

ZoNéCo

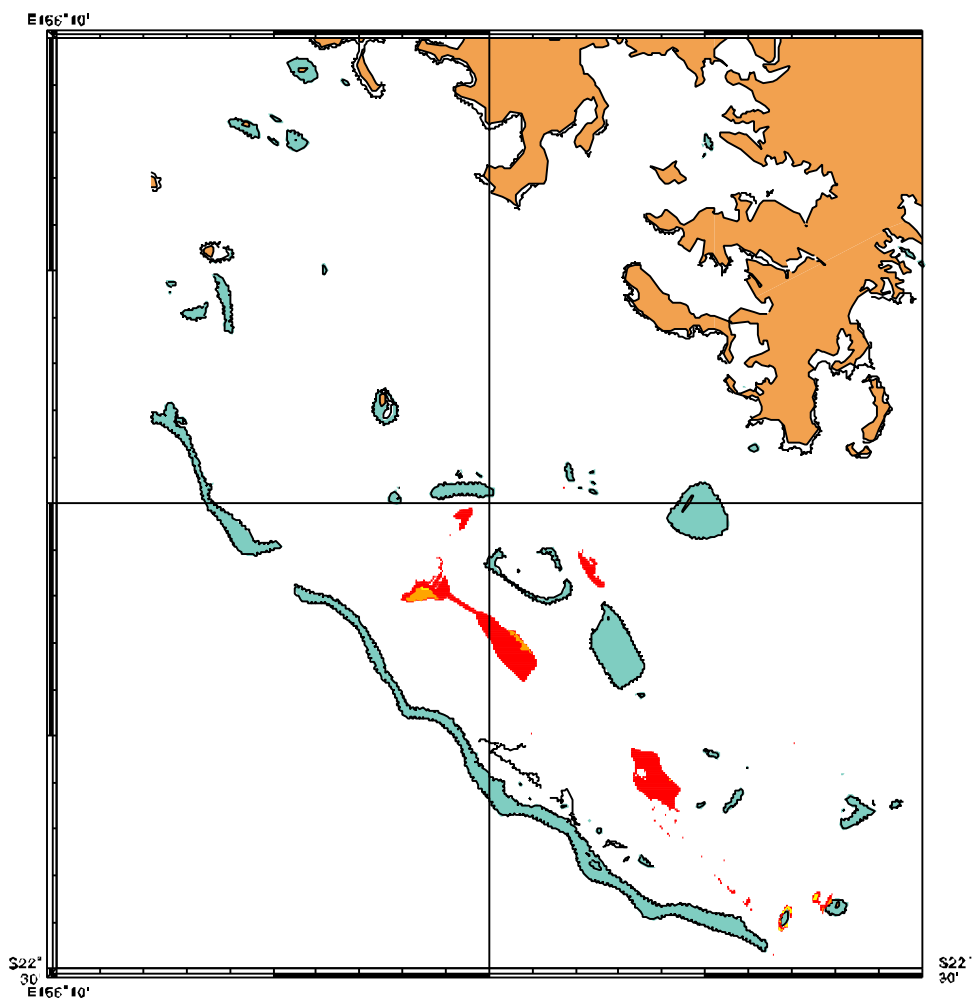
PROGRAMME D'ÉVALUATION DES RESSOURCES MARINES
DE LA ZONE ÉCONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE

LA CAMPAGNE ZoNéCo 7 (11-25 juin 1999) :

Aide à l'inventaire des ressources en sables du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie

Yves LAFOY

Décembre 2000



La campagne ZoNéCo 7 (11-25 juin 1999) :
aide à l'inventaire des ressources en sable du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie

Yves Lafoy

Décembre 2000

I - Introduction

Depuis la première campagne du programme pluridisciplinaire ZoNéCo d'inventaire des ressources marines (minérales et vivantes) en 1993, les investigations ont uniquement intéressé le domaine marin offshore. Récemment, les autorités de Nouvelle-Calédonie ont souhaité voir le programme s'intéresser au domaine lagonaire. La campagne ZoNéCo 7 (11-25 juin 1999 à bord du N.O. Dawa de l'IRD) représente la première opération à la mer conduite dans le cadre du volet « Lagon » du programme ZoNéCo.

La campagne ZoNéCo 7 a été réalisée dans le cadre du programme ZoNéCo, sous la tutelle du Service des Mines et de l'Energie et de la SOPAC (South Pacific Applied Geoscience Commission) qui possède le matériel de prospection géophysique adapté. Elle a consisté en une reconnaissance bathymétrique multifaisceaux et géophysique (sismique réflexion petit-fond) de la portion du lagon sud-ouest comprise entre les passes de Dumbéa et de Boulari, couvrant ainsi une zone d'environ 220 km² au large de la presqu'île de Nouméa (**Fig. 1**). Les résultats de cette campagne ont été publiés dans deux rapports (Labails, 1999 ; Lafoy et al., 1999). Celui-ci a pour objet de sélectionner les zones d'épaisseur sédimentaires importantes du lagon sud-ouest au niveau desquelles des carottages pourraient être réalisés en vue d'évaluer les ressources potentielles en sables lagonaire.

Les formations carbonatées sont peu abondantes sur la Grande Terre. La recherche de matériaux calcaires est donc un sujet problématique qui resurgit à chaque période de développement économique de l'île. Par le passé, la demande a porté principalement sur les pierres marbrières, le calcaire pour fabrication de ciment, le calcaire pour amendement agricole ou encore les matériaux additifs dans l'industrie pyrométallurgique comme fondant. En Nouvelle-Calédonie, le sable lagonaire est parfois utilisé pour le "rechargement" des plages. Les caractéristiques granulométriques de ces sables blancs du lagon, provenant du démantèlement des constructions coralliennes, doivent être proches de celles de la plage à recharger, afin d'en assurer la stabilité. Récemment, les projets hydrométallurgiques en cours vont nécessiter, comme neutralisant des solutions résultant du processus de lixiviation, des quantités très importantes de matériaux calcaires (1 250 000 tonnes de calcaire à 95 % de CaCO₃). Le problème de la ressource en calcaire devient donc pressant et il convient de ne pas négliger l'estimation des ressources en sables de plages et lagonaire, même si leur éventuelle exploitation poserait de sérieux problèmes environnementaux. Rappelons que la Nouvelle-Calédonie a entamé une réflexion sur le « Schéma de mise en valeur des richesses minières » duquel les ressources en matériaux ne peuvent être omises.

Le volume total disponible dans le lagon n'est pas en l'état des connaissances estimable, mais est à l'évidence considérable. Des campagnes de reconnaissances complémentaires sont indispensables pour mieux caractériser la qualité et la quantité de cette ressource.

C'est dans cette optique d'inventaire des ressources en sables que la campagne ZoNéCo 7 a été mise en œuvre, en utilisant pour la première fois de manière couplée des données de bathymétrie multifaisceaux et de sismique réflexion, dans la portion du lagon Sud-Ouest située entre les passes de Dumbéa et de Boulari (**Fig. 1**). La sismique réflexion permet d'obtenir des informations sur l'épaisseur des sédiments présents sous le fonds marin et par conséquent représente un support indispensable à tout échantillonnage ultérieur (prélèvements par carottages). Toutefois, les contraintes environnementales qui devront être prises en compte dans l'hypothèse d'échantillonnages in situ, limiteront les prélèvements possibles.

II - Les données antérieures en sédimentologie

L'examen des cartes sédimentaires du lagon montre que des sédiments sableux, fortement calcaires, composés de fragments d'organismes morts bien triés, vannés et lavés, sont présents à l'arrière du grand récif (Debenay, 1985). Toutefois, les cartes de répartition des sédiments dans le lagon sont essentiellement basées sur des prélèvements par carottages superficiels. Elles ne permettent donc d'estimer ni l'épaisseur, ni le volume sédimentaire du matériel sableux, d'où la nécessité de mettre en œuvre des campagnes de sismique réflexion petit-fond.

En effet, seules des études géophysiques du lagon, complétées par la réalisation de sondages profonds, permettront de préciser l'histoire du domaine lagonaire calédonien et de ses ressources en sables (Dugas et Debenay, 1982 ; Maurizot et Bouysse, 1989 ; Lafoy, 1993).

En ce qui concerne les sables de plage et lagunaires, un certain nombre de sites côtiers composés par des accumulations de sables d'origine corallienne ont été échantillonnés ou exploités. Dans la plupart des cas il s'agit de plages ou d'anciennes plages surélevées. Ce matériau se distingue par son caractère meuble et donc sa facilité d'extraction, bien qu'il puisse souvent être cimenté en profondeur.

La composition chimique est riche en CaCO_3 , mais une proportion de particules terrigènes est souvent présente. La configuration de ces étroits cordons sableux fait que les réserves sont généralement restreintes. Ils ont fait l'objet de nombreuses petites ouvertures ponctuelles de carrières d'emprunt éphémères. Parmi les sites reconnus on peut mentionner:

- Pindaï (Pouembout, Chevillon et Maurizot, 1991) :
63.000 m³ à 46.6 % CaO et 2.5 % MgO.
- Babouillat (Isthme de l'extrémité nord du massif de Tiébaghi, Le Berre et Maurizot, 1991) :
Environ 50 000 m³ à 43 à 46 % CaO ; 4 à 6% MgO
- Baaba (Le Berre et Maurizot, 1991) :

A l'extrémité nord de la Grande Terre, là où les reliefs s'ennoient, de grandes quantités de sables lagunaires, soit en bordure des îles, soit sous faible tranche d'eau et souvent exposés à marée basse sont visibles. Deux secteurs, parmi d'autres potentiels ont été reconnu au Nord de Baaba. Les reconnaissances par lignes de sondages à la tarière à main ont révélé environ 380 000 m³ à 47 % CaO. Vers les reliefs les teneurs en SiO_2 augmentent rapidement (jusqu'à 50 %).

Un cas particulier de sable lagunaire est constitué par les ensembles à affinité d'éolianite du secteur de la baie de Saint-Vincent (îlots Puen, Ducos, Hugon, Isié, Champignons, Abu, Moro). Ces dépôts se sont mis en place lors d'une phase de régression marine récente (18 000 à 30 000 BP correspondant au maximum glaciaire du Wurm), pendant lequel le lagon a été totalement émergé. Sous l'action des vents, d'importantes dunes de sable se sont formées. La proportion de terrigènes et l'induration sont variables. Ces formations ont été exploitées essentiellement comme matériaux de construction (plus de 1 millions de m³) en raison de la proximité de Nouméa. Les données sur les teneurs en carbonates sont parcellaires. Sur l'îlot Abu où les dépôts sont essentiellement calcaires, ils ont été exploités comme fondant pour la SLN, avec 586 000 t à 52 à 55 % de CaO

A l'heure actuelle on peut considérer que le plus gros de cette ressource a été exploité.

De grandes quantités de sables calcaires existent dans le lagon, particulièrement dans sa partie externe et les îlots où les sédiments sont presque exclusivement composés de débris coralliens et non contaminés par les apports terrigènes de l'île. Une "dune hydraulique" s'individualise en particulier à l'arrière de la grande barrière récifale du lagon ouest, avec un sable calcaire bien trié, lavé et vanné (Maurizot et Bouysse, 1989). Pour l'instant, seul le secteur du lagon sud et plus particulièrement au large de Nouméa, a été partiellement reconnu par dragage (Debenay, 1985), carottage (Maurizot et Bouysse, 1989) et sismique réflexion (Lafoy et al., 1999; 2000).

Dans le cadre d'une recherche de gisements de sable pour le rechargement des plages, des prélèvements ont été réalisés, par vibrocarottier électrique et lançage hydraulique (tuyau de faible diamètre injectant de l'eau sous pression, assurant une bonne pénétration mais un échantillonnage médiocre), au niveau de cinq sites localisés le long de la dune hydraulique adossée aux récifs Mbere et Abore (Maurizot et Bouysse, 1989). Sur deux de ces sites, le volume en sable a été estimé à 210 000 m³.

Entre les passes de Dumbéa et Boulari, trois sites ont fait l'objet de 18 carottages et 29 lançages (**Fig. 2**). Les profondeurs de pénétration moyennes ont été de 1 mètre par vibrocarottage, très en deçà de l'épaisseur réelle des sables, et de 3,80 m par lançage. Les échantillons, traités en laboratoire, ont tous fait l'objet de tamisages normalisés, de mesures de densité sèche ou humide, et certains, de carbonatométrie par attaque HCl.

Les principaux résultats de cette étude révèlent que les zones d'accumulation de sables coralliens se situent sur des zones où le plateau, de profondeur inférieure à 8 m, est protégé par des secteurs du grand récif orientés E-W qui font obstacle aux courants dominants induits par les alizés. Les sables, de granulométrie moyenne (entre 1 et 0,250 mm), bien classés, contiennent 100% de carbonate et sont dépourvus de particules fines (< 63 mm).

Selon Maurizot et Bouysse (1989), la zone située juste au nord de 22°25'S, en arrière du secteur de barrière récifale orienté E-W, qui a fait l'objet de 6 carottages et 15 lançages, serait la plus favorable du point de vue de ressource en matériau, avec un volume potentiel de l'ordre de 150 000 m³. Maurizot et Bouysse (1989) ont montré, par une campagne de sondages, l'existence en arrière du grand récif, de gisements de sables de bonne qualité dans un rayon de 25 km à partir de Nouméa.

Dans la zone d'étude, entre les passes de Dumbéa et Boulari, aucune estimation de ressources n'a été réalisée. La carte sédimentologique de Nouméa au 1/50 000 (Dugas et Debenay, 1982) met en évidence la distribution des sédiments meubles selon leur texture, leur classe granulométrique, et leur teneur en carbonate de calcium. Selon ces auteurs, les accumulations de sables calcaires sont principalement concentrées sur le plateau corallien et les îlots du lagon externe. L'arrière du grand récif est recouvert par une dune hydraulique, siège d'une sédimentation plus importante (Debenay, 1985). En arrière de la barrière récifale, la conjonction de trois facteurs hydrodynamiques (alizés, courants de marée et houle), aboutit à un vannage continu des sédiments qui sont bien triés et dépourvus de particules fines. Dans le lagon externe, les sédiments sont presque exclusivement calcaires, avec essentiellement des sables graveleux (< 20% de graviers dans la fraction sablo-graveleuse). Les sables très graveleux (> 20% de graviers dans la fraction sablo-graveleuse) sont concentrés près des îlots coralliens et du littoral. Quelques zones à sables siliceux ont été observées aux embouchures des rivières, en particulier celle de la Dumbéa. Les lutites (vases, <0,125 mm) ont été identifiées dans le lagon interne et les baies, ainsi que dans les vallées sous-marines du lagon externe. Elles ne se sont pas déposées dans l'axe des vallées encaissées situées à proximité des passes.

III –Résultats de la campagne ZoNéCo 7 et sélection de zones potentielles de carottage

La campagne ZoNéCo 7 n'a pu, pour des problèmes de navigation engendrés par l'acquisition de données de sismique, qu'en partie reconnaître le plateau de l'arrière-récif et donc recouper les données de sondages de Maurizot et Bouysse (1989) (**Fig. 2**). Elle a, d'ouest en est, reconnu les rides récifales NW-SE constituées par les alignements de Signal-Snark et Sèche Croissant-Maître.

La campagne a permis de préciser l'histoire de l'évolution du lagon (mise en évidence de paléochenaux), et d'obtenir des informations sur l'épaisseur des séries sédimentaires présentes sous la surface du fond marin (Lafoy et al., 1999 ; 2000). Elle constitue donc un préalable à la réalisation d'éventuelles campagnes de sondages (forages, carottages) de la phase tactique du programme ZoNéCo, destinées à préciser les caractéristiques sédimentologiques et géotechniques des formations du lagon sud-ouest.

Suite à cette campagne, deux documents essentiels, préalables à la phase tactique d'échantillonnage, ont été obtenus:

- a) La carte bathymétrique multifaisceaux (**Fig. 2**) résultant d'un MNT (Modèle Numérique de Terrain) au pas de 25 m. La zone d'étude est dominée par quatre directions structurales :
 - NW-SE, orientation générale de la Grande Terre, du lagon Ouest, et des rides récifales Signal-Snark et Sèche Croissant-Maître, situées entre la presqu'île de Nouméa et la barrière récifale,
 - N-S, bien exprimée au niveau de la passe de Dumbéa et du bras nord de celle de Boulari,
 - NE-SW, au niveau de la passe de Dumbéa et des parties nord des rides Signal-Snark et Sèche Croissant-Maître,
 - E-W, dans la partie amont de la passe de Dumbéa.
- b) Les cartes interprétatives des données de sismique réflexion. Ces cartes, d'isochrones du socle acoustique, de la discordance Pléistocène supérieur-Holocène, et d'isopache de la série post-Holocène (Lafoy et al., 1999), ont été obtenues par corrélation des réflecteurs sismiques identifiés avec le forage de l'îlot Ténia (Coudray, 1976) (**Fig. 3**).

Parmi ces documents, la carte isopache de la séquence I (post-Holocène) (**Fig. 4**) représente le document le plus intéressant en terme d'aide à l'inventaire des ressources en sables. L'épaisseur de la séquence I a été mesurée en millisecondes temps-double (mstd) entre la surface du fond du lagon et le réflecteur sismique 1, marquant la discordance Pléistocène supérieur-Holocène (**Fig. 3**).

Du nord vers le sud, on note des épaississements de cette séquence, au niveau:

- de la passe de Dumbéa, au nord de celle-ci, le long d'une langue orientée NE-SW et épaisse de 15 mstd. Cette épaisseur peut s'expliquer par la présence de levées sédimentaires liées à des paléo-chenaux situés entre le récif Mbere et l'îlot Signal. Vers le nord-ouest, la langue s'amincit (< 10 mstd) avant de s'épaissir à nouveau au nord de l'îlot Signal où elle atteint 20 mstd avec une orientation WNW-ESE ;
- entre les rides Signal-Snark et Sèche Croissant-Maître, où une langue épaisse de 12 mstd, orientée NW-SE, se prolonge vers le sud en s'épaississant (15 mstd au sud-ouest de Maître, 20 mstd entre les Quatre Bancs de l'Ouest et du Nord) ;
- entre Larégnère et Crouy, où, côté ouest, la séquence atteint 15 mstd, et 12 mstd à l'est de Crouy. Vers le sud, à l'est des îlots Crouy-Goëlands-Snark, les dépôts, d'épaisseur constante 12 mstd, s'orientent NW-SE ;
- du bras nord de la passe de Boulari, où les dépôts atteignent 20 mstd. Au niveau de l'îlot Amédée, la séquence atteint une épaisseur moyenne de 12 mstd.

Ces zones, identifiées grâce au levé sismique qui met en évidence l'isopache 12 mstd, soulignent les dépôts postérieurs à la période Holocène dont l'épaisseur moyenne dépasse 10 mètres. Ces dépôts sédimentaires post-Holocène sont essentiellement constitués, d'après le forage de l'îlot Ténia (Coudray, 1976) (**Fig. 3**), de sables hétérométriques à débris d'organismes surmontés de sables fins homométriques, et représentent par conséquent une ressource potentielle en matériau.

Le croisement de cette carte des isopaches de la séquence I avec celle de bathymétrie multifaisceaux permet, en sélectionnant des profondeurs du fond inférieures à 12 mètres et des épaisseurs sédimentaires d'au moins 12 millisecondes-temps double (mstd), d'individualiser 4 principales zones cibles pour d'éventuels prélèvements ultérieurs par carottages (**Fig. 5**). Ces cibles potentielles sont localisées:

- au sud-ouest et à l'est de l'îlot Crouy ;
- à l'ouest de l'îlot Snark ;
- au sud de l'îlot Larégnère.

Des campagnes de prélèvements, réalisées sur ces zones cibles dans le cadre de la phase tactique du programme ZoNéCo, permettront de préciser les caractéristiques granulométriques et géotechniques des sables de cette portion du lagon.

Références

- Chevillon C., Maurizot P., 1991, Etude d'une carrière de calcaire pour amendement agricole à Pindaï, Rapport B. R- G. M. NC 348191.
- 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 de la Nouvelle-Calédonie. Expéd. Française sur les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, Fond. Singer-Polignac, Paris, 8, 1976, 1-276
- 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 de l'Université d'Aix-Marseille II (faculté des sciences de Luminy), 196 p.
- Dugas, F. et Debenay, J.P., 1982. Carte sédimentologique et carte annexe du lagon de Nouvelle-Calédonie à 1/50 000, feuille « Nouméa ». ORSTOM, notice explicative n°95, 45 p.
- Labails, C., 1999. Campagne ZoNéCo 7 : Cartographie du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, Rapport ZoNéCo, Août 1999, 51 p + Annexes.
- Lafoy Y., 1993. Rapport sur le sable en Nouvelle-Calédonie: synthèse des connaissances début 1993. Rapport N° 3160-SR, Services des Mines et de l'Energie, 25 p.
- Lafoy, Y., Smith, R., Labails, C., Young, S., 1999 - La campagne ZoNéCo 7 (11-25 juin 1999) dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, Rapport final et principaux résultats, Rapport ZoNéCo, Septembre 1999, 28 p. + Annexes
- Lafoy, Y., Auzende, J.M., Smith R., et Labails, C., 2000 – Evolution géologique post-Pléistocène moyen du domaine lagonaire Néo-Calédonien méridional, *C.R.Acad. Sci., Paris*, **330**, 265-272
- Le Berre, P., Maurizot P., 1991, Inventaire des roches et minéraux industriels de la Province Nord (Nouvelle-Calédonie). Recherche de gisements de roches ornementales, argiles à briques, gypse et calcaire pour amendement, Rapport BRGM R 34 457.
- Maurizot P., Bouysse P., 1989, Recherche de gisements de sable et de méthodes d'extraction pour l'amélioration des plages dans la zone de Nouméa - Rapport BRGM, Réf. 149/89
- Maurizot et Leplat, 2000, Note de synthèse sur les ressources en calcaire de la Nouvelle-Calédonie, Note interne au Service des Mines et de l'Energie, Mai 2000, 15 p.

Liste des figures

Fig. 1 - Plan de position de la campagne ZoNéCo 7. Trait gras : localisation du profil sismique ZoNéCo 7-29 de la figure 3. Si : Signal ; La : Larégnère ; S – C : Sèche-Croissant ; M : Maître ; Cy : Crouy ; Go : Goëlands ; Sn : Snark ; 4 Bcs W : Quatre bancs de l'Ouest ; 4 Bcs N : Quatre bancs du Nord ; A : Amédée ; Nou : Nouméa

Fig. 2 - Carte bathymétrique multifaisceaux de la campagne ZoNéCo 7 (d'après Lafoy et al., 2000). Equidistance des isobathes : 2,5 m. Projection Mercator WGS84 à 21°30'S. Cercles noirs : localisation des prélèvements réalisés par Maurizot et Bouysse (1989)

Fig.3 - Corrélation du profil sismique ZoNéCo 7-29 (cf localisation Fig. 1) avec le forage de l'îlot Ténia (Coudray, 1976) (d'après Lafoy et al., 1999 ; 2000). 1,2,3 : réflecteurs sismiques ; mstd : millisecondes temps-double; exagération verticale : 9

Fig.4 - Carte isopache de la séquence I (d'après Lafoy et al., 1999). Equidistance des isopaches : 5 millisecondes temps-double. L'isopache 12 mstd est représentée. Projection Mercator WGS84 à 21°30'S.

Fig. 5 – Les cibles potentielles de carottages obtenues par croisement des données de profondeur du fond (<12 m) et d'épaisseur de la séquence I (>= 12 mstd)

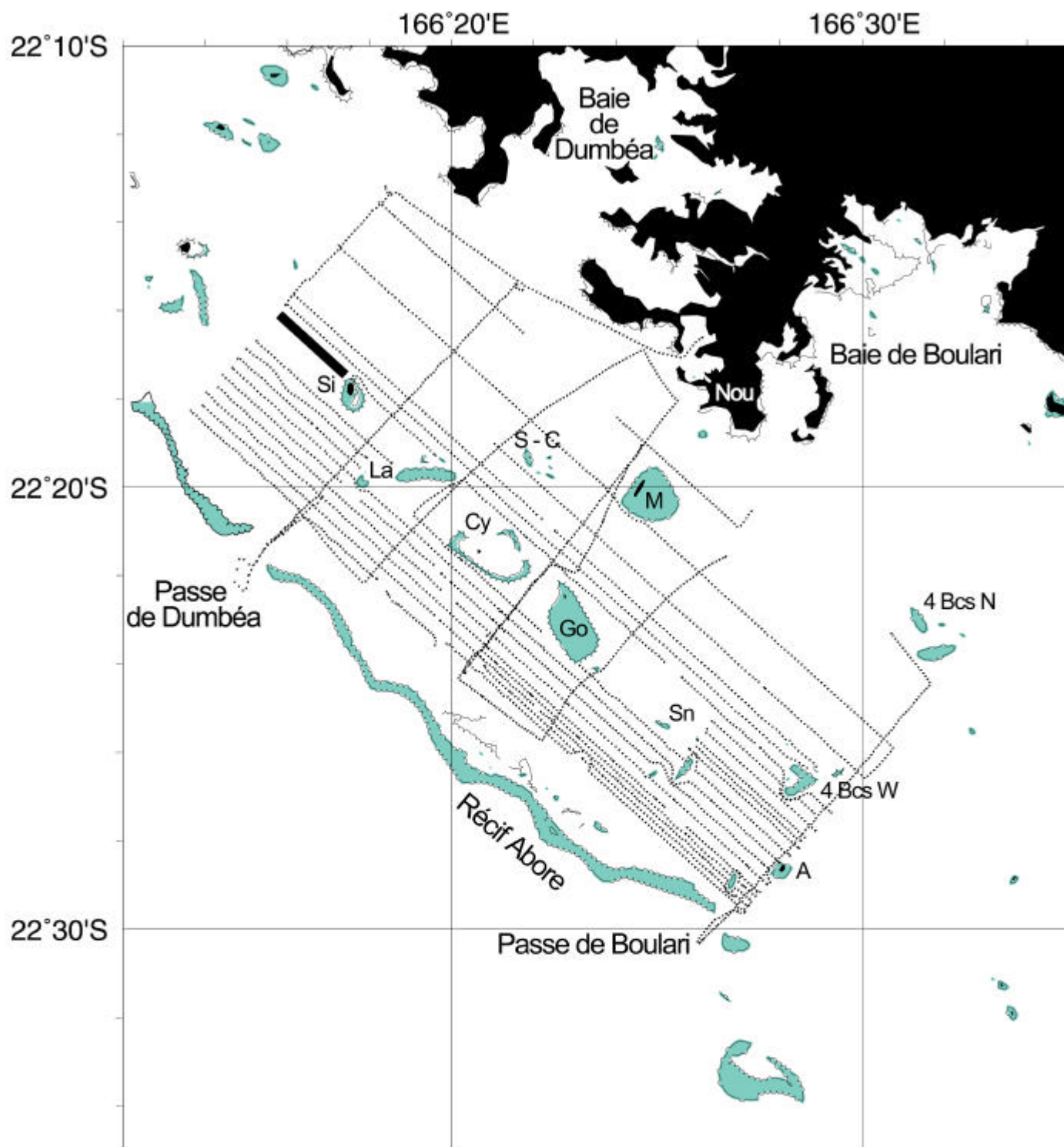


Fig. 1 - Plan de position de la campagne ZoNéCo 7.

Trait gras : localisation du profil sismique ZoNéCo 7-29 de la figure 3.

Si : Signal ; La : Larégnère ; S - C : Sèche-Croissant ; M : Maître ; Cy : Crouy ; Go : Goëlands ; Sn : Snark ; 4 Bcs W : Quatre bancs de l'Ouest ; 4 Bcs N : Quatre bancs du Nord ; A : Amédée ; Nou : Nouméa

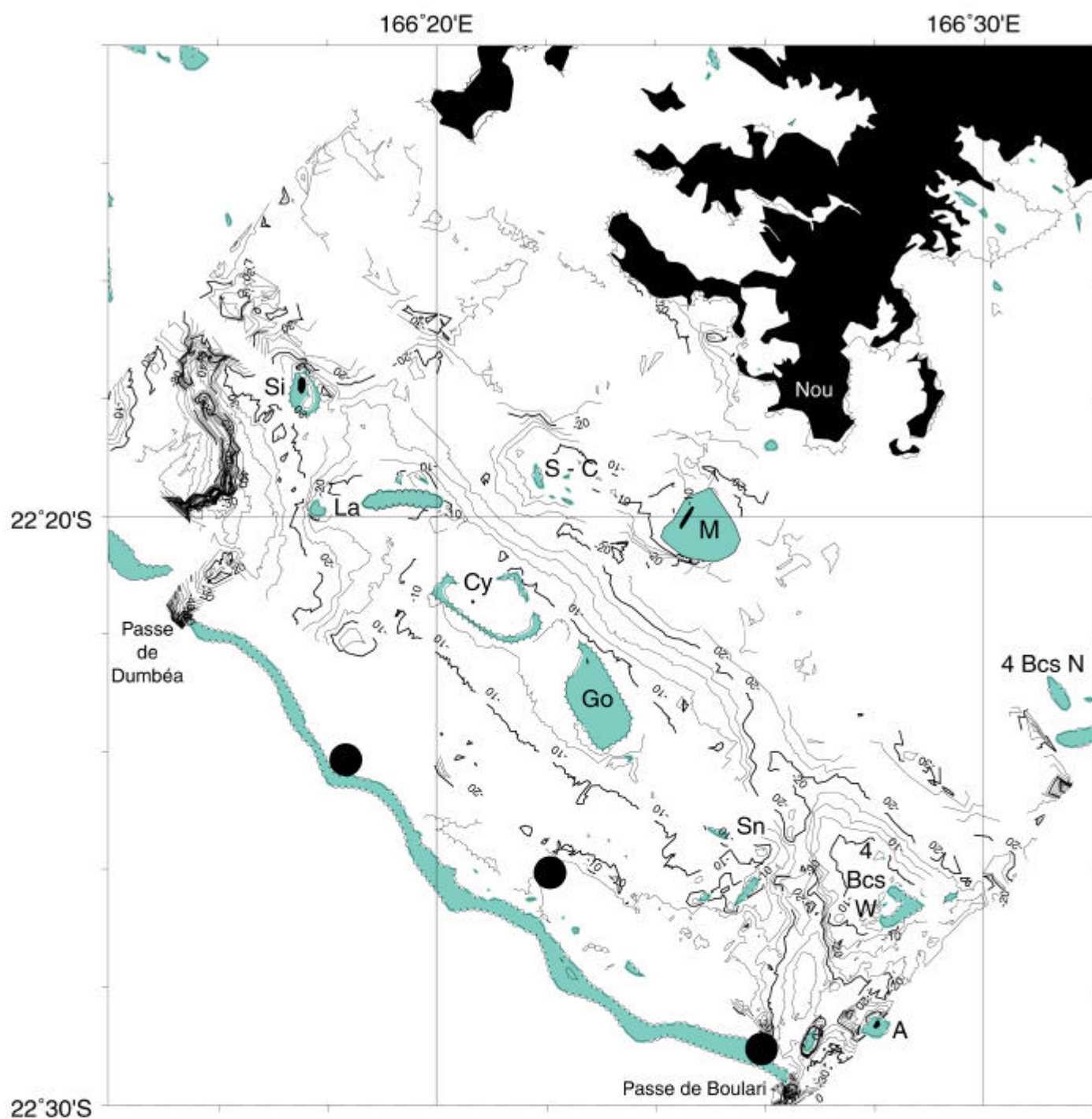


Fig. 2 - Carte bathymétrique multifaisceaux de la campagne ZoNéCo 7 (d'après Lafoy et al., 2000). Equidistance des isobathes : 2,5 m. Projection Mercator WGS84 à 21°30'S. Cercles noirs : localisation des prélèvements réalisés par Maurizot et Bouysse (1989)

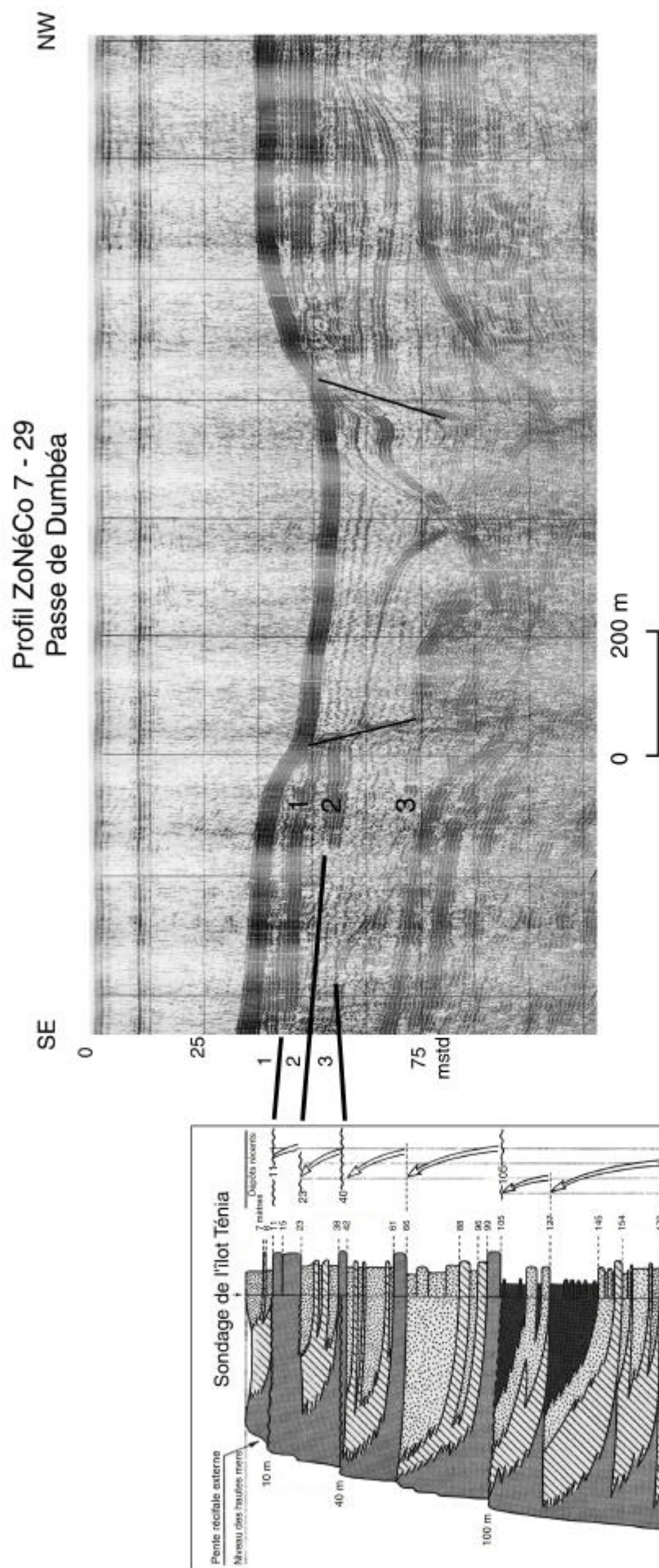


Fig.3 - Corrélation du profil sismique ZoNéCo 7-29 (cf localisation Fig. 1) avec le forage de l'îlot Ténia (Coudray, 1976) (d'après Lafoy et al., 1999 ; 2000).
1,2,3 : réflecteurs sismiques ; mstd : millisecondes temps-double; exagération verticale : 9

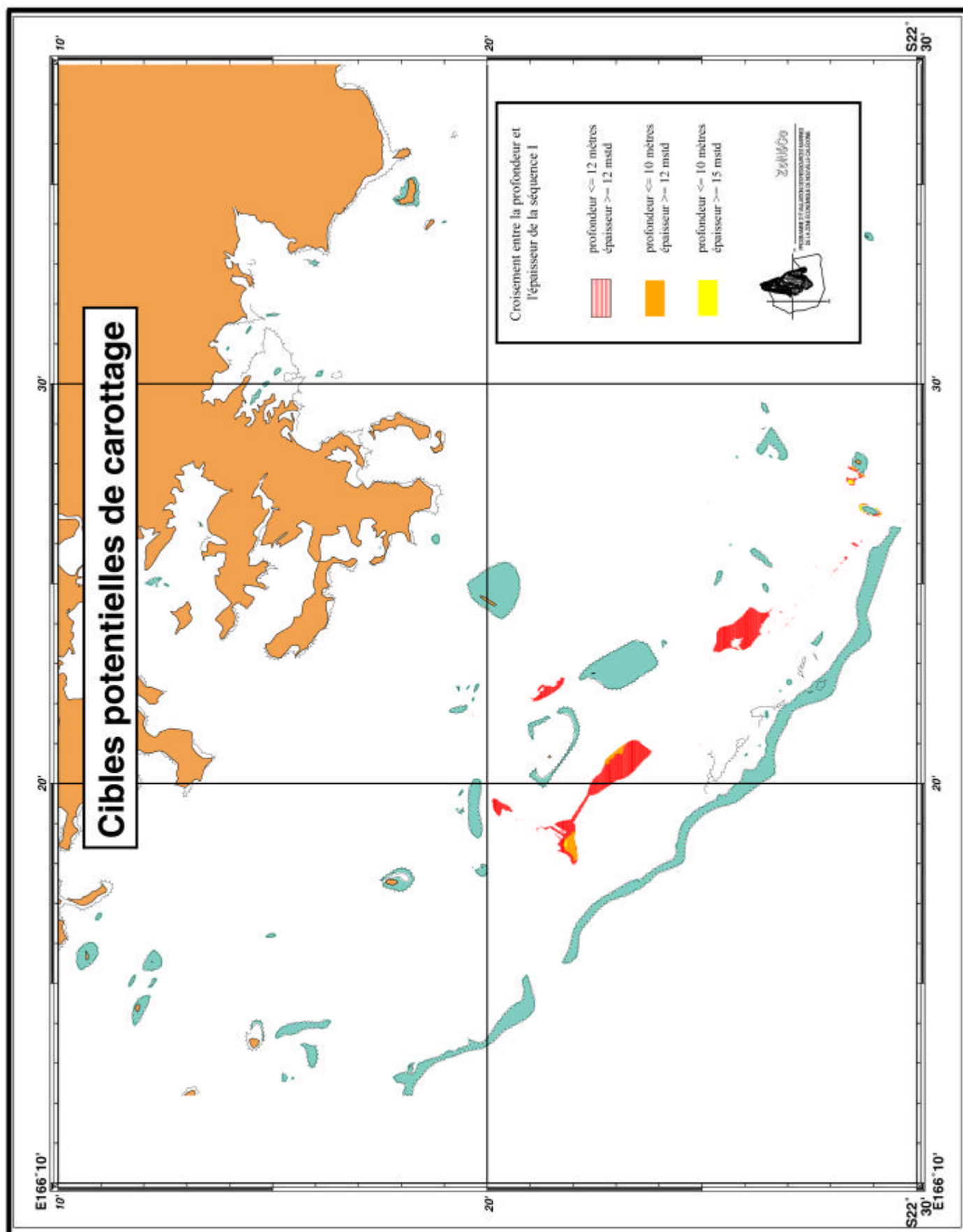


Fig. 5 - Les cibles potentielles de carottages obtenues par croisement des données de profondeur du fond (<12 m) et d'épaisseur de la séquence I (≥ 12 mstd)