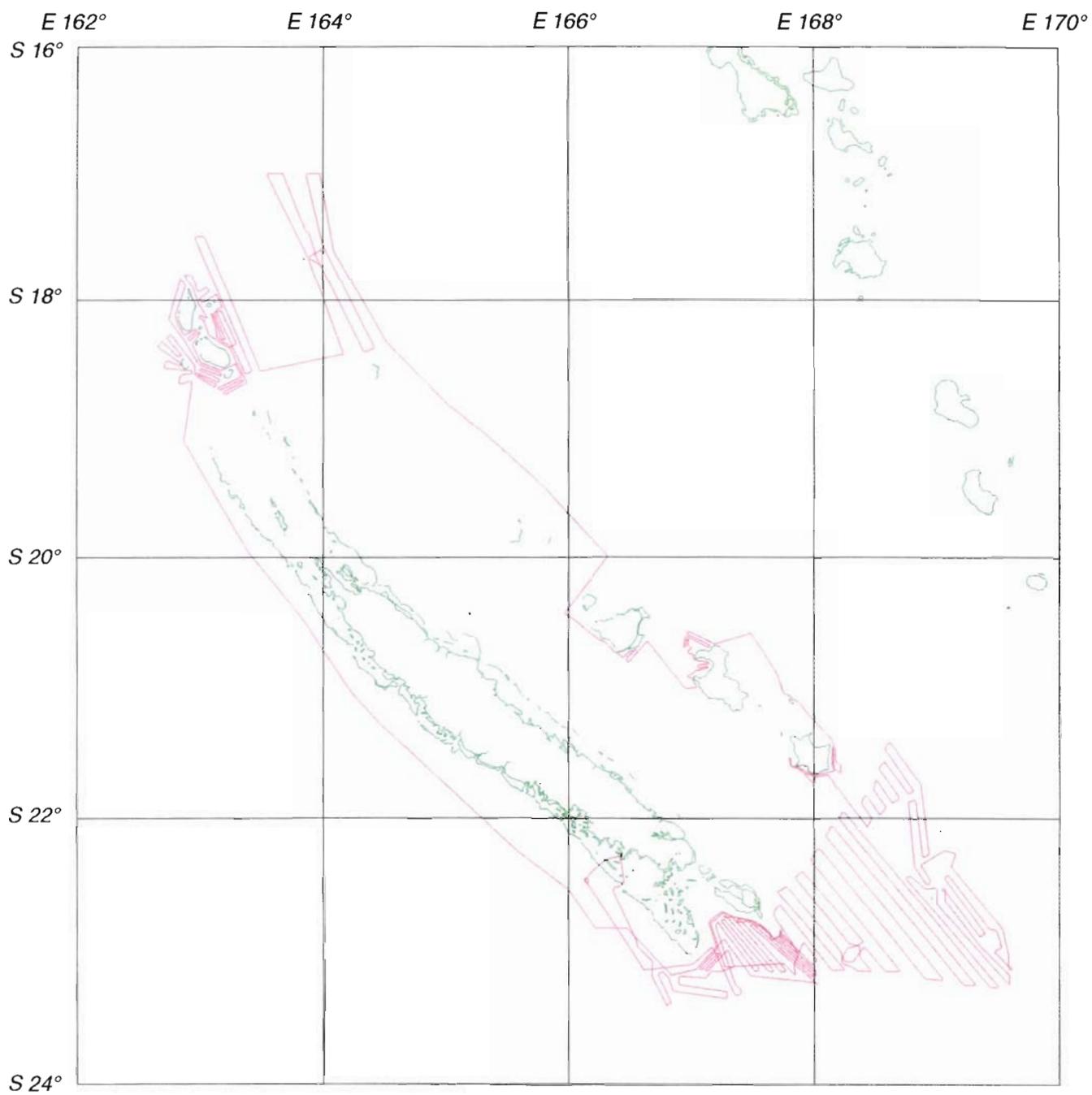


Fig. 3- Navigation de la campagne ZoNéCo 3

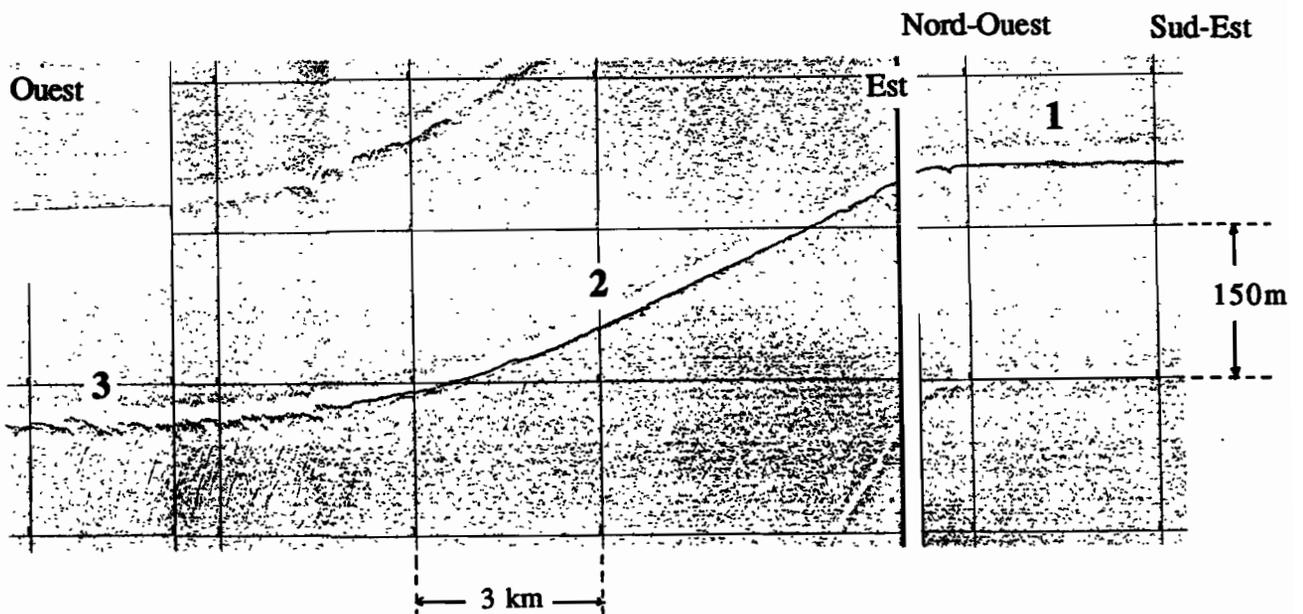
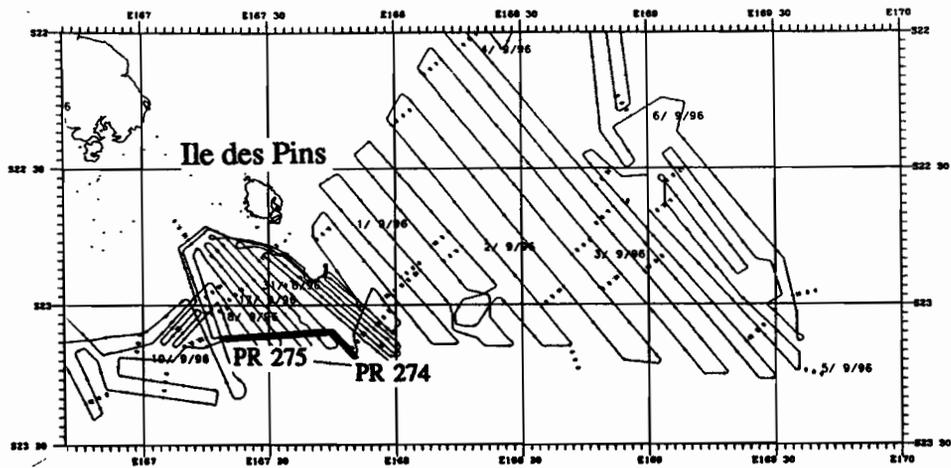
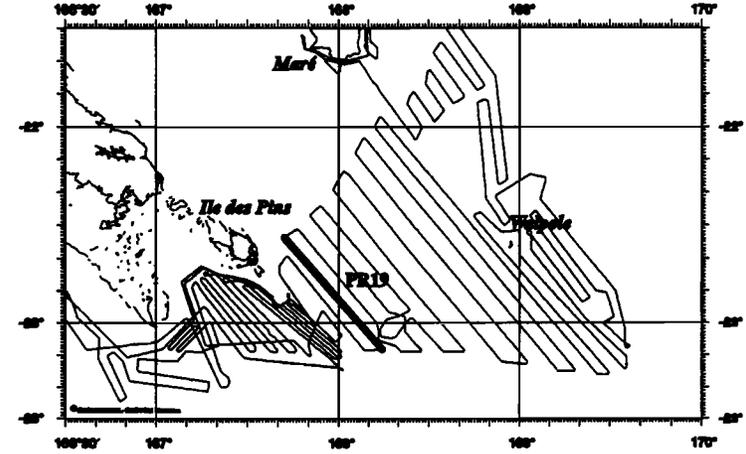


