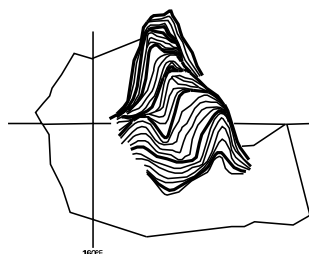


## La Base de Données Bathymétriques de la Nouvelle-Calédonie

Une contribution du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie au  
programme ZoNéCo



**ZoNéCo**

PROGRAMME D'ÉVALUATION DES RESSOURCES MARINES  
DE LA ZONE ÉCONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE

# Sommaire

## Introduction

### 1. Les sources de données bathymétriques

1. Modèle Numérique de Terrain ETOPO1 et ETOPO2
2. Banque de données GEOMER et son interprétation au 1 :1000000ème
3. Sondeur multifaisceaux SeaBeam
4. Sondeur multifaisceaux SIMRAD EM12D
5. Sondeur multifaisceaux SIMRAD EM1002, acquisition dans le cadre de ZoNéCo
6. Sondeur multifaisceaux SIMRAD EM1002, acquisition hors du cadre de ZoNéCo
7. Levés hydrographiques du SHOM
8. Autres données hydrographiques
9. Données d'altimétrie terrestre du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie

### 2. Traitements des données

1. Traitements spécifiques à chaque source de données :
  - a) ETOPO1 et ETOPO2
  - b) GEOMER
  - c) SEABEAM
  - d) SIMRAD EM12D
  - e) SIMRAD EM1002 ZoNéCo
  - f) SIMRAD EM1002 non ZoNéCo
  - g) Levés hydrographiques SHOM
  - h) Autres données hydrographiques
  - i) Données d'altimétrie terrestre
2. Qualité, précision et échelles maximales d'utilisation des données

### 3. Production des Modèles Numériques de Terrain

1. A la résolution 25 mètres
2. A la résolution 50 mètres
3. A la résolution 100 mètres
4. A la résolution 500 mètres
5. Aux résolutions 1750 et 3500 mètres

### 4. Produits dérivés des MNT

1. Isobathes
2. Ombrages
3. Pentes
4. Origine des données

### 5. Perspectives d'amélioration de la BDBNC

### 6. Bilan

## Introduction

La Banque des Données Bathymétriques de la Nouvelle-Calédonie (BDBNC) représente la topographie des fonds marins de la Zone Economique Exclusive de la Nouvelle-Calédonie.

L'essentiel des données source est constitué de sondes bathymétriques, qui permettent la réalisation de Modèles Numériques de Terrain (MNT) à différentes résolutions selon la densité, la précision, la qualité des données sources.

Des MNT sont par ailleurs dérivées des données permettant d'autres représentations du relief sous-marin, que sont les isobathes (équivalents des courbes de niveau terrestre), les ombrages qui mettent en évidence le relief selon un éclairage déterminé, et les pentes du plancher océanique.

La BDBNC a été réalisée par le Service Géomatique et Télédétection (SGT) du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (Direction des Technologies et Systèmes d'Information, DTSI). Elle constitue une des contributions du gouvernement au programme ZoNéCo et est disponible aux partenaires du programme avec quelques restrictions pour certaines des données sources.

Elle intègre pour chaque échelle (l'échelle étant assimilable à la résolution du MNT) les données source de précision compatible, qui proviennent soit des campagnes morpho-bathymétriques organisées par le programme ZoNéCo, soit d'autres sources.

Les sources de données sont différenciées en fonction de l'organisme acquéreur ou de l'engin d'acquisition. Chaque type de données nécessite un traitement qui lui est propre.

Le modèle bathymétrique à l'échelle du 1 :500000<sup>ème</sup>, soit une résolution du MNT de 500 m, est le plus précis à couvrir l'intégralité de la ZEE de la Nouvelle-Calédonie. Le moins précis couvre l'intégralité du Pacifique à une résolution de 3500m.

Le MNT le plus précis a une résolution de 25 mètres. Plus la résolution est meilleure que 500 mètres, plus les zones couvertes sont réduites.

La BDBNC a été le support de la réalisation de l'atlas bathymétrique de la Nouvelle-Calédonie, réalisé en 2009 par le SGT dans le cadre de la contribution de la Nouvelle-Calédonie au programme ZoNéCo. Cet atlas présente des cartes de l'échelle 1 :25000<sup>ème</sup> à l'échelle 1 :1500000<sup>ème</sup> au format A0.

Pour mémoire, la précédente édition de cet atlas, en 1999, présentait des cartes du 1 :500000<sup>ème</sup> au 1 :10000000<sup>ème</sup>, sans informations sur les lagons

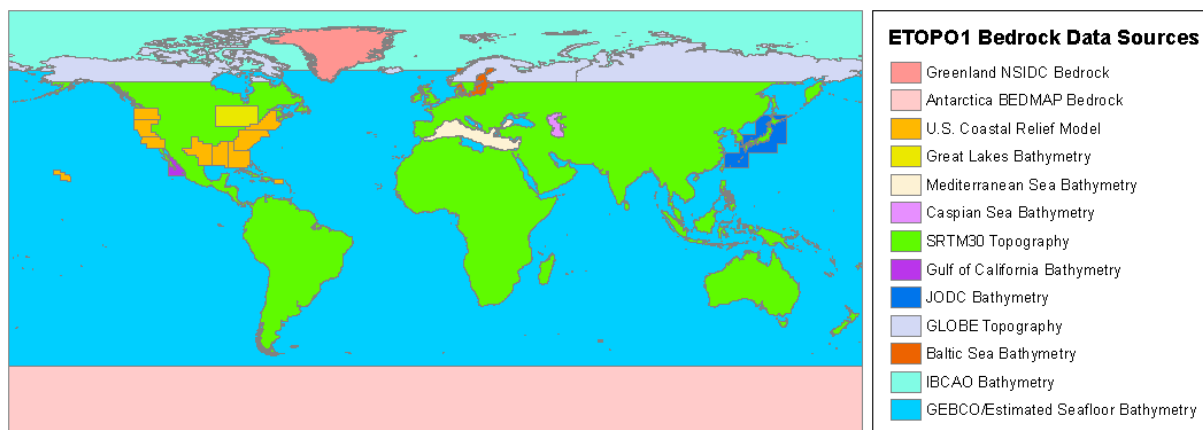
## 1. Les sources de données bathymétriques

### 1. Modèles Numériques de Terrain ETOPO1 et ETOPO2

ETOPO1 est un M.N.T. altimétrique (terres émergées) et bathymétrique (fonds immergés) couvrant la terre entière à une résolution de grille de 1 minute d'arc soit environ 1750 mètres. Cette résolution est compatible avec des représentations cartographiques à l'échelle maximale du 1 : 2 000 000<sup>ème</sup>.

C'est le National Geophysical Data Center (NGDC), département de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des Etats-Unis qui a réalisé ce M.N.T. et le met à disposition du public : <http://WW.ngdc.noaa.gov/mgg/global>

Ce M.N.T. est une compilation de Modèles terrestres et marins de diverses résolutions, comme l'illustre la figure ci-dessous.



Dans la région pacifique la partie terrestre provient de l'exploitation des données de la « Shuttle Radar Topography Mission » (SRTM), levé radar stéréoscopique réalisé en 2000 depuis la navette Endeavour, le MNT utilisé dans ETOPO1 étant restitué à une résolution de 30 secondes d'arc, soit environ 900 mètres à l'équateur.

<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

Il est à noter que la mission SRTM a permis de restituer des MNT à bien meilleure résolution, puisqu'un MNT mondial existe à une résolution de 3 secondes d'arc soit environ 90 mètres.

Dans la région pacifique toujours, la partie marine provient d'un MNT produit par le Scripps Institute of Oceanography (SIO) d'après des mesures d'interférométrie satellitaire contraintes par une base mondiale de sondes bathymétriques (Smith et Sandwell, 1997). Sa résolution est de 2 minutes d'arc, soit environ 3600 mètres à l'équateur.

[http://topex.ucsd.edu/marine\\_topo/](http://topex.ucsd.edu/marine_topo/)

Les MNT produits utilisent ETOPO1 à la résolution de 1750 mètres et ETOPO2 (version à 2 minutes d'arc de résolution) au pas de 3500 mètres.

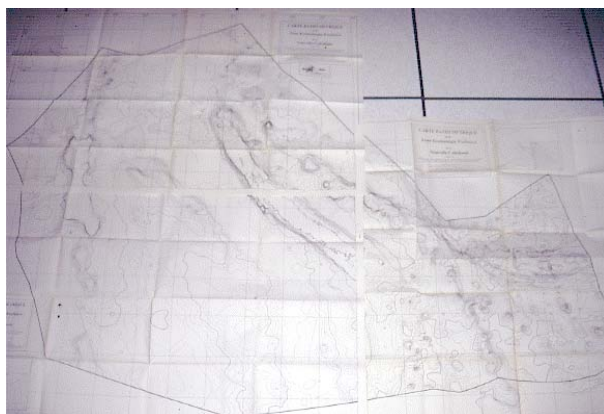
## 2. Banque de données GEOMER et son interprétation au 1 :1000000<sup>ème</sup>

L'IRD maintient la banque de données GEOMER, compilation de l'ensemble des données acquises par des sondeurs conventionnels et par divers organismes. Elle rassemble les sondes verticales et les mesures de gravimétrie et de magnétisme des campagnes scientifiques couvrant l'Océan Pacifique et l'Océan Indien, entre les latitudes S40° et N10° et les longitudes E90°, W120°. Une copie de la banque GEOMER pour les données concernant la ZEE de Nouvelle-Calédonie a été fournie au S.G.T. dans le cadre du programme ZoNéCo.

Dans la Z.E.E. de la Nouvelle-Calédonie l'acquisition de données a réellement débuté à partir de 1967 avec les campagnes NOVA réalisées par le SCRIPPS. Les premiers travaux à la mer réalisés par l'IRD en coopération avec l'IFP et le CNEXO, ont débuté en 1972 avec les campagnes AUSTRADDEC. Dès lors, le rythme des acquisitions réalisées par l'IRD ou d'autres organismes français et étrangers a été constant.

Les données de la BD GEOMER proviennent la plupart du temps d'enregistrements papier numérisés à posteriori, même dans le cas d'une navigation de bonne qualité (GPS). Cette méthode conduit à une incertitude, difficilement quantifiable, sur la position des sondes. Les campagnes multifaisceaux récentes avec une navigation au GPS ou GPS différentiel sont aussi archivées dans la banque GEOMER, mais uniquement la sonde (faisceau) verticale.

L'étude de ces sondes a conduit à la publication en 1991 d'une carte interprétative à une échelle d'environ 1 :1 000 000<sup>ème</sup> de la bathymétrie générale de la ZEE de la Nouvelle-Calédonie. Deux autres cartes interprétatives de la bathymétrie des Chesterfield et du Grand Lagon Nord ont aussi été publiées par le même organisme. La liste des campagnes de mesures de la BD GEOMER utilisées pour ce travail est présentée en **ANNEXE 1**.



A partir des données numériques de la banque GEOMER il est possible de générer des MNT. Mais le résultat est souvent décevant, car beaucoup d'artefacts entachent la qualité du résultat. Ils sont dus aux incertitudes de positions de certaines navigations (positionnement radar, etc.), à de mauvaises estimations de la profondeur (utilisation de lois de vitesses trop simples) ou au pointage incertain des fonds sur les enregistrements papiers, lors de la numérisation.

En conséquence, les cartes publiées par l'IRD en 1991 sont le résultat d'une interprétation qu'il n'est pas possible de reconstruire numériquement par interpolation des données.

**Il a donc été choisi de créer un MNT à partir des isobathes interprétées sur ces cartes, plutôt qu'à partir des sondes individuelles.**

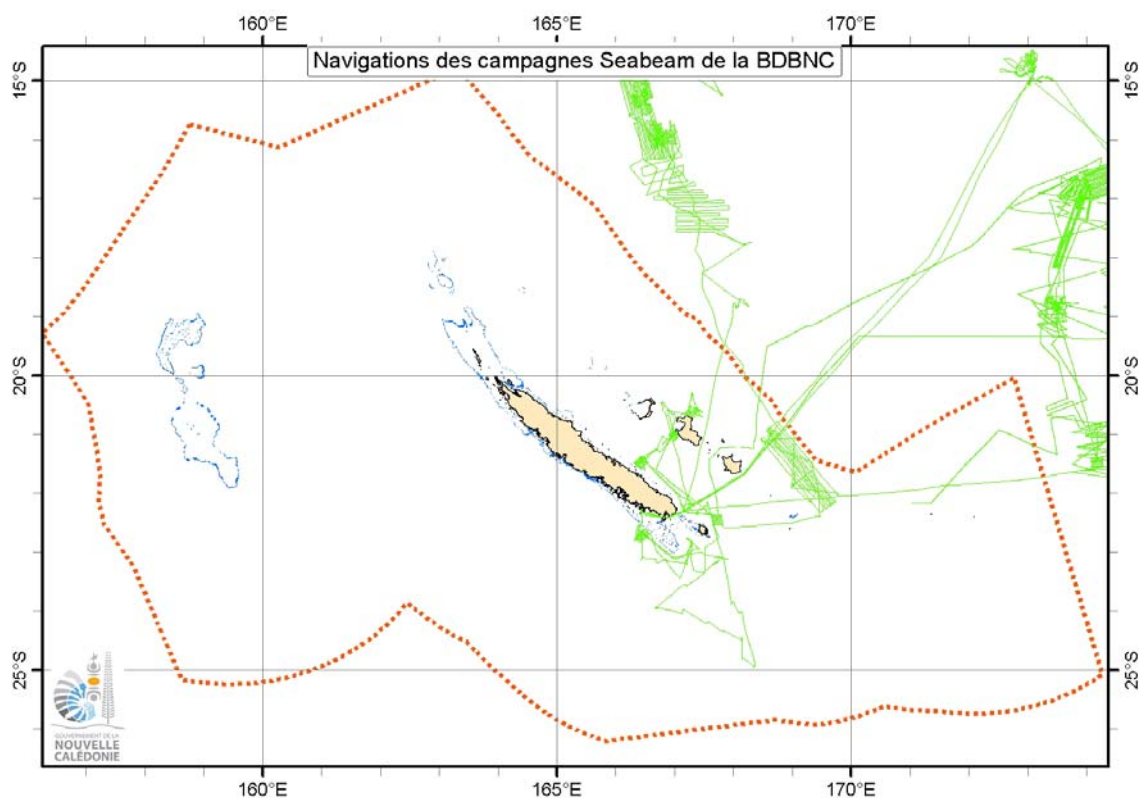
### 3. Sondeur multifaisceaux SeaBeam

Le sondeur SEABEAM utilisé dans la ZEE de la Nouvelle-Calédonie possède 16 faisceaux et utilise une loi de vitesse constante de propagation des ondes acoustiques dans la colonne d'eau (1500m/s) pour calculer la profondeur à partir des mesures du temps de propagation des ondes.

C'est l'un des sondeurs multifaisceaux à avoir cartographié les fonds de la Nouvelle-Calédonie. Les caractéristiques des sondeurs multifaisceaux sont suffisamment différentes pour nécessiter un traitement séparé de chaque source.

Les sondeurs multifaisceaux fournissent directement les mesures sous forme numérique.

La première campagne multifaisceaux à avoir couvert la Zone Economique de Nouvelle-Calédonie date de 1985 (BIOCAL), et ce sont les bâtiments Jean Charcot et Kaiyo (Japon) qui ont mis en œuvre ce sondeur en Nouvelle-Calédonie au cours de 9 campagnes différentes.



Voir la liste de ces campagnes SEABEAM en **ANNEXE 2**



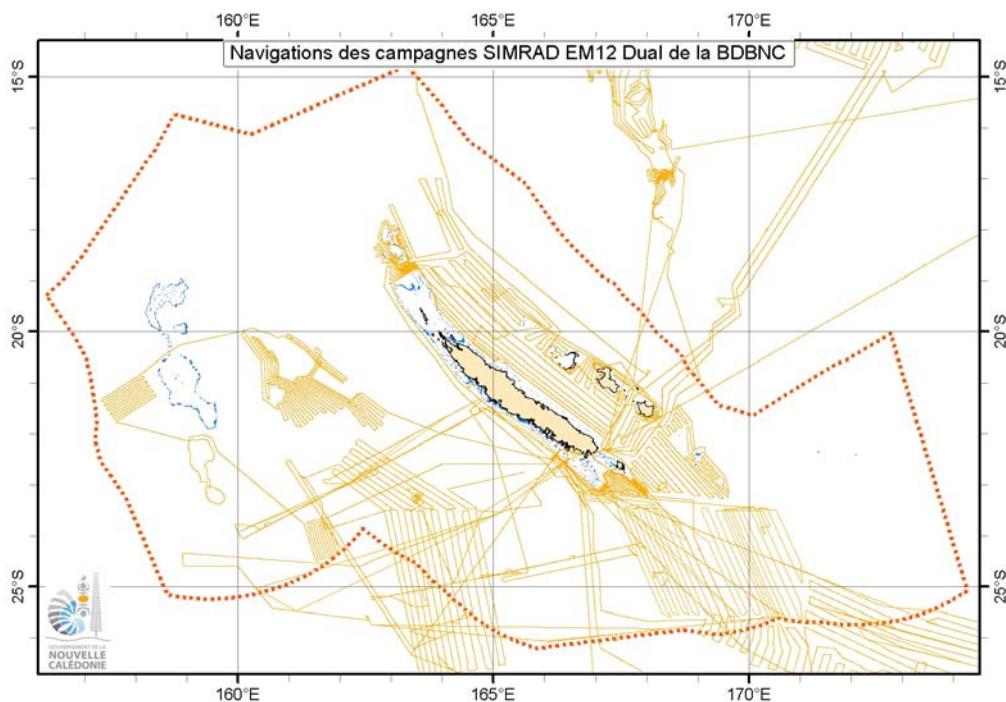
#### 4. Sondeur multifaisceaux SIMRAD EM12D

Le sondeur SIMRAD, modèle EM12 Dual, ayant opéré dans la ZEE de la Nouvelle-Calédonie est muni de 162 faisceaux et utilise une loi de vitesse variable, qui peut être modifiée (suite à un tir XBT par exemple), pour calculer les profondeurs des sondes.



La couverture très importante offerte par l'EM12D (environ 7 fois la hauteur d'eau, avec un maximum de 20 km) et la qualité de la mesure (erreur maximale de 1%) place ce sondeur nettement au-dessus du SEABEAM. Il est lui aussi destiné aux grands fonds.

L'ATALANTE est le seul bâtiment à avoir utilisé ce sondeur dans la ZEE de la Nouvelle-Calédonie, au cours de 19 campagnes. La première fut ZoNéCo1, en 1993, et la dernière à ce jour est NOUCAPLAC 2, en 2004.



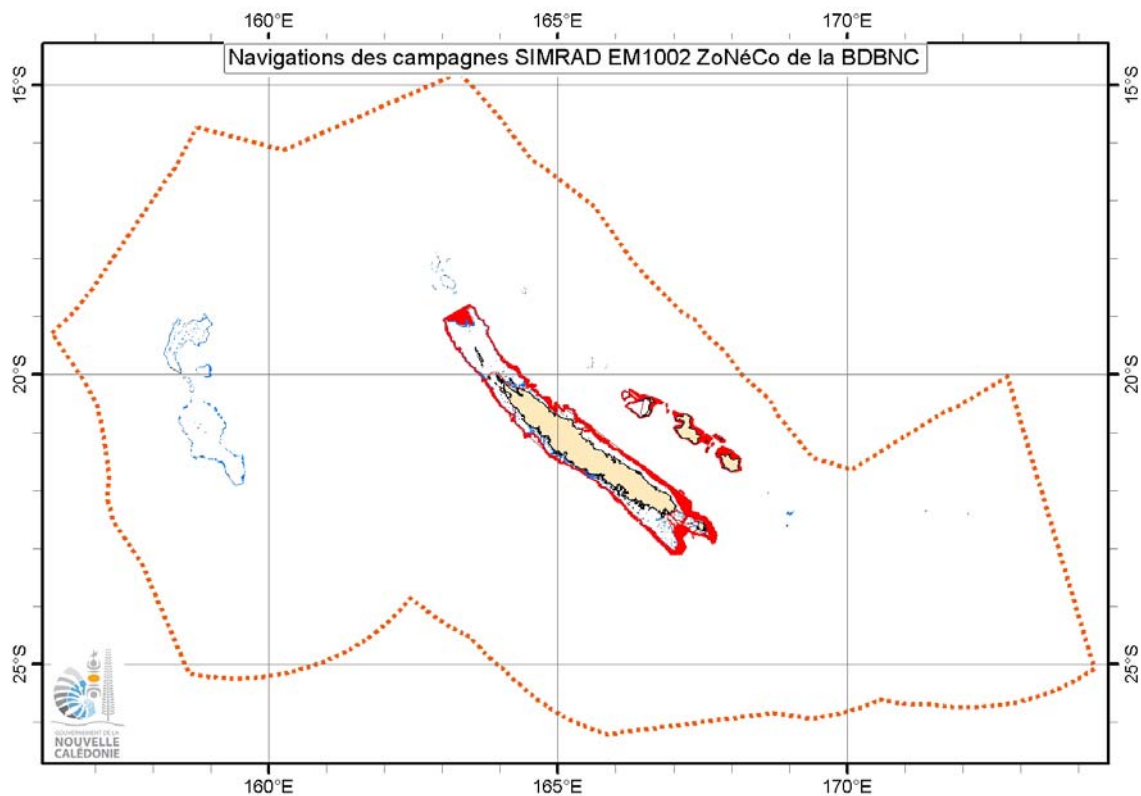
Voir la liste de ces campagnes SIMRAD EM12D en **ANNEXE 3**

## 5. Sondeur multifaisceaux SIMRAD EM1002, acquisition dans le cadre de ZoNéCo

En 2001 l'IRD a équipé son Navire Océanographique ALIS, basé à Nouméa, d'un sondeur multifaisceaux SIMRAD EM1002. Ce sondeur muni de 111 faisceaux et utilisant une loi variable de vitesse de propagation des ondes dans la couche d'eau, est destiné aux « moyens fonds » sa profondeur maximale étant d'environ 1000 mètres.

La densité des mesures réalisées par ce sondeur est beaucoup plus importante que celles du SIMRAD EM12D ce qui le place nettement au dessus en terme d'échelle de restitution et même de précision de la mesure.

Le programme ZoNéCo a financé la couverture par ce sondeur de l'ensemble des tombants du récif extérieur de la grande terre entre 0 et 1000 mètres de profondeur et des zones de moins de 1000 mètres de fonds non couvertes par le sondeur SIMRAD EM12D aux Iles Loyauté. Les levés ont été réalisés entre 2002 et 2006, et le traitement optimal des données réalisé par le S.G.T. a été achevé en 2008.



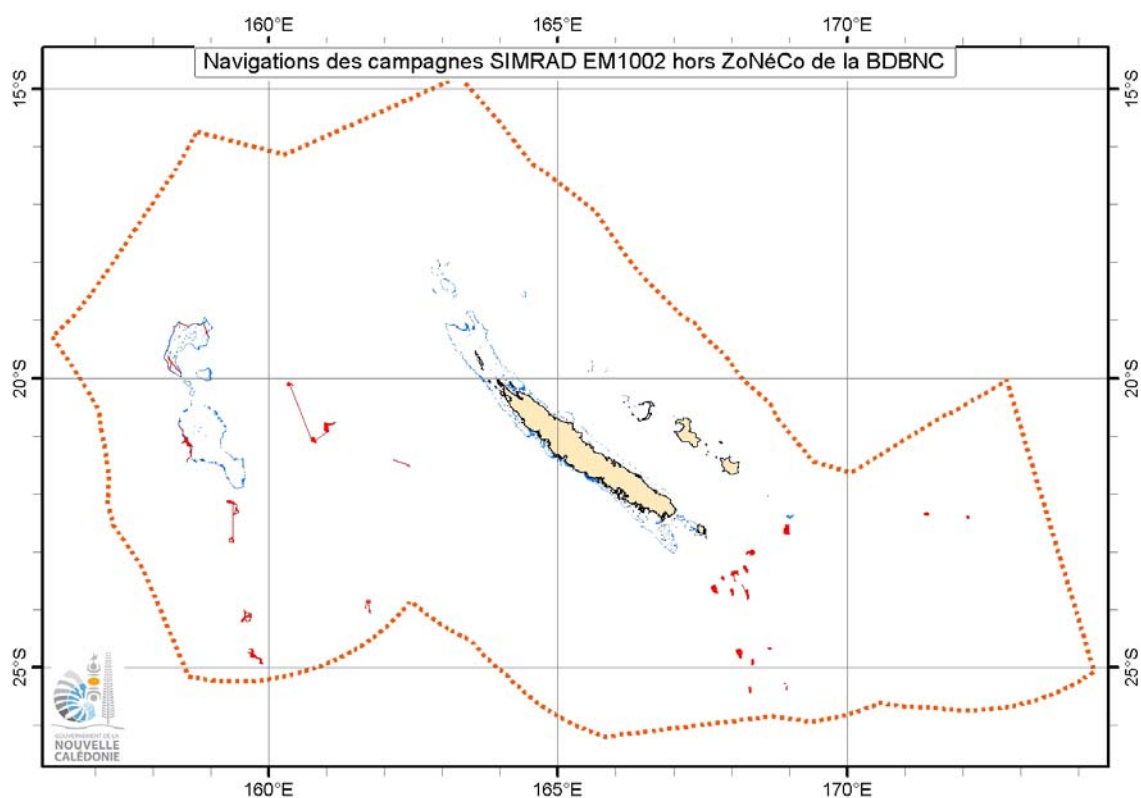
Les données acquises à l'aide de ce sondeur ne sont plus traitées par campagne mais par « boîte géographique », leur liste étant donnée en **ANNEXE 4**.



## 6. Sondeur multifaisceaux SIMRAD EM1002, acquisition hors du cadre de ZoNéCo

Des campagnes d'acquisition de la bathymétrie à l'aide du sondeur EM1002 équipant le NO ALIS ont été réalisées par l'IRD dans le cadre de ses propres programmes de recherche.

Ces données ont été transmises au S.G.T. mais n'ont pas fait l'objet d'un traitement optimal. Seul des filtrages des valeurs aberrantes et des corrections localisées ont été réalisées sur ces données, ce qui, comme cela sera détaillé dans le chapitre 3, ne permet pas leur utilisation à une résolution aussi fine que les données EM1002 ZoNéCo.



La liste des boîtes de données EM1002 acquises hors ZoNéCo est donnée en **ANNEXE 5**.

## 7. Levés hydrographiques du SHOM

Les sondes bathymétriques les plus anciennes connues dans la Zone Economique Exclusive de la Nouvelle-Calédonie sont celles qui ont été collectées par la Marine Nationale (cf. site du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) : [www.shom.fr](http://www.shom.fr)).

Ainsi les levés hydrographiques les plus anciens utilisés pour l'édition de la carte marine de la partie Nord de la Nouvelle-Calédonie au 1 : 59600 (carte n° 2799) datent de 1865. Les mesures les plus anciennes étaient réalisées au fil à plomb, plus récemment elles l'étaient au sondeur vertical (RAYTHEON 12 kHz, 30° d'ouverture), et progressivement l'usage de sondeurs multifaisceaux dédiés aux petits fonds se développe au SHOM.

Les cartes de la Marine Nationale résultent d'une compilation de toutes les minutes bathymétriques disponibles sur la zone couverte, seules les sondes les moins profondes étant retenues pour la réalisation de la carte finale. Ce principe est guidé par le souci premier de la sécurité de la navigation plutôt que de la restitution précise du relief des fonds marins. En outre, de nombreux travaux complètent le levé hydrographique pour aboutir à la publication de la carte : SONAR pour la détection de reliefs ou dangers isolés, dragages pour la nature du fond, plongées, etc....

### Sondes bathymétriques en dehors des lagons :

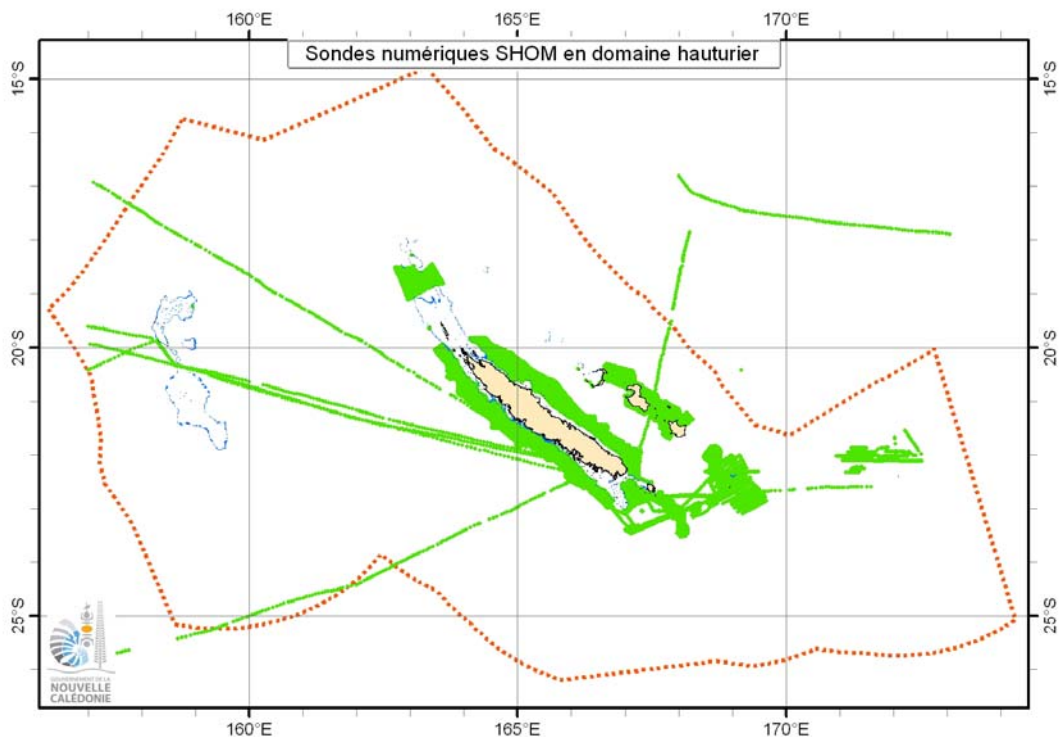
La densité des profils de sondes en domaine hauturier est fonction de la profondeur. Plus les fonds sont faibles, plus les profils sont rapprochés. Pour des profondeurs supérieures à 1000 m, les profils sont espacés d'un mille, pour des profondeurs comprises entre 1000 et 500 m, les profils sont espacés d'un demi-mille, et les fonds inférieurs à 500 m sont couverts par des profils espacés d'un quart de mille.

Le long d'un profil, quel que soit la profondeur, les sondes sont toujours distantes d'à peu près 500 m. Donc, pour des fonds inférieurs à 500 m, les sondes sont réparties régulièrement, dans le sens des profils et perpendiculairement.

La précision de la localisation des sondes fournies par le SHOM est la meilleure possible pour le système de localisation disponible au moment du levé. Cependant, le cône d'ouverture de 30° du sonar entraîne une incertitude sur la position des réflecteurs. Cette erreur croît avec la profondeur et avec la pente (elle est minimale dans les petits fonds lagunaires).

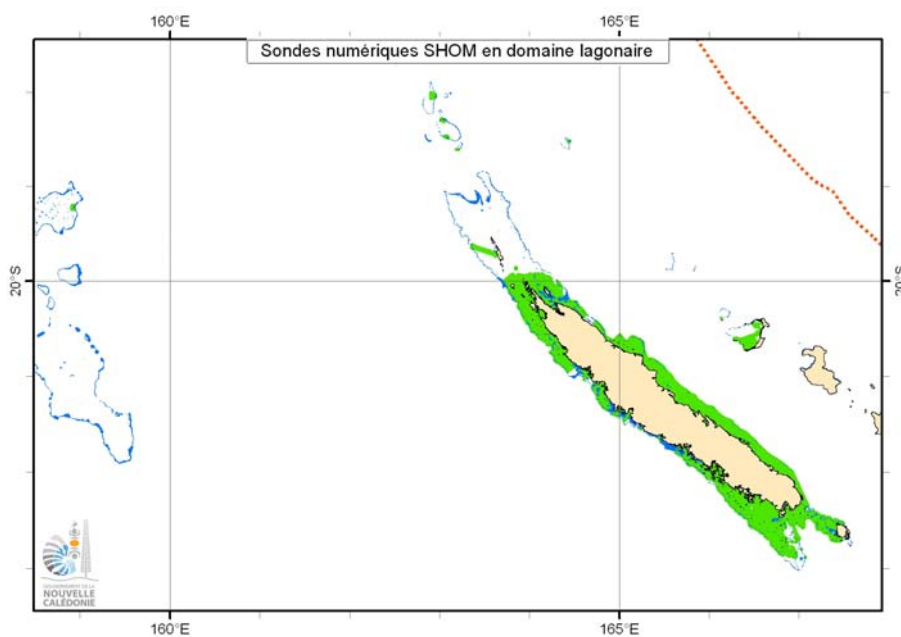
Dans une zone de fonds plats, la comparaison des sondes mesurées par l'EM12 de L'ATALANTE et le SHOM est très bonne (Rapport Particulier N° 232 MOP/NOU/NP, 25 Juillet 1995), avec une erreur autour de 1%, voire moins. Par contre, dans les zones de fortes pentes, l'erreur croît rapidement avec la pente, pour atteindre facilement des valeurs de 30% (Côte Ouest de la Grande-Terre, campagnes ZoNéCo2 et ZoNéCo3).

Seuls les levés hydrographiques hauturiers couvrant des zones non couvertes par des données multifaisceaux sont utilisés dans la génération de MNT, comme l'illustre la figure ci-dessous (sondes en violet)



### Sondes bathymétriques couvrant les lagons :

Les levés hydrographiques du SHOM sont les seules données bathymétriques à couvrir de manière dense et homogène une grande partie du lagon. Des trous de données conséquents demeurent toutefois, en particulier le grand lagon du nord de la grande terre, la zone du grand coude au sud de l'île Ouen, une zone à l'est de l'îlot Maitre, etc....



### Les levés hydrographiques numériques :

Les levés hydrographiques ne sont générés sous forme numérique lors de leur réalisation que depuis le début du 21<sup>ème</sup> siècle. Tout l'historique précédent ce passage à l'ère du numérique n'existant que sous forme de minutes dites de bathymétrie, documents papier de diverses qualités à numériser pour pouvoir exploiter ces données avec des outils modernes de cartographie...

Un premier contrat a été passé pour la numérisation d'une partie des minutes anciennes (convention E1/96 du 11 janvier 1996), couvrant les abords (hors lagons) de la Grande-Terre, le Récif Durand, les abords des îles Matthew et Hunter.

Le sixième Comité de Pilotage ZoNéCo (Koné, 11 septembre 1997) ayant suggéré que le Programme élargisse sa zone d'intérêt au lagon, un nouveau contrat est passé avec le SHOM pour le financement de la numérisation des minutes bathymétriques lagunaires dès 1999. Cela aboutira à la numérisation de près de 1 000 000 de sondes bathymétriques lagunaires.

A l'issue de ce contrat demeuraient des zones du lagon pour lesquelles existaient des minutes bathymétriques non numérisées. Ce fut cette fois le SGT qui prit en charge cette numérisation en 2007/2008 de près de 600 000 nouvelles sondes lagunaires.

### Sondes SHOM numériques dans la BDBNC :

Ce sont les sondes les plus récentes qui ont été numérisées, pour des raisons de précision de la position planimétrique. Les plus anciennes datent de 1960 et les plus récentes de 2006. Les nouveaux levés hydrographiques sont dorénavant numériques et sont transmis par le SHOM au SGT une fois passés par la phase de contrôle et validés.

Avec la numérisation réalisée sur fonds propres par le SHOM, la ZEE de la Nouvelle-Calédonie est aujourd'hui couverte par :

- Environ 3000000 de sondes sur les lagons
- Environ 430000 sondes en domaine hauturier

## 8. Autres données hydrographiques

Quelques levés multifaisceaux très localisés existent également dans la BDBNC :

- Réalisés avec le sondeur Seabat mis en œuvre par la CPS, dans le lagon et sur des tombants externes de moins de 300 mètres de fond.
- Réalisés pour le compte de l'OPT lors de la reconnaissance du parcours du câble sous-marin reliant la Nouvelle-Calédonie à l'Australie, en milieu hauturier et lagonaire

Ces données trop localisées ne sont pas utilisées pour la génération des MNT.

Par ailleurs, les données enregistrées par le sondeur monofaisceau du chalutier OPERA qui a sillonné la ZEE de la Nouvelle-Calédonie en 2001 et 2002 dans le cadre de campagnes de pêche exploratoire ont été utilisées pour préciser les MNT sur des hauts-fonds non couverts par d'autres données.

## 9. Données d'altimétrie terrestre du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie

Le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie a financé en 1998 la numérisation de l'ensemble des cartes IGN au 1 :50000<sup>ème</sup> couvrant son territoire. Le résultat de ce travail constitue une base de données dite cartographique, dont fut tirée un premier MNT des terres émergées de la Nouvelle-Calédonie. Les données altimétriques sont essentiellement sous forme de courbes de niveau.

Par ailleurs, le bureau de la cartographie (DITTT / Service topographique) de la Nouvelle-Calédonie constitue et maintient une base de données au 1 :10000<sup>ème</sup>, dite topographique, issue de la restitution photogrammétriques de photographies aériennes. A ce jour, cette base de données couvre la quasi totalité des terres émergées (exception faite des ilots). Les données altimétriques sont sous forme de courbes de niveau et de points côtés.



## 2. Traitement des données

### 1. Traitements spécifiques aux différentes sources de données

#### a. ETOPO1 et ETOPO2

Le MNT à une résolution de 1 minute d'arc a été extrait dans les limites géographiques suivantes : 130° est à 70° ouest en longitude et 50° nord à 50° sud en latitude.

Le MNT à une résolution de 2 minutes d'arc a été extrait sur le monde entier.

Une fois projetés dans une projection Mercator centrée sur la Nouvelle-Calédonie (latitude d'échelle conservée 21°30' sud et méridien central 165° est), les MNT au format du logiciel ArcGIS (© ESRI) ont une résolution de 1750 et 3500 mètres respectivement.

#### b. GEOMER

Comme précisé au chapitre 1.2, ce ne sont pas directement les données de la BD GEOMER qui sont exploitées mais la carte interprétative qui en a été tirée, en trois coupures, la "carte bathymétrique de synthèse de la Zone Economique de la Nouvelle-Calédonie" (IRD / Missege, 1990).

Le processus de numérisation de ces cartes a consisté à les scanner puis à en vectoriser les contours, l'ensemble étant réalisé avec le logiciel ArcInfo. (© ESRI).

#### Préparation d'un calque adapté :

Cette étape a pour but d'obtenir un document scanné le plus propre possible.

Le calque ne doit conserver que l'information nécessaire : les isobathes et des repères géographiques bien répartis. Le trait doit être régulier, sans rature, noir et d'épaisseur constante. Les surfaces doivent se fermer exactement et les isobathes ne doivent pas se couper ou se rejoindre.

#### Scannage :

La résolution de l'image produite doit permettre d'avoir au minimum 3 pixels sur l'épaisseur d'un trait, soit pour une résolution 300 dpi, une épaisseur des traits comprise entre 0.3 et 0.5 mm. L'image est produite en noir et blanc.

#### Géoréférencement de l'image :

On réalise une correspondance entre les croix du carroyage géographique sur l'image et les coordonnées géographiques qu'elles représentent. L'image géoréférencée est ensuite projetée dans la projection MERCATOR utilisée par le SGT pour la cartographie à l'échelle de la ZEE de la Nouvelle-Calédonie.

#### Nettoyage de l'image :

Cette étape vise à faciliter la vectorisation automatique du scan.

Les repères cartographiques de l'image, ainsi que les "bavures" du scannage (traits flous, seuillage noir/blanc imparfait, etc.) sont nettoyés.

#### Vectorisation et renseignement attributaire:

Un algorithme de vectorisation construit les traits à partir des pixels noirs de l'image.

Il peut être nécessaire de nettoyer les traits obtenus si les opérations précédentes n'ont pas été parfaites.

La dernière étape consiste à ajouter les informations attributaires liées à chaque isobathe, à savoir la valeur de profondeur.

Le processus de création du MNT a lui aussi été réalisé avec le logiciel ArcInfo et sa fonction TOPOGRID.

Une phase de préparation des données est nécessaire pour résoudre plusieurs problèmes:

- Les isobathes ont parfois été édités pour qu'ils n'intersectent jamais le trait de côte ou les récifs.
- Dans certaines zones, la densité des contours de la carte Missegue 1990 n'est pas suffisante. Pour guider TOPOGRID, des contours complémentaires ont été interprétés avec un intervalle de 100 m, contre 200 m pour la carte d'origine.

La génération du MNT intègre les données suivantes:

- Le trait de côte et les récifs, qui définissent l'altitude 0,
- Le pourtour de la ZEE de la Nouvelle-Calédonie, étendue de 50 km, pour limiter le calcul à la zone d'intérêt du programme, en s'affranchissant des "effets de bords".
- Les isobathes vectorisés de la carte bathymétrique interprétative de la ZEE, coupés 5 km à l'extérieur de la zone couverte par des sondeurs multifaisceaux,
- Les valeurs du MNT issu des données multifaisceaux le long des limites avec les données de la carte interprétative des données GEOMER (entre ces deux données, dans les 5 km, une interpolation bilinéaire des deux données est réalisée pour améliorer la transition),
- Les isobathes complémentaires interprétées.

### c. SEABEAM

Les campagnes multifaisceaux génèrent des données numériques.

Les campagnes SeaBeam ont été archivées dans le format ancien du logiciel TRISMUS (© IFREMER) sous la forme de deux fichiers :

- Le fichier *campagne.mul*, qui contient les sondes ainsi que date et heure des mesures,
- Le fichier *campagne.nav*, qui contient date, heure et position de la navigation.

Le logiciel TRISMUS permet de traiter ces données pour produire des MNT, et corriger les artefacts de mesure. La production d'un MNT au pas de 500 m passe par les étapes suivantes:

- Association du fichier de navigation multifaisceaux (*.mul*) et du fichier navigation (*.nav*) pour produire un fichier contenant la position de chaque sonde et sa profondeur (*.xy*).
- Transformation du fichier *campagne.xy* en une grille régulière (*campagne.mnt*), par moyenne des sondes comprises autour d'un nœud du MNT.

Les deux étapes font l'objet de contrôles pour supprimer le plus sélectivement possible les sondes aberrantes.

A la première étape, le fichier *campagne.xy* est débarrassé du plus grand nombre d'artefacts possibles, en filtrant les valeurs extrêmes par rapport au relief moyen.

A la seconde étape, *campagne.mnt* est nettoyé par un contrôle basé sur un contourage dense (intervalle moitié de la production finale) du MNT. Les reliefs aberrants (pics, trous, rupture d'acquisition, limite de détection) sont éliminés et remplacés par des valeurs interpolées lorsque le "trou" laissé est petit (1 ou 2 pas de MNT).

#### d. SIMRAD EM12D

Les données des campagnes multifaisceaux SIMRAD EM12 Dual ont été, pour les plus anciennes, converties des anciens formats TRISMUS vers les formats du logiciel utilisé aujourd'hui, CARAIBES (© IFREMER). Depuis 1999 les données enregistrées par l'Atalante le sont directement dans ce format.

Le traitement des données, réalisé sous le logiciel CARAIBES a consisté en :

- Un filtrage passe-haut et passe-bas des valeurs extrêmes les plus aberrantes, en tenant compte de la connaissance des spécificités du sondeur et de chacune des zones couvertes. Par exemple, la campagne ZoNéCo 2 couvrant le bassin des Loyautés et les tombants ouest de la grande terre et est des îles Loyauté, on ne s'attend pas à trouver des fonds de plus de 4000 m ...
- Un nettoyage interactif avec le module « Batmul » des cycles de 161 faisceaux qui permet de voir les incohérences entre les mesures successives qui peuvent intervenir dans des reliefs accentués, dans des conditions de mer difficiles (roulis et tangages importants), etc. Seules les sondes très clairement erronées ont ici été nettoyées, le traitement n'a pas été fait dans le détail.

En outre, à la génération du MNT, un filtrage des valeurs extrêmes par rapport au relief moyen est également réalisé, ainsi que des corrections ponctuelles sur le MNT lui-même.

#### e. SIMRAD EM1002 ZoNéCo

L'objectif de ces campagnes était strictement limité au levé bathymétrique.

Ainsi, les conditions d'acquisition des mesures ont été optimisées, notamment par :

- des tirs réguliers de sondes XBT pour paramétrer au mieux les données de vitesse de propagation des ondes acoustiques dans la colonne d'eau utilisées dans le calcul des profondeurs.
- Une adaptation de l'ouverture des faisceaux du sondeur au relief des zones à couvrir

Le traitement des données acquises au format du logiciel CARAIBES a lui aussi été optimisé :

- Un filtrage passe-haut et passe-bas des valeurs extrêmes les plus aberrantes, tenant compte de la connaissance des spécificités du sondeur et des conditions météo des campagnes a été réalisé. En particulier, le sondeur est donné pour permettre des mesures correctes jusqu'à environ 1000 mètres de fond, ce qui n'est pas toujours atteint dans les eaux calédoniennes en raison d'une température de l'eau plus ou moins élevée selon les saisons. Par ailleurs certaines campagnes ont pu être réalisées dans des conditions de mer difficiles. Pour toutes ces raisons, les profondeurs maximales conservées sont comprises entre 950 et 980 mètres lors de ce premier filtrage.
- Un nettoyage interactif avec le module « Batmul » des cycles de 111 faisceaux, cycle après cycle et dans le détail, avec génération d'un MNT pour vérifier si des anomalies demeurent et retour à ce nettoyage si tel est le cas.

Les données ainsi traitées sont épurées d'un maximum d'imperfections ce qui les rend adéquates pour la réalisation d'un MNT à très haute résolution (25 mètres).

#### f. SIMRAD EM1002 non ZoNéCo

L'objectif premier de ces campagnes n'était à priori pas le levé bathymétrique, les conditions d'acquisition (tirs de XBT, ouverture des faisceaux, etc.) n'ont donc pas été optimisées.

Le traitement de ces données sous le logiciel CARAIBES n'a pas été optimisé :

- Un filtrage passe-haut et passe-bas des valeurs extrêmes a été réalisé
- Un nettoyage rapide des zones d'erreurs flagrantes a été réalisé sous Batmul.
- En outre un filtrage des valeurs extrêmes par rapport au relief moyen est réalisé à la génération du MNT.

Ces données ainsi traitées ont été considérées comme adaptées à la réalisation d'un MNT de moyenne résolution (100 mètres).

#### g. Levés hydrographiques SHOM

Les levés hydrographiques numérisés ont été contrôlés et validés par le SHOM (sauf pour ce qui concerne la numérisation réalisée par le SGT au moment de l'exploitation des données), les données sont donc à priori exemptes d'erreurs.

Toutes les données couvrant les lagons ont été utilisées pour la génération des MNT.

Par contre, comme précisé au chapitre 1.7, seulement quelques zones du domaine hauturier ont exploité des levés hydrographiques SHOM lorsqu'ils étaient suffisamment denses, là où il n'existait pas de données multifaisceaux.

Ces zones sont :

- Le récif Duran
- Le sommet du mont sous-marin Antigonina
- Une zone de mouillage au récif Pétrie
- Un haut-fond environ 40 km au sud de la passe Koko dans le « grand coude »
- Les abords de passes et mouillages de l'atoll de la Surprise et de l'atoll de Huon

#### h. Autres données hydrographiques

Comme précisé au chapitre 1.8, seuls quelques enregistrements de sondes du chalutier Opera ont été utilisés, lorsqu'ils étaient suffisamment denses, là où il n'existait pas de données multifaisceaux ni de levés hydrographiques du SHOM.

Ces zones sont :

- Les tombants des récifs de l'Astrolabe
- Les tombants du banc de Lansdowne
- Les tombants de banc Capel
- Un passage sur le banc Kelso
- Une portion du banc Nova
- Une portion de tombant à l'ouest du plateau des Bellona
- Les sommets du mont sous-marin J
- Un sommet de mont sous-marin repéré lors de la campagne ZoNéCo 5, environ 140 km au sud du « grand coude »

- Un sommet du mont sous-marin D
- Un sommet de pic inconnu environ 80 km dans l'ouest des Chesterfield
- Un haut-fond environ 60 km dans le sud-est de l'île Walpole

Les sondes enregistrées ont été filtrées et nettoyées manuellement des mesures aberrantes, très fréquentes à partir d'environ 1000 mètres de fond, par édition sous le logiciel ArcGIS.

#### i. Données d'altimétrie terrestre

La base de données topographiques de la DITTT, complétée de la base de données cartographiques dans les zones non couvertes, a permis la génération par le Service de la Géomatique et de la Télédétection d'un MNT au pas de 10 mètres.

La chaîne de traitement exploite les fonctionnalités du logiciel ArcGIS et le MNT est généré par dalles qui sont ensuite fusionnées en un seul modèle.

La chaîne de traitement est décrite dans le rapport « *Génération du Modèle Numérique de Terrain au pas de 10m sur la Nouvelle-Calédonie à partir des données de la BD TOPO* », SGT / Yann-Eric Boyeau, septembre 2006.

## 2. Qualité, précision et échelles maximales d'utilisation des données

Outre le fait que chaque type de donnée bathymétrique nécessite un traitement qui lui est propre, chacun a ses spécificités en terme de :

- Précision de la localisation planimétrique des mesures, du fait des systèmes de positionnement employés (numérisation sur documents papiers, GPS, GPS différentiel, etc.)
- Précision de la mesure bathymétrique, dépendante de la qualité des sondeurs, des lois de vitesse de propagation des ondes acoustiques dans la colonne d'eau, de l'ouverture des faisceaux dans le cas des sondeurs multifaisceaux, etc.
- Densité des mesures sur une surface donnée

En conséquence, les données dont ces spécificités sont les meilleures sont utilisées pour produire les MNT aux meilleures résolutions. Et plus la résolution des MNT diminue plus les sources de données participant à leur génération sont nombreuses en fonction de l'adéquation de leur précision de localisation et de mesure, de leur densité surfacique.

Le tableau ci-dessous indique pour quelle résolution minimum de MNT (et corollairement quelle échelle de représentation cartographique) est utilisée chaque source de donnée bathymétrique de la BDBNC :

| Source de donnée          | Résolution du MNT | Echelle de restitution cartographique |
|---------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| ETOPO1                    | 1750              | 1:2 000 000ème                        |
| ETOPO1 à 2 minutes d'arc  | 3500              | 1:5 000 000ème                        |
| GEOMER                    | 500               | 1: 500 000ème                         |
| SeaBeam                   | 500               | 1: 500 000ème                         |
| SIMRAD EM12 Dual          | 100               | 1:100 000ème                          |
| SIMRAD EM1002 ZoNéCo      | 25                | 1:25 000ème                           |
| SIMRAD EM1002 hors ZoNéCo | 100               | 1:100 000ème                          |
| SHOM lagons               | 50                | 1:50 000ème                           |
| SHOM hauturier            | 100               | 1:100 000ème                          |
| OPERA                     | 100               | 1:100 000ème                          |
| ALTIMETRIE                | 50                | 1:50 000ème                           |

Ainsi, pour produire un MNT à une résolution de 50 mètres seront uniquement utilisées :

- Les données d'altimétrie terrestre,
- Les levés hydrographiques du SHOM couvrant les lagons,
- Les données du sondeur SIMRAD EM1002 équipant le navire ALIS de l'IRD acquises dans le cadre du programme ZoNéCo.



### 3. Production des Modèles Numériques de Terrain

#### 1. A la résolution de 25 mètres :

Seules les données EM1002 acquises dans le cadre de ZoNéCo et traitées de manière approfondies sont utilisées à cette résolution. Il est généré un MNT par boîte de données (cf. annexe 4), ceux-ci étant au final fusionnés en un seul.

L'ensemble du processus est réalisé sous le logiciel CARAIBES.

La première phase consiste en la création par interpolation des sondes (validées) d'un MNT avec une résolution de 50 mètres légèrement lissé par une fonction SPLINE. Ce MNT est utilisé pour filtrer les données dont la profondeur est différente de plus de 30 mètres par rapport au pixel la contenant.

Dans une seconde phase on génère un nouveau MNT au pas de 50 mètres cette fois ci, sur lequel est ensuite appliqué un lissage numérique.

Enfin, le résultat produit est visualisé sous forme d'isobathes afin de détecter d'éventuelles anomalies. Celles-ci peuvent être:

- Des erreurs flagrantes demeurant dans le jeu de données, auquel cas il est ici nécessaire de reprendre la phase de nettoyage du jeu de données
- Des problèmes dans le MNT produit, tels que des « trous », qui pourront alors être bouchés par interpolation dans la mesure où ils sont de dimension réduite, de l'ordre d'une dizaine de pixels soit 250 mètres.

#### 2. A la résolution de 50 mètres :

Pour cette résolution sont utilisées les données utiles à la résolution de 25 mètres ainsi que les données SHOM couvrant les lagons et les données terrestres.

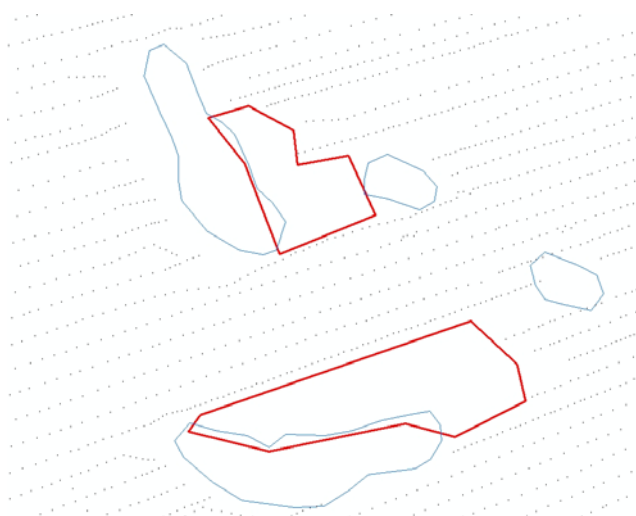
A noter qu'il n'y a aucune superposition entre toutes ces données donc aucun problème de cohérence entre des mesures d'origines différentes.

Le MNT au pas de 25 mètres est ré échantillonné au pas de 50 mètres de même que le MNT terrestre. Le MNT lagonaire est généré par un processus entièrement réalisé avec le logiciel ArcGIS et enfin l'ensemble est fusionné en un seul modèle.

#### Détail de la génération du MNT lagonaire :

Le processus de génération du MNT lagonaire au pas de 50 mètres à partir des seuls levés hydrographiques SHOM a été entièrement réalisé sous le logiciel ArcGIS.

Afin d'éviter des interpolations présentant des risques de calcul de valeurs erronées, particulièrement dans ce milieu de petits fonds très irréguliers, toutes les zones présentant des « trous » de données ou des densités de données jugées insuffisantes ont été contourés sous forme de polygones.



*Polygones de trous de données en rouge*

La méthodologie utilisée est alors la suivante :

- interpolation bilinéaire des sondes pour le calcul du MNT
- effacement des valeurs du MNT par les polygones de « trous de données », mais aussi par les polygones de récifs et d'îlots.

Ainsi, seules les zones comportant une densité de données suffisante pour la résolution de 50 mètres sont renseignées dans le MNT, le reste étant sans valeurs.

Il est à noter ici, qu'une cartographie précise des récifs pourrait permettre d'utiliser ces derniers pour l'interpolation du MNT. La majeure partie des récifs utilisés ayant pour origine les cartes nautiques du SHOM cela n'a pas été possible, l'objectif des cartes nautiques étant d'assurer la sécurité de la navigation et pas une précision rigoureuse de la cartographie des zones récifales, leur précision n'est pas suffisante.

### 3. A la résolution de 100 mètres :

Pour cette résolution sont utilisées les données utiles à la résolution de 50 mètres ainsi que les données SIMRAD EM12 Dual, SIMRAD EM1002 acquises en dehors du cadre du programme ZoNéCo, SHOM en domaine hauturier (sur certaines zones, cf. chapitre 2.1.g), et du chalutier OPERA (sur certaines zones, cf. chapitre 2.1.h).

Il existe une superposition entre les données EM1002 ZoNéCo et les données EM12 Dual qui nécessite, pour que la jonction soit optimisée, que l'interpolation d'un seul MNT soit réalisée avec ces deux sources.

Un MNT est par ailleurs généré, par zone géographique et pour chacune des autres sources, dans la mesure où il n'y a pas de superpositions entre elles, sous ArcGIS.

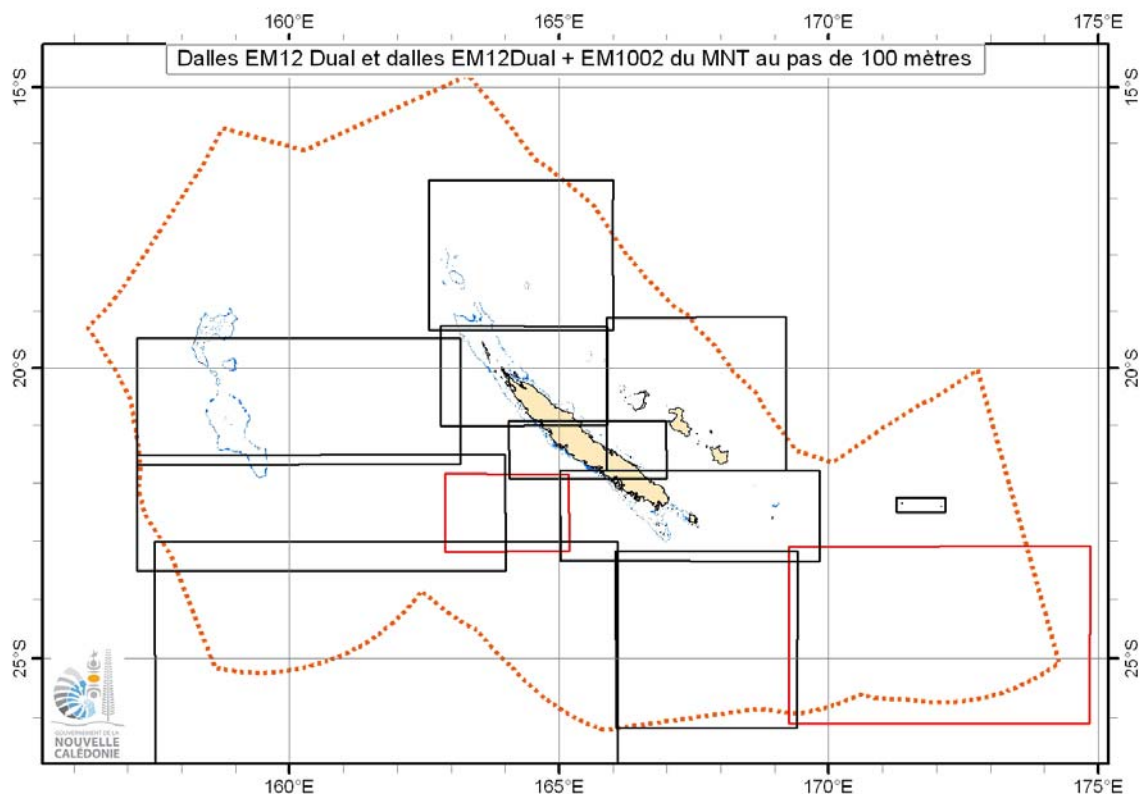
Le MNT au pas de 50 mètres résultant des données SHOM lagonaires est lui rééchantillonné au pas de 100 mètres de même que le MNT altimétrique.

Enfin, l'ensemble est fusionné sous ArcGIS.

### Détail de la génération du MNT EM1002 ZoNéCo + EM12 Dual :

Le MNT au pas de 100 mètres des données EM1002 et EM12 est réalisé avec le logiciel CARAIBES. Du fait des limitations liées à la puissance du poste informatique, 12 dalles ont été générées, puis fusionnées en un seul MNT au final.

Deux de ces dalles ne comportaient que des données du sondeur EM12 Dual.



La chaîne de traitement CARAIBES est identique pour toutes les dalles.

Un premier MNT est interpolé à une résolution de 200 mètres avec un lissage léger.

Les sondes sont alors filtrées par ce MNT pour éliminer celles dont la différence de valeur par rapport au pixel la superposant est supérieure à 30 mètres.

Enfin le MNT final est généré à partir des sondes préalablement filtrées par interpolation bilinéaire. Pour boucher des trous de données, une interpolation dans un rayon de 2000 mètres a parfois été réalisée par des fonds de plus de 1500 mètres. Dans de moindres fonds, une interpolation dans un rayon de 700 mètres a pu être faite.

#### 4. A la résolution de 500 mètres :

Pour cette résolution sont utilisées les données utiles à la résolution de 100 mètres ainsi que les données issues du sondeur SeaBeam et les cartes interprétatives réalisées à partir des données de la BD GEOMER.

Le MNT au pas de 100 mètres est rééchantillonné au pas de 500 mètres et deux autres MNT sont générés à partir des données des cartes interprétatives de GEOMER d'une part, du sondeur SeaBeam d'autre part.

Le MNT issu des données SeaBeam a été généré avec le logiciel TRISMUS avec une méthode classique passant par un premier MNT utilisé pour filtrer les données dont la différence par rapport au relief moyen est jugée trop importante (50 mètres) puis une interpolation bilinéaire.

La jonction avec les données des sondeurs multifaisceaux plus précis (SIMRAD EM12 Dual et EM1002) ne pose pas de souci à cette résolution.

Le MNT issu des isobathes interprétées des sondes GEOMER, réalisé avec le module TOPOGRID de ArcInfo (cf. chapitre 2.1.b), pose lui des problèmes de continuité avec les données plus précises. Pour les résoudre, une interpolation bilinéaire avec le MNT au pas de 100 mètres a été réalisée 5 km à l'intérieur des zones couvertes uniquement par cette source de données. De plus, comme précisé au chapitre 4, un trou de 2 km a été créé dans la couche d'isobathes issue du MNT au pas de 500 mètres.

#### 5. Aux résolutions 1750 mètres et 3500 mètres :

Pour cette résolution sont utilisées les données utiles à la résolution de 500 mètres ainsi que les MNT publics ETOPO1 (résolution 1750 mètres) et ETOPO2 (3500 mètres).

Le MNT au pas de 500 mètres a simplement été rééchantillonné aux pas de 1750 et 3500 mètres et fusionné sur les MNT ETOPO1 et ETOPO2.

## 4. Produits dérivés des MNT

Des différents MNT sont dérivées des couches de données permettant d'autres représentations du relief marin (ombrage, isobathes), d'exploiter la connaissance du relief pour d'autres usages (pentes du fond marin), et de conserver l'historique de la contribution de chaque source de donnée à la génération des MNT (origine des données).

### 1. Isobathes

Les couches d'isobathes ont toutes été calculées à partir des MNT par une fonction du logiciel ArcGIS. Le résultat brut nécessite des traitements sous ArcGIS pour être optimisé :

- Un filtrage automatique des isobathes, basé sur leur longueur (critère différencié selon que l'isobathe est fermée ou non) pour éliminer les isobathes trop petits pour une représentation cohérente avec l'échelle d'usage du MNT dont ils sont issus (cf. chapitre 2.2).
- Un lissage léger pour diminuer les effets de pixellisation
- Un nettoyage manuel pour optimiser la couche



*Avant nettoyage*



*Après nettoyage*

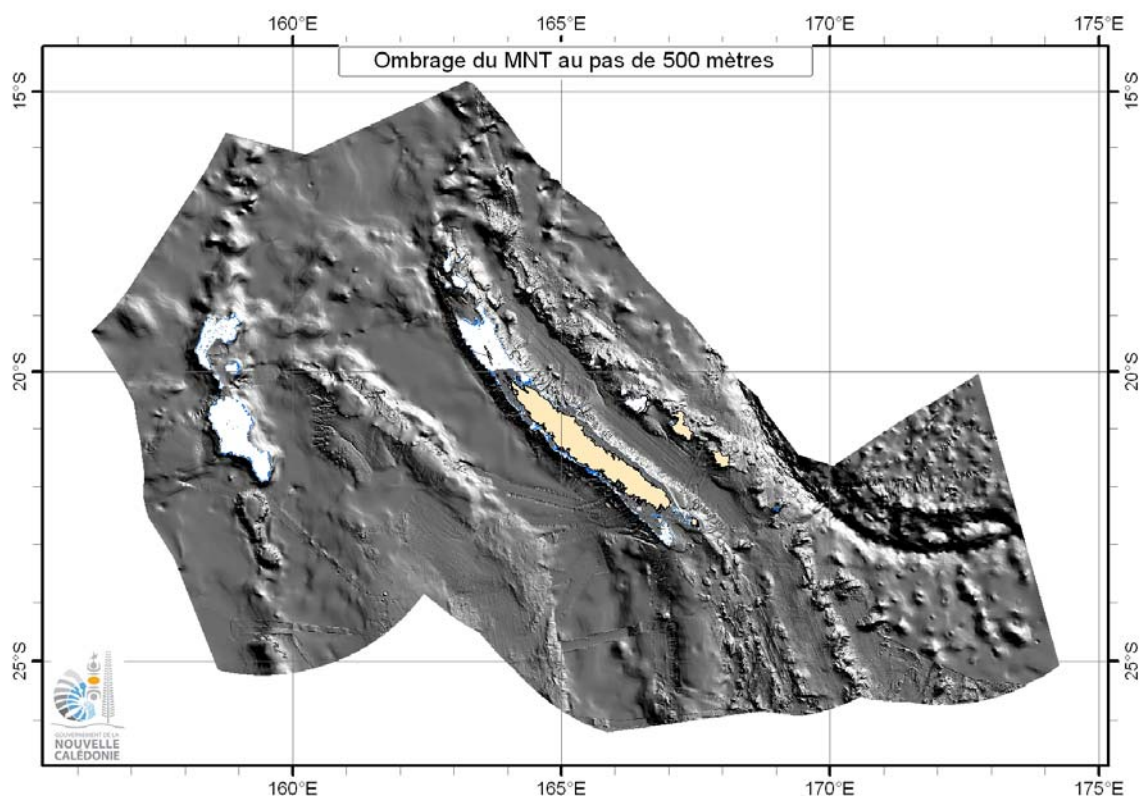
Les isobathes issus du MNT au pas de 500 mètres ont en outre bénéficié d'un traitement particulier, la jonction entre la composante du MNT issue de l'interprétation des données GEOMER avec la composante issue de données plus précises posant un problème de continuité malgré le lissage entre les deux. Un trou de 2 km a été créé dans la composante GEOMER des isobathes.

## 2. Ombrages

Les ombrages ont été calculés à partir des MNT par une fonction du logiciel ArcGIS, avec des paramètres standard de position du soleil pour la modélisation des ombres :

- Azimut 315 °
- Altitude 45 km

L'ombrage peut être utilisé seul pour des représentations cartographiques ou bien en étant superposé par le MNT lui-même avec un effet de transparence visuellement très efficace.

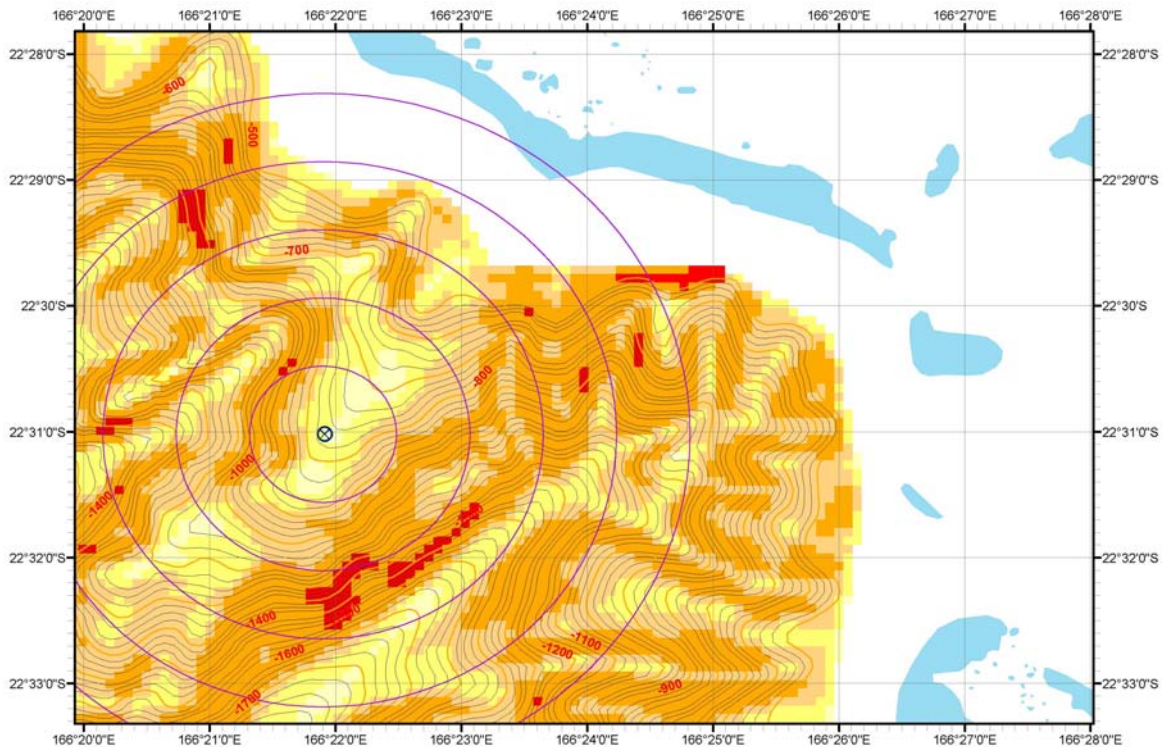




### 3. Pentas

Les pentes ont également été calculées à partir des MNT par une fonction du logiciel ArcGIS et sont données en pourcentage (autre unité de mesure possible, le degré de pente).

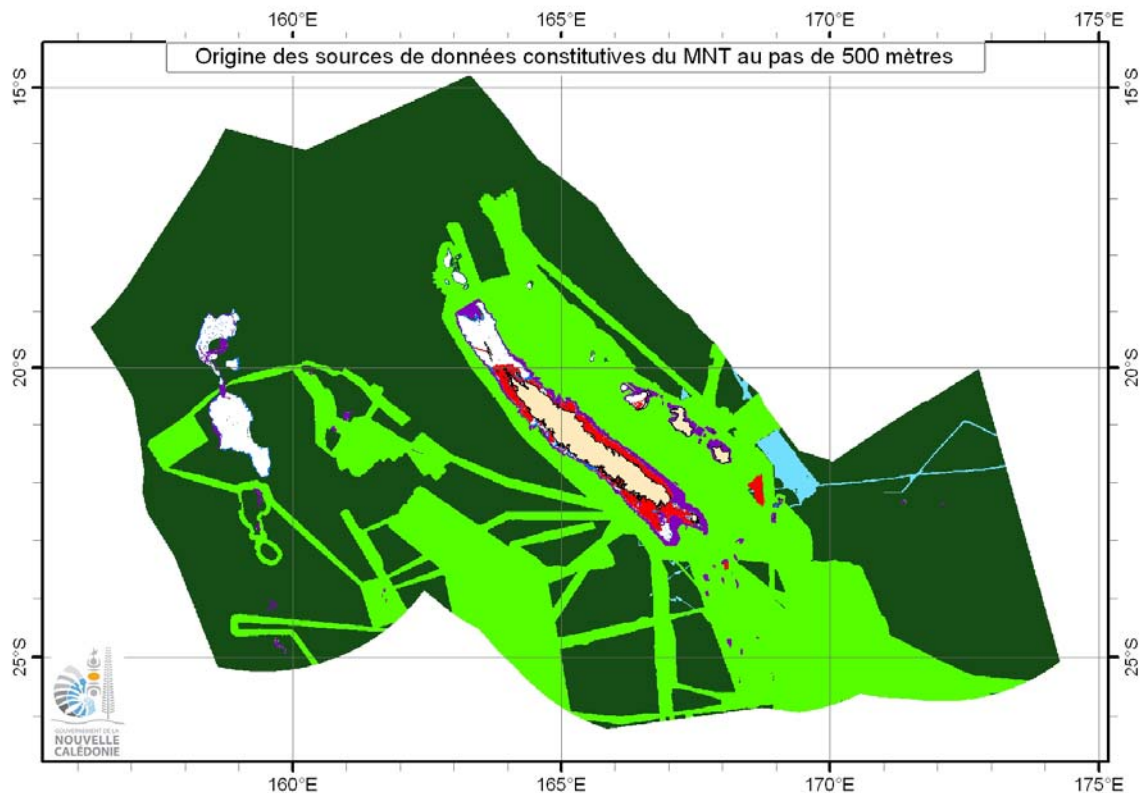
Ces données peuvent être utilisées lorsque la pente du fond est un critère important, par exemple pour la sélection de sites propices à la pose de dispositifs à concentration de poissons (DCP) nécessitant le positionnement d'un corps mort.



*Les isobathes sont superposées aux pentes représentées du jaune pour les moins fortes vers le rouge pour les plus fortes*

#### 4. Origine des données

Il est utile de conserver la trace des sources de données bathymétriques composant les MNT produits à chaque résolution. A chaque MNT correspond donc une grille qui indique pour chaque pixel quelle est la donnée qui a été utilisée.



## 5. Perspectives d'amélioration de la BDBNC

Les perspectives d'amélioration de la BDBNC sont notamment les suivantes :

### MNT lagonaire :

Il existe de nombreux trous dans la couverture par les levés hydrographiques du SHOM des lagons, certaines zones n'étant pour l'heure tout simplement pas hydrographiées, d'autres l'étant peut-être mais sans que les sondes soient numérisées (cas probable du trou de données proche de l'îlot Maître).

L'amélioration de la précision de la cartographie des îlots et récifs des lagons de la Nouvelle-Calédonie pourrait permettre de les utiliser pour améliorer ponctuellement l'interpolation du MNT au pas de 50 mètres des lagons.

Un travail en ce sens est en cours de réalisation par le SGT, avec une opération de classification d'images satellitales SPOT5 (résolution 5 mètres en mode « mergé ») préalablement géoréférencées au pixel près suite à des levés de pixels remarquables réalisés en collaboration avec le Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes (SMMPM) de la Nouvelle-Calédonie.

### Continuité terre/mer :

La continuité du MNT n'est qu'exceptionnellement atteinte et il demeure un « trou » de données entre bathymétrie et altimétrie.

En effet l'estran est une zone encore largement méconnue, parfois restituée dans la base de données topographique (cartographie terrestre), parfois pas. L'estran et au-delà les fonds de baies ou autres platiers sont des zones de très faible profondeur qu'il est inenvisageable de couvrir par les moyens traditionnels mis en œuvre par le SHOM.

Une solution technique moderne permettrait aujourd'hui de compléter le MNT sur le littoral, le levé laser aéroporté (LIDAR), mis en œuvre par le SHOM et l'IGN sur le littoral métropolitain et dans certains DOM/TOM dans le cadre du projet LITTO 3D (<http://www.littoral.ifen.fr/Litto3D.214.0.html>).

Cette donnée présente un intérêt majeur pour la Nouvelle-Calédonie en terme de référentiel de données sur le littoral, milieu d'enjeux importants.

### Zones non couvertes par des données bathymétriques :

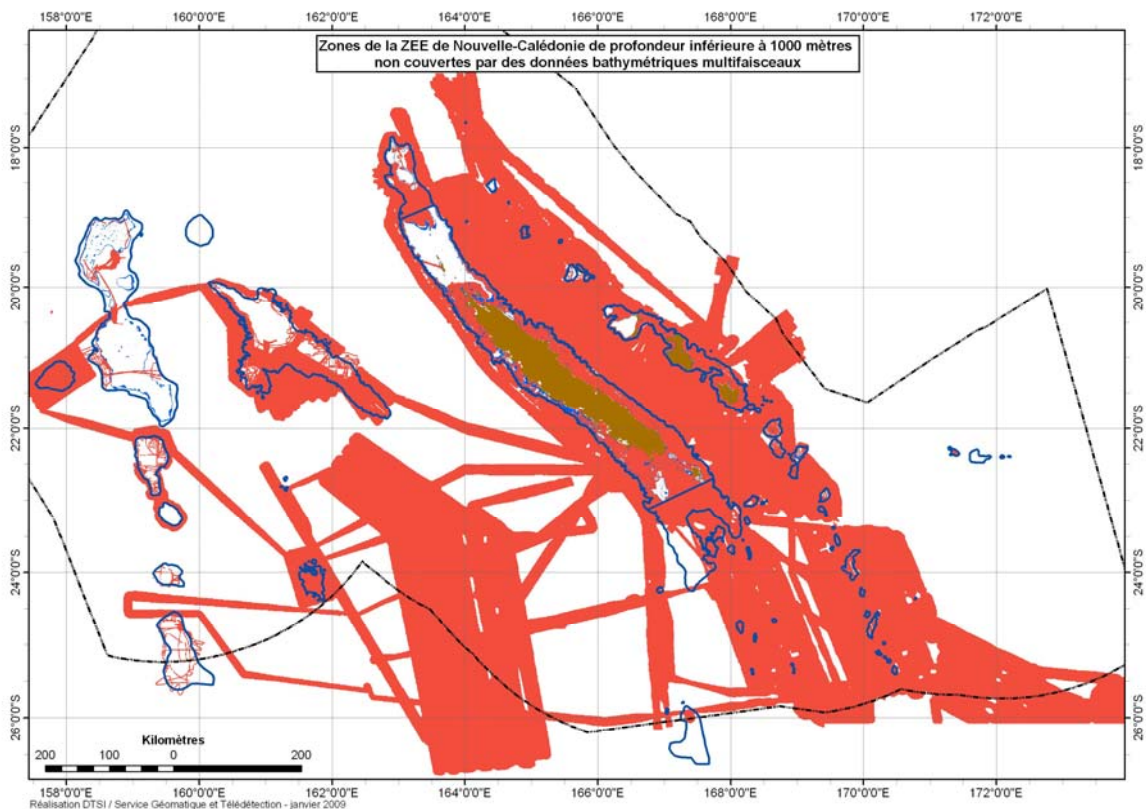
Il est à noter ici que l'enregistrement des données des sondeurs de navires travaillant pour le compte de la Nouvelle-Calédonie pour le balisage maritime ou d'autres opérations, permettrait d'apporter de la connaissance bathymétrique sur des zones essentiellement de faible fond qui demeurent inconnues...

### Précision relative du MNT 500 (données GEOMER plutôt au 1 :1000000<sup>ème</sup>) :

Les zones couvertes par la seule carte interprétative des données GEOMER ont une résolution réelle compatible avec des représentations au 1 :1 000 000<sup>ème</sup>. Ce sont les zones de la ZEE de la Nouvelle-Calédonie pour lesquelles la connaissance bathymétrique est la moins précise.

Zones de moyen fond non couvertes par des levés précis :

Il demeure dans la ZEE de Nouvelle-Calédonie des zones dont les fonds sont de moins de 1000 mètres qui ne sont pas couvertes par de la donnée précise. Des moyens d'acquisition existent localement (sondeur SIMRAD EM1002 équipant le navire océanographique ALIS de l'IRD) qui pourraient permettre d'améliorer la connaissance bathymétrique de ces zones.



## 6. Bilan

Cette banque de donnée est le fruit d'un long travail d'acquisition de données par de multiples organismes dont le programme ZoNéCo fut un des acteurs majeurs.

Il est également le fruit d'un long travail de traitement réalisé par le SGT, sans oublier également l'IRD de Nouméa pour une part des acquisitions au sondeur EM1002 et le SHOM pour une part de la numérisation de ses minutes bathymétriques historiques.

Aujourd'hui le programme ZoNéCo n'a pas prévu d'opérations concernant la bathymétrie dans un avenir proche. Toutefois de nouvelles données viendront régulièrement enrichir la BDBNC, notamment :

- Les nouveaux levés hydrographiques couvrant les lagons, transmis au SGT dès leur validation par le SHOM
- Les futures campagnes de géosciences marines qui seront réalisées dans la ZEE de la Nouvelle-Calédonie pour diverses prospections...

Un atlas bathymétrique de la Nouvelle-Calédonie est publié en même temps que cette présentation de la BDBNC réalisée par le SGT dans le cadre du programme ZoNéCo. Il exploite pleinement les résolutions des données de cette base et devrait permettre sa pleine exploitation, c'est notre vœu.

Les MNT seront en outre très prochainement consultables en ligne au travers du Géorépertoire du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie : [www.georep.nc](http://www.georep.nc)

## ANNEXE 1

Liste des campagnes utilisées pour la réalisation de la carte Missegue 1990

### 38 campagnes de bathymétrie mono-faisceau (conventionnelle)

| <b>CAMPAGNE</b> | <b>ANNEE</b> | <b>BATIMENT</b> |
|-----------------|--------------|-----------------|
| ZOE1            | 1981         | CORIOLIS        |
| ZOE2            | 1983         | CORIOLIS        |
| ZOE3            | 1984         | CORIOLIS        |
| ZOE51           | 1990         | ALIS            |
| ZOE52           | 1990         | ALIS            |
| ZOE53           | 1990         | ALIS            |
| ZOE54           | 1991         | ALIS            |
| AUSTRADDEC1     | 1972         | CORIOLIS        |
| AUSTRADDEC2     | 1973         | NOROIT          |
| AUSTRADDEC3     | 1975         | CORIOLIS        |
| AUSTRADDEC4     | 1976         | NOROIT          |
| CALIS           | 1991         | ALIS            |
| CHESTERFIELD1   | 1979         | VAUBAN          |
| EVA10           | 1982         | CORIOLIS        |
| EVA11           | 1982         | CORIOLIS        |
| EVA12           | 1983         | CORIOLIS        |
| EVA13           | 1986         | CORIOLIS        |
| EVA14           | 1987         | CORIOLIS        |
| EVA2            | 1976         | CORIOLIS        |
| EVA3            | 1977         | CORIOLIS        |
| EVA4            | 1977         | CORIOLIS        |
| EVA5            | 1977         | NOROIT          |
| EVA6            | 1978         | CORIOLIS        |
| EVA7            | 1978         | CORIOLIS        |
| EVA9            | 1981         | CORIOLIS        |
| GCL100          | 1980         | DAWA            |
| GCL200          | 1981         | VAUBAN          |
| GCL300          | 1981         | VAUBAN          |
| GEORSTOM1       | 1973         | NOROIT          |
| GEORSTOM2       | 1974         | CORIOLIS        |
| HAKUHO-MARU     | 1969         | HAKUHO-MARU     |
| KANA-KEOHI      | 1971         | KANA-KEOKI      |
| NOVA4ARGO       | 1967         | ARGO            |
| NOVA4HORIZ      | 1967         | HORIZON         |
| NOVA5ARGO       | 1967         | ARGO            |
| NOVA5HORIZ      | 1967         | HORIZON         |
| PAPATAU6        | 1986         | T. WASHINGTON   |
| VEMA            | 1975         | VEMA            |

### 3 campagnes multifaisceaux (seul le faisceau vertical est conservé dans GEOMER)

| <b>CAMPAGNE</b> | <b>ANNEE</b> | <b>BATIMENT</b> |
|-----------------|--------------|-----------------|
| BIOCAL          | 1985         | JEAN CHARCOT    |
| PROLIGO         | 1985         | JEAN CHARCOT    |
| SEAPSO1         | 1985         | JEAN CHARCOT    |



## ANNEXE 2

### Liste des campagnes avec sondeur multifaisceaux SeaBeam

| <b>Nom</b>   | <b>Bâtiment</b> | <b>Chef(s)</b>        | <b>Départ</b>    | <b>Arrivée</b>   |
|--------------|-----------------|-----------------------|------------------|------------------|
| BIOCAL       | Jean Charcot    | C. Levy               | 08/08/85 Nouméa  | 10/09/85 Nouméa  |
| PROLIGO      | Jean Charcot    | L. Lemasson           | 13/09/85 Nouméa  | 10/10/85 Nouméa  |
| SEAPSO 1     | Jean Charcot    | J. Daniel             | 15/10/85 Nouméa  | 06/11/85 Vila    |
| PAPNOUM      | Jean Charcot    | J.P. Foucher          | 27/03/87 Papeete | 10/04/87 Nouméa  |
| MULTIPSO     | Jean Charcot    | J. Daniel             | 12/04/87 Nouméa  | 29/04/87 Honiara |
| KAIYO87 leg1 | Kaiyo           | JM Auzende, E Honza   | 27/11/87 Nouméa  | 13/12/87 Suva    |
| KAIYO87 leg2 | Kaiyo           | JM Auzende, E Honza   | 15/12/87 Suva    | 02/01/88 Nouméa  |
| KAIYO88 leg1 | Kaiyo           | JM Auzende, E Honza   | 12/11/88         | 01/12/88         |
| KAIYO88 leg2 | Kaiyo           | JM Auzende, E Ruellan | 03/12/88         | 17/12/88         |



## ANNEXE 3

### Liste des campagnes avec sondeur multifaisceaux Simrad EM12D

| <b>Nom</b>     | <b>Bâtiment</b> | <b>Chef(s)</b>                               | <b>départ</b>    | <b>arrivée</b>    |
|----------------|-----------------|--|------------------|-------------------|
| ZoNéCo 1       | L'Atalante      | G. Pautot                                    | 26/06/93 Nouméa  | 15/07/93 Nouméa   |
| SOPACMAPS.leg1 | L'Atalante      | J. Daniel                                    | 17/07/93 Nouméa  | 15/08/93 Honiara  |
| SOPACMAPS.leg3 | L'Atalante      | B. Pelletier                                 | 21/09/93 Suva    | 20/10/93 Nouméa   |
| TRANSNOR       | L'Atalante      | J. Mascle                                    | 23/10/93 Nouméa  | 29/10/93 Auckland |
| ZoNéCo 2       | L'Atalante      | Y. Lafoy                                     | 02/08/94 Nouméa  | 22/08/94 Nouméa   |
| NOFI           | L'Atalante      | Y. Lagabrielle<br>E. Ruellan<br>M. Tanahashi | 25/08/94 Nouméa  | 18/09/94 Nouméa   |
| PACANTARTIC    | L'Atalante      | L. Geli                                      | 05/01/96 Nouméa  | 19/02/96 Nouméa   |
| KAONOUM        | L'Atalante      | Transit                                      | 23/06/96         | 09/07/96 Nouméa   |
| CALVA          | L'Atalante      | J.P. Eissen                                  | 12/07/96 Nouméa  | 21/07/96 Nouméa   |
| ZoNéCo 3       | L'Atalante      | F. Missegue                                  | 30/08/96 Nouméa  | 20/09/96 Nouméa   |
| ZoNéCo 4       | L'Atalante      | R. Le Suavé                                  | 22/09/96 Nouméa  | 12/10/96 Nouméa   |
| PAPNOU99       | L'Atalante      | B. Pelletier                                 | 01/10/99 Papeete | 12/10/99 Nouméa   |
| ZoNéCo 5       | L'Atalante      | JM Auzende                                   | 13/10/99 Nouméa  | 07/11/99 Nouméa   |
| FAUST 2        | L'Atalante      | A. Mauffret<br>P. Symonds                    | 11/11/99 Nouméa  | 13/12/99 Nouméa   |
| AUSTREA 1      | L'Atalante      | P. Hill                                      | 17/12/99 Nouméa  | 11/01/00 Hobart   |
| ALAUFI         | L'Atalante      | B. Pelletier<br>Y. Lagabrielle               | 29/02/00 Nouméa  | 17/03/00 Suva     |
| ZoNéCo 11      | L'Atalante      | Y. Lafoy                                     | 08/09/04 Nouméa  | 05/10/04 Nouméa   |
| NOUCAPLAC 1    | L'Atalante      | W. Roest                                     | 05/08/04 Nouméa  | 19/08/04 Nouméa   |
| NOUCAPLAC 2    | L'Atalante      | B. Loubrieu                                  | 25/08/04 Nouméa  | 07/09/04 Nouméa   |

## ANNEXE 4

Liste des boîtes d'acquisition au sondeur multifaisceaux Simrad EM1002 Acquisées dans le cadre du programme ZoNéCo

| NOM DE LA BOITE    | Nb CYCLES        | PROF MINI<br>(avant nettoyage) | PROF MAXI<br>(avant nettoyage) |
|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Bourail            | 26298            | 3                              | 2032                           |
| bourail_nepoui     | 49272            | 3                              | 1976                           |
| bourail_stvincent  | 7235             | 3                              | 1978                           |
| sarcelle1          | 461090           | 3                              | 1227                           |
| sarcelle2          | 50821            | 16                             | 52                             |
| stvincent          | 28891            | 2                              | 2025                           |
| stvincent_bourail  | 26380            | 3                              | 1843                           |
| thio               | 260511           | 9                              | 1106                           |
| boulari_koko       | 127204           | 9                              | 1238                           |
| boulari_stvincent  | 70002            | 9                              | 1228                           |
| cornesud2          | 142038           | 14                             | 397                            |
| cornesud           | 534593           | 6                              | 691                            |
| havannah_trou      | 4420             | 386                            | 1076                           |
| Bayes              | 76525            | 3                              | 1025                           |
| Bayesest072002     | 3127             | 531                            | 1379                           |
| Bayessud           | 76525            | 3                              | 1025                           |
| Canala072002       | 90261            | 23                             | 1455                           |
| canala_trou        |                  |                                |                                |
| hienghene072002    | 84949            | 18                             | 1477                           |
| mengalia072002     | 60061            | 5                              | 1520                           |
| passe_touho        | 24382            | 4                              | 1284                           |
| pentés_bayes       | 58406            | 2                              | 2040                           |
| pouebo072002       | 66590            | 3                              | 1516                           |
| touhosuite072002   | 8013             | 31                             | 1484                           |
| Balabio            | 81857            | 31                             | 1000                           |
| Koumac             | 50135            | 25                             | 1000                           |
| TRNepouiKoumac     | 63512            | 25                             | 1000                           |
| grandpassage       | 46949            | 25                             | 996                            |
| grandpassagecentre | 113070           | 41                             | 1000                           |
| nordbelep          | 51454            | 25                             | 1000                           |
| sudbelep           | 42050            | 25                             | 1000                           |
| Cook022003         | 64879            | 25                             | 1000                           |
| poum               | 57214            | 25                             | 1000                           |
| btempbpres         | 73078            | 8,06                           | 1164,52                        |
| leliogat           | 24411            | 10,7                           | 1120,96                        |
| lifou_nord         | 69413            | 11,2                           | 1079,8                         |
| lifou_sud          | 142249           | 10,1                           | 1125,68                        |
| mare_nord          | 133586           | 6,95                           | 1198,44                        |
| mare_sud           | 37654            | 23,52                          | 1167,16                        |
| ouvea_est          | 32833            | 24,82                          | 1042,8                         |
| ouvea_nord         | 40559            | 4,74                           | 1035,08                        |
| ouvea_ouest        | 53902            | 12,32                          | 1022,72                        |
| tiga               | 43687            | 11,92                          | 1138,56                        |
| Trlifou_ouvea      | 6059             | 158,18                         | 1003                           |
| vauvillier         | 40156            | 4,04                           | 1117,88                        |
| <b>TOTAL</b>       | <b>3 606 301</b> | <b>cycles</b>                  | <b>soit 400 299 411 sondes</b> |

## ANNEXE 5

Liste des boîtes d'acquisition au sondeur multifaisceaux Simrad EM1002  
Acquises hors du cadre du programme ZoNéCo

| <b>NOM DE LA BOITE</b> | <b>Nb CYCLES</b> | <b>PROF MINI</b><br>(après filtrage) | <b>PROF MAXI</b><br>(après filtrage) |
|------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| bancnova               | 44294            | 285                                  | 980                                  |
| capel                  | 43274            | 207                                  | 980                                  |
| chester072008          | 196976           | 9                                    | 960                                  |
| fairway                | 4512             | 592                                  | 970                                  |
| kelso                  | 36816            | 93                                   | 980                                  |
| lansdowne              | 43405            | 48                                   | 980                                  |
| lordhove               | 6500             | 395                                  | 980                                  |
| suroitbellona          | 250604           | 10                                   | 980                                  |
|                        |                  |                                      |                                      |
| bancorne               | 96435            | 7                                    | 980                                  |
| hunter                 | 7549             | 21                                   | 980                                  |
| matthew                | 7462             | 28                                   | 980                                  |
| walpole                | 47466            | 15                                   | 980                                  |
| walpolehtfond          | 3014             | 40                                   | 565                                  |
|                        |                  |                                      |                                      |
| antigonia              | 11336            | 93                                   | 977                                  |
| banc93                 | 13130            | 90                                   | 980                                  |
| jumeauest              | 17815            | 377                                  | 980                                  |
| jumeauouest            | 9144             | 230                                  | 980                                  |
| kaimonmaru             | 16606            | 222                                  | 980                                  |
| mont1                  | 10782            | 243                                  | 980                                  |
| montb                  | 8819             | 374                                  | 980                                  |
| montestantigo          | 10535            | 188                                  | 980                                  |
| montexclu              | 6224             | 637                                  | 980                                  |
| montintrouvab          | 3997             | 561                                  | 980                                  |
| montzorro              | 6850             | 602                                  | 980                                  |
| mousquetaire1          | 1746             | 615                                  | 980                                  |
| mousquetaire2          | 2765             | 595                                  | 980                                  |
| stylaster              | 20298            | 426                                  | 980                                  |

**TOTAL 928 354 cycles soit 103 047 294 sondes**