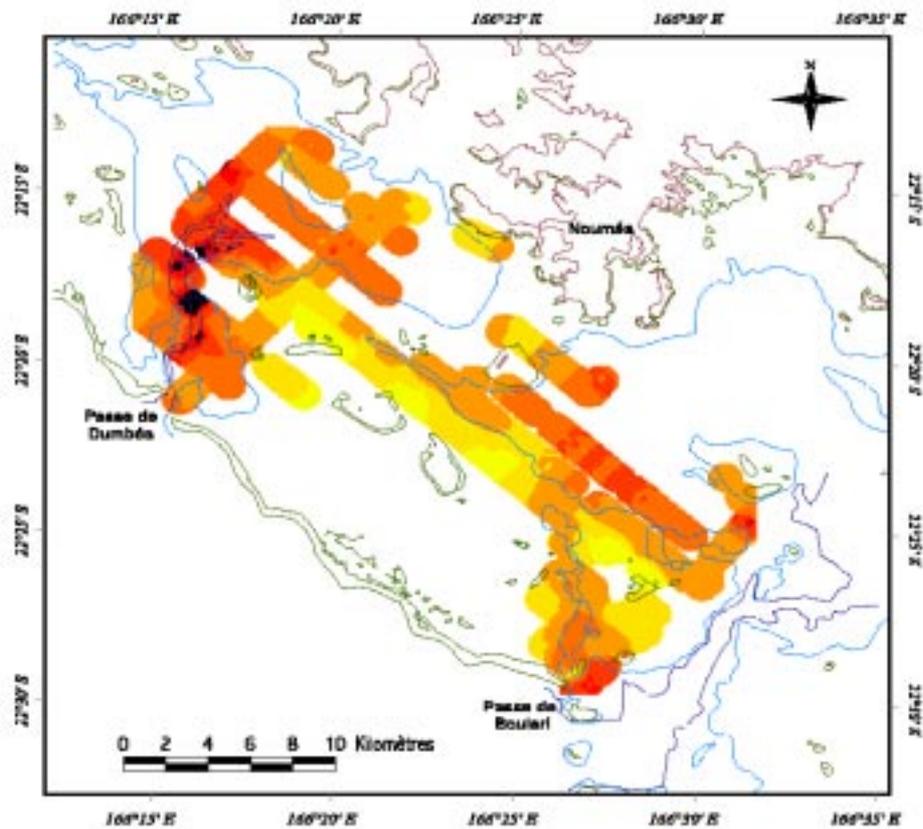


Rapport de fin d'études présenté à

L'Institut National des Sciences et Techniques de la Mer (INTECHMER)

Par Cinthia Labails

Campagne ZoNéCo7 : Cartographie du lagon Sud-Ouest- de Nouvelle-Calédonie



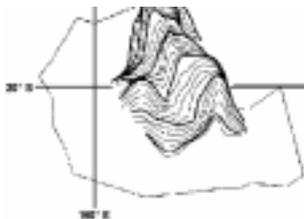
Soutenu le : 6 septembre 1999

Responsables :

Y. Lafoy, ingénieur au Service des Mines et de l'Énergie

J.M. Auzende, chercheur IFREMER

Y. Méar, enseignant/chercheur à l'INTECHMER de Cherbourg



ZoNéCo

PROGRAMME D'EVALUATION DES RESSOURCES MARINES
DE LA ZONE ECONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE

Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme ZoNéCo.

Rapport de fin d'études présenté à

l'Institut National des Sciences et Techniques de la Mer (INTECHMER)

Par Cinthia Labails

Pour l'obtention du **Diplôme de Technicien Supérieur de la Mer (DTSM)**

Spécialité : génie océanique et prospection

Soutenu le : 6 septembre 1999

Devant le jury composé de :

Y. Méar, enseignant/chercheur à l'INTECHMER de Cherbourg

E. Poizot, enseignant/chercheur à l'INTECHMER de Cherbourg

J.C. Guary, directeur de l'INTECHMER de Cherbourg

Responsables :

Y. Lafoy, ingénieur au Service des Mines et de l'Energie

J.M. Auzende, chercheur IFREMER

Y. Méar, enseignant/chercheur à l'INTECHMER de Cherbourg

Sommaire

Remerciements

Liste des figures et tableaux

Introduction.....	1
Chapitre I : Matériels et méthodes.....	3
I.1 Rappels d'acoustique sous-marine.....	3
I.2 Le système de positionnement : le GPS Del Technology	3
I.2.1 Présentation rapide du GPS 1009+ Del Norte Technology.....	3
I.2.2 RFM 96 W	4
I.2.3 Programme RFMCONF.....	5
I.3 Sondeur multifaisceaux	5
I.3.1 Principe de fonctionnement d'un sondeur multifaisceaux.....	5
I.3.2 Quelques exemples de sondeurs multifaisceaux	5
I.3.3 Technologie du SeaBat 8101	6
I.3.4 Procédure d'acquisition des données.....	11
I.3.5 Calibration.....	13
I.3.6 Grands traits déroulement du traitement de données	15
I.4 La sismique réflexion	15
I.4.1 Principe de fonctionnement.....	15
I.4.2 Particularités de la sismique utilisée lors de la campagne ZoNéCo 7	16
I.4.3 Problèmes liés à la sismique.....	18
I.4.4 Acquisition des données.....	20
Chapitre II : Le domaine concerné par la zone d'étude	21
II-1 Contexte morphostructural du territoire de Nouvelle-Calédonie.....	21
II.1.1 Carte géographique et morphologique.....	21
II.1.2 Unités géologiques de la Nouvelle-Calédonie	22
II.1.3 Histoire géologique de la Nouvelle-Calédonie	23
II-2 Complexe récifo-lagonaire du Sud-Ouest	24
II.2.1 Origine des lagons.....	24
II.2.2 Morphologie du lagon Sud-Ouest	25
II.2.3 Hydrologie	26
II.2.4 Structure du lagon	28
II-3 Données antérieures à la campagne ZoNéCo 7	29
II.3.1 Données sédimentologiques.....	29
II.3.2 Analyse de la carte bathymétrique monofaisceau	34
Chapitre III : Analyse des méthodes et des données	35
III-1 Validité des mesures.....	35

III-2 Intégration des données	36
III.2.1 Réalisation du plan de position.....	36
III.2.2 Réalisation de la carte bathymétrique	38
III.2.3 Réalisation de la carte isochrone.....	38
III-3 Analyse des cartes bathymétriques et isochrones	42
III.3.1 Interpétation de la carte bathymétrique.....	42
III.3.2 Analyse de la carte isochrone	42
Conclusion	44
Bibliographie	35
Annexes	

Ce travail a été réalisé et financé dans le cadre du programme ZoNéCo. Je tiens à remercier, à cet effet, le Congrès du Territoire d'avoir subventionner l'élaboration de la campagne ZoNéCo7.

J'adresse un vif remerciement à mes maîtres de stage Jean-Marie Auzende et Yves Lafoy pour leur disponibilité, leur savoir et leur gentillesse.

Il m'est également très agréable de remercier toute l'équipe de la SGVL, section informatique du SMAI, et notamment Emmanuel Bouniot, Fabien Juffroy et Frédéric Guillard pour leur dévouement et leur patience.

Merci également à l'IRD pour m'avoir accueilli dans ses locaux durant ces quatre mois de stage.

Une pensée à Yann Méar pour son aide précieuse à travers internet !

Mille merci à toutes les personnes qui m'ont accompagnées tout au long de ce séjour, qui ont partagé des moments intenses en émotion, qui m'ont fait découvrir ce merveilleux caillou. Merci surtout et pour tout à la bande du motorpool (Tatiana, Alex et Jean-Do) et à ma colloc, Caroline.

Sans oublier bien évidemment ma p'te famille, présente plus que jamais malgré la distance qui nous sépare !

- Merci à tous. Merci du fond du cœur -

Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Technologie du système de positionnement.....	4
Figure 2 : Présentation de l'ensemble du sondeur SeaBat 8101.	7
Figure 3 : Technologie du sondeur multifaisceaux SeaBat 8101.	7
Figure 4 : Schéma de l'émission sonore relative au sondeur 8101.	9
Figure 5 : Représentation du faisceau de réception sonore du SeaBat 8101.	10
Figure 6 : Visualisation de l'écran de contrôle du logiciel de navigation.....	11
Figure 7 : Présentation du tableau de conversion des données géodésiques.....	12
Figure 8 : Ecran de contrôle du SeaBat 6042.....	13
Figure 9 : Présentation des graphes relatif aux roulis, latence, tangage et lacet obtenus après l'opération de calibrage.....	13
Figure 10 : Visualisation de l'écran des graphes de correction pour le gain et la phase.	14
Figure 11 : Principe de la sismique réflexion.....	15
Figure 12 : Présentation de la sismique réflexion utilisée.	16
Figure 13 : Technologie de la sismique réflexion petit-fond utilisée.	16
Figure 14 : Principe de l'effet bulle.....	18
Figure 15 : Principe de la formation d'un multiple externe.	19
Figure 16 : Principe de la formation d'un fantôme.	19
Figure 17 : Présentation du fichier obtenu à partir des données GPS.	20
Figure 18 : Aperçu géographique de la région autour de la Nouvelle-Calédonie.	21
Figure 19 : Carte géologique des unités structurales de Nouvelle-Calédonie.....	22
Figure 20 : Schéma du processus de formation du lagon de Nouvelle-calédonie.....	25
Figure 21 : Schéma représentant la morphologie générale du lagon.....	26
Figure 22 : Courants de surface et de fond induit par le vent.	27
Figure 23 : Mise en évidence des fonds indurés dans le lagon Sud-Ouest.	28
Figure 24 : Carte de la zone comprise entre la passe de Dumbéa et l'extrémité sud de Nouvelle-Calédonie.....	29
Figure 25 : Carte de la répartition des sédiments selon leur couleur.....	32
Figure 26 : Carte de la répartition des sédiments selon les paramètres granulométriques.....	33
Figure 27 : Plan de position de la campagne ZoNéco7.....	37
Figure 28 : Fenêtre de vue du logiciel Arcview.	38
Figure 29 : Carte bathymétrique du lagon sud-ouest.....	40
Figure 30 : Carte isochrone du socle acoustique.....	41
Figure 31 : Exemple de profils sismique obtenus lors de la mission.....	39
Tableau 1 : Quelques sondeurs multifaisceaux de Simrad.	6
Tableau 2 : Quelques sondeurs multifaisceaux de Reson.....	6
Tableau 3 : Quelques sondeurs multifaisceaux de SeaBeam.	6
Tableau 4 : Récapitulatif des différentes caractéristiques techniques du SeaBat 8101.....	8
Tableau 5 : Mise en évidence de la largeur de fauchée en fonction de la profondeur.....	10
Tableau 6 : Tableau récapitulatif relatif à la sédimentologie des lagons de Nouvelle-Calédonie.....	31

Introduction

Ce sujet de stage a été proposé dans le cadre du programme ZoNéCo.

Elaboré en novembre 1990 mais véritablement lancé en 1991 pour poursuivre l'inventaire minier en mer, le programme ZoNéCo a pour objectif principal l'évaluation des ressources vivantes et minérales de la zone économique de Nouvelle-Calédonie dont la superficie s'élève à 1,4 millions de km².

Le programme ZoNéCo a deux particularités notables puisqu'il est qualifié non seulement de pluridisciplinaire mais également de pluri-organisme.

Ce programme s'articule essentiellement suivant trois phases à savoir:

- la synthèse des données antérieures au programme afin de sélectionner les zones peu profondes (<2000 m) à inventorier de manière détaillée.

- l'identification et l'environnement des ressources minérales et vivantes

- l'évaluation des ressources potentiellement économiques.

Actuellement seules les deux premières phases ont été effectuées ou sont en cours de réalisation.

Ce programme pluridisciplinaire a de nombreux partenaires tels que l'état Français, la Nouvelle Calédonie, les Provinces Iles, Nord et Sud, les organismes de recherche (IFREMER, IRD...).

Entre 1993 et 1996, quatre campagnes de bathymorphologie (bathymétrie et imagerie) ont été effectuées à bord du navire de l'IFREMER, L'Atalante équipé des sondeurs multifaisceaux EM12 dual et EM950. Ont été également réalisés simultanément des profils sismique monotrace, de magnétisme, de gravimétrie, des mesures de courant avec un profileur ACDP, de température avec des sondes XBT et des enregistrements au thermosalinographe de surface.

Ces quatre campagnes ont permis de reconnaître 20% de la zone économique soit une superficie de l'ordre de 280 000km².

Pour les campagnes en mer, le programme dispose de moyens lourds tels que les navires océanographiques français et étrangers. A terre, il met en œuvre un important dispositif informatique, les données recueillies sont archivées, traitées, analysées et diffusées par un outil appelé «Structure de Gestion et de Valorisation Locale» (SGVL) basée au Service des Méthodes Administratives et de l'Informatique (SMAI). Depuis 1993, la SGVL a développé un logiciel (VEGA) qui associe un Système de Gestion de Base de Données Relationnelles (ORACLE) et un Système d'Informations Géographiques (ArcInfo). VEGA permet donc des échanges avec les logiciels «Caraïbes» et des logiciels de l'IFREMER (Trismus, ImaGem, Trimen) de traitements de données issues de sondeurs multifaisceaux.

Depuis récemment, ZoNéCo s'intéresse non seulement au domaine *offshore* mais également au domaine lagunaire de Nouvelle-Calédonie. Le programme bénéficie de données antérieures acquises par la MOP et l'IRD. La MOP (Mission Océanographique du Pacifique), antenne du SHOM a réalisé des cartes à partir de données bathymétriques monofaisceau (sondeur EDO 12 kHz, 30°). Quant à l'IRD (Institut de Recherches pour le Développement, ex-ORSTOM) dans le cadre du programme Lagon, de nombreux prélèvements de sédiments ont été effectués en domaine lagunaire et ont ainsi permis d'établir des cartes sédimentologiques.

Les cartes de répartition des sédiments dans le lagon sont essentiellement basées sur des prélèvements par carottages superficiels, ils permettent donc d'obtenir des informations sur la nature et la granulométrie des sédiments mais leur volume reste encore indéterminé.

La nécessité de connaître le volume et les variations dans le temps et dans l'espace des faciès sédimentaires explique la mise en œuvre d'une campagne sismique réflexion petit-fond. La Nouvelle-Calédonie ne disposant pas de l'expertise requise en matière de prospection sismique petit-fond, la SOPAC (South Pacific Applied Geoscience Commission), organisation régionale inter-gouvernementale comprenant 17 pays membres dont la Nouvelle-Calédonie, exécute donc ces travaux en collaboration avec le Territoire qui les finance.

Bien que traditionnellement utilisé dans les activités du bâtiment pour la construction du béton, le besoin en sable lagunaire sur le Territoire se fait principalement sentir pour le chargement ou rechargement des plages. Les sables blancs du lagon, produits de démantèlement des constructions

corallines, doivent avoir des caractéristiques granulométriques voisines des sables de la plage afin d'en assurer une stabilité optimale.

Ainsi, dans le cadre du programme ZoNéCo «lagon», la campagne ZoNéCo 7 (11-25 juin 1999) de bathymétrie multifaisceaux et de sismique réflexion petit-fond a reconnu la portion du lagon sud-ouest comprise entre les passes de Dumbéa au Nord et de Boulari au Sud de Nouméa. Cette campagne implique le Territoire (Service des Mines et de l'Energie, SME), la SOPAC (South Pacific Applied Geoscience Commission) et l'IRD.

Dans un premier temps, le principal travail a été de rassembler les données antérieures concernant la Nouvelle-Calédonie en général et la zone d'étude en particulier. Il a donc été nécessaire de compiler et synthétiser ces informations afin de présenter la situation géographique, les caractéristiques géomorphologiques et la géologie de l'île d'une part et les principaux paramètres sédimentologiques et hydrologiques de la zone d'étude.

Par la suite, la campagne à bord du Dawa (11-25 juin 1999) a permis l'acquisition de données géophysiques. Les techniques de prospection employées faisaient appel au sondeur multifaisceaux SeaBat 8101 (101 faisceaux, 240 KHz) et à la sismique réflexion petit-fond de fréquence 400 Hz.

Enfin, la dernière phase de ce stage a été consacrée à l'interprétation des données collectées au SME. La réalisation de cartes a été effectuée au SMAI du fait de l'important outil informatique qu'il possède.

Chapitre I : Matériels et méthodes.

Les données, issues des différentes techniques de prospection utilisées lors de la campagne ZoNéCo 7 (sondeur multifaisceaux et sismique réflexion petit-fond), ont été collectées à bord du bateau océanographique de l'IRD, le Dawa (fiche technique, annexe 1). Constitué de fibre de verres et long d'une douzaine de mètres, le navire Dawa a adopté une vitesse moyenne de 6 nœuds tout au long de la campagne.

Les techniques d'investigation étant basées sur l'étude de la propagation du son, il est utile de faire un bref rappel sur l'acoustique sous-marine. Pour chaque technique, le matériel employé (matériel et logiciel) est présenté ; de même, le principe de mise en œuvre sera brièvement rappelé. Enfin, une mission en mer ne se conçoit de nos jours qu'avec une bonne précision de positionnement c'est pourquoi la technique GPS utilisée sera explicitée en détail.

I.1 Rappels d'acoustique sous-marine

L'eau de mer étant un milieu incompressible, le son s'y propage très bien. D'une façon générale, la célérité est en moyenne de 1500 m / s ; toutefois, ceci n'est vrai que de manière théorique et ne s'applique qu'à de faibles profondeurs, comprises entre 0 à 50 m de fond. La vitesse de propagation de l'onde sonore varie en fonction de la température (3,5 m/s par degré), de la salinité (1,3 m/s par millième), de la pression (1,7 m/s par hectomètre).

L'océan est un milieu stratifié, sa densité varie entre deux masses d'eau distinctes voire au sein d'une même couche d'eau. L'existence de thermoclines ou thermohalines sont de véritables barrières à la transmission sonore. Elles représentent respectivement une limite entre deux couches d'eau de température et de salinité différente. Il s'ensuit des problèmes de réfractions et de réflexions caractéristiques de chaque interface entre les diverses couches d'eau. A ces deux principaux phénomènes s'ajoutent des pertes d'intensité sonore liées à des facteurs géométriques et/ou physiques.

- L'atténuation géométrique s'explique par une dispersion de l'énergie sonore à la surface du front d'onde sachant que l'énergie est émise dans une sphère dont le volume augmente avec le cube du rayon.

- Les causes physiques, quant à elles, regroupent les phénomènes d'absorption et de diffusion liés à la présence de particules en suspension, de bulles d'air...

I.2 Le système de positionnement : le GPS Del Norte Technology

Le système de positionnement utilisé lors de la campagne ZoNéCo 7 est le Global Positioning System (GPS) Del Norte Technology, Inc (DTNI), modèle 1009+. Associé au Radio Modem RFM96W, il permet une acquisition des données en mode différentiel et donc un positionnement très précis.

I.2.1 Présentation rapide du GPS 1009+ Del Norte Technology, Inc.

Le GPS permet d'obtenir une navigation et un positionnement précis grâce aux données issues des satellites NAVSTAR/GPS. Ce système se divise en trois principales catégories : les satellites, le secteur de contrôle et l'unité propre à l'utilisateur.

Le DNTI 1009+ nécessite une alimentation de l'ordre de 24 VDC et une intensité de 2.2 A.

Le réceptacle est étanche et le récepteur ne tolère aucun contact avec l'eau ou une exposition constante à l'humidité. Il tolère toutefois les vibrations, les mouvements, les prises en main...

I.2.2 RFM 96 W

La Radio Modem est disponible en différentes configurations incluant le standard RFM96S et le système imperméable RFM96W.

La transmission des données du GPS via le PC se fait par l'intermédiaire d'une connexion de type RS-232 avec un bit de départ, huit bits de données, pas de bit de parité et un bit stop. Le taux de transmission s'élève à 9600 bauds (bits par seconde). La multitude des canaux (1600) permet des opérations dans des bandes de fréquence UHF et VHF ; dans notre cas, l'antenne GPS émet à 464,5 MHz. Par ailleurs, il faut savoir que cette option, RFM96W, induit la présence d'un seul récepteur et une puissance de 2 W.

I.2.2.1 Principe

Le principe de la Radio Modem RFM96 consiste à prendre l'information digitale, la transformer en une onde radio analogique et la transmettre via le récepteur Radio Modem situé sur la tour OPT (Office des Postes et Télécommunication). La tour OPT se situe sur le Mont Ravel, point culminant à 167 m de hauteur (annexe 2). Le système receveur prend alors le signal, le convertit en informations digitales envoyées au port série du terminal, en l'occurrence la station GPS basée sur le Dawa (figure 1).

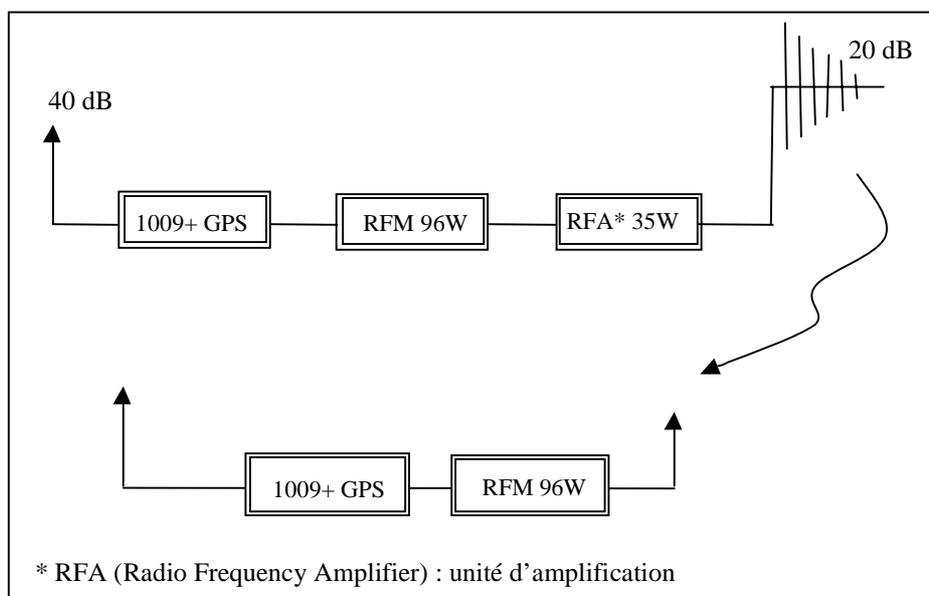


Figure 1 : Technologie du système de positionnement.

I.2.2.2 Présentation de la radio RFM 96 W

Ce paragraphe présente les différents attributs physiques de la Radio Modem RFM96W que nous avons utilisés :

- la connexion de l'antenne externe se fait par un câble coaxial d'impédance 50 ohms ; par ailleurs, un connecteur mâle approprié est utilisé pour relier l'antenne à l'adaptateur.
- le réceptacle environnant possède différents type de connections : un port série RS-232, un branchement pour l'alimentation.
- le câble adapté fournit une interface standard DE-9 DCE, il mesure 6 pieds soit 1,68 m de long.
- l'enceinte protectrice est légère, essentiellement constituée d'aluminium pour fournir une

protection optimale contre les éventuelles expositions à l'eau, la corrosion, etc.

I.2.3 Programme RFMCONF

La Radio Modem est configurée en utilisant un logiciel nommé RFMCONF fourni avec le modem. Les commandes en ligne s'exécutent sous DOS sur un PC mais peuvent être directement lues par un système d'exploitation tel Windows 98 (grâce à une fenêtre émulant l'environnement DOS). Le programme permet de visualiser, d'éditer et de définir les différents paramètres de configuration de façon rapide et simple.