Fig 4: Profil 3,5 kHz au sud de l'île des Pins et localisation

- 1: Surface indurée
- 2: Pente avec dépôts grossiers
- 3: Dunes hydrauliques



Situation du profil PR19

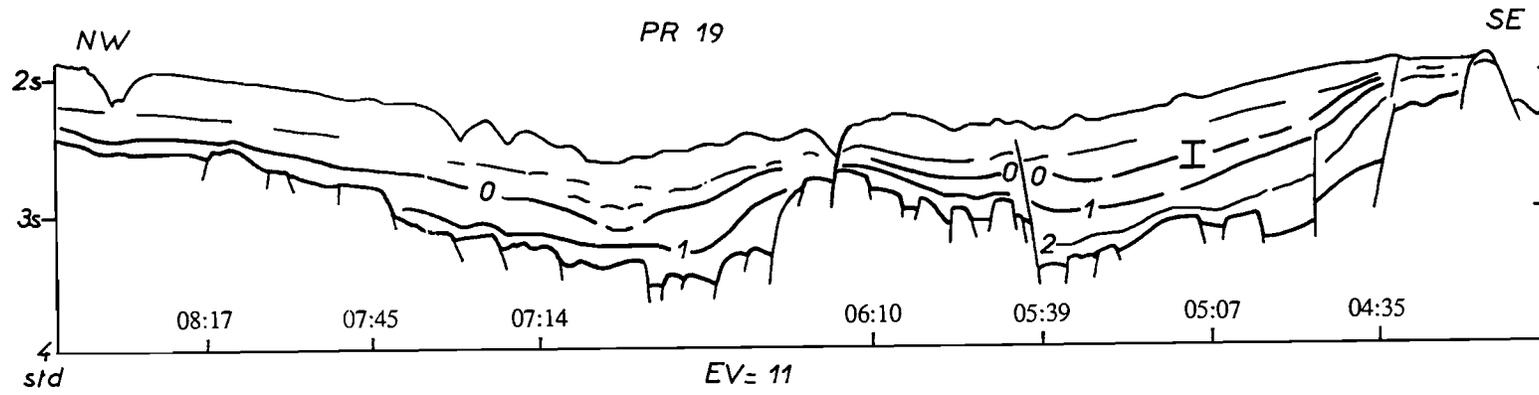


Figure 5 : Profil de sismique réflexion PR19 : Interprétation

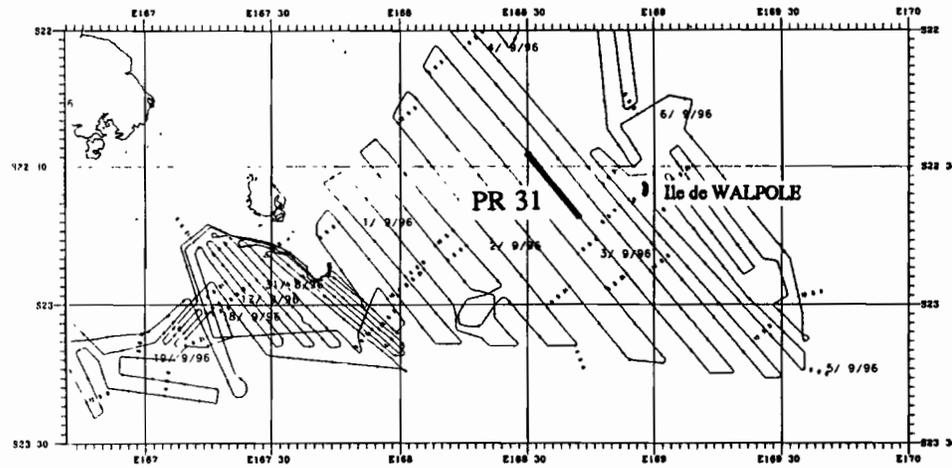
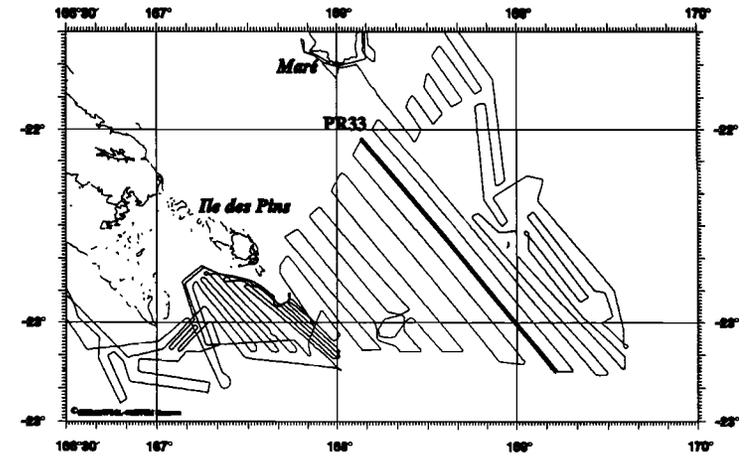


Fig 6: Profil 3,5 kHz en contrebas de l'île de walpole:

Faciès d'hyperbole en relation avec l'éroulement du sous-bassement ouest de l'île

- 1: Faciès à grande hyperbole (Paquets glissés et blocs éboulés)
- 2: Zone érodée
- 3: Sédimentation pélagique (Bassin des Loyauté)





Situation du profil PR33

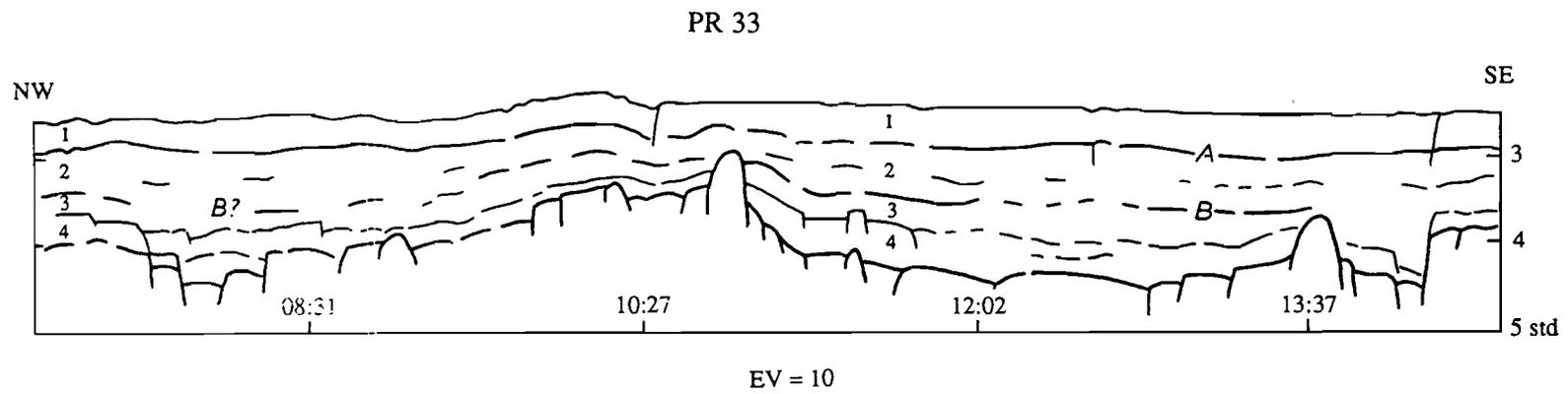


Figure 7 : Profil de sismique réflexion PR33 : Interprétation

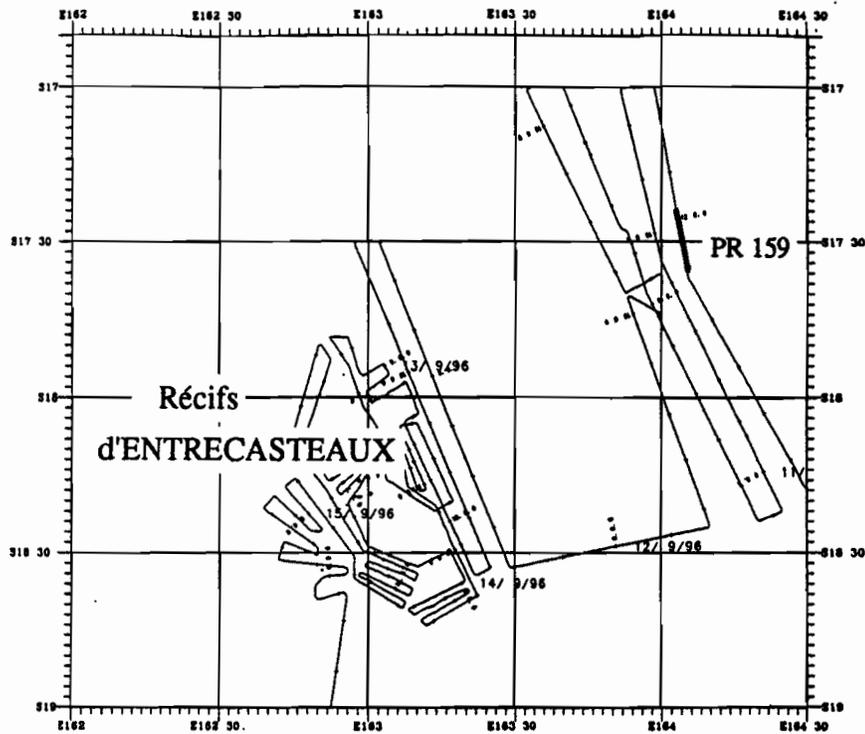
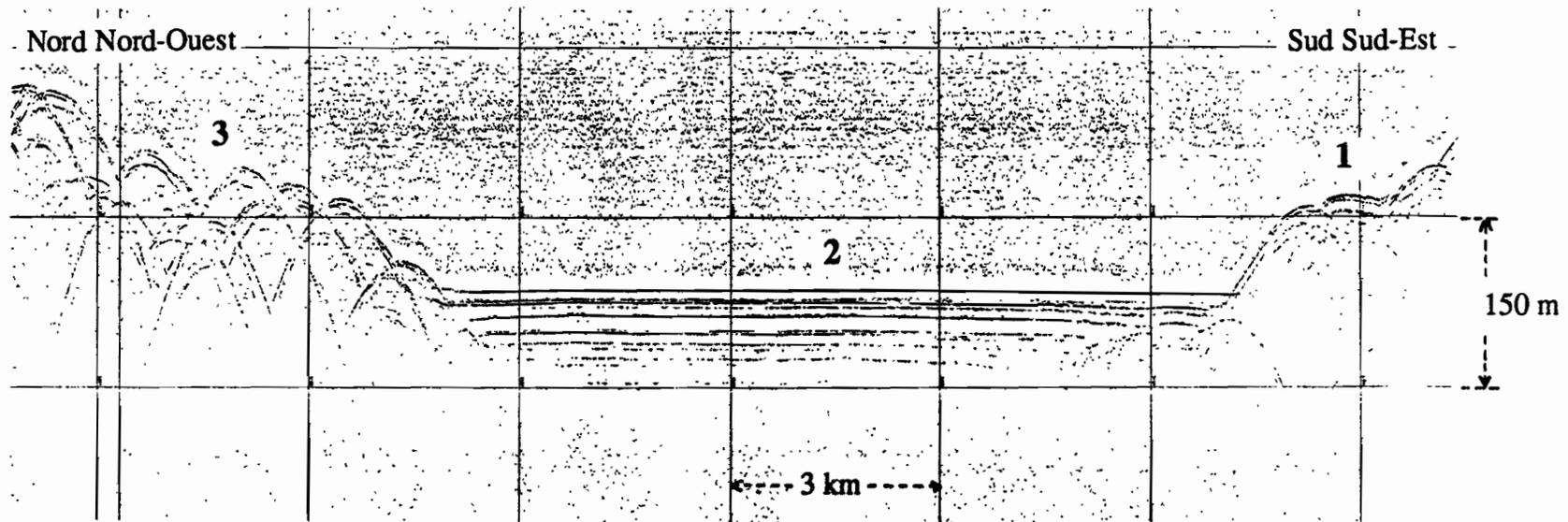


Fig 8: Faciès 3,5 kHz sur la terminaison nord du bassin des Loyauté

- 1: Faciès hémipélagique drappant le socle
- 2: Faciès de bassin profond
- 3: Faciès à grandes hyperboles de socle et faible couverture sédimentaire



Situation du profil PR156

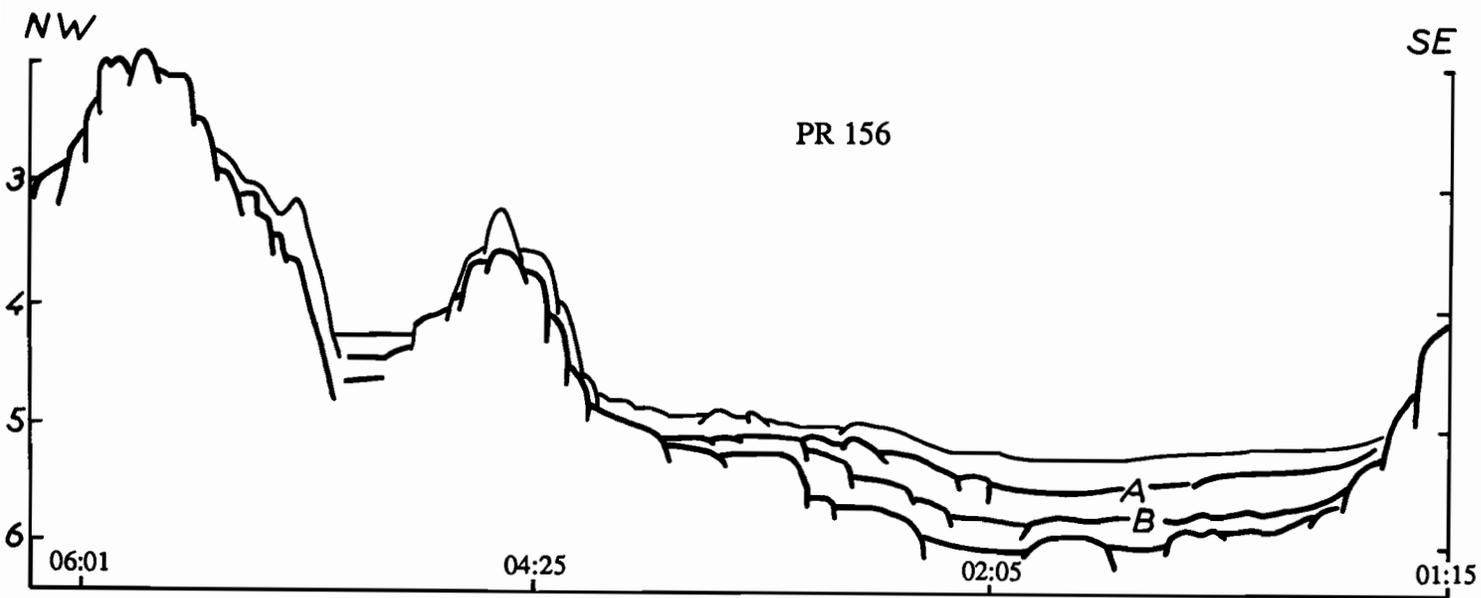
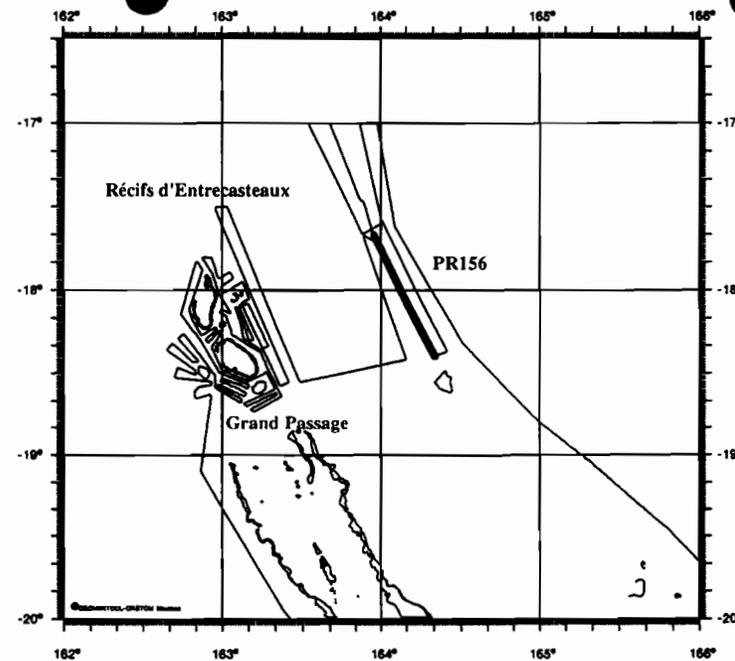


