



# Annales hydrographiques

6<sup>e</sup> série - Vol. 10 - n° 779

## 2019



## Table des matières

<b>ÉDITORIAL par B. Frachon.....</b>	<b>5</b>
<b>1<sup>ère</sup> PARTIE : articles scientifiques et techniques .....</b>	<b>7</b>
La mesure du niveau de la mer par bouées GPS : l'expérience multi-capteurs de l'île d'Aix par <i>G.André, B. Martín Míguez, V. Ballu, L. Testut, G. Wöppelmann et, P. Tiphaneau .....</i>	9
Les références verticales maritimes en France : méthodologie de création des surfaces BATHYELLI par <i>Y-M Tanguy, G. Jan et Y. Pastol .....</i>	25
Étude de l'apport du SMF Konsberg EM710 dans la conduite des levés au Shom par <i>O.Parvillers, Y. Lubac et C. Vrignaud .....</i>	39
Cartographie marine et informatique, modernisation du système de production cartographique du Shom : transition vers CARIS HPD par <i>É. Le Guen.....</i>	51
<b>2<sup>e</sup> PARTIE : rapports de fin de direction.....</b>	<b>61</b>
Mission hydrographique de l'Atlantique 29 avril 1985 – 12 octobre 1987 par <i>P. Roudaut.....</i>	63
Groupe océanographique du Pacifique 6 août 2010 – 3 août 2012 par <i>R. Pronost .....</i>	147
Groupe océanographique du Pacifique Août 2012 – août 2014 par <i>P. Michaux .....</i>	221
Groupe hydrographique de l'Atlantique ZMAG_2013 par <i>O. Parvillers et J. Smeekaert .....</i>	337

Toute correspondance relative à cette publication, et notamment à l'insertion d'articles, doit être adressée au Shom, 13 rue du Chatellier - CS 92803 - 29228 BREST CEDEX 2.

Les idées exprimées dans les articles sont celles des auteurs et ne représentent pas nécessairement le point de vue du Shom.

Les annales hydrographiques sont téléchargeables gratuitement sur le site internet du Shom ([www.shom.fr](http://www.shom.fr)).

Le Shom est certifié ISO 9001 pour l'ensemble de ses activités.

## Éditorial

Ce nouveau numéro des Annales hydrographiques comprend deux parties, comme il est d'usage dans cette publication, qui présente les résultats des activités à la mer des groupes hydro-océanographiques, ainsi que les progrès techniques des méthodes mises en œuvre pour la conduite des levés hydrographiques.

La mesure du niveau de la mer et le suivi de ses évolutions sous l'effet du changement climatique et des mouvements de la croûte terrestre est un enjeu majeur. La combinaison des mesures de géodésie spatiales et des marégraphes constitue un outil efficace pour les côtes, mais inadapté pour les mesures au large. Le premier article de ce numéro est consacré à l'emploi de la technique de bouées GPS pour la mesure précise du niveau de la mer au large.

Ces observations ont une application pratique à la conduite des levés hydrographiques, en simplifiant la réduction des sondages grâce à l'utilisation de surfaces de référence positionnant le niveau des plus basses mers dans un référentiel géocentrique. Le deuxième article de ce numéro présente les méthodes employées au Shom pour construire ces surfaces.

Le sondeur multifaisceau est depuis plusieurs années la technique de référence pour les sondages bathymétriques. Le Shom investit régulièrement dans ces équipements, pour pallier leur obsolescence et améliorer l'efficacité de ses levés hydrographiques, comme le montre l'étude présentée dans le troisième article.

Un quatrième article aborde une étape essentielle de la transition numérique appliquée au Shom : la mise en place des nouveaux outils optimisant la production des cartes électroniques directement à partir des bases de données, et la production synchrone de cartes papier. Outre l'évolution technologique, cette transition a été riche d'enseignements en matière de préparation du changement, de formation, et de maîtrise du processus de modification des outils de production.

\*\*\*

La seconde partie de ce numéro des Annales hydrographiques offre un contraste dans le temps et dans l'espace, avec le rapport de mission de l'ingénieur principal Roudaut, directeur de la mission hydrographique de l'Atlantique d'avril 1985 à octobre 1987, et les rapports récents des directeurs du groupe océanographique du Pacifique de 2010 à 2014, ainsi qu'un rapport du directeur du groupe hydrographique de l'Atlantique sur les travaux conduits en Guyane en 2013. Le contraste entre les conditions géographiques rappelle la très grande variété des espaces maritimes sous la responsabilité hydrographique du Shom. L'évolution des moyens techniques met en évidence la permanence de la démarche rigoureuse suivie par le Shom, nécessaire à la fiabilité des produits et services qu'il élabore pour la sécurité des activités en mer.



**PREMIERE PARTIE :**  
**(ARTICLES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES)**



## La mesure du niveau de la mer par bouées GPS : l'expérience multi-capteurs de l'île d'Aix

par

Gaël ANDRE<sup>1</sup>, Belén MARTÍN MÍGUEZ<sup>2</sup>, Valérie BALLU<sup>3,5</sup>, Laurent TESTUT<sup>4</sup>,  
Guy WÖPPELMANN<sup>5</sup>, Pascal TIPHANEAU<sup>5</sup>

### Résumé :

La mesure du niveau de la mer dans un référentiel mondial avec une précision sub-centimétrique représente un réel défi dans le contexte actuel du réchauffement climatique et de l'élévation du niveau des mers qui en résulte. Les systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) permettent la mesure directe du niveau de la mer rapporté à un référentiel géocentrique. Nous présentons ici les résultats d'une expérience multi-instruments avec trois bouées équipées d'un système de positionnement par satellite (GPS), un marégraphe radar et une échelle de marée. Cette expérience s'est déroulée à l'île d'Aix (côte ouest de la France) les 27 et 28 mars 2012. Les bouées équipées de GPS ont été évaluées par rapport aux mesures du marégraphe conventionnel. L'erreur quadratique moyenne (RMSE) entre les données des bouées GPS et celles du marégraphe radar est comprise entre 1 cm et 2,2 cm, ce qui est satisfaisant pour les applications marégraphiques et offre d'intéressantes perspectives pour les futures études sur l'évolution du niveau de la mer.

### Mots-clés :

Bouées GNSS, Marégraphe radar, Hauteur d'eau, Ellipsoïde

### Abstract :

*Measuring sea-level in a global reference frame with sub-centimeter accuracy is a relevant challenge in the context of current global warming and associated sea-level rise. Global Navigation Satellite Systems (GNSS) can provide sea-level measurements directly referenced in an absolute geocentric frame. We present here the results of a multi-instruments experiment with three buoys equipped with Global Positioning System (GPS), a radar tide gauge and a tide pole. This experiment was carried out at Aix Island (West coast of France) on the 27-28 March 2012. The GPS-equipped buoys were evaluated against conventional tide gauge measurements through a Van de Casteele test. The Root Mean Square Error (RMSE) computed from the difference between the GPS-buoys and radar tide gauge data ranges from 1 cm to 2.2 cm, which is suitable for tidal applications and offers interesting perspectives for future sea-level variations studies.*

---

<sup>1</sup> Service hydrographique et océanographique de la marine (Shom) – CS 9280329228 BREST CEDEX 2

<sup>2</sup> Centro Tecnológico del Mar (CETMAR)

<sup>3</sup> Institut de physique du globe de Paris (IPGP)

<sup>4</sup> LEGOS (CNES-IRD-CNRS-Université Paul Sabatier)

<sup>5</sup> LIENSs (Université de la Rochelle-CNRS)



## 1. INTRODUCTION

En dépit des avancées technologiques récentes de l'altimétrie satellitaire, les mesures du niveau de la mer destinées aux applications marégraphiques et aux études sur les variations du niveau de la mer liées au changement climatique reposent encore beaucoup sur les mesures locales effectuées par les marégraphes. Ces mesures sont liées à l'ancrage au sol des marégraphes soumis aux mouvements terrestres (mouvements épirogéniques). L'ancrage au sol exige d'installer des infrastructures à terre permettant de surveiller la stabilité du support au cours du temps. Ceci a conduit le Système mondial d'observation du niveau de la mer (GLOSS), sous l'égide de la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO, à recommander l'installation de stations GNSS fonctionnant en continu au niveau des marégraphes et à mettre leurs données à libre disposition via son centre de collecte de données dédié (COI, 2012). Le contrôle de la stabilité du terrain et des dérives instrumentales exige un nivellement et un étalonnage réguliers qui peuvent s'avérer difficiles à mettre en place dans des zones éloignées. La technique GNSS présente un avantage important dans la mesure où elle fournit des données référencées selon un système de référence géocentrique mondial alors que les marégraphes fournissent des mesures du niveau de la mer par rapport à la croûte terrestre. C'est l'une des raisons pour lesquelles Löfgren *et al.* (2011) et Larson *et al.* (2013) ont étudié la possibilité d'utiliser un marégraphe GNSS fixe utilisant une méthode réflectométrique pour surveiller à long terme le niveau de la mer. Afin d'affranchir les mesures du niveau de la mer des mouvements épirogéniques, une autre solution consiste à utiliser des bouées GPS permettant d'évaluer la hauteur du niveau de la mer indépendamment de la dérive du capteur du marégraphe, de l'infrastructure à terre et de la stabilité du terrain. Certains articles ont présenté différentes applications des bouées GPS, telles que l'étalonnage des marégraphes côtiers sur des îles éloignées (Watson *et al.*, 2008 ; Testut *et al.*, 2010 ; Martín-Míguez *et al.*, 2012 ; Fund *et al.*, 2013), la mesure du niveau d'eau dans des zones au large (Bouin *et al.*, 2009 ; Ballu *et al.*, 2010), et dans les fleuves (Apel *et al.*, 2012) ou encore dans les systèmes d'alerte aux tsunamis (Schöne *et al.*, 2011).

Ces précédents travaux ont encouragé trois équipes françaises différentes, le Service hydrographique et océanographique de la marine (Shom), l'Institut national des sciences de l'univers (INSU) et l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP), à concevoir leurs propres bouées GPS pour différents objectifs. En 2012, ces équipes ont mené une expérience d'inter-comparaison sur l'île d'Aix sur la côte ouest de la France (*Figure 1*) pour mener une expérience d'inter-calibration en bénéficiant des installations mises à disposition sur ce site. L'île d'Aix est un observatoire historique du niveau de la mer équipé d'un marégraphe radar, d'un marégraphe à pression, d'une station météorologique et d'une station GPS permanente. Par ailleurs, les autorités locales sont sensibles aux questions scientifiques liées à l'élévation du niveau de la mer et aux risques côtiers, tout particulièrement depuis le passage de la tempête Xynthia ayant sévèrement frappé cette partie des côtes les 27 et 28 février 2010.



Figure 1. Observatoire du niveau de la mer de l'île d'Aix. Cet observatoire comprend un marégraphe radar, une station météorologique et une station GPS

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. L'expérience

Les 27 et 28 mars 2012, trois prototypes de bouées GPS (*Figure 2*) ont été déployés à proximité de l'île d'Aix. Le site de déploiement est une zone de 10 mètres de profondeur relativement abritée (*Figure 3*), située à environ 100 m du quai où sont installés l'échelle de marée, le marégraphe à pression et le marégraphe radar appartenant au Réseau français d'observation du niveau de la mer (RONIM – Shom). La zone d'expérimentation est également située à proximité de la station de référence ILDX du réseau GNSS permanent (RGP – IGN). Le 28 mars, des mesures de la hauteur du niveau de la mer ont été prises manuellement sur un cycle de marée par lecture directe de l'échelle de marée et avec une sonde lumineuse. Par ailleurs, des mesures de gravité absolue et relative, de courant et de nivellement, ont été réalisées.

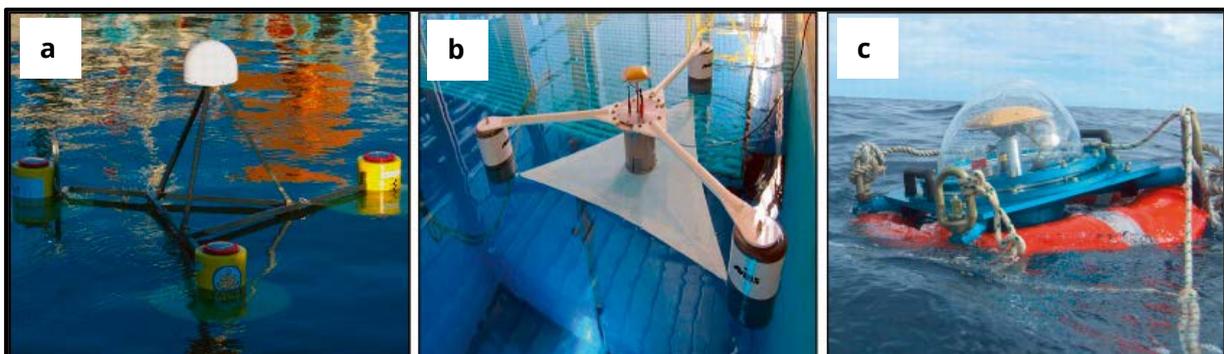


Figure 2. Photographies des trois bouées GPS : a) IPGP ; b) INSU ; c) Shom

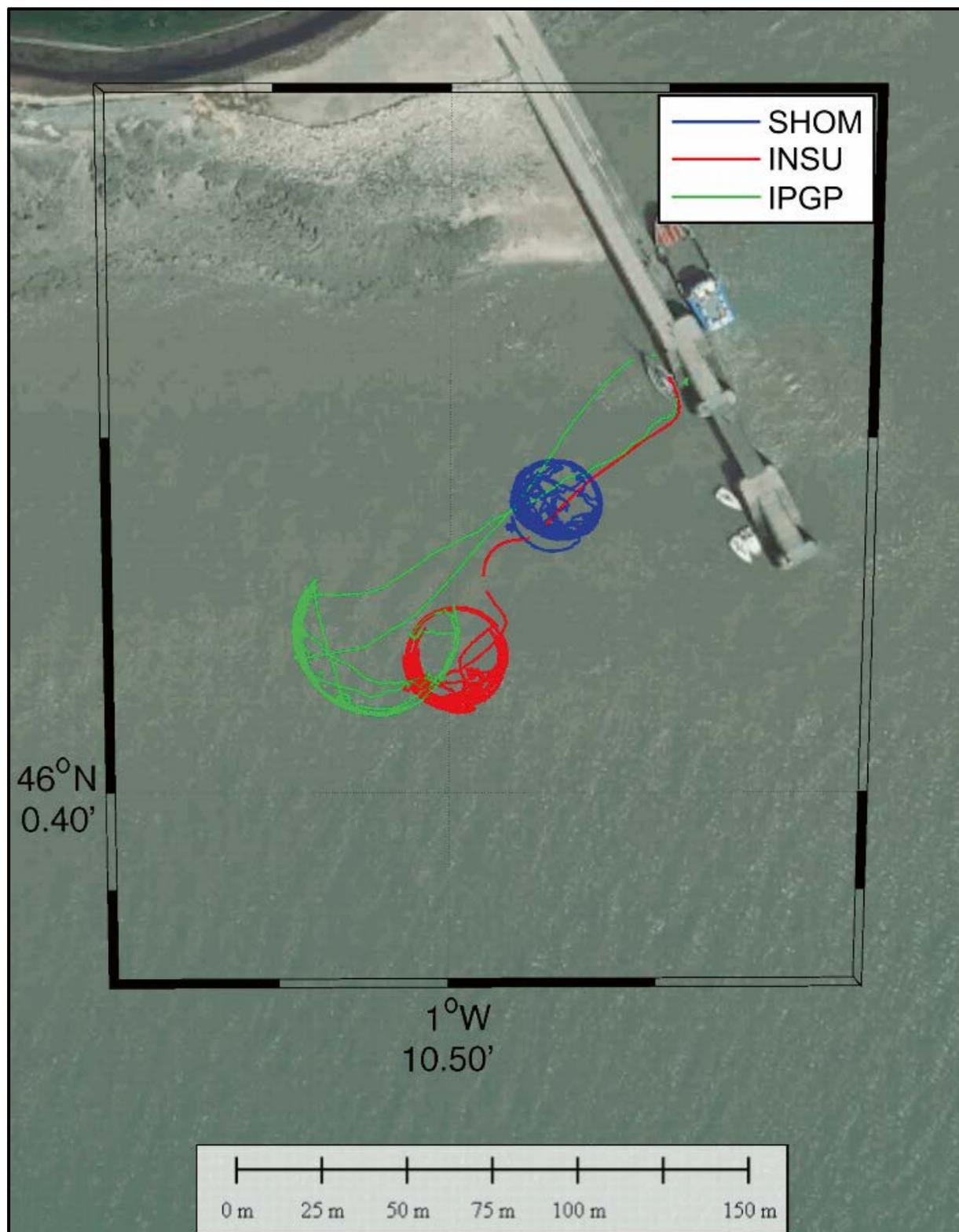


Figure 3. Trajectoires des bouées GPS

Des données ont été collectées par les trois bouées du 27 au 28 mars pendant environ 30 heures ([Tableau 1](#)). L'enregistrement de la bouée IPGP a été interrompu le 27 mars entre 13h28 et 14h44 en raison d'une entrée d'eau dans le module de réception.

Bouée	Date de début	Interruption	Date de fin	Échantillonnage
Shom	27/03/2012 10h34	Aucun	28/03/2012 16h52	5 Hz
INSU	27/03/2012 09h44	Aucun	28/03/2012 17h12	5 Hz
IPGP	27/03/2012 08h34	Le 27/03/2012 entre 13h28 et 14h44	28/03/2012 17h17	1 Hz

Tableau 1 : Périodes de mesure des bouées et fréquences d'échantillonnage

## 2.2. Traitement des données GPS

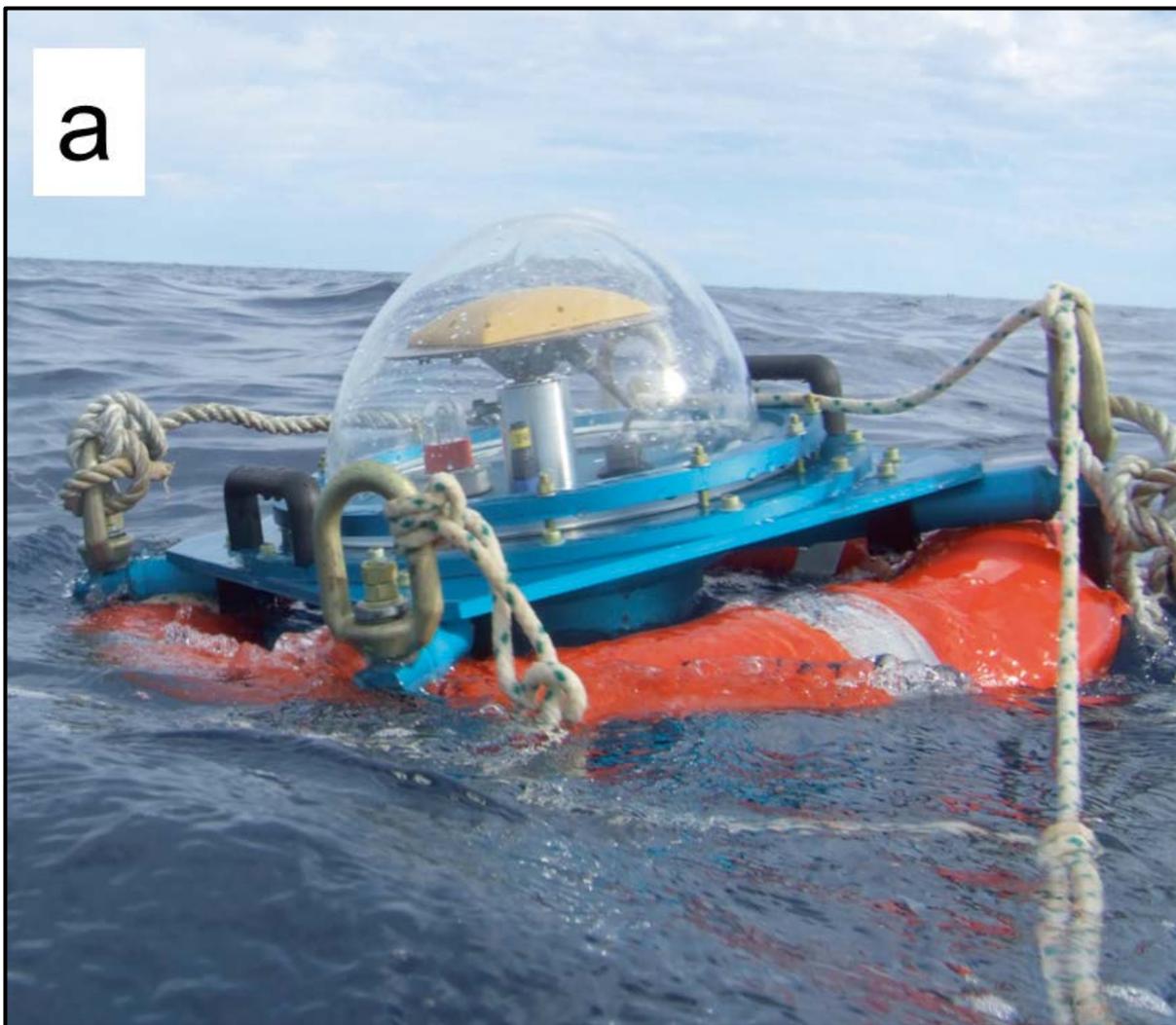
Les données GPS ont été post-traitées en mode cinématique en utilisant la station Ile d'Aix du réseau GNSS permanent de l'IGN (station ILDX, notée « Station GPS » sur la [figure 1](#)). Le traitement a été réalisé en mode différentiel avec résolution entière des ambiguïtés. Ceci implique d'avoir recours à une station de référence statique dont la position est connue qui collecte les données et qui réduit en même temps les erreurs systématiques communes aux stations cinématiques et fixes, telles que les corrections atmosphériques, d'orbites de satellites, d'horloge des satellites et d'horloge des récepteurs. La précision de la solution dépend de la longueur de la ligne de base puisque l'utilisation d'une méthode différentielle suppose que l'ionosphère et la troposphère sont identiques aux deux extrémités de la ligne de base. Par conséquent, la méthode de traitement cinématique ne permet pas de traiter avec précision les données des bouées GPS à une trop grande distance d'une station de référence à terre. Les progrès en matière de méthode PPP (Precise Point Positioning) offrent une solution alternative qui permet de réaliser des mesures à une plus grande distance des côtes sans avoir recours à une station fixe à terre (Fund *et al.*, 2013).

Le traitement des données s'est fait en deux étapes en utilisant les orbites précises du service GNSS international (IGS). Dans un premier temps, les données de la station à terre ILDX ont été traitées en mode statique à l'aide du logiciel GAMIT/GLOBK (Herring *et al.*, 2010a et b) afin de calculer sa position au sein du système de référence terrestre international 2008 (ITRF08 ; Altamimi *et al.*, 2011), utilisant l'ellipsoïde du système de référence géodésique 1980 (GRS80). Dans un second temps, les positions des bouées ont été estimées par rapport à la station ILDX à l'aide du module TRACK de cette même suite logicielle, permettant le traitement cinématique en mode différentiel. Dans notre cas, la station de référence à terre ILDX est très proche de la zone de déploiement des bouées GPS (environ 400 mètres). Cette proximité permet d'utiliser le module TRACK sur les deux fréquences L1 (1,6 GHz) et L2 (1,2 GHz) séparément. On obtient ainsi de meilleurs résultats pour les lignes de base courte qu'avec l'utilisation de la combinaison linéaire iono-free.

## 2.3. Caractéristiques des bouées

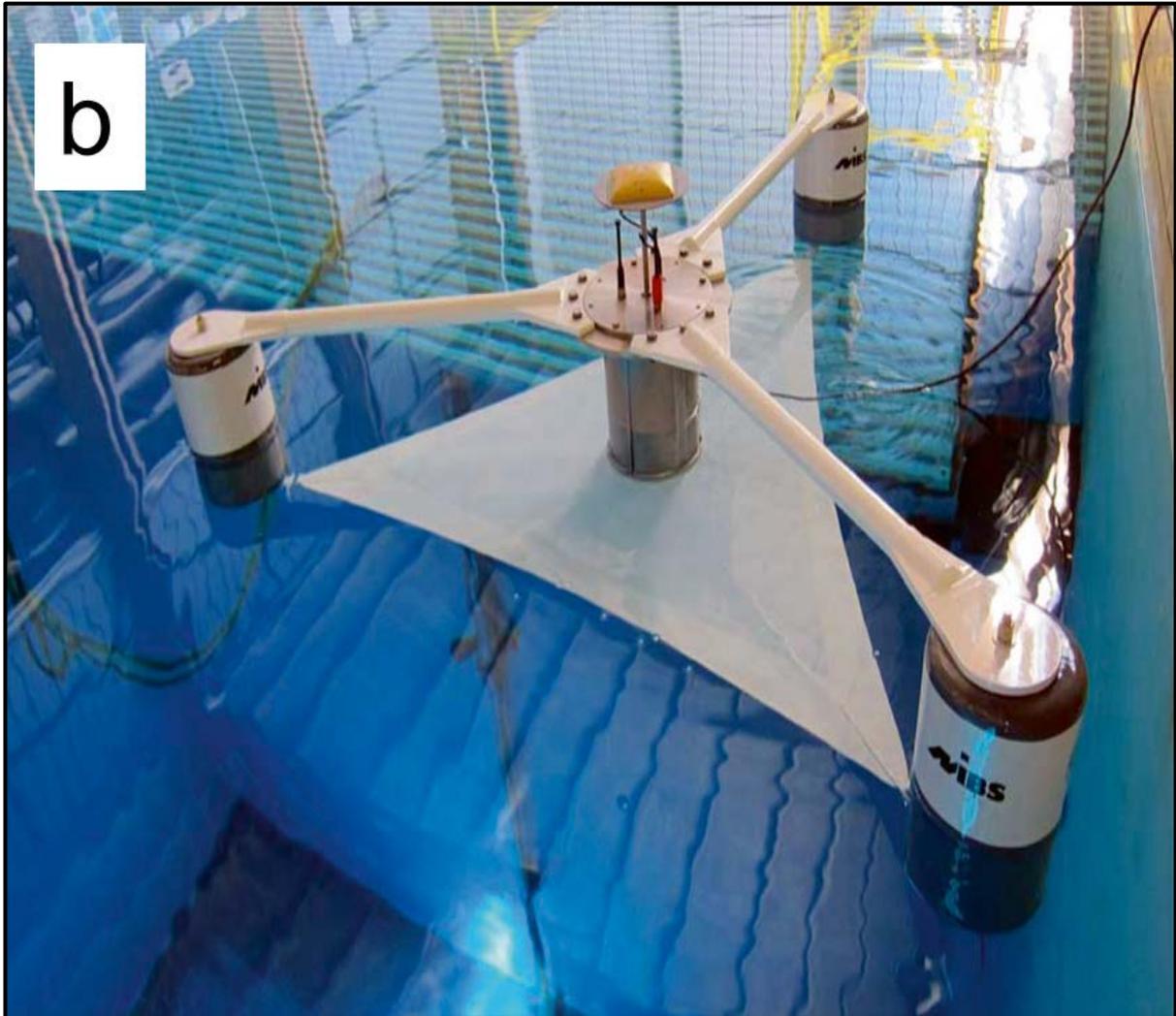
La bouée IPGP ([Figure 2a](#)) a été conçue au départ pour des projets de géodésie terrestre et marine exigeant des mesures précises de la hauteur d'eau. Une des applications est l'étude de mouvements verticaux sous-marins pour laquelle on estime la hauteur de sites immergés par rapport à l'ellipsoïde, et les variations de hauteur de ces sites, en combinant la mesure de hauteur de la surface de l'eau avec la mesure de la hauteur de la colonne d'eau déduite des mesures de pression par un marégraphe (Ballu *et al.*, 2010). Cette bouée se compose d'un

cylindre hébergeant le récepteur (Topcon TOPCON GB1000), l'électronique, les capteurs auxiliaires (température, pression et accéléromètre à 6 composantes) et les batteries. Sur le dessus du cylindre sont placés l'antenne (PG-A1 avec plan de masse) et les appareils de communication (module X-Bee permettant de contrôler à tout moment à distance le bon fonctionnement du récepteur). La flottabilité est assurée par une bouée de sauvetage conventionnelle. La bouée a été conçue pour être expédiée à l'étranger, prête à l'emploi, et être déployée en mer depuis un bateau de type Zodiac par une ou deux personnes. Sa forme cylindrique et son poids relativement lourd (30 kg) sont destinés à éviter les risques de chavirage en haute mer ([Tableau 2](#)). Avec une antenne dépassant peu de la surface (< 15 cm), cette bouée permet de suivre les mouvements de la surface de l'eau. Un bloc batterie rechargeable à l'énergie solaire peut être raccordé au cylindre principal pour prolonger l'autonomie initiale de 3 jours et permettre des déploiements de longue durée.

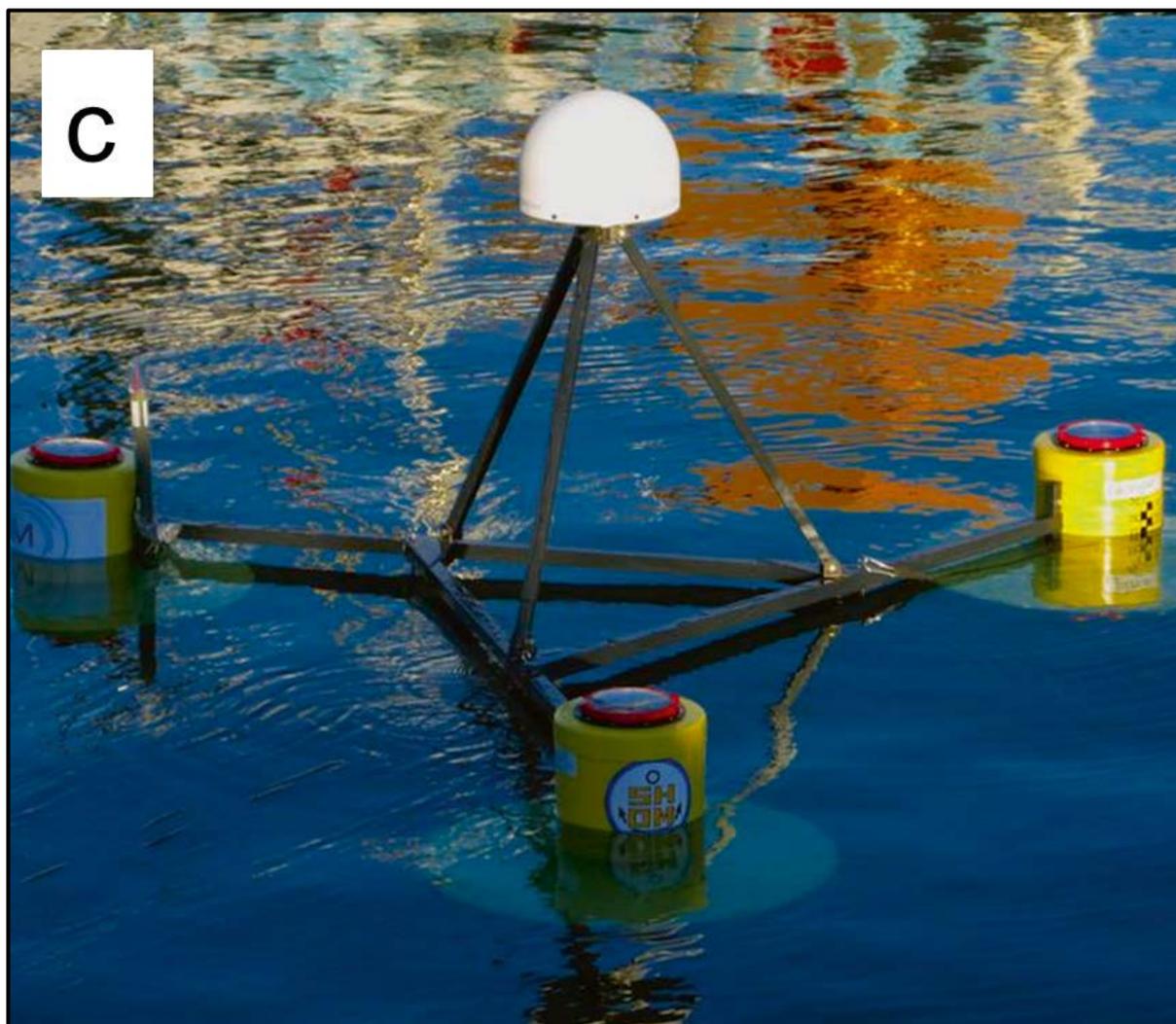


La bouée INSU ([Figure 2b](#)) a été mise au point par la Division technique de l'INSU/CNRS (Mellet, 2009) dans le cadre du réseau de marégraphes du sud de la France (ROSAME ; Testut *et al.*, 2006). Cette bouée est une version améliorée de la bouée GPS conçue au départ par une équipe australienne (Watson *et al.*, 2003) pour la calibration des mesures altimétriques. Elle a été conçue pour être utilisée dans des zones éloignées et/ou difficiles d'accès et peut être maniée par seulement 2 personnes. Elle est la plus légère des trois bouées testées ([Tableau 2](#)) avec un

pois de seulement 20 kg pour un diamètre de 2 m et une autonomie de 5 jours. Elle est équipée d'un récepteur Topcon GB1000 et d'une antenne PG-A1 avec plan de masse. Une toile est tendue entre les trois extrémités et au centre de la bouée pour améliorer sa stabilité.



La bouée Shom (*Figure 2c*) a été conçue pour mesurer avec précision la hauteur ellipsoïdale de la surface de l'eau. Cet appareil stable et robuste peut être utilisé pour la calibration des marégraphes, la mesure du niveau de la mer dans des zones éloignées ou non instrumentées ou la validation des surfaces de références verticales maritimes comme VORF (Turner *et al.* 2010) au Royaume Uni ou BATHYELLI (Pineau-Guillou, 2009) en France. La bouée pèse 65 kg pour une surface de quasiment 2,5 m<sup>2</sup>, la hauteur d'antenne au-dessus de la surface est d'environ 1 m et son autonomie est d'une dizaine de jours (*Tableau 2*). Cette bouée est équipée d'un récepteur GNSS Trimble SPS852 et d'une antenne Leica AT504GG LEIS de type choke-ring utilisée pour réduire les multi-trajets. Sa structure massive et ses flasques de stabilisation d'un mètre de diamètre réduisent nettement les mouvements haute fréquence de la surface de l'eau.



Bouée	Poids	Diamètre	Hauteur d'antenne	Autonomie	Récepteur	Antenne
SHOM	65 kg	2,5 m	92,7 cm	10 jours	Trimble SPS852 GNSS	Leica AT504GG LEIS choke ring
INSU	20 kg	2 m	33,5 cm	5 jours	TOPCON GB1000	PG-A1 avec plan de masse
IPGP	30 kg	0,75 m	14,9 cm	3 jours	TOPCON GB1000	PG-A1 avec plan de masse

Tableau 2 : Dimensions et caractéristiques principales des bouées

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Trajectoires des bouées

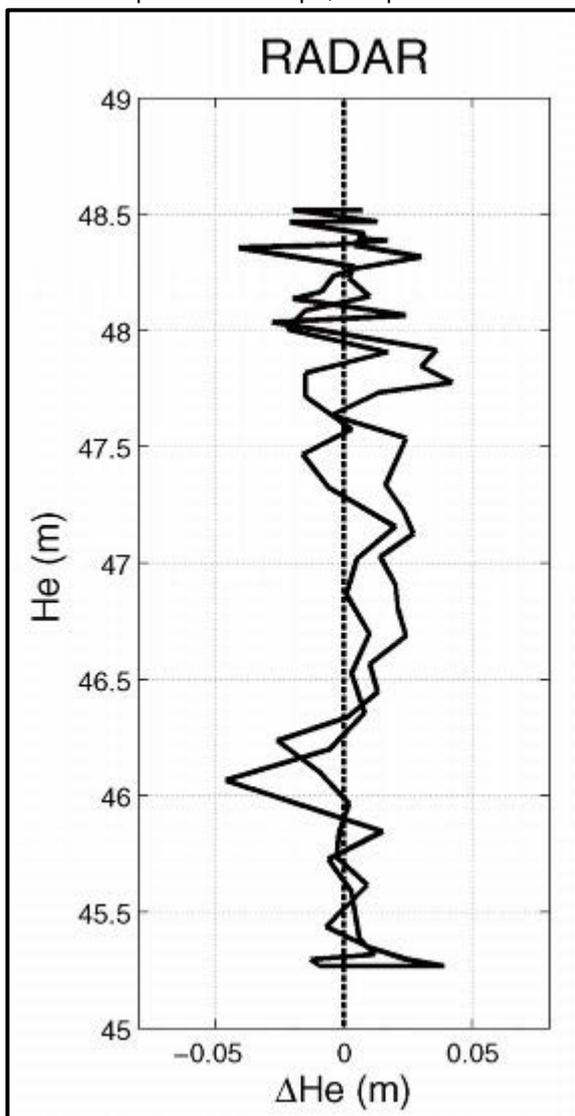
Les trajectoires suivies par les bouées sont représentées sur la [Figure 3](#). Les bouées GPS ont été mouillées entre 50 mètres (Shom) et 100 mètres (IPGP et INSU) du quai sur lequel le marégraphe radar est installé. Les bouées sont fixées à un poids mort immergé autour duquel elles peuvent bouger librement jusqu'à une distance maximale imposée par la longueur de l'amarre. Les trois bouées ayant été déployées sur plus d'une journée, elles ont été soumises aux courants des marées, ce qui explique la forme quasi-circulaire observée. Dans cette zone, les courants sont forts et localement très variables en raison de la présence du quai. On peut noter que la bouée

IPGP n'a pas décrit un cercle complet et que la tension sur l'amarre semble plus constante (*Figure 3*). Ceci est probablement dû à une position différente de cette bouée par rapport aux courants locaux et indique que les caractéristiques du flux hydrodynamique peuvent fortement varier localement.

### 3.2. Test de Van de Castele

Le test de Van de Castele est une méthode couramment utilisée pour évaluer les performances d'un marégraphe (COI, 1985 ; Martin Miguez *et al.*, 2012). Il implique la mesure simultanée de hauteurs du niveau marin à la fois par le marégraphe testé et par le capteur utilisé comme référence (échelle de marée, sonde lumineuse, etc.). Les différences entre les deux mesures sont alors calculées ( $\Delta He$ ) et reportées sur l'axe X alors que la hauteur du niveau de la mer ( $He$ ) est représentée sur l'axe Y. Ainsi, une ligne verticale centrée sur zéro indique le bon étalonnage du marégraphe testé.

Dans un premier temps, la performance du marégraphe radar a été évaluée. Même si les



capteurs radar sont une technologie bien connue utilisée dans de nombreux réseaux marégraphiques (Martin Miguez *et al.*, 2008), ils doivent être régulièrement étalonnés pour leur garantir de bonnes performances. Au cours de l'expérience menée sur l'île d'Aix, les mesures du marégraphe radar ont fait l'objet d'un contrôle qualité et d'une correction pour éviter la présence de pics. Ces mesures ont ensuite été comparées aux mesures visuelles prises à l'échelle de marée le 28 mars (*Figure 4*). Bien que quelque peu rudimentaires, les mesures visuelles prises par des opérateurs expérimentés par mer calme sont fiables à 1-2 centimètres près (Testut *et al.*, 2010). L'écart type et la moyenne des différences  $\Delta He$  s'élèvent respectivement à 1,76 cm et 0,37 cm. Ces valeurs sont comparables aux précédents résultats obtenus pendant les opérations de maintenance du réseau RONIM (Martin Miguez *et al.*, 2008) et sont adaptées aux applications marégraphiques.