I.3 Le sondeur multifaisceaux

I.3.1 Principe de fonctionnement d'un sondeur multifaisceaux

Le principe de fonctionnement des sondeurs multifaisceaux est analogue à celui d'un sondeur conventionnel, il repose sur la formation de voies, non plus pour sonder à la verticale du navire, mais pour mesurer la profondeur des fonds sous-marins sur toute une « fauchée » perpendiculaire au sens d'avancement du bateau. La technique est dite des « faisceaux croisés » car le faisceau en éventail émis par l'émetteur coupe le faisceau en éventail reçu par le récepteur. Le principe de la mesure s'explique par l'envoi d'un train d'ondes sonores au travers de la colonne d'eau à l'aide d'un émetteur. Ce train d'ondes est réfléchi sur le fond et reçu par le récepteur.

Les sondeurs multifaisceaux permettent de couvrir une zone plus importante que les sondeurs monofaisceaux classiques. Par ailleurs, l'obtention en temps réel des tracés de la zone prospectée met en évidence instantanément le relief sous-marin.

Toutefois, l'emploi d'un sondeur multifaisceaux pose quelques problèmes lorsque les fonds sont uniformément plats et dans le cas d'accidents morphologiques locaux tel qu'une falaise. Il faut donc faire appel à des corrections spécifiques et des filtres.

I.3.2 Quelques exemples de sondeurs multifaisceaux

Il existe de nombreux types de sondeurs multifaisceaux. Les principales firmes industrielles spécialisées dans la construction de ces engins sont Simrad, Reson et Seabeam. Ces sociétés possèdent chacune des matériels capables de répondre aux besoins de l'utilisateur de part leurs spécificités. Avant de détailler les particularités du sondeur multifaisceaux SeaBat 8101 utilisé lors de la campagne ZoNéCo 7, il a semblé intéressant de présenter de façon très générale les caractéristiques de quelques produits provenant de différentes sociétés. Ainsi les tableaux 1, 2, 3 énumèrent certains systèmes issus de Simrad, Reson et Seabeam. Ils rassemblent les quatre principaux paramètres caractérisant un sondeur multifaisceaux tels que :

- la fréquence en Khz
- les profondeurs minimale et maximale d'investigation en mètres
- l'angle de couverture en degré
- le nombre de faisceaux.

Système	Fréquence (Khz)	Profondeur	Angle de	Nombre de
---------	-----------------	------------	----------	-----------

		d'investigation (m)	couverture (°)	faisceaux
EM 950	95	2 à 400	150	120
EM 1000	95	2 à 1000	150	120
EM 300	30	5 à 5000	150	135
EM 12S	13	50 à 11000	90	81
EM 12D	13	50 à 11000	150	162

Tableau 1 : Quelques sondeurs multifaisceaux de Simrad.

Système	Fréquence (Khz)	Profondeur d'investigation (m)	Angle de couverture (°)	Nombre de faisceaux
SeaBat 6012	455	0.2 à 200	90	60
<i>SeaBat 8101</i>	<i>240</i>	<i>0.5 à 300</i>	<i>150</i>	<i>101</i>
SeaBat 8102	240	0.5 à 400	120	80
SeaBat 8111	100	3 à 600	150	101
SeaBat 9001	455	0.2 à 140	90	60
SeaBat 9003	455	0.2 à 140	120	40
SeaBat 9004	455	0.2 à 50	120	40

Tableau 2 : Quelques sondeurs multifaisceaux de Reson.

Système	Fréquence (Khz)	Profondeur d'investigation (m)	Angle de couverture (°)	Nombre de faisceaux
SeaBeam 1180 MKII	180	1 à 600	150	126
SeaBeam 1185	180	1 à 300	153	126
SeaBeam 2120	20	400 à 7700	150	149
SeaBeam 1050 MKII	50	550 à 2700	150	126
SeaBeam 1055	50	10 à 1500	153	126

Tableau 3 : Quelques sondeurs multifaisceaux de SeaBeam.

Ces quelques exemples de sondeurs multifaisceaux montrent que chaque système répond à un besoin précis. Pour travailler dans des zones de petit-fonds, on choisira un sondeur ayant une fréquence relativement élevée. Au contraire une investigation par grand-fonds nécessite un système de faible fréquence.

I.3.3 Technologie du SeaBat 8101

RESON a introduit une nouvelle série de multifaisceaux SeaBat dès l'automne 1996. Le SeaBat 8101 est le premier système multifaisceaux de la série SeaBat 8100. Le SeaBat est un excellent outil pour les applications hydrographiques, il permet d'obtenir des données d'une très haute précision sur une couverture du fond relativement vaste.

I.3.3.1 Présentation générale du SeaBat 8101

L'enceinte du SeaBat 8101 utilisée lors de la campagne ZoNéCo 7, constituée d'aluminium dur (matériel standard), se compose d'un corps principal cylindrique et de deux couvercles (figure 2). Le faisceau sonore reçu est modelé dans le corps principal ; en revanche, la transmission du train d'ondes sonores est réalisée par un transducteur externe placé à l'arrière de ce corps.



Figure 2 : Présentation de l'ensemble du sondeur SeaBat 8101.

Afin de le protéger contre la corrosion galvanique des anodes en zinc-aluminium, idéales pour l'eau de mer, sont placées à l'arrière sur le côté du connecteur. De plus, un raccord protecteur de l'appareil a été mis afin de réduire les mouvements nocifs à sa durabilité.

Il faut également noter les dimensions relativement petites de la tête du transducteur (320 mm de diamètre et 266 mm de long) et une masse faible (26.8 Kg sec et 4.8 Kg dans l'eau de mer).

I.3.3.2 Technologie du SeaBat 8101

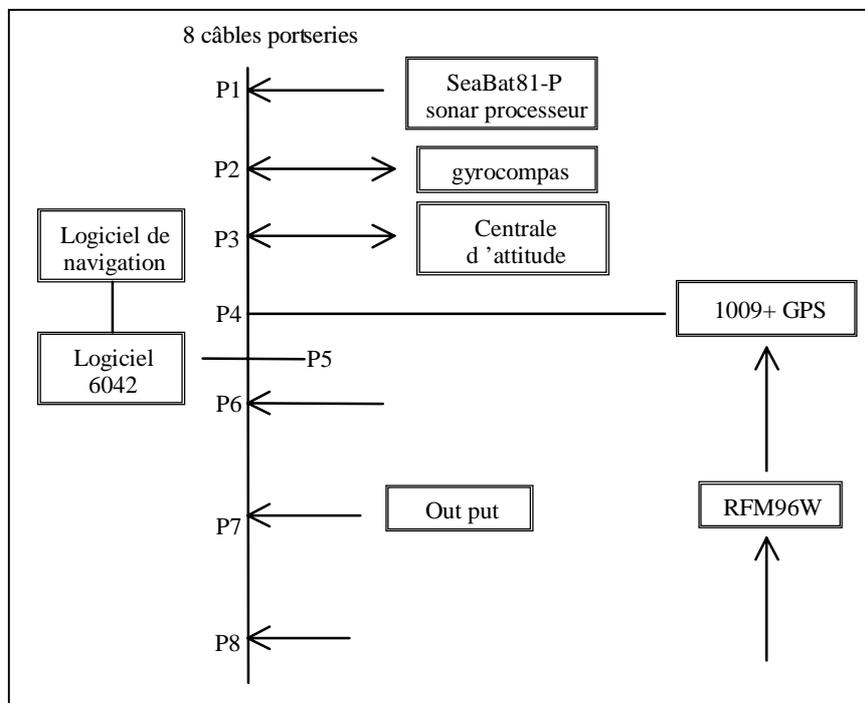


Figure 3 : Technologie du sondeur multifaisceaux SeaBat 8101.

I.3.3.2.1 Le transducteur

a. Principe : Ce type de transducteur transforme l'énergie électrique en une énergie sonore lors de l'émission et réciproquement lors de la réception grâce à un procédé piézo-électrique. La piézo-électricité consiste en une déformation d'un cristal de quartz ou de céramique anisotrope qui produit une polarisation électrique à sa surface. Réciproquement, ces cristaux peuvent se déformer sous l'action d'une polarisation

b. Spécifications techniques : La tête du transducteur contient tous les éléments électroniques requis pour transmettre et recevoir les signaux acoustiques, digitaliser les retours et les transmettre au processeur. Sur le Dawa, le transducteur était fixé sur la coque du bateau, coté tribord. Le tableau 4 regroupe les caractéristiques générales du transducteur.

Spécifications techniques de la tête du transducteur SeaBat 8101			
Alimentation requise	24 Volts continus (VDC), 2 ampères maximum		
Fréquence	240 Khz		
Taille du faisceau horizontal	170°		
Taille du faisceau vertical	1.5°		
Nombre de faisceaux	101		
Couverture angulaire	150°		
Cadence de tirs	Profondeur d'eau (m)	Temps (s)	nombre de tirs par seconde
	35	0,0467	21,429
	50	0,0667	15,000
	75	0,1000	10,000
	100	0,1333	7,500
	125	0,1667	6,000
	150	0,2000	5,000
	175	0,2333	4,286
	200	0,2667	3,750
	250	0,3333	3,000
	300	0,4000	2,500
	350	0,4667	2,143
	400	0,5333	1,875

Tableau 4 : Récapitulatif des différentes caractéristiques techniques du SeaBat 8101.

I.3.3.2.2 Le processeur

a. But : L'unité du processeur a pour but principal de contrôler la puissance envoyée au transducteur, de recevoir les données du sonar, de compléter le traitement du transducteur, de fournir les données en sortie sous différents formats, de recevoir des valeurs opérationnelles, de visualiser l'image sonar et les points détectant la surface du fond.

b. Spécifications techniques : Il faut noter quelques particularités techniques de ce processeur, à savoir ses dimensions de l'ordre de 177mm×483mm×434mm et sa masse de 20 Kg. L'alimentation électrique requise est de 240 VAC, 50/60 Hz et 200 W de puissance maximum.

I.3.3.2.3 Les logiciels Win 6042 et HYPACK Shell

a. Le logiciel Win 6042 : Le système SeaBat 6042 a été conçu pour fournir des enregistrements en temps réel, un archivage et une visualisation des données associées à la bathymétrie du sondeur multifaisceaux. Il s'installe sur un IBM-PC compatible et régit le programme nommé R6042.exe. Ce dernier comporte deux modes opératoires :

- Mode en temps réel (Real Time Mode) : ce mode acquiert les données des différents éléments extérieurs connectés au port série RS-232.
- Mode de rejeu des données (Replay Mode) : ce mode lit et visualise les données collectées et archivées sur le disque dur.

b. Le logiciel Hypack Shell : Le programme Hypack est un logiciel de navigation, il présente trois principaux objectifs à savoir :

- définir le répertoire pour enregistrer les données
- définir les paramètres géodésiques
- définir le réseau (format RTCM104.gga, com 1, 9600 bauds, un stop, pas de parité).

Par ailleurs, il permet également de visualiser le déplacement du bateau en temps réel par rapport aux profils établis. Il reçoit les positions géographiques relatives à l'ellipsoïde WGS 84 grâce au DGPS (Differential Global Positioning System) et les transforme ensuite en coordonnées terrain (X, Y) projetées dans le système UTM 58 (Universal Transverse Mercator, fuseau 58).

I.3.3.2.4 Particularités du sondeur SeaBat 8101

a. Emission : L'émetteur, appelé également projecteur, assure l'émission du train d'ondes sonores, il est placé sur le côté de la tête du transducteur. L'énergie acoustique est théoriquement émise dans un lobe de 170° par $1,5^\circ$.

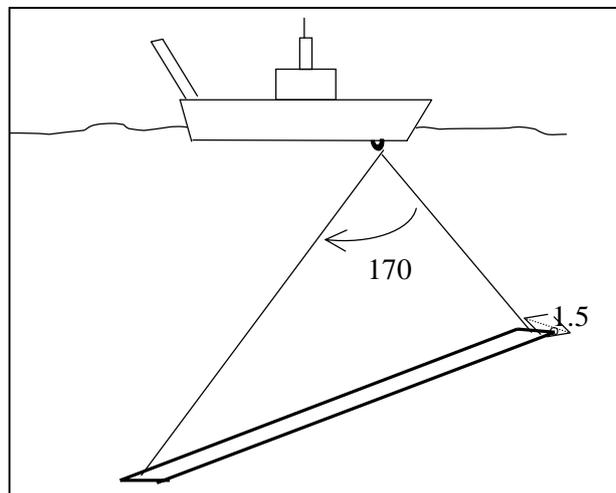


Figure 4 : Schéma de l'émission sonore relative au sondeur 8101.

b. Réception : *Le récepteur* ou hydrophone reçoit les signaux réfléchis et les transforme en énergie électrique. Les ondes sonores reçues sont avec une ouverture d'angle de 247° et une largeur de 20° . Chaque signal est digitalisé et envoyé au processeur dans lequel il est groupé en 100 faisceaux étroits de $1,5^\circ$ de large par $1,5^\circ$ de long avec une couverture d'angle de 150° .

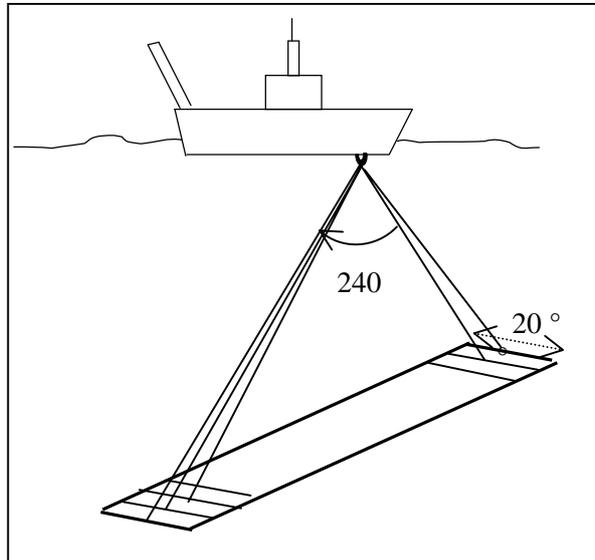


Figure 5 : Représentation du faisceau de réception sonore du SeaBat 8101.

Les 100 faisceaux issus du sondeur SeaBat 8101 sont répartis sur un couloir couvrant 7.4 fois la hauteur de l'eau puisque la zone de prospection est en moyenne de 30 m. Toutefois, les caractéristiques de la zone prospectée varient avec la profondeur, elles sont notées dans le tableau 5.

Profondeur (m)	Couverture
1 à 70	7,4 x
150	2,7 x
200	2 x
250	1,6 x
300	1,3 x

Tableau 5 : Mise en évidence de la largeur de fauchée en fonction de la profondeur.

c. Détection: Il existe deux modes de détections, l'une par l'amplitude et l'autre par la phase.

- *La détection par amplitude* est la méthode la plus souvent utilisée lorsque les faisceaux émis et réfléchis sont perpendiculaires au fond ; le signal est alors suffisamment intense pour être détecté. Sur une fenêtre de pré-détection définie par un seuil, l'instant de réception est fixé au centre de gravité de l'énergie du signal. L'énergie acoustique incidente concourt à cette détermination ; les réflecteurs forts déplacent l'instant de détection du centre du faisceau vers leurs positions à l'intérieur de ce faisceau.

- *La détection par phase* s'applique lorsque les faisceaux sont trop inclinés par rapport au sol. C'est grâce au principe de rétrodiffusion, qui dépend du type de fond, qu'une partie du signal revient vers le récepteur. L'instant de détection est déterminé par le déphasage de deux demi-faisceaux, chacun constitué par les deux tiers des signaux de réception. La résolution dépend essentiellement de la taille du réflecteur mais également du nombre d'échantillons utilisés dans l'approximation polynomiale de la courbe de phase en fonction du temps.

Les précisions, résolution et caractéristiques de ces deux méthodes sont donc très différentes.

Sur l'image obtenue en temps réel, les couleurs indiquent le mode de détection utilisé :

- la couleur orange pour la détection par l'amplitude
- la couleur verte pour la détection par la phase
- la couleur blanche pour la détection combinée (amplitude et phase).

Dans le cas de la campagne ZoNéCo 7 : La vitesse du navire est de 6 nds (1 nd=1852 m/heure), et la cadence de tirs adopté est de 15 tirs/s, le calcul conduit à une résolution longitudinale

$$\Delta y = \left(\frac{6 \times 1852}{3600} \right) \div 15 = 0,2 \text{ m.}$$
 En considérant une hauteur d'eau moyenne de 15 m, la résolution latérale Δx est de $(15 \times 7,4) / 100$ soit de l'ordre de 1 m.

I.3.4 Procédure d'acquisition des données

La campagne ZoNéCo 7 avait pour but principal de cartographier la zone située entre les passes de Dumbéa et de Boulari afin d'identifier les différentes structures du sous-sol marin et également de connaître une bathymétrie fine du domaine lagunaire Sud-Ouest.

Afin de visualiser précisément le déplacement du navire dans la zone considérée et les zones stratégiques, il a fallu définir un plan de position initial pour visualiser la zone d'étude (figure 6).

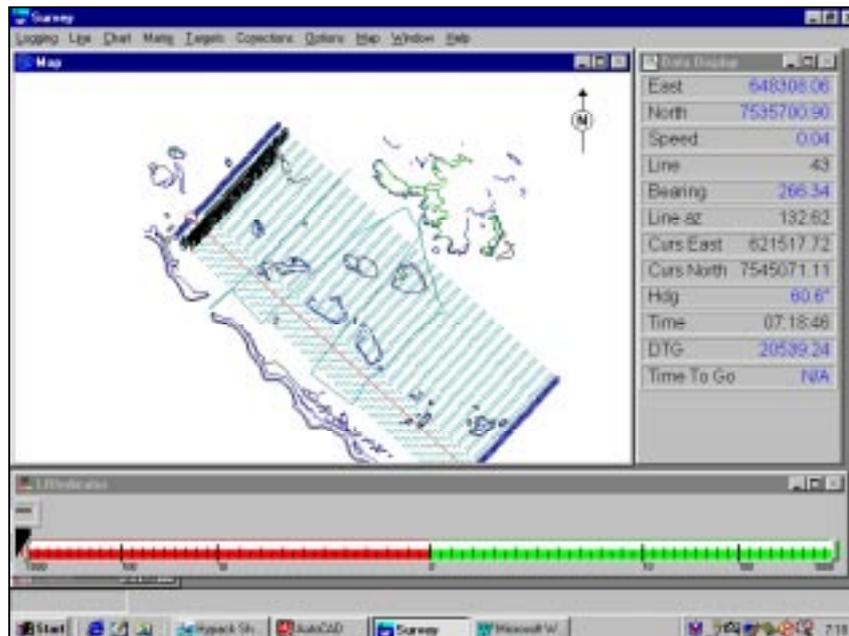


Figure 6 : Visualisation de l'écran de contrôle du logiciel de navigation.

Pour ce faire, nous avons utilisé le programme *Design* qui permet de dessiner aisément les trames du survey. Lorsqu'on clique sur l'icône HYPACK 8-9, une fenêtre apparaît. Elle présente plusieurs paramètres, on choisit respectivement de cliquer sur les icônes *Preparation* puis *Design*. Il suffit alors de cliquer sur *Survey* puis *Map* située dans *Windows* pour voir apparaître le plan de position et le fond de carte appropriée.

Par ailleurs, il est relativement simple d'intervenir dans le plan de position tracé afin de modifier certains paramètres tels que les caractéristiques des profils, les coordonnées géodésiques. Pour ce faire, on va dans *Planned Line* puis *Edit Line*, il suffit de changer les paramètres Easting et Northing pour modifier ou créer de nouveaux profils.

Nous pouvons également noter les coordonnées projetées (X, Y) pour ensuite les convertir en (latitude, longitude). En cliquant sur *Utilities* dans la fenêtre HYPACK Shell, nous choisissons respectivement Geodesy et Grid Conversion. Une fois convertit, il suffit de reporter les points sur la carte du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine utilisée par le capitaine.

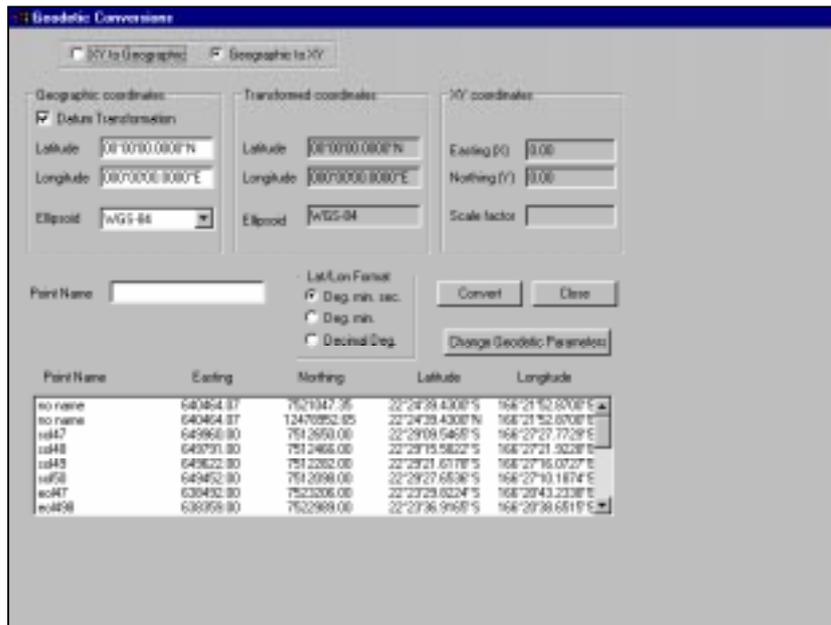


Figure 7 : Présentation du tableau de conversion des données géodésiques.

Le logiciel Win 6042 permet un ensemble d'acquisition de données relativement facile. Elles considèrent les notions de temps et les différentes informations des éléments propres aux mouvements du bateau, aux données du sondeur multifaisceaux et aux comportements du transducteur dans l'eau. Dans un premier temps, il faut vérifier et éventuellement modifier les paramètres des divers menus proposés par le processeur tels le gain, la profondeur d'investigation, le nombre de profils par seconde... Par ailleurs, il est nécessaire de vérifier l'état du GPS, à savoir le nombre de satellites reçus, les corrections disponibles...

Après toutes ces vérifications, nous pouvons cliquer sur l'icône Win6042, une fenêtre apparaît alors à l'écran contenant trois autres fenêtres (figure 8):

- *Survey Real Time Control* dans laquelle on peut observer le répertoire contenant le fichier « .SVY », l'espace nécessaire pour le stockage des données...
- *3D Wiggle Display* dans laquelle on voit l'image acoustique en temps réel.
- *Senor Data* montre les diagrammes relatifs au roulis, au tangage et au phénomène de «lacet».

Pendant le levé, on agit sur cette fenêtre en changeant les valeurs en X et en Y de la grille des profils, on peut également intervenir sur le mode d'enregistrement des données en modifiant le numéro de la ligne en cours d'acquisition...

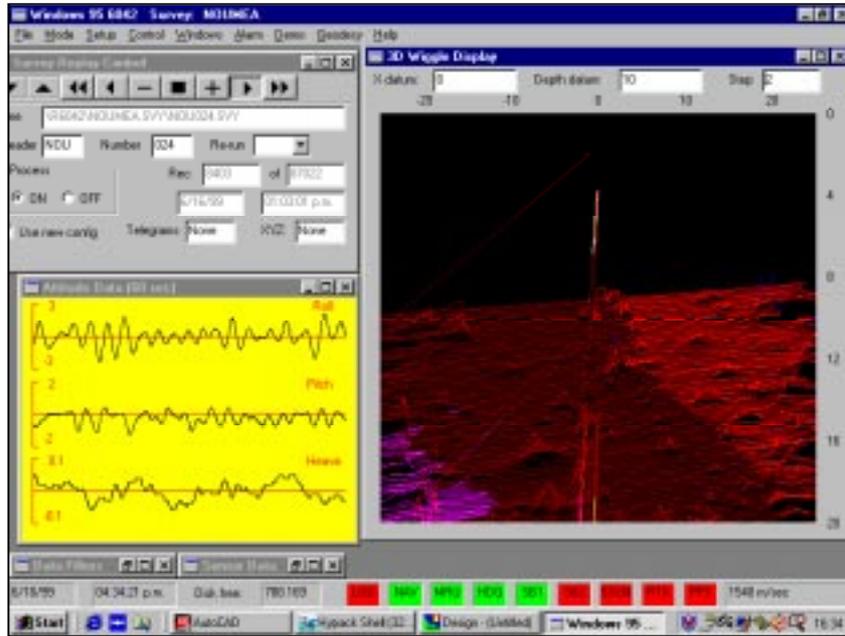


Figure 8 : Ecran de contrôle du SeaBat 6042.

I.3.5 Calibration

I.3.5.1 Principe

Afin de reporter les données de bathymétrie, obtenues par le sondeur multifaisceaux SeaBat 8101, sur un repère cartographique UTM 58, il est nécessaire d'effectuer une calibration des différents décalages pour corriger les problèmes de géométrie liés aux phénomènes de roulis, de latence, de tangage et de lacet.

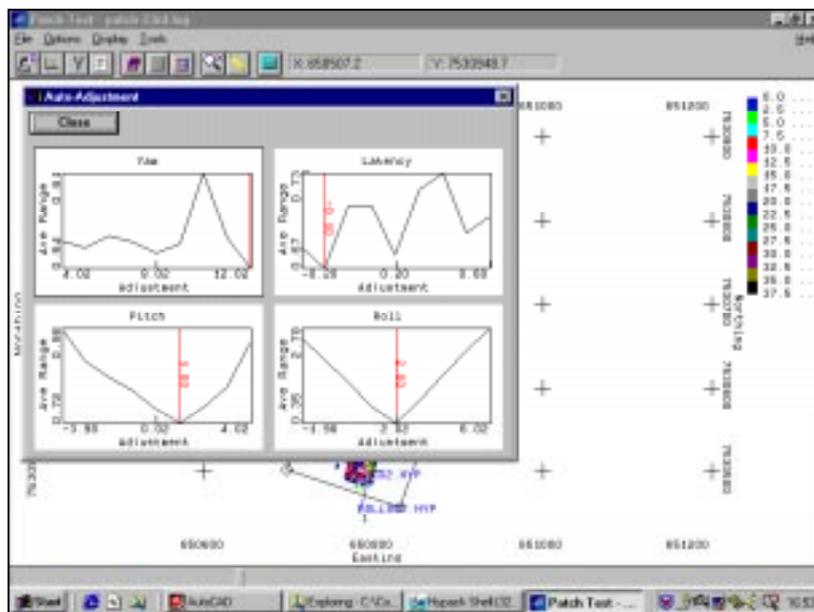


Figure 9 : Présentation des graphes relatif aux roulis, latence, tangage et lacet obtenus après l'opération de calibration.

Le roulis, phénomène majeur observé pendant la mission ZoNéCo 7, provoque une modification de l'angle d'inclinaison du faisceau ; le fond apparaît alors comme une surface ondulée. La calibration de ce paramètre consiste à effectuer deux profils bathymétriques de sens opposés et de même direction tout en conservant une vitesse du bateau voisine de celle du levé à savoir 6 nœuds.

Le phénomène de latence est également non négligeable, le GPS 1009+ DNTI reçoit les informations satellitales à un temps T et les retransmet à un temps T+t aux différents systèmes connectés. Ce délai de temps t de l'ordre de la milliseconde entraîne une désynchronisation entre l'heure des données GPS et de l'ordinateur. Pour évaluer ce phénomène il faut effectuer deux tracés de même direction et de même sens sur une zone légèrement pentue, le bateau doit conserver une vitesse de 6 nœuds pour le premier profil et de moitié moins soit 3 nœuds pour le second.

Le tangage du bateau entraîne, quant à lui, un pivotement autour de l'axe horizontal du plan éclairé, le fond apparaît alors comme une surface ondulée. L'opération de calibration est similaire à celle du roulis mais elle s'effectue toutefois sur une zone pentue.

Enfin, le lacet provoque un pivotement autour de l'axe vertical du plan éclairé, certaines zones sont alors plus ou moins prospectées il en résulte un excès ou un manque de données. Ici, le procédé de calibration consiste à profiler l'axe d'une zone, la symétrie plus ou moins régulière obtenue permet d'évaluer le pivotement et donc l'inexactitude des données qui en résulte.

1.3.5.2 Application

La calibration s'effectue automatiquement en cliquant sur le bouton *Calib*, ce qui entraîne le réajustement électronique des différents éléments de céramiques constituant le faisceau de réception. Les données initiales concernent essentiellement le gain et la phase brutes du faisceau reçu avant tout ajustement. Le système ajuste automatiquement l'électronique pour corriger ces paramètres. En tenant appuyé le bouton placé au milieu du pointeur et en cliquant simultanément sur l'icône *Calib* il est possible de vérifier la calibration en visualisant les graphes de correction de ces décalages. Ils doivent être proches de zéro pour tous ces éléments. Quand la calibration est achevée, le message « calibration done... » apparaît et disparaît après 10 secondes.

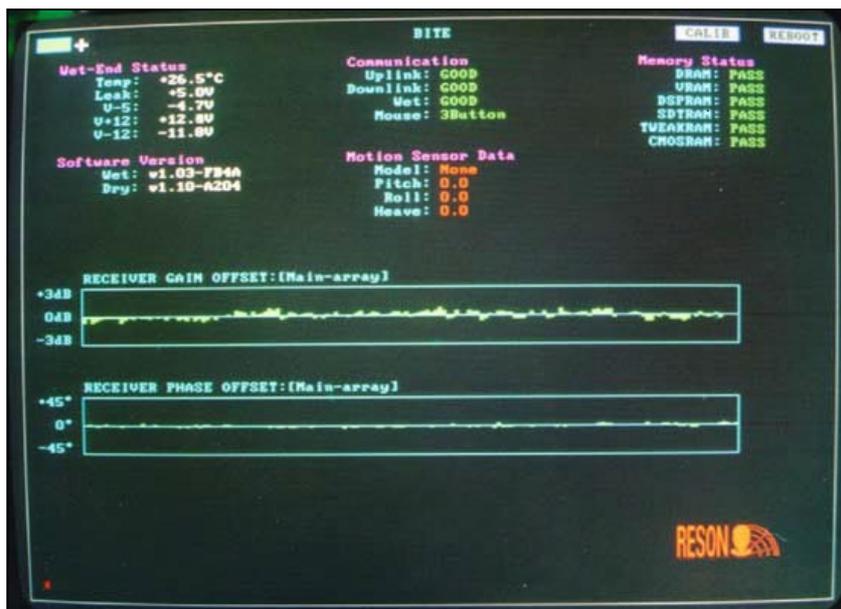


Figure 10 : Visualisation de l'écran des graphes de correction pour le gain et la phase.

I.3.6 Grands traits du déroulement du traitement de données

Le programme Win 6042 fournit des données brutes dans un fichier « .SVY » afin de les traiter. Elles sont ensuite enregistrées sous deux types de formats possibles « .HYP » ou « .XTF ».

Les fichiers « .XTF » sont destinés au traitement des données sonar par le logiciel **Triton Elis**. Par ailleurs, les fichiers « .HYP » sont destinés à « HYSWEEP » (logiciel **multibeam editing Hypack**), les données retravaillées alors sont éditées dans un fichier « .SWP » pour leur ajouter les corrections de la marée, des filtres, la correction satellitaires et les corrections de la vélocité du son en fonction de la profondeur.

Tous ces fichiers sont alors importés dans le programme Matrix issu du logiciel **Design** ; sont ensuite définies les tailles des cellules, l'aire considérée et souhaitée ce qui conditionne la résolution de l'image finale.

Pour finir, l'ensemble des données est alors enregistré dans un seul format « .XYZ » (fichier texte) pour faciliter les échanges avec des logiciels de dessin (**SURFER, QUICKSURF**) ou des SIG (Système d'Information Géographique) tels que **MAPINFO** (Vertical Mapper), **Arcview** dans notre cas.

I.4 La sismique réflexion

I.4.1 Principe de fonctionnement

La sismique réflexion est une technique de prospection géophysique des fonds marins. Elle est qualifiée d'indirecte car elle emploie les ondes sonores pour explorer les sous-sols. Par ailleurs, elle possède l'avantage de donner les résultats sous forme d'image acoustique en temps réel.

Le principe de fonctionnement acoustique est analogue à celui du sondeur multifaisceaux, un train d'ondes est émis par une source, transmis dans l'eau, réfléchi par le fond et reçu par l'hydrophone du système de prospection (figure 11). La différence fondamentale entre ces deux systèmes réside dans la gamme de fréquence. La sismique utilise des basses ou très basses fréquences, l'onde est ainsi assez puissante pour se propager aussi dans les premières couches géologiques. En revanche, les sondeurs emploie des hautes ou très hautes fréquences pour n'explorer que la surface des fonds marins.

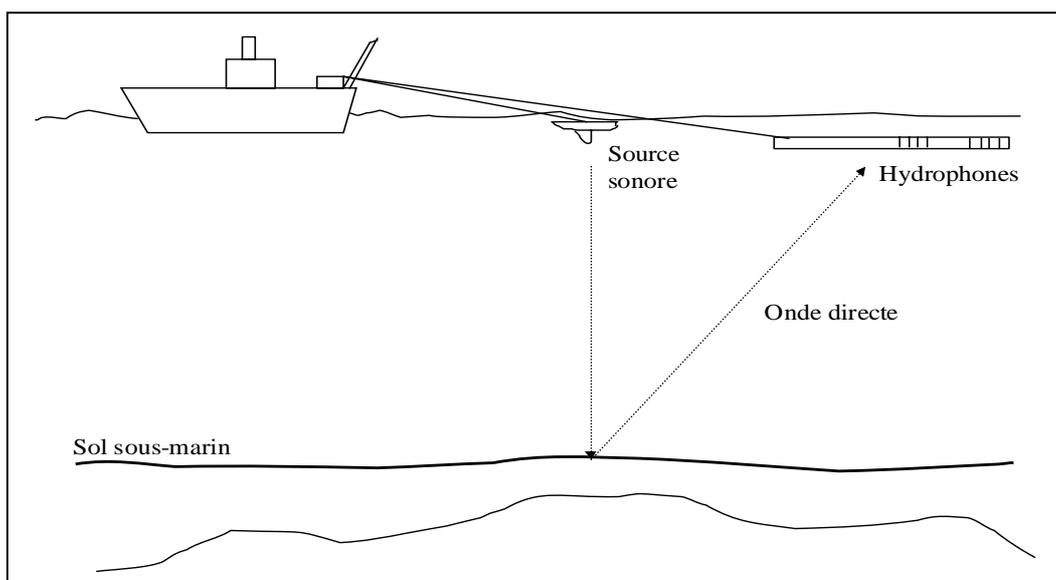


Figure 11 : Principe de la sismique réflexion.

Cette technique permet de mettre en évidence les structures sédimentaires du sous-sol limitées généralement, à leur toit comme à leur mur, par des réflecteurs. Les réflecteurs correspondent à des limites marquant une différence d'impédance entre deux couches de sédiments. L'impédance se définit comme le produit de la célérité du son dans l'eau par la densité du milieu environnant.

I.4.2 Particularités de la sismique utilisée lors de la campagne ZoNéCo 7

Le système de sismique réflexion petit-fond utilisé offre une bonne pénétration des couches du sous-sol marin de part sa fréquence faible de 400 Hz. De plus, afin d'obtenir une précision optimale des données, seule la bande de fréquence comprise entre 400 et 2000 Hz a été enregistrée grâce à l'ajout de filtre passe-haut et passe-bas. De même, on a également utilisé un TVG (Time Varying Gain) de 4,5 au niveau de l'unité d'enregistrement et un gain de 12 dans la boîte d'amplification.



Figure 12 : Présentation de la sismique réflexion utilisée.

Le système à bulle par implosion utilisé lors de la campagne ZoNéCo 7 se compose essentiellement de cinq grands groupes d'éléments :

- la source
- le câble électroporteur et le poisson
- l'amplificateur
- le récepteur
- l'enregistrement

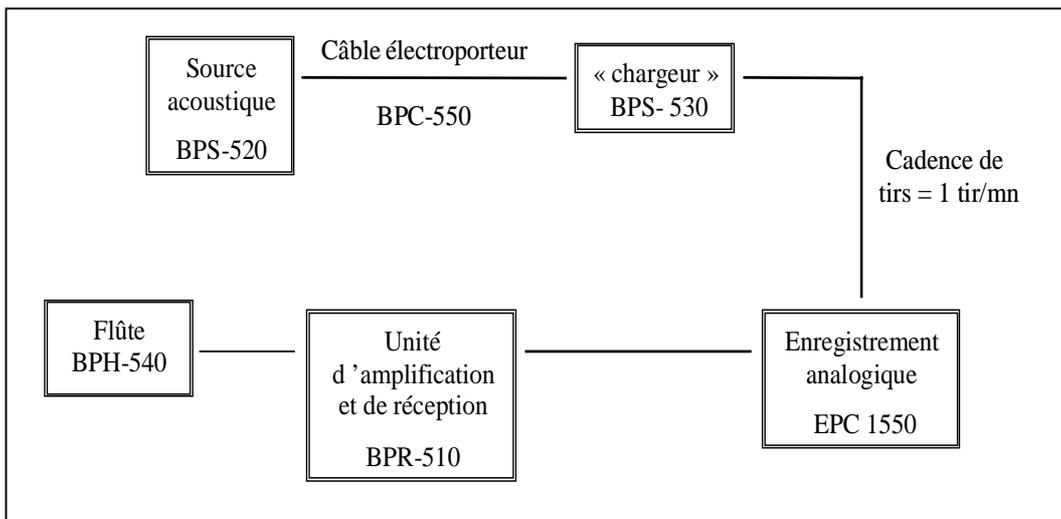


Figure 13 : Technologie de la sismique réflexion petit-fond utilisée.

1.4.3.1 La source acoustique BPS-520

La source utilisée émet dans une bande de fréquence de 400 Hz. Le boomer est une source à implosion, le volume d'eau créé par ce système a une pression inférieure à la pression hydrostatique. Le boomer est constitué de deux plaques accolées; soumises à des courants spécifiques (courant de Foucault), elles s'écartent brusquement l'une de l'autre par un piston pneumatique, le vide ainsi créé est aussitôt comblé par de l'eau; ce qui crée l'onde de choc.

La source acoustique est très facile d'utilisation en raison de sa facilité d'assemblage et de déploiement due à ses dimensions modérées, 170cm×48.2cm×55.8cm et sa faible masse, 31.8 Kg sec. Sa forme ressemble à une sorte de planche de surf. Elle se compose d'une plate-forme reposant sur un aileron, contenant le transducteur électromagnétique. Constitué de mousse en son centre, de polyéthylène et d'un réceptacle, ce composant s'avère très résistant aux différents impacts.

1.4.3.2 Le câble électroporteur BPC-550

Le câble électroporteur comporte une partie porteuse et une partie électrique. La partie porteuse entoure la partie électrique afin de minimiser les mouvements rotatoires du câble et de renforcer sa résistance à toute éventuelle détérioration ou déformation par l'abrasion, la corrosion... Ce câble sert de lien entre le « chargeur » et la source sonore. Il permet également de tracter la source sonore à une distance pouvant atteindre 50 mètres.

Il est en kevlar, léger, facile à déployer et à ranger, résistant à l'abrasion et au temps.

1.4.3.3 Le « chargeur » BPS-530

La source requiert une alimentation de 115 volts alternatif et le transpondeur émet une énergie électrique de l'ordre de 750 volts continu. La source émet une puissance électrique de 140 watts. Cet élément est léger, sa masse est de 15 kg environ, durable et peut être alimenté par un petit générateur portable. Ses dimensions sont de l'ordre de 33 cm×25.4 cm×25.4 cm. Il est principalement constitué de brins et de fibres résistants à l'abrasion et a été conçu pour protéger l'utilisateur contre d'éventuelles décharges électriques accidentelles.

Il se compose de générateurs de capacité 2000 volts continu et 400volts alternatif, d'un transformateur, de différents filtres et d'un circuit imprimé pour les rectifications et les régulations.

1.4.3.3 L'enregistrement analogique EPC 1550

Le modèle EPC-1550 possède un canal d'enregistrement graphique, il utilise un papier d'enregistrement dit « sec ». Le principe de l'enregistrement sur papier à brûlage dit « sec » est relativement simple, l'impression de l'écho est visualisée par un noircissement du papier métallisé grâce à une étincelle de claquage. Le marquage s'effectue par l'intermédiaire d'un stylet en forme de ceinture. A noter que la formation de l'étincelle découle d'une impulsion électrique. Il peut fournir jusqu'à 64 nuances de gris différentes et une bande graphique minimale « display range » de 10ms, 7 mètres (ou 25 pieds) par faisceau. Par ailleurs il contient une multitude de cartes qui aident au bon enregistrement des données obtenues.

1.4.3.3 L'amplificateur BPR-510

Cette unité compacte d'amplification et de réception du signal fournit des données sismique haute résolution. Elle nécessite une source de 115 volts alternatif et ses éléments sont contenus dans un caisson transportable constituée de fibreglasse.

Les différents paramètres disponibles sont essentiellement le Time Varied Gain (TVG), la capacité de compression des données, les filtres passe-haut et passe-bas et les interfaces pour obtenir simultanément des enregistrements graphiques et magnétiques. Ainsi il applique divers traitements électroniques et des filtrages lors de la réception des faisceaux sonores. Il a une puissance de 100 W. Ses dimensions sont de l'ordre de 33 cm×25.4 cm×30.2 cm. Sa masse est d'à peu près 5 Kg.

I.4.3.4 L'hydrophone BPH-540

Le récepteur est constitué de 10 hydrophones inclus dans un câble relativement épais de polyuréthane rempli d'huile. Ces hydrophones sont reliés à un préamplificateur de 20 dB en polyuréthane mou, il permet la jonction de la flûte et du câble remorqué. Le câble remorqué, quant à lui, est long de 50 mètres et se connecte à l'unité amplificateur/récepteur par l'intermédiaire d'un connecteur renforcé de 10 fiches. Les premiers 50 mètres sont passifs et seulement 7 mètres de section de câble sont actifs. Son poids atteint une quinzaine de kilos à l'air libre et est à flottabilité nulle dans l'eau.

I.4.3 Problèmes liés à la sismique

I.4.3.1 L'effet « bulle »

L'effet « bulle » est lié à l'émission du train d'ondes acoustiques. Du fait de la pression interne de la bulle générée par la source plus faible que la pression hydrostatique, elle se rétrécit progressivement et finit par imploser.

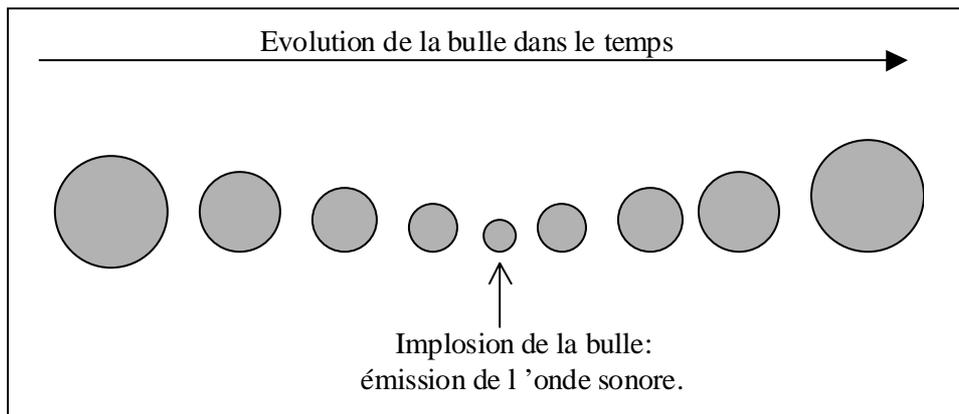


Figure 14 : Principe de l'effet bulle.

I.4.3.2 Les multiples

Les multiples se distinguent sur les profils sismique grâce à leur temps de propagation double par rapport au réflecteur du fond correspondant à l'onde directe. L'onde incidente peut plus ou moins se réfléchir à la surface de l'eau puisque la différence d'impédance entre l'air et l'eau est importante (vitesse du son dans l'air 340 m/s et dans l'eau 1500 m/s). L'onde est alors de nouveau renvoyé et réfléchi sur le fond, un second écho arrive au sondeur et s'ajoute au premier, c'est le multiple externe. Il existe également des multiples internes aux structures sédimentaires du sous-sol entre deux réflecteurs avec des impédances différentes marquées.

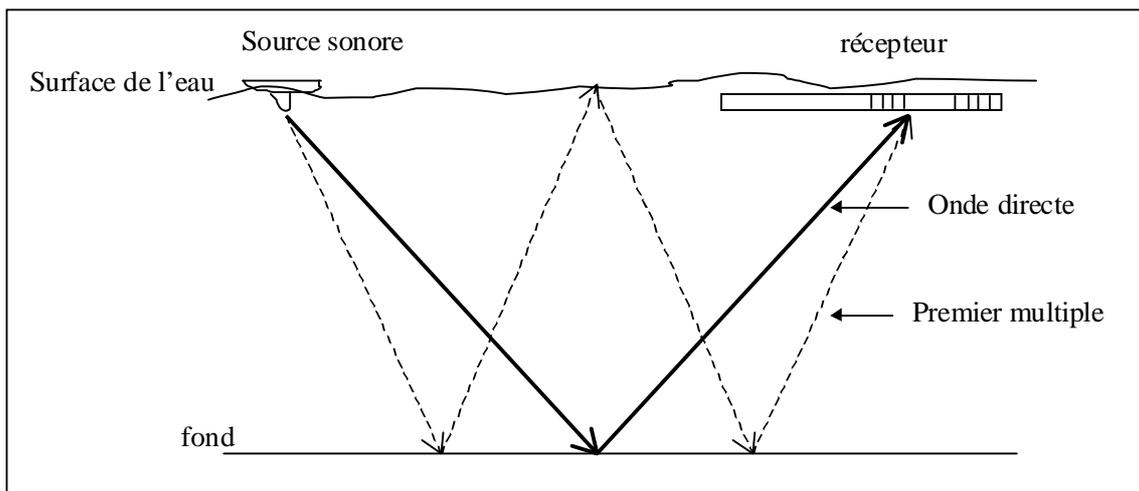


Figure 15 : Principe de la formation d'un multiple externe.

1.4.3.3 Les fantômes

Les fantômes sont liés aux caractéristiques de l'émission sonore. L'onde acoustique se propage selon une sphère, or sa surface peut parfois atteindre la surface de l'eau, l'onde se réfléchit sur cette limite air/eau. Cette réflexion est parallèle à l'onde directe, deux signaux acoustiques sont enregistrés décalés dans le temps ; ce décalage correspond au temps parcouru par le signal pour atteindre dans un premier temps la surface et ensuite le fond.

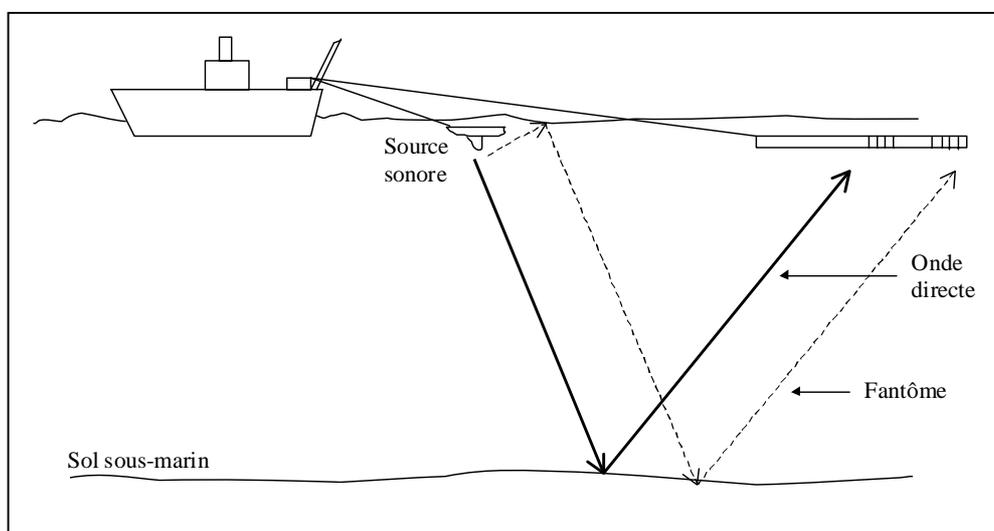


Figure 16 : Principe de la formation d'un fantôme.

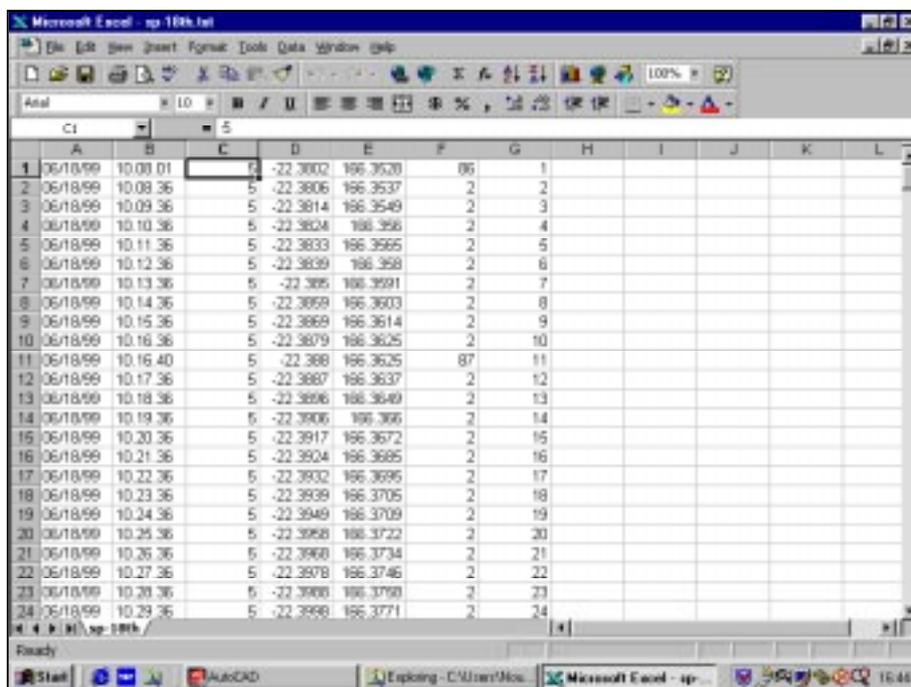
1.4.3.4 Les bruits divers

Les bruits divers ont de multiples origines, les plus importants sont tout de même les bruits relatifs aux bateaux à savoir les inconvénients sonores de l'hélice, du moteur, la radio, les frottements de la coque sur la surface de l'eau, les problèmes de masse... Par ailleurs, il faut également noter les problèmes liés à la houle, les mammifères marins...

I.4.4 Acquisition des données

Dans un premier temps, il est nécessaire de régler les différents paramètres du signal qui restent constants au cours de la prospection ; la bande passante considérée est comprise entre 400 et 2000 Hz autrement dit les filtres passe-haut et passe-bas ont été appliqué. De plus, un TVG (Time Varying Gain) de 4.5 et un gain de 12 sont également appliqué.

L'acquisition nécessite toutefois d'une surveillance permanente car chaque top et entre-top sont numérotés manuellement par des chiffres croissants afin de corréliser ces valeurs à celles du GPS. Il faut noter toutefois qu'à chaque top correspond une heure, une position et une profondeur d'investigation. En effet, à la fin de chaque journée de prospection, les informations GPS regroupant la date, l'heure, l'état du GPS (différentiel ou non), les latitudes et longitudes, les valeurs numérique de chaque top sont enregistrées sur disquette sous forme de fichier « .IOO ». Ces dernières sont ensuite lues par le logiciel Excel, il est donc facile de comparer les données papier et numérique de chaque top afin de vérifier la cohérence de l'horloge du GPS et la qualité des corrections qu'il fournit. Cette vérification est nécessaire car le plan de position découle du fichier « .xls », ainsi les zones remarquables sur le papier sont aisément localisables sur le plan de position et donc bien évidemment dans la zone concernée.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	06/18/99	10.08.01	5	-22.3802	186.3520		86					
2	06/18/99	10.08.36	5	-22.3806	186.3537		2					
3	06/18/99	10.09.36	5	-22.3814	186.3549		2					
4	06/18/99	10.10.36	5	-22.3824	186.3568		2					
5	06/18/99	10.11.36	5	-22.3833	186.3585		2					
6	06/18/99	10.12.36	5	-22.3839	186.3598		2					
7	06/18/99	10.13.36	5	-22.3895	186.3691		2					
8	06/18/99	10.14.36	5	-22.3859	186.3603		2					
9	06/18/99	10.15.36	5	-22.3869	186.3614		2					
10	06/18/99	10.16.36	5	-22.3879	186.3625		2					
11	06/18/99	10.16.40	5	-22.3888	186.3625		87					
12	06/18/99	10.17.36	5	-22.3887	186.3637		2					
13	06/18/99	10.18.36	5	-22.3886	186.3649		2					
14	06/18/99	10.19.36	5	-22.3906	186.3666		2					
15	06/18/99	10.20.36	5	-22.3917	186.3672		2					
16	06/18/99	10.21.36	5	-22.3924	186.3685		2					
17	06/18/99	10.22.36	5	-22.3932	186.3695		2					
18	06/18/99	10.23.36	5	-22.3939	186.3705		2					
19	06/18/99	10.24.36	5	-22.3949	186.3709		2					
20	06/18/99	10.25.36	5	-22.3958	186.3722		2					
21	06/18/99	10.26.36	5	-22.3968	186.3734		2					
22	06/18/99	10.27.36	5	-22.3978	186.3746		2					
23	06/18/99	10.28.36	5	-22.3988	186.3759		2					
24	06/18/99	10.29.36	5	-22.3998	186.3771		2					

Figure 17 : Présentation du fichier obtenu à partir des données GPS.

Première colonne : date

Deuxième colonne : heure

Troisième colonne : qualité des données satellitaires, le chiffre correspond à des corrections différentielles, 3 correspond à des données issues du GPS, 5 correspond aux données issues du DGPS.

Quatrième colonne : Latitude

Cinquième colonne : Longitude

Sixième colonne : valeur de chaque top, 2 étant un chiffre caractérisant les entre-tops.

Septième colonne : valeur numérique de chaque top rajoutée aux données après ouverture du fichier.

Chapitre II : Le domaine concerné par la zone d'étude.

Les différentes techniques de prospection considérées dans le chapitre I ont été employées dans le cadre de la campagne ZoNéCo 7. Afin de mieux comprendre l'interprétation des données obtenues lors de cette campagne, il est nécessaire de présenter rapidement les divers paramètres propres à la zone d'étude : la zone du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie entre les passes de Dumbéa au Nord et de Boulari au Sud.

II.1 Contexte morphostructural du territoire de Nouvelle-Calédonie

II.1.1 Cadre géographique et morphologique.

Située dans l'Océan Pacifique, la Nouvelle Calédonie (160° - 170° E, 15° - 25° S) est une île de 18 575 km², constituant la partie émergée de la ride de Norfolk. Elle se situe sur la bordure Est de la plaque australienne qui plonge sous la plaque pacifique au niveau de la fosse des Nouvelles Hébrides. L'île principale ou « Grande Terre » s'étend sur 400 km de long suivant un axe nord-ouest/sud-est avec une largeur d'environ 50 km. Elle est entourée d'une multitude d'îles et d'îlots tels que l'île des Pins, l'archipel des Beleps, les îles Loyauté mais également d'atolls (Huon et Surprise). Les plateaux coralliens de Chesterfield et Bellona, des îles volcaniques Matthew et Hunter... (figure 18) sont situés respectivement aux limites ouest et nord-est des eaux économiques de la Nouvelle-Calédonie.

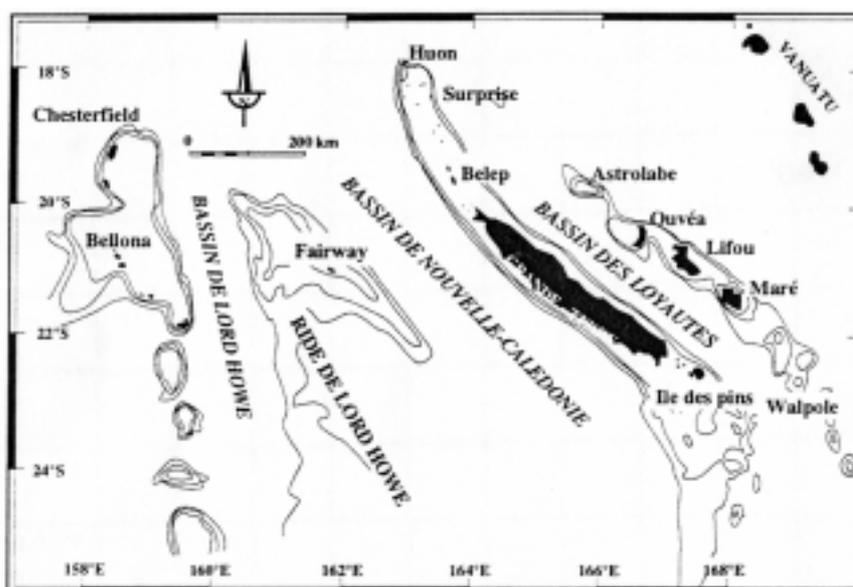


Figure 18 : Aperçu géographique de la région autour de la Nouvelle-Calédonie.

La morphologie de la Grande Terre, héritée d'une importante activité tectonique, est caractérisée principalement par une chaîne montagneuse dont les sommets dépassent 1620 m d'altitude. La dissymétrie du dispositif entraîne un relief escarpé à l'Est et la présence de plaines alluviales et de baies à l'Ouest du fait de l'éloignement de la chaîne par rapport à la côte. Ceci explique les cours d'eau relativement courts et perpendiculaires au grand axe de l'île. Par ailleurs, la Nouvelle Calédonie est bordée d'un complexe récifo-lagonaire constitué du large vers la côte, d'une barrière récifale, d'un lagon et d'un récif frangeant. Les lagons recouvrent 23 400 km² entourés d'une barrière récifale de 1 600 km. La couronne récifale à l'Est présente une certaine

régularité dans sa largeur (12 km environ) contrairement à la couronne Ouest. Cette dernière varie de 13 km de large au Nord, de quelques km au centre pour atteindre 65 km à l'extrême Sud.

II.1.2 Unités géologiques de la Nouvelle-Calédonie

De par sa situation géographique et son potentiel minier, la Nouvelle-Calédonie a suscité de vifs intérêts notamment pour les géologues. Elle présente quatre grands domaines structuraux (figure 19) :

- l'unité Nord calédonienne
- l'unité de la chaîne centrale
- l'unité des péridotites au sud
- l'unité de la côte Ouest.

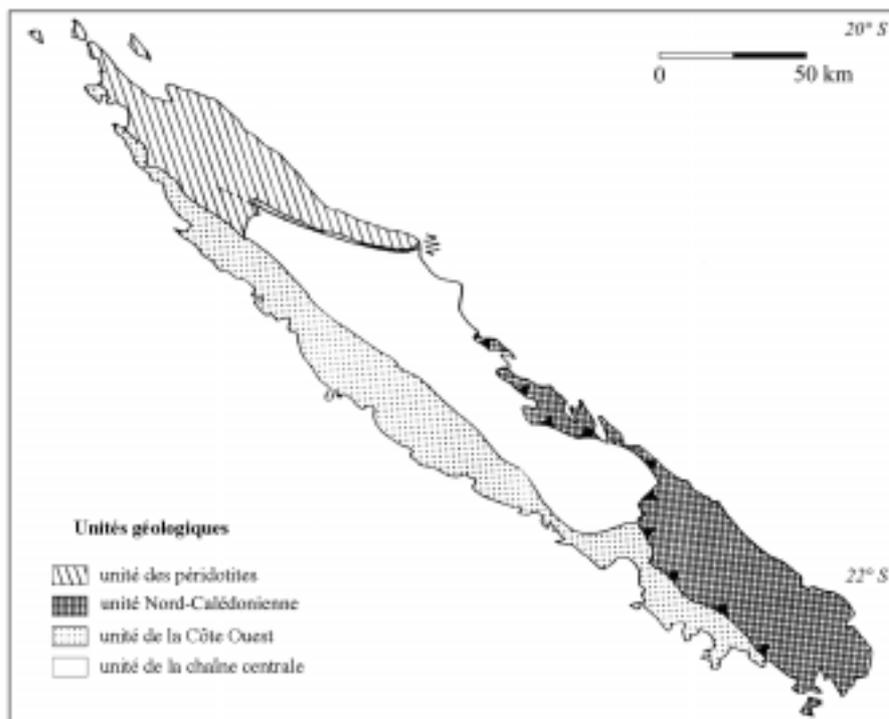


Figure 19 : Carte géologique des unités structurales de Nouvelle-Calédonie (modifié d'après Paris, 1981).

- *L'unité Nord calédonienne* se caractérise par un important métamorphisme de haute pression et de basse température, elle prograde actuellement vers le nord-est.

- *L'unité de la chaîne centrale*, ophiolitique et volcano-sédimentaire, épaisse série monotone est constituée de turbidites volcanoclastiques à caractère immature (grauwackes et tufs remaniés) mises en place au pied du talus sous-marin d'un arc volcanique ainsi que par des jaspes bathyaux parfois marqués par une activité hydrothermale. La chaîne centrale datant du Trias moyen au Jurassique supérieur est recouverte par les formations discordantes épicontinentales du Sénonien (Crétacé supérieur). La chaîne centrale est séparée de l'unité structurale de la «Côte Ouest» par une ligne structurale majeure née de l'orogénèse Crétacée, l'accident ouest calédonien (Paris, 1981).

- *L'unité de la nappe ophiolitique ou des péridotites* s'avère être l'élément structural le plus élevé de Nouvelle-Calédonie, obductée à l'Eocène terminal. Elle est composée d'une séquence mantellique (harzburgite et dunité) et d'une séquence crustale (quelques gabbros cumulatifs).

- *La zone bordière du Sud-Ouest* correspond à une nappe de basaltes, ou complexe basaltique de la côte ouest. Elle présente la signature de trois lignées magmatiques différentes (laves basiques à pillow-lavas, dolérites, gabbros).

II.1.3 Histoire géologique de la Nouvelle Calédonie

L'histoire géologique de l'île de Nouvelle Calédonie peut se résumer en trois grandes périodes chacune séparées par des crises plus ou moins longues.

- *La phase anté-Crétacé inférieur* se caractérise essentiellement par la subduction de la plaque Pacifique sous la marge continentale orientale du Gondwana.

- *La phase Crétacé inférieur-Crétacé supérieur* est marquée par un déplacement vers l'est de la marge orientale du Gondwana accompagnée de la création rifts et de différents bassins.

- *La phase post-Crétacé supérieur* correspond à l'ouverture de la dorsale Pacifique- Antarctique séparant les plaques australienne et antarctique et à la convergence entre les plaques Pacifique et australienne du au déplacement vers le nord de la plaque Australienne.

II.1.3.1 La période anté-Crétacé inférieur (.../ - 135 Ma)

Ce cycle se manifeste principalement par la subduction de la plaque Phoenix sous la plaque orientale du Gondwana du Cambrien (600 Ma) au Crétacé inférieur. De ce fait, la Nouvelle Calédonie et la Nouvelle Zélande, marges actives convergentes, résultent de l'accrétion d'arcs volcaniques. La compression liée aux phases orogéniques « Rangitata II » (110-105 Ma) et « néocimmérienne » engendre une superposition de structures sédimentaires de nature diverse constituant le socle de la Nouvelle Calédonie et de la Nouvelle Zélande.

II.1.3.2 Le cycle crétacé inférieur - supérieur (- 135/ - 65 Ma)

Du Crétacé inférieur à l'Eocène moyen, la marge orientale du Gondwana subit une dislocation suivant un mouvement d'ouverture Nord-Ouest/Sud-Est; il en résulte la séparation entre l'Antarctique, l'Australie et la Nouvelle Zélande. L'île de Nouvelle-Calédonie est rattachée à l'Australie entre le Permien et le Crétacé supérieur. Par ailleurs, il faut également ajouter que cette période de rifting est marquée par la formation de grabens au niveau de bassins situés pour la plupart sur les marges sud et est de l'Australie.

Cette phase est caractérisée par l'ouverture, sur un substratum de nature non encore déterminé (océanique, continentale, intermédiaire), des bassins de Tasmanie, de Middleton, de Nouvelle Calédonie et probablement des Loyauté.

II.1.3.3 La phase post-Crétacé (- 65 Ma)

L'accrétion océanique s'achève dans le bassin de Nouvelle Calédonie à la fin du Paléocène. Cette phase est caractérisée par un changement de direction du mouvement entre les plaques australienne et pacifique. Cette première étape donne lieu à l'ébauche de l'ouverture de la mer de Tasman qui se poursuit jusqu'à la fin du Paléocène.

Par ailleurs, les mouvements distensifs de la phase antérieure donnent place à un mouvement convergent. Le principal effet de cette convergence est l'obduction des ophiolites sur le bâti néocalédonien à l'Eocène supérieur. Ce charriage entraîne un affaissement relatif de l'île, suivi d'un

rééquilibrage isostatique qui provoque la surrection du bâti néo-calédonien. Un déséquilibre très net apparaît alors entre l'île et la lithosphère océanique plus profonde. Ces perturbations ont entraîné le démantèlement des péridotites déposées par la suite dans les bassins de Nouvelle-Calédonie et des Loyauté.

Pour l'étude actuelle, il semble important de s'intéresser plus en détail à des cycles géologiques plus récents tels que l'Oligo-Miocène et la période du Miocène à actuel.

II.1.3.4 La phase Oligo-Miocène

Après l'Eocène supérieur, une phase de surrection de l'île entraîne une régression du niveau marin marquée par une lacune Oligocène. Au Miocène inférieur, une nouvelle transgression marine affecte le bâti émergé et entraîne des accumulations détritiques qui freinent le développement des constructions récifales. Durant le Néogène, une succession de variation du niveau marin relatif et d'instabilité du bâti néo-calédonien soumis aux processus d'altération tropicales sont responsables de la formation des gisements de nickel.

II.1.3.5 La période du Miocène à l'actuel

Jusqu'au Miocène inférieur, la transgression marine a entraîné l'immersion partielle du bâti néo-calédonien. Toutefois, le mouvement inverse de surrection de l'île, a repris et s'est poursuivi jusqu'au Mio-Pliocène. Le cycle Pleistocène-Holocène est marqué par le développement du récif barrière actuel entrecoupé de phases de latences plus ou moins longues correspondant aux périodes d'émersions. Ces périodes d'émersion sont en étroite relation avec les grandes phases glaciaires de Riss et de Würm. Par la suite, le Pléistocène est principalement caractérisé par la surrection des récifs de Yaté, de l'île des Pins et des îles des Loyauté.

Depuis 2 Ma (Monzier, 1993 ; Lafoy et al, 1996), la collision de la ride des Loyautés avec l'arc des Nouvelles Hébrides provoque des déformations sédimentaires en limite des rides et des bassins, le morcellement de la ride des Loyautés et la surrection du bassin des Loyautés. A noter que la subduction de la plaque australienne sous l'arc des Nouvelles Hébrides se fait à une vitesse de l'ordre de 12 cm/an.

II.2 Complexe récifo-lagonaire du Sud-Ouest de la N.C.

II.2.1 Origine des lagons

Selon Coudray (1976), une succession de développements de récifs entrecoupés de régression du niveau marin est à l'origine de la morphologie lagonaire actuelle. Ces différentes étapes de formation récifale sont représentées à la figure 20.

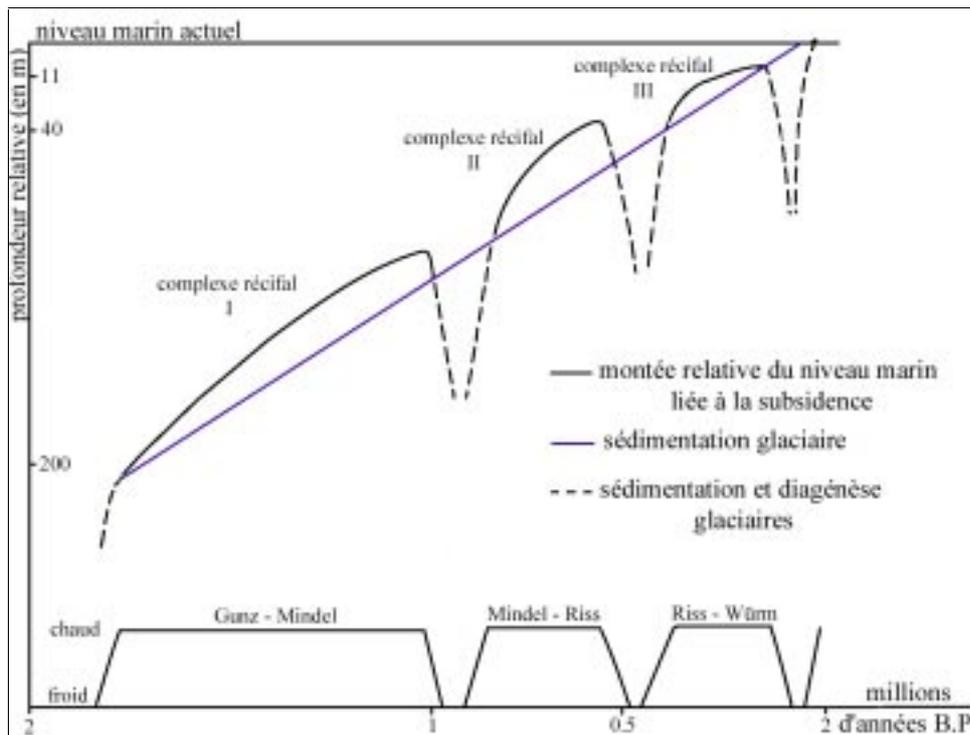


Figure 20 : Schéma du processus de formation du lagon de Nouvelle-Calédonie (modifié d'après Debenay, 1985).

En effet, une première régression correspondant à la glaciation de Gunz-Mindel entraîne l'érosion du récif frangeant, récif barrière actuel, jusqu'à - 105 m par rapport au niveau marin actuel. Une nouvelle étape de croissance de la couronne récifale se produit pendant l'interglaciaire de Mindel freinée également par une phase de glaciation datant du Riss, le niveau marin atteint alors 40 m en dessous du zéro actuel. Enfin, les récifs voient leur développement de nouveau stoppé par la glaciation de Würm, le niveau marin descend jusqu'à - 15 m.

Toutefois, à l'Holocène, le « zéro des mers » remonte pour atteindre + 1 à + 2 m au-dessus du niveau marin actuel vers 2000 ans B.P.. Les spécialistes s'opposent quant à l'explication de ce phénomène; certains optent pour une subsidence de la bordure de la plate-forme insulaire tels Coudray (1976,1977) et Fontes et al. (1977), d'autres préfèrent l'idée d'une surrection de l'île accompagnée de mouvements tectoniques engendrant des failles et flexures (Trescases, 1975; Latham, 1977; Guy, 1977).

II.2.2 Morphologie du lagon Sud-Ouest

Le lagon Sud-Ouest s'étend, du littoral vers la haute mer, sur 8 km dans la baie de Saint Vincent, d'une vingtaine de km en face de Nouméa et de 65 km maximum à la pointe du Grand Récif Sud. La profondeur moyenne du lagon est comprise entre 15 et 20 mètres. A l'exception des baies côtières, plus abritées et soumises aux apports terrigènes, qui présentent des environnements particuliers, le lagon Sud-Ouest peut se diviser en quatre unités (figure 21).

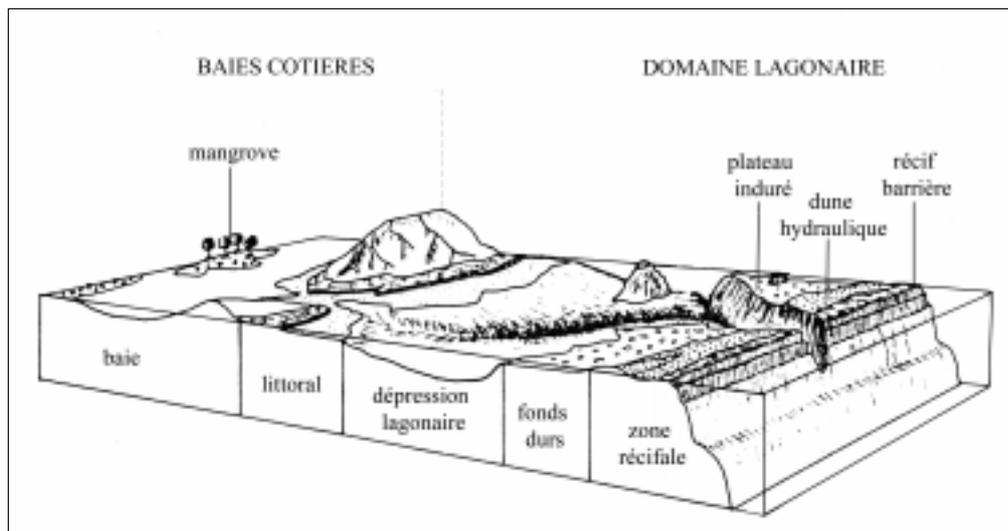


Figure 21 : Schéma représentant la morphologie générale du lagon (modifié d'après Debenay, 1985).

- *La barrière récifale* d'une largeur de 400 à 500 m. Elle joue un rôle de brise-lames car elle atténue l'effet de la houle et arrête le transit sédimentaire vers le large. Le platier constitue la partie centrale de la barrière, il est submergé de 1 à 3 m par les eaux à marée haute et peut être émergé à marée basse.

- *La dune hydraulique* est une zone sableuse de 5 à 10 m en pente douce vers le lagon. Elle se caractérise par une abondance de constructions coralliennes.

- *Les zones de fonds durs* de 13 à 20 m de profondeur sont constituées essentiellement de dalles gréseuses.

- *Le littoral* est généralement entouré d'une couronne récifale de type frangeant.

II.2.3 Hydrologie

De nombreux facteurs interviennent dans l'hydrodynamisme du lagon à savoir la houle, la marée, le vent, la densité.

Toutefois, seuls les courants liés au vent et à la marée sont étudiés par les chercheurs à l'heure actuelle car ce sont les paramètres les plus importants dans le lagon Sud-Ouest.

La première étude sur la circulation des courants dans cette zone a été réalisée par l'ORSTOM et la Flinders University of South Australia en 1975.

Plus récemment, une série de mesures a été effectuée par l'ORSTOM entre 1988 et 1990, complétée par des données du Service Hydrographique de la Marine. Des marégraphes, deux stations météo et des courantomètres ont donc été placés à des endroits stratégiques du lagon. La présentation des influences de la marée et du vent présentée dans les deux paragraphes suivants sont fortement inspirés des résultats de travaux effectués par P. Douillet (IRD, non publié).

II.2.3.1 Les courants liés à la marée

La marée est un phénomène permanent et important notamment dans l'analyse du transfert des particules au sein de la masse d'eau et dans l'interprétation sédimentologique.

D'après des analyses harmoniques et spectrales de la marée, les ondes de marée semi-diurnes apparaissent prépondérantes; en dehors des passes, seules les composantes M2 et S2 respectivement relatives à la lune et au soleil sont notables.

Du fait de ses caractères barotrope et cyclique, une simple représentation bidimensionnelle des courants engendrés par la marée suffit. La comparaison du modèle numérique avec les données « terrain » obtenues au cours des deux années montrent que l'amplitude et la phase de M2 croissent du Sud vers la Nord, il en est de même pour l'amplitude de S2. En revanche, la phase S2 se propage du Nord-Ouest vers le Sud-Est.

La masse d'eau pénètre dans le lagon par le Sud et s'échappe ensuite principalement par la passe située en face de Nouméa. Au Nord de la baie de Saint Vincent, la marée semble provenir essentiellement du large, elle rentre par les passes Nord; le lagon Sud-Ouest présente donc deux masses d'eau distinctes.

II.2.3.2 L'influence du vent sur la circulation des eaux du lagon Sud-Ouest

Par les relevés des deux stations météo marines, on observe que le vent a une vitesse moyenne de 10 m/s durant plus de la moitié de l'année et souffle dans une direction Sud-Est: ce sont les Alizés. Sa vitesse peut décroître jusqu'à 2 m/s pendant l'hiver austral, l'influence du vent devient alors négligeable par rapport à celle de la marée pendant cette période. Du fait de sa complexité, une représentation tridimensionnelle est nécessaire pour comprendre et mieux analyser la circulation des masses d'eau dues au vent.

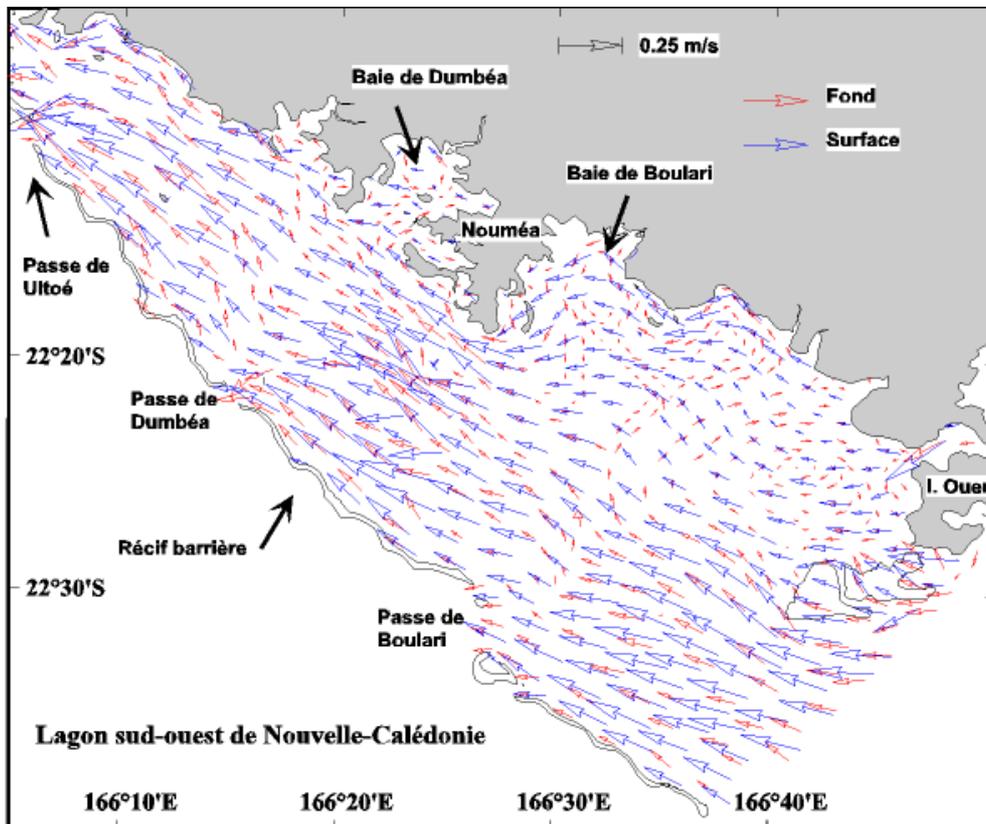


Figure 22 : Courants de surface et de fond induit par le vent.

Le courant de surface de direction sud-est/nord-ouest est largement influencé par la direction du vent et la géomorphologie du lagon.

Les plus faibles vitesses de courant de surface sont localisées au niveau des chenaux entre l'embouchure des fleuves, les passes et près des côtes. Le courant de fond est quant à lui beaucoup plus complexe mais de même direction que le courant de surface, il est intense entre le récif U et la barrière

récifale. Une cellule de convection se distingue nettement au Nord de l'île de Ouen et permet de compenser la perte d'eau de sub-surface engendrée par le vent. Par ailleurs, la masse d'eau provenant du Sud tourne vers la côte et se divise en deux parties, l'une alimentant la cellule de convection précitée et l'autre créant une petite cellule de convection au Sud de la presqu'île de Nouméa. Plus au nord, les courants sont relativement simples et résultent principalement de la géomorphologie du lagon.

II.2.4 Structure du lagon

La zone d'étude reste encore mal connue du point de vue structural. Aucune campagne de sismique n'a été réalisée dans cette partie du lagon Sud-Ouest. Toutefois, une interpolation des résultats d'une campagne sismique réalisée en 1980, entre Nouméa et l'île des Pins, permet d'avoir une idée générale des différentes unités caractéristiques. 680 km de profils de sismique réflexion continue, au boomer Edgerton de 1000 J de puissance, ont été tirés malgré les difficultés engendrées par la bathymétrie. Le positionnement par radiobalises permettait d'obtenir une précision de l'ordre de 50 m. Ainsi, trois grandes séquences sismiques ont pu être observées et datées par corrélation à des séquences d'âge estimé d'un carottage : *l'unité supérieure* d'une épaisseur de 15 m en général représente le fond actuel du lagon, elle date de l'holocène. *L'unité intermédiaire*, quant à elle, s'épaissit progressivement vers le large pour atteindre 30 m de dépôts correspondant probablement à l'interglaciaire Riss-Würm. Enfin, *l'unité basale ou substratum acoustique* est la séquence sédimentaire la plus profonde observée jusqu'à présent.

Par ailleurs, des prélèvements de sédiments dans la zone considérée ont permis d'avoir une idée sur la nature des fonds sous-marins du lagon. Coudray et Thomassin (1978-1979) ont mis en évidence la présence de fonds indurés ou «hardground» essentiellement colonisés par une communauté sessile et d'éponges encroûtantes ou simplement recouverts par une fine couche sédimentaire. A l'issue de cette campagne de prospection, quatre couches de fonds indurés numérotées de 1 à 4 ont été reconnues (figure 23).

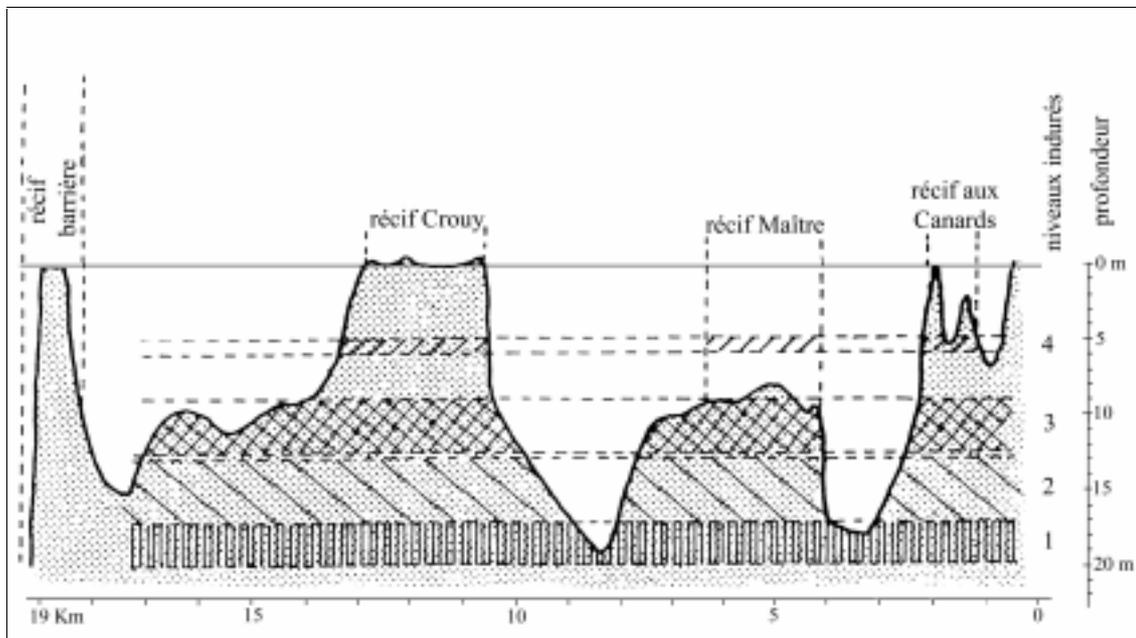


Figure 23 : Mise en évidence des fonds indurés dans le lagon Sud-Ouest.

Parmi les différentes études sédimentologiques réalisées sur le lagon sud-ouest, le travail effectué par Debenay (1985) s'avère important, d'une part dans le nombre effectif de prélèvements de sédiments mais également dans l'analyse et l'interprétation des données recueillies. 500 échantillons de sédiments ont été prélevés dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie à l'aide d'une benne de type Neyrpic, seule la partie supérieure du sédiment soit 5 mm a pu être conservée. Les résultats de l'étude sédimentologique se présentent sous différentes formes ; Debenay a non seulement mis en évidence la distribution des sédiments meubles selon leur texture mais également selon leur caractère granulométrique en considérant les variations texturales, les indices granulométriques (moyenne, médiane...). Il s'est aussi intéressé au pourcentage de lutites et de calcilutites.

Ainsi, des cartes sédimentologiques du lagon de Nouvelle-Calédonie au 1/50000 ont été réalisées par Dugas et Debenay en 1985. Elles sont au nombre de quatre et concerne les régions de la Tontouta, du Mont Dore, de Prony et surtout de Nouméa.

Les résultats présentés dans ce rapport concernent principalement la répartition des sédiments meubles selon leur couleur et leur granulométrie en raison des besoins de la campagne ZoNéCo 7 intéressants plus officiellement la région des abords de Nouméa entre les passes de Dumbéa et de Boulari.

Suite à ce travail, de nombreuses études complémentaires ont été effectuées dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Une étude de la sédimentation de cette partie du lagon a succédé aux travaux de Debenay (Chevillon ; 1985). Toutefois, sur de nombreux échantillons de sédiments prélevés à la benne Van Venn et à des pas réguliers, seuls 40 d'entre eux ont pu être analysés. De multiples problèmes ont engendré leur perte ou leur détérioration au cours de leur conditionnement à bord du bateau et de leur acheminement vers le centre d'analyse. L'étiquetage a été fait sur du papier « normal », or lors de l'affrètement par bateau (2 mois), l'humidité, la décomposition du sédiment... ont entraîné la détérioration du marquage. Il existe donc des lacunes de données qui gênent l'interprétation des résultats.

Néanmoins, ce travail a permis de diviser le lagon sud-ouest en quatre ensembles physiographiques, à savoir les lagons Sud et Nord Nouméa, le lagon de Uatio et le plateau de Kuta.

La région Sud (lagon de Uatio et plateau de Kuta), profonde de 20 à 55 m, est marquée par des sédiments d'origine essentiellement biogène tels que les foraminifères et des Halimedes dans des zones localisées.

La région Nord correspondant au région Nord et Sud Nouméa se présente globalement comme un milieu protégé et réducteur sous l'interface eau-sédiment. Dans le lagon Nord Nouméa, profond de 10 à 30 m maximum, la fraction fine d'origine biogène et dont les principaux constituants sont les mollusques couvre une vaste surface; en revanche, le lagon Sud présente un plus fort taux de sédiments d'origine terrigène en raison de sa proximité à la côte et l'absence de baies côtières. En dehors de ces zones sous influence continentale, les sédiments sont des sables fins bien triés.

Par ailleurs, 35 stations de prélèvements à la benne et par des plongeurs lors d'une campagne de reconnaissance du macrobenthos du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie (Chardy, Chevillon, Clavier, 1988) ont permis de mettre en évidence trois types de sédiments caractéristiques (fonds vaseux, fonds de sables gris, fonds de sables blancs). Le groupe des scléactinaires vivants et libres indiquent la présence de sable gris. Les décapodes, polychètes, crustacés et échinodermes se situent dans les zones de vases, elles-mêmes localisées dans les baies, les dépressions et les vallées sous-marine du lagon. Les gastéropodes, aux céphalocordés et polychètes, se situent principalement en arrière des zones récifales caractérisées par des fonds de sable blancs.

Dans le cadre du programme « lagon » de l'ORSTOM (1984-1994), 1275 prélèvements de sédiments ont été réalisés dans l'ensemble des lagons de Nouvelle-Calédonie; les prélèvements dans le lagon sud-ouest sont estimés à environ 580. Toutefois, les données et les résultats sont actuellement indisponibles car leur analyse n'a pas encore été effectuée dans son intégralité.

Enfin, en 1998, un total de 52 prélèvements de sédiments à la benne Van Venn a été effectué en baie de Sainte Marie située à l'Est de la presqu'île de Nouméa afin de réaliser une vérité-terrain avec les données obtenues par le sondeur hydro-acoustique, le RoxAnn. Il en résulte une forte hétérogénéité des fonds à dominante sableuse.

Date	Auteurs	Lieu d'étude	Résultats
1985	Debenay	Lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie	Réalisation de quatre cartes sédimentologiques au 1/50000
	Chevillon		Observation de quatre ensembles physiographiques
1988	Chardy, Chevillon, Clavier		Mise en évidence de trois types de sédiments (fonds vaseux, fonds de sable gris, fonds de sables blancs)
	Calmon	Baie Sainte Marie	Hétérogénéité des fonds à tendance sableuse
1984 – 1994	Programme « lagon »	Ensemble des lagons de Nouvelle-Calédonie	Pas de résultats car l'analyse des prélèvements de sédiments n'est pas achevée

Tableau 6 : Tableau récapitulatif relatif à la sédimentologie des lagons de Nouvelle-Calédonie.

II.3.1.2 Résumé du travail de Debenay sur la sédimentation dans le lagon Sud-ouest

Il semble intéressant de mettre en évidence la répartition des sédiments selon leur couleur et leur texture d'une part pour observer plus aisément leur relation avec les apports terrigènes. D'autre part, leur répartition granulométrique est témoin de l'action de l'hydrodynamisme local et régional.

II.3.1.2.1 Présentation rapide de l'analyse sédimentologique

Tout d'abord, les particularités et la couleur du sédiment ont été relevées puis l'analyse granulométrique a été effectuée sur 50 à 250 g de sédiment suivant la taille et la répartition des grains. La méthode d'analyse utilisée est celle du tamisage par voie humide sur une colonne de tamis de mailles : 20 mm – 2 mm – 0,5 mm – 0,25 mm – 0,125 mm – 0,063 mm (normes AFNOR, série de raison $10^{\sqrt{10}}$). Les refus sont ensuite pesés et séchés à 110°.

La réalisation des cartes sédimentologiques s'appuie sur les coupures préconisées par le B.R.G.M. (1970) :

- 1 - cailloutis et gros débris organogènes20 mm
- graviers2 mm
- 2 - sables moyens et grossiers0,5 mm
- sables fins0,063 mm
- 3 - lutites

L'indice de répartition considéré dans ce rapport est la médiane $Md\gamma$ (Phi Median Diameter) telle que $Md\gamma = \gamma 50$.

II.3.1.2.2 Selon la texture

La classification des sédiments est basée sur les graviers, sables et ratio sable/vase.

La carte représentée sur la figure 25 permet de distinguer trois grandes divisions caractéristiques: une zone rouge-ocre, une zone à dominante grise et une zone blanche.

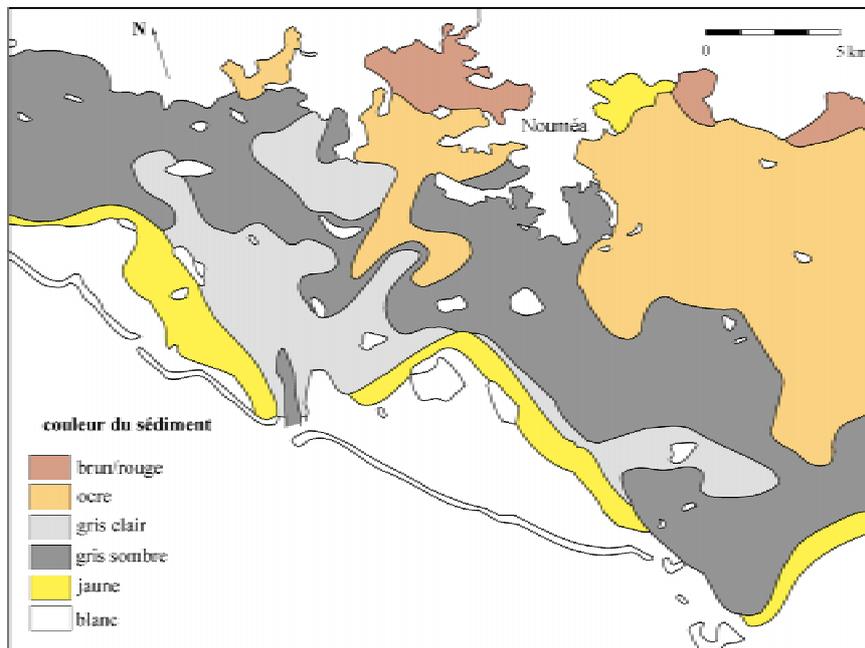


Figure 25 : Carte de la répartition des sédiments selon leur couleur (modifié d'après Debenay, 1985 et Dugas et Debenay, 1985).

L'oxyde de fer transporté par les rivières se dépose abondamment à l'embouchure des fleuves, ce qui explique la couleur rouge des sédiments. Sa concentration diminue progressivement vers le

large, leur couleur devient alors ocre. En arrière du récif barrière, le milieu oxydant et l'absence d'apports terrigènes entraînent une décoloration des sédiments d'où le terme de « fonds blancs ».

II.3.1.2.3 Selon les indices granulométriques

Dans la région du lagon sud-ouest étudiée, il existe quatre principales populations de sédiments réparties suivant leur taille moyenne. Cette répartition est perpendiculaire au trait de côte de l'île et à la barrière récifale (figure 26).

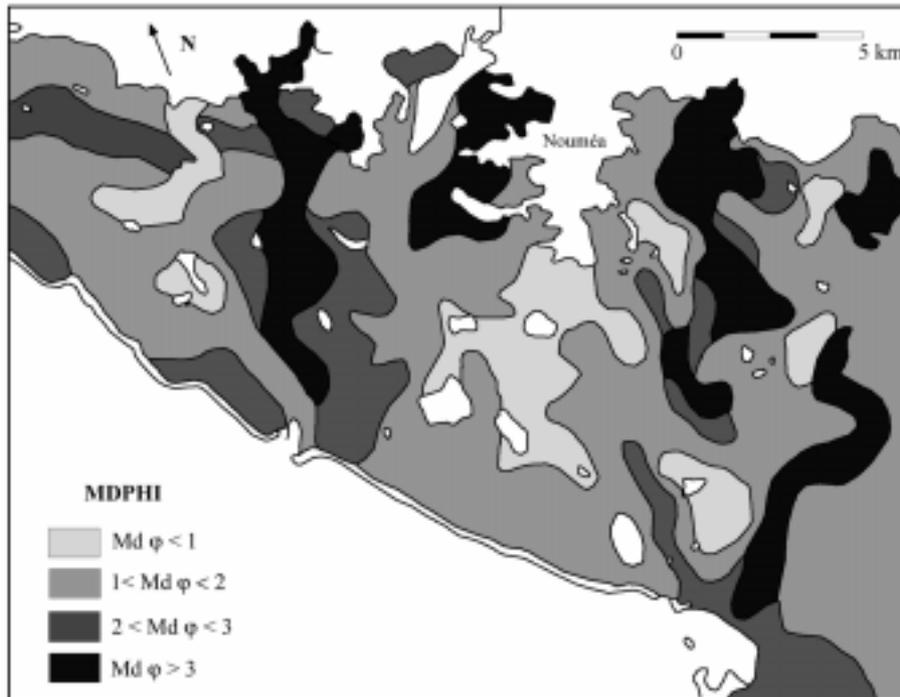


Figure 26 : Carte de la répartition des sédiments selon les paramètres granulométriques (modifié d'après Dugas et Debenay, 1982 et Debenay, 1985).

Les sédiments les plus fins (<0,125 mm), les lutites, sont canalisés et concentrés au niveau des vallées sous-marines. Cette concentration est liée à la bathymétrie et/ou à la présence de courant de turbidité. Les sédiments fins, entre 0,125 mm et 0,25 mm, se trouvent essentiellement entre les baies côtières et les passes. L'origine de ces sédiments est essentiellement continentale. Des sédiments plus grossiers de taille moyenne supérieure à 0,5 mm, de type gravier ou gravier sableux, se situent en général vers les zones d'arrière récif où les apports bioclastes sont dominants et l'influence de la houle trop forte pour un dépôt de sédiments fins. Ils se trouvent également dans des zones de directions perpendiculaires au littoral à cause des avancées côtières et des interfluves sous-marins. Des sédiments moyens compris entre 0,25 mm et 0,5 mm occupent le reste de la plaine lagunaire. Il s'agit pour l'essentiel de sable graveleux ou graveleu-vaseux. Ils se répartissent suivant l'axe Nord-Sud, oblique à la côte, à cause de l'action des courants de marée.

II.3.2 Analyse de la carte bathymétrique monofaisceau

Les données bathymétriques acquises au large de la Nouvelle-Calédonie ont permis au SHOM (Service Hydrographique de la Marine) de réaliser la carte, n° 6687, au 1/59600. Publiée en 1985, elle concerne les «abords de Nouméa » et plus particulièrement la zone comprise entre les passes de Dumbéa, au Nord et de Boulari, au Sud, situées, toutes deux, à l'Ouest de la Grande Terre.

L'ensemble morphologique constitué de la Grande-Terre (île de Nouvelle-Calédonie) et des récifs émergents, îlots et îles, s'allonge selon un axe nord-ouest/sud-est.

On distingue :

- La zone lagonaire située entre les passes de Dumbéa et de Boulari d'une superficie de 510 km² environ et dont la morphologie s'avère complexe en raison d'une certaine variabilité longitudinale et transversale ponctuée par de nombreux récifs émergés.

- La zone littorale, quant à elle, présente une côte irrégulière et très découpée.

De l'ouest vers l'est et du large à la côte, apparaît le récif barrière, émergent à marée basse, constitué par les récifs Mbere au nord, le Grand Récif Abore au centre et le récif Kué plus au sud. Cette couronne récifale d'axe nord-ouest/sud-est est discontinue et interrompue par deux vallées sous-marines qui entaillent le lagon externe, les passes de Dumbéa et de Boulari. La barrière principale est marquée par le récif externe et détermine la limite physique entre le lagon externe et le lagon interne.

Le lagon externe se situe dans l'allongement de la presqu'île de Nouméa et parallèlement aux différentes structures morphologiques d'axe principal nord-ouest/sud-est. La morphologie complexe est dominée par deux dépressions. Ces sortes de cuvettes situées de part et d'autre de la presqu'île de Nouméa correspondent à un prolongement vers l'Ouest des baies de la Dumbéa au sud et de Boulari au nord. Le lagon externe comprend de l'ouest vers l'est une ride nord-ouest/sud-est formée de récifs émergents bordant l'arrière récif à l'est. Cette ride récifale, large d'environ 2 miles soit à peu près 4 km, est constituée par l'alignement d'îlots : les îlots Mbo et Mbé Kouen au nord, l'îlot Te Ndu, les îles Ngé et de Crouy, l'îlot aux Goëlands, les récifs Snark au centre puis les quatre bancs de l'ouest et l'île Amédeé au sud. Cette ride est bordée à ses extrémités nord-ouest et sud-est par les canyons sous-marins correspondant à la partie amont des passes de Dumbéa et de Boulari.

Par ailleurs, parallèlement à cette ride, existent également des reliefs émergés ponctuels constitués du nord-ouest vers le sud-est par l'îlot Ndué, la basse Kaiu, l'îlot Maître face à Nouméa et des quatre bancs du Nord.

La région située au Nord de Nouméa correspond principalement aux baies Maa et de la Dumbéa et à la zone du lagon interne. Elle présente une dépression en son milieu dont la profondeur moyenne atteint une trentaine de mètres, ses bordures étant profondes d'environ une vingtaine de mètres. Elle se prolonge à l'ouest par un canyon sous-marin, structuré par des directions nord-sud et est-ouest, qui entaille le récif barrière, plus à l'ouest, au niveau de la passe de Dumbéa et dont la profondeur atteint 40 m environ.

La région Sud, quant à elle, s'étend des baies de Sainte Marie et de Boulari au récif barrière. Elle est marquée par une dépression de la côte vers le large, la profondeur atteint 30 mètres environ au sud de cette zone et une vingtaine de mètres en son sommet. Elle présente un léger pendage vers le sud-ouest. Le canyon sous-marin de direction générale sud-ouest/nord-est mais doté d'un diverticule nord orienté nord-sud; en effet, il se divise en deux branches, l'une est relativement étroite et se situe dans l'axe d'allongement de la presqu'île de Nouméa, l'autre est plus important et est perpendiculaire à la barrière récifale. Ce canyon entaille à l'ouest le récif barrière au niveau de la passe de Boulari.

Le lagon interne, quant à lui, couvre un domaine relativement peu profond formé par les indentations présentes le long des côtes dont les baies côtières du nord-ouest vers le sud-est (Port Laguerre, Maa, Dumbéa, Sainte Marie, Boulari)

Chapitre III : Analyse des méthodes et des données

III.1 Validité des mesures

Pour tous les sondages bathymétriques, la validité des mesures dépend du matériel déployé et des conditions de mise en œuvre.

Le fond ne se présente pas comme une surface réfléchissante parfaite pour les ondes sonores ; il existe de nombreux facteurs (pente, roulis, tangage, ...) occasionnant des phénomènes parasites lors de l'acquisition des données. Par ailleurs, l'océan est un milieu stratifié et la colonne d'eau est hétérogène : masses d'eau de température et de salinité différentes, particules en suspension, présence de bancs de poissons... Ainsi, le faisceau sonore incident ou réfléchi par le fond subit des changements de géométrie et d'intensité à ne pas négliger ; parasites reçus par le transducteur. Pour obtenir une bathymétrie fine, c'est à dire une profondeur précise à un instant donné des corrections doivent être appliquées pour palier à ces problèmes.

Le sondage hydrographique se voulant précis, il a été nécessaire de tenir compte de la vitesse du son dans la colonne d'eau. Pour ce faire, une sonde CTD (Conductivity-Temperature-Depth) mesurant la conductivité, la température et la profondeur, a été utilisée afin d'établir un graphe de la vitesse du son en fonction de la profondeur d'eau. Par ailleurs, la surface de la mer est en évolution constante à cause des phénomènes ondulatoires (houle, marée, vagues). Pour des périodes longues telles que la marée, le niveau de référence des sondes correspond au niveau hydrographique. Ainsi, il est facile de corriger les influences de la marée sur le niveau de la mer grâce à des représentations graphiques des cycles de la marée établies à partir de l'agenda des marées (le port de référence étant Nouméa dans notre cas). Le logiciel Win6042 permet d'obtenir facilement une correction de marée. En effet, il suffit de connaître les paramètres essentiels du cycle de marée à savoir les constituants harmoniques du port considéré, les prédictions du jour même et du jour suivant, le niveau moyen, la date. En incluant ces différentes informations dans le programme *Harmonic Prediction* on réalise un fichier de correction de marée « .TID » (Tide Correction File) puis un graphe relatif en cliquant sur *Graph File*.

La houle et les vagues, quant à elles, sont à l'origine des phénomènes de roulis et de tangage du bateau. Les corrections sont établies lors de la calibration du système explicitée en détail au chapitre I, paragraphe I.3.5.

La technologie du système SeaBat 8101 est performante, le sondeur déduit les inclinaisons des voies par rapport à la verticale, il est capable de corriger automatiquement les phénomènes ondulatoires, les phénomènes de roulis, de tangage, ... Les résultats obtenus sont donc très précis et corrects, il n'y a pas eu de problèmes particuliers liés au fonctionnement du sondeur multifaisceaux SeaBat 8101.

Les problèmes majeurs rencontrés lors de la mission ZoNéCo 7 proviennent essentiellement du système de radio positionnement et de l'installation de la sismique réflexion (flûte acoustique et source sonore) à bord du Dawa.

Il a été difficile d'obtenir une navigation et un positionnement précis en raison de nombreux problèmes techniques propres au bon fonctionnement du DGPS (Differential Global Positioning System). Les corrections différentielles émises par l'antenne GPS située sur le tour OPT n'étaient pas toujours disponibles. Du fait de son angle d'ouverture relativement restreint (70°), le bâtiment n'était pas toujours contenu dans le champ de corrections différentielles et cet inconvénient était d'autant plus important par temps nuageux et de brouillard. Lorsque les corrections émises par l'antenne ne parvenaient pas à la balise réceptrice placée sur le Dawa, les diodes électroluminescentes (LED) ne clignotaient plus. Ces diodes sont placées sur le côté du réceptacle de la radio RFM96W. En effet, lorsque cette LED clignote de façon régulière et intense, les corrections différentielles sont reçues et intégrées par le récepteur terminal GPS. Toutefois, d'autres difficultés techniques ont fait suite à ce problème notamment un problème de connexion entre les fils du câble de la balise réceptrice située sur la tour OPT. Il a donc fallu couper la longueur du câble portant le faux contact pour palier à ce défaut.

Par ailleurs, il a été également nécessaire de relancer le récepteur GPS situé sur la tour OPT à cause du décalage d'horloge existant entre les deux récepteurs GPS.

Après toutes ces opérations, le radio positionnement s'est avéré correct.

Les données sismique réflexion, quant à elles, sont essentiellement perturbées par les bruits extérieurs dus au clapot et aux bruits du moteur. Afin de minimiser ce bruit et d'obtenir une qualité d'information optimale, un bambou long d'une dizaine de mètres a servi de support pour tracter la flûte et la source sonore. Le bambou a été placé sur le pont du Dawa perpendiculairement à son axe de manière à le laisser dépasser de 3-4 mètres sur le côté bâbord. Cette installation est rudimentaire mais toutefois efficace pour neutraliser les facteurs gênant à la bonne acquisition des données.

Outre ce problème d'installation de la flûte acoustique et du transducteur, une autre difficulté majeure en sismique réflexion réside dans l'acquisition des données. Elle nécessite une vigilance et une précaution toutes particulières ; l'enregistrement étant analogique, chaque top et entre top est marqué manuellement sur le papier sec. Par ailleurs, le marquage se fait par l'intermédiaire d'un stylet en forme de ceinture. Or, les languettes de claquages sont très fragiles et cassent facilement à cause de la vitesse du roulement de la ceinture relativement importante (plus la cadence de tirs est élevée, plus grande est la vitesse de défilement du stylet).

III.2 Intégration des données

La SOPAC a fourni l'ensemble des données collectées lors de la campagne ZoNéCo 7. Il s'agit du trait de côte et des récifs issus de la carte bathymétrique du SHOM n° 6687, des fichiers de navigation correspondant à la position des tops sismiques par journée de prospection, de la grille bathymétrique issue du traitement des données du sondeur multifaisceaux. Tout le travail de cartographie a été effectué sous le Système d'Information Géographique (SIG) Arcview. Il sera intégré dans les banques de données de bathymétrie et de campagnes de la Structure de Gestion et de Valorisation Locale (SGVL) du programme ZoNéCo.

III.2.1 Réalisation du plan de position (figure 27)

La création du plan de position consiste en la juxtaposition des 10 profils longitudinaux et transverses sous Arcview. Ils sont nommés de façon à reconnaître la date de leur réalisation : sp11th, sp14th, sp16th, sp17th, sp21st, sp22nd, sp23rd, sp24th, sp25th. Ces fichiers ont été transmis par la SOPAC au format MapInfo avec les cinq extensions spécifiques du logiciel : « .TAB », « .ID », « .MAP », « .DXF », « .DAT ». Il a fallu convertir ces fichiers au format shape « .shp » de Arcview grâce à un programme de conversion de formats (**MIF To Shape**). Ce programme se lit dans une fenêtre émulant l'environnement DOS. Le logiciel MapInfo permet de définir un point représentatif d'un top avec un attribut associé (numéro du top). Le passage de MapInfo à Arcview entraîne la création de deux thèmes (point et numéro de top positionnés en latitude et longitude) pour un même top. La formation de ces deux thèmes engendre la superposition de deux couches de données pour obtenir à la fois le point et son attribut. Afin de ne pas trop surcharger le plan de position, les tops ont été numérotés de 10 en 10.

Le mode opératoire pour créer le plan de position est identique pour la réalisation des cartes bathymétrique et isochrone. Dans le logiciel Arcview, il faut cliquer dans le menu *Vue* puis *Ajouter un thème*. Une fenêtre apparaît, il suffit de choisir le ou les thèmes souhaités. Dans la fenêtre *Vue*, en cliquant sur les différents thèmes, les profils, les isobathes, le trait de côte... on crée peu à peu la carte désirée.

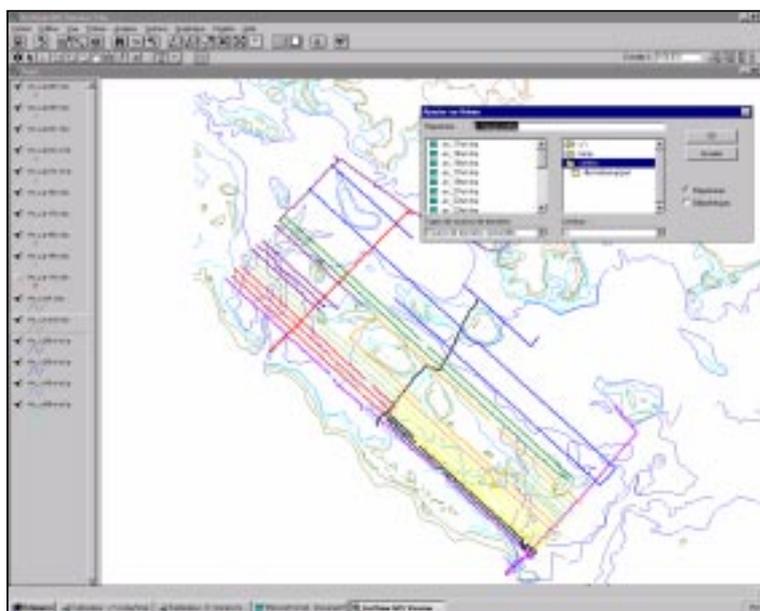


Figure 28 : Fenêtre de vue du logiciel Arcview.

Il faut également préciser la projection, l'ellipsoïde utilisé, l'échelle de représentation... Lorsque la carte affichée dans la fenêtre *Vue* répond à la demande, il faut cliquer sur le menu *Vue*, puis *Mise en page* pour accéder à la mise en page. Ensuite, il faut modifier, ajouter et supprimer les différentes options : échelle, légende, graphique, titre, les paramètres de mise en page (taille des lettres, marges adoptées, orientation du papier...).

III.2.2 Réalisation de la carte bathymétrique

Les données relatives à la bathymétrie sont présentées sous forme d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) : c'est une grille dont la taille des pixels est de 10 ou 20 m dans notre cas. Chaque pixel possède une valeur de profondeur z . Un fichier ASCII de points issus du MNT envoyé par la SOPAC a été importé sous ArcInfo pour obtenir une couverture de points. Cette couverture de points a été utilisée pour créer des MNT bathymétriques avec ou sans interpolation, et à des pas différents (figure ? et ?). L'opération suivante a été d'intégrer ces MNT sous Arcview, il suffit de charger l'extension *Spatial Analyst* qui permet de lire les grilles ArcInfo.

La carte bathymétrique présentée dans ce rapport (figure 29) provient d'une grille au pas de 20 mètres avec une interpolation de 20 pixels soit 400 mètres. Les étapes de réalisation de cette carte sont analogues au mode opératoire explicité dans le paragraphe précédent.

III.2.3 Réalisation de la carte isochrone du socle acoustique (figure 30)

Nous définirons le socle acoustique comme défini par le réflecteur marquant la limite de pénétration des ondes sonores.

Le socle acoustique n'est pas toujours visible, plusieurs explications peuvent être notées dans notre cas.

Il peut arriver également que le multiple du fond soit confondu avec le réflecteur du socle acoustique. La source utilisée d'une fréquence de 400 Hz n'est peut être pas assez puissante pour permettre à l'onde sonore de se propager jusqu'à sa limite de pénétration. Le bruit est un paramètre très important et très gênant pour l'interprétation des profils, certaines parties de profils sont inexploitable.

La carte isochrone permet la représentation spatiale du socle acoustique. Les profondeurs du réflecteur du socle acoustique, en millisecondes temps double sont comprises dans un intervalle de valeurs de 20 à 110 ms td.

La réalisation de la carte isochrone se résume en deux étapes principales : une analyse des profils sismique et un travail informatique.

L'analyse des profils sismiques consiste à suivre le réflecteur représentant le socle acoustique et de vérifier ensuite la validité de cette première opération. Le travail de validation se fait grâce aux croisements entre profils, repérés en latitude et longitude sur le plan de position. A une intersection de deux profils, la position du réflecteur considéré doit être identique pour attester d'un travail correct ; après avoir vérifié chaque recoupement, il a fallu mesurer la profondeur du réflecteur du socle acoustique, en millisecondes temps double (ms td). La surface de l'eau sert de surface de référence pour les mesures.

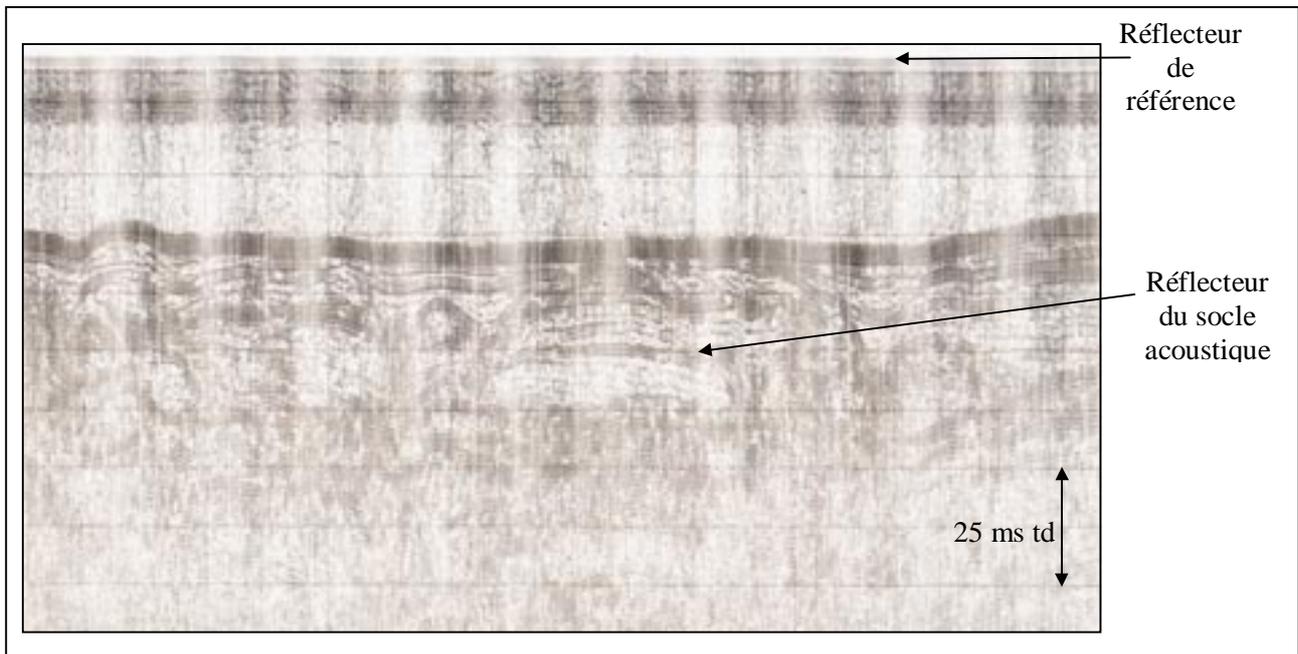


Figure 31 : Exemple de profils sismique obtenus lors de la mission.

La seconde étape pour la création de la carte isochrone est l'intégration de ces mesures de profondeur, ms td, sous Arcview. La première opération a consisté à renseigner un attribut « mstd » pour chaque point. Chaque point renseigné correspond à un top sismique sur lequel le réflecteur du socle acoustique est visible. Il s'agit d'éditer la table associée à chaque jour de levé. Pour ce faire, il faut faire apparaître la fenêtre *Table*, puis en cliquant sur l'icône *Mise à jour*, il faut appliquer les changements nécessaires (création d'un attribut, renseignement pour les tops utiles...) et cliquer ensuite sur l'icône *Fin de mise à jour* pour les enregistrer.

Ce travail permet de créer un MNT du socle acoustique par interpolation des valeurs de profondeurs, en ms td, du socle acoustique. Les tops sans données, c'est à dire sur lesquels le réflecteur du socle acoustique n'est pas visible, n'ont pas d'attributs « mstd » et ne sont donc pas pris en compte pour la réalisation de la grille. Ceci explique les zones neutres. L'algorithme d'interpolation est proche de celui utilisé pour la bathymétrie.

III.3 Analyse des cartes bathymétrique et isochrone

III.3.1 Interprétation de la carte bathymétrique

Les données recueillies par le sondeur SeaBat 8101 acquises lors de la campagne ZoNéCo 7 ont permis de réaliser une carte de bathymétrie du lagon Sud-Ouest (zone comprise entre les passes de Dumbéa et de Boulari). Cette carte issue du système géodésique WGS 84 dont la projection est Universal Transverse Mercator, fuseau 58 (UTM, fuseau 58) a été restituée au 1/175 000.

Le levé a couvert, du nord au sud, une zone comprise de la passe de Dumbéa au bras nord de la passe de Boulari ; et de l'ouest vers l'est, la portion de lagon située entre l'arrière récif (Grand Récif Aboré) et la bordure orientale de la ride récifale formée par les îlots Seiche-Croissant et Maître.

Du nord vers le Sud, les principaux traits morphologiques représentés sont :

- la passe de Dumbéa de morphologie sigmoïde en raison de ses directions successives Nord-Sud et WSW-ENE. Dans sa partie aval, au niveau de l'arrière récif, l'axe bathymétrique de la passe est décalé en senestre le long d'un accident de direction sub-méridienne,

- la ride constituée des îlots Signal (Te Ndu) et Snark, orientée NW-SE. La bordure occidentale de cette structure est soulignée par des directions, NS à hauteurs de l'îlot Signal, NE-SW entre Larégnère et Crouy, et N125° entre Crouy et Snark. Le flanc oriental de cette ride est caractérisée par une direction NE-SW,

- le bras nord de la passe de Boulari, dont la partie aval, de direction N-S marquée, s'approfondit vers l'ouest. Dans sa partie amont, au nord de 22°25S, la branche nord de la passe s'oriente NW-SE. Ce changement de direction se produit le long d'un accident NE-SW qui borde le flanc sud de l'îlot Snark et qui se prolonge vers le nord-est

- la dépression située au sud de la presqu'île de Nouméa, dont seule la partie sud-occidentale a été cartographiée, est caractérisée par un approfondissement vers le sud-est au sud des Quatre Bacs de l'Ouest, le long d'une direction NW-SE.

III.3.2 Analyse de la carte isochrone

La carte isochrone résulte de l'analyse des profils sismique (Lafoy et al, en cours de préparation) et plus particulièrement des mesures de la profondeur du réflecteur du socle acoustique (en millisecondes temps-double), limite de pénétration des ondes sonores. La carte isochrone concerne la partie du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie comprise entre les passes de Dumbéa et de Boulari.

La particularité majeure de cette carte isochrone est le manque d'information dans la partie occidentale, arrière récif, de l'alignement nord-est/sud-ouest des îles Ngé et de Crouy, l'îlot aux Goélants et les récifs Snark. Cette absence de données s'explique par la présence du multiple très près du réflecteur du fond.

On distinguera :

- deux régions, au nord et au sud de la presqu'île de Nouméa, où le socle acoustique est profond. Il atteint en moyenne 65-70 ms td. Ces deux zones correspondent aux deux dépressions notées sur la carte bathymétrique.

- une partie centrale où le socle acoustique est proche du fond.

La région centrale correspond à une séparation entre les deux régions nord/sud, le socle acoustique n'est visible que sur très peu de profils. La partie Est de l'alignement est peu accidentée, elle se traduit

par une remontée du socle acoustique dont la profondeur avoisine 20 à 35 ms td. Il faut noter le prolongement de la presqu'île de Nouméa par une ride en mer, l'épaisseur de sédiments est moindre ; ce qui explique la présence du socle acoustique vers 35-45 ms td.

Dans la région Nord, le socle acoustique dessine une poche dans laquelle se dépose une épaisse couche de sédiments, il atteint en moyenne 55-65 ms td. La poche sédimentaire est localisée au niveau des dépressions visibles en surface, situées dans la Passe de Dumbéa où le socle atteint 110 ms td. La direction structurale profonde du chenal relatif à la passe de Dumbéa est parallèle à celle de la passe actuelle.

Dans la région Sud, l'ensemble structural profond d'une soixantaine de mètres, de direction Sud/Nord-Est est parallèle au diverticule nord de la passe principale de Boulari. Au Sud de l'alignement du récif Tabu et de l'île Amédée, le socle acoustique s'approfondit à 65-75 ms td. Cet approfondissement marque le début du chenal principal de Boulari. Dans la cuvette située au Sud de la presqu'île de Nouméa sur la bordure ouest de l'alignement de Seiche-Croissant et de l'îlot Maître, le socle acoustique s'approfondit vers 50 ms td dans une direction Sud-ouest. Au Sud des Quatres Bancs du Nord, il existe un début d'approfondissement du socle vers 65-75 ms td de direction Est-Ouest ; ce qui confirme les travaux antérieurs de Dugas et al, 1980.

Conclusion

Les données recueillies lors de la campagne ZoNéCo 7 ont permis à partir de leur analyse et leur interprétation, la réalisation de cartes :

- la carte bathymétrique fournit de plus amples renseignements sur le relief sous-marin. Ces informations sont complémentaires à celles de la carte du SHOM n°6687.

- la carte isochrone permet d'obtenir des précisions sur l'épaisseur des séries sédimentaires présentes sous la surface du fond marin, de prolonger en mer certaines des directions structurales marquées à terre, et de préciser l'histoire de l'évolution du lagon et de sa dynamique sédimentaire.

La campagne ZoNéCo 7 constitue un préalable à la réalisation de futures campagnes de sondages (carottages) destinées à préciser les caractéristiques sédimentologiques et géotechniques des formations du lagon de Nouvelle-Calédonie.

Réaliser le stage de fin d'études au sein du programme ZoNéCo 7 a été une expérience bénéfique à tout point de vue : professionnel et humain.

J'ai eu l'occasion de participer à l'élaboration d'une campagne en mer, de connaître les conditions de travail à bord d'un bateau, de manipuler du matériel de prospection et leur logiciels : le sondeur multifaisceaux SeaBat 8101, la sismique réflexion petit-fond employés lors de cette mission, mais également le système RoxAnn utilisé par l'IRD (annexe 3).

Je me suis également d'avantage familiarisée à l'utilisation de l'outil informatique ; pour intégrer ces données et pour la réalisation de cartes, il a fallu faire appel au Système d'Information Géographique (SIG), Arcview.

J'ai eu également l'opportunité de travailler avec plusieurs organismes: la SOPAC, le SMAI, le Service des Mines et de l'Energie et l'IRD.

Il m'a été également très agréable de faire ce stage en Nouvelle-calédonie ; j'ai eu de nombreuses occasions de découvrir cette île, ses habitants et leur coutume. Ce fut une expérience très enrichissante humainement !

Bibliographie

A

- Aitchison J.C., Clarke G.L., Meffre S. et Cluzel D., 1995. Eocene arc continent collision in New-Caledonia and implications for regional Southwest Pacific tectonic evolution. *Geology*, 23, 2, 161-164 pp.
- Aitchison J., et Cluzel D., Clarke G., 1995b. Northern New Caledonia high-pressure metamorphic core complexe from continental subduction to extensional exhumation. *Pacrim'95 Congress, Proceedings vol.*, 129-134 pp.
- Aitchison J.C., Cluzel D., Picard C., Lapotre C., Meffre S. et Parat F., 1997. La nappe de poya (ex-formation des Basaltes) de Nouvelle-Calédonie (Pacifique Sud-Ouest) : un plateau océanique Campanien-Paléocène supérieur obducté à l'Eocène supérieur. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 324, série IIa, 443-451 pp.
- Allègre C.J., Auboin J. et Mattauer M., 1977. La couronne ophiolitique périaustralienne : un charriage océanique représentatif des stades précoces de l'évolution alpine. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 285, série D, 953-956 pp.
- Andreieff P., Paris J.P. et Coudray J., 1979. Sur l'âge Eocène supérieur de la mise en place de la nappe ophiolitique de Nouvelle-Calédonie, une unité du charriage océanique périaustralien, déduit d'observations nouvelles sur la série de Népoui. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 288, série D, 1659-1661 pp.
- Auboin J., Mattauer M. et Allègre C.J., 1977. La couronne ophiolitique périaustralienne : un charriage océanique représentatif des stades précoces de l'évolution alpine. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 285, série D, 953-956 pp.
- Auzende J.-M., Grandperrin R., Hénin C., Lafoy Y., Van de Beuque S. et Le Visage C., 1997a. ZoNéCo programme : evaluation of the living and non-living resources of the New Caledonia Economic Zone. *S. Pac. J. Nat. Sci.*, 15, 126-143 pp.
- Avias J. et Coudray J., 1967. Premiers enseignements apportés par un forage réalisé dans le récif barrière de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 265, série D, 1867-1869 pp.

B

- 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 ORSTOM Nouméa (Ed), Contribution à l'étude Géodynamique du Sud-Ouest Pacifique, *Trav. Doc. ORSTOM*, 147, 505-539 pp.
- Burne R.V., Collot J.Y. et Daniel J. et 1985. Recent tectonics associated with the subduction/collision of the d'Entrecasteaux zone in the Central New Hebrides. *Tectonophysics*, 112, 325-356 pp.

C

- Cabioch G., Join Y., Ihilly C., Laurent J.-L. et Utramada D., 1995. Forages carottés sur l'îlot du phare Amédée (octobre-novembre 1995). Rapport de mission, Sciences de la Terre, Géologie-Géophysique, Centre de Nouméa, 33, 14 pp.
- Calmon O., 1998. Utilisation du système RoxAnn dans la cartographie des fonds d'une baie en milieu lagunaire. Rapport de fin d'études DESS, université de Bordeaux I, 50 pp.
- Carney J.N. et Macfarlane A., 1982. Geological evidence bearing on the Miocene to Recent structural evolution of the New Hebrides arc. *Tectonophysics*, 87, 147-175 pp.

- Cassard D., Prinzhofer A., Nicolas A., Moutte J., Leblanc M., Paris J.P. et Rabinovitch M., 1980. Structures in the New Caledonia peridotites-gabbros: implications for oceanic mantle and crust. *Tectonophysics*, 69, 85-112 pp.
- Chevalier J.P., 1973. Coral reefs of New Caledonia. *In* : O.A. Jones and R. Endean (Ed), *Biology and Geology of Coral Reefs*, New York, Academic Press, 1, 143-167 pp.
- Chevillon C., 1985. Contribution à l'étude sédimentaire des dépôts du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. La plaine lagonaire. Rapport de DEA, université Aix-Marseille, 21p.
- Chiron D., Cluzel D. et Courme M.-D., 1998. Discordance de l'Eocène supérieur et événements pré-obduction en Nouvelle-Calédonie. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 327, série IIa, 485-491 pp.
- Clarke G.L., Aitchison J.C., Meffre S. et Cluzel D., 1995. Eocene arc continent collision in New-Caledonia and implications for regional Southwest Pacific tectonic evolution. *Geology*, 23, 2, 161-164 pp.
- Clarke G., Cluzel D. et Aitchison J., 1995b. Northern New Caledonia high-pressure metamorphic core complexe from continental subduction to extensional exhumation. *Pacrim'95 Congress, Proceedings vol.*, 129-134 pp.
- 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 (Pacifique, France). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 319, série IIa, 683-690 pp.
- Cluzel D., Aitchison J., Clarke G., Meffre S. et Picard C., 1995a. Dénudation tectonique du complexe à moyau métamorphique de haute pression d'âge tertiaire (Nord de la Nouvelle-Calédonie, Pacifique, France) : données cinématiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 321, série IIa, 57-64 pp.
- Cluzel D., Clarke G. et Aitchison J., 1995b. Northern New Caledonia high-pressure metamorphic core complexe from continental subduction to extensional exhumation. *Pacrim'95 Congress, Proceedings vol.*, 129-134 pp.
- Cluzel D., Picard C., Aitchison J.C., Lapotre C., Meffre S. et Parat F., 1997. La nappe de poya (ex-formation des Basaltes) de Nouvelle-Calédonie (Pacifique Sud-Ouest) : un plateau océanique Campanien-Paléocène supérieur obducté à l'Eocène supérieur. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 324, série IIa, 443-451 pp.
- Cluzel D., Chiron D. et Courme M.-D., 1998. Discordance de l'Eocène supérieur et événements pré-obduction en Nouvelle-Calédonie. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 327, série IIa, 485-491 pp.
- Cluzel D., 1998a. Du Gondwana au Caillou, les origines géologiques de la Nouvelle-Calédonie. *In* : Recto/Verso (Ed), *Mines, Nouméa, Nouvelle-Calédonie*, 1, 21-24 pp.
- Cluzel D., 1998b. Le "flysch post-obduction" de Népoui, un bassin transporté ? conséquences sur l'âge et les modalités de l'obduction tertiaire en Nouvelle-Calédonie (Pacifique Sud-Ouest). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 327, série IIa, 419-424 pp.
- 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 pp.
- Collot J.Y. et Missegue F., 1986. Extension de la formation des basaltes de la côte ouest et de la zone d'enracinement des péridotites dans le grand lagon de la Nouvelle-Calédonie : données géophysiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 303, série II, 1437-1442 pp.
- Collot J.Y., 1989. Obduction et collision: exemples de la Nouvelle-Calédonie et de la zone de subduction des Nouvelles-Hébrides. Thèse Doct. Sci. Nat., Université de Paris-Sud, Orsay, 476 pp.
- Coudray J. et Avias J., 1967. Premiers enseignements apportés par un forage réalisé dans le récif barrière de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 265, série D, 1867-1869 pp.

- Coudray J., 1976. Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la Nouvelle-Calédonie. Contribution de l'étude sédimentologique à la connaissance de l'histoire géologique post-éocène. Expéditions françaises sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Fondation Singer-Polignac, Paris, 276 p.

- Coudray J., Dugas F., Ville P., 1980. Etude sismique du lagon Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie (Sud-Ouest Pacifique). Paléomorphologies successives et comportement, au Quaternaire supérieur, du littoral de l'île. In: C.R. Académie des sciences, Paris, t.290, 963-966 pp.

- Coudray J., Thomassin B., 1981. Presence of wide harground areas on lagoonal bottoms of the coral reef complex of Noumea (SW New-Caledonia). In: Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium, vol. 1, Manila, 511-522 pp.

- Courme M.-D., Cluzel D. et Chiron D., 1998. Discordance de l'Eocène supérieur et évènements pré-obduction en Nouvelle-Calédonie. C. R. Acad. Sci. Paris, 327, série IIa, 485-491 pp.

D

- Daniel J., Jouannic C., Larue B.M. et Récy J., 1977. Interpretation of d'Entrecasteaux zone (north of New Caledonia). In: Technip (Ed), International Symposium on Geodynamics in the South-West Pacific, Noumea 1976, Paris, 117-124 pp.

- Daniel J., Collot J.Y. 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 pp.

- Daniel J., Monzier M. et Maillet P., 1990. La collision ride des Loyauté/arc des Nouvelles Hébrides (Pacifique Sud-Ouest). In: Oceanologica Acta, 10, 43-56 pp.

- Debenay J.P., Dugas F., 1978. Interférence des failles-flexures littorales et de l'érosion karstique sur les constructions coralliennes : le lagon de Nouvelle-Calédonie. In: C.R. Acad. Paris, t. 287, 1091-1094 pp.

- Debenay J.P., 1985. Recherches sur la sédimentation actuelle et les thanatocoenoses des foraminifères de grande taille dans le lagon Sud-Ouest et sur la marge insulaire Sud de Nouvelle-Calédonie. Thèse Doct. Sci., université d'Aix-Marseille II (faculté des sciences de Luminy), 196 pp.

- Douillet P., 1998. Tidal dynamics of the south-West lagoon of New Caledonia : obseravtions and 2D numerical modelling. Oceanologica Acta, vol. 21, n° 1, Elsevier, Paris, 69-79 pp.

- Douillet P., Lazure P., (soumis). Wind-driven circulation in the south-western lagoon of New-Caledonia : observations and 3D numerical modelling.

- Dugas F., Debenay J.P., 1978. Interférence des failles-flexures littorales et de l'érosion karstique sur les constructions coralliennes : le lagon de Nouvelle-Calédonie. In: C.R. Acad. Paris, t. 287, 1091-1094 pp.

- Dugas F., Ville P., Coudray J., 1980. Etude sismique du lagon Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie (Sud-Ouest Pacifique). Paléomorphologies successives et comportement, au Quaternaire supérieur, du littoral de l'île. In: C.R. Académie des sciences, Paris, t.290, 963-966 pp.

F

- Fontes J.CH., Launay J., Monzier M., Recy J., 1977. Int. Symp. Geodynamics in SW Pacific. Technip, Paris, 289-300 pp.

G

- Grandperrin R., Auzende J.-M., Hénin C., Lafoy Y., Van de Beuque S. et Le Visage C., 1997a. ZoNéCo programme : evaluation of the living and non-living resources of the New Caledonia Economic Zone. S. Pac. J. Nat. Sci., 15, 126-143 pp.
- Guillon J.H., 1975. Les massifs péridotitiques de Nouvelle-Calédonie : type d'appareil ultrabasique stratiforme de chaîne récente. Mém. ORSTOM, 76, 1-120.
- Guy B., 1977. Int. Symp. Geodynamics in SW Pacific. Technip, Paris, 283-288 pp.

H

- Hénin C., Auzende J.-M., Grandperrin R., Lafoy Y., Van de Beuque S. et Le Visage C., 1997a. ZoNéCo programme : evaluation of the living and non-living resources of the New Caledonia Economic Zone. S. Pac. J. Nat. Sci., 15, 126-143 pp.

I

- Ihilly C., Cabioch G., Join Y., Laurent J.-L. et Utramada D., 1995. Forages carottés sur l'îlot du phare Amédée (octobre-novembre 1995). Rapport de mission, Sciences de la Terre, Géologie-Géophysique, Centre de Nouméa, 33, 14 pp.

J

- Join Y., Cabioch G., Ihilly C., Laurent J.-L. et Utramada D., 1995. Forages carottés sur l'îlot du phare Amédée (octobre-novembre 1995). Rapport de mission, Sciences de la Terre, Géologie-Géophysique, Centre de Nouméa, 33, 14 pp.

L

- Lachaud D., 1995. Structure et évolution géodynamique de l'ensemble ride des Loyauté, bassin des Loyauté, ride de Nouvelle-Calédonie. Rapport de DEA, Nouméa, Université de Bretagne Occidentale, 52 pp.
- Lafoy Y., Auzende J.-M., Grandperrin R., Hénin C., Van de Beuque S. et Le Visage C., 1997a. ZoNéCo programme : evaluation of the living and non-living resources of the New Caledonia Economic Zone. S. Pac. J. Nat. Sci., 15, 126-143 pp.
- Lapotre C., Cluzel D., Picard C., Aitchison J.C., Meffre S. et Parat F., 1997. La nappe de poya (ex-formation des Basaltes) de Nouvelle-Calédonie (Pacifique Sud-Ouest) : un plateau océanique Campanien-Paléocène supérieur obducté à l'Eocène supérieur. C. R. Acad. Sci. Paris, 324, série IIa, 443-451 pp.
- Latham M., 1977. Int. Symp. Geodynamics in SW Pacific. Technip, Paris, 234-244 pp.
- Laurent J.-L., Cabioch G., Join Y., Ihilly C. et Utramada D., 1995. Forages carottés sur l'îlot du phare Amédée (octobre-novembre 1995). Rapport de mission, Sciences de la Terre, Géologie-Géophysique, Centre de Nouméa, 33, 14 pp.
- Lazure P., Douillet P., (soumis). Wind-driven circulation in the south-western lagoon of New-Caledonia : observations and 3D numerical modelling.
- Leblanc M., Prinzhofer A., Nicolas A., Cassard D., Moutte J., Paris J.P. et Rabinovitch M., 1980. Structures in the New Caledonia peridotites-gabbros: implications for oceanic mantle and crust. Tectonophysics, 69, 85-112 pp.

- Le Visage C., Auzende J.-M., Grandperrin R., Hénin C., Lafoy Y. et Van de Beuque S., 1997a. ZoNéCo programme : evaluation of the living and non-living resources of the New Caledonia Economic Zone. S. Pac. J. Nat. Sci., 15, 126-143 pp.

- Louat R. et Pelletier B., 1989. Mouvements relatifs des plaques dans le Sud-Ouest pacifique. C.R. Acad. Sci. Paris, 308, série II, 123-130 pp.

M

- Macfarlane A., et Carney J.N., 1982. Geological evidence bearing on the Miocene to Recent structural evolution of the New Hebrides arc. Tectonophysics, 87, 147-175 pp.

- Maillet P., Monzier M. et Daniel J., 1990. La collision ride des Loyauté/arc des Nouvelles Hébrides (Pacifique Sud-Ouest). In : Oceanologica Acta, 10, 43-56 pp.

- Mattauer M., Auboin J. et Allègre C.J., 1977. La couronne ophiolitique périaustralienne : un charriage océanique représentatif des stades précoces de l'évolution alpine. C. R. Acad. Sci. Paris, 285, série D, 953-956 pp.

- Meffre S., Aitchison J.C., Clarke G.L. et Cluzel D., 1995. Eocene arc continent collision in New-Caledonia and implications for regional Southwest Pacific tectonic evolution. Geology, 23, 2, 161-164 pp.

- Meffre S., Cluzel D., Picard C., Aitchison J.C., Lapotre C. et Parat F., 1997. La nappe de poya (ex-formation des Basaltes) de Nouvelle-Calédonie (Pacifique Sud-Ouest) : un plateau océanique Campanien-Paléocène supérieur obducté à l'Eocène supérieur. C. R. Acad. Sci. Paris, 324, série IIa, 443-451 pp.

- Missegue F. et Collot J.Y., 1986. Extension de la formation des basaltes de la côte ouest et de la zone d'enracinement des péridotites dans le grand lagon de la Nouvelle-Calédonie : données géophysiques. C.R. Acad. Sci. Paris, 303, série II, 1437-1442 pp.

- Missegue F., Dupont J. et Daniel J., 1992. Carte bathymétrique de synthèse de la zone économique de Nouvelle-Calédonie, projet ZOE500. Rapport de fin d'exécution des travaux, convention ORSTOM/MEDETOM n°2487-00C, 44 pp.

- Monzier M., Daniel J. et Maillet P., 1990. La collision ride des Loyauté/arc des Nouvelles Hébrides (Pacifique Sud-Ouest). In : Oceanologica Acta, 10, 43-56 pp.

- Monzier M., 1993. Un modèle de collision arc insulaire-ride océanique. Evolution sismo-tectonique et pétrologie des volcanites de la zone d'affrontement arc des Nouvelles-Hébrides-ride des Loyauté. Thèse Doct. Sci., université Française de Pacifique, Nouméa, ORSTOM, 322 pp.

- Moutte J., Prinzhofer A., Nicolas A., Cassard D., Leblanc M., Paris J.P. et Rabinovitch M., 1980. Structures in the New Caledonia peridotites-gabbros: implications for oceanic mantle and crust. Tectonophysics, 69, 85-112 pp.

N

- Nicolas A., Prinzhofer A., Cassard D., Moutte J., Leblanc M., Paris J.P. et Rabinovitch M., 1980. Structures in the New Caledonia peridotites-gabbros: implications for oceanic mantle and crust. Tectonophysics, 69, 85-112 pp.

- Nicolas A., 1989. Structures of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere. Kluwer Academic Publishers, Montpellier, 4, 367 pp.

P

- Parat F., Cluzel D., Picard C., Aitchison J.C., Lapotre C. et Meffre S., 1997. La nappe de poya (ex-formation des Basaltes) de Nouvelle-Calédonie (Pacifique Sud-Ouest) : un plateau océanique Campanien-Paléocène supérieur obducté à l'Eocène supérieur. C. R. Acad. Sci. Paris, 324, série IIa, 443-451 pp.

- Paris J.P., Andreieff P. et Coudray J., 1979. Sur l'âge Eocène supérieur de la mise en place de la nappe ophiolitique de Nouvelle-Calédonie, une unité du charriage océanique périaustralien, déduit d'observations nouvelles sur la série de Népoui. C. R. Acad. Sci. Paris, 288, série D, 1659-1661 pp.

- Paris J.P., Prinzhofer A., Nicolas A., Cassard D., Moutte J., Leblanc M. et Rabinovitch M., 1980. Structures in the New Caledonia peridotites-gabbros: implications for oceanic mantle and crust. Tectonophysics, 69, 85-112 pp.

- Paris J.P., 1981. Géologie de la Nouvelle-Calédonie. Mém. Bureau Rech. géol. min., 278 pp.

- Pelletier B. et Louat R., 1989. Mouvements relatifs des plaques dans le Sud-Ouest pacifique. C.R. Acad. Sci. Paris, 308, série II, 123-130 pp.

- Picard C., Cluzel D., Aitchison J.C., Lapotre C., Meffre S. et Parat F., 1997. La nappe de poya (ex-formation des Basaltes) de Nouvelle-Calédonie (Pacifique Sud-Ouest) : un plateau océanique Campanien-Paléocène supérieur obducté à l'Eocène supérieur. C. R. Acad. Sci. Paris, 324, série IIa, 443-451 pp.

- Prinzhofer A., Nicolas A., Cassard D., Moutte J., Leblanc M., Paris J.P. et Rabinovitch M., 1980. Structures in the New Caledonia peridotites-gabbros: implications for oceanic mantle and crust. Tectonophysics, 69, 85-112 pp.

R

- Rabinovitch M., Prinzhofer A., Nicolas A., Cassard D., Moutte J., Leblanc M., Paris J.P., 1980. Structures in the New Caledonia peridotites-gabbros: implications for oceanic mantle and crust. Tectonophysics, 69, 85-112 pp.

- Récy J. et Bitoun G., 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 ORSTOM Nouméa (Ed), Contribution à l'étude Géodynamique du Sud-Ouest Pacifique, Trav. Doc. ORSTOM, 147, 505-539 pp.

- 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 Doct. Sci., université de Bretagne Occidentale, 319 pp.

T

- Thomassin B., Coudray J., 1981. Presence of wide harground areas on lagoonal bottoms of the coral reef complex of Noumea (SW New-Caledonia). In : Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium, vol. 1, Manila, 511-522 pp.

U

- Utramada D., Cabioch G., Join Y., Ihilly C. et Laurent J.-L., 1995. Forages carottés sur l'îlot du phare Amédée (octobre-novembre 1995). Rapport de mission, Sciences de la Terre, Géologie-Géophysique, Centre de Nouméa, 33, 14 pp.

V

- Van de Beuque S., Auzende J.-M., Grandperrin R., Hénin C., Lafoy Y. et Le Visage C., 1997a. ZoNéCo programme : evaluation of the living and non-living resources of the New Caledonia Economic Zone. S. Pac. J. Nat. Sci., 15, 126-143 pp.
- Ville P., Dugas F., Coudray J., 1980. Etude sismique du lagon Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie (Sud-Ouest Pacifique). Paléomorphologies successives et comportement, au Quarternaire supérieur, du littoral de l'île. In: C.R. Académie des sciences, Paris, t.290, 963-966 pp.
- Van de Beuque S., Auzende J.-M., Lafoy Y. et Missegue F., 1998a. Tectonique et volcanisme tertiaire sur la ride de Lord Howe (Sud-Ouest Pacifique). C. R. Acad. Sci. Paris, 326, série II, 663-669 pp.

Annexes

- Annexe 1 : Caractéristiques techniques du Dawa
- Annexe 2 : Caractéristiques géodésiques sur la Tour OPT – MONTRAVEL
- Annexe 3 : Système RoxAnn

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU DAWA



DESIGNATION

Type : TRAWLER – Chantier de construction “ CHEOY LEE ” Hong-Kong
Coque en fibre de verre, 1 mât, 2 ponts, avec flying bridge Armé à la pêche : 3^{ème} catégorie
1^{ère} mise à l'eau le 29/07/77 Lieu de la 1^{ère} francisation : Nouméa
Port d'attache : Nouméa
N° Immatriculation : 10119

DIMENSIONS

Longueur totale : 12 m
Longueur à la flottaison : 10,60 m-Plus grande largeur extérieure: 4,7 m-Hauteur au milieu du navire
sous le P.S. 6,60 m-Jauge brute : 24,543 TX

PROPULSION

2 Moteurs Diesel Ford Lees Marine, in board sur lignes d'arbre
Puissance: 2 x 135 CV

ENERGIE ELECTRIQUE

220/380 v sur groupe électrogène triphasé “ ONAN ” 6,5 Kva
12 & 24 v continu sur batteries + batterie radio 12 v séparée

CAPACITE DE SOUTES

2 réservoirs de 800 litres de fuel (25 L. heure à ± 8 nœuds)
Eau douce : capacité 2000 litres
EFFECTIF

Equipage : 2 (1 commandant + 1 second mécanicien, matelot, cuisinier)

Passagers : 4

AMENAGEMENT INTERIEUR

5 couchettes

Carré 6 places

Douche – WC

Eau chaude par échange thermique des échappements moteurs

1 congélateur + 1 frigo 220 V

Cuisinière 4 feux + four

EQUIPEMENT DE PONT

1 guindeau électrique 24 v

1 ligne de mouillage avec ancre CQR 18 kg sur 60 m de chaîne galva 10 Ø mm

1 ligne de mouillage de secours avec ancre CQR 18 kg sur bout nylon de 100 m

1 portique de levage articulé

1 vire-ligne hydraulique de 190 kg1 annexe pneumatique 3.20 m “ Aquapro ” à fond rigide + moteur 15 CV “ Yamaha ”1 compresseur électrique (bouteilles de plongées) “ Bauer ” 12M_ /h

EQUIPEMENT POUR LA NAVIGATION

2 compas de route “ Sestrel ”

2 compas de relèvement : 1 électronique “ Autohelm ” - 1 manuel “ Sestrel ”

1 pilote automatique “ Wagner S50 AutoPilot ”

1 GPS “ Koden KGP 95 ”1 sondeur vidéo couleur “ Furuno ”, 300-400 m avec indicateur de vitesse & température1 radar “ Furuno ”, 48 milles de portée1 radio HF Blu “ Icom IC-M700/F ”

1 radio VHF “ SHIPMATE RS 8000 ”

1 radio VHF portable étanche “ NAVICOM HT RT.190 E ”1 radio VHF Furuno FM. 8500 ” aux normes SMDSM

1 anémomètre “ VDO ”

AUTONOMIE

Env. 7 jours avec 6 personnes à bord – distance env. 500 milles (900 km)

SECURITE

Matériel de sécurité complet aux normes de la Marine Marchande

1 radeau de survie “ Zodiac ” 6 places

Pharmacie complète avec valise de réanimation O_

2 extincteurs à poudre “ Aréofeu ” de 2 kg (plage arrière, cabine)

1 extincteur à hydrocarbures halogènes “ Aréofeu ” de 2 kg (carré, cuisine)

1 extincteur à hydrocarbures halogènes “ Aréofeu ” de 4 kg (salle des machines)

**CARACTERISTIQUES GEODESIQUES SUR LA TOUR OPT – MONTRAVEL
d'après la DITTT et le BRGM (1998)**

Ile : Grande Terre

Territoire d'outre-mer : Nouvelle-Calédonie Commune : Nouméa

Feuille à 1/50000 : 48-33 Nouméa

Nature des repères
(a) borne en fonte cimentée centrée sur un repère en bronze souterrain à – 0, 755 m du sommet de la borne
(b) plate-forme supérieure de la tour OPT ; repère en bronze
<i>(c) tour OPT ; centre de la tour, axe et sommet</i>
(d) support des feux de navigation ; axe et base support
(e) réservoir : terrasse supérieure : repère en bronze hémisphérique scellé

Coordonnées planes et altitudes					
Système géodésique : IGN 1972 Nouvelle-Calédonie					
Ellipsoïde : International-hayford 1909					
Projection : UTM Sud Fuseau 58					
Système altimétrique : Nivellement général de Nouvelle-Calédonie, Grande Terre					
Repère	Easting	Northing	CP	H	CH
(a)	649451.94	7537829.59	27	155.69	03
(b)	649456.11	7537771.03	27	185.19	03
(c)	649457.03	7537769.36	27	186.25	03
(d)	649455.68	7537769.39	27	190.72	03
(e)	649725.92	7537739.52	27	123.44	03

CP (27) : Détermination terrestre, précision > 10 PPM

CH (03) : Nivellement trigonométrique

SYSTEME ROXANN

1. Présentation et principe général du système RoxAnn

Le système RoxAnn, sondeur hydro-acoustique, a été développé par Marine Micro Systems Ltd. Cet outil est une «boîte noire» qui utilise les paramètres de la réponse acoustique des fonds marins afin de déterminer leur nature et ainsi de pouvoir tracer des cartes de faciès sédimentaires en temps réel (figure 1).

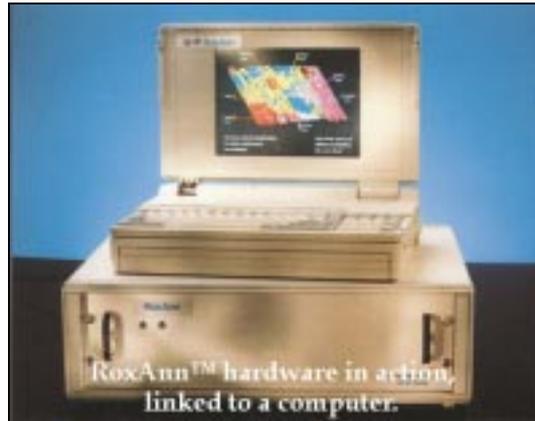


Figure 1 : Présentation du système RoxAnn

Son principe est relativement simple, un échosondeur envoie un signal acoustique qui va être réfléchi, renvoyé par le fond et reçu au niveau d'un récepteur. L'acquisition continue des données permet une cartographie quasi-instantanée et une estimation de la rugosité et de la dureté des fonds traversés.

2. Technologie du RoxAnn

Le système RoxAnn se compose d'un boîtier RoxAnn (processeur de traitement du signal), d'un échosondeur, d'un système de positionnement par GPS ou DGPS et d'un ordinateur comprenant la partie logicielle (RoxMap).

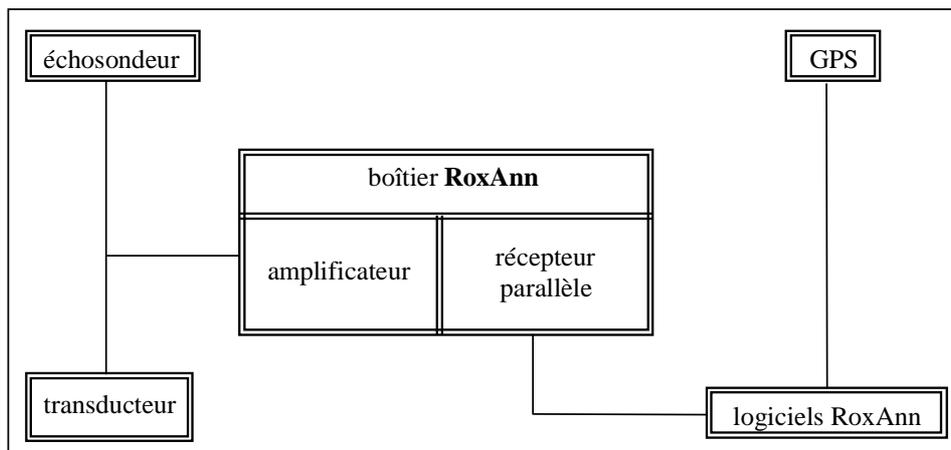


Figure 2 : Principaux éléments du système RoxAnn.

2.1 Le « boîtier »

Le boîtier se compose de deux unités principales, l'amplificateur et le récepteur :

- *L'amplificateur (head amplifier unit)* est directement lié à l'échosondeur, il se cale sur la sortie du transmetteur afin de minimiser voire d'annuler les contre-performances du transducteur.

- *Le récepteur parallèle (parallele receiver)* se compose de plusieurs « boîtes noires » ou processeurs automatiques. Le récepteur reçoit les échos amplifiés et applique un traitement du signal, principalement des corrections sur des variations de temps et des filtrations.

2.2 L'échosondeur

Le sondeur utilisé par l'IRD, Furano LS 6000, est étalonné spécialement avec le système RoxAnn pour travailler par petit fond à une fréquence d'émission de 200 Khz pour une largeur de faisceau égale à 10°.

Toutefois, la capacité du système RoxAnn au niveau du réglage de la fréquence d'utilisation permet d'utiliser tout type d'échosondeur.

2.3 Le système de positionnement GPS

Le Global Positioning System GPS utilise le système géodésique de référence WGS-84. Il est de marque Trimble, modèle Geo Explorer. Ce modèle permet l'exploitation des données sur des Systèmes d'Informations Géographiques SIG.

2.4 Le transducteur

Le transducteur piézo-électrique est fixé sur une paravane en aluminium tractée à l'arrière du bateau.

2.5 Les logiciels RoxAnn (RoxMap et RoxMap Scientific Software)

Ces logiciels travaillent en conjonction avec la boîte RoxAnn et le GPS. Les données sont transmises à l'ordinateur via une sortie RS232-C, l'alimentation requise est de 12 volts.

RoxMap est le logiciel de base, il se compose de deux modules principaux (figure 3):

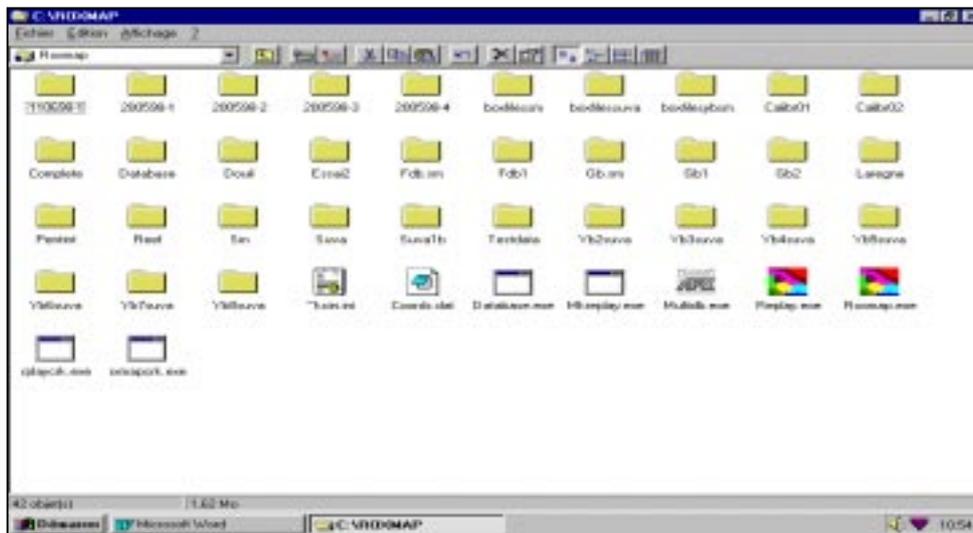


Figure 3 : Présentation du logiciel Roxmap.

- *Le fichier Roxmap.exe* est l'utilitaire de terrain. Les données issues du récepteur parallèle et du GPS sont enregistrées sous forme numérique et en temps réel dans un répertoire créé par ce module. Ces

données sont ensuite interprétées instantanément sur un fond de carte repérée en latitude et longitude ou également sur une carte électronique.

- *Le fichier Mkreplay.exe* est un programme permettant de réinitialiser les données GPS et RoxAnn pour ensuite les rejouer à l'écran dans les fichiers adaptés.

- *Le fichier Replay.exe* est utilisé après la mission, il propose une gamme de menus pour le traitement des données enregistrées au préalable.

Le logiciel RoxMap Scientific, version plus scientifique, permet de transférer une partie ou l'intégralité des informations contenues dans une base de données vers différents types de logiciels. En l'occurrence, dans le cas présent, il s'agit d'exporter les informations contenues dans la base de données RoxAnn vers le logiciel Surfer capable de donner une interprétation tridimensionnelle de la zone étudiée.



Figure 4 : Présentation du logiciel RoxMap Scientific.

Par ailleurs, il existe des versions beaucoup plus sophistiquées du logiciel RoxMap grâce aux différentes options choisies par l'utilisateur. Ainsi, ce système peut être appliqué pour la pêche industrielle, le dragage, l'ingénierie côtière...

3. Principe d'acquisition des données

La nature des fonds marins est déterminée par les indices E1(rugosité) et E2(dureté) dont les valeurs sont obtenues en intégrant les premiers et seconds échos du faisceau incident. Le système RoxAnn extrait ces deux indices, E1 et E2, l'un issu d'un premier écho ou onde directe et l'autre provenant du deuxième écho reçus tous deux par le transducteur fixé au bateau. Ces échos sont exprimés en volts sur une échelle de 0 à 4,095 V.

- *Le premier écho* est la réflexion directe du fond, il définit la valeur de l'indice E1 qui caractérise la rugosité du fond. Les calculs de cet indice tiennent compte des phénomènes de réverbération liés au relief, à la nature du sédiment et à l'angle d'incidence.

- *Le second écho* (E2) se réfléchit deux fois sur le fond et une fois sur la surface de l'eau et caractérise la dureté du fond. Les phénomènes acoustique et d'absorption des ondes sont pris en compte dans le calcul de cet indice.

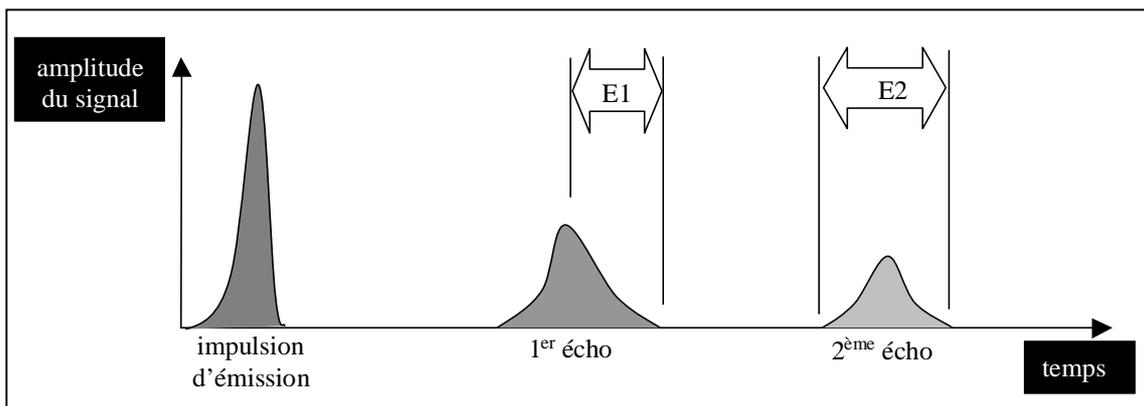


Figure 5 : Schéma des caractéristiques du signal.

4. Traitement des données

Pour analyser les données collectées, le logiciel RoxAnn utilise la méthode du « carré RoxAnn ». Chaque type de fond détient une « signature » acoustique résultant de sa rugosité et de sa dureté. Il produit donc un couple de valeurs (E1, E2) reportées ensuite dans le diagramme bivarié, avec E1 en abscisse et E2 en ordonnée. Au fur et à mesure de l'acquisition, le couple de point (E1, E2) se déplace en temps réel dans le graphe cartésien. Cette représentation graphique contient un ensemble de boîte correspondant à une unité sédimentaire caractéristique d'un type de fond. Chaque boîte est repérée par une couleur et un code spécifiques d'un domaine granulométrique ou un biotope particulier.

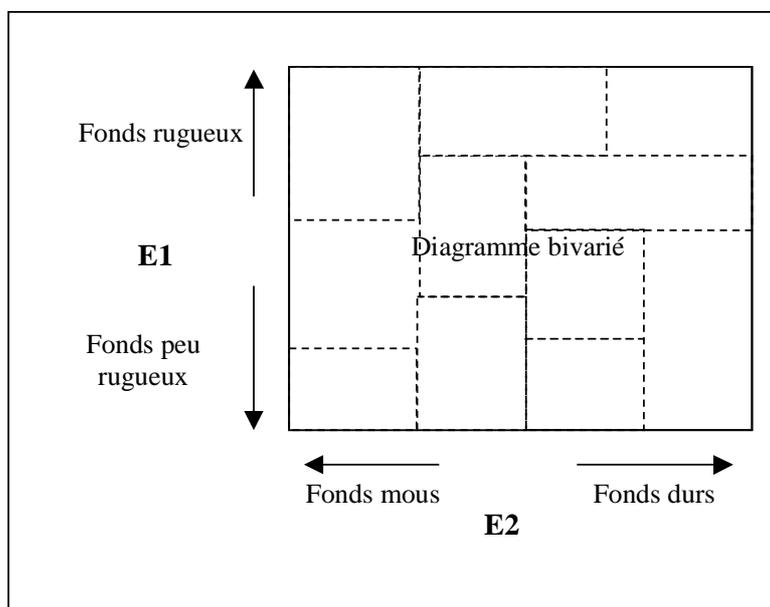


Figure 6 : Représentation du « carré RoxAnn » : graphe cartésien dans lequel sont reportées les données sous forme de couple de valeurs (E1, E2).

Par ailleurs, la lecture de la base de données reproduit, point par point, le déplacement du navire par un tracé en pointillé sur une carte.

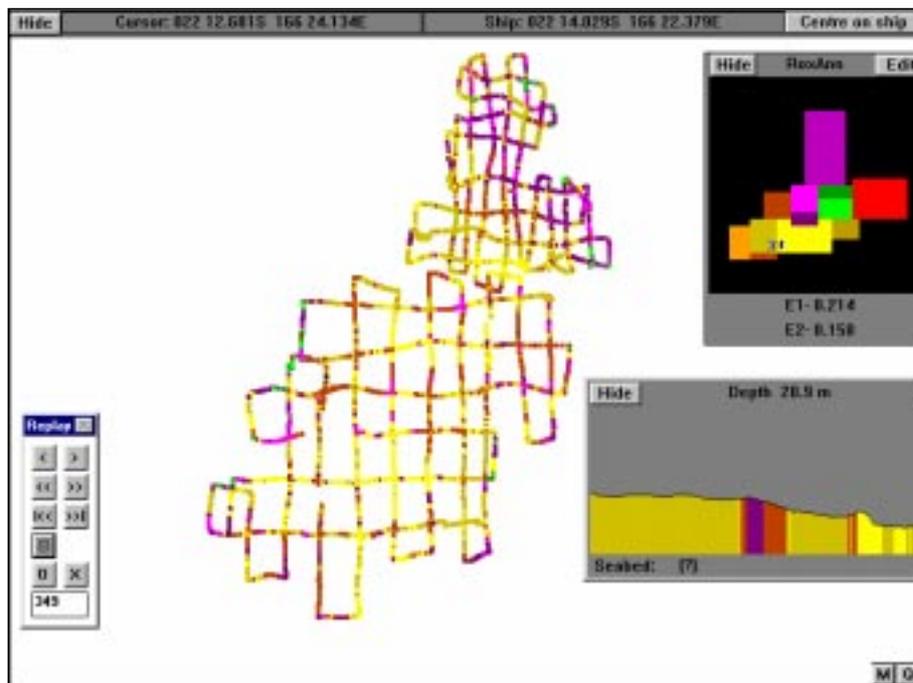


Figure 7 : Visualisation du déplacement du navire et des caractéristiques du fond sur l'écran.

Le logiciel Roxmap propose, en plus de la visualisation du « carré RoxAnn » permettant d'observer le déplacement du couple (E1, E2), une multitude d'options nécessaires à l'analyse d'un tracé notamment l'affichage d'un profil bathymétrique dont les variations de couleurs indiquent la nature du fond traversé.