Figure 9 : Profil de sismique réflexion PR156 : Interprétation

Situation du profil PR164

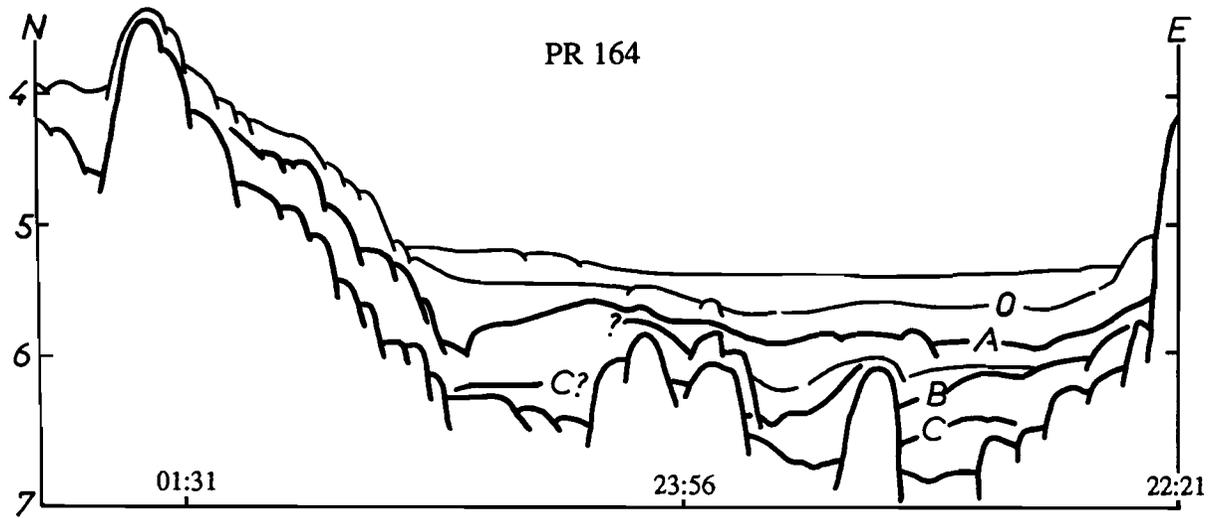
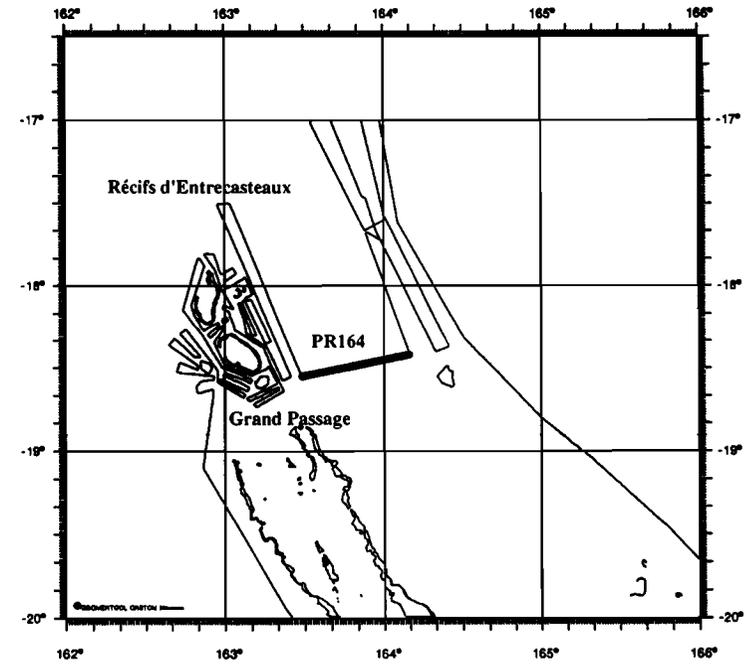


Figure 10 : Profil de sismique réflexion PR164 : Interprétation

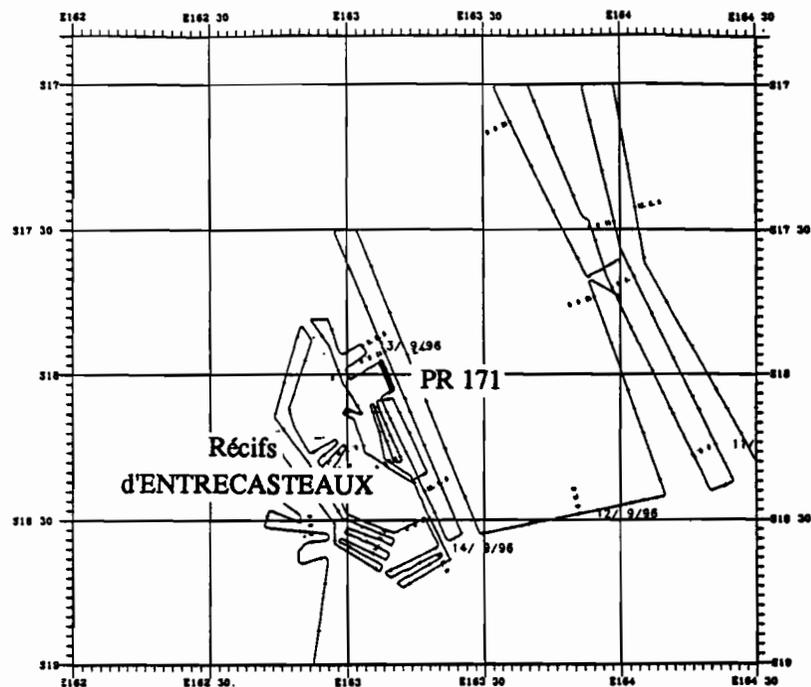
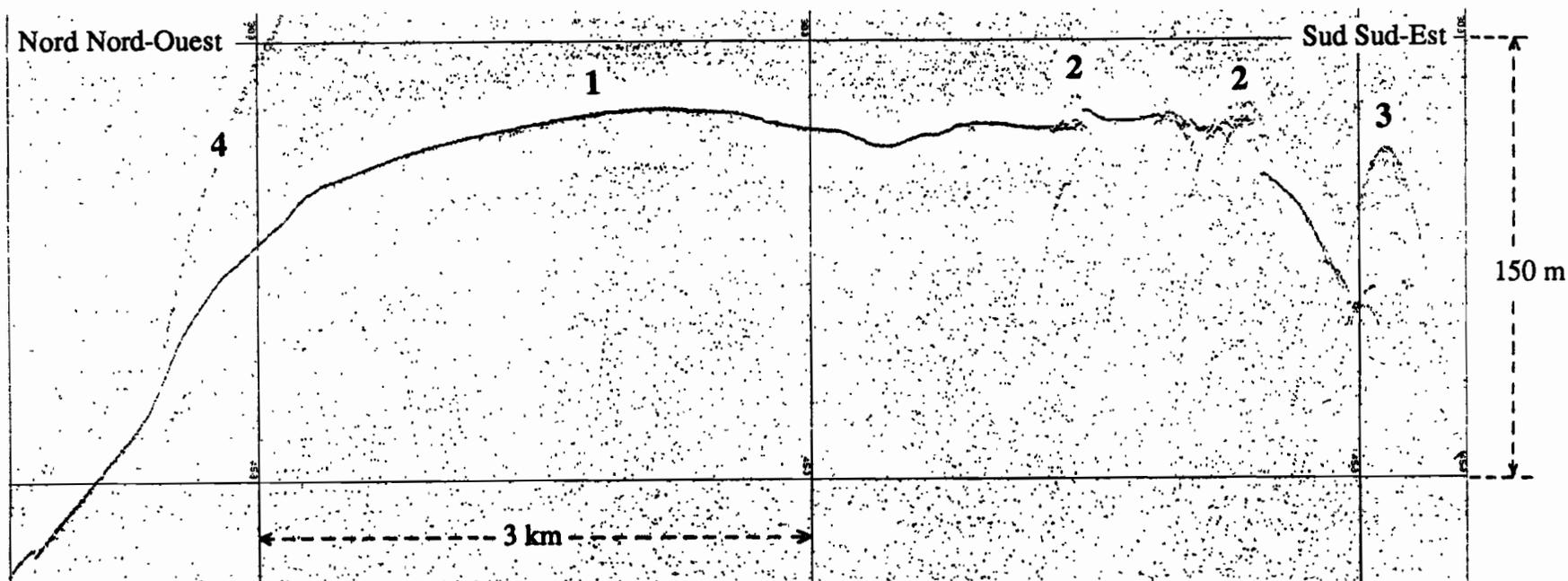


Fig 11: Faciès 3,5 kHz en milieu péri-récifal (secteur des récifs d'Entrecasteaux)

- 1: Sédiments bioclastiques (débris de coraux, etc...)
- 2: petites hyperboles interprétées comme marquant la limite d'un récif corallien fossile
- 3: Hyperbole de pente
- 4: Echo d'un multiple



Situation du profil PR165

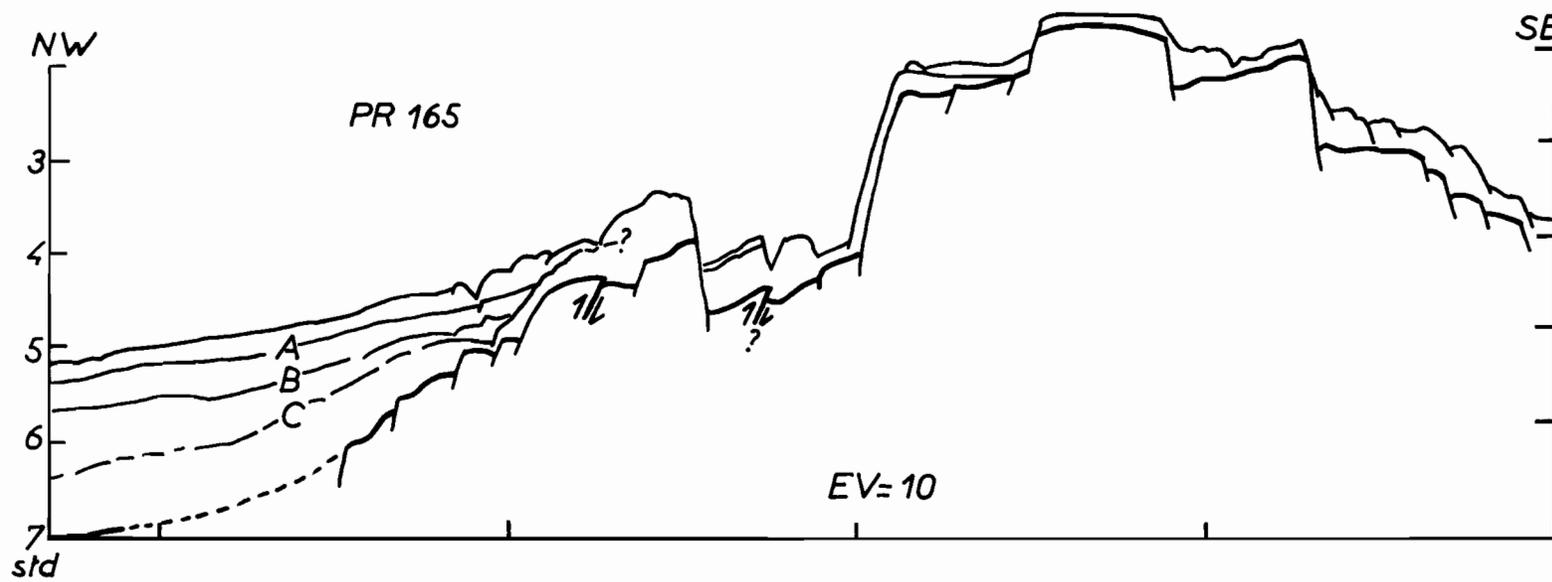
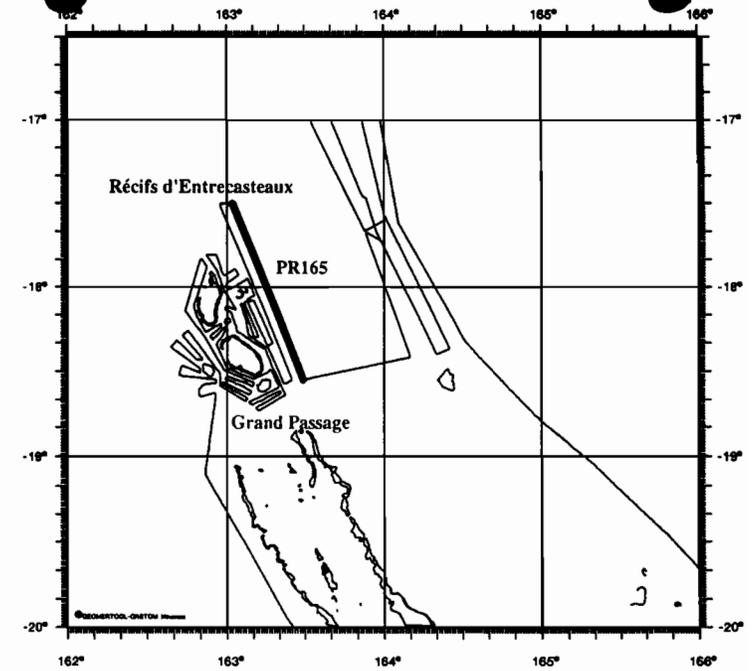


Figure 12 : Profil de sismique réflexion PR165 : Interprétation

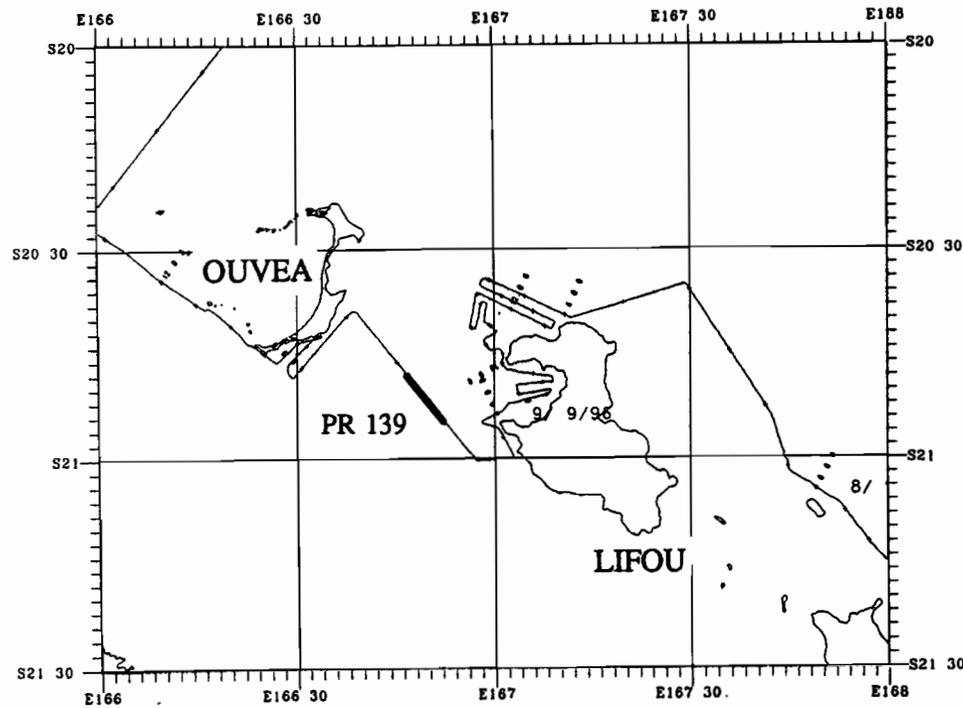
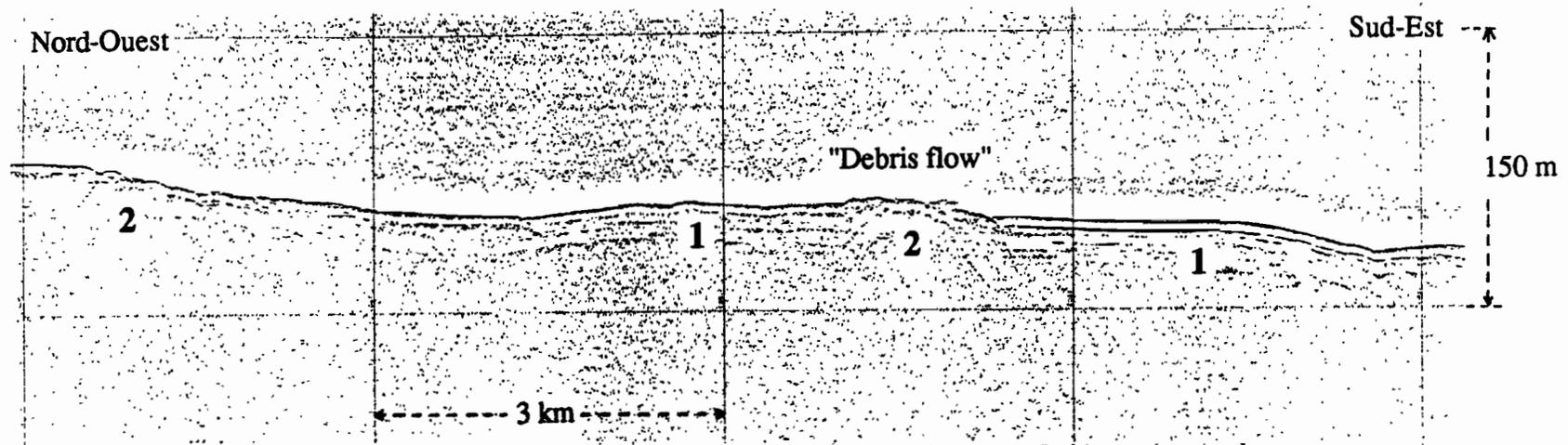


Fig 13: Types de dépôts sur la ride des Loyauté entre Ouvéa et Lifou (Profil 3,5 kHz)

- 1: Faciès type avec unité transparente de surface
(sédiments bioclastiques péri-récifaux + boues carbonatés ?)
- 2: Indices de mouvements gravitaires



ADCPZONECO 3 -75

30/8/96 à 19/9/96

Couche: 28m à 100m

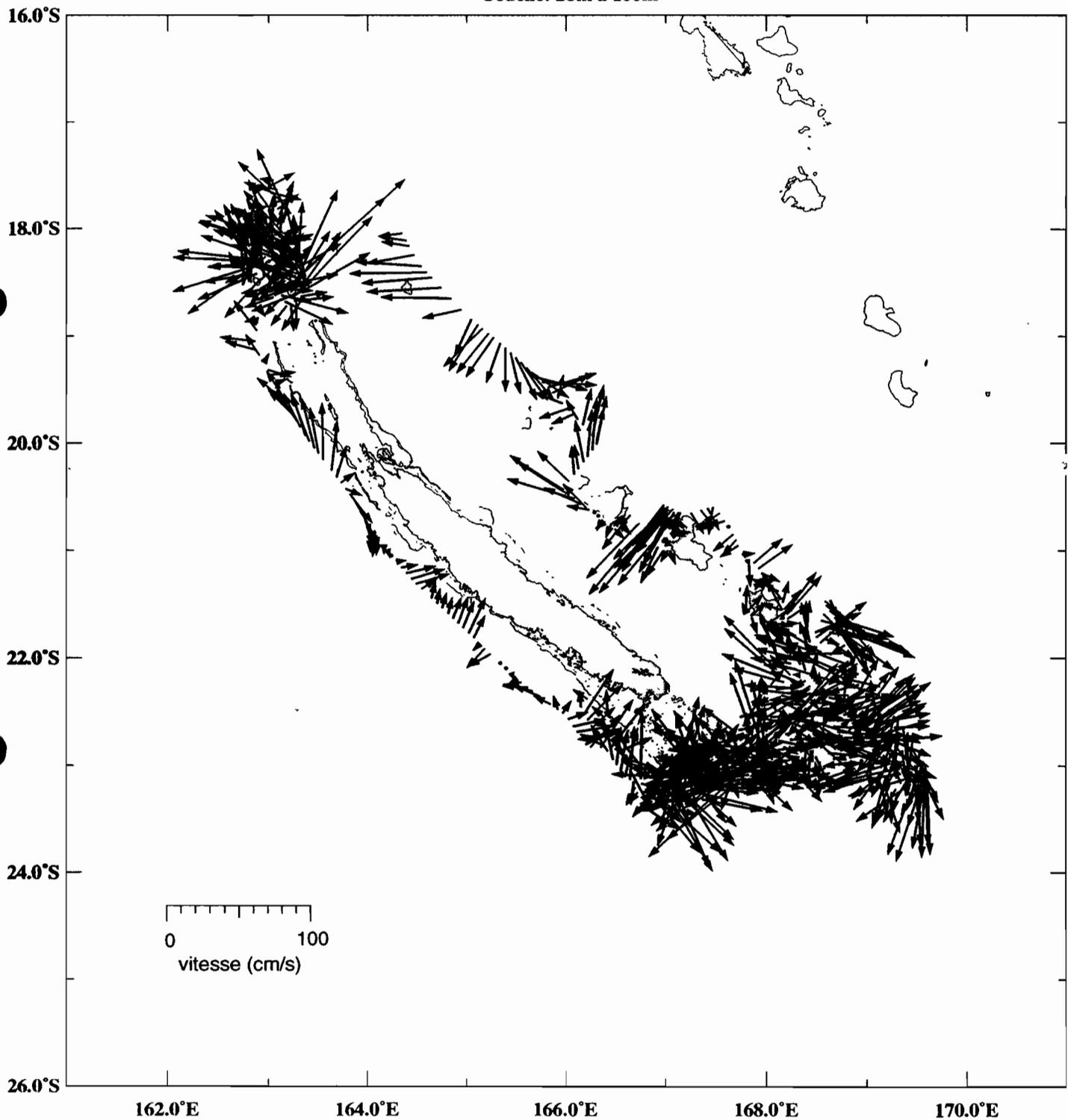


Fig. 14 Courantométrie ADCP : Courants moyennés pour la couche de 28 à 100m

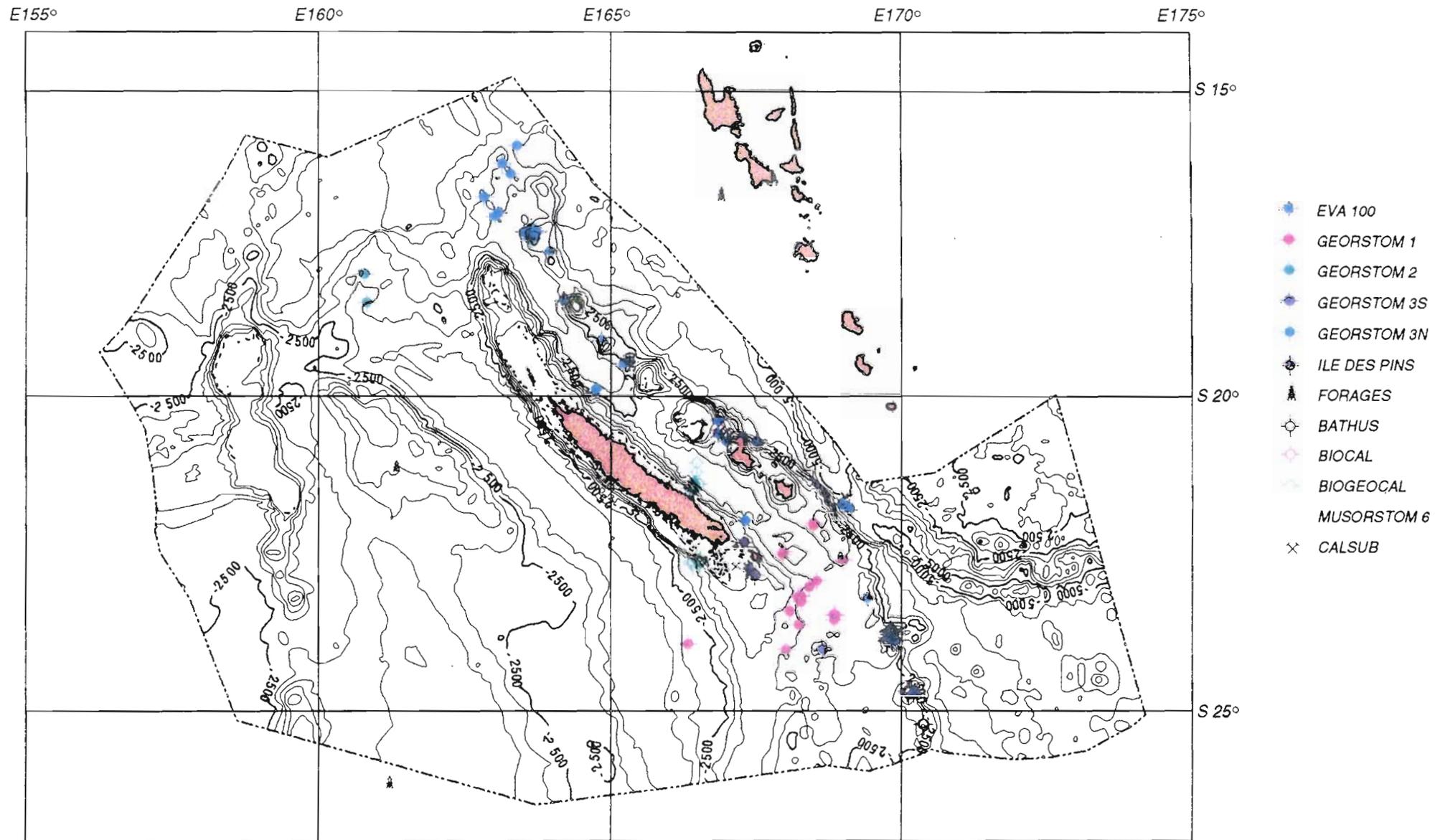


Fig. 15- Répartition des encroûtements ferromanganésifères prélevés dans la ZE de Nouvelle-Calédonie.

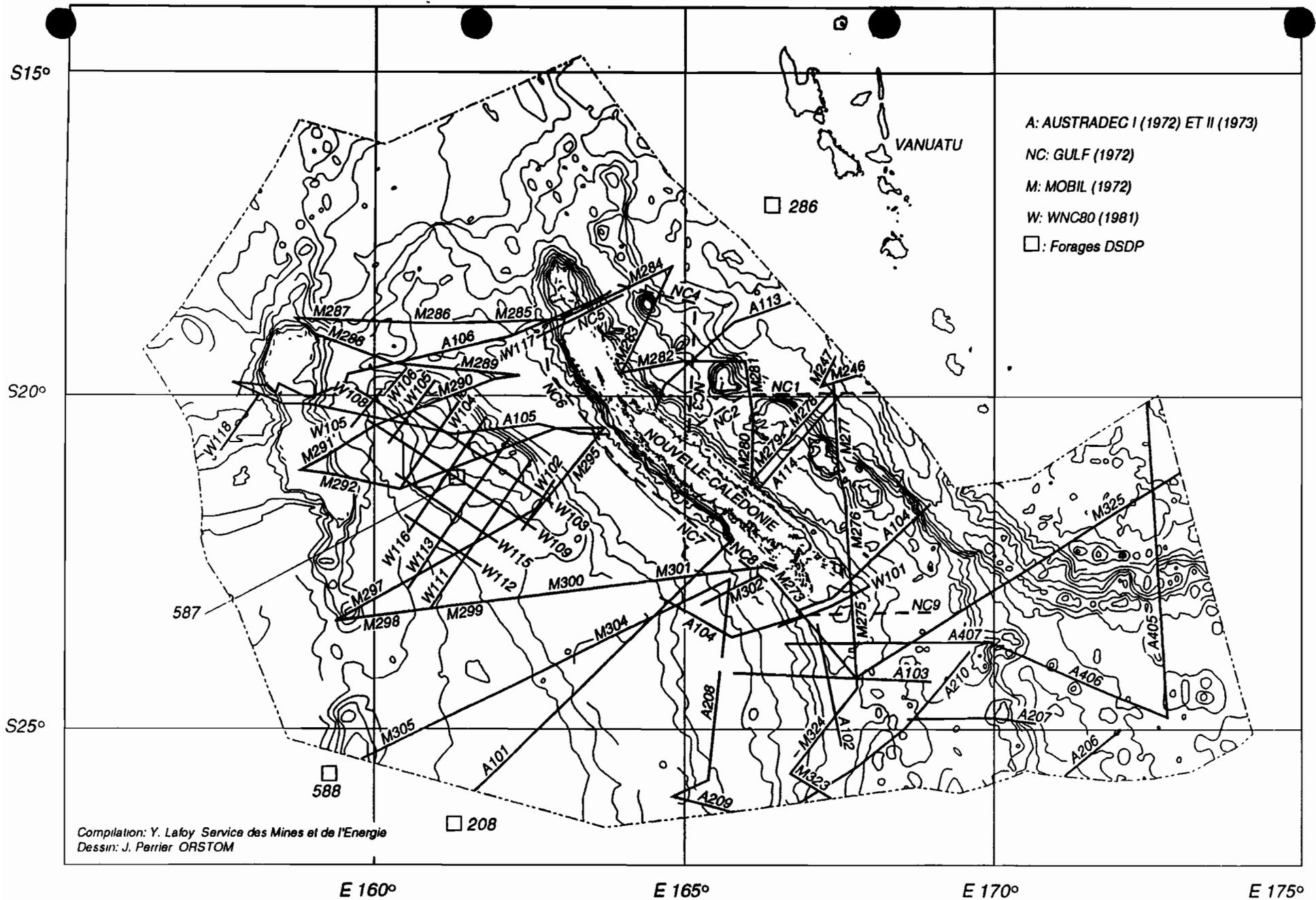


Fig. 16- Les principales campagnes de sismique multitraces réalisées dans la ZE de Nouvelle-Calédonie et localisation des forages DSDP 587, 588 (Leg 90, Kennett et von der Borck, 1985) et 208 (Leg 21, Bruns, Andrews et al., 1973).

Origine des dragages :

- Eva100
- Georstim 1
- Georstim 3S
- Georstim 3N

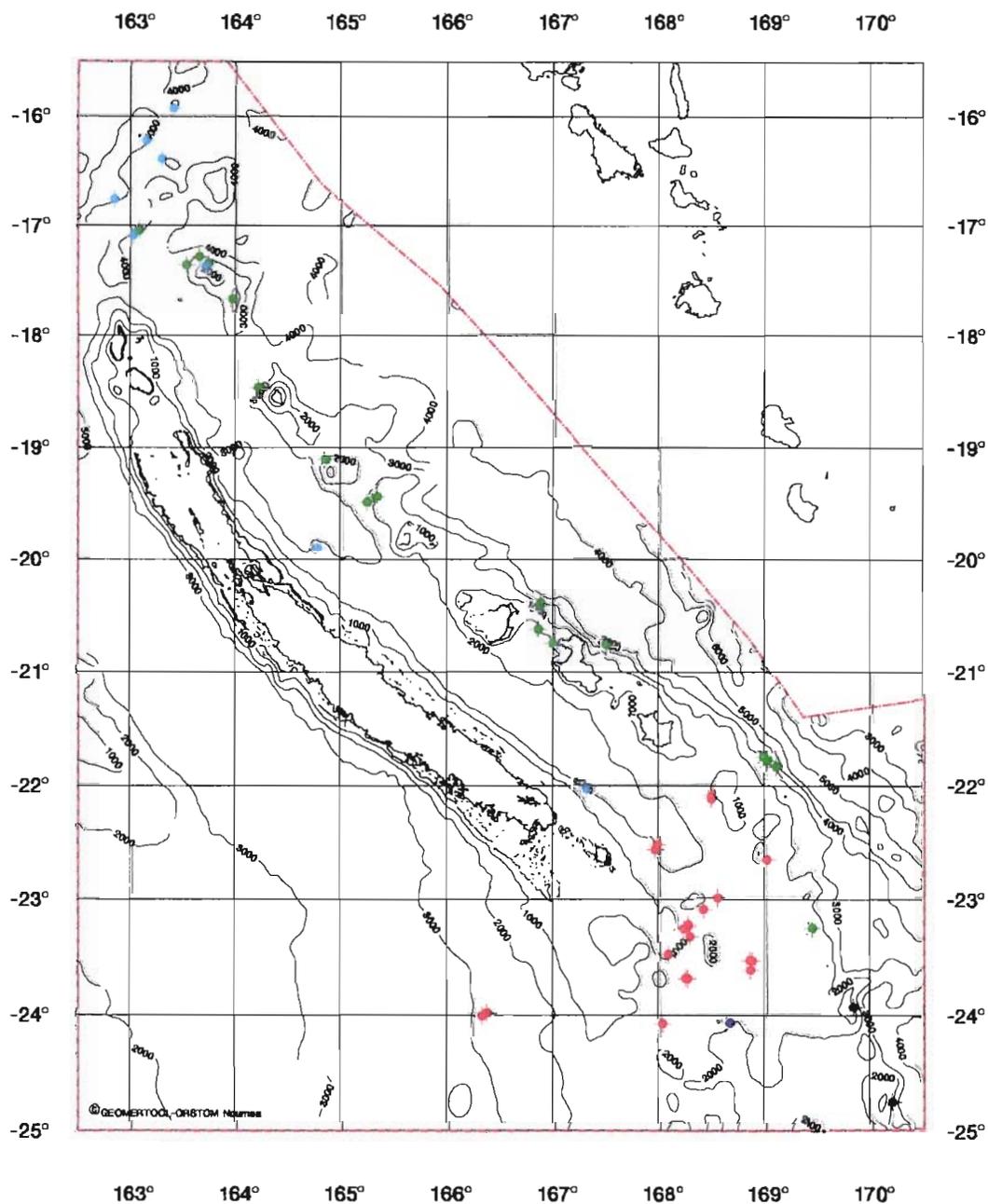
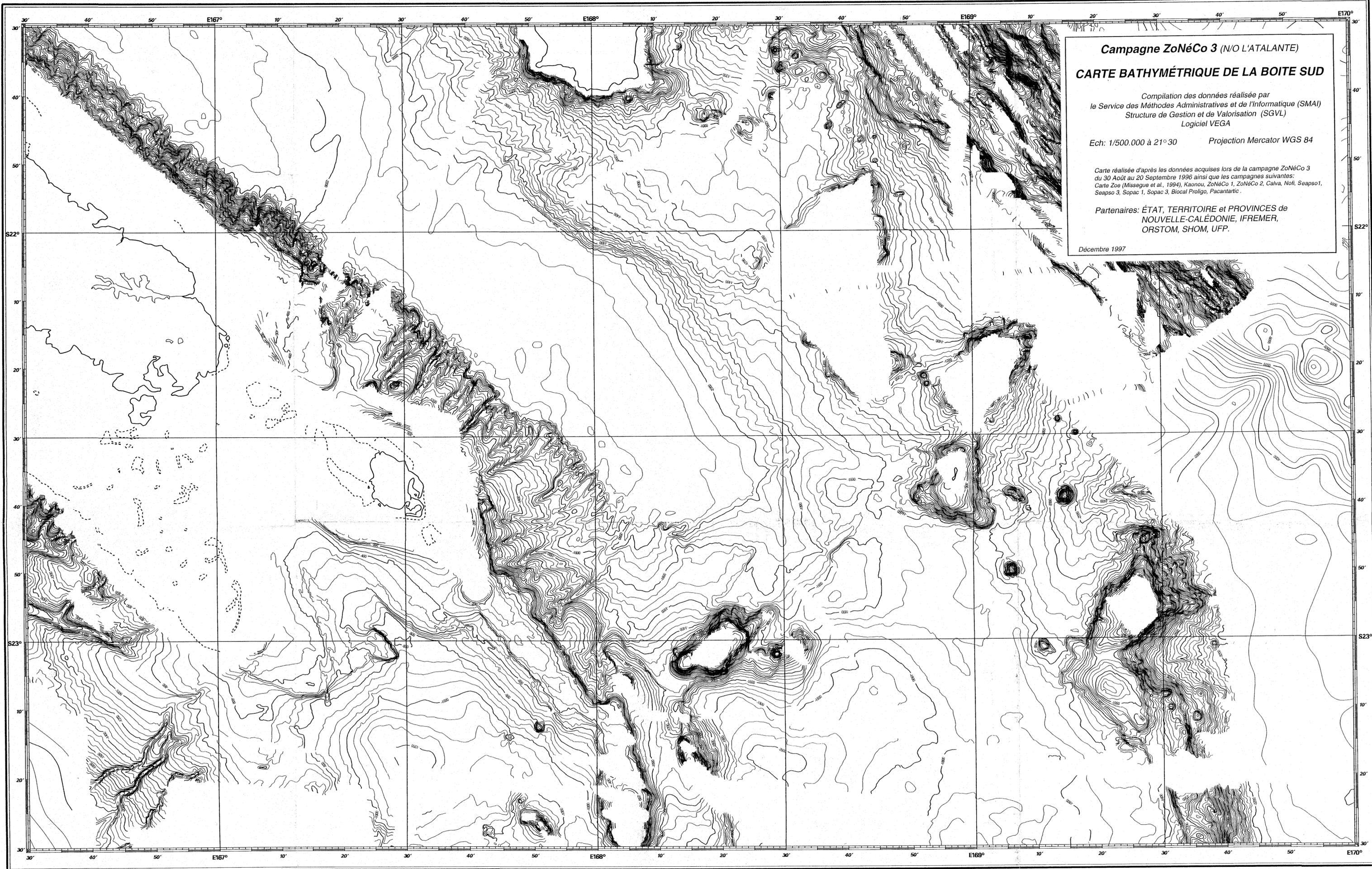


Fig. 17 : Positions des dragages indiquant des encroûtements ferromanganésifères dans la zone d'étude de la campagne ZoNéCo 3



Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)
CARTE BATHYMÉTRIQUE DE LA BOITE SUD

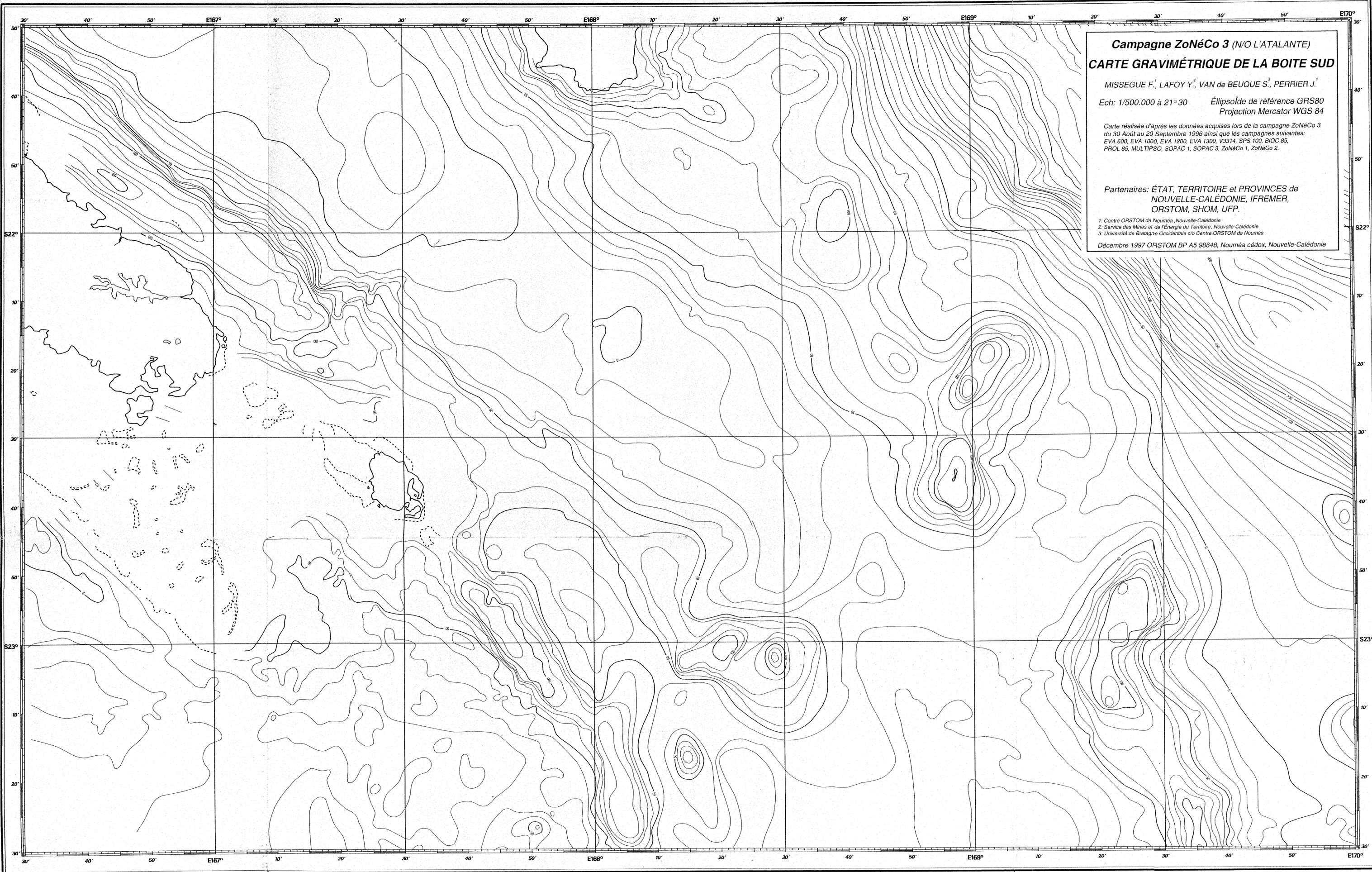
Compilation des données réalisée par
le Service des Méthodes Administratives et de l'Informatique (SMAI)
Structure de Gestion et de Valorisation (SGVL)
Logiciel VEGA

Ech: 1/500.000 à 21° 30' Projection Mercator WGS 84

Carte réalisée d'après les données acquises lors de la campagne ZoNéCo 3
du 30 Août au 20 Septembre 1996 ainsi que les campagnes suivantes:
Carte Zoe (Missegue et al., 1994), Kaonou, ZoNéCo 1, ZoNéCo 2, Calva, Nofi, Seapso1,
Seapso 3, Sopac 1, Sopac 3, Biocal Proligo, Pacantartic.

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de
NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER,
ORSTOM, SHOM, UFP.

Décembre 1997



Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)
CARTE GRAVIMÉTRIQUE DE LA BOITE SUD

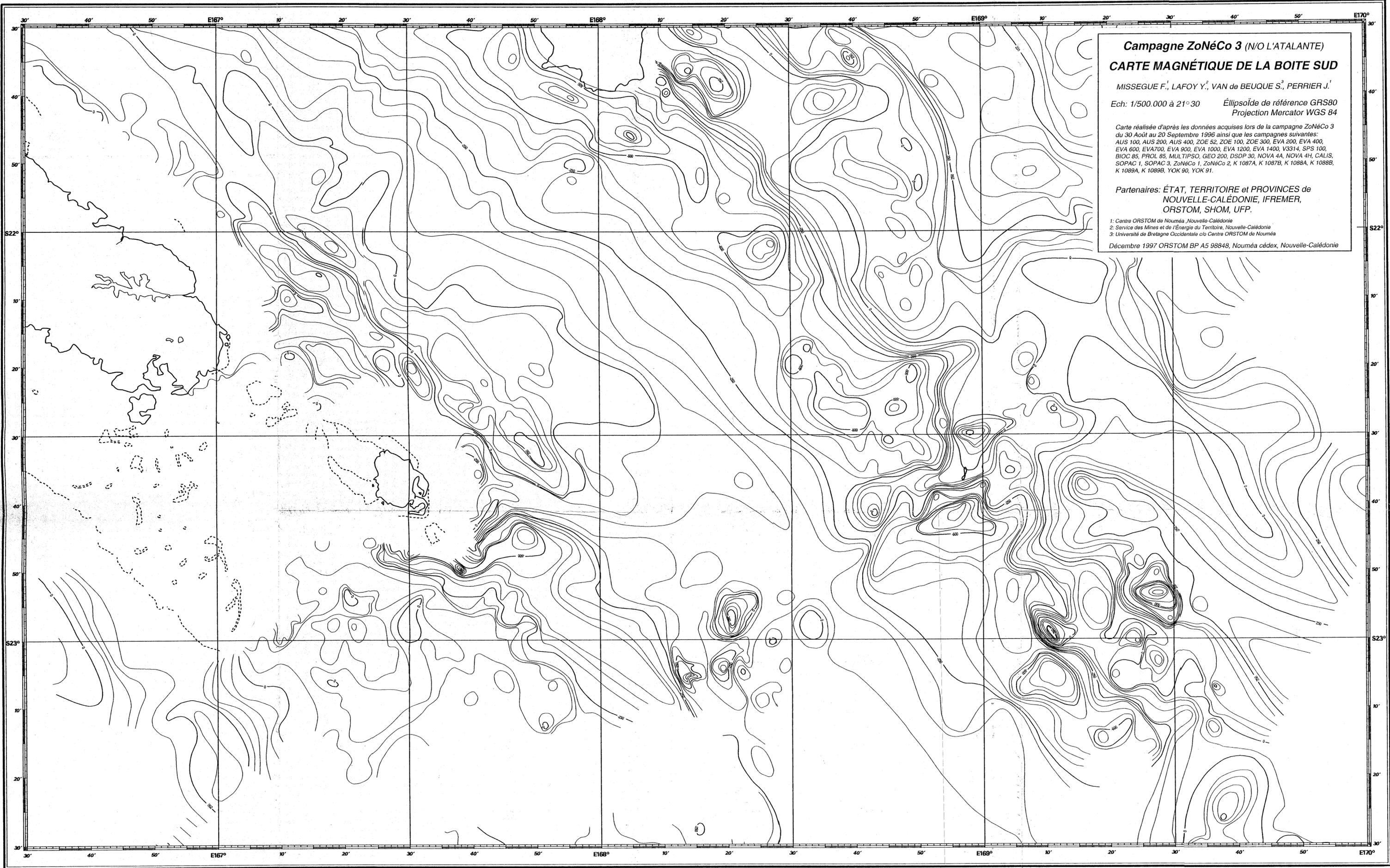
MISSEGUE F.¹, LAFOY Y.², VAN de BEUQUE S.³, PERRIER J.¹
Ech: 1/500.000 à 21°30' Éllipsoïde de référence GRS80
Projection Mercator WGS 84

Carte réalisée d'après les données acquises lors de la campagne ZoNéCo 3 du 30 Août au 20 Septembre 1996 ainsi que les campagnes suivantes: EVA 600, EVA 1000, EVA 1200, EVA 1300, V3314, SPS 100, BIOC 85, PHOL 85, MULTIPSO, SOPAC 1, SOPAC 3, ZoNéCo 1, ZoNéCo 2.

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER, ORSTOM, SHOM, UFP.

1. Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie
2. Service des Mines et de l'Énergie du Territoire, Nouvelle-Calédonie
3. Université de Bretagne Occidentale c/o Centre ORSTOM de Nouméa

Décembre 1997 ORSTOM BP A5 98848, Nouméa cédex, Nouvelle-Calédonie



Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)
CARTE MAGNÉTIQUE DE LA BOITE SUD

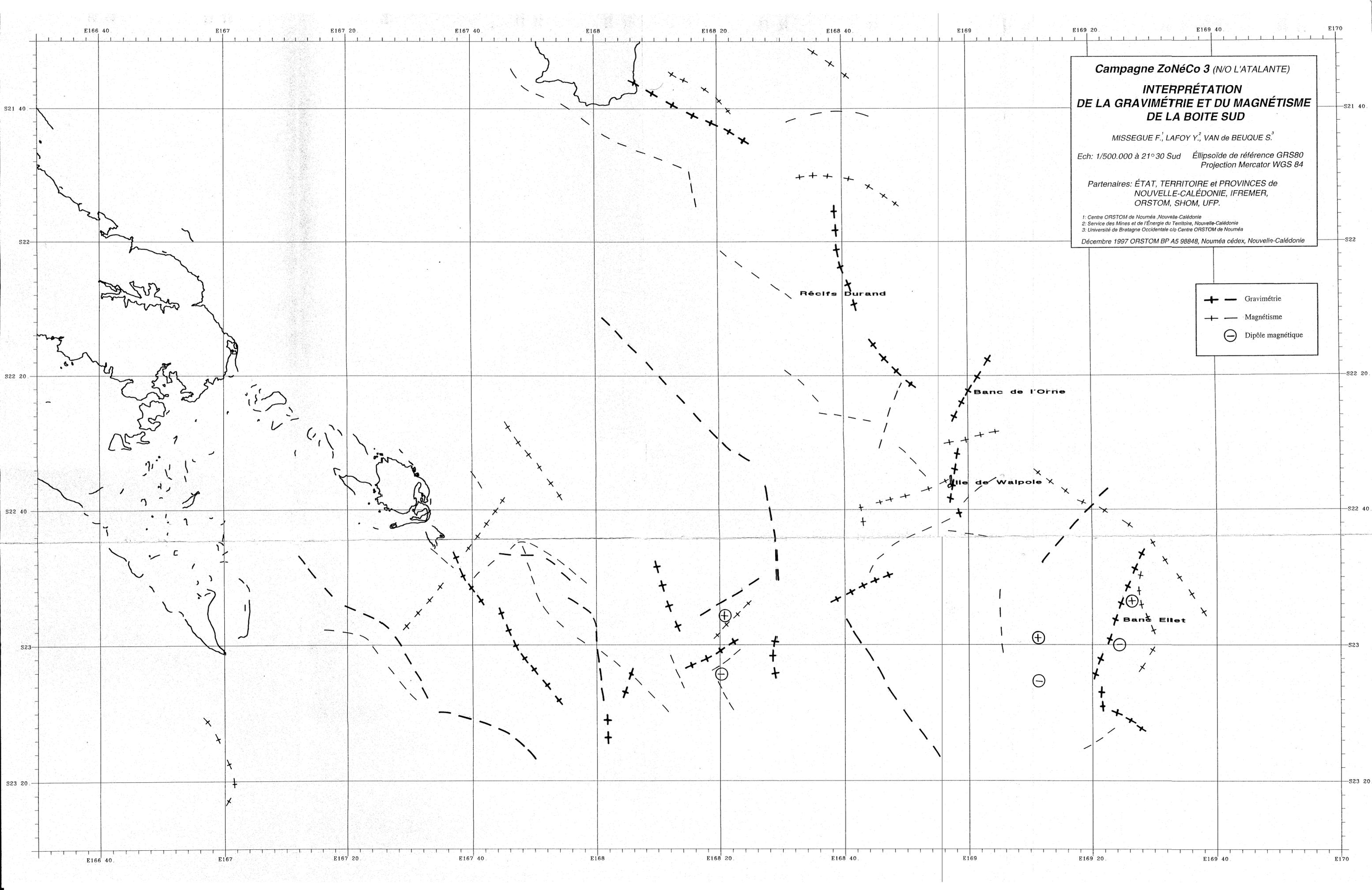
MISSEGUE F.¹, LAFOY Y.², VAN de BEUQUE S.³, PERRIER J.¹

Ech: 1/500.000 à 21° 30' Éllipsoïde de référence GRS80
Projection Mercator WGS 84

Carte réalisée d'après les données acquises lors de la campagne ZoNéCo 3 du 30 Août au 20 Septembre 1996 ainsi que les campagnes suivantes:
AUS 100, AUS 200, AUS 400, ZOE 52, ZOE 100, ZOE 300, EVA 200, EVA 400, EVA 600, EVA700, EVA 900, EVA 1000, EVA 1200, EVA 1400, V3314, SPS 100, BIOC 85, PROL 85, MULTIPSO, GEO 200, DSDP 30, NOVA 4A, NOVA 4H, CALIS, SOPAC 1, SOPAC 3, ZoNéCo 1, ZoNéCo 2, K 1087A, K 1087B, K 1088A, K 1088B, K 1089A, K 1089B, YOK 90, YOK 91.

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de
NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER,
ORSTOM, SHOM, UFP.

1: Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie
2: Service des Mines et de l'Énergie du Territoire, Nouvelle-Calédonie
3: Université de Bretagne Occidentale c/o Centre ORSTOM de Nouméa
Décembre 1997 ORSTOM BP A5 98848, Nouméa cédex, Nouvelle-Calédonie



Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)

**INTERPRÉTATION
DE LA GRAVIMÉTRIE ET DU MAGNÉTISME
DE LA BOITE SUD**

MISSEGUE F.¹, LAFOY Y.², VAN de BEUQUE S.³

Ech: 1/500.000 à 21° 30 Sud Ellipsoïde de référence GRS80
Projection Mercator WGS 84

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de
NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER,
ORSTOM, SHOM, UFP.

1: Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie
2: Service des Mines et de l'Énergie du Territoire, Nouvelle-Calédonie
3: Université de Bretagne Occidentale c/o Centre ORSTOM de Nouméa

Décembre 1997 ORSTOM BP A5 98848, Nouméa cédex, Nouvelle-Calédonie

+	-	Gravimétrie
+	-	Magnétisme
⊕	⊖	Dipôle magnétique

Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)

CARTE GRAVIMÉTRIQUE DE LA BOITE NORD

MISSEGUE F.¹, LAFOY Y.², VAN de BEUQUE S.³, PERRIER J.¹

Ech: 1/500.000 à 21° 30'

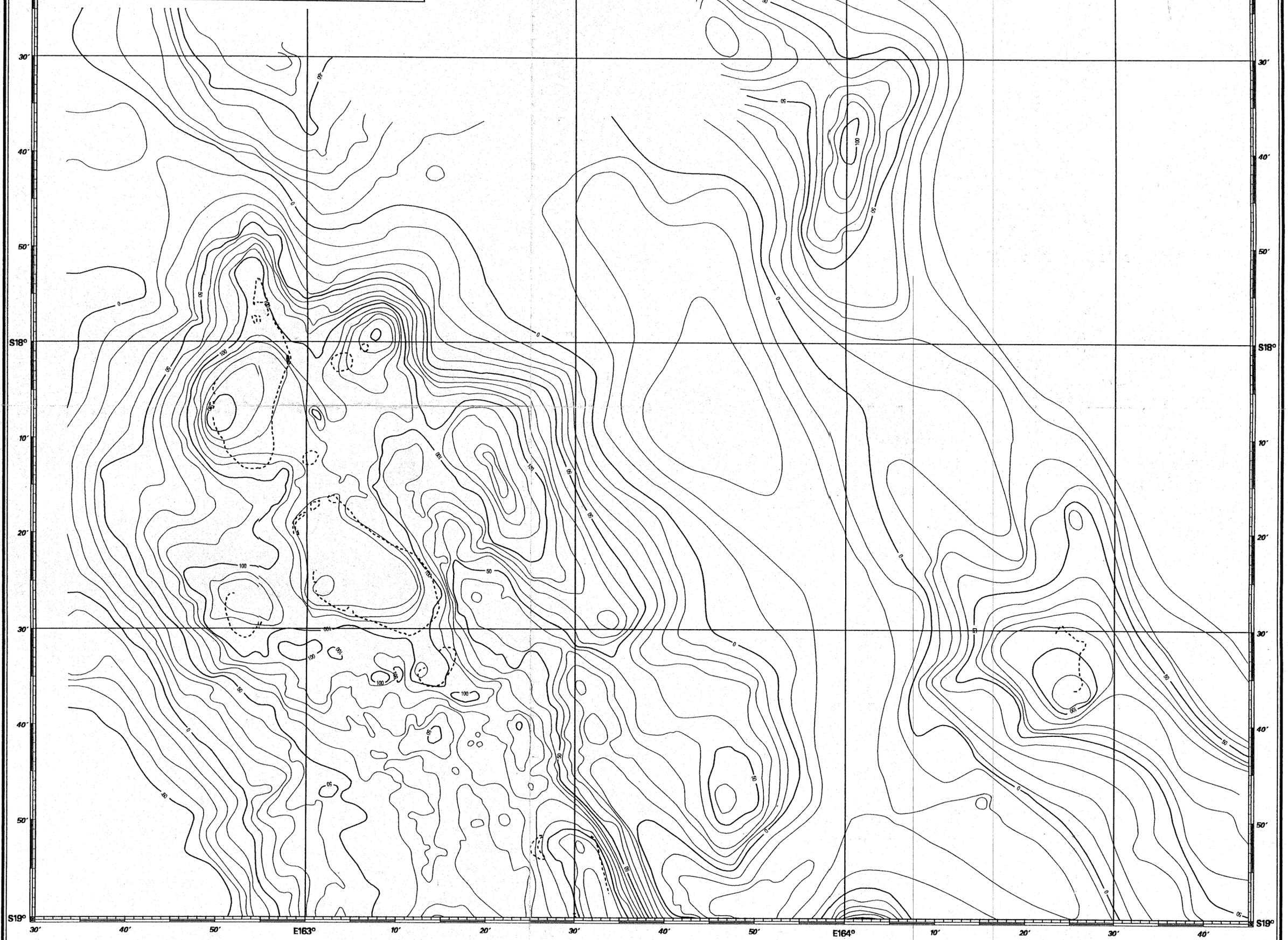
Éllipsoïde de référence GRS80
Projection Mercator WGS 84

Carte réalisée d'après les données acquises lors de la campagne ZoNéCo 3
du 30 Août au 20 Septembre 1996 ainsi que les campagnes suivantes:
EVA 800, EVA 1100, GCL 200, V 3314, K 71264, KK 4264, ZoNéCo 2.

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de
NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER,
ORSTOM, SHOM, UFP.

1: Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie
2: Service des Mines et de l'Énergie du Territoire, Nouvelle-Calédonie
3: Université de Bretagne Occidentale c/o Centre ORSTOM de Nouméa

Décembre 1997 ORSTOM BP A5 98848, Nouméa cédex, Nouvelle-Calédonie



Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)

CARTE MAGNÉTIQUE DE LA BOITE NORD

MISSEGUE F.¹, LAFOY Y.², VAN de BEUQUE S.³, PERRIER J.¹

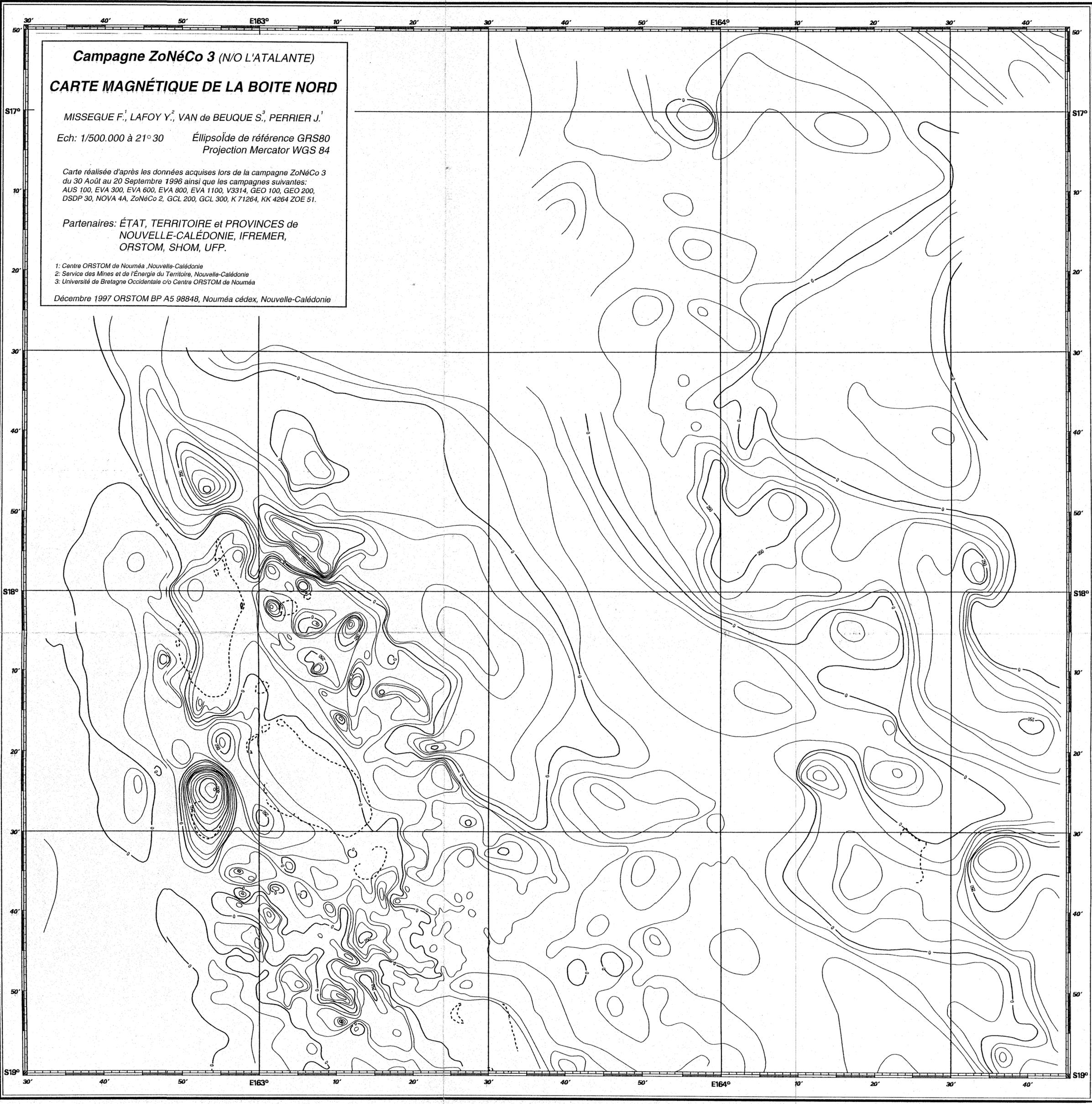
Ech: 1/500.000 à 21° 30' Éllipsoïde de référence GRS80
Projection Mercator WGS 84

Carte réalisée d'après les données acquises lors de la campagne ZoNéCo 3 du 30 Août au 20 Septembre 1996 ainsi que les campagnes suivantes: AUS 100, EVA 300, EVA 600, EVA 800, EVA 1100, V3314, GEO 100, GEO 200, DSDP 30, NOVA 4A, ZoNéCo 2, GCL 200, GCL 300, K 71264, KK 4264 ZOE 51.

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER, ORSTOM, SHOM, UFP.

1: Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie
2: Service des Mines et de l'Énergie du Territoire, Nouvelle-Calédonie
3: Université de Bretagne Occidentale c/o Centre ORSTOM de Nouméa

Décembre 1997 ORSTOM BP A5 98848, Nouméa cédex, Nouvelle-Calédonie



E162 40.

E163

E163 20.

E163 40.

E164

E164 20.

E164 40.

Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)
INTERPRÉTATION
DE LA GRAVIMÉTRIE ET DU MAGNÉTISME
DE LA BOITE NORD

MISSEGUE F.¹, LAFOY Y.², VAN de BEUQUE S.³

Ech: 1/500.000 à 21° 30 Sud Éllipsoïde de référence GRS80
Projection Mercator WGS 84

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de
NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER,
ORSTOM, SHOM, UFP.

1: Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie
2: Service des Mines et de l'Énergie du Territoire, Nouvelle-Calédonie
3: Université de Bretagne Occidentale c/o Centre ORSTOM de Nouméa

Décembre 1997 ORSTOM BP A5 98848, Nouméa cédex, Nouvelle-Calédonie

+	-	Gravimétrie
+	-	Magnétisme

S17

S17

S17 20.

S17 20.

S17 40.

S17 40.

S18

S18

S18 20.

S18 20.

S18 40.

S18 40.

S19

S19

E162 40.

E163

E163 20.

E163 40.

E164

E164 20.

E164 40.

Atoll d'Avon

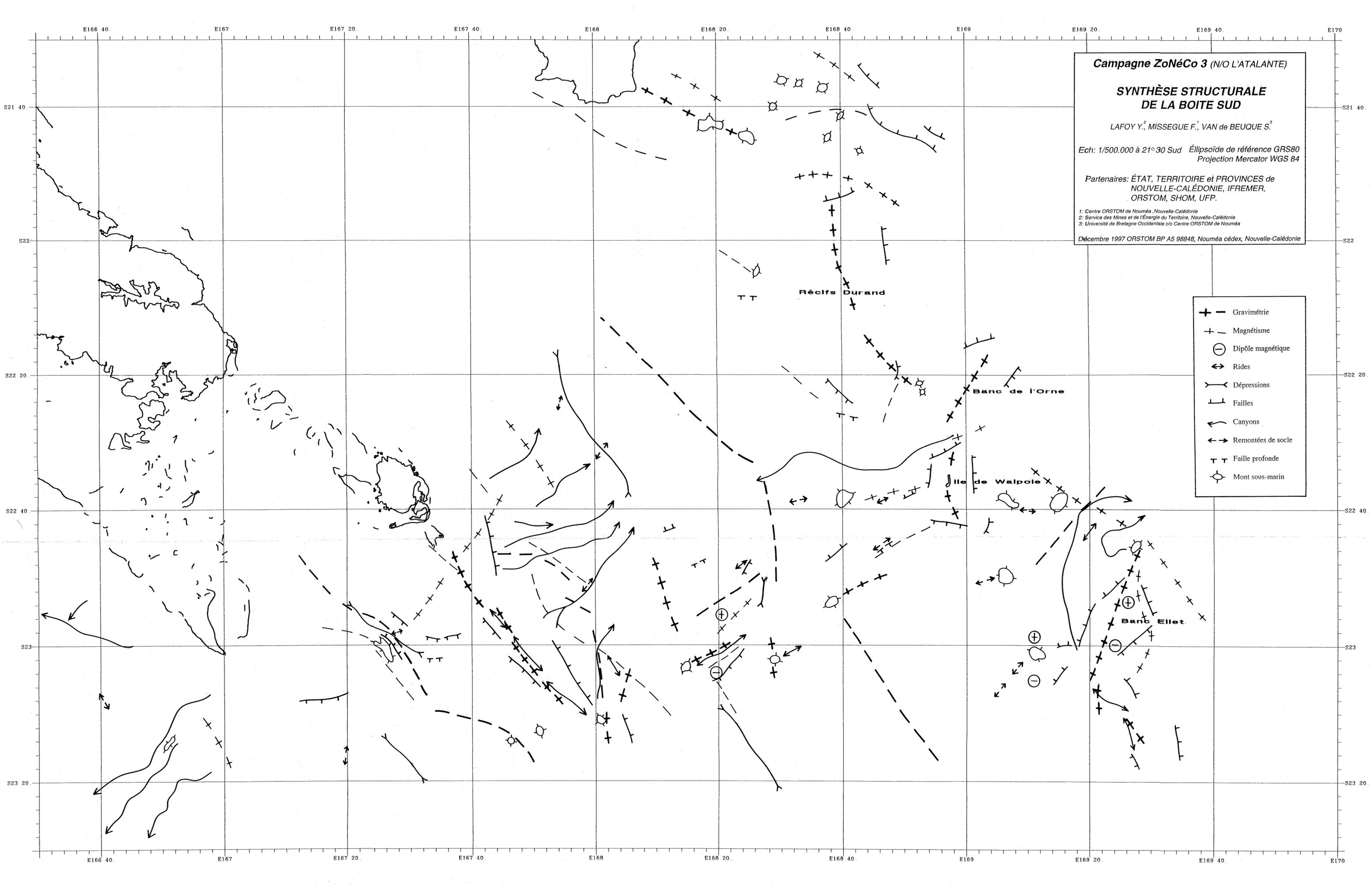
Récifs Gilbert

Atoll Surprise

Atoll Portail

Atoll Pelotas





Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)

SYNTHÈSE STRUCTURALE DE LA BOITE SUD

LAFOY Y.¹, MISSEGUE F.¹, VAN de BEUQUE S.³

Ech: 1/500.000 à 21° 30 Sud Éllipsoïde de référence GRS80
Projection Mercator WGS 84

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER, ORSTOM, SHOM, UFP.

1: Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie
2: Service des Mines et de l'Énergie du Territoire, Nouvelle-Calédonie
3: Université de Bretagne Occidentale c/o Centre ORSTOM de Nouméa

Décembre 1997 ORSTOM BP A5 98848, Nouméa cédex, Nouvelle-Calédonie

- + - Gravimétrie
- + - Magnétisme
- ⊖ Dipôle magnétique
- ↔ Rides
- ↔ Dépressions
- ┆ Failles
- ↖ Canyons
- ↗ Remontées de socle
- ┆┆ Faïlle profonde
- ⊙ Mont sous-marin

E162 40.

E163

E163 20.

E163 40.

E164

E164 20.

E164 40.

Campagne ZoNéCo 3 (N/O L'ATALANTE)

SYNTHÈSE STRUCTURALE DE LA BOITE NORD

LAFOY Y.², MISSEGUE F.¹, VAN de BEUQUE S.³

Ech: 1/500.000 à 21° 30 Sud Éllipsoïde de référence GRS80
Projection Mercator WGS 84

Partenaires: ÉTAT, TERRITOIRE et PROVINCES de
NOUVELLE-CALÉDONIE, IFREMER,
ORSTOM, SHOM, UFP.

1: Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie
2: Service des Mines et de l'Énergie du Territoire, Nouvelle-Calédonie
3: Université de Bretagne Occidentale c/o Centre ORSTOM de Nouméa

Décembre 1997 ORSTOM BP A5 98848, Nouméa cédex, Nouvelle-Calédonie

- Gravimétrie
- Magnétisme
- Rides
- Dépressions
- Failles
- Canyons
- Remontées de socle
- Faille profonde
- Mont sous-marin

Atoll d'Avon

Récifs Gullbert

Atoll Surprise

Atoll Surprise

Atoll Portail

Atoll Pelotas