*Figure 4. Résultats du test de Van de Castele pour le marégraphe radar en utilisant les mesures de l'échelle de marée comme référence.*

Dans un second temps, les performances des bouées GPS ont été étudiées. Après vérification de l'étalonnage du marégraphe radar, nous avons utilisé celui-ci comme référence pour évaluer la performance des bouées. Les données GPS ont été traitées à 1 Hz puis lissées et

ré-échantillonnées à 1 minute pour être homogènes avec les mesures du marégraphe radar. Les hauteurs du niveau marin enregistrées par le marégraphe référencées initialement par rapport au zéro des cartes (zéro hydrographique) ont été référencées à l'ellipsoïde en utilisant les mesures de nivellement géométrique obtenues entre le repère du marégraphe et la station GPS ILDX, en considérant une pente du géoïde nulle entre les deux sites distants d'environ 400 mètres. Enfin, les diagrammes de Van de Castele ont été établis à partir des différences entre les données du marégraphe référencées à l'ellipsoïde et les mesures des bouées GPS ( $\Delta He$ ). Ces diagrammes sont représentés sur la Figure 5. Les différences  $\Delta He$  sont de l'ordre de quelques centimètres pour les trois appareils. Les diagrammes de Van de Castele montrent une ligne droite verticale si l'instrument n'est pas faussé par une erreur systématique, telle qu'un facteur d'échelle, par rapport à l'instrument de référence. Dans notre cas (Figure 5), les diagrammes ne sont pas parfaitement droits et verticaux. Toutefois, nous ne pouvons suspecter de facteur d'échelle sur les données GPS et nous avons vérifié que le marégraphe radar était bien étalonné (par rapport à l'échelle de marée, Figure 4). La forme des diagrammes de Van de Castele observée pour les trois bouées pourrait résulter de la topographie dynamique entre le marégraphe radar et les sites d'implantation des bouées. La différence de comportement entre les trois bouées sera étudiée plus en détail dans la section suivante.

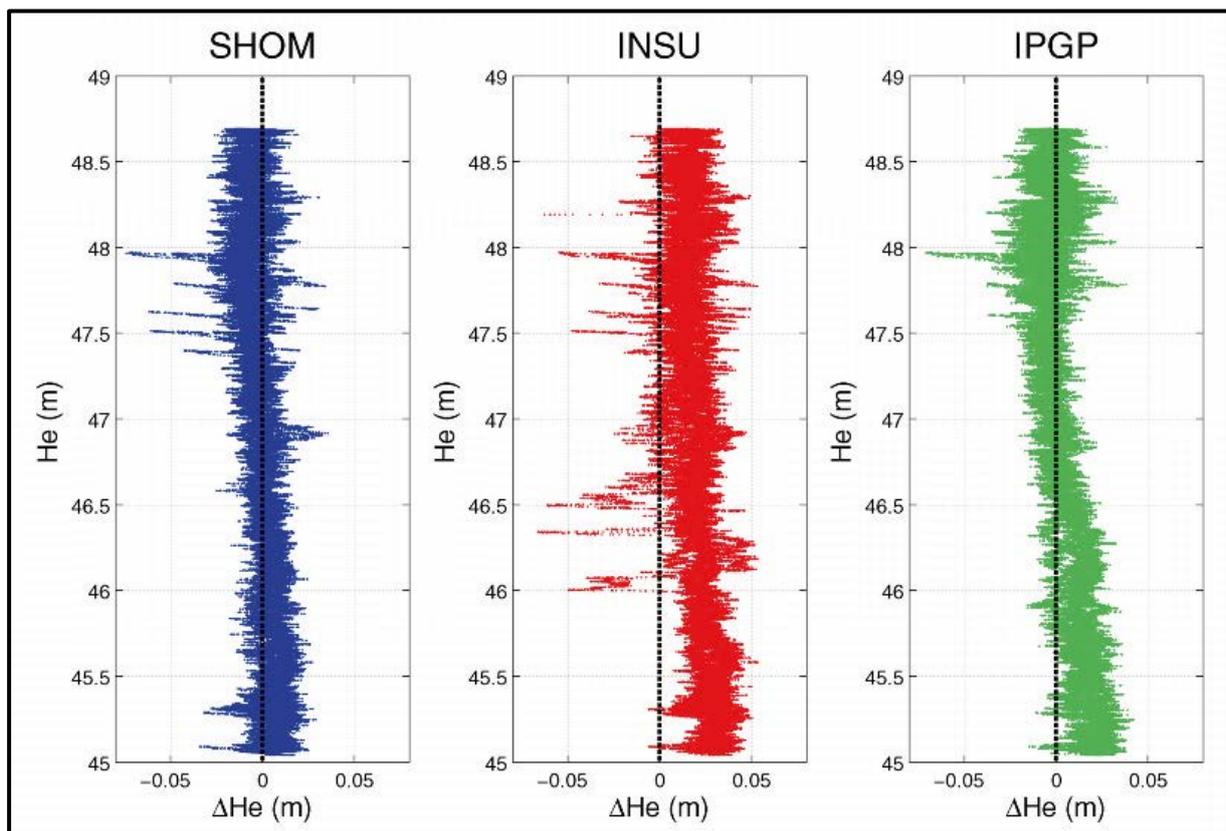


Figure 5. Résultats du test de Van de Castele pour les bouées GPS en utilisant le marégraphe radar comme référence

### 3.3. Résultats de la comparaison

La Figure 6 montre les hauteurs du niveau marin mesurées par le marégraphe radar ( $He$ ) par rapport à l'ellipsoïde GRS80 et les séries temporelles des différences ( $\Delta He$ ) entre les hauteurs du niveau marin des trois bouées GPS et celles du marégraphe radar. Ces résultats montrent une

bonne concordance entre les données des bouées GPS et celles du marégraphe. Les valeurs statistiques ont été calculées à partir des différences pour les trois bouées. La différence moyenne est comprise entre 0,13 cm et 1,84 cm, l'écart type entre 0,94 et 2,15 cm et l'erreur quadratique moyenne (RMSE) entre 0,95 et 2,18 cm (voir [Tableau 3](#)).

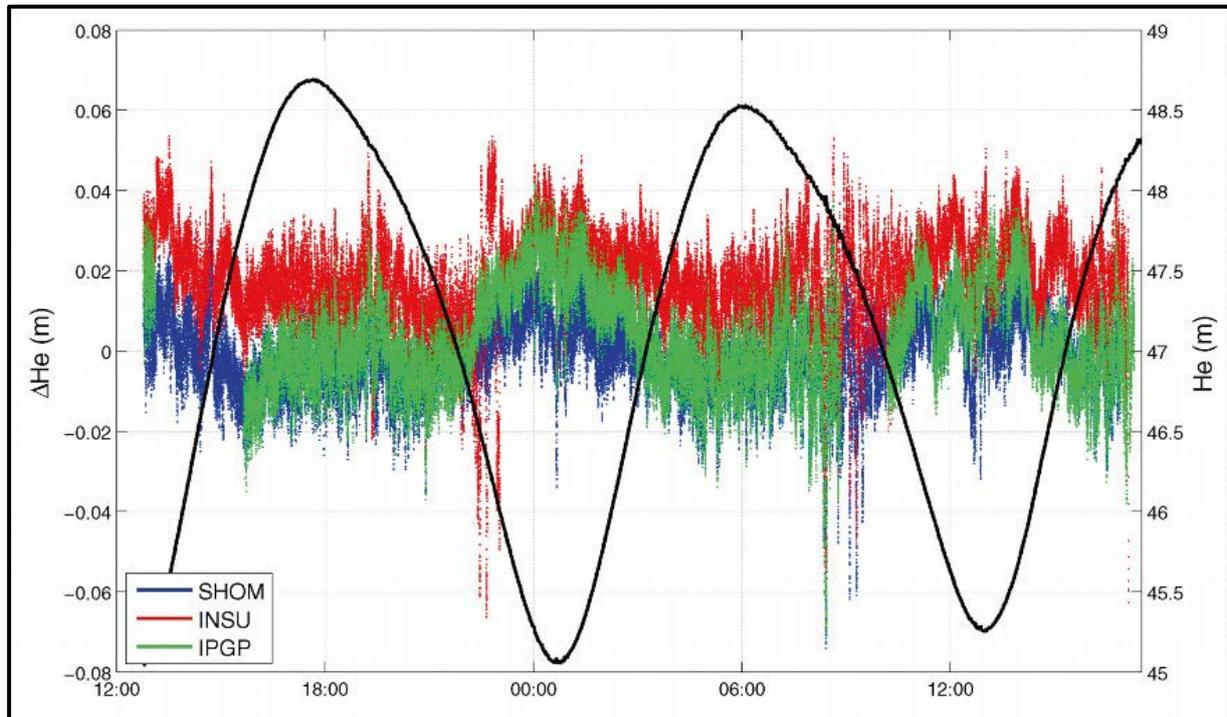


Figure 6. Hauteurs d'eau mesurées par le marégraphe radar ( $H_e$ ) par rapport à l'ellipsoïde GRS80 (en noir, axe Y de droite), et différences ( $\Delta H_e$ ) entre les mesures des bouées GPS et celle du marégraphe radar (en couleur, axe Y de gauche)

Les différences entre les statistiques des trois bouées reflètent différents phénomènes :

- la valeur moyenne des différences correspond à la précision du référencement « absolu » intégrant les biais de traitement GPS, les erreurs de nivellement résultant à la fois de la détermination de la hauteur de l'antenne par rapport à la surface de l'eau et du référencement du marégraphe par rapport à l'ellipsoïde (nivellement entre le marégraphe et la station de référence ILDX), et également la différence locale de hauteur d'eau entre le marégraphe de référence et la bouée GPS résultant de la topographie dynamique locale ;
- l'écart type reflète le niveau de bruit de chaque série temporelle intégrant, d'une part, le mouvement réel de la bouée et, d'autre part, le bruit aléatoire de traitement, du radar et des instruments GPS. Comme le prévoit sa conception, la bouée Shom est la plus stable. Elle filtre mécaniquement le mouvement induit par les ondes courtes de surface. En revanche, la bouée IPGP est plus sensible aux ondes haute fréquence ;
- la RMSE est l'association des deux facteurs décrit ci-dessus. Elle reflète dans un seul paramètre le bruit de la série (y compris le mouvement réel de la bouée) et la différence au niveau du référencement absolu.

Bouée	Moyenne	Écart-type	RMSE
Shom	0,13 cm	0,94 cm	0,95 cm
INSU	1,84 cm	1,14 cm	2,16 cm
IPGP	0,33 cm	2,15 cm	2,18 cm

Tableau 3 : Valeurs statistiques des différences entre les données des bouées GPS et celles du marégraphe radar.

#### 4. DISCUSSION

Cette expérience est un cas pratique permettant d'évaluer les performances de plusieurs bouées GPS de conception différente pour la mesure précise du niveau de la mer. La comparaison entre les mesures fournies par les bouées et le marégraphe radar montre clairement la capacité des bouées à fournir une mesure de hauteur d'eau avec une précision centimétrique. Néanmoins, cette étude révèle quelques différences :

- les données de la bouée INSU montrent une différence moyenne d'environ 2 cm par rapport au marégraphe radar. Cette différence peut être due à un réel écart sur la hauteur d'eau lié à la topographie dynamique, ce qui ne peut être écarté au vu des forts courants rencontrés dans cette zone. Elle peut également être causée par une tension excessive de la toile de stabilisation, qui pourrait avoir légèrement tordu la bouée vers le haut et modifié ainsi la hauteur de l'antenne ;
- les différences entre les mesures radar et celles des bouées semblent être liées au cycle de marée pour les trois bouées, qui se traduit par une pente sur les diagrammes de Van de Castele (*Figure 5*). Ce comportement est accentué sur les données de la bouée IPGP et est clairement visible sur la *Figure 6*. La bouée IPGP fournit des hauteurs similaires au marégraphe radar et à la bouée SHOM à marée haute et à mi-marée, mais elle mesure une hauteur du niveau marin supérieur de 2 cm à celui du marégraphe radar et de la bouée Shom pendant les deux périodes de basse mer. Cet écart entre les trois bouées en termes de variations résiduelles peut refléter les variations spatiales de la topographie dynamique et pourrait s'expliquer par la distance par rapport au quai ;
- il n'est pas surprenant de constater que la conception des bouées influence leur comportement en mer. La bouée la plus large et la plus lourde conçue par le SHOM atténue les mouvements haute fréquence et n'est pas perturbée par les vagues tandis que la bouée IPGP « danse » sur la surface, suivant ainsi de près les mouvements de la surface de l'eau. En raison de sa conception intermédiaire (plus légère mais plus large que la bouée IPGP), la bouée INSU présente un comportement intermédiaire. Ces différents comportements peuvent être adaptés à différents objectifs scientifiques en fonction de la gamme de fréquence des variations du niveau de la mer que l'on souhaite étudier.

#### 5. CONCLUSIONS

Une expérience multi-appareils a été menée sur l'île d'Aix (côte ouest de la France) les 27 et 28 mars 2012. À cet effet, trois bouées équipées de GPS ont été déployées afin d'évaluer leur performance en termes de mesure du niveau de la mer. Ces trois bouées GPS sont des prototypes différents conçus par trois organismes indépendants (Shom, INSU et IPGP) possédant chacun un champ d'étude, d'application et un intérêt scientifique différents. Par conséquent, la conception et les caractéristiques techniques de ces bouées GPS sont différentes (voir *Tableau 2*). Les bouées INSU et IPGP sont légères et facilement déployables (depuis un hélicoptère ou un bateau pneumatique rigide). La bouée SHOM est plus lourde mais sa structure massive lui

procure plus de stabilité et de robustesse. Nous avons démontré que la conception de la bouée avait un impact non négligeable sur sa précision et sa justesse. L'écart important affiché par la bouée INSU (18,4 mm), encore à l'étude, devrait nous alerter sur les précautions à prendre lors de l'étalonnage et du déploiement des antennes GPS.

La comparaison entre les mesures fournies par les bouées et le marégraphe radar a clairement démontré la performance satisfaisante des bouées. Ces résultats indiquent que les bouées GPS sont capables de mesurer la hauteur du niveau marin au centimètre près, un degré de précision comparable à celui du marégraphe radar de référence. Ceci prouve le potentiel global dont disposent ces bouées pour mesurer avec précision les hauteurs du niveau marin directement référencées à l'ellipsoïde GRS80.

Les mesures du marégraphe conventionnel sont par nature liées à la terre. Par conséquent, elles sont limitées aux zones côtières et leur pertinence dans les études globales dépend de la qualité du suivi des mouvements épirogéniques. Les mesures des bouées GPS représentent un outil prometteur pour étalonner les marégraphes ou les mouillages côtiers, et permet de les référencer directement à un système de référence géocentrique (absolu) puisqu'elles ne dépendent pas des mouvements terrestres. Néanmoins, cet outil présente encore certaines contraintes pratiques, à la fois au niveau technique (autonomie de la batterie et robustesse de la conception pour une résistance en haute mer) et du traitement des données. Pour répondre aux défis futurs du suivi du niveau de la mer à l'échelle de l'océan, nous travaillons actuellement sur des mesures de bouées GPS autonomes à long terme comme dans le cadre de l'observatoire sur le niveau de la mer MoMAR (Ballu *et al.*, 2012).

De nouvelles perspectives de traitement des données pour les zones offshore sont offertes par le développement des techniques PPP. Plusieurs études ont déjà utilisé cette méthode de traitement afin de déterminer les positions des bouées (Kuo *et al.*, 2012 ; Fund *et al.*, 2013). Les résultats ne sont pas encore aussi concluants que ceux obtenus avec le traitement différentiel lorsqu'une station de référence est disponible à courte distance puisque de nombreuses erreurs (troposphère, orbites) ne s'annulent pas. Cependant, grâce aux améliorations continues des méthodes de traitement PPP, l'utilisation des bouées GPS ne devrait plus être très longtemps limitée aux zones côtières.

## 6. REMERCIEMENTS

Nous souhaiterions remercier le personnel de la DT/INSU (M. Calzas, A. Guillot), du Shom (Y-M. Tanguy, R. Legouge, Y. Dupont, G. Jan, S. Enet et J-P. Boivin), de l'IPGP (O. Pot, B. Lecomte et T. Gabsi), et du LIENSs (P. Tiphaneau, M. Gravelle et T. Guyot) pour leur contribution au développement des bouées et leur participation à l'expérience de l'île d'Aix. Les auteurs remercient Xavier Bertin (LIENSs) pour sa contribution sur la topographie dynamique autour de l'île d'Aix et Sylvain Loyer (CLS) sur le traitement des données GPS. Nous souhaitons exprimer notre gratitude aux autorités locales de l'île d'Aix pour l'intérêt qu'elles ont porté et leur soutien logistique. Les données sur le niveau de la mer de l'île d'Aix sont la propriété du LIENSs, du Shom et du CG17 et sont disponibles sur le site web REFMAR (<http://refmar.shom.fr>). Cette expérience a été menée dans le cadre du projet SONEL ([www.sonel.org](http://www.sonel.org)). Les auteurs remercient l'Organisation hydrographique internationale (OHI), propriétaire des droits d'auteur, d'avoir

fourni son accord pour la publication de la traduction de l'article original en anglais « *Measuring sea-level with GPS-equipped buoys : a multi-instruments experiment at Aix Island* » publié dans la revue International Hydrographic Review (IHR), édition de Novembre 2013.

ORIGINAL VERSION IN ENGLISH PUBLISHED BY THE INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION

TRANSLATION INTO FRENCH PUBLISHED BY Shom – FRANCE

This publication is a translation of IHO International Hydrographic Review (IHR). The IHO has not checked this translation and therefore takes no responsibility for its accuracy. In case of doubt the source version of the publication in English should be consulted.

## 7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Altamimi, Z., Collilieux, X. and Métivier, L. (2011). "ITRF2008: an improved solution of the International Terrestrial Reference Frame", **Journal of Geodesy**, 85, 8, pp. 457-473 ;
- Apel, H., Hung, N.G., Thoss, H. and Schone, T. (2012). "GPS buoys for stage monitoring of large rivers", **Journal of Hydrology**, 412, pp.182-192 ;
- Ballu, V., Bouin, M.N., Calmant, S., Folcher, E., Bore, J.M., Ammann, J., Pot, O., Diament, M. and Pelletier, B. (2010). "Absolute seafloor vertical positioning using combined pressure gauge and kinematic GPS data", **Journal of Geodesy**, 84, 1, pp. 65-77 ;
- Ballu, V., de Viron, O., Crawford, W.C., Cannat, M. and Escartin, J. (2012). "Long-term observations of seafloor pressure variations at Lucky Strike volcano, Mid-Atlantic Ridge," **AGU Fall Meeting**, San Francisco, 3-7 Dec. 2012 ;
- Bouin, M.N., Ballu, V., Calmant, S., Pelletier, B., Ammann, J., Bore, J.M. and Folcher, E. (2009). "Methodology of kinematic GPS experiment for local sea surface mapping, Vanuatu", **Journal of Geodesy**, 83, 21, pp. 1203-1217 ;
- Fund, F., Perosanz, F., Testut, L. and Loyer, S. (2013). "An Integer Precise Point Positioning technique for sea surface observations using a GPS buoy", **Advances in Space Research**, 51, 8, pp. 1311-1322 ;
- Herring, T.A., King, R.W. and McClusky, S.C. (2010a). **GAMIT: Reference Manual. GPS Analysis at MIT**, Release 10.4, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge ;
- Herring, T. A., King, R.W. and McClusky, S.C. (2010b). **GLOBK Global Kalman Filter VLBI and GPS analysis program**, Release 10.4, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge ;
- IOC (1985). **Manual on sea-level measurement and interpretation, Volume I – Basic procedures**, Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals & Guides No 14 ;
- IOC (2012). **The Global Sea Level Observing System Implementation Plan 2012**, Intergovernmental Oceanographic Commission, Technical Series No. 100 ;
- Kuo, C.Y., Chiu, K.W., Chiang, K.W., Cheng, K.C., Lin, L.C., Tseng, H.Z., Chu, F.Y., Lan, W.H. and Lin, H.T. (2012). "High-frequency sea level variations observed by GPS buoys using precise point positioning technique", **Terr. Atmos. Ocean. Sci.**, 23, pp. 209-218 ;
- Larson, K., Löfgren, J. and Haas, R. (2013). "Coastal Sea Level Measurements Using a Single Geodetic GPS Receiver", **Advances in Space Research**, 51, 8, pp. 1301-1310 ;
- Löfgren J., Haas R. and Johansson J. (2011). "Monitoring coastal sea level using reflected GNSS signals", **Advances in Space Research**, 47, pp. 213-220 ;
- Martín Míguez, B., Le Roy, R. and Wöppelmann, G. (2008). "The use of radar tide gauges to measure the sea level along the French coast", **Journal of Coastal Research**, 24, 4C, pp. 61-68 ;

- Martín-Míguez, B., Testut, L. and Wöppelmann, G. (2012). "Performance of modern tide gauges: towards mm-level accuracy". **Scientia Marina**, 76, pp. 221-228 ;
- Mellet, M. (2009). **Conception d'une bouée GPS et étude de faisabilité d'un système GPS tracté pour mesurer le niveau de la mer**, Rapport de projet de fin d'études ENSIETA ;
- Pineau-Guillou, L. (2009). "Projet BATHYELLI : Détermination du zéro hydrographique à partir de l'altimétrie spatiale et du GPS", **Navigation**, 57, pp. 226 ;
- Schöne, T., Pandoe, W., Mudita, I., Roemer, S., Illigner, J., Zech, C. and Galas, R. (2011). "GPS water level measurements for Indonesia's Tsunami Early Warning System", **Natural Hazards Earth System Science**, 11, pp. 741-749 ;
- Testut, L., Wöppelmann, G., Simon, B. and Téchiné, P. (2006). "The Sea Level at Port-aux-Français, Kerguelen Island, from 1950 to the present", **Ocean Dynamics**, 56, 5-6, pp. 464-472 ;
- Testut, L., Martín-Míguez, B., Wöppelmann, G., Tiphaneau, P., Pouvreau, N. and Karpytchev, M. (2010). "Sea level at Saint Paul Island, southern Indian Ocean, from 1874 to the present". **Journal of Geophysical Research**, 115, C12028 ;
- Turner, J.F., Iliffe, J.C., Ziebart, M.K., Wilson, C. and Horsburgh, K.J. (2010). "Interpolation of Tidal Levels in the Coastal Zone for the Creation of a Hydrographic Datum". **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, 27, 3, pp. 605-613 ;
- Watson, C., Coleman, R. and Handsworth, R. (2008). "Coastal tide gauge calibration: a case study at Macquarie Island using GPS buoy techniques", **Journal of Coastal Research**, 24, 4, pp. 1071-1079 ;
- Watson, C., White, N., Church, J., Burgette, R., Tregoning, P. and Coleman, R. (2003). "Absolute Calibration of TOPEX/Poseidon and Jason-1 Using GPS Buoys in Bass Strait, Australia Special Issue: Jason-1 Calibration/Validation", **Marine Geodesy**, 26, 3-4, pp. 285-304.

# Les références verticales maritimes en France : méthodologie de création des surfaces BATHYELLI<sup>1</sup>

par

Y.-M. Tanguy <sup>(1)</sup>, G Jan <sup>(1)</sup>, Y. Pastol <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Shom, 13 rue du Chatellier 29200 Brest

## Résumé :

En cartographie marine, les profondeurs (acquises par navire équipé de sondeur et aujourd'hui par avion équipé de laser bathymétrique) sont exprimées par rapport à un zéro hydrographique, qui garantit la sécurité de la navigation. La composante verticale de plus en plus fiable obtenue par GNSS a introduit une autre référence usuelle en hydrographie : l'ellipsoïde IAG-GRS80.

Dans ce contexte<sup>2</sup>, le service hydrographique et océanographique de la marine (Shom) a lancé en 2005 le projet BATHYELLI<sup>3</sup> qui référence (en métropole hors estuaire) le zéro hydrographique (ZH) au GRS80 du système géodésique RGF93. Outre la réalisation de levés bathymétriques référencés à l'ellipsoïde, un tel modèle offre de nombreuses applications (continuité terre-mer sur le littoral, référencement des études hydrodynamiques, etc.).

L'article présente la problématique posée par le calcul de la surface ZH/GRS80 et la méthodologie retenue pour la générer : l'altimétrie apporte une observation irremplaçable dans les zones hauturières, mais elle ne permet pas encore aujourd'hui d'observer la topographie dynamique de l'océan de surface sur le littoral en raison des trop fortes incertitudes sur les mesures radar altimètres près de la côte (Ménard Y. et al. 1994 <sup>[6]</sup>, Bonnefond P. et al. 2003 <sup>[1]</sup>, Jan G. et al. 2004 <sup>[3]</sup>). Cette étude vise à compléter la réalisation des surfaces moyennes en zone côtière à partir de mesures GPS et de marégraphes. Enfin, deux comparaisons des surfaces BATHYELLI sont présentées avec respectivement le produit de références altimétriques maritimes RAM 2014 (Shom) et les données de LIDAR topo-bathymétrique.

**Mots clés :** références verticales maritimes, zéro hydrographique, levé bathymétrique référencé à l'ellipsoïde, fusion de données altimétriques, GPS et marégraphiques.

## Abstract :

*On nautical charts, depths (acquired by the echo-sounder of a vessel, or nowadays by the laser of a plane) are referenced to a chart datum (CD). The improved z-component given by GNSS introduces in hydrography another vertical reference: the IAG-GRS80 ellipsoid.*

*In this context, the French hydrographic office Shom started in 2005 the BATHYELLI project, in order to provide CD referenced to GRS80 in the legal geodetic system RGF93. The problematic and methodology to create the CD/GRS80 surface is presented, through altimetric, GNSS and tide gauges data fusion.*

**Key words:** maritime vertical references, chart datum, ellipsoid referenced survey, data fusion.

---

<sup>1</sup> BATHYELLI : Bathymétrie référencée à l'ellipsoïde ;

<sup>2</sup> L'Organisation Hydrographique Internationale (OHI) établit dans la publication S-44 ses recommandations pour le référencement des sondages. Le référencement à l'ellipsoïde a également fait l'objet de la publication n°37 (septembre 2006) de la Fédération Internationale des Géomètres ;

<sup>3</sup> La version v1.1 de la surface du zéro hydrographique (ZH/GRS80) est disponible sur l'espace de diffusion du Shom en licence ouverte Etalab.



## 1. LES REFERENCES VERTICALES MARITIMES

### 1.1. Rappel

L'IGN69 est, à terre, la référence des altitudes en métropole (hors Corse où la référence est l'IGN78). Elle est définie historiquement à partir du niveau de mer moyen observé au marégraphe de Marseille entre 1885 et 1897. Avec le développement des techniques spatiales et des constellations GNSS, une référence globale verticale a été communément introduite : l'ellipsoïde IAG-GRS80. Il s'agit d'une surface mathématique représentant en première approximation la forme de la Terre. Cette référence a pour intérêt d'être stable (définition mathématique), accessible (en tout point du globe) et précise<sup>4</sup>. De plus, les hauteurs ellipsoïdales acquises à terre par un récepteur GNSS peuvent être converties en altitude par l'intermédiaire de la grille RAF09 définie par l'IGN (IGN69/GRS80). En mer, le Shom, qui publie les cartes marines, a pour mission de définir le zéro hydrographique.

La *Figure 1* illustre les niveaux marins couramment employés.

Le zéro hydrographique, en chaque port, n'est pas exactement le niveau des plus basses mers astronomiques (PBMA). Cet écart variable (< 0.5m), constitue une marge de sécurité supplémentaire pour la navigation.

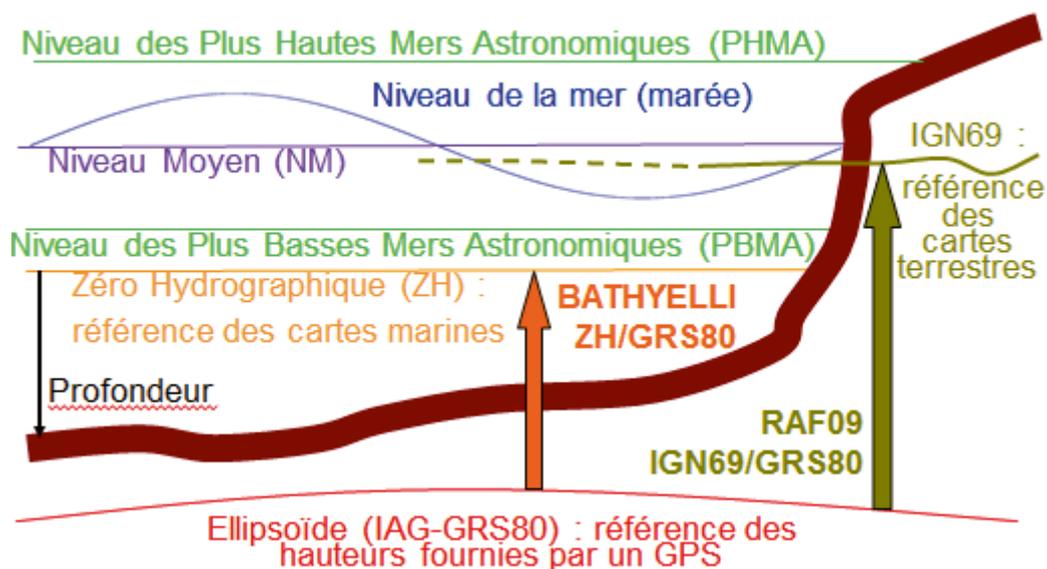


Figure 1 : Schéma des niveaux de référence.

Le projet BATHYELLI apporte à l'utilisateur la valeur du zéro hydrographique référencé à l'ellipsoïde, ce qui constitue l'équivalent maritime du RAF09.

Le niveau moyen référencé à l'ellipsoïde (NM/GRS80) est la clé de voûte de cette réalisation à partir duquel le ZH/GRS80 est déduit en passant par l'estimation du niveau des plus basses mers astronomiques (PBMA/GRS80) (Figure 2).

- la surface PBMA/GRS80 est déterminée par la soustraction de l'amplitude maximale de la marée connue par un modèle (CSTFrance du Shom) ;
- la surface ZH/GRS80 est calculée par la règle de concordance (voir l'équation ci-après). Cette méthode est sensible à la définition géographique de la zone de marée (13 en métropole). Elle est, de plus, dépendante d'un nivellement précis opéré sur le marégraphe point d'appui à la côte (Coulomb A. 2013 <sup>[2]</sup>).

<sup>4</sup> Le GRS80 est l'ellipsoïde associé au système géodésique RGF93, matérialisation de l'ITRS en métropole.

$$AM / AP = ZM / ZP, \text{ où :}$$

- A : l'amplitude maximale de la marée ;
- Z : l'écart entre les plus basses mers astronomiques et le zéro hydrographique PBMA/ZH (la marge de sécurité) ;
- M : un point d'une zone de marée ;
- P : le port principal d'une zone de marée.

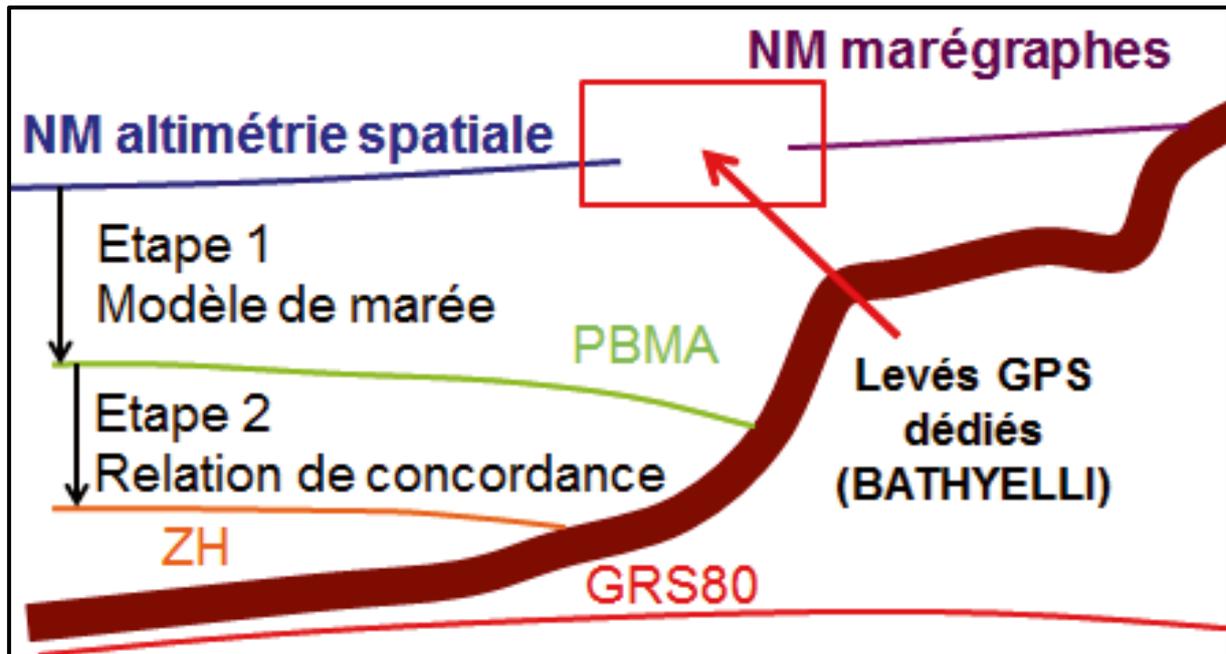


Figure 2 : Méthode de réduction du niveau moyen au zéro hydrographique

## 1.2. De l'intérêt d'une progression vers une représentation surfacique

Pour les marégraphes du réseau RONIM (Poffa et al. 2011 <sup>[10]</sup>) qui font l'objet de rattachements à l'ellipsoïde, le niveau moyen peut être déterminé ponctuellement dans la zone géographique à proximité du port équipé (produit du Shom Références Altimétriques Maritimes (RAM)). La problématique du projet BATHYELLI est de progresser vers une représentation surfacique de ces niveaux de mer. Lefèvre et al. (2007 <sup>[5]</sup>), décrit une première étape avec la constitution sur la façade Atlantique d'une surface moyenne hydrographique (SMH, à savoir un niveau moyen référencé à l'ellipsoïde). Dans la continuité de ces travaux, 2 SMH ont été générées pour la façade Atlantique Manche et pour la mer Méditerranée (Jan G. et al. 2009 <sup>[4]</sup>) à partir des données altimétriques (1993-2008) traitées pour 4 satellites (Jason-1, Topex-Poseidon, Envisat, GFO). Les données altimétriques sont encore entachées d'incertitude supérieures à 0,1m voir 0,5m à la côte. Celle-ci dépend de l'angle d'incidence de la trace satellite par rapport à la côte. Elles ne respectent donc pas à la côte le seuil d'incertitude recommandée ( $\leq 0,05m$  pour la mesure) et ne sont pas exploitables en côtier. Les données GPS et marégraphes viennent combler cette lacune à la côte et assurent la transition entre l'océan hauturier (surface moyenne hydrographique par altimétrie) et le domaine côtier (surface moyenne hydrographique par GPS et niveau moyen par marégraphie). Ainsi, 20 levés BATHYELLI ont été réalisés entre 2006 et 2008 (Shom, L. Pineau-Guillou, 2009 [8]) et 5 entre 2012 et 2013.

Pour progresser d'un calcul ponctuel vers une surface, 2 grilles de calcul ont été générées pour l'étude, l'une en Atlantique Manche, l'autre en mer Méditerranée. L'originalité de ces grilles tient principalement à la discrétisation spatiale en éléments finis qui permet de densifier le maillage sur les zones à forts gradients de bathymétrie (ainsi que les zones de hauts fonds) et dans les zones à grande amplitude de marée.

## 2. LES PROCESSUS DE CREATION DES SURFACES BATHYELLI

Une chaîne de calcul dédiée à l'intégration des données (altimétrie, levés GPS, données marégraphiques) a été développée permettant la génération des surfaces de références verticales BATHYELLI. Une fois les données GPS acquises et validées, la méthode d'intégration dans la solution existante BATHYELLI peut être schématisée par la Figure 3, passant de la création de surfaces GPS à la fusion avec la SMH altimétrique pour aboutir aux calculs successifs des surfaces de références (PBMA/GRS80 puis ZH/GRS80).

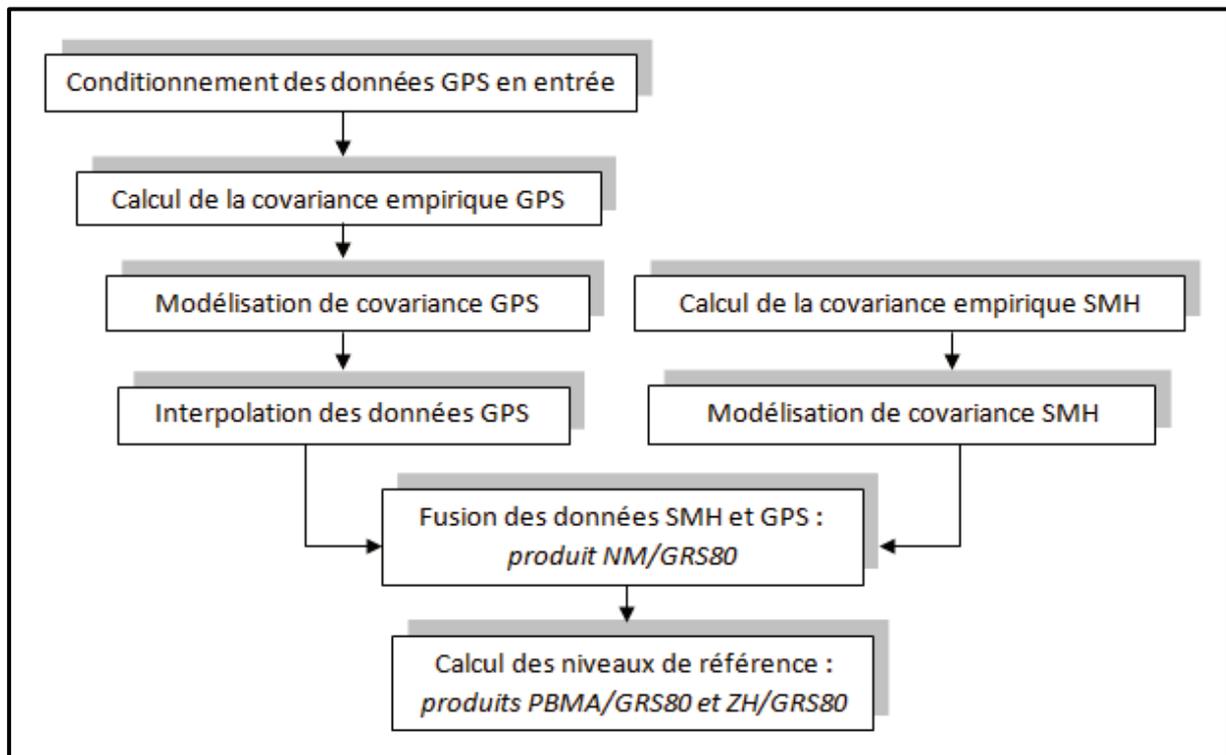


Figure 3 : Présentation schématique des calculs pour l'intégration d'un levé GPS dans les surfaces de référence BATHYELLI (SMH/GRS80, PBMA/GRS80, ZH/GRS80. Source G. Jan 2009 [4], 2014 [12]).

### 2.1. Conditionnement des hauteurs ellipsoïdales

Un levé GPS BATHYELLI est constitué de plusieurs profils de mesures en mer se croisant régulièrement (traits noirs sur la Figure 4). Pour analyser la cohérence de ses hauteurs ellipsoïdales et pour s'affranchir d'un biais potentiel entre les mesures, les écarts des hauteurs sont comparés et ajustés aux points de croisement entre profils GPS. Cette étape du prétraitement est bénéfique pour le fonctionnement de l'inversion par moindres carrés des mesures GPS. En effet, cette méthode, basée sur un processus de minimisation ne peut s'affranchir de biais entre les mesures. Les statistiques sur les écarts aux points de croisement avant et après ajustement des mesures GPS ont montré que les valeurs obtenues après ajustement sont bien inférieures à celles avant ajustement, justifiant le traitement des observations utiles à la création d'une surface moyenne (SMH). Le traitement appliqué ajuste un biais par profil et impose, par souci d'inversion, que la somme des biais soit nulle.

Pour chaque point de croisement, cet écart doit être faible car calculé en un même point, à partir de 2 mesures à différents instants mais corrigées de la marée, donc en théorie représentatif d'un niveau de mer moyen proche du statique. Les profils GPS dont les écarts sont inférieurs à 0,15m sont conservés. Pour les autres profils, une analyse des erreurs est réalisée.

Une première source d'erreur est liée au traitement géodésique appliqué à la mesure : L. Pineau-Guillou 2009 <sup>[9]</sup> a montré à quel point une connaissance fine de la hauteur d'antenne GPS du navire est critique (distance Antenna Reference Point / eau). L'expérience du Shom a conclu à

l'emploi privilégié de l'hybridation entre les données GNSS et inertielles du navire<sup>5</sup> pour obtenir des hauteurs ellipsoïdales fiables.

Une seconde source d'erreur peut provenir de la méthode de calcul du ZH/GRS80 qui passe par les étapes de soustraction du signal dynamique à la hauteur instantanée mesurée par GPS (amplitude de marée et effets atmosphériques sur la surface de l'océan) pour calculer un niveau moyen puis des plus basses mers astronomiques (Figure 2). L'erreur peut venir de la correction temporelle et spatiale basée sur des modèles de prédiction de marée. En effet, une fois soustraits de l'amplitude de marée, les écarts aux points de croisement entre les profils du levé GPS peuvent atteindre, au maximum 0,15m. En regard de la géodésie terrestre millimétrique, il est important d'avoir à l'esprit cet ordre de grandeur pour les mesures maritimes.

La Figure 4 illustre les écarts de hauteur existants dans la baie du Mont Saint-Michel, entre Saint-Malo et Granville, où l'amplitude des marées est particulièrement importante (~ 10m).

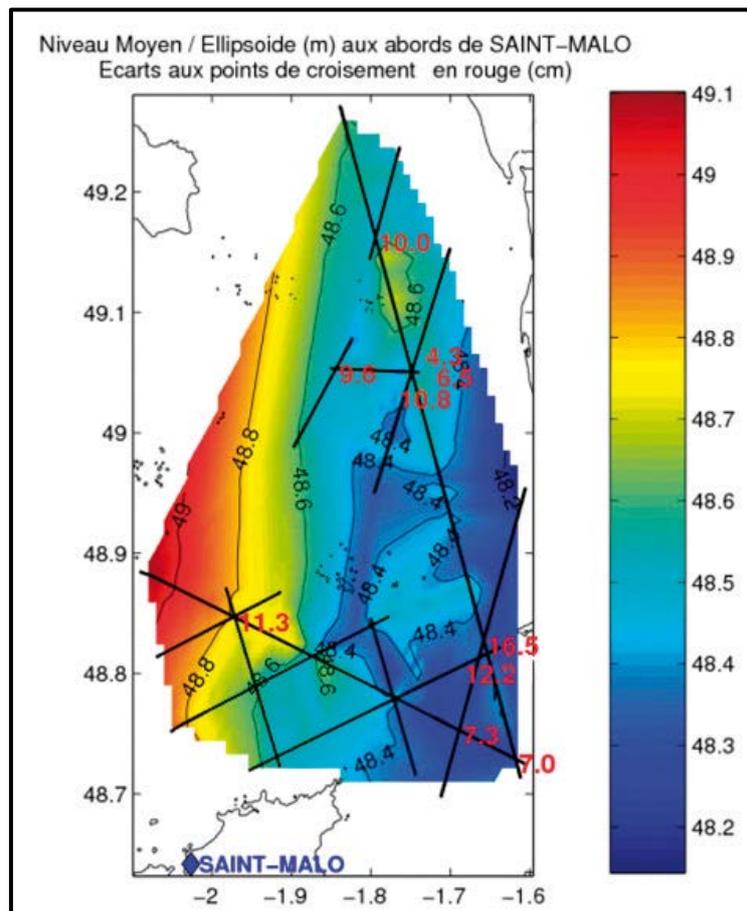


Figure 4 : Écarts aux points de croisement sur la zone de Granville, Saint-Malo (unité : cm). Fond de carte : niveau moyen sur GRS80 (unité : m. Source Shom).

Une fois les mesures de hauteurs validées, l'objectif est d'obtenir des résidus proches d'un signal de type gaussien centré, qui soient le plus conforme possible aux signaux inversibles par la méthode des moindres carrés. Pour chacune des zones GPS traitées, les résidus obtenus sont d'une part de moyenne nulle et d'autre part d'écart type minimal. Pour ce faire, un modèle de géoïde<sup>6</sup> est soustrait aux mesures GPS, puis l'équation d'un plan est calculée par levé GPS et est retranchée au signal de hauteur de mer résiduel.

<sup>5</sup> Par les logiciels de post-traitement POSpac d'Applanix et DelPHINS d'Ixsea.

<sup>6</sup> Modèle de géoïde appliqué : EGG97 pour l'étude (2009). EIGEN8 est en cours de test ;

## 2.2. Covariances empirique et analytique

En préambule à l'estimation de la SMH côtière par interpolation des profils GPS, il est nécessaire d'approcher les covariances des résidus de hauteurs de mer GPS par des modèles analytiques à support compact tels que ceux introduits dans Moreaux (2008<sup>[6]</sup>). Deux outils ont été développés pour estimer les covariances isotropes des résidus GPS et pour l'approximation de ces covariances dites empiriques par un modèle analytique (Figure 5).

La covariance analytique a été calculée à partir des modèles de covariances isotropiques à support compact. Un modèle de covariance à support compact est tel que ses covariances sont nulles au-delà d'une certaine distance sphérique. Par un processus de minimisation au sens des moindres carrés des écarts entre les covariances empiriques, le modèle analytique renvoie les paramètres du modèle offrant la meilleure approximation des covariances empiriques pour un intervalle de distance donné. Quatre familles de modèles de covariances isotropiques à base sphérique (d'argument la distance sphérique entre deux points) et à support compact (de valeur nulle au-delà d'une certaine distance sphérique) ont été testées : Wendland, Wu, Buhmann, Gaspari & Cohn (Jan G, Moreaux G., Crespon F., Helbert J. et al, 2009<sup>[4]</sup>). Dans le cadre de l'étude le modèle de Wendland a été appliqué<sup>7</sup>. On peut ainsi déterminer la distance maximale d'ajustement du modèle de covariance (Figure 5). Les modèles de covariances à support compact ont ensuite été utilisés pour interpoler des mesures GPS résiduelles aux points des grilles de projection des futurs niveaux de référence.

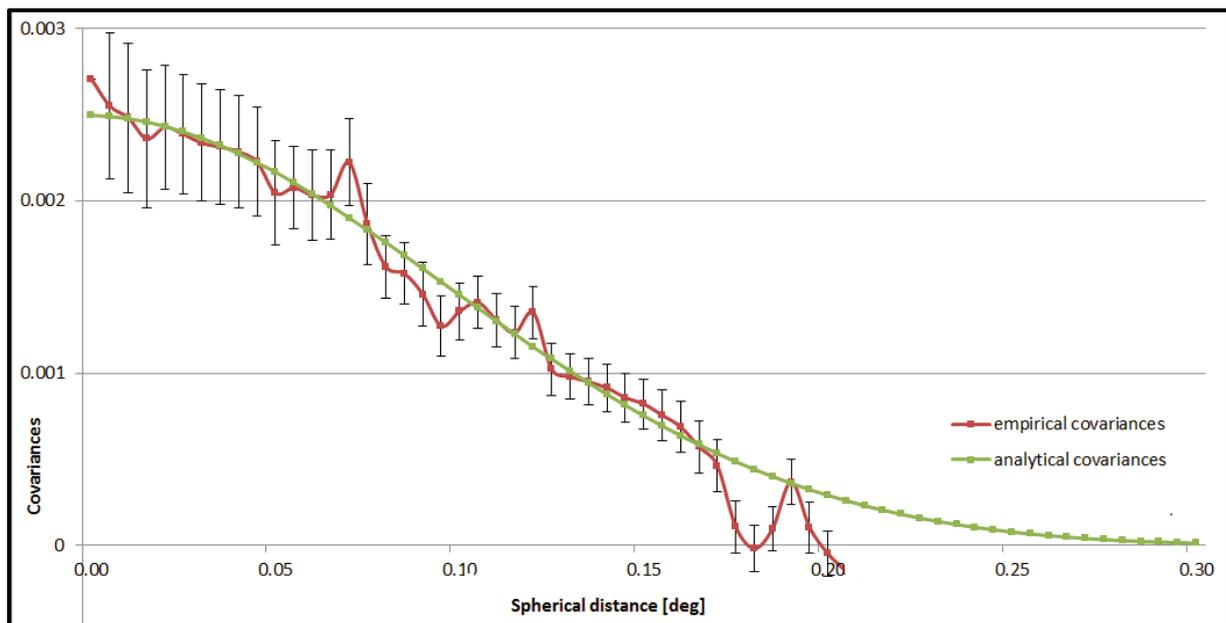


Figure 5: Covariances empirique et modélisée du levé GPS Saint-Tropez à partir des résidus d'observations GPS (en rouge) et le résultat du modèle analytique à support compact (WendLand, en vert). En abscisse la distance maximale d'ajustement : 0,17° (Source Shom. Méthode Bathylli G.Jan et al. 2009 [4])

## 2.3. Fusion de données altimétriques, GPS et marégraphiques

Cette étape est le résultat de toutes les étapes préparatoires réalisées sur les mesures GPS, marégraphiques et altimétriques. Le résultat de cette étape est une donnée d'entrée pour le calcul des surfaces de référence. La méthode de fusion a pour objectif de produire une SMH en réalisant le raccord entre la SMH altimétrique et les différentes SMH GPS :

<sup>7</sup> Modèle de covariance empirique de Wendland (paramètre l=5 et k=3)

- espace « GPS valide » : données issues des levés GPS ;
- espace « ALTI valide » : mesures de SMH altimétrique ;
- espace « Marégraphe valide » : la mesure marégraphe est alors la référence ;
- espace de raccord : les données  $y$  sont estimées par interpolation.

Dans l'espace de raccord, la fusion des données issues des SMH GPS et SMH ALTI est réalisée pour chaque point de prédiction. L'ensemble des points de SMH GPS et l'ensemble des points de SMH ALTI inclus dans les zones de sélection sont contenus dans les cercles de rayon  $RADGPS$  et  $RADALTI$  (Figure 6) Ces ensembles de points correspondent aux positions où sont respectivement collectées les mesures  $obs_{gps_i}$  et  $obs_{alti_i}$ .

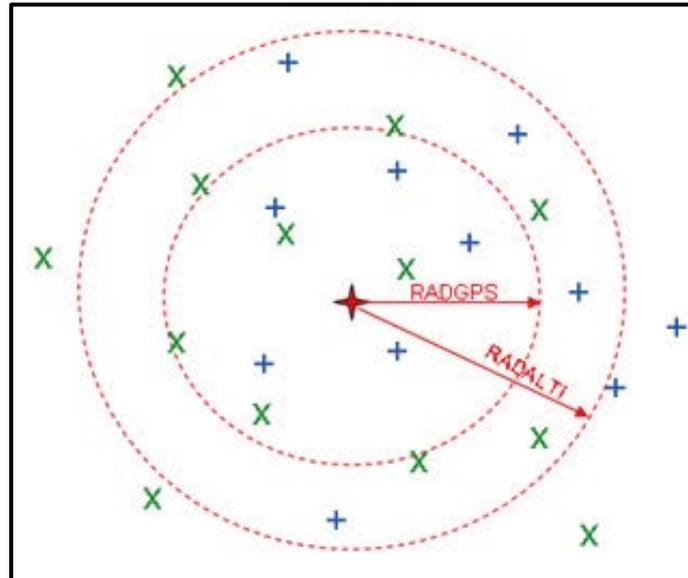


Figure 6: Zones de sélection des données issues des SMH GPS (+ croix bleues) et SMH ALTI (X croix vertes) Source Shom : G. Jan et al. 2009 [4].

Pour chaque point de prédiction  $j$  la valeur estimée  $pre_j$  est définie par la convolution de la matrice des covariances entre prédictions et observations ( $W$ ), calculées précédemment, l'inverse de la matrice de covariances entre les observations GPS et altimétriques ( $C^{-1}$ ) et la matrice des observations GPS et altimétriques ( $O$ ) (voir équation ci-dessous).

$$pre_j = W \times C^{-1} \times O$$

Équation : Prédiction de la hauteur fusionnée)

Le modèle analytique de covariance en fonction de la distance  $d$  est une fonction multiquadratique qui tient compte des rayons  $RADGPS$  et  $RADALTI$  (Figure 6). Par ailleurs, la méthode de fusion GPS altimétrie fournit l'erreur a posteriori  $err_j$  :  $err_j^2 = W \times C^{-1} \times W^T$

Une fois la surface de niveau moyen à l'ellipsoïde établie, les autres références verticales maritimes peuvent être calculées par zone de marée en prenant appui sur la valeur du niveau moyen pour chaque port de référence.

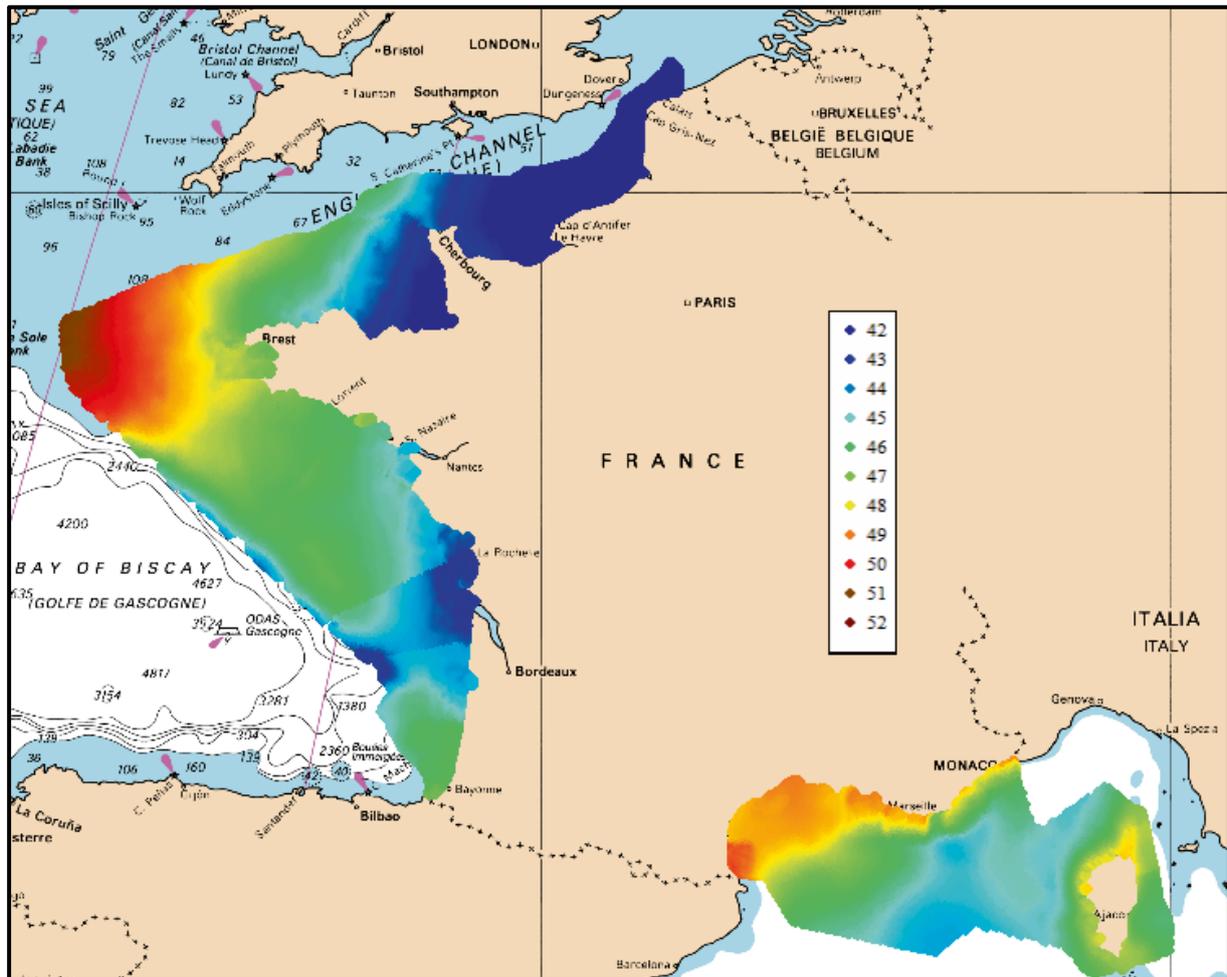


Figure 7 : Produit ZH/GRS80 (unité : m ; source : <http://data.shom.fr>)

### 3. VALIDATION DES SURFACES DE REFERENCE

#### 3.1. Comparaison avec le produit RAM 2014

La justesse de la surface BATHYELLI a été estimée par comparaison au produit Shom de Références Altimétriques Maritimes (RAM) pour les marégraphes communs aux 2 solutions. Le RAM définit les hauteurs ellipsoïdales du niveau moyen pour les ports principaux des zones de marée et certains ports secondaires. Les résultats montrent une différence de niveau moyen ( $\Delta\text{NM/GRS80}$ ) entre le RAM version 2014 et BATHYELLI v1.1 de 0,07 m en moyenne (erreur quadratique moyenne de 0,16 m) en Atlantique. Pour la mer Méditerranée sur la façade Corse, la différence est de 0,02m (rms 0,11m) (Tableau 1).

Une approche similaire consiste à comparer les hauteurs ellipsoïdales de zéro hydrographique du RAM avec celles de BATHYELLI. Une réserve importante doit être ici formulée : comme exposé précédemment, chaque valeur de zéro hydrographique d'un point de grille BATHYELLI est, par construction, concordante avec le port principal de la zone de marée. À contrario pour des raisons historiques (définition strictement locale, fusion de zones de marée anciennes), les ZH des ports secondaires présentés dans le RAM ne sont pas tous concordants et des écarts potentiellement d'une quinzaine de centimètres peuvent être observés. Bien que cette problématique fasse l'objet au Shom d'une étude d'harmonisation (non triviale car impactant potentiellement la représentation de la bathymétrie), cette comparaison imparfaite est tout de même menée pour estimer l'écart à attendre entre l'emploi de la cote officielle locale et le modèle surfacique.

Les résultats montrent une différence de  $\Delta ZH/GRS80$  entre le RAM version 2014 et BATHYELLI v1.1 de 0,07 m en moyenne (erreur quadratique moyenne de 0,26 m) en Atlantique. Pour la mer Méditerranée façade Corse, la différence est de 0,08m (rms 0,15m). Ces erreurs quadratiques moyennes sont conformes aux attentes du projet (*Tableau 2*).

Pour la zone Méditerranée continentale, l'erreur quadratique moyenne (rms) entre le résultat BATHYELLI et le RAM 2014 est trop importante (*Tableau 1*). Deux raisons peuvent expliquer cette statistique :

- d'une part, l'absence de données GPS in situ sur la partie Ouest du golfe du Lion. En supprimant les comparaisons sur Gruissan, Port-Camargue et Fos-sur-Mer, la RMS( $\Delta NM/GRS80$ ) diminue à 20,5 cm ;
- d'autre part, le fort gradient bathymétrique sur la Côte d'Azur induit une importante variation du géoïde côtier et de la surface de niveau moyen.

Cette façade maritime où l'amplitude des marées est de l'ordre de quelques dizaines de centimètres concentre les travaux d'amélioration planifiés par le Shom, afin d'y diminuer l'incertitude associée.

Façade maritime	Nombre de ports	$\mu(\Delta NM/GRS80)$	RMS( $\Delta NM/GRS80$ )
<b>Atlantique</b>	40	0,7 cm	16,8 cm
<b>Méditerranée continentale</b>	13	12,2 cm	36,3 cm
<b>Méditerranée Corse</b>	7	1,9 cm	11,6 cm

*Tableau 1 : Statistiques sur la différence de hauteurs ellipsoïdales du niveau moyen entre les produits RAM 2014 et BATHYELLI v1.1*

Façade maritime	Nombre de ports	$\mu(\Delta ZH/GRS80)$	RMS( $\Delta ZH/GRS80$ )
<b>Atlantique</b>	40	7,6 cm	26,8 cm
<b>Méditerranée continentale</b>	13	6,5 cm	28,2 cm
<b>Méditerranée Corse</b>	7	8,1 cm	15,1 cm

*Tableau 2 : Statistiques sur la différence de hauteurs ellipsoïdales du zéro hydrographique entre les produits RAM 2014 et BATHYELLI v1.1*

### 3.2. Comparaison avec les surfaces d'un laser topo-bathymétrique

Par leur nature aéroportée, les mesures par laser du programme conjoint Shom-IGN Litto3d<sup>®</sup> constituent depuis 2005 des levés bathymétriques référencés à l'ellipsoïde. À ce titre, ils bénéficient directement de l'apport des surfaces BATHYELLI sur tout le pourtour littoral métropolitain. À *contrario*, la question posée dans cette partie est de savoir si ces mesures par laser aéroporté peuvent améliorer les surfaces de référence verticale.

Certains lasers bathymétriques sont la combinaison de deux chaînes optiques distinctes : une de longueur d'onde verte (532nm) qui pénètre particulièrement bien dans l'eau, une dans le proche infra-rouge (1064nm) pour détecter précisément la surface. Le Shom a déjà exploité cette seconde propriété pour estimer un niveau des plus basses mers astronomiques, référencé à l'ellipsoïde sur un atoll des Îles Éparses (Océan Indien) avec le lidar HawkEye Ila d'AHAB (Suède).

De nouveaux lasers topo-bathymétriques de moindre énergie mais de densité de points d'acquisition supérieure sont récemment apparus. La région PACA a fait l'objet d'un levé Litto3d<sup>®</sup> entre février 2012 et juillet 2013 où, pour les petits fonds, le laser topo-bathymétrique RIEGL VQ-820-G (Autriche) était employé en complément d'un laser bathymétrique FUGRO LADS Mk3 (Australie). Bien que travaillant uniquement sur une longueur d'onde verte, le RIEGL a eu pour spécificité de renvoyer de très nombreux retours de surface. Afin d'évaluer la justesse de la

hauteur ellipsoïdale de ces retours (et estimer l'éventuel biais dû à la pénétration de la longueur d'onde verte), la méthodologie suivante a été appliquée :

- séparation manuelle du nuage de points représentant la surface d'eau de mer<sup>8</sup> ;
- correction temporelle et spatiale de la marée par le logiciel MASG2 (Shom) ;
- calcul de la différence moyenne ( $\Delta$ NM/GRS80) entre la hauteur ellipsoïdale du niveau moyen obtenue par lidar et celles des produits RAM et BATHYELLI.

Deux sites d'étude ont été choisis :

- Marseille, pour son importance historique pour les références verticales ;
- Saint-Tropez, dont le NM/GRS80 a fait l'objet d'un ajustement dans la version 1.1 des surfaces BATHYELLI.

Le Tableau 3 et la *Figure 8* synthétisent les résultats obtenus. Le nombre d'échantillons sur Marseille est faible, mais le résultat est conforme à ce qui était attendu avec la pénétration dans l'eau de mer, avant rétro-diffusion, du laser vert (532nm) : le NM/GRS80 lidar est sous celui de la référence officielle RAM 2014. Le résultat pour Saint-Tropez donne un niveau moyen obtenu par lidar très proche (4 cm au-dessus) de la cote officielle. Cette méthode d'exploitation des retours de surface par lidar présente un réel intérêt : le levé Litto3d<sup>®</sup> prévu sur le Languedoc-Roussillon en septembre 2014 pourra certainement contribuer à améliorer les surfaces BATHYELLI sur des zones dépourvues de levés GPS dédiés (comme la zone de Gruissan à Port-Camargue).

Site	Nombre de retours	$\Delta$ NM/GRS80 entre lidar et RAM 2014	$\Delta$ NM/GRS80 entre lidar et BATHYELLI v1.1
Marseille	11 852	-11.8 cm	0,1 cm
Saint-Tropez	2 655 732	4,0 cm	9,7 cm

Tableau 3 : Différence sur le niveau moyen (NM/GRS80) entre produits de Références Altimétriques Maritimes (RAM), BATHYELLI et LIDAR.

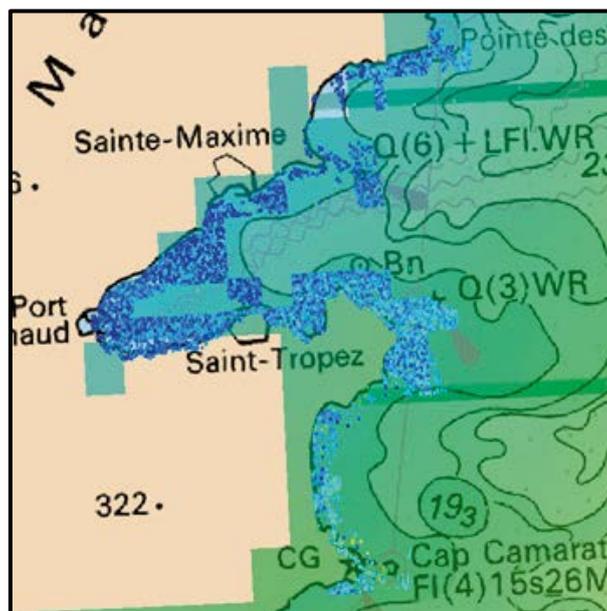


Figure 8: Saint-Tropez : Surface NM/GRS80 BATHYELLI v1.1 (en vert), retour de surface RIEGL (en bleu).

<sup>8</sup> RIEGL propose désormais dans son logiciel de traitement RiProcess un algorithme automatique pour cette étape.

#### 4. CONCLUSION

Les surfaces BATHYELLI offrent une possibilité innovante pour les hydrographes : le levé bathymétrique référencé à l'ellipsoïde. Avec l'éventail de techniques GNSS aujourd'hui disponibles sur les navires (acquisition RTK ou post-traitement PPK, PPP, couplage inertiel), la hauteur ellipsoïdale du fond est accessible et transformable en sonde référencée au zéro hydrographique par la grille ZH/GRS80. L'intérêt de la méthode est que toute observation de marée/surcote, souvent associée à l'immersion d'un marégraphe, devient inutile.

L'article montre plusieurs pistes de progrès sur le calcul des surfaces de références verticales BATHYELLI. Les modèles de marée sont un des paramètres clés que le Shom développe et consolide régulièrement (avec l'intégration de nouvelles séries d'observations marégraphiques).

Les hauteurs ellipsoïdales de niveau de mer conditionnent également les résultats : qu'elles soient issues d'altimétrie spatiale, de levés GPS par navire, de retours de surface de mer par laser aéroporté, de marégraphes permanents, de réflectométrie GNSS ou encore de bouées GNSS, un vaste domaine de recherches reste ouvert. À ce titre, les surfaces BATHYELLI ne constituent pas aujourd'hui un produit définitivement figé et il convient d'ailleurs que l'utilisateur exploite systématiquement le champ « incertitude » associée à chaque hauteur ellipsoïdale de la grille. Le Shom prévoit une réalisation BATHYELLI régulière (par mise à jour de versions) afin que tout usager puisse bénéficier des dernières améliorations apportées au modèle.

**Annexe : Références**

1. Bonnefond P., Exertier P., Laurain O., Ménard Y., Orsoni A., Jan G., Jeansou E. 2003. Absolute calibration of Jason-1 and Topex-Poseidon in Corsica, *Marine Geodesy*, 26, pp 261-284.
2. Coulomb A. Mise au point sur les réseaux géodésiques et nivellement. *Revue XYZ*, N°134 -1er trimestre 2013.
3. Jan G., Ménard Y., Faillot M., Lyard F., Jeansou E. Bonnefond P., 2004. Offshore absolute calibration of space borne radar altimeters. *Marine Geodesy*, Vol 27 n°3 et 4, pp 615-631.
4. Jan G., Moreaux G., Crespon F., Helbert J., Détermination des surfaces de références pour l'hydrographie. Rapport d'étude BATHYELLI pour le Shom, mai 2009.
5. Lefèvre F., Schaeffer P., Wöppelman G, Etude et fourniture de données nécessaires au calcul d'une surface moyenne océanique issue de l'altimétrie spatiale, rapport final CLS pour le Shom, 2007
6. Ménard Y., [1994] L'océan physique révélé par l'altimétrie.
7. Moreaux G. Compactly supported radial covariance functions. *Journal of Geodesy*, 2008, 82, 431-443.
8. Pineau-Guillou L., *BATHYELLI project : set-up of Chart Datum (CD) using altimetry et GPS*, colloque ENC GNSS 2008, Toulouse, 23-25 avril 2008.
9. Pineau-Guillou L., *Projet BATHYELLI : Détermination du zéro hydrographique à partir de l'altimétrie spatiale et du GPS*, revue *Navigation*, volume 57, n°226, avril 2009.
10. Poffa N. et al, *Évolution instrumentale des marégraphes du réseau RONIM*. *Annales Hydrographiques* 6e série, Vol. 8 n°777 p3-1, 2011
11. Wöppelmann G., Allain S., Bahurel P., Lannuzel S., Simon B., *Zéro hydrographique vers une détermination globale*, revue *XYZ*, n° 79, 2ème trimestre 1999, pp. 27-34 Simon B, *Références de hauteur en hydrographie*, *Annales Hydrographiques* n°773, première partie.
12. Tanguy Y-M, Jan G., Pastol Y., *Les références verticales maritimes en France : méthodologie de création des surfaces BATHYELLI* ; *Revue XYZ* • N° 140 – 3e trimestre 2014 ; pp 53-58.



## Étude de l'apport du de l'apport du sondeur multifaisceau Kongsberg EM710 dans la conduite des levés bathymétriques au Shom

par

O. Parvillers <sup>(1)</sup>, Y. Lubac <sup>(1)</sup>, Ch. Vrignaud <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Shom 13 rue du Chatellier, 20200 Brest, France

### Résumé

Cette étude porte sur la performance des sondeurs multi-faisceaux EM710 équipant dorénavant les bâtiments hydrographiques employés par le Shom. Elle montre que les capacités de détection de ces sondeurs de nouvelle génération sont supérieures à celles des anciens sondeurs de type EM1002. En effet, ils permettent d'atteindre l'ordre 1a de la norme S-44 de l'OHI par simple insonification en respectant un recouvrement minimal de 10 % entre fauchée. Ils peuvent donc être utilisés pour des levés hydrographiques.

Mots clés : sondeur multi-faisceaux, norme , S-44, hydrographie

### Abstract

*This study focuses on performances of the EM710 multi-beam echo sounders on hydrographic vessels used by Shom. It has been shown that detection capabilities of these new generation sounders are superior to those of the old EM1002 sounders. Indeed, they have allowed reaching order 1a of the norm IHO S-44 by simple seafloor ensonification while respecting a minimal overlap of 10 % between swath width. They can therefore be used for hydrographic surveys.*



## 1. INTRODUCTION

Suite à l'installation des sondeurs multifaisceaux (SMF) de dernière génération EM710 sur les BH2 *La Pérouse* et *Borda*<sup>[1]</sup>, la question de la pertinence de l'ensemble des règles imposées par la norme Shom NR2009-010 pour les levés à l'ordre 1a (OHI) se pose. En effet, une de ces règles impose la réalisation d'une double insonification totale pour que le levé soit qualifiable en ordre 1a dans le cas des levés de type « zone d'intérêt particulier ». Cette règle a pour objectif la détection de toutes les formes cubiques de côtés supérieurs ou égaux à 2 m jusqu'à 40 m, et à 10 % de la profondeur au-delà.

Cependant, un sondeur moderne comme l'EM710 offre des performances nettement supérieures à celles de son prédécesseur EM1002, en particulier en termes de résolution. Il est donc logique de se demander quelle est l'utilité d'une double insonification si une simple insonification permet déjà d'obtenir, voire dépasser les résultats escomptés, notamment pour la détection des obstructions et relèvements de fond. Cette question est d'autant plus importante dans un contexte où l'amélioration de la productivité et le retour sur investissement sont des objectifs en soi.

Ce rapport présente ainsi les résultats d'une étude sur les différences en détection et cotation entre une simple insonification et une double insonification avec un sondeur EM710. Il s'appuie sur un levé récent réalisé par le BH2 *La Pérouse* au large de Saint-Malo où une double insonification a été réalisée, suivie de plusieurs recherches pratiquées toujours au SMF suite à la détection de relèvements de fond. À titre de référence, le même type de comparaison a été fait sur un levé récent fait avec le sondeur EM1002 du BH2 *Laplace*.

## 2. PERFORMANCES THEORIQUES DES SONDEURS MULTIFAISCEAUX EM1002 ET EM710.

Le sondeur multifaisceau EM710 a remplacé l'EM1002 sur le *La Pérouse* en 2011 et sur le *Borda* en 2012. Voici un tableau permettant de comparer les spécifications techniques principales de ces deux sondeurs :

	EM1002	EM710
<b>Fréquence d'émission</b>	93 et 98 kHz	70 à 100 kHz
<b>Portée théorique</b>	2 à 1 200 m	3 à 2 000 m
<b>Portée observée</b>	1 000 m par mer 2 avec 500 m de fauchée utile.	1 650 m par mer 3 avec 1 100 m de fauchée utile.
<b>Nombre de faisceau</b>	<b>111</b>	<b>256</b>
<b>Nombre de sondes</b>	<b>111</b>	<b>256 ou 400 en mode high density</b>
<b>Largeur des faisceaux</b>	<b>2° (émission) x 2° (réception) jusqu'à ±55° et 2.8° à ±78°</b>	<b>1°x1°</b>
<b>Nombre de fauchée</b>	1	1 ou 2 (en mode « double swath »)
<b>Ouverture</b>	±75°	±75°
<b>Émission</b>	3 secteurs d'émission (93, 98 et 93kHz)	3 secteurs d'émission par fauchée (pour la compensation en cap)
<b>Compensation</b>	Roulis	Roulis, cap et tangage
<b>Signaux</b>	CW (0.2 à 2 ms)	CW (0.15 à 2 ms) FM (120 ms max, à partir de 300 m)
<b>Échantillonnage</b>	9 kHz	Données brutes : 45 kHz Données décimées : 15 kHz

Figure 1 : Spécifications techniques principales<sup>[2]</sup> (Cf. fiches synthétiques des sondeurs en question sur Miosotis)

On note, principalement, que l'EM710 acquiert au minimum deux fois plus de sondes par ping que l'EM1002 et jusqu'à près de quatre fois plus en mode « High density ». Et cela est doublé en mode « double swath », où deux fauchées sont alors transmises à chaque cycle : une vers l'avant et une vers l'arrière du navire. Au final si l'EM1002 produit 111 sondes, l'EM710 peut en produire jusqu'à 800. De plus, la taille de faisceaux de l'EM710 est de 1°x1° contre 2°x2° pour l'EM1002 soit une capacité de détection accrue.

En effet, la largeur de l'empreinte sur le fond d'un faisceau extrême ( $\pm 65^\circ$ ) à 40 m de fond sera théoriquement de 1,65 m au maximum suivant la formule de la résolution longitudinale :

$$\delta x = P * \frac{\text{ouverture longitudinale(rad)}}{\cos(\text{angle d'incidence(rad)})} \approx 0,04 * P \text{ avec } P \text{ la profondeur } [3]$$

Il est nécessaire ici de préciser qu'une partie de l'empreinte au sol est utilisée pour la détection. La figure ci-dessous présente la taille théorique de 3 faisceaux extrêmes, pour 3 fauchées, sur un cube de 2 m par 40 m de fond.

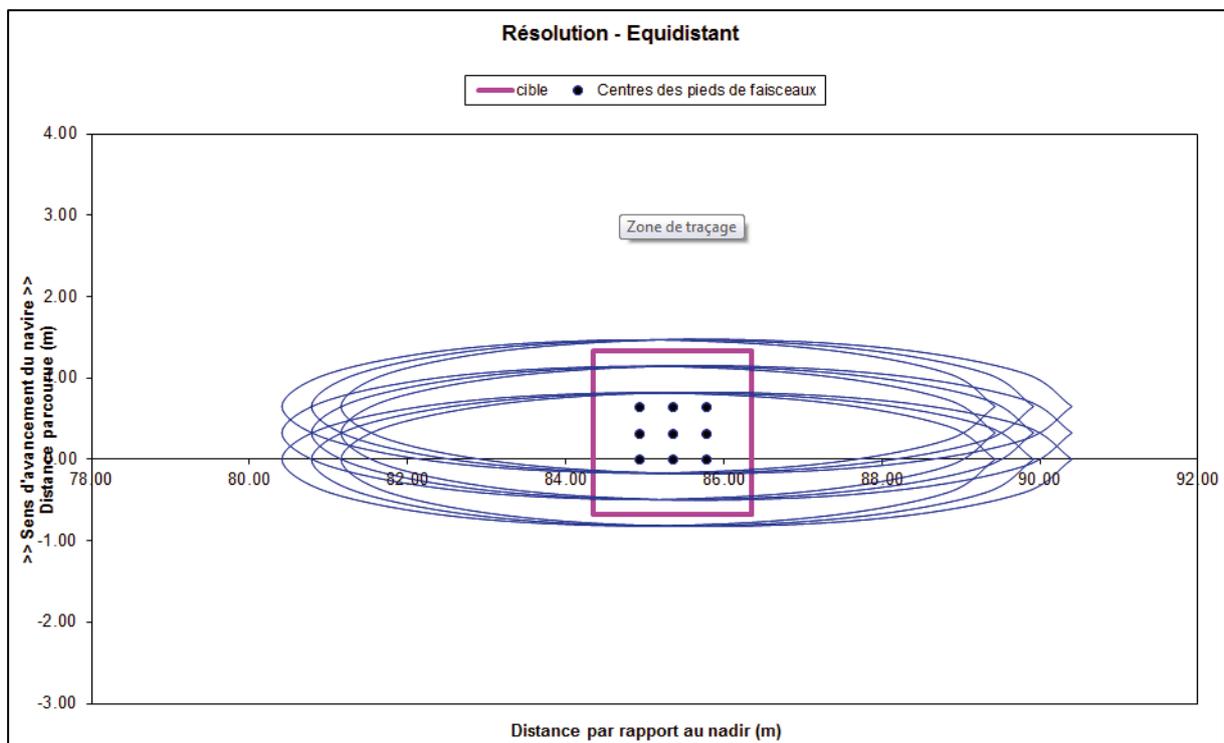


Figure 2 : simulation de l'empreinte au sol pour 3 fauchées, sur un cube de 2 m vu par 3 faisceaux extrêmes par 40 m de fond (SMF EM710)

Ainsi, l'EM710 peut donc, théoriquement, détecter des objets cubiques de côtés supérieurs ou égaux à 2 m jusqu'à 40 m et à 10 % de la profondeur au-delà ; ce qui est un des critères de la norme NR2009-010 pour les levés à l'ordre 1a.

L'EM710 est donc capable de faire autant, voire plus, en simple insonification que l'EM1002 en double insonification, tant au niveau de la densité de sondes qu'au niveau de la capacité de détection.

### 3. DIFFERENCE ENTRE SIMPLE INSONIFICATION ET DOUBLE INSONIFICATION (EM710)

L'apport de la double insonification avec le sondeur multifaisceau EM710 par rapport à la simple insonification a été étudié sur un levé au large de Saint-Malo (levé S201306700). Ce levé s'inscrit dans le cadre du levé systématique « Lannion - Raz Blanchard ». Il a fait l'objet d'une double insonification conformément à la norme Shom NR2009-010 pour les levés « zone d'intérêt

particulier ». Globalement, la partie du levé étudiée a généré une moyenne de 52 sondes par m<sup>2</sup> en double insonification et de 28 sondes par m<sup>2</sup> en simple insonification pour des fonds de 25 m en moyenne. Pour information, lors de ce levé, le SMF était utilisé avec une ouverture de 2x65° en mode équidistant et le BH2 avait une vitesse de 8 nœuds en moyenne.

L'étude a consisté à comparer les résultats obtenus concernant la détection des différents relèvements de fonds que ce soit en simple ou double insonification et avec ou sans recherches (les recherches étant réalisées en resserrant les faisceaux à 2x30° et à une vitesse de 6 nœuds). Pour cela, chaque détection a été étudiée en supprimant, sur CARIS Hips, un profil sur deux pour être dans le cas de la simple insonification ou en supprimant les profils de recherches. La détection ou non du relèvement, la densité de sondes sur celui-ci et la valeur du point haut ont ensuite été comparées. Les résultats sont présentés ci-dessous.

### 3.1. Capacité de détection en double insonification et simple insonification

L'étude a été menée sur 5 petites détections entre 20 et 25 m de profondeur. Ces détections se sont révélées être de grosses roches (entre 2 et 3 m d'envergure) après inspections par plongeurs.

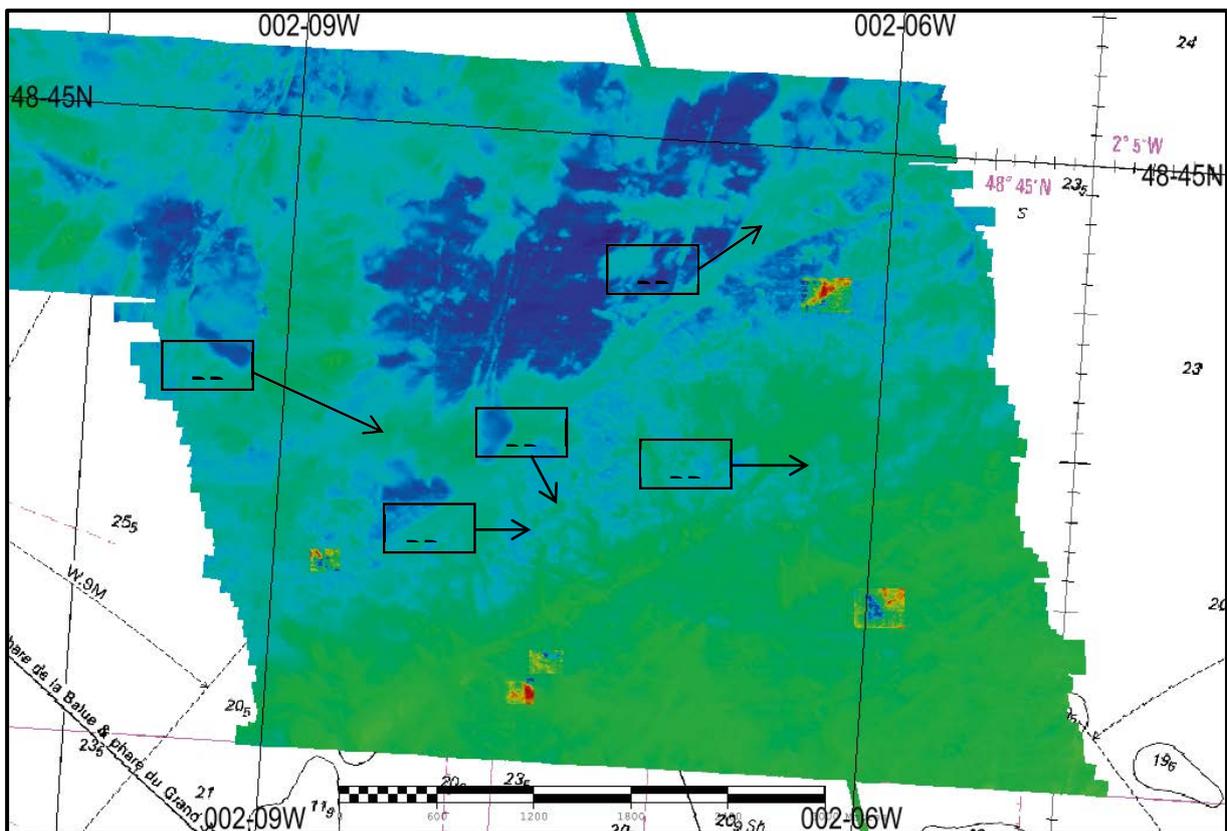


Figure 3 : Présentation de la zone levée et des différentes détections étudiées - extrait de la CM 7155.

- les différentes étapes de l'étude sont présentées avec la recherche **RR1** comme illustration :
  - résultats avec la double insonification seulement :

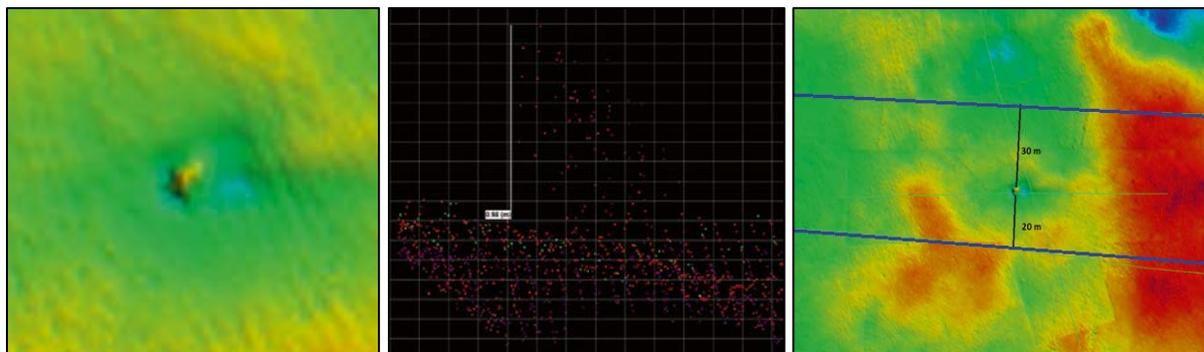


Figure 4 : MNT à 50 cm de l'obstruction (à gauche) et vue du subset editor de Caris Hips 7.1 (milieu) et position de l'obstruction par rapport aux profils réguliers (à droite)

Double Insonification	Densité de sondes par m <sup>2</sup>	Point haut (m)	Faisceaux des profils réguliers concernés
		20	21.809

- résultats avec la double insonification avec recherche :

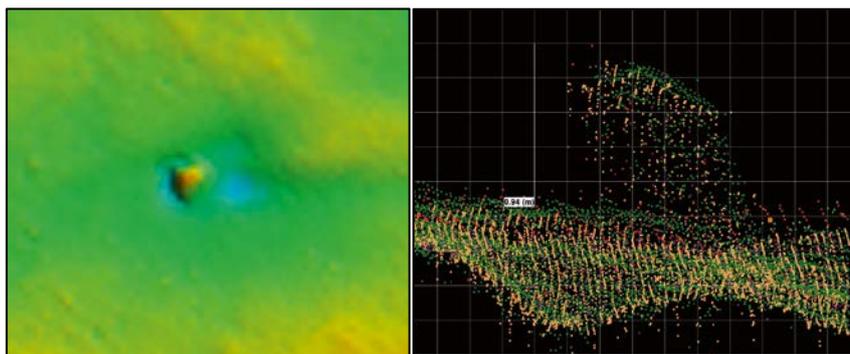


Figure 5 : MNT à 50 cm de l'obstruction (à gauche) et vue du subset editor de Caris Hips 7.1 (à droite)

On remarque que l'obstruction est décrite bien plus finement lorsqu'une recherche a été effectuée. Ceci est confirmé par la densité de sondes au niveau de l'obstruction :

Double Insonification + recherche	Densité de sondes par m <sup>2</sup>	Point haut (m)	Faisceaux des profils réguliers concernés
		230	21.809

Cependant, la recherche n'a pas mis en évidence un point haut de profondeur plus faible que ce que les deux profils réguliers avaient donné. Le point haut retenu est donc toujours celui mesuré par le régulier.

- résultats avec la simple insonification seulement :

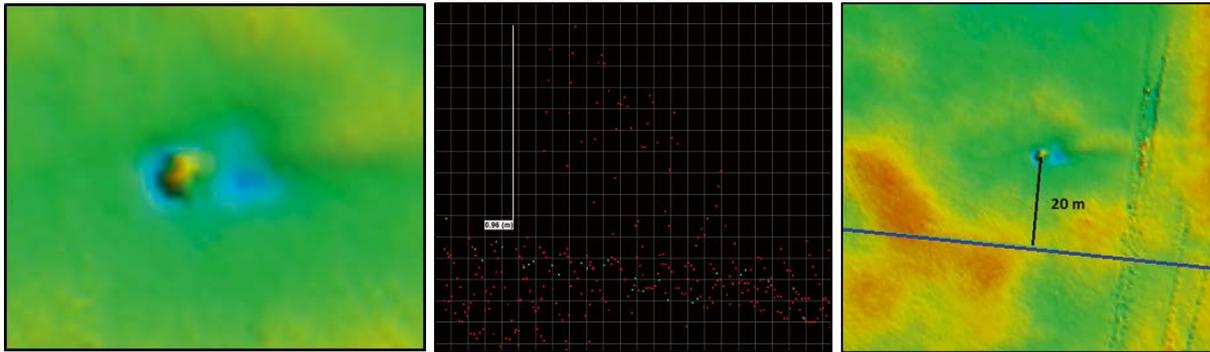


Figure 6 : MNT à 50 cm de l'obstruction (à gauche) et vue du subset editor de Caris Hips 7.1 (milieu) et position de l'obstruction par rapport au profil régulier (à droite)

Simple insonification	Densité de sondes par m <sup>2</sup>	Point haut (m)	Faisceaux des profils réguliers concernés
		13	21.809

L'obstruction est détectée avec seulement un profil. La densité de sondes, sur l'obstruction, obtenue avec ce profil est cependant très faible mais reste proche de celle obtenue en double insonification relativement à la densité obtenue après recherche (voir ci-dessous).

- résultats avec la simple insonification avec recherche :

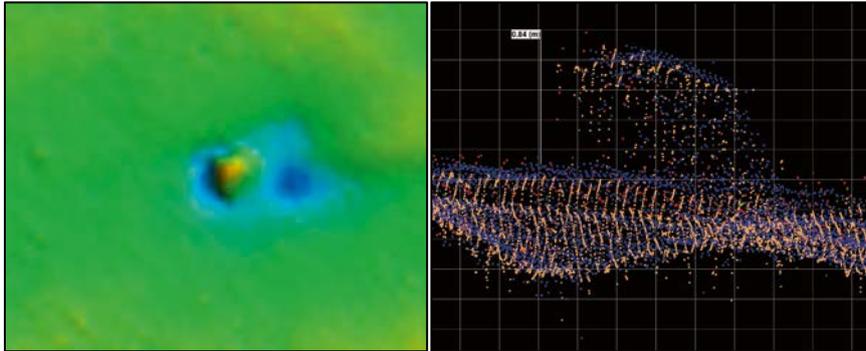


Figure 7 : MNT à 50 cm de l'obstruction (à gauche) et vue du subset editor de Caris Hips 7.1 (à droite)

Simple Insonification avec recherche	Densité de sondes par m <sup>2</sup>	Point haut (m)	Faisceaux des profils réguliers concernés
		224	21.809

Ce qui ressort principalement de l'étude de cette première obstruction est le fait que les résultats entre la double insonification avec recherche et la simple insonification avec recherche sont quasiment identiques. En effet, une fois l'obstruction détectée, la recherche permet d'augmenter considérablement la densité de sondes sur celle-ci afin de pouvoir mieux la décrire et de s'assurer qu'un point haut n'a pas été manqué.

À ce stade, l'intérêt de la double insonification apparaît donc nul si, grâce aux performances de l'EM710, toutes les obstructions sont détectées dès la simple insonification.

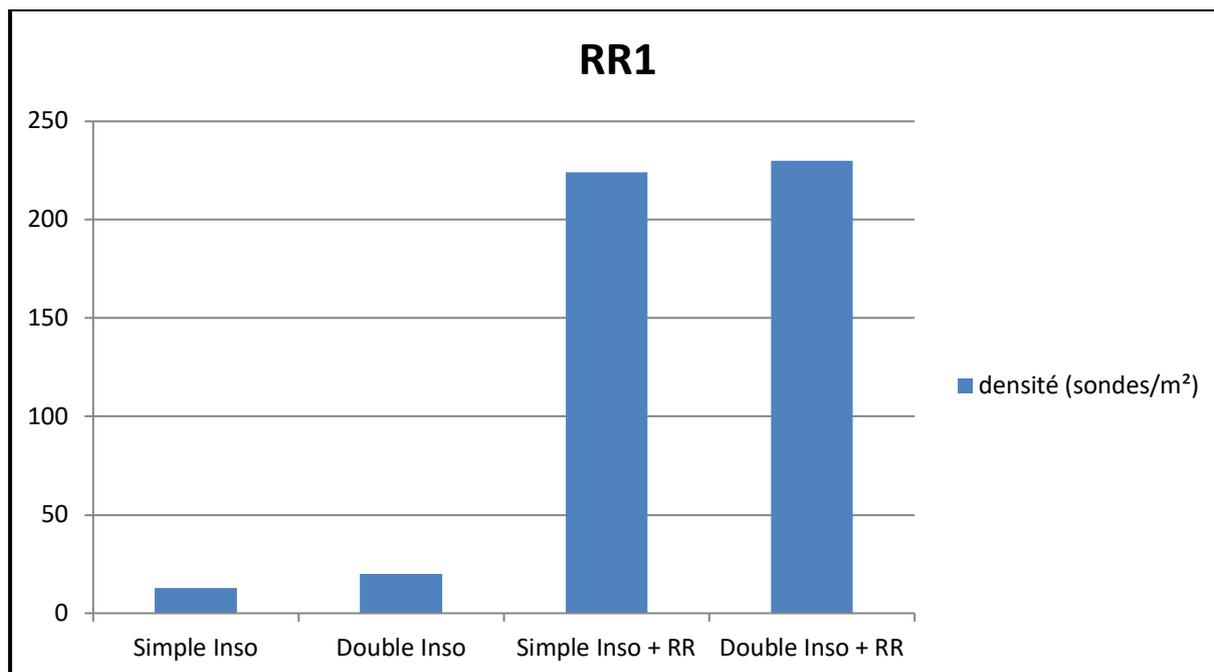


Figure 8 : Statistiques sur la recherche 1

La même étude a été répétée sur les 4 autres détections choisies. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

	Simple insonification	Double insonification	Simple insonification + RR	Double insonification + RR
RR2	10 sondes/m <sup>2</sup> 22.177 m (-52° à -54°)	26 sondes/m <sup>2</sup> 22.177 m (-29° à -32°) et (-52° à -54°)	225 sondes/m <sup>2</sup> 22.177 m	260 sondes/m <sup>2</sup> 22.025 m
RR3	<b>Non détectée</b>	76 sondes/m <sup>2</sup> 22.377 (9° à 12°) et <b>-61°</b>	<b>Non détectée</b>	320 sondes/m <sup>2</sup> 22.377 m
RR4	13 sondes/m <sup>2</sup> 24.831 m (-50 à -52°)	36 sondes/m <sup>2</sup> 24.831 m (-50° à -52°) et (-1° à -5°)	183 sondes/m <sup>2</sup> 24.831 m	210 sondes/m <sup>2</sup> 24.831 m
RR5	8 sondes/m <sup>2</sup> 24.621 m (-45° à -48°)	29 sondes/m <sup>2</sup> 24.621 m (-45° à -47°) et (-25° à -27°)	225 sondes/m <sup>2</sup> 24.621 m	228 sondes/m <sup>2</sup> 24.621 m

Figure 9 : Statistiques sur les 4 obstructions

Les résultats sur 3 des 4 autres obstructions sont comparables avec ceux de la RR1 : détection de l'obstruction en simple et double insonification. La recherche permet de mieux décrire l'obstruction mais pas forcément de trouver un point haut différent. On remarque que la RR3 n'est pas détectée en simple insonification. Ceci s'explique par le fait qu'elle se trouve en extrémité de fauchée (-61°). En simple insonification, un recouvrement de 10 % minimum entre les fauchées permet de pallier le problème des obstructions potentiellement non détectées en extrémité de fauchée. Cela se traduit par une double insonification au niveau des faisceaux

extrêmes, assurant ainsi la détection de tous les relèvements à ce niveau. Ce recouvrement de 10 % de la largeur de la fauchée est spécifié par la norme Shom sur les levés bathymétriques NR2009-010 (§9.7.2).

### 3.2. 2.2 Post-traitement des sondes

#### 3.2.1. *Traitement manuel*

La double insonification facilite évidemment le traitement manuel des sondes. En effet, la visualisation des sondes provenant de deux fauchées se recouvrant permet une prise de décision plus rapide concernant la nature (obstruction/bruit) de sondes douteuses s'écartant significativement du fond. Cependant, le retour d'expérience sur l'utilisation de l'EM710 montre que le tapis de sonde généré par celui-ci est généralement très propre. Ainsi les situations ambiguës sont nettement plus rares même en simple insonification. Lorsqu'un doute apparaît, un nouveau passage ponctuel sur la zone permet de lever le doute (travail à faire en temps très peu différé au cours du levé).

#### 3.2.2. *Traitement Cube*

Le traitement bathymétrique à l'aide de l'algorithme semi-automatique CUBE impose, selon les normes du Shom, un minimum de 10 sondes prises en compte par maille pour que les résultats de l'algorithme soient fiables. Ainsi, un levé en simple insonification donne lieu, théoriquement, à une densité de sondes deux fois moins importante qu'un levé en double insonification, ce qui sera limitant pour le traitement CUBE. Pour exemple, le levé étudié précédemment a été traité via CUBE avec une maille de 1 m. Les statistiques sur la densité de sondes prises en compte par l'algorithme montre que celle-ci est environ deux fois supérieure en double qu'en simple insonification (voir figure 9). Cependant, vu la taille de maille choisie la densité était largement suffisante pour un traitement CUBE même avec une simple insonification pour des fonds allant jusqu'à 30 m sur le levé étudié. Mais il n'est pas à exclure que pour des profondeurs supérieures, il sera nécessaire d'augmenter la taille de maille afin de garantir un traitement CUBE fiable, en accord avec l'ordre OHI considéré.

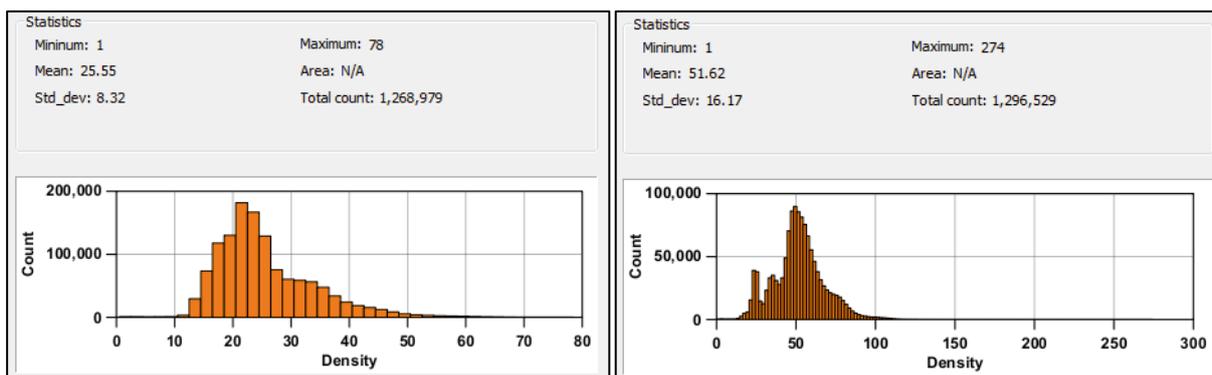


Figure 10 : Statistiques sur le nombre de sondes de la maille CUBE calculée en simple insonification (à gauche) et double Insonification (à droite). Levé LRB 2013 S201306700

## 4. COMPARAISON AVEC LE SONDEUR EM1002

### 4.1. Capacité de détection

Nous avons vu au chapitre 2. que les capacités de détection de l'EM1002 étaient théoriquement bien inférieures à celles de l'EM710. En effet, l'EM1002 génère seulement 111 sondes par ping contre 400 pour l'EM710. Par ailleurs, l'EM710 peut émettre deux fauchées par cycle (une vers l'avant et une vers l'arrière), soit 2 fois 400 sondes par cycle. De plus ses faisceaux (2°x2°) sont

plus larges que ceux de l'EM710 (1°x1°). Une étude similaire à celle présentée au chapitre 2. a été réalisée sur un levé EM1002 récent, en double insonification, et réalisé par le BH2 *Laplace*, le levé DEROUTE 2014 S201402000. Ce levé présente des fonds comparables à ceux du levé LRB (fonds de 20 m environ).

L'obstruction suivante a été détectée par l'EM1002 et sert de référence pour la conduite de l'étude :

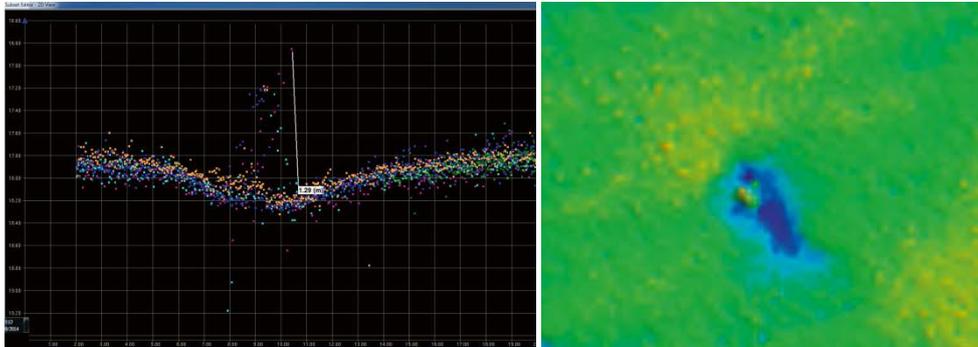


Figure 11 : Obstruction détectée par EM1002 lors du levé S201402000 Déroute

Cette obstruction a été étudiée en simple ou double insonification avec ou sans recherche :

	Simple insonification	Double insonification	Simple insonification + RR	Double insonification + RR
Obstruction Déroute 2014	5 sondes/m <sup>2</sup> 16.845 m (-52°)	23 sondes/m <sup>2</sup> 16.845 m (-52° -62°)	23 sondes/m <sup>2</sup> 16.845 m	35 sondes/m <sup>2</sup> 16.845 m

Figure 11 : Statistiques sur l'obstruction

L'obstruction est détectée en simple insonification. On remarque aussi que la densité de sondes sur l'obstruction est nettement inférieure à celle que génère l'EM710 quel que soit le mode retenu, y compris avec la recherche.

Globalement, ce levé a généré une moyenne de 23 sondes par m<sup>2</sup> en double insonification et de 11 sondes par m<sup>2</sup> en simple insonification pour des fonds de 16 m en moyenne. Ainsi, avec une densité de sondes et une capacité de détection moindre de l'EM1002, la double insonification semble garder un intérêt contrairement à l'EM710. Pour autant, le brassage de l'obstruction a été obtenu dès la simple insonification.

#### 4.2. Post-traitement des sondes

Une partie de ce levé traité avec CUBE a été étudiée et les résultats comparés à ceux du levé LRB réalisé à l'EM710. Afin que les résultats soient comparables, seulement une partie des deux levés comportant des fonds de 20 m environ a été étudiée (cf. figure 12).

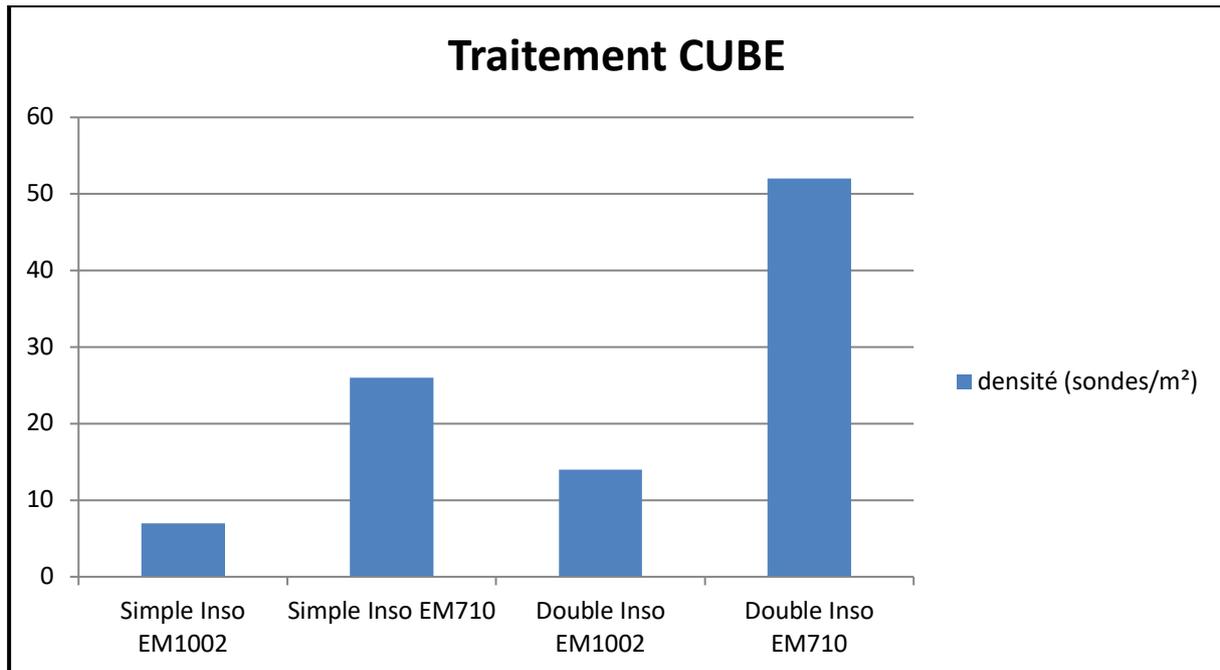


Figure 12 : Statistiques sur le nombre de sondes par maille CUBE sur une partie des levés LRB 2013 S201306700 et DEROUTE 2014 S201402000 comportant des fonds de 20 mètres en moyenne

Le traitement CUBE du levé Déroute S201402000 réalisé à l'EM1002 par le BH2 *Laplace* a permis d'obtenir une densité moyenne de 14 sondes en double insonification et 7 sondes en simple insonification. Ainsi pour ce levé EM1002, le traitement CUBE avec une maille de 1 m n'aurait pas été possible si celui-ci avait été réalisé en simple Insonification. Par ailleurs, la maille utilisée fut de 1,5 m car le critère de 10 sondes minimum n'était pas toujours respecté même en double insonification avec une maille de 1 m.

Ici encore, il est montré que le traitement CUBE est nettement plus efficace avec le système EM710 en simple insonification, qu'avec l'EM1002 en double insonification.

## 5. CONCLUSION

L'EM710 génère environ entre 4 et 8 fois plus de sondes (suivant l'utilisation du mode « double swath ») que l'EM1002 ; sondes issues de faisceaux acoustiques deux fois plus étroits. Ainsi les capacités de détection de ce sondeur moderne sont nettement supérieures à son prédécesseur équipant encore le BH2 *Laplace*. Les résultats en simple insonification avec l'EM710 sont meilleurs que ceux obtenus en double insonification avec l'EM1002. Par ailleurs, avec l'EM710, la double insonification apporte peu pour un levé pourvu que les obstructions soient détectées en simple insonification et que les recherches sont effectuées. Un recouvrement suffisant entre les fauchées permet de s'affranchir du problème des objets non détectés par les faisceaux extrêmes. Dans ces conditions, la double insonification, pour la détection des relèvements, n'est pas pertinente tel que l'a démontré l'étude du levé LRB 2013 S201306700.

Du point de vue de la norme NR2009-010, cette étude montre que la capacité minimale de détection requise pour un levé à l'ordre 1a est assurée par l'EM710 par une simple insonification, dans le respect du recouvrement minimal de 10 % entre fauchées adjacentes exigé par ailleurs par la norme (cf. §9.7.2 de la NR2009-010). Ainsi, la règle de l'exploration totale du fond avec double insonification acoustique, imposée par cette même norme, n'apparaît plus nécessaire.

En conclusion, les performances techniques de l'EM710 permettent de franchir une étape significative en termes de productivité dans le cadre des levés les plus exigeants qu'un BH2

puisse conduire (ordre 1a) par l'atteinte d'une capacité de détection suffisante dès la simple insonification. Une évolution de la norme dans ce sens est donc justifiée.

# Cartographie marine et informatique

## Modernisation du système de production cartographique du Shom

### Transition vers CARIS HPD

E. Le Guen <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Shom 13 rue du Chatellier 29200 Brest

#### Résumé

Le Shom, le service hydrographique français, entretient un portefeuille de 900 cartes marines papier et 440 ENC. Depuis l'an 2000, ce portefeuille est entretenu par un système de production vecteur basé sur des progiciels CARIS, complété par un système raster basé sur les progiciels Lorik. Le développement des technologies SIG et des infrastructures géospatiales a permis la naissance d'une nouvelle génération de logiciels. C'est pourquoi le Shom s'est lancé dans la modernisation de ses systèmes de production cartographique et de ses bases de données en adoptant les logiciels de la suite CARIS HPD. Ce vaste projet dépasse le cadre du département de cartographie et est bien plus qu'un simple changement de logiciel. Le département tout entier va être bouleversé : transition entre le système en vigueur et le nouveau, intégration des logiciels dans le système d'information, modification des méthodes et des processus, formation et réorganisation des équipes de production, approfondissement de connaissances. Et tout cela doit être réalisé sans interrompre la mise à jour hebdomadaire des documents nautiques ! Après l'étude de ce nouveau système de production par une équipe pilote en 2012 et 2013, et une analyse comparative avec d'autres services hydrographiques, sa mise en place s'est réalisée en deux étapes principales de formation du personnel en 2013 et 2014 suivies par la réorganisation du département. La migration dans le nouveau système de toutes les ENC puis de cartes marines papier, par un concours extérieur au Shom, accompagne efficacement cette mutation. Les premiers résultats sont aujourd'hui prometteurs et le Shom espère non seulement gagner en efficacité et productivité mais aussi en qualité et en cohérence de ses données et produits, prêt à satisfaire les besoins de ses différents clients, non seulement pour la navigation mais aussi en soutien des politiques publiques maritimes.

Mots clés : Cartographie, CARIS, ENC

#### Abstract

*SHOM, the French Hydrographic Office, maintains a portfolio of 900 nautical paper charts and 440 ENC. Since 2000, this portfolio has been maintained by a vector production system based on CARIS software combined with a raster production system based on Lorik software. The development of GIS technologies and geospatial infrastructures has led to many software modernizations. So, Shom has launched the upgrade of its cartographic production systems and databases by adopting the CARIS HPD software suite. This important project goes beyond the cartography department and is not as simple as buying a new software. The entire department will be disrupted: it includes a transition between the legacy system and the new system, the integration of the software into the information system, the modification of methods and processes, training and reorganization of production teams. All of this have to be done without interruption of nautical charts maintenance on a weekly basis. After experimenting this new production system with a pilot team between 2012 and 2013 and benchmarking with other HOs, its implementation was conducted in two main stages of training staff in 2013 and 2014 followed by the reorganization of the department. The migration to the new system of all ENC and a part of nautical paper charts with outsourcing will accompany this change. The first results are promising and Shom hopes not only to increase efficiency and productivity, but also quality, consistency of data and products. Shom's goal is to fulfill the needs of its varied customers, not only for navigation but also by supporting maritime and coastal public policies.*



## 1. LE SHOM

Le Shom est l'héritier du premier service hydrographique officiel au monde, le Dépôt des cartes et plans de la Marine, créé en 1720. Établissement public à caractère administratif (EPA) sous la tutelle du ministère de la Défense depuis 2007, le Shom a pour mission de connaître et de décrire l'environnement physique marin dans ses relations avec l'atmosphère, avec les fonds marins et les zones littorales, d'en prévoir l'évolution et d'assurer la diffusion des informations correspondantes. Ses trois activités primordiales, opérationnelles sont celles de service hydrographique national, de soutien de la défense et de soutien aux politiques publiques maritimes et du littoral. Le Shom a aussi une fonction socle de constitution des bases de données de référence.

Le Shom est composé d'environ 500 personnes (hors équipages des navires) principalement situées à Brest mais aussi à Paris, Toulouse, Nouméa en Nouvelle-Calédonie et Papeete en Polynésie française.

## 2. GENESE DU PROJET

Le département cartographie du Shom est une équipe d'une cinquantaine de cartographes chargés d'entretenir un portefeuille d'environ 900 cartes marines (dont 600 sont des cartes originales) et de 440 ENC (Electronic navigational charts, cartes électroniques de navigation).

Pour ce faire, il utilise depuis l'an 2000 un système de production vecteur basé sur des progiciels CARIS (GIS + HOM), paramétrés pour ses propres besoins et complétés par des logiciels développés en interne. En 2006, une composante raster (progiciels Lorik) est venue compléter cet ensemble (voir l'article « Cartographie marine et informatique – Les systèmes informatiques pour la rédaction des cartes marines (papier et électronique) » des *Annales Hydrographiques* N°779 de 2013).

Après 15 années de bons et loyaux services, le système CARIS est devenu obsolète, face notamment aux évolutions des matériels et des techniques informatiques, plus particulièrement dans le domaine des systèmes d'information géographique (SIG). Par ailleurs, le Shom a clairement ressenti le besoin de centraliser les données concourant à la réalisation et à l'entretien de ses produits nautiques, d'en assurer sa traçabilité de la source jusqu'aux produits et d'améliorer ainsi l'efficacité de ses processus de fabrication et d'entretien (voir l'article « Réalisation d'une infrastructure géospatiale au Shom » des *Annales Hydrographiques* N°779 de 2013).

Le Shom a donc pris la décision de moderniser son système de production cartographique et, après une évaluation des solutions disponibles sur le marché, s'est orienté vers les progiciels de la suite CARIS HPD.

## 3. PLUS QU'UN SIMPLE CHANGEMENT DE LOGICIEL

La suite CARIS HPD ([www.caris.com](http://www.caris.com)), nouvelle gamme de logiciels, est développée autour d'une base de données centralisée qui permet, non seulement la gestion des données de référence (y compris leur historique), mais aussi la gestion des produits (cartes marines papier et ENC entre autres) qui en sont dérivés.

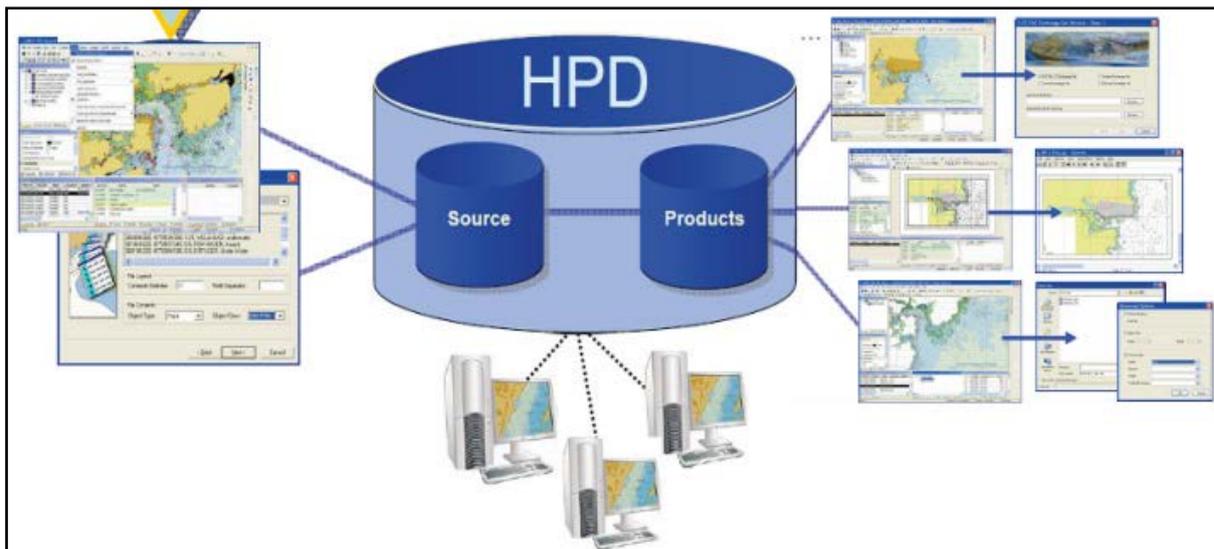
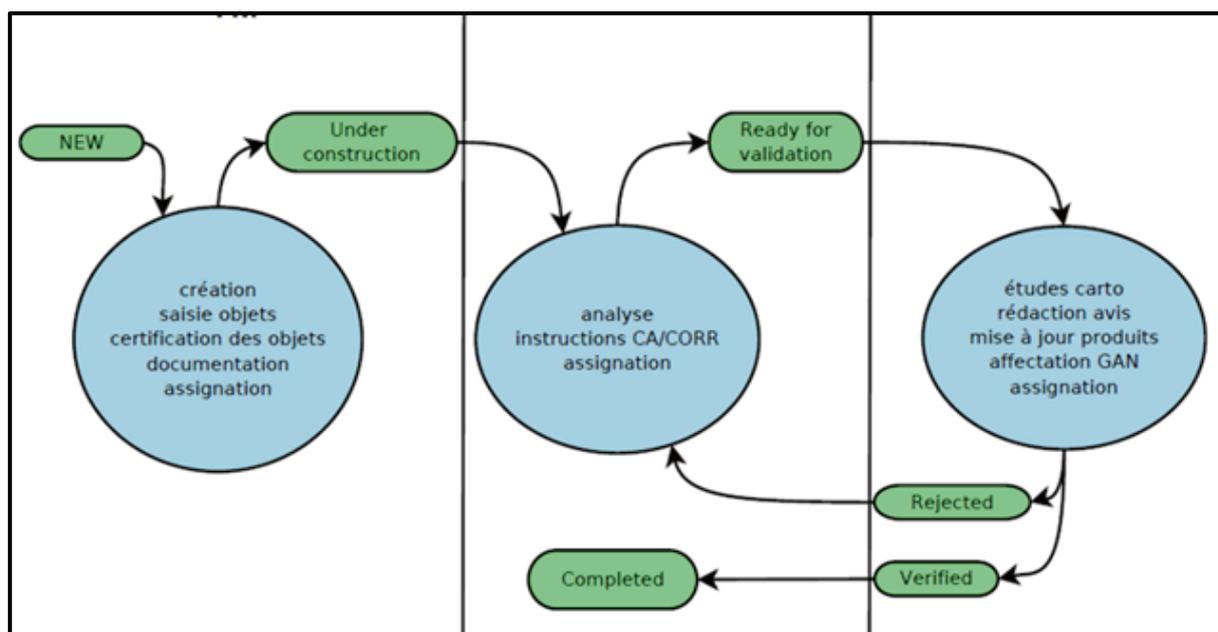


Schéma de principe de HPD

Cette nouvelle approche – d’abord le traitement des données cartographiques dans la source puis la réalisation simultanée des produits carte papier et ENC – a rapidement mis en évidence qu’il ne s’agira plus cette fois d’un simple changement de logiciel mais que ce sera bien plus structurant non seulement pour le département de cartographie mais aussi pour les départements périphériques.

C’est alors que les réflexions ont été orientées selon 4 directions ou axes majeurs :

- **le système d’information (SI)** : ce nouveau concept logiciel (gestion de la donnée source et gestion des produits) est implémenté sur de nouveaux postes cartographiques (PC Windows 7, 12 ou 16Go de RAM, double écran) en remplacement des anciens postes. La base de données centrale est quant à elle hébergée sur un serveur dédié ;
- **les processus** : pour être en phase avec le fonctionnement de la suite logicielle CARIS HPD et espérer en tirer le meilleur parti, les processus, les procédures et les modes opératoires de production des cartes marines et des ENC ont été adaptés ;



Exemple de workflow HPD : correction d’une carte par avis aux navigateurs

- **les cartographes** (l'humain) : la modification des processus de production a nécessité une réorganisation des équipes de production du département. Les anciens secteurs (production de carte papier - PRODCA, production de carte électronique - PRODCE, corrections - CORR...) ont été remodelés en actions cartographiques différées - DIFF, produits - PROD et entretien - ENT. Les cartographes ont été répartis dans ces nouveaux secteurs, en prenant bien soin de mixer les compétences (carte papier ou carte électronique). Ce changement a été accompagné par des formations : ce sont au total 36 cartographes qui ont suivi chacun une formation d'environ 4 semaines (2 semaines sur les logiciels HPD et 2 semaines sur l'emploi de ces outils dans le contexte Shom). Le soutien post-formation permet d'accompagner la maîtrise des nouveaux processus et outils ;
- **les données** : il est inconcevable d'opérer un tel changement d'organisation et de méthode en occultant les données. Par données il faut comprendre les données cartographiques intégrées (ou à intégrer) dans la base de données mais aussi les données périphériques gravitant autour du système et utilisées au quotidien par les cartographes. Le but est aussi d'écarter les données obsolètes. L'intégration dans le système d'information ainsi constitué n'en sera que meilleure.

Mais ce passage d'un système à un autre, l'adaptation des procédures, la réorganisation des cartographes ont dû être réalisés sans jamais interrompre l'entretien hebdomadaire des produits nautiques.

#### 4. LES PRINCIPALES ETAPES DE LA TRANSITION

##### 4.1. Une équipe d'expérimentation

Une fois le choix de la solution CARIS HPD définitivement validé, une équipe d'expérimentation a été mise en place entre mai 2012 et septembre 2013 au sein du département de cartographie. Cette équipe, composée de cinq cartographes représentant les différents processus de production, avait pour mission d'explorer les nouvelles composantes logicielles et leur fonctionnement, d'imaginer, de prototyper et de tester les nouveaux processus de production cartographiques. Une analyse comparative avec des services hydrographiques ayant déjà adopté CARIS HPD a été réalisée pour consolider les résultats de cette équipe.

##### 4.2. La mise en production pour les ENC

Bien que n'ayant pas abordé toutes les arcanes de la production de cartes marines et de leur entretien, les travaux de l'équipe d'expérimentation ont conduit à la mise en production du nouveau système pour la production des ENC. Ce premier « demi big-bang » s'est déroulé en octobre et novembre 2013. Précédant la mise en service du nouveau système, une formation s'est déroulée sur 4 semaines pour 14 cartographes : une première partie (2 semaines) par CARIS sur les outils HPD, suivie par une seconde partie (2 semaines) sur l'emploi de ces outils dans le nouveau contexte de production cartographique.

*Formation des cartographes  
(production d'ENC)*



La migration dans HPD des données de la BDGS (Base de données générale du Shom) a permis la mise en production du nouveau système au département de cartographie.

En parallèle, une équipe dédiée a entrepris la migration systématique de toutes les ENC du Shom dans ce nouveau système. Elle est épaulée dans son travail par une externalisation. Le prestataire, externe au Shom, réalise une partie du processus de peuplement en se connectant à distance à la base de données via la technologie CITRIX XenApp (déportation de l'interface HPD chez le prestataire via Internet). La préparation des dossiers avec notamment l'étude de la synchronisation des objets de l'ENC avec leur correspondant dans la couche BDGS, la validation finale et la mise en service des nouvelles éditions des ENC restent de la responsabilité du Shom.

#### 4.3. La préparation de l'étape carte papier et du système final

Préalablement à la mise en production pour la réalisation des cartes marines papier, il fut nécessaire de paramétrer le système pour l'adapter aux spécificités du Shom. Une prestation spécifique de CARIS a efficacement préparé cette étape.

Le système CARIS HPD a été mis en production avec la version 2.9 de l'application. Les évolutions majeures de la version 3.0 publiées à l'automne 2013 ont concerné essentiellement le module carte papier en améliorant les procédures de dessin. C'est pourquoi le Shom a décidé de ne débiter la production des cartes papier qu'avec cette dernière version. Pour cela, il a fallu préparer la montée en version Oracle de la base de données (Oracle 10g vers 11g), de la suite HPD (2.9 vers 3.0), c'est-à-dire du schéma de la base de données, de ses données ainsi que de tous les postes clients. À noter que pour ces opérations, le Shom a bénéficié du support technique sur site des experts de CARIS et que toutes les étapes avaient été répétées lors d'une « migration à blanc ».

#### 4.4. La mise en production pour les cartes papier

En mars et avril 2014, deux nouvelles sessions de formations, la première pour 13 préparateurs cartographes et la seconde pour 7 rédacteurs (spécialistes de la mise en forme des produits) se sont déroulées en parallèle, toujours sur 4 semaines, sur le même principe que pour la première session.



*Formation des cartographes (production des cartes papier)*

Pendant ce temps, les déménageurs réorganisaient physiquement les bureaux du département de cartographie pour permettre la création des nouvelles entités et leur regroupement logique dans le bâtiment.

Enfin, en mai 2014, la migration réelle du système et de la base de donnée associée, dans la dernière version de l'application CARIS HPD, annonçait la fin du second « demi big-bang », permettant le début de la production des cartes papier et la poursuite de celle des ENC.

#### 4.5. Le soutien auprès des cartographes

Après les formations, l'accompagnement des cartographes devait être renforcé pour consolider les enseignements et permettre l'adoption des nouveaux outils et des nouvelles procédures. Pour ce soutien, l'équipe d'expérimentation a joué un rôle prépondérant mais le Shom a souhaité le renfort sur site d'un expert de CARIS pendant quelques mois.

### 5. LES ETAPES SUIVANTES

#### 5.1. Consolidation du système

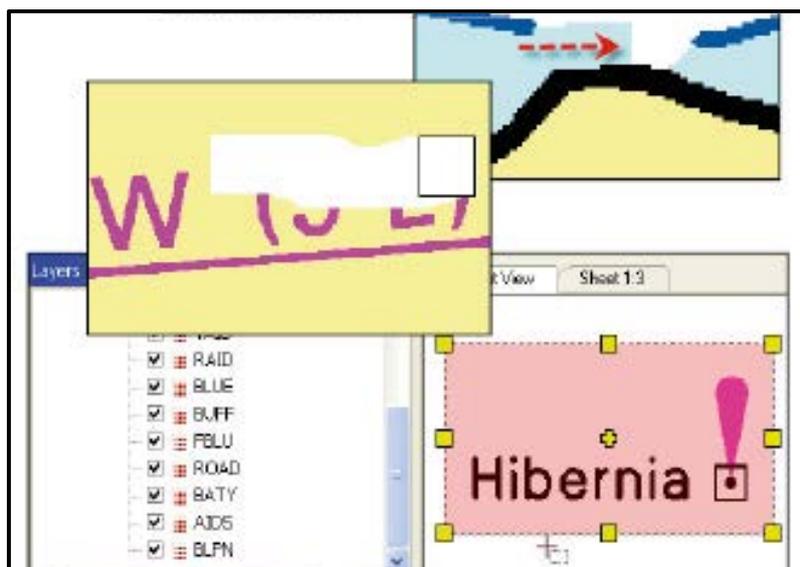
Les premiers retours d'expérience des débuts de production ont permis d'identifier les améliorations à apporter aux procédures et aux modes opératoires ainsi que les ajustements du paramétrage du système HPD. Cette phase de consolidation se poursuit encore aujourd'hui.

#### 5.2. Ajout d'une composante Raster

A l'issue de cette transition, le Shom a examiné la possibilité d'étendre son système grâce aux nouveaux modules développés par CARIS et ainsi compléter la suite logicielle HPD.

Le premier de ces nouveaux modules est le « Raster Module » permettant la mise à jour des images (raster) des cartes papier non intégrées en vecteur dans HPD à partir des données stockées dans la base de données source. Il évite ainsi le report (avec ressaisie manuelle de certaines informations) des données dans le système raster EDIACARA. La mise en production opérationnelle de cette nouvelle composante a été réalisée en décembre 2014 avec la parution de l'édition de la carte 7416 des abords sud de Boulogne sur Mer.

Sont maintenant concernés non seulement le processus d'édition des cartes papier mais aussi celui de mise à jour hebdomadaire par avis aux navigateurs. L'entretien des cartes est progressivement transféré sur le nouveau système.

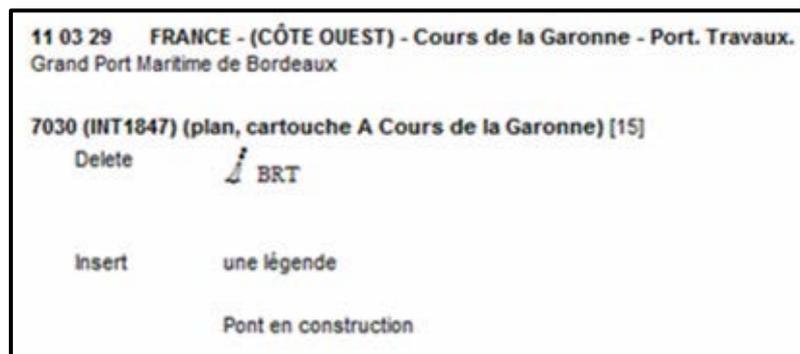


*HPD Raster module*

### 5.3. Étude d'une chaîne de réalisation des Avis Cartes

Le second module est « Publications Module » qui permet la réalisation d'ouvrages nautiques hors Instructions Nautiques et qui pourrait être utilisé pour la production des « Livre des feux » et du « Groupe d'avis aux navigateurs (GAN) », recueil hebdomadaire des corrections à apporter aux documents nautiques du Shom. Il s'agit cette fois, toujours à partir des informations stockées dans la base de données source ou dans les produits carte papier, de générer et de mettre en forme les informations à publier dans ces documents.

Concernant les avis cartes publiés au GAN, les informations de mise à jour de la carte papier seront poussées par le cartographe vers Publications Module et une proposition de texte d'avis en sera déduite, inversant ainsi l'ordre des tâches de la chaîne de production actuelle. L'évaluation et la préparation de ce module est en cours et pourrait aboutir en 2015.



*Prototype d'avis aux navigateurs rédigé par HPD Publications Module*

En parallèle, la création d'un ouvrage Livre des Feux grâce à Publications Module à partir des informations stockées dans la BDGS est en cours d'évaluation. L'étude de la migration de tous les feux de la base de données actuelle vers la BDGS – préalable au début de production – a été lancée.

## 6. CONCLUSIONS

La réussite de la migration de la production cartographique d'un système devenu obsolète vers les outils de la suite CARIS HPD est un véritable challenge pour un service hydrographique tel que le Shom. Bien plus qu'un simple changement de logiciel, c'est un passage d'un système connu, maîtrisé, rôdé à un autre système totalement différent. Les utilisateurs ont dû s'adapter – par exemple aux techniques des SIG, aux nouveaux outils informatiques et aux concepts S-57 particulièrement – dans une période restreinte, contrainte par la nécessaire continuité de la production. Les cartographes du Shom ont bien relevé le défi et poursuivent toujours aujourd'hui l'effort d'adaptation nécessaire.

À la mi-2015 :

- 36 cartographes ont été formés ;
- 270 ENC ont été intégrées dans la base de données et sont désormais maintenues par le système ;
- les 5 premières cartes papier entièrement produites et maintenues par le système sont sur le point d'être publiées ;
- l'entretien de cartes papier en mode raster par éditions sommaires et par avis aux navigateurs a débuté.

Avec ce nouveau système, le Shom espère augmenter son efficacité en matière de production et d'entretien de ses documents nautiques.

En complément, les nouveaux services offerts par les bases de données et les logiciels d'exploitation associés dont CARIS HPD – centralisation des bases, cohérence des produits, partage des données, utilisation d'une source de données commune et unique pour plusieurs produits et applications – permettent désormais au Shom de mieux répondre aux besoins de ses nombreux clients, non seulement les navigateurs, mais aussi en support des politiques publiques maritimes.

### Annexe I : Bibliographie

Le Guen Éric et Dubois Georges, 2013, « Cartographie marine et informatique – Les systèmes informatiques pour la rédaction des cartes marines (papier et électronique) », *Annales Hydrographiques*, 6<sup>e</sup> série - Volume 9 – N° 778.

Bouet-Leboeuf Jean-Louis, 2013, « Carte marine : 40 ans d'évolution de la carte marine nationale à la carte marine internationale numérique, une révolution », *Annales Hydrographiques*, 6<sup>e</sup> série - Volume 9 – N° 778.

Texier Caroline, 2013, « Réalisation d'une infrastructure géospatiale au Shom », *Annales Hydrographiques*, 6<sup>e</sup> série - Volume 9 – N° 778.

**DEUXIEME PARTIE :**  
**(RAPPORTS DE FIN DE DIRECTION)**





## **MISSION HYDROGRAPHIQUE DE L'ATLANTIQUE**

**29 avril 1985 - 12 octobre 1987**

par

Paul Roudaut

Ingénieur Principal de l'Armement (Hydrographe)



## 1. LA MISSION HYDROGRAPHIQUE DE L'ATLANTIQUE

### 1.1. Généralités

La période durant laquelle j'ai rempli les fonctions de Directeur de la Mission hydrographique de l'Atlantique (MHA), a débuté le 29 avril 1985 et s'est achevée le 11 octobre 1987. Je succédais à l'Ingénieur en Chef de l'Armement Patrick Souquière. Durant cette affectation, la mission a disposé de deux unités de la Marine Nationale :

- le bâtiment hydrographique de 1<sup>ère</sup> classe *L'Espérance* ;
- le bâtiment hydrographique de 2<sup>e</sup> classe *Astrolabe*.

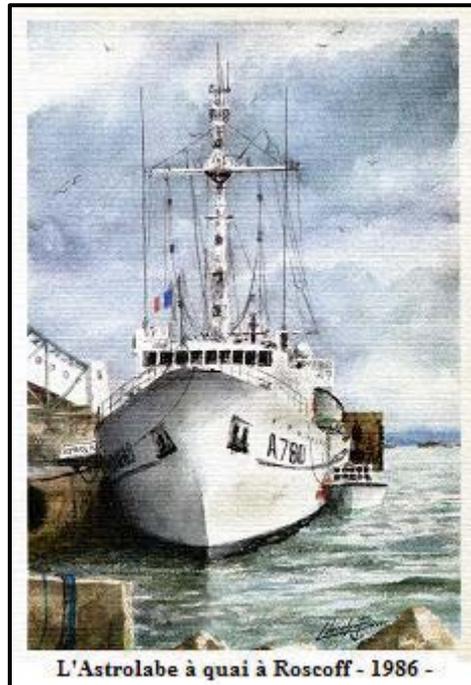
Ces bâtiments constituaient la flotte hydrographique de la MHA depuis le 18 novembre 1974.

Une base à terre, située dans l'enceinte du Centre Marine de La Villeneuve, complétait le dispositif de soutien technique de la mission en Deuxième Région Maritime.

Le commandement opérationnel était exercé par l'État-major de la Marine, le contrôle opérationnel par le Commandant en chef pour l'Atlantique et le commandement organique par le Commandant de la flottille de l'Atlantique. Le Directeur de la Mission avait en charge l'emploi des moyens et l'exécution du programme annuel des travaux.

### 1.2. Le BH2 *Astrolabe*

Bâtiment hydrographique de 2<sup>e</sup> classe (BH2) de 400 tonnes, admis en service actif en juillet 1964, l'*Astrolabe* était affecté aux levés côtiers et aux travaux dans le Pas de Calais. Il a participé également à l'évaluation de matériels, à la mise au point de méthodes nouvelles et à la formation du personnel.



L'*Astrolabe* à quai à Roscoff - 1986 -

Son commandement fut assuré par :

- le capitaine de corvette Lesteven jusqu'au 30 août 1985 ;
- le lieutenant de vaisseau Despriées du 30 août 1985 au 14 mars 1987 ;
- le lieutenant de vaisseau Bellec à partir du 14 mars 1987.

### 1.2.1. *Travaux hydrographiques*

Le BH2 *Astrolabe* a effectué des travaux variés, entre Saint-Nazaire et Dunkerque, selon le calendrier ci-dessous :

- du 07 mai 1985 au 17 mai 1985, recherche d'épaves à Saint-Nazaire ;
- du 21 mai 1985 au 26 juillet 1985, levé côtier du Cap d'Antifer au Havre ;
- du 03 septembre 1985 au 08 octobre 1985, levé côtier du Cap d'Antifer au Havre (suite) ;
- du 09 octobre 1985 au 18 octobre 1985, contrôle des épaves dans Le Trieux (Côtes d'Armor) ;
- du 20 octobre 1985 au 19 décembre 1985, levé côtier du Cap d'Antifer au Havre (suite) ;
- du 03 mars 1986 au 14 mars 1986, levé d'un chenal à Lorient et contrôle du réseau Sylédis Bretagne ;
- du 18 mars 1986 au 12 avril 1986, levé côtier du Cap d'Antifer au Havre (fin) ;
- du 13 avril 1986 au 27 juin 1986, levé des accès à Dunkerque et profils de contrôle au sud du banc du Sandettié ;
- du 01 juillet 1986 au 31 juillet 1986, topographie de Roscoff à Trégastel ;
- du 02 septembre 1986 au 24 octobre 1986, géodésie aux Sept-Iles et levé côtier du Havre à Ouistreham ;
- du 28 octobre 1986 au 07 novembre 1986, revue des amers des îles Glénan et topographie de Roscoff à Trégastel ;
- du 03 décembre 1986 au 12 décembre 1986, levé côtier du Havre à Ouistreham (suite) ;
- du 06 janvier 1987 au 16 janvier 1987, contrôle des chenaux en Iroise, géodésie à Ouessant et levé côtier du Havre à Ouistreham (suite) ;
- du 09 mars 1987 au 07 mai 1987, levé côtier du Havre à Ouistreham (suite) ;
- du 26 mai 1987 au 30 juillet 1987, levé du passage de La Déroute ;
- du 02 septembre 1987 au 25 septembre 1987, levé du passage de la Déroute (suite).

### 1.2.2. *Équipements hydrographiques*

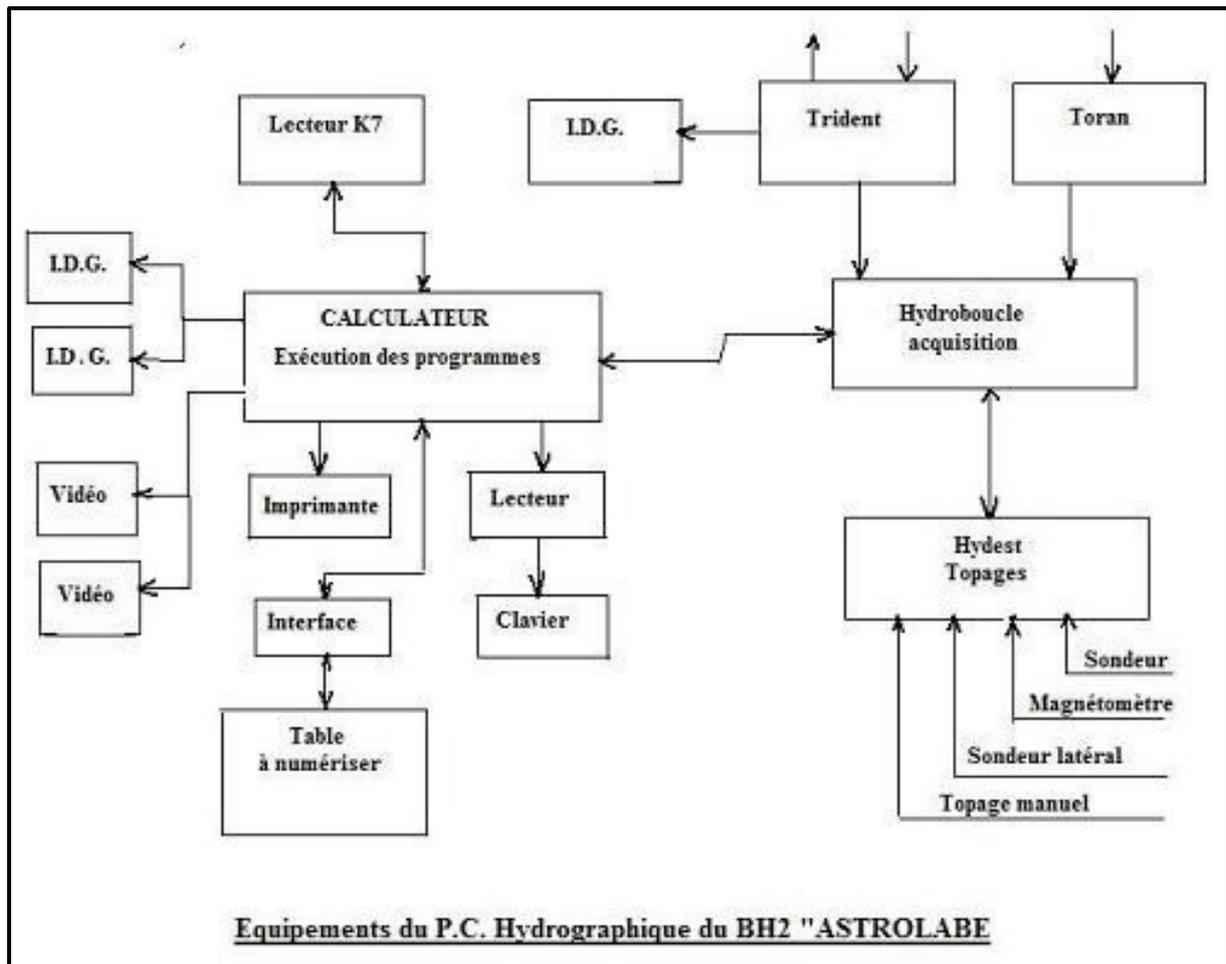
Le BH2 *Astrolabe* était équipé d'un sondeur pour petits fonds DESO 20 type NUBS 15 A avec compensateur de houle. Un sondeur type Elac pour grands fonds était également installé au Poste Central Hydrographique. Ce sondeur n'a été utilisé que pour entraînement.

Le système de radiolocalisation habituel était le Trident III A fonctionnant à la fréquence de 1219 MHz. Son interrogateur prenait place dans la baie électronique du PC Hydrographique. Des récepteurs Sylédis type SR3 ont été utilisés lors des transits ou pour évaluation des réseaux Sylédis de la Bretagne et de la baie de Seine. Un récepteur de radiolocalisation de type Toran était également disponible. L'installation était complétée par un coffret « hydroboucle » et ses stations d'acquisition auxquelles étaient connectés d'une part les capteurs et d'autre part un ordinateur de type Hewlett-Packard 9835 chargé du traitement et de l'archivage des données brutes.

Le dispositif constituait le système « Hydrac-Bâtiment » embarqué à bord de l'*Astrolabe*.

À cet ensemble venaient s'ajouter, selon les nécessités du levé, les enregistreurs du sondeur latéral et du magnétomètre.

Synoptique du dispositif d'acquisition des données hydrographiques à bord de l'*Astrolabe* :



### 1.2.3. *La drome*

La drome de l'*Astrolabe* comprenait deux vedettes de type VH 8 et deux zodiacs de six places. En levé côtier le bâtiment pouvait armer, en permanence à l'hydrographie, deux éléments flottants. Sur les vedettes ont été signalées des ruptures fréquentes des câbles « Téléflex » qui agissaient sur les vérins de commande des coquilles de gouverne et des défauts du réseau d'alimentation électrique en 24 volts CC.

Les deux embarcations étaient équipées de sondeurs pour petits fonds de type NUBS 15 A. Elles pouvaient recevoir le système d'acquisition de données (Hydrac) qui permettait le suivi de profils rectilignes dans un réseau de radiolocalisation Trident. Par ailleurs, elles étaient aptes aux investigations par sondeur latéral et magnétomètre.

### 1.3. **Le BH1 *L'Espérance***

Ancien chalutier de 1200 tonnes, acquis par la Marine Nationale en 1968, le bâtiment hydrographique de première classe (BH1) *L'Espérance* était remarquablement adapté aux travaux d'hydrographie et d'océanographie. Son commandement fut successivement assuré par :

- le capitaine de corvette Brunet de La Grange, jusqu'au 31 juillet 1985 ;
- le capitaine de corvette Marchal, du 31 juillet 1985 au 18 décembre 1986 ;
- le lieutenant de vaisseau Berriet, à partir du 18 décembre 1986.



L'Espérance de retour de mission dans le chenal du Four - 1986-

### 1.3.1. *Travaux hydrographiques et océanographiques*

Le BH1 *L'Espérance* a effectué des travaux hydrographiques et océanographiques en Atlantique, en Manche et en Mer du Nord selon le calendrier ci-dessous :

- du 01 mai 1985 au 07 juin 1985, évaluation du réseau Sylédis de la baie de Seine ;
- du 01 juillet 1985 au 24 juillet 1985, évaluation du Système National de Radionavigation (SNR) Loran C ;
- du 01 septembre 1985 au 15 novembre 1985, campagne océanographique Ondine 85 ;
- du 10 décembre 1985 au 20 décembre 1985, levé côtier du Havre à Ouistreham ;
- du 07 janvier 1986 au 24 janvier 1986, levé côtier du Havre à Ouistreham (suite) ;
- du 10 avril 1986 au 23 mai 1986, levé en Manche au sud du Vergoyer ;
- du 09 juin 1986 au 03 juillet 1986, campagne d'évaluation du SNR Loran C ;
- du 15 juillet 1986 au 15 juillet 1986, levé côtier du Havre à Ouistreham (fin) ;
- du 02 septembre 1986 au 07 novembre 1986, géodésie aux îles Saint-Marcouf :
  - revue d'amers en baie de Seine ;
  - levé côtier de Ouistreham à Courseulles ;
- du 20 janvier 1987 au 06 février 1987, levé devant Saint-Valéry-en-Caux ;
- du 10 février 1987 au 07 mai 1987, levé dans le Pas-de-Calais,
  - profils de contrôle en Manche au sud du Sandettié ;
  - recherche d'un haut-fond en Manche au sud de Bassurelle ;
- du 09 juin 1987 au 31 juillet 1987, levé en Atlantique nord, campagne d'évaluation du SNR Loran C ;
- du 10 septembre 1987 au 18 septembre 1987, levé côtier de Ouistreham à Courseulles (suite) ;
- du 28 septembre 1987 au 02 octobre 1987, levé du banc de Keraliou en rade de Brest.

### 1.3.2. *Équipements hydrographiques*

Le BH1 *L'Espérance* disposait, pour les mesures de bathymétrie, d'un sondeur pour petits fonds DESO 20 type NUBS 15 A avec compensateur de houle, d'un sondeur pour fonds moyens DESO 20 type NUBS 15 B et d'un sondeur pour grands fonds type Raythéon auquel étaient associés un corrélateur et un numériseur.

Les moyens de localisation qui équipaient le bâtiment pouvaient être, selon les impératifs des travaux, un ou plusieurs des récepteurs des systèmes de radiolocalisation :

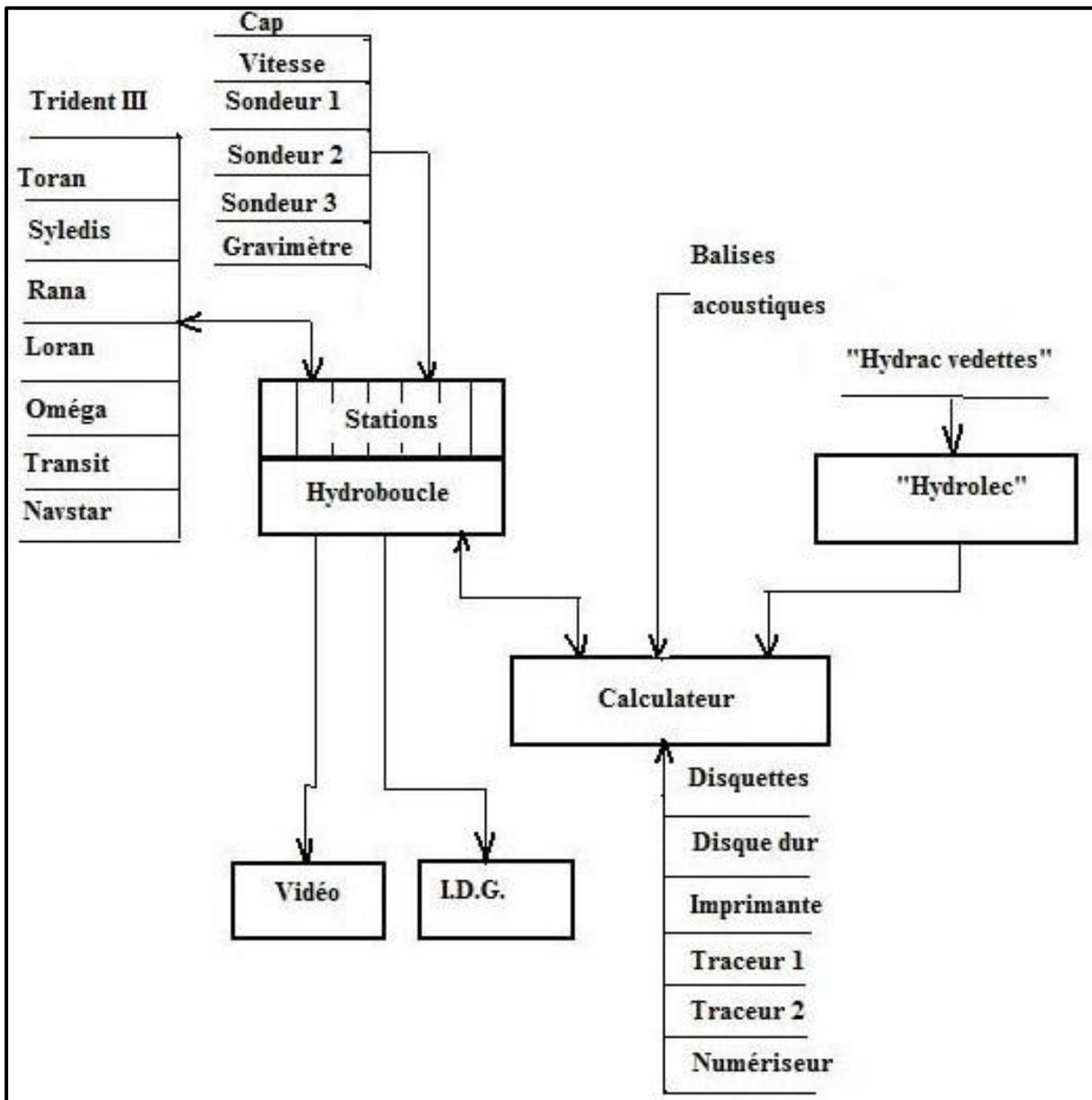
- Trident 3 A ;
- Toran P 100 ;

- Sylédis SR 3 ;
- Rana CK 03 ;
- Loran C DL91 ;
- Oméga M6 ;
- Transit JMR 4 ;
- GPS Navstar (Sercel).

L'ensemble de ces récepteurs était connecté au réseau d'acquisition « Hydroboucle » par l'intermédiaire de stations adaptées. Les données disponibles étaient traitées et archivées par des calculateurs Hewlett-Packard type 9816 équipés de périphériques. Le dispositif constituait le système « Hydrac-Bâtiment » embarqué à bord de *L'Espérance*.

À cet ensemble pouvaient s'ajouter, selon les besoins, le dispositif de localisation par balises acoustiques, l'enregistreur du magnétomètre, l'enregistreur du sondeur latéral ou l'enregistreur du gravimètre.

Synoptique du dispositif d'acquisition des données à bord de *L'Espérance* :

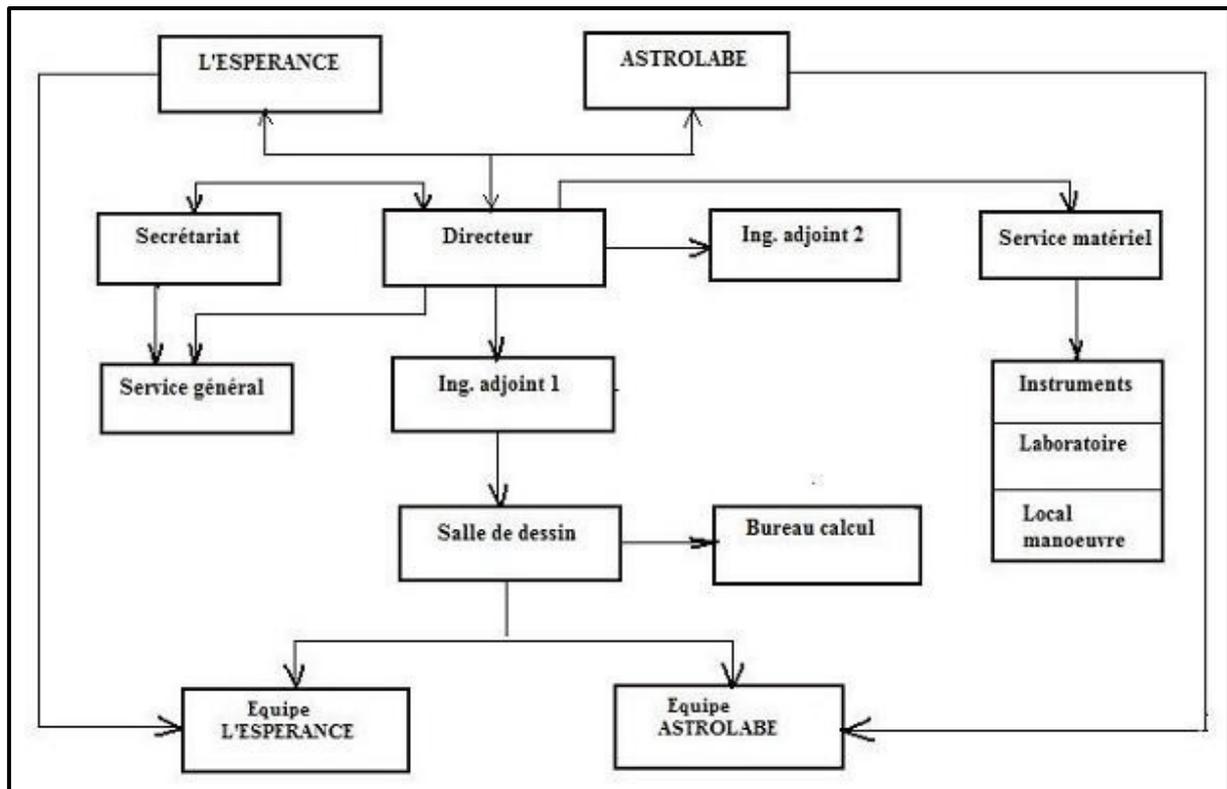


### 1.3.3. *La drome*

La drome du BH1 *L'Espérance* comprenait deux vedettes hydrographiques, type VH 9, et deux zodiacs de huit places. En lever côtier, le bâtiment pouvait armer deux éléments flottants. Les deux vedettes étaient équipées de sondeurs pour petits fonds type NUBS 15A. Elles pouvaient recevoir le système « Hydrac-vedette » d'acquisition des données autorisant le suivi de profils rectilignes. Elles étaient aptes aux investigations par sondeur latéral ou magnétomètre.

### 1.4. **La Base de la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA)**

La MHA disposait, depuis novembre 1983, de locaux dans l'enceinte du Centre Marine de la Villeneuve à Brest. Cette base à terre servait de soutien logistique aux équipes embarquées. Elle était organisée selon le schéma suivant :



L'ensemble des locaux - salles de dessin, bureau de calculs, laboratoire électronique, magasins, local manoeuvre et bureaux divers - couvrait une superficie de 1 500 m<sup>2</sup>. La MHA disposait par ailleurs d'une aire de 500 m<sup>2</sup> environ, sous hall couvert, pour le rangement de ses remorques et caravanes. Le bâtiment principal a été baptisé « Pavillon Rollet de L'Isle » par mon prédécesseur, le local des appareils de manoeuvre, attribué à la MHA en octobre 1986, a été baptisé « Pavillon Bouquet de la Grye ».

#### 1.4.1. **Service Général**

Le Service Général, dirigé par un maître principal hydrographe ancien, avait en charge la gestion du personnel, les relations avec les services administratifs du Centre Marine, la sécurité de la base, la surveillance et l'emploi des véhicules de la Mission.

#### 1.4.2. **Service Matériel**

Le service matériel, sous la responsabilité d'un ingénieur des études et techniques d'armement, comportait trois départements :

- le laboratoire électronique ;

- le magasin des instruments scientifiques ;
- le magasin des appareils de manœuvre.

Le service matériel prenait en charge la gestion, la réparation et l'entretien préventif des appareils hydrographiques, électroniques et informatiques attribués à la Mission.

### 1.4.3. *Service Hydrographique*

Le Service Hydrographique dépendait de l'ingénieur hydrographe adjoint au Directeur et comprenait :

- la salle de dessin, dirigée par un major hydrographe, où s'effectuait l'ensemble des tâches de rédaction des documents ;
- le bureau calculs chargé de la maintenance des programmes de traitement des données hydro-océanographiques. Il était équipé d'un ensemble de traitement (Hytraï) comportant deux calculateurs Hewlett-Packard de type 9816 et leurs éléments périphériques - lecteur, numériseur, imprimante, traceurs - et un ordinateur Hewlett-Packard de type 9885 avec ses éléments périphériques.

## 1.5. Le personnel

### 1.5.1. *Les Ingénieurs*

Le plan d'armement en ingénieurs (3 hydrographes, 1 électronicien) a rarement été honoré au cours de mon affectation entre le 30 avril 1985 et le 12 octobre 1987. Les fonctions de premier adjoint ont été assumées successivement par :

- l'ingénieur de l'armement Le Glas, du 1<sup>er</sup> mai 1985 au 1<sup>er</sup> août 1986 ;
- l'ingénieur des études et techniques d'armement Guillam, à partir du 1<sup>er</sup> décembre 1986.

Et les fonctions de second adjoint par :

- l'ingénieur des études et techniques d'armement Cozian, jusqu'au 1<sup>er</sup> juillet 1985 ;
- l'ingénieur des études et techniques d'armement Dubois, stagiaire du 15 septembre 1986 au 15 janvier 1987, puis adjoint chargé du BH2 *Astrolabe* du 15 janvier 1987 au 1<sup>er</sup> juin 1987 ;
- l'ingénieur des études et techniques d'armement Le Corre a rallié la MHA le 14 septembre 1986 pour effectuer un stage d'application de six mois avant d'être nommé au poste de deuxième adjoint le 1<sup>er</sup> juin 1987.

Le service matériel a été successivement dirigé par :

- l'ingénieur des études et techniques d'armement Porée, jusqu'au 01 mars 1986 ;
- l'ingénieur des études et techniques d'armement Fabrice, à partir du 01 mars 1986.

### 1.5.2. *Les Officiers Mariniers*

La fonction de Chef de la Base était assurée par un maître principal ancien. La majorité des autres officiers mariniers affectés à la Mission étaient de la spécialité hydrographie. Ils en constituaient l'ossature technique sur laquelle reposaient la qualité des opérations à la mer et la clarté de rédaction des documents. Leur compétence et leur dévouement au métier ne sont plus à souligner.

Le plan d'armement de 13 officiers mariniers hydrographes a toujours été honoré. Les effectifs ont atteint momentanément 17 personnes. Ce nombre permettait d'adopter les attributions suivantes dans l'organisation du travail :

- chef de salle de dessin : 1 major hydrographe ;
- adjoint au chef de salle de dessin : 1 maître principal hydrographe ;
- maître chargé des matériels : 1 maître principal hydrographe ;
- équipe embarquée sur *L'Espérance* : 6 officiers mariniers hydrographes ;
- équipe embarquée sur *l'Astrolabe* : 7 officiers mariniers hydrographes ;
- chef du bureau calculs : 1 officier marinier hydrographe (programmeur).

L'effectif était complété par deux officiers mariniers de spécialité Radio et Secrétariat. Ils ont pris part, directement et efficacement, aux travaux de la Mission.

### 1.5.3. **Les Scientifiques du Contingent**

Le plan d'armement de la MHA comprenait deux postes de Scientifiques du Contingent qui effectuaient, pendant un an, leur Service national. Selon leur formation, ils assimilaient avec plus ou moins de bonheur les différents aspects de l'activité hydrographique. Les emplois qui leur ont été attribués sont :

- embarquements sur *L'Espérance* ou *l'Astrolabe* ;
- installation et contrôle des stations de radiolocalisation à terre ;
- entretien et dépannage de matériels ;
- traitement informatique des mesures ;
- développement de logiciels pour dispositifs prototypes.

### 1.5.4. **Les Quartiers-mâtres et Matelots**

Un quartier-maître manœuvrier et neuf matelots du contingent complétaient le plan d'armement en personnel de la Mission. Il a toujours été honoré.

Le manœuvrier avait en charge les appareils de manœuvre et l'entretien des dispositifs de mouillage des capteurs immergés : marégraphes, courantographes, bathycélérimètres, largueurs et accastillages divers. Le personnel du contingent occupait les emplois de secrétaire, conducteurs de véhicules, dessinateurs, mécaniciens, aides rédacteurs, aides topographes.

### 1.5.5. **Les stagiaires**

La Mission, en raison de la proximité de l'École des Hydrographes implantée à l'Établissement principal du Service hydrographique et océanographique de la marine (EPSHOM), recevait régulièrement des stagiaires et assurait leur initiation à l'hydrographie. Elle participait également à la formation des élèves ingénieurs, branche hydrographie, de l'École nationale supérieure des techniques avancées et de l'École nationale supérieure des ingénieurs des études et techniques d'armement. Des élèves étrangers étaient admis à ces sessions.

## 1.6. **Les véhicules**

Le parc automobile de la MHA comprenait en 1985 une fourgonnette Renault 4L, trois camionnettes Peugeot type 504 carrossées chez Durisotti, une fourgonnette Citroën type C 35 et un camion tout terrain Saviem type SG4. Ce parc de véhicules était complété par quatre caravanes, un dinghy type « Trimatic » et sa remorque de mise à l'eau. Une petite remorque, de 400 kg de charge utile, complétait le parc.

La Renault 4L était utilisée lors des déplacements aux abords de Brest. Elle pouvait être mise momentanément à la disposition des bâtiments de la Mission.

Les Peugeot 504 Durisotti étaient les véhicules de soutien par voie terrestre des bâtiments à la mer. Dotés de bonnes qualités routières, ces véhicules récents, du fait de leur carrosserie spéciale, ne pouvaient malheureusement être équipés d'un attelage standard pour remorques.

La fourgonnette Citroën C 35, nerveuse, confortable et spacieuse, était utilisée par les détachements de la Mission lors de l'installation des réseaux de radiolocalisation. Par ailleurs, seul véhicule du parc équipé d'un dispositif de remorquage, il participait systématiquement aux travaux de reconnaissance côtière et de revue d'amers par voie terrestre.

Le camion Saviem était affecté aux transports de matériels encombrants entre la base de la mission et les bâtiments. Le permis « poids lourds » était nécessaire pour la conduite de ce véhicule.

Les caravanes ont été utilisées pour abriter les matériels des stations de radiolocalisation mises en place lors des levés.

L'embarcation « Trimatic » et sa remorque, tractées par le C 35, équipaient le détachement de la MHA chargé des revues d'amers. Les petits sondages de plans d'eau étaient également effectués par cet ensemble.

Les véhicules ont fonctionné sans avarie majeure pendant deux ans et demi. Seul un arbre de transmission a été changé sur une 504 Peugeot en juillet 1987. Le défaut de ce parc de véhicules était d'être constitué uniquement de véhicules utilitaires. Un véhicule à double usage, utilitaire et liaison, eût été apprécié en remplacement de la fourgonnette Renault 4L.

### 1.7. L'administration

La base de la MHA était dotée, jusqu'à la fin de 1986, d'un budget de vie courante destiné à suivre l'emploi des ressources qui lui étaient attribuées dans le cadre du budget du centre marine de La Villeneuve. Le budget de vie courante a été supprimé en janvier 1987.

Le commandant de la flottille de l'Atlantique gérait le budget de vie courante des bâtiments et le centre administratif de la flottille en était l'organisme administratif.

Pour ses dépenses de déplacements temporaires des personnels, la MHA disposait d'une enveloppe annuelle attribuée par la direction du Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM). Pour couvrir les petites dépenses de fonctionnement la Mission gérait également les fonds de prévoyance attribués chaque année par le SHOM.

### 1.8. Les missions d'assistance

Durant la période du 30 avril 1985 au 12 octobre 1987, les bâtiments hydrographiques de la MHA ont porté assistance aux marins en difficulté :

- mai 1985 : dans le pas de Calais, travaux interrompus pour porter assistance à deux navires qui se sont abordés dans le dispositif de séparation du trafic. Le caboteur britannique *Xanthence* de 10 000 tonnes, a été percuté par un porte-conteneurs allemand de 120 000 tonnes. Le *Xanthence*, coupé en deux, ayant sombré dans la voie montante du dispositif, non loin de la bouée Ruytinghen sud-ouest. L'épave, immédiatement recherchée par la mission à partir des indications fournies par le capitaine allemand, a été localisée. Le bâtiment de la Mission est resté sur la zone durant 24 heures pour effectuer un contrôle de pollution et guider le baliseur de Dunkerque pour la mise en place du balisage de signalisation. L'épave a été arasée en 1986. Un maître hydrographe de la Mission participait aux travaux ;
- novembre 1985 : assistance à la vedette *Gerphide* en difficulté ;
- avril 1986 : assistance au voilier britannique *Penope* en difficulté ;
- mars 1986 : assistance au voilier danois *Hibou*, en coordination avec le CROSS-Griz-Nez ; le voilier a été remorqué vers Calais ;

- mars 1986 : assistance au cotre britannique *Hode* en difficulté ;
- septembre 1986 : à la demande de la préfecture maritime, assistance à un pêcheur en baie de Seine. Un dimanche, au court d'un trait de chalut, le pêcheur avait ramené un objet métallique, apparemment sphérique, hérissé d'appendices. Avec les précautions d'usage, l'engin a été approché par la Mission et identifié : c'était un condenseur d'un mètre de long, pour un diamètre de 0,80 mètre, avec ses tubulures.
- novembre 1986 : assistance au voilier britannique *Golden Turtle*. Le skipper a été réconforté à bord et le voilier, remorqué jusqu'à Roscoff, a été remis, par l'équipage, en état de naviguer.

## 2. LES METHODES ET LES EQUIPEMENTS

L'activité de la Mission Hydrographique de l'Atlantique, pendant la période de mai 1985 à octobre 1987, a été répartie sur des travaux de géodésie, topographie, bathymétrie, détection sous-marine et océanographie. L'évaluation de matériels et méthodes a été centrée sur le développement des systèmes informatiques d'acquisition et de traitement des données hydro-océanographiques. La MHA disposait des équipements et utilisait les méthodes en usage au Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM). Elle a prêté son concours à l'Établissement principal du SHOM (EPSHOM) pour le développement et la mise au point des méthodes d'application. Elle a porté une attention particulière à la maintenance de ses matériels de radiolocalisation et de détection acoustique.

### 2.1. La géodésie et la topographie

L'essentiel des travaux de géodésie était constitué par le rattachement au réseau de la Nouvelle Triangulation de la France (NTF) de stations de radiolocalisation, d'amers et de points géodésiques. Les méthodes classiques de la géodésie ont prévalu avec l'utilisation :

- du théodolite T2 et son géodimètre associé à émission infrarouge ;
- du théodolite à affichage numérique et son géodimètre associé à émission infrarouge.

Les points déterminés par ces dispositifs étaient classés en ordre 5. Les altitudes étaient calculées au mètre près. Les coordonnées de quelques amers ont été déterminées par le bureau de photogrammétrie de l'EPSHOM. L'ordre 6 leur a été attribué.

Les coordonnées de quelques amers secondaires, dont le rattachement aurait nécessité des opérations aux délais importants, ont été obtenues à partir des feuilles à l'échelle de 1 : 25 000 établies par l'Institut Géographique National. Les amers ayant fait l'objet de ce type de positionnement ont été classés en ordre 7.

En général, les minutes de topographie ont été dessinées au stéréo-restituteur numérique par le bureau photogrammétrie de l'EPSHOM. La Mission les vérifiait et les complétait éventuellement des détails observés et des mesures effectuées sur le terrain. Seule la couverture du littoral entre Antifer et Le Havre a été réalisée au restituteur « Stéréoflex » de la Mission. L'ancienneté de l'appareil, ajoutée aux dénivelées importantes observées entre les points d'appui sélectionnés sur cette zone, n'ont permis d'obtenir qu'une valeur indicative des résultats, en particulier pour le trait de côte.

### 2.2. La détection sous-marine

La répartition des sondeurs entre les unités de la Mission se présentait comme suit :

- à bord de L'Espérance :
  - un sondeur de type DESO 20 pour petits fonds (< 300 mètres) ;
  - un sondeur de type DESO 20 avec carte d'adaptation pour moyens (< 1000 mètres) ;
  - un sondeur de type Raythéon pour grands fonds (< 10000 mètres) ;
  - le compensateur de houle de type Anschutz pouvait être connecté sur l'un quelconque des sondeurs de type DESO 20 ;
  - un sondeur de type DESO 20 pour petits fonds sur chacune des deux vedettes VH9.
- à bord de l'Astrolabe :
  - un sondeur de type DESO 20 pour petits fonds (< 300 mètres) ;
  - un sondeur de type ELAC pour grands fonds (<10000 mètres) ;

- le compensateur de houle de type Anschutz était connecté sur le sondeur de type DESO 20 ;
- un sondeur de type DESO 20 pour petits fonds sur chacune des deux vedettes VH8.
- à la base de la Mission :
  - un sondeur pour petits fonds de type DESO 10 équipé d'une base hors-bord ;
  - quatre sondeurs latéraux de type Edgerton avec câbles de 150 mètres et de 50 mètres. L'un des sondeurs était équipé de l'enregistreur modèle 260, nouvellement acquis par le SHOM ;
  - quatre magnétomètres de type Barringer avec câbles de 180 mètres et grandes sondes ;
  - quatre magnétomètres de type Barringer avec câbles de 150 mètres et petite sonde.

Un prototype de câblemètre a été étudié, monté et mis au point en collaboration avec le Service des Instruments Scientifiques de l'EPSHOM. L'appareil affiche en permanence, au PC Hydrographique, la longueur de câble filée par le treuil Klein. Sur ce treuil est capelé le câble de traction du sondeur latéral dont l'altitude peut ainsi être adaptée au relief sous-marin observé au sondeur vertical.

### 2.3. Les systèmes de radiolocalisation

La Mission Hydrographique de l'Atlantique utilisait principalement, pour la localisation de ses bâtiments, en sondage côtier, le système circulaire de radiolocalisation Trident 3 A, construit par la société Thomson. Ce système fonctionnait à la fréquence de 1 219 Mhz. En 1985, le parc comprenait dix balises et quatre interrogateurs en service depuis un an. Deux balises et un interrogateur supplémentaires ont été livrés en septembre 1986.

Les balises et interrogateurs fonctionnaient sous un courant de 24 volts continu à partir, soit du secteur par l'intermédiaire d'un boîtier d'alimentation régulé, soit par deux batteries de 100Ah/12Volts montées en série. Dans le second cas, il était nécessaire de charger ou changer les batteries toutes les quarante-huit heures. La Mission n'a pas utilisé de panneaux solaires pour l'alimentation de ses balises.

L'ensemble du matériel, balises et interrogateurs, était contrôlé et calibré une à deux fois par an par le laboratoire de la Mission. La calibration était effectuée sur deux bases établies aux abords de Brest ; une base courte, de 6 kilomètres, entre les stations de Toulbroc'h et Creac'h Meur dans le goulet de Brest; une base longue de 20 kilomètres entre les stations du Fort du Corbeau et Creac'h Meur dans la rade de Brest. Les coordonnées de ces stations étaient exprimées en projection Lambert I dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

Pour les travaux d'hydrographie ou d'océanographie au large, la MHA a utilisé, simultanément ou ponctuellement, les systèmes de radiolocalisation suivants :

- Omega, naturel ou différentiel ;
- Loran C Atlantique Nord ;
- Loran C SNR ;
- GPS Navstar ;
- Transit ;
- Sylédis Bretagne.

Par ailleurs la Mission a utilisé, lors de ses travaux de bathymétrie en Atlantique Nord, le dispositif de localisation sur champ de balises acoustiques. La MHA était également dotée d'un réseau mobile Toran P100. Il n'a pas été utilisé entre 1985 et 1987. Exceptionnellement, les réseaux Toran fixes, implantés dans le Pas de Calais, ont été utilisés, simultanément avec le Trident 3, dans les zones de limite de portée de ce dernier.

## 2.4. Les systèmes informatiques

Les systèmes informatiques de la MHA n'ont cessé d'évoluer entre 1985 et 1987. Chaque évolution a permis de réduire les délais de traitement et de rédaction des données hydro-océanographiques. Les systèmes en service sur les bâtiments de la Mission en 1985 sont listés dans les paragraphes suivants.

### 2.4.1. À bord de *L'Espérance* :

- le système Hydrac-Bâtiment avec l'hydroboucle et ses stations d'acquisition de données associés à deux calculateurs de type HP 9835B dont l'un était en charge, en temps réel, du calcul des coordonnées, de l'archivage des tops, du tracé de la séance en cours et de la commande de l'indicateur Droite-Gauche. Aux calculateurs étaient connectés les périphériques classiques : imprimante, traceurs, lecteurs, numériseur ;
- le système Hydrac-vedette, sans calcul du point, qui permettait le suivi des profils d'un réseau Trident III et l'archivage des distances aux balises à chaque top ;
- le dispositif dit « Hydrolec » qui permettait, via un ordinateur de type HP 9835 B, l'initialisation des cassettes utilisées par le système Hydrac-vedette et leur lecture après chaque séance de sondage.

### 2.4.2. À bord de *Astrolabe* :

- le système Hydrac-Bâtiment avec l'hydroboucle et ses stations d'acquisition de données associés à deux calculateurs de type HP 9885 dont l'un était en charge, en temps réel, du calcul des coordonnées, de l'archivage des tops, du tracé de la séance en cours et de la commande de l'indicateur Droite-Gauche. Aux calculateurs étaient connectés les périphériques classiques : imprimante, traceurs, lecteurs, numériseur ;
- le système Hydrac-vedette, sans calcul du point, qui permettait le suivi des profils circulaires d'un réseau Trident 3 et l'archivage des distances aux balises à chaque top ;
- le dispositif dit « Hydrolec » qui permettait, via un ordinateur de type HP 9885, l'initialisation des cassettes utilisées par le système Hydrac-vedette et leur lecture après chaque séance de sondage.

### 2.4.3. À la base de la MHA :

En 1985, le bureau calculs de la base de la MHA était équipé d'un système, de type « Hytraï », de traitement des données hydro-océanographiques. Ce système, organisé autour des deux calculateurs HP 9845 et HP 9885, reprenait les données acquises par les bâtiments, effectuait la saisie et le contrôle des données complémentaires (sondes, marée, textes), et traçait les documents définitifs du levé. L'ensemble utilisait les programmes élaborés par le centre informatique de l'EPHOM, programmes qui pouvaient être amendés des particularités de traitement propres à la Mission. Le matériel était complété par les périphériques divers, imprimantes, lecteurs, traceurs petit format et un traceur à rouleaux grand format de type Benson.

### 2.4.4. Évolution des systèmes informatiques

Les deux calculateurs de type HP 9835B qui équipaient le BH1 *L'Espérance* ont été remplacés en 1986 par deux calculateurs de type HP 9816 aux performances et capacités supérieures à celles des calculateurs précédents. Les systèmes Hydrac-vedette ont été complétés, en octobre 1985 par un dispositif de calcul du point. Cette nouvelle version du système d'acquisition des données a eu une répercussion immédiate et importante dans la conduite des travaux en vedettes hydrographiques. Les embarcations n'étaient plus tenues de suivre les profils circulaires

déterminés par la géométrie des réseaux de radiolocalisation mais des routes rectilignes orientées au mieux selon la structure morphologique du terrain.

Un autre intérêt apparaissait également dans la rédaction du levé : un même profil partait de la zone du large affectée au bâtiment et se poursuivait dans la zone côtière couverte par les vedettes assurant ainsi une plus grande clarté et une meilleure homogénéité dans l'écriture des minutes de sondage.

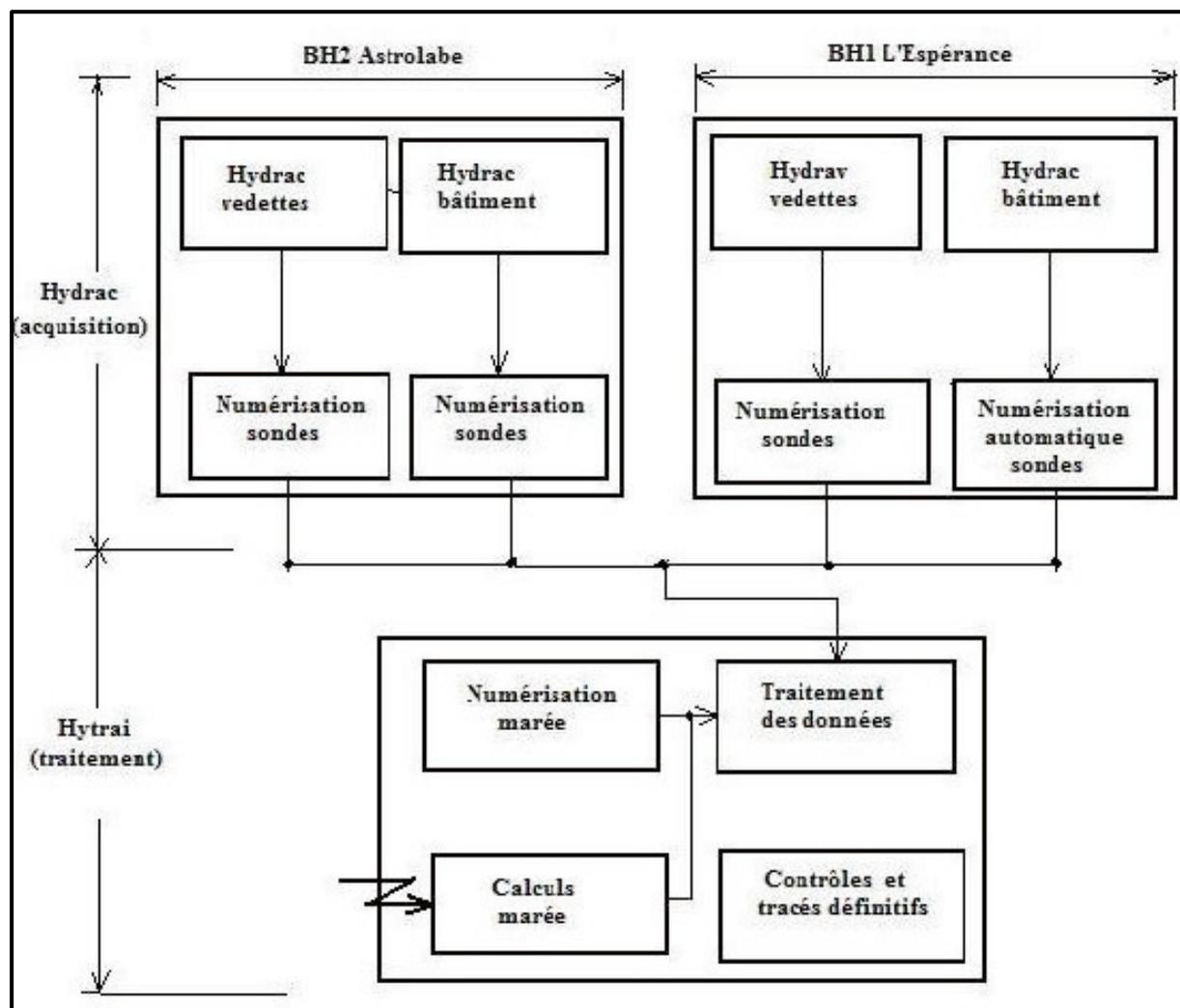
Les équipements Hydrac-bâtiment ont été complétés en mai 1987 par des stations de contrôle à écrans vidéo sur lesquels étaient affichés les profils à suivre et la route du bâtiment.

Le système Hytrai, mis en place à la base de la MHA, a été renforcé au début de l'année 1986 par l'attribution de deux calculateurs de type HP 9816 et d'un second traceur à rouleaux de type Benson.

En mai 1986, la Mission recevait du centre informatique de l'EPSHOM, un terminal muni des dispositifs de connexion, par ligne téléphonique, au système informatique de l'Établissement principal. Orienté à l'origine vers l'interrogation des fichiers disponibles à la section géodésie-géophysique, l'utilisation du terminal s'est rapidement développée vers le calcul de la marée associée à chaque sonde mesurée et au tracé de documents graphiques.

#### 2.4.5. Organisation du traitement de la bathymétrie

En 1987, le système de traitement des données de bathymétrie correspondait au schéma ci-dessous :



## 2.5. Les enregistreurs de marée et courants

La marée était observée par l'utilisation de deux types de capteurs :

- les marégraphes à flotteur (OTT R 16), à enregistreur graphique ;
- les marégraphes immergés (Suber), à enregistreurs numériques, lisibles par les systèmes informatiques.

Les courants ont été observés par des courantomètres à enregistreurs numériques. Ces capteurs, généralement appareillés sur les bouées du Service des phares et balises et de la navigation, étaient mis en place en 1985 et 1986 à partir de dispositifs rigides dont la tenue, par gros temps, n'était pas exempte de reproches. La MHA a adopté en 1987 un dispositif d'appareillage souple, mis au point par la Mission océanographique de l'Atlantique, et dont la tenue à la mer s'est révélée, à l'usage, nettement supérieure à celle de la solution précédente.

## 2.6. Les transmissions

Le plan d'armement de la MHA en matériel de transmission comportait, en 1985 :

- deux émetteurs-récepteurs, type HF TRMM 3A, pour les liaisons entre les bâtiments et la base de la Villeneuve ;
- trois émetteurs-récepteurs type VHF TRPP 11B et seize émetteurs-récepteurs type VHF TRPP 13B pour les liaisons à courte distance entre les bâtiments sur zone et leurs vedettes ou l'équipe de soutien par voie de terre.

Ces matériels, remisés entre février et juillet 1986, ont été remplacés par :

- deux émetteurs-récepteurs portables type HF TRC 340 ;
- dix-neuf émetteurs-récepteurs portables type TRPP 32 A.

Par ailleurs, deux émetteurs-récepteurs type TRBP 15A Sailor ont été placés sur les vedettes VH9 de *L'Espérance* en 1987.

## 2.7. La photographie

Pour réaliser les prises de vues qui incombaient à une mission hydrographique au cours de ses travaux, la MHA était dotée des matériels photographiques suivants :

- appareils de fourniture Marine :
  - 1 reflex 24X36 ; 1 objectif 25mm-2,8 ; 1 objectif 50mm-1,7 ; 1 objectif 135mm-3,5 ;
  - 1 flash électronique ;
- appareils du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine :
  - 3 reflex 24X36 Minolta avec 3 objectifs de 50mm ;
  - 1 objectif Sigma-Zoom de 70-250 ;
  - 1 pied.

L'ensemble de l'équipement permettait de faire face à tous les cas d'espèces. Les films utilisés, selon les sujets, avaient une sensibilité de 100 ou 200 ASA. Peu de films à 400 ASA ont été employés. Les clichés des revues d'amers étaient monochromes. Les clichés relatifs au balisage flottant étaient polychromes.

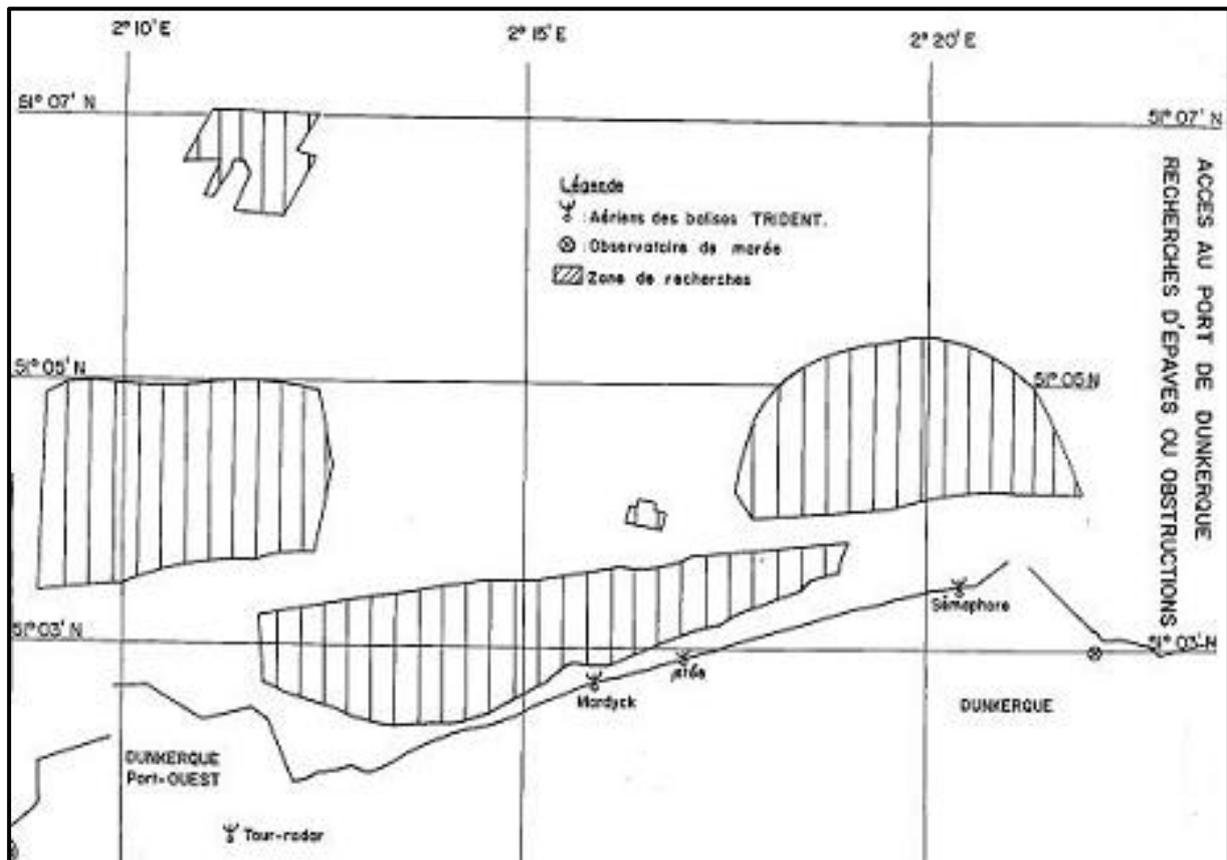
### 3. LES LEVES BATHYMETRIQUES

#### 3.1. Levé de contrôle des accès au Port de Dunkerque

##### 3.1.1. Généralités

Des variations de profondeurs ont été observées dans les chenaux d'accès à Dunkerque. Des épaves anciennes échouées dans les fonds sablonneux présentaient des remontées significatives. Les travaux relatifs au levé de cette zone ont fait l'objet d'une convention entre le Port autonome de Dunkerque (PAD) et le SHOM.

L'ensemble du levé a été subdivisé en trois zones de priorité décroissante : zone 1, avant-port est et ouest, jusqu'à la laisse de basse mer, la zone 1bis de l'avant-port ouest à Gravelines et la zone 2 au nord de Malo-Les-Bains.



##### 3.1.2. Les moyens

Au titre de la convention, le PAD a mis à la disposition de la MHA, la vedette *Frégate* pour les zones de levé bathymétriques et la vedette *Mouette* pour les levés des chenaux d'accès explorés au sondeur latéral et au magnétomètre.

##### 3.1.3. La localisation

Les vedettes du PAD étaient équipées de leur système propre de radiolocalisation Toran. La MHA a ajouté à cet ensemble un réseau de balises de radiolocalisation Trident.

Les systèmes d'acquisition de données du SHOM et du PAD ont été mis en œuvre simultanément. Ce principe excluait l'utilisation des moyens du Port autonome pour la rédaction des documents définitifs. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de

Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les documents définitifs ont été rédigés à partir de la localisation obtenue par le réseau Trident.

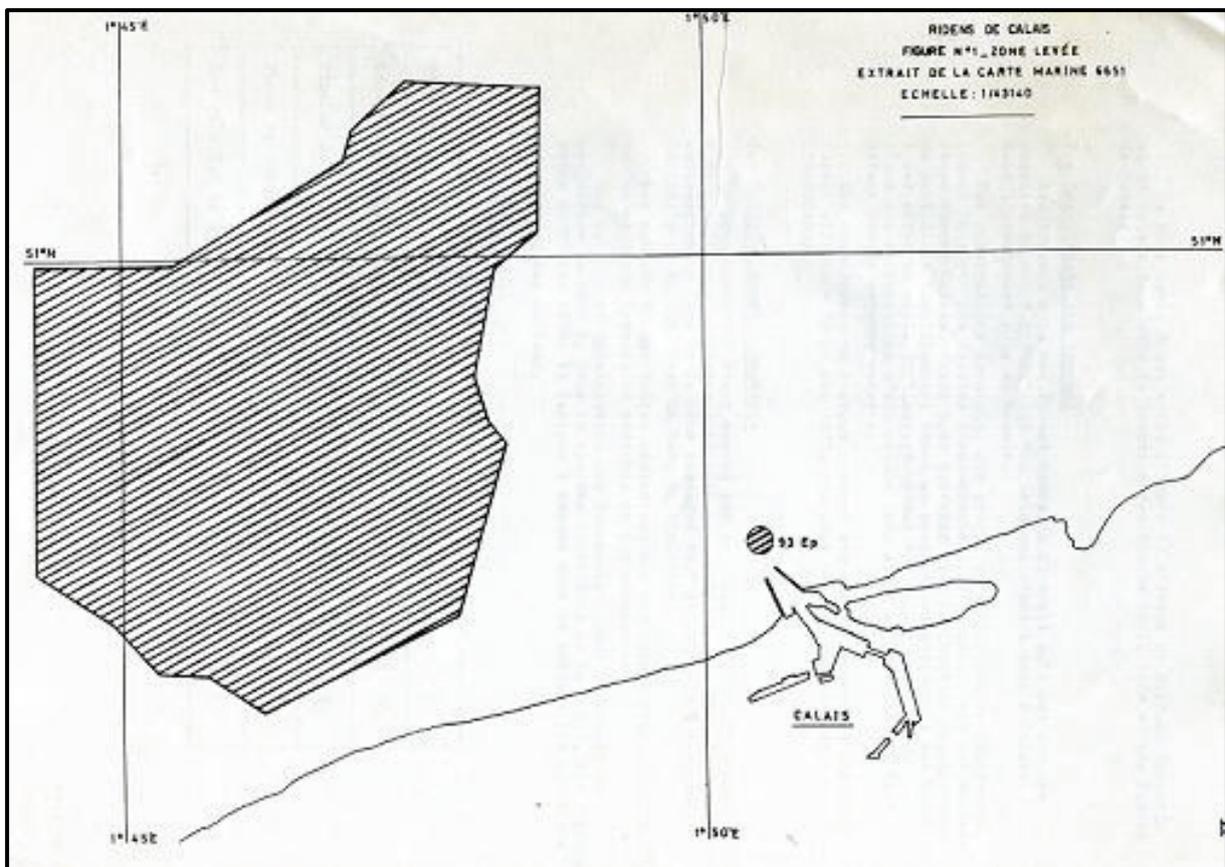
### 3.1.4. *La bathymétrie*

La zone de priorité 1 a été explorée au sondeur vertical sur des profils espacés de 100 mètres. Le chenal d'accès a été sondé au sondeur vertical, au sondeur latéral et au magnétomètre sur des profils espacés de 50 mètres. Les obstructions ont été systématiquement recherchées et déterminées. Une épave dangereuse a été détruite par un dynamitage effectué par les spécialistes du PAD. Les documents relatifs au chenal intermédiaire, entre Dunkerque ouest et Dunkerque est, ont été rédigés à l'échelle 1 : 5 000. Les abords du chenal, initialement levés à l'échelle 1 : 10 000 sans recherches, ont fait l'objet de travaux complémentaires. Des recherches systématiques ont été menées sur la zone. Elles se sont étendues parfois au-delà de la zone sans dépasser la limite de 1 mille dans le cas d'une recherche infructueuse. Au total, 12 épaves ont été recherchées.

## 3.2. **Levé de contrôle des abords de Calais ;**

### 3.2.1. *Généralités*

Les passes de Calais sont bordées au nord par une zone de ridens, hauts fonds sablonneux et mobiles. Des travaux antérieurs avaient mis en évidence un mouvement de ces fonds vers le sud pouvant atteindre la vitesse de vingt mètres par an. Le levé de contrôle avait pour objet de contrôler les profondeurs dans la zone étudiée précédemment afin d'obtenir une meilleure connaissance de ces mouvements.



### 3.2.2. *Le déroulement des travaux*

Les travaux de sondage menés par les vedettes hydrographiques coupaient transversalement la route des ferries. Pour prévenir tout incident, la capitainerie du port était régulièrement avisée des mouvements des embarcations.

### 3.2.3. *La localisation*

Le positionnement des vedettes était assuré par un réseau Trident à quatre balises implantées sur des points répertoriés à la MHA. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

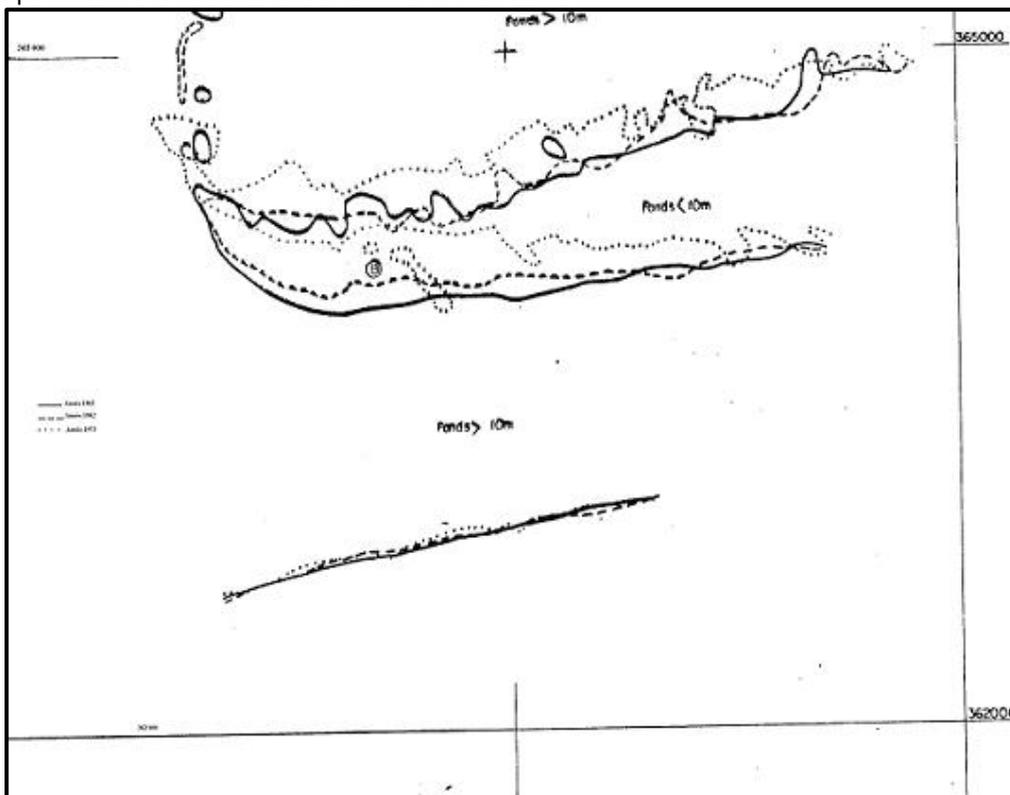
### 3.2.4. *La marée*

Les sondes ont été réduites de la marée enregistrée à l'observatoire permanent de Calais. Un nouveau repère a été mis en place à proximité du marégraphe, nivelé et rattaché au Nivellement Général de la France (NGF).

### 3.2.5. *La bathymétrie*

La zone levée a été couverte par des profils circulaires, centrés sur le phare de Calais et régulièrement espacés de 100 mètres. Des profils intercalaires, tous les 50 mètres, furent effectués dans les fonds inférieurs à 15 mètres. Dans les fonds inférieurs à 7 mètres, l'espacement des profils fut restreint à 25 mètres. Les sondes remarquables de la carte marine furent recherchées.

Pour permettre la comparaison avec les levés effectués précédemment, en particulier celui de 1982, l'échelle de 1 : 10 000 a été retenue pour la rédaction des documents. Cependant, la minute de synthèse, établie à cette échelle, ne permettait pas de mettre en évidence les structures des bancs de sable. L'évolution des ridens a été évaluée en comparant les isobathes particulières issues des travaux de 1975, 1982 et 1985 à l'échelle de 1 : 3 000. L'exemple ci-dessous présente l'évolution de l'isobathe de 10 mètres.



### 3.2.6. *Les épaves et les obstructions*

Le levé régulier a été accompagné d'un passage de magnétomètre. Les profils intercalaires, tous les 50 mètres, ont été effectués en remorquant, dans les fonds qui le permettaient, un sondeur latéral. Une recherche systématique de toutes les épaves et obstructions a été entreprise et deux épaves situées en dehors de la zone ont fait l'objet d'investigations particulières.

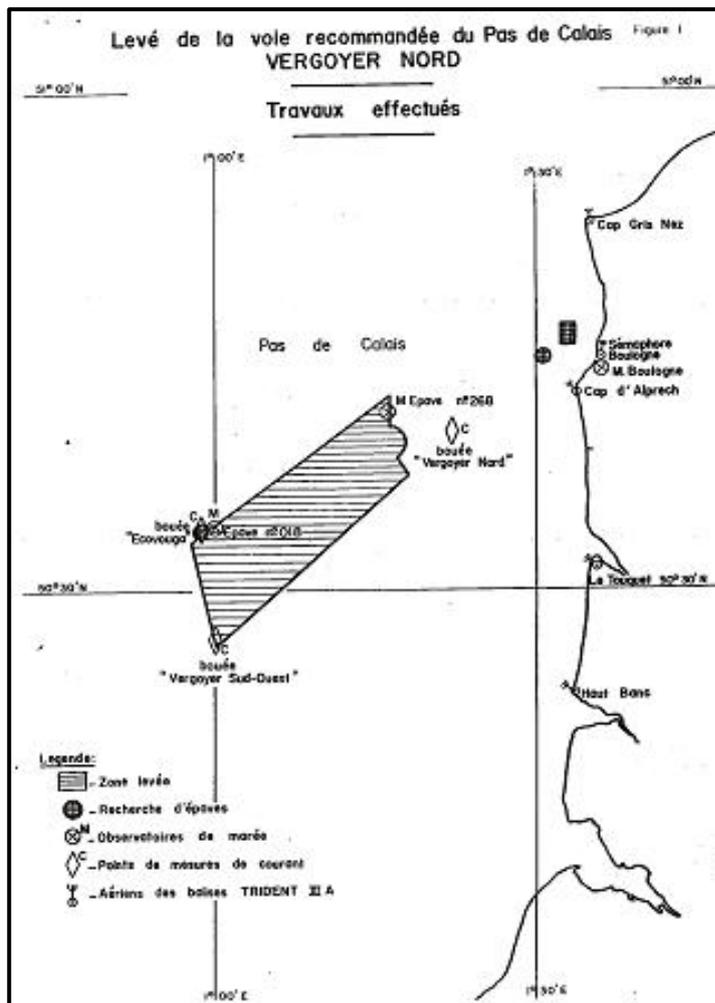
### 3.2.7. *La conclusion*

Le déplacement général vers le sud des ridens de la rade, tendant au rétrécissement de la passe de Calais, souligné en 1982, est confirmé. Ce mouvement est mis en évidence par le déplacement des isobathes, tracées à 10, 15 et 20 mètres, à l'ouest de l'abscisse 562 000 (projection UTM). Il est plus faible à l'est de cette limite. Très net sur le plan qualitatif, ce déplacement est difficile à chiffrer puisqu'il s'accompagne d'une modification de la pente des ridens et n'est pas uniforme. Il peut être estimé entre 20 et 30 mètres par an, tant entre 1975 et 1982 qu'entre 1982 et 1985.

Contrairement aux ridens de la rade, les ridens de Calais, orientés sud-ouest/nord-est, présentent à leur surface des ondulations transversales, orientées nord/sud. Ces ondulations ont une longueur d'onde de 200 mètres pour une amplitude de 10 mètres environ. Si aucun mouvement de masse des ridens n'est à noter, en particulier sur l'axe nord-ouest/sud-ouest qui reste stable, on observe un déplacement, selon cet axe, des ondulations transversales.

## 3.3. Levé de la voie recommandée du pas de Calais au nord du Vergoyer

### 3.3.1. *Généralités*



Après les travaux effectués en 1982, la poursuite du levé de la voie recommandée du Pas de Calais, au nord du Vergoyer, a nécessité trois sorties d'un bâtiment hydrographique en avril et mai 1986. Interrompu pendant deux mois, il a été repris et achevé en juillet de la même année.

### 3.3.2. *La localisation*

La localisation était assurée par une chaîne de radiolocalisation Trident mise en place par la MHA. La précision du réseau était partout meilleure que 10 mètres. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

### 3.3.3. *La marée*

Deux marégraphes ont été immergés à proximité d'épaves connues, l'un au nord-est, l'autre au sud-ouest de la zone. L'observatoire permanent de Boulogne a été contrôlé par la Mission et ses données archivées pour la

période de sondage. Le modèle de marée en usage à l'EPSHOM a été mis à jour des constantes harmoniques mesurées par l'observatoire placé au sud-ouest de la zone. Ce modèle a servi au calcul de la marée adoptée pour la réduction des sondes avec un calage journalier à partir de la marée observée à Boulogne.

#### 3.3.4. *Les courants*

Trois courantomètres ont été appareillés sur les bouées du Service des phares et balises et de la navigation. Le fonctionnement des appareils fut satisfaisant.

#### 3.3.5. *La bathymétrie*

La zone levée a été entièrement couverte par des profils rectilignes espacés initialement de 100 mètres. L'espacement a été réduit à 50 mètres dans les fonds inférieurs à 30 mètres. Le sondeur latéral a été mis en œuvre pour un profil sur deux. Le magnétomètre a été utilisé sur tous les profils.

#### 3.3.6. *Les épaves et les obstructions*

Tous les indices d'obstruction détectés au cours du levé régulier ont été investigués. L'épave du pétrolier *Ophélie*, devant Boulogne, a été positionnée et cotée.

#### 3.3.7. *Le balisage*

Outre les éléments bathymétriques, le balisage flottant a fait l'objet d'un contrôle systématique de positionnement. Des prises de vues photographiques des établissements complétèrent le contrôle.

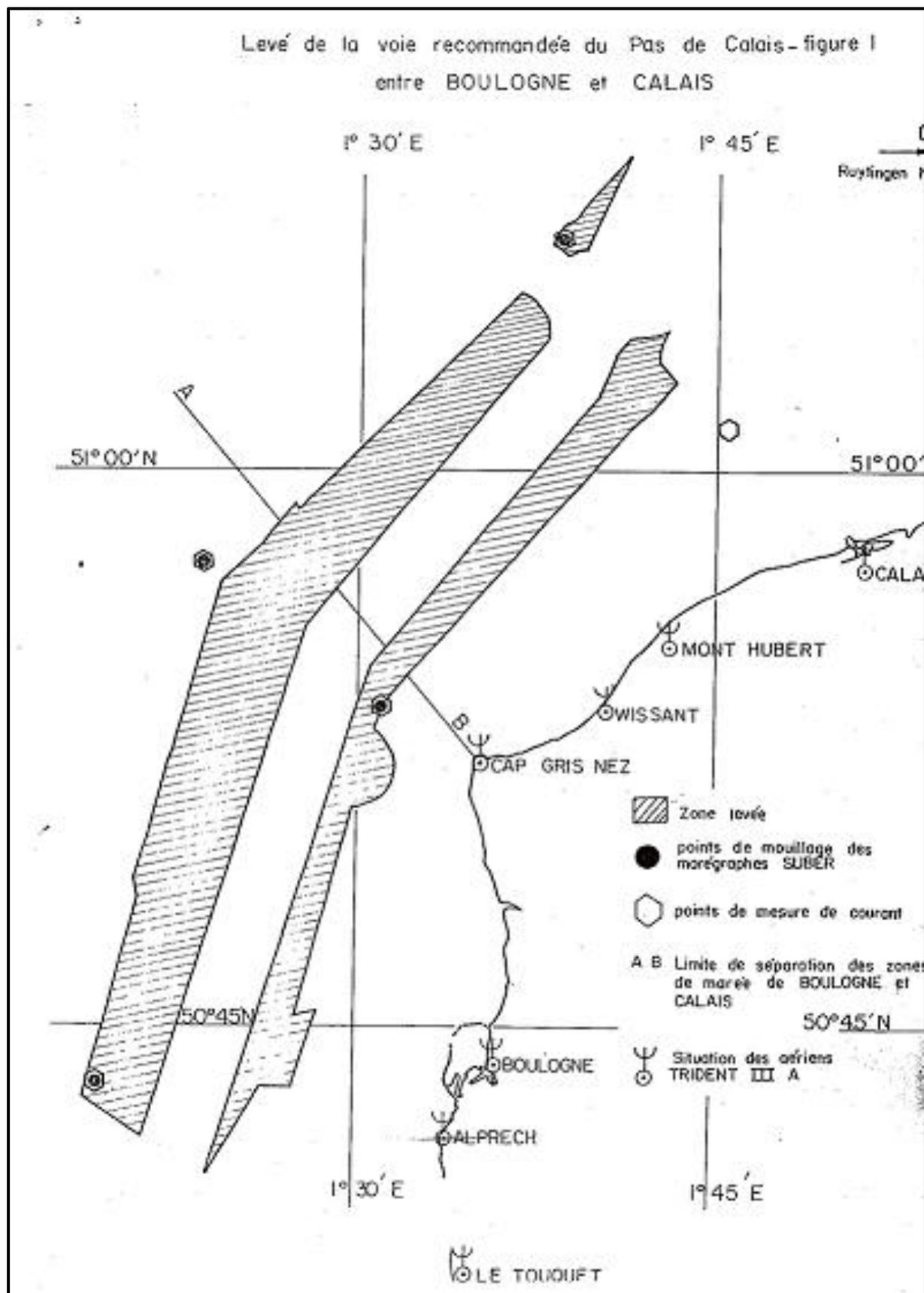
#### 3.3.8. *La conclusion*

D'une manière générale, les profondeurs observées ne s'écartaient pas sensiblement de celles indiquées sur les cartes marines en service. Cependant, les quatre sondes anciennes, cotées 24 mètres, ont été recherchées sans succès et on pouvait conclure à leur inexistence.

### 3.4. **Levé de la voie recommandée du pas de Calais entre Boulogne et Calais**

#### 3.4.1. *Généralités*

La partie centrale de la voie recommandée du Pas de Calais avait été sondée en 1982. En complément à ces travaux et pour achever le levé de la voie recommandée, la MHA a réalisé en 1985 le sondage complémentaire. Les autorités maritimes responsables de la zone du dispositif de séparation du trafic ont signalé les travaux par avis aux navigateurs, avis diffusé toute les demi-heures par Gris-Nez trafic durant les travaux à la mer.



### 3.4.2. La localisation

La localisation était assurée par une chaîne de radiolocalisation Trident mise en place par la MHA. La précision du réseau était partout meilleure que 10 mètres. Les travaux ont été menés et

les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

#### 3.4.3. *La marée*

Deux marégraphes ont été immergés à proximité des bouées marquant le dispositif de séparation du trafic. Le marégraphe mouillé à proximité de la bouée Colbart nord, signalé disparu, a été ramené à Ostende par un pêcheur belge. Les enregistrements ont été exploités. Les observatoires permanents de Boulogne et Calais ont été contrôlés par la Mission et leurs données archivées pour les périodes de sondage. Le modèle de marée en usage à l'EPSHOM a été mis à jour des observations enregistrées sur zone. Ce modèle a servi au calcul de la marée adoptée pour la réduction des sondes.

#### 3.4.4. *Les courants*

Six courantomètres ont été appareillés sur les bouées du Service des phares et balises et de la navigation. Certains d'entre eux ont subi des avaries : rotor disparu ou girouette bloquée par des débris. Néanmoins, les données enregistrées par tous les courantomètres ont pu être exploitées sur des créneaux allant de 12 à 40 jours.

#### 3.4.5. *La bathymétrie*

La zone levée a été entièrement explorée par des profils rectilignes sensiblement parallèles à la direction générale du trafic. L'espacement initial de 100 mètres entre les profils a été réduit à 50 mètres dans les fonds inférieurs à 30 mètres. Du fait des profondeurs moyennes observées, le sondeur latéral a été utilisé pour un profil sur deux. Le magnétomètre a été mis en œuvre sur tous les profils espacés de 100 mètres.

#### 3.4.6. *Les épaves et les obstructions*

Tous les indices d'obstruction détectés au cours du levé régulier ont été investigués. Cinq épaves nouvelles ont été signalées.

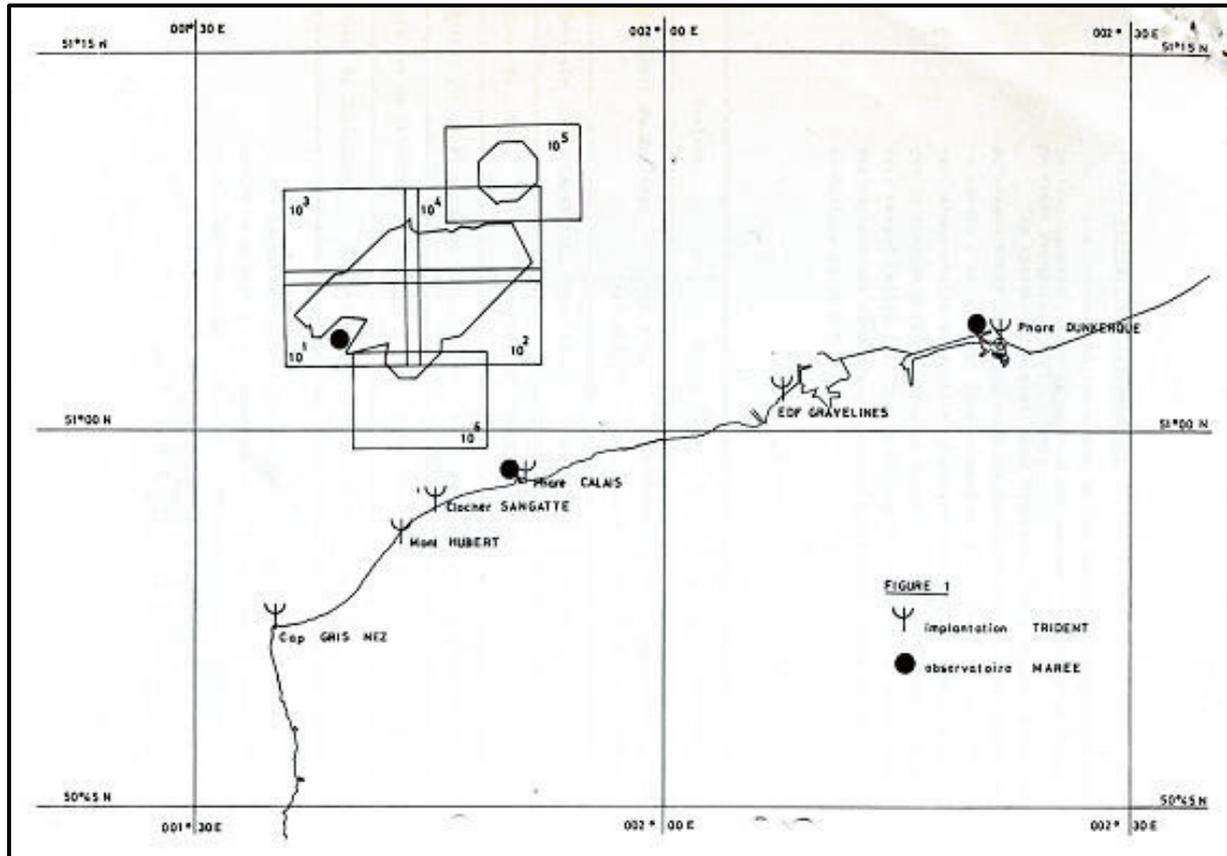
#### 3.4.7. *Le balisage*

Le balisage flottant qui marque le dispositif de séparation du trafic a fait l'objet d'un contrôle. Des prises de vues photographiques des établissements illustrent les feuillets rédigés.

### 3.5. *Levé des zones critiques au sud du Sandettié*

#### 3.5.1. *Généralités*

Conformément à l'accord passé entre les services hydrographiques des Pays Bas, de la Belgique et de la France, le levé des zones critiques au sud du banc Sandettié a été effectué par la MHA, conjointement avec le levé côtier des abords de Calais, en 1985. Un supplément de travaux, portant sur la recherche de quelques obstructions, a complété le dossier.



### 3.5.2. *La localisation*

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les bâtiments disposaient, pour déterminer leur position, du réseau Toran du port de Dunkerque qui fut reçu correctement sur toute la zone, et d'une chaîne de radiolocalisation Trident mise en place par la Mission. La précision du positionnement, après application des corrections, fut meilleure que 10 mètres.

### 3.5.3. *La marée*

Pendant la durée des travaux, les données de la marée ont été recueillies aux observatoires permanents de Dunkerque et Calais entretenus par les autorités portuaires. Un marégraphe fut mouillé à proximité d'une épave, au sud de la zone sondée, pour une période d'un mois. Les données recueillies au point fixe ont été comparées avec les hauteurs d'eau calculées au même point par le modèle de marée en vigueur à l'EPSHOM et calé en niveau moyen à partir des observations de Calais. Au vu des résultats, il est conseillé, lors d'un futur levé de la même région, de s'attacher à mieux connaître la marée en effectuant plusieurs observations réparties sur la zone.

### 3.5.4. *Les courants*

Un courantomètre a été appareillé sur une bouée du Service des phares et balises et de la navigation. Les données enregistrées ne furent pas exploitables. Une étude des courants a été réalisée. Elle montrait la présence d'un fort courant de marée alternatif, orienté nord-est/sud-ouest, pouvant atteindre 4 nœuds en période de vives eaux.

### 3.5.5. *La bathymétrie*

Le levé régulier a été mené selon des profils rectilignes espacés de 100 mètres. Le sondeur latéral et le magnétomètre ont été mis en œuvre de façon systématique.

### 3.5.6. *Les épaves et les obstructions*

Les indices d'obstruction détectés au cours du levé régulier ont été investigués et les épaves déjà répertoriées ont été recherchées. Les recherches d'épaves ont été étendues à quelques épaves situées hors de la zone. Six nouvelles épaves ont été détectées et cotées.

### 3.5.7. *La morphologie des fonds*

La surface sondée était divisée en quatre zones d'étude. La carte marine (CM 6681) donne une idée correcte de la morphologie du fond :

- une grande langue de sable, dans les fonds inférieurs à 30 mètres et orientée nord-est/sud-ouest, couvre toute la partie sud-est de la zone G et traverse le sud de la zone X. Cette structure présente, dans la partie sud-est de la zone G, quelques ondulations orientées perpendiculairement à son axe pour une profondeur de 17 mètres ;
- des fonds réguliers dans le reste de la zone X et dans la zone W ;
- des ridens de sable orientés est/ouest relativement étroits mais de forte pente et culminant à 22 mètres dans la zone F.

Comparaison entre les levés de 1985 et 1986 :

- la zone F dont la périodicité de contrôle est d'un an, s'étend, à l'ouest des zones critiques, sur une longueur de 5 kilomètres dans l'axe de la voie recommandée et une largeur de 2 kilomètres. La comparaison entre le contrôle de 1985 effectué par mer de force 3 à 5 et celui de 1986 réalisé par mer calme, présente un écart systématique des sondes de 20 à 30 centimètres. L'étude des bandes de sonde de 1985 a montré une houle résiduelle de 0,80 à 1 mètre sur l'enregistrement, avec compensateur de houle en fonction. La technique du filtrage habituel au 1/3 de l'amplitude, réduirait cet écart à 20 centimètres.
- la zone W a une périodicité de contrôle de trois ans. Elle couvre une surface rectangulaire de 6 x 2 kilomètres. La longueur, orientée nord-nord-est, jouxte, coté est, la zone X. L'étude comparative entre les travaux de 1985 et 1986, confirme la présence de fonds réguliers sans évolution notable.
- la zone X, de périodicité de contrôle annuelle, est un triangle dont le côté de 9 kilomètres jouxte au nord-ouest la zone W. Ce triangle, d'une hauteur de 3 kilomètres, sépare la zone W de la zone C. Les sondes obtenues en 1986 confirment celles observées précédemment à l'exception des zones tourmentées où la différence évolue entre 50 et 80 centimètres.

### 3.5.8. *La conclusion*

Les contrôles des zones F et X mettent en évidence un déplacement moyen des ridens, vers le sud-ouest, de l'ordre de 20 mètres par an en moyenne et, pour la zone X seulement, une diminution de 0,7 mètre des sondes mesurées sur les lignes de crête. La zone W présente des fonds réguliers sans évolution notable.

## 3.6. *Levé côtier en baie de Seine du cap d'Antifer au Havre*

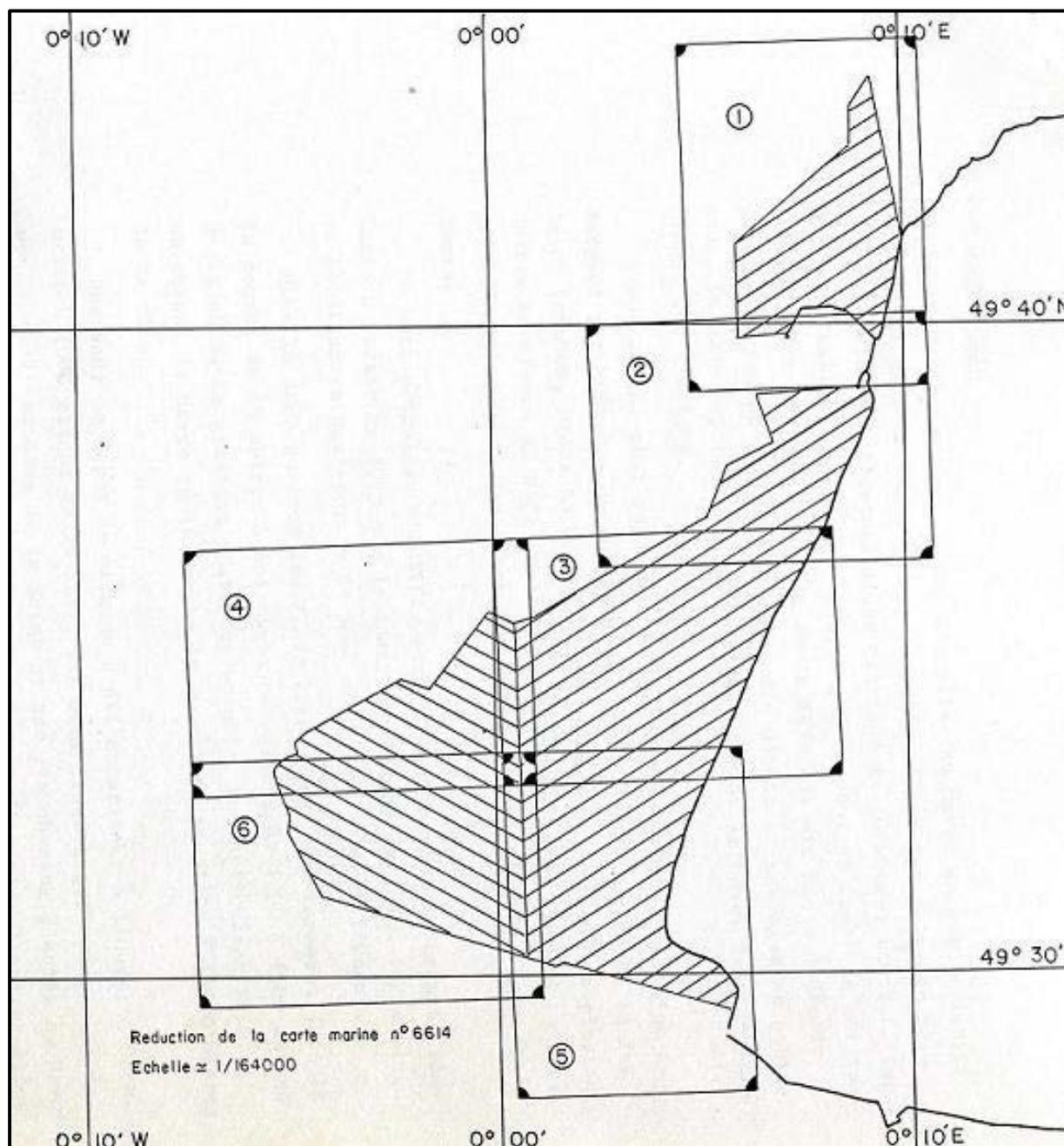
### 3.6.1. *Généralités*

Le littoral français, du cap d'Antifer au Havre, marque la limite maritime du pays de Caux. Il est caractérisé par des falaises calcaires surplombant l'estran d'une altitude de 100 mètres environ.

Les quelques failles ou thalwegs abrupts qui coupent ce front de mer rectiligne servent de décharges publiques ou sauvages qui peuvent déborder largement sur l'estran.

L'estran est constitué de galets d'où ressortent des plateaux rocheux et des éboulis de falaise. Des blockhaus, en surplomb de plusieurs mètres au-dessus du vide sont les témoins de l'érosion de la falaise, et forment, pour l'hydrographe, des sites d'observation privilégiés mais éphémères. Le port pétrolier d'Antifer constitue une emprise importante, réalisée en 1973, sur le domaine maritime.

Une zone de dépôts de dragages a été constituée, à l'ouest d'Octeville, à 4 000 mètres de la côte. Les dragues, qui opèrent au Havre et dans l'estuaire de la Seine, y déversent les alluvions. Les courants de marée, avec une prédominance du flot sur le jusant, portent au nord-nord-est et transportent les sédiments en suspension vers la jetée d'Antifer.



### 3.6.2. *La localisation*

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les moyens à la mer, bâtiments et vedettes, disposaient, pour déterminer leur position, d'une chaîne de radiolocalisation Trident mise en place par la Mission. La précision du positionnement obtenu est partout meilleure que 10 mètres. Des stations optiques ont été utilisées en complément du réseau de radiolocalisation lors des travaux de sondage à proximité de la falaise et pour effectuer la topographie des roches.

### 3.6.3. *La marée*

Pendant la durée des travaux, les données de la marée ont été recueillies aux observatoires permanents d'Antifer et Le Havre. Un marégraphe a été immergé et amarré à une épave, au large de Cauville. Les données recueillies au point fixe ont été comparées avec les hauteurs d'eau calculées au même point par le modèle de marée en vigueur à l'EPSHOM.

### 3.6.4. *Les courants*

Des courantomètres ont été appareillés sur les bouées du Service des phares et balises et de la navigation. Les données de huit points d'observation des courants par vives eaux et mortes eaux ont été recueillies.

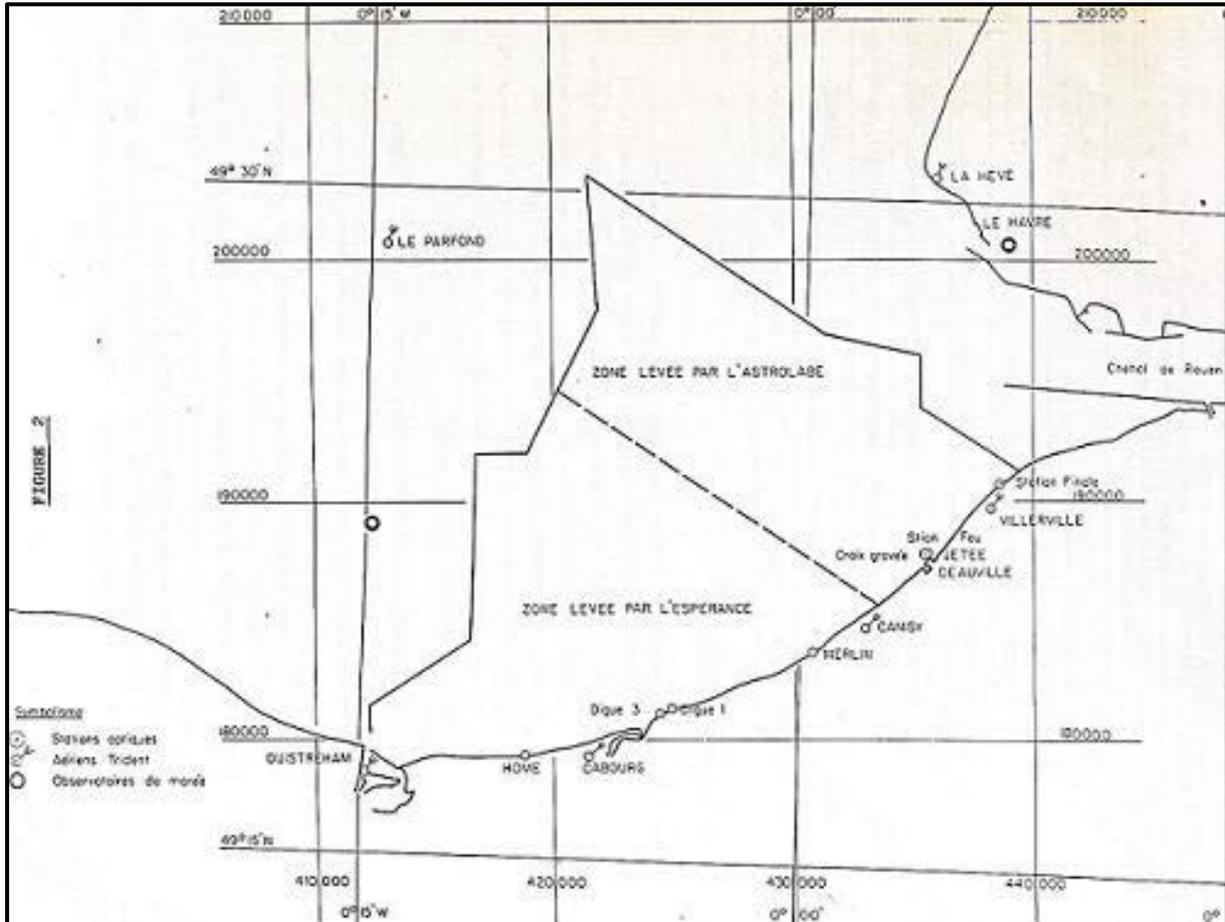
### 3.6.5. *La conclusion*

La cohérence bathymétrique avec le levé effectué en 1974 est, en général, meilleure que 50 centimètres entre les sondes à l'exception d'une zone, au nord d'Antifer dans les fonds de 18 mètres, où la remontée à 15,8 mètres n'existe plus. La comparaison avec les levés effectués par le port autonome du Havre aux abords du cap de La Hève et du dépôt de dragage d'Octeville montre une cohérence meilleure que 30 centimètres avec les travaux de la MHA.

## 3.7. **Levé côtier en baie de Seine du Havre à Ouistreham**

### 3.7.1. *Généralités*

Le littoral français, entre le chenal de Rouen et l'embouchure de l'Orne, est caractérisé par les stations balnéaires de Trouville, Deauville, Houlgate, les falaises rocheuses de Villerville et Houlgate, et enfin, le sommet du mont Canisy entre Deauville et Villers-sur-Mer. L'estran est constitué de plages de sable avec quelques zones rocheuses balisées aux abords de Villerville. Les infrastructures principales sont le port de Deauville-Trouville, le port de Dives-sur-Mer et le port de Ouistreham qui marque l'entrée du chenal de Caen.



### 3.7.2. La localisation

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les moyens à la mer, bâtiments et vedettes, disposaient, pour déterminer leur position, d'une chaîne de radiolocalisation Trident mise en place par la Mission. L'ensemble du réseau fut régulièrement étalonné par des moyens optiques. La précision du positionnement obtenu est partout meilleure que 10 mètres. Des stations optiques ont été utilisées en complément du réseau de radiolocalisation lors des travaux de topographie des roches.

### 3.7.3. La marée

Pendant la durée des travaux, les données de la marée ont été recueillies à l'observatoire permanent du Havre. Les sondes ont été réduites de la marée calculée par le modèle, en usage à l'EPSHOM, calé sur la marée enregistrée au Havre. Un marégraphe a été immergé devant Ouistreham. Les données recueillies au point fixe ont été comparées avec les hauteurs d'eau calculées au même point par le modèle de marée en vigueur à l'EPSHOM. La cohérence était de l'ordre de 30 centimètres entre les deux méthodes. Les mesures ont permis de mettre en évidence les écarts entre la marée enregistrée par le marégraphe établi au port de Ouistreham et celle enregistrée devant le port. La mesure de la marée à Ouistreham est biaisée du fait de la situation de cet appareil installé près d'une écluse.

### 3.7.4. *Les courants*

Sur la zone, les mesures de courant ont été réalisées, lors du levé du cap d'Antifer au Havre, par trois courantomètres appareillés sur les bouées du Service des phares et balises et de la navigation.

### 3.7.5. *La bathymétrie*

Le levé régulier a été mené en utilisant le magnétomètre sur des profils espacés de 100 mètres. Les profils étaient rectilignes à l'exception d'une petite zone côtière couverte par des profils circulaires du fait de défaillances du système d'acquisition automatique des données.

Les profils, interrompus à 2 000 mètres de la côte, ont été repris et sondés à marée haute afin de cerner au mieux la courbe de 0 mètre. Les minutes de restitution photogrammétrique ont été contrôlées et les natures d'estran vérifiées. Des points de contrôle ont été effectués aux nœuds d'un maillage de 400 mètres de côté.

### 3.7.6. *Les épaves et les obstructions*

Les épaves et obstructions déjà connues et les indices d'épaves détectés lors du levé régulier, furent recherchés et explorés au sondeur latéral et au sondeur vertical. Cinq nouvelles épaves ont été détectées et cotées.

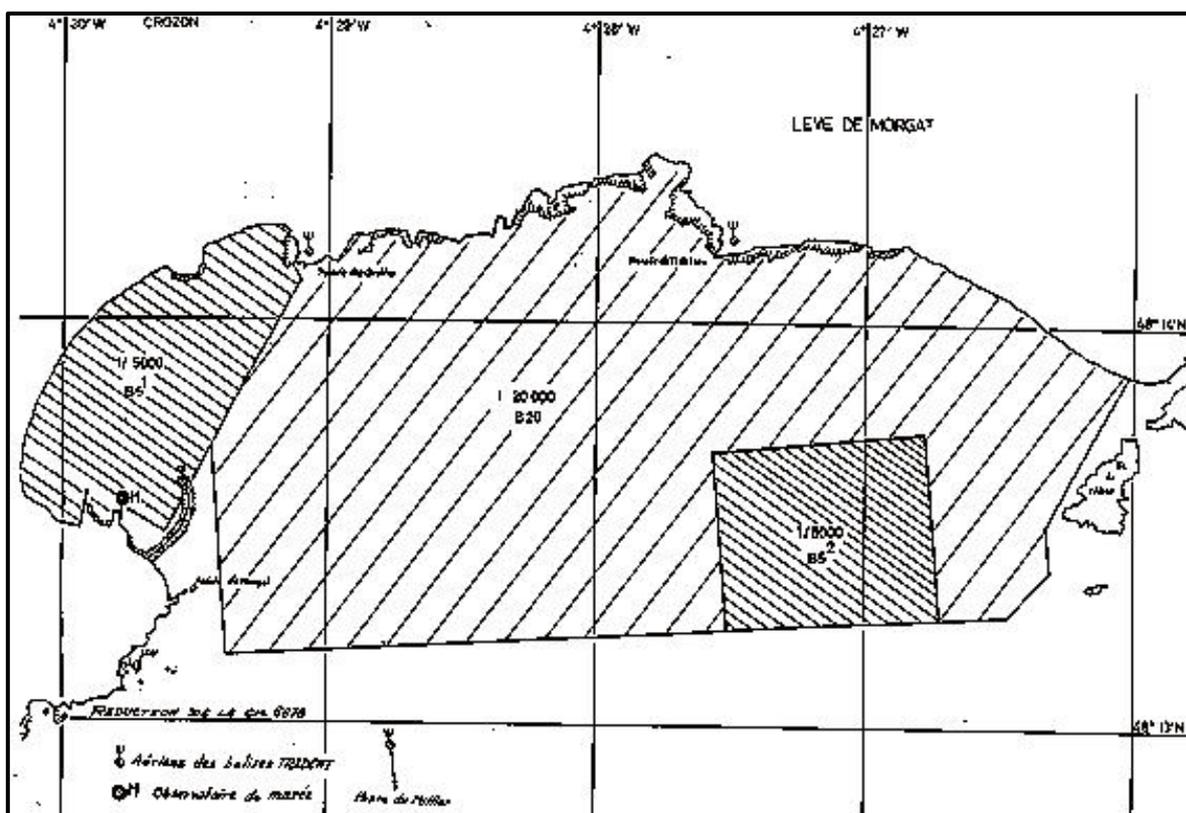
### 3.7.7. *La conclusion*

La comparaison entre les sondes enregistrées et celles obtenues lors de levés précédents montre, dans leurs parties communes, une cohérence de l'ordre de 30 centimètres.

## 3.8. *Levé de l'anse de Morgat*

### 3.8.1. *Généralités*

À la demande de la municipalité, la Mission a procédé en 1987 au levé de l'anse de Morgat.



### 3.8.2. *La localisation*

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. L'exécution du levé a nécessité l'implantation de trois nouveaux points géodésiques aux abords de l'anse. Un réseau de radiolocalisation Trident a été mis en place par la Mission et la précision obtenue fut partout meilleure que 6 mètres.

### 3.8.3. *La marée*

Les sondes ont été réduites de la marée observée au port de Morgat. Un marégraphe de la Mission était immergé à l'extrémité du quai. Les repères de nivellement de la cale et du port ont été repositionnés.

### 3.8.4. *La bathymétrie*

Les sondages verticaux ont été réalisés sur la base d'un profil tous les 50 mètres, entre la terre et la ligne définie par la pointe des Grottes et l'extrémité du môle, et d'un profil tous les 200 mètres entre la terre et la droite reliant l'île de L'Aber à la pointe Ar Gador. Quelques profils intermédiaires ont complété le levé sur la basse Tréberon, dans le sud-est de la pointe du même nom. Des recherches ont été menées sur cette basse afin de s'assurer de la non existence de dangers. Tous les hauts-fonds portés sur la carte marine ont été retrouvés et leurs cotes, dans l'ensemble, confirmées.

### 3.8.5. *Le balisage*

Les établissements autour de la zone de sondage, c'est-à-dire le phare Ar Gador, le feu de l'ancien môle, l'espar de la plage et la bouée latérale bâbord, ont été repositionnés.

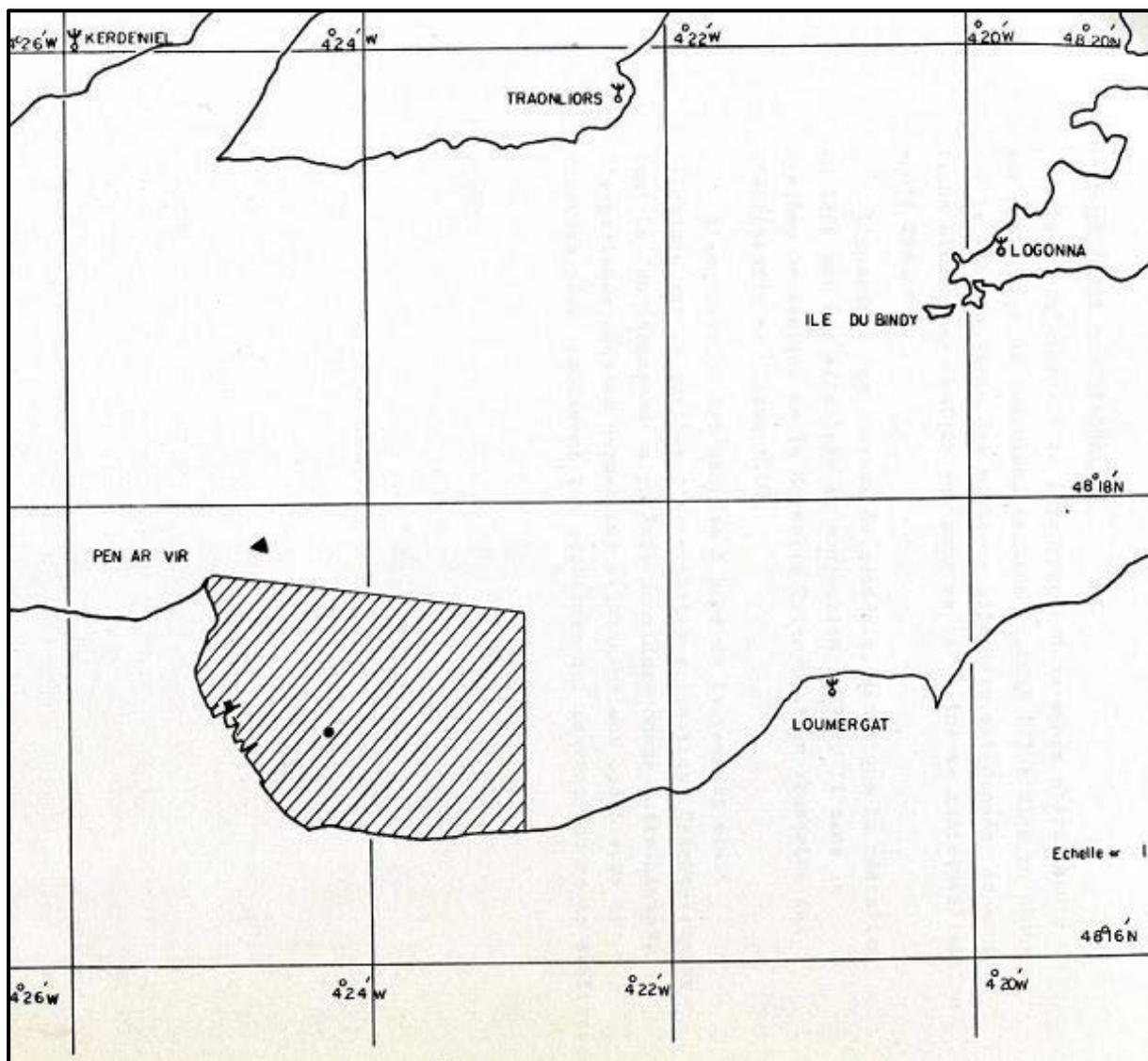
### 3.8.6. *La conclusion*

Par rapport au levé précédent de 1973, les sondages montrent une remontée importante du fond de l'ordre de 1 à 3 mètres aux abords du port tandis que les profondeurs sont supérieures au voisinage de la plage du Porzic et de la pointe des Grottes. La morphologie des fonds, au sud des plages de Tréberon et de L'Aber, ne semble pas avoir évolué. Les remontées caractéristiques de la basse Tréberon ont été confirmées.

## 3.9. *Levé d'un mouillage à Lanvéoc-Poulmic*

### 3.9.1. *Généralités*

Un détachement de la Mission Hydrographique de l'Atlantique, doté d'une embarcation légère et d'une vedette type VH9, a effectué en 1986 le levé d'un mouillage pour bâtiments-écoles dans l'anse du Poulmic. Pendant la durée des travaux, la Mission a bénéficié du soutien de l'École de manœuvre pour la surveillance des appareils, la mise à disposition d'un local, le gardiennage des véhicules et des embarcations, l'approvisionnement en gazole de la vedette, la mise à disposition de plongeurs pour l'installation et le relevage du marégraphe et l'investigation des obstructions.



### 3.9.2. *La localisation*

Le positionnement de l'embarcation de sonde était assuré par un réseau de radiolocalisation Trident mis en place par la Mission et la précision obtenue fut partout meilleure que 6 mètres. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. L'acquisition des données à bord de la vedette par le système automatique embarqué a été effectuée de façon satisfaisante.

### 3.9.3. *La marée*

Un observatoire a été placé sur l'un des appontements de l'École de Manœuvre. L'ensemble de l'établissement comportait une échelle de marée, un marégraphe à flotteur et un marégraphe immergé. Le marégraphe à flotteur n'ayant pas toujours correctement fonctionné, c'est la marée enregistrée par le marégraphe immergé, corrigée par concordance, qui a été retenue pour effectuer la réduction des sondes. Le niveau de réduction a été déterminé par concordance avec l'observatoire de Brest-Penfeld.

### 3.9.4. *La bathymétrie*

Le levé régulier, rédigé à l'échelle 1 : 5 000, a été effectué selon des profils rectilignes espacés de 50 mètres et perpendiculaires à la côte. La rade de mouillage des petites embarcations de l'École navale a été sondée selon des profils radioguidés.

### 3.9.5. *Les épaves et les obstructions*

L'ensemble de la zone a été couverte également au sondeur latéral sur des profils espacés de 90 mètres. Des recherches ont été effectuées sur tous les indices de relevé de fond. De nombreux échos parasites étaient liés, après vérifications par plongeurs, à la présence d'herbiers. Deux obstructions ont été positionnées et cotées.

### 3.9.6. *Les courants*

Une observation de courants a été effectuée, au profit de l'École de Manœuvre, près d'un ponton utilisé pour l'entraînement des élèves.

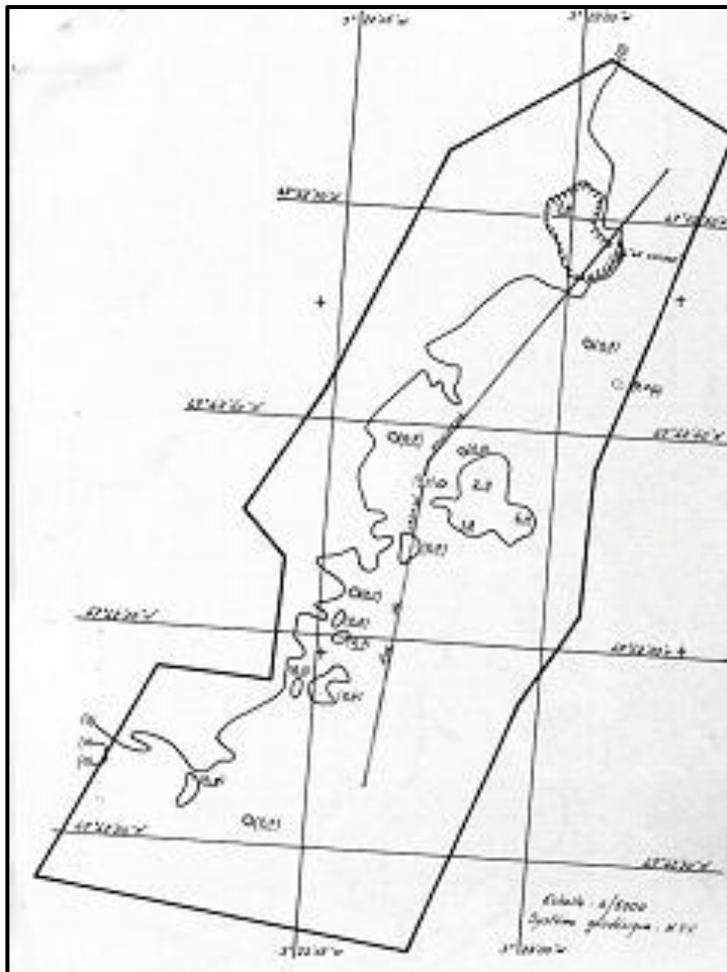
### 3.9.7. *La conclusion*

Au vu des résultats bathymétriques, 7 points de mouillage ont été déterminés en collaboration avec le Directeur de l'École de Manœuvre. Un alignement définissait le premier lieu commun à l'ensemble des points. Sur l'ensemble de la zone sondée, on constatait la pérennité des principales structures morphologiques. Les hauts-fonds, tout comme le profond sillon qui traverse la zone selon un axe nord-ouest/sud-est, ont conservé la même position. Seule la fosse, inexistante en 1936, correspond vraisemblablement à une zone draguée.

## 3.10. Levé d'un chenal d'accès secondaire à Lorient

### 3.10.1. *Généralités*

Suite aux conclusions de la Grande commission nautique locale, la Mission a effectué, en 1986, un levé dans le chenal de Lorient afin d'y définir un chenal secondaire. Des mesures de courant,



au large de Lorient, ont complété la demande de levé.

Pendant la durée des travaux, la Mission a bénéficié du soutien de la Direction du port. Ce soutien s'est manifesté par la mise à disposition de plongeurs pour la mise en place et l'enlèvement d'un marégraphe, par la prise en subsistance du personnel, la préparation et le mouillage de bouées, la mise en place et la surveillance des courantomètres, le stockage des matériels.

### 3.10.2. *La localisation*

Le positionnement de l'embarcation de sonde était assuré par un réseau de trois stations optiques armées par la Mission et la précision obtenue fut partout de l'ordre du mètre. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

L'acquisition des données à bord de la vedette par le système automatique embarqué a été effectuée de façon satisfaisante.

### 3.10.3. *La marée*

Un observatoire à flotteur a été placé à l'extrémité de la jetée du port de pêche, sur un emplacement précédemment utilisé par la MHA. Un nouveau repère de nivellement a été scellé dans un pilier à proximité de l'observatoire.

### 3.10.4. *La bathymétrie*

Les sondages ont été effectués sur des profils dont l'espacement était inférieur à 20 mètres. Des profils intercalaires ont été sondés sur les zones de fonds rocheux où des profondeurs moindres que celles attendues étaient enregistrées. De nombreuses roches découvrantes ont été cotées à la perche, par marée basse, pour délimiter le contour des plateaux. Cette cotation couvre les roches de Toulhars, le plateau de la Jument, la roche Le Pot et le plateau Le Cochon.

### 3.10.5. *Les épaves et les obstructions*

L'épave signalée dans le sud-est de la roche Le Pot a été confirmée. Au sud, et légèrement extérieur à la zone, le haut-fond de l'Écrevisse a fait l'objet d'une recherche. Sa position a été précisée sur la minute de bathymétrie établie à l'issue du levé. Les roches isolées ont été situées et cotées.

### 3.10.6. *Les courants*

Dans le cadre de l'étude menée par l'EPSHOM au profit du bassin des carènes de la Direction des Constructions Navales, la MHA a enregistré des mesures de courant d'une durée de cinquante heures, aux abords de l'île de Groix, sur 6 positions, 3 au nord et 3 au nord-est.

### 3.10.7. *La conclusion : le chenal secondaire*

À partir des indications communiquées par le Directeur départemental de l'équipement de Lorient, des profils traversiers de vérification ont été sondés sur l'axe du chenal envisagé par la Grande commission nautique locale. Dans la partie sud, 3 profils distants de 45 mètres ont été ajoutés. Au nord, un profil, passant entre la tourelle et la balise Le Cochon, complète le levé. Le sondeur latéral a été mis en œuvre sur ces profils.

Le chenal proposé présente un seuil rocheux découvrant à 0,9 mètre sur le plateau Le Cochon. La largeur du chenal, à cet endroit, est limitée à 50 mètres. Le chenal envisagé contourne ensuite, côté terre, le plateau de la Jument et rejoint le chenal principal sur un axe orienté à 187° à l'est des roches de Toulhars.

#### 4. LES TRAVAUX OCEANIQUES

##### 4.1. La campagne océanographique « Ondine 85 »

###### 4.1.1. Généralités

La campagne océanographique « Ondine 85 », à laquelle a participé la Mission, avait pour objet la collecte de données météo-océanographiques nécessaires aux études ci-après :

- évolution de la couche limite océanique ;
- suivi des ondes internes engendrées par l'effet de la marée sur le talus continental ;
- propagation de l'onde de marée sur le plateau continental ;
- relations entre les eaux du plateau continental et les eaux océaniques ;
- évolution de la thermocline saisonnière sur le talus du plateau continental.

La direction technique de la campagne était assurée par le directeur de la MHA en coordination avec le responsable scientifique de l'EPSHOM. Les six sorties à la mer effectuées en 1985 par le BH1 de la Mission se sont déroulées sans évènement notable sur le plan de la navigation et dans des conditions météorologiques favorables (voir planche page suivante).

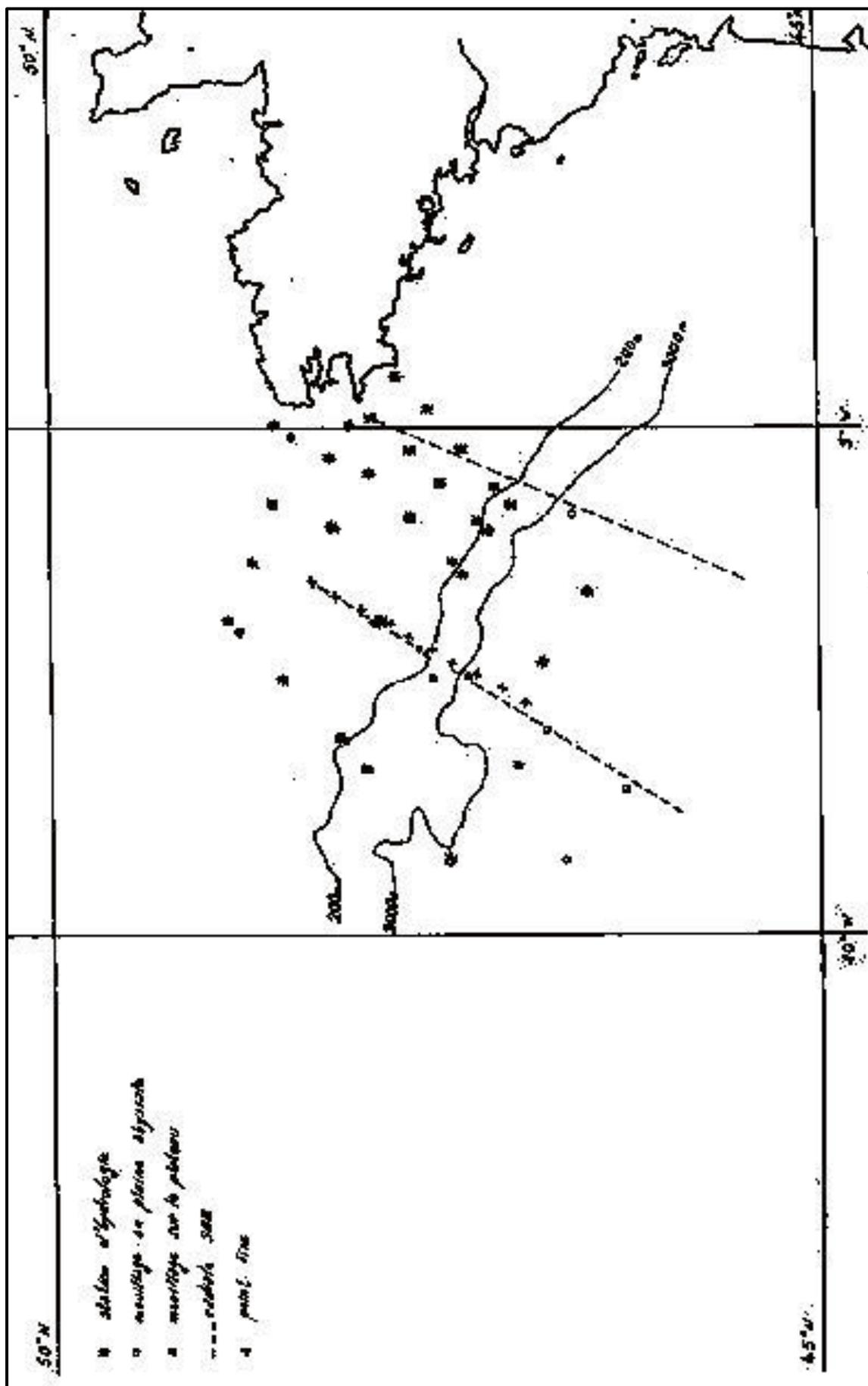
###### 4.1.2. Les travaux effectués

En accord avec le responsable scientifique de la campagne, la MHA s'est vu confier :

- la reconnaissance bathymétrique sur trois des sites de mouillage abyssaux ;
- les stations d'hydrologie, avec mesure de paramètres et collecte d'échantillons pour le dosage de la salinité, l'oxygène, la chlorophylle, les sels nutritifs, l'ammoniaque avec trait vertical de filet à plancton ;
- les radiales de tirs de sondes « Sippican » ;
- les prises d'échantillons pour le dosage des métaux traces ;
- le contrôle des mouillages ;
- l'enregistrement des données météorologiques ;
- l'enregistrement des données de « vérité mer » lors des vols SAR et ART ;
- l'enregistrement des données de radiolocalisation du récepteur « Omega » ;
- le relevage des appareils en fin de campagne.

Les différentes tâches étaient réparties comme suit entre les différentes équipes embarquées.

La MHA assurait le suivi et l'enregistrement des données de localisation, la réalisation des stations d'hydrologie, la lecture des thermomètres, le prélèvement des échantillons de salinité et la rédaction des documents. Le personnel radio du bord, assisté des techniciens de la section océanographie de l'EPSHOM, avait en charge la réalisation des tirs Sippican. Les prélèvements de métaux traces étaient de la responsabilité du personnel du laboratoire de chimie de l'EPSHOM. Le personnel du laboratoire de chimie de l'Université de Bretagne Occidentale (LOCUBO) avait en charge le prélèvement d'échantillons nécessaires au dosage de l'oxygène, des sels nutritifs, de la chlorophylle et de l'ammoniaque. Le personnel du laboratoire de biologie de l'Université de Bretagne Occidentale (LOBUBO) avait la responsabilité des traits de filet à plancton et de leur exploitation. Il était également en charge des mesures en continu de la température de surface de l'eau de mer et de la mesure de la teneur en chlorophylle. Un officier marinier météorologiste était spécialement responsable de la mise en œuvre et du contrôle de la station météorologique automatique de type JOD et de la rédaction des messages SHIP.



#### 4.1.3. *Les matériels embarqués*

Pour la campagne Ondine 85 les matériels embarqués avaient diverses origines :

- en provenance du LOBUBO :
  - un thermomètre numérique ;
  - un fluorimètre ;
  - un filet à plancton, monture simple ;
  - un filet à plancton, monture triple ;
  - une rampe de filtration ;
  - un congélateur portable ;
  - une loupe binoculaire ;
  - le flaconnage nécessaire ;
- en provenance du LOCUBO :
  - un analyseur technicon ;
  - un poste d'analyse de l'oxygène ;
  - huit bouteilles de prélèvements et leurs supports ;
  - douze messagers ;
- en provenance de l'EPSHOM :
  - une centrale météorologique JOD avec capteurs ;
  - vingt bouteilles de prélèvements et leurs rechanges ;
  - vingt messagers ;
  - trente thermomètres protégés ;
  - quinze thermomètres non protégés ;
  - un récepteur de radionavigation Omega et son aérien ;
  - le flaconnage nécessaire ;
- en provenance de la Mission :
  - un système de commande de largueurs acoustiques pour grands fonds ;
  - un système de commande de largueurs acoustiques pour fonds moyens ;
  - les récepteurs de radionavigation Omega, Sylédis, Toran, Rana, Transit ;
  - un ensemble d'acquisition des données de localisation ;
  - un sondeur pour grands fonds ;
  - un ensemble de traitement et d'archivage des données ;
  - un enregistreur analogique à trois voies ;
- en provenance de Marine Brest :
  - un lanceur de sondes bathythermiques Sippican.

#### 4.1.4. *Adaptation des matériels à bord*

L'installation du thermomètre numérique et du fluorimètre a nécessité quelques travaux d'adaptation. La thermistance du thermomètre était maintenue immergée à quatre mètres par un va-et-vient dont une extrémité était capelée sur la quille de roulis du bâtiment. Un fourreau protecteur, entourant le câble électrique, supportait les efforts de tension. Le fluorimètre était alimenté en eau de mer à partir d'un piquage sur le circuit d'alimentation de la climatisation. Les enregistreurs étaient installés au PC Hydro avec les matériels de radiolocalisation et les calculateurs. Les autres ensembles étaient répartis entre le local humide et la salle de dessin.

#### 4.1.5. **Les travaux réalisés**

##### 4.1.5.1. Météorologie, bathythermie

À l'issue de chaque sortie à la mer, les relevés météorologiques et bathythermiques ont été adressés à l'EPSHOM pour exploitation.

##### 4.1.5.2. Hydrologie

Le dépouillement des données thermométriques était effectué à bord. À l'issue de la campagne, les documents adressés à l'EPSHOM comportaient 30 cahiers de travaux, 30 cahiers de mesures physiques, 23 cahiers de mesures chimiques. Ces trois types de cahiers couvraient 137 stations d'hydrologie en transit et 226 stations d'hydrologie au point fixe. Les cahiers étaient accompagnés de 137 caisses d'échantillons d'eau de mer.

##### 4.1.5.3. Les métaux traces

41 prélèvements de métaux traces ont été réalisés par le personnel du laboratoire de chimie de l'EPSHOM.

##### 4.1.5.4. Les vols SAR et ART

Les documents rassemblés à l'issue des vols SAR et ART comportaient, pour la durée des vols, les positions, dans le réseau Omega, du bâtiment, un enregistrement en continu de la sonde, un tracé de bathymétrie, une identification des tirs Sippican avec indication de la salinité, une copie de l'enregistrement en continu de la température de surface et une liste des positions du bâtiment dans le réseau Transit.

##### 4.1.5.5. Les prélèvements et mesures chimiques

Les laboratoires de l'UBO avaient la charge des prélèvements et mesures de chimie et biologie. Les dosages de l'oxygène furent effectués à bord en temps quasi réel, Outre les enregistrements en continu de la température de l'eau et de la teneur en chlorophylle, 269 traits de filet triple et 7 traits de filet simple ont procuré 264 échantillons pour détermination de la biomasse, 164 échantillons pour analyse de la bioluminescence, 266 piluliers pour comptage et 7 piluliers pour collections.

##### 4.1.5.6. La bathysonde Sippican

Au total, 606 tirs de bathysonde Sippican ont été réussis et les enregistrements transmis à l'EPSHOM.

#### 4.1.6. **La conclusion**

La quantité de données recueillies témoigne de la réussite de cette campagne au cours de laquelle l'ambiance générale à bord fut excellente et les personnels civils y étaient bien intégrés.

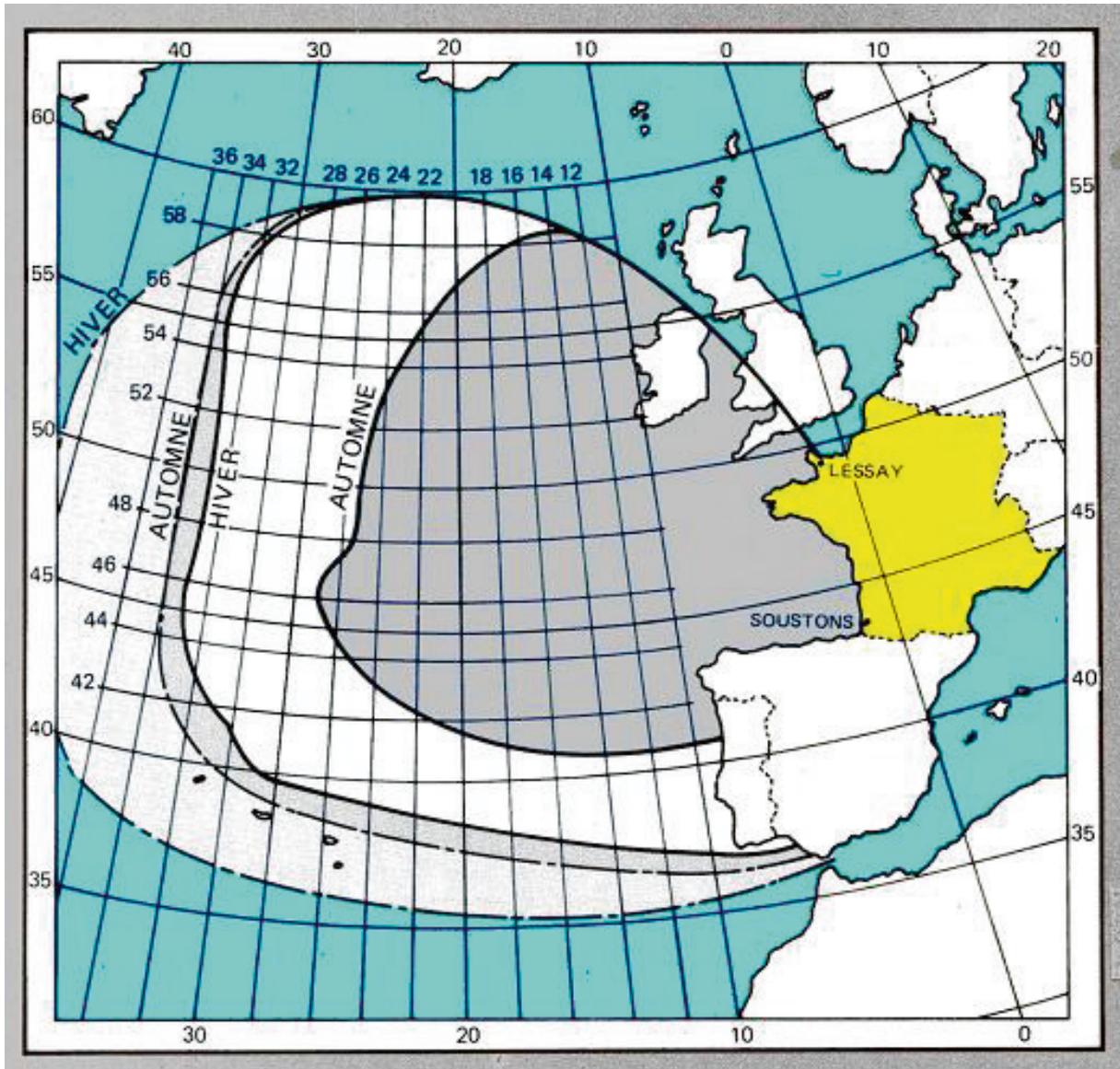
#### 4.2. **L'évaluation du système National de Radionavigation (SNR)**

##### 4.2.1. **Généralités**

Au cours de trois sorties à la mer en juillet 1985, juin 1986 et juin-juillet 1987, la Mission a effectué la calibration et l'évaluation du Système national de radionavigation (SNR) Loran C. Les dispositions générales de la campagne et les modalités de calibration ont été définies lors de réunions entre la MHA, l'Établissement principal du SHOM (EPSHOM), et la Direction des constructions et ames navales (DCAN).

#### 4.2.2. *Les dispositions générales*

Le principe des mesures retenu était la détermination des limites de portée du système en Atlantique nord et l'évaluation de la précision du réseau dans le nord de la zone où la réception était de bonne qualité.

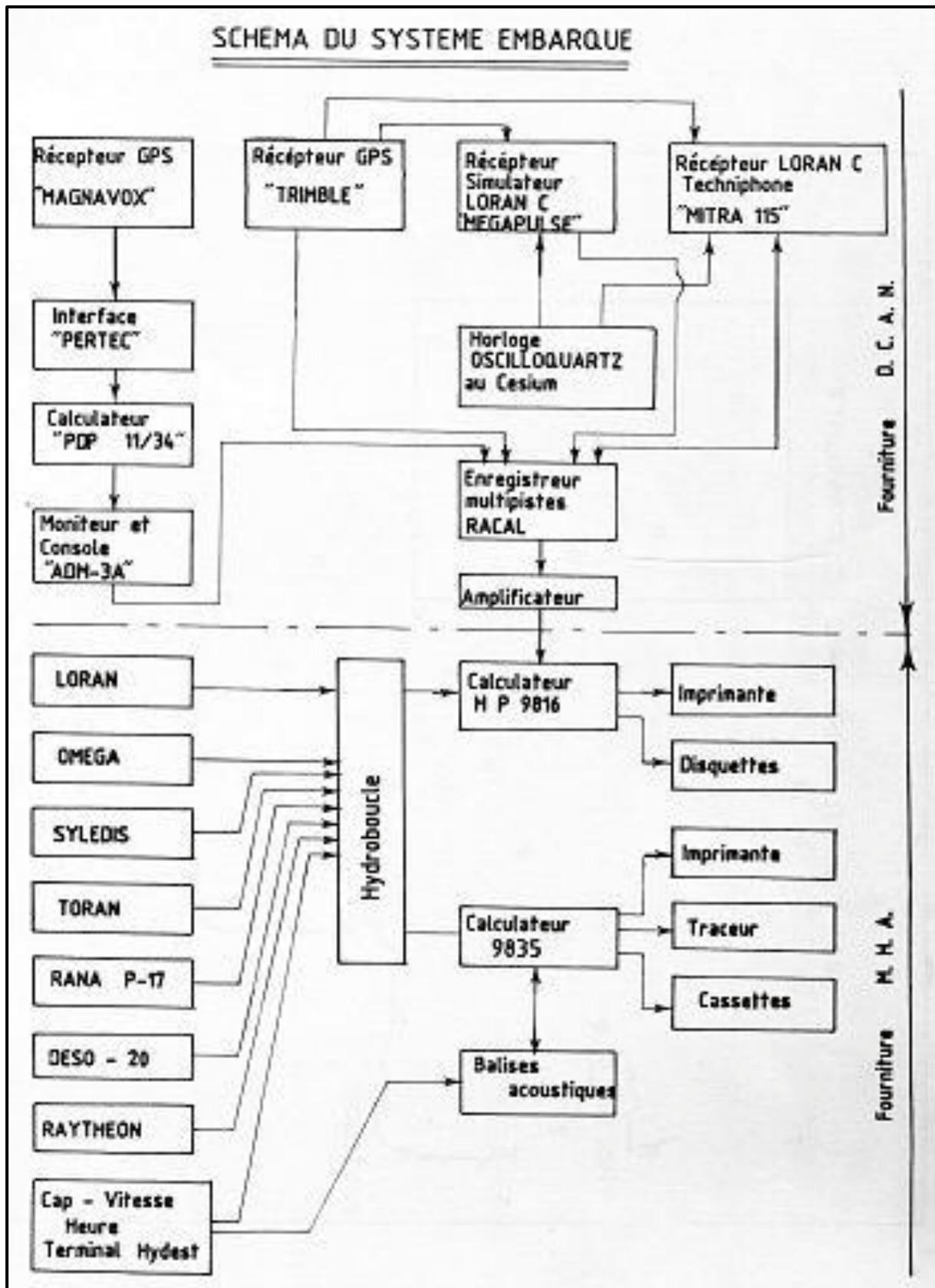


#### 4.2.3. *Les méthodes*

Les méthodes employées, de même que les moyens mis en service, ont été globalement identiques au cours des campagnes successives. La position de référence était fournie par le système de navigation par satellite Global Positioning System (GPS). Ce système était alors en version probatoire et la configuration des satellites était incomplète. Seuls deux ou trois créneaux journaliers de quelques heures permettaient un positionnement précis. Le système SNR Loran C fonctionnait en mode circulaire. Le bâtiment de la MHA disposait d'une horloge au césium de haute précision. Le décalage de cette horloge par rapport au temps de référence du système ou Temps à Brest (TAB), était déterminé, dans chaque créneau disponible, par mesure simultanée à Brest et à bord. La mesure à bord était réalisée bâtiment stoppé.

4.2.4. *Les matériels*

Le système embarqué lors de la 1ère campagne de calibration peut être représenté par le schéma ci-dessous. Ce système, valable dans son principe, fut allégé pour les campagnes suivantes.



Lors de la campagne de 1987, et pour s'affranchir des problèmes de calibration rencontrés lors des essais à quai, une station d'étalonnage a été réalisée en mer, au large d'Ouessant, avec des trajets presque entièrement maritimes. Par la suite, chaque station d'étalonnage a été mise à profit pour calculer les biais du réseau Loran sur la zone de travail. Ces biais correspondaient à la valeur à ajouter aux temps de propagation des ondes (TOT) pour que le point Loran, calculé avec une célérité instrumentale  $c = 299\,792,458$  km/s, se rapproche du point enregistré par le système GPS. Le renouvellement périodique de ces biais a permis d'utiliser le système SNR comme moyen de positionnement pour les travaux hydrographiques lorsque la configuration du réseau de satellites du GPS était défavorable. Au total, 28 stations d'étalonnage ont été effectuées avant l'escale du bâtiment à Setubal et 29 de Setubal à Brest via Le Ferrol.

Chaque composant matériel a fait l'objet de rapports d'études adressés à l'EPSHOM et à la DCAN Brest :

- campagne de 1985, rapport d'études n° 689 EPSHOM E/GG/NP du 18 novembre 1985 établi par l'ingénieur de l'armement Le Gouic ;
- campagne de 1986, rapport particulier n° 199 MHA du 28 juillet 1986 établi par l'ingénieur de l'armement Le Glas ;
- campagne de 1987, rapport particulier n° 257 MHA du 1<sup>er</sup> octobre 1987 établi par l'ingénieur des études et techniques d'armement Guillam.

#### 4.2.5. **La conclusion**

Dans l'hypothèse d'une nouvelle campagne d'évaluation du système SNR Loran C par la MHA, la configuration utilisée pourra être reconduite dans son ensemble. Cependant, devraient être prises en compte la mise à disposition d'une documentation technique à jour et, avant l'appareillage, la mise à disposition d'un lot de rechanges opérationnels.

### 4.3. **Reconnaisances bathymétriques en Atlantique nord**

#### 4.3.1. **Généralités**

Les campagnes de reconnaissances bathymétriques en Atlantique nord ont été menées, au cours de l'année 1987, par la Mission Hydrographique de l'Atlantique en parallèle de la campagne d'étalonnage du Système National de Radiolocalisation. L'ensemble des travaux bathymétriques a été conduit dans la plaine abyssale ibérique entre la Ride de Tore, Madère et la Ride Açores, Biscaye. Les conditions météorologiques moyennes rencontrées, et la présence d'une houle de secteur nord-ouest dominant, ont éprouvé le personnel et le matériel.

#### 4.3.2. **La localisation et l'acquisition des données**

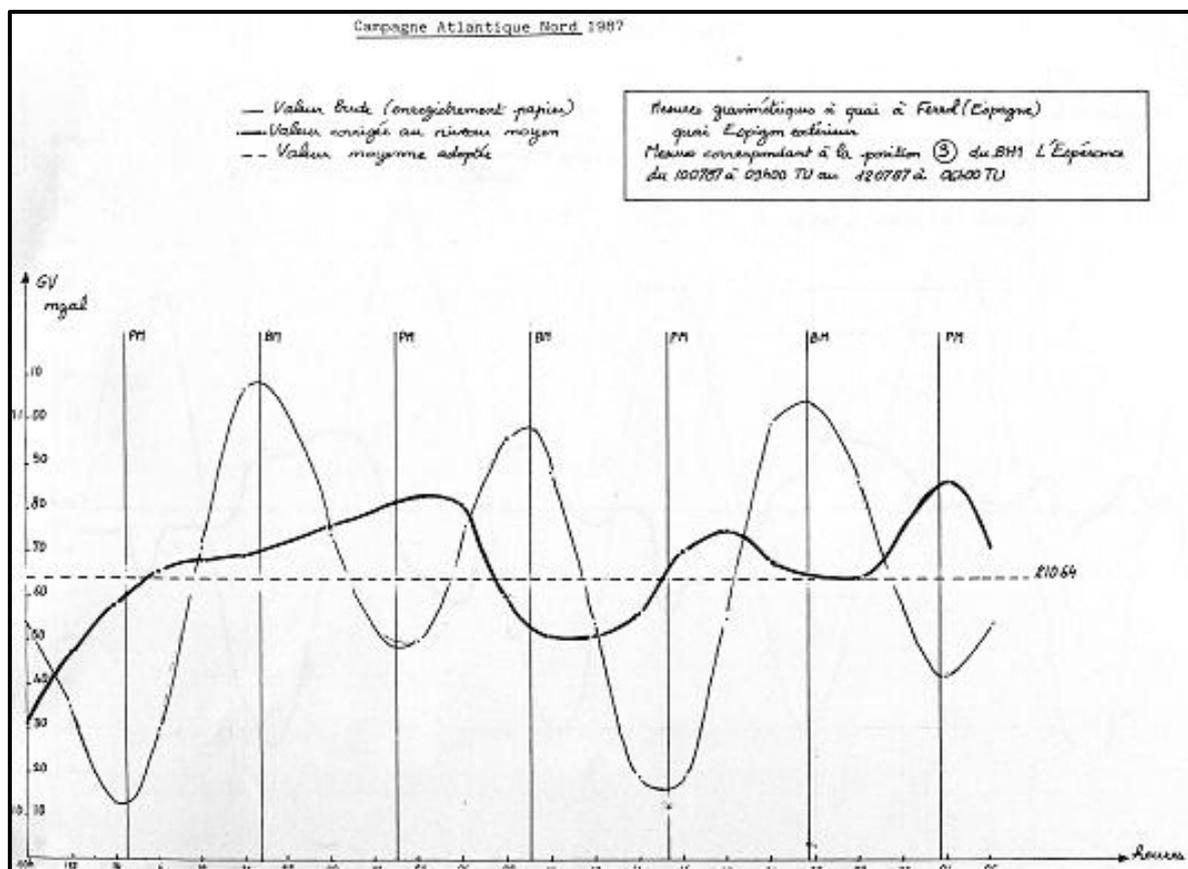
Le système SNR Loran C, système circulaire passif fonctionnant avec les émetteurs de Lessay (Cotentin) et Soustons (Landes), a constitué le moyen de localisation privilégié. Malgré des distances importantes entre les émetteurs et le bâtiment, la réception diurne des signaux fut excellente. Le suivi des profils a été stable et les écarts, sur profils SNR de jour, n'excèdent 20 mètres que rarement. La localisation finale est celle fournie en WGS 72 par le récepteur Loran C, convertie en temps réel dans le système géodésique européen compensé (Europe 50). De nuit, la précision du point et la stabilité du système étaient médiocres. Les fluctuations des signaux étaient importantes, et les sauts de phase, multiples de 10 $\mu$ s, étaient parfois masqués par les décrochages du signal. Toutefois, à partir d'une position approchée issue d'un autre moyen, un opérateur attentif pouvait appréhender ces sauts de phase et prolonger l'utilisation du SNR. La pauvreté, à l'époque, de la constellation de satellites Navstar n'a pas permis une utilisation efficace du système. Les quelques profils menés sous GPS ont donné un suivi de profils excellent et une bonne répétabilité. Ces qualités ont été appréciées lors des phases de mouillage et de

relevage du champ de balises acoustiques. Utilisé la plupart du temps en mode différentiel sur la station de Lagos (Portugal), le récepteur Omega a fonctionné en permanence. Les positions fournies ont été utilisées épisodiquement lorsque le SNR Loran C décrochait. Dans la zone de travail, le bâtiment était hors de portée des signaux SNR Loran C, mais les chaînes Loran de Norvège et d'Islande étaient reçues. Ce récepteur n'a été utilisé qu'à titre de contrôle de fonctionnement lors des transits.

Cinq balises acoustiques ont été mouillées à deux reprises au cours de la campagne. Ces balises ont bien fonctionné pendant les sondages et les données de position issues des autres systèmes ont été acquises simultanément sur le même ordinateur. Durant toute la campagne, il a fallu concilier travaux bathymétriques et émissions radio car, sur une puissance de 400 W, celles-ci entraînaient soit l'absence totale de fond soit, au contraire, un noircissement exagéré du papier enregistreur des sondeurs. Il est apparu que toutes les fréquences de la gamme 6 à 16 MHz étaient perturbées.

#### 4.3.3. La gravimétrie

Le gravimètre marin KSS 30 a été installé à bord du BH1 de la MHA en janvier 1987. La mission du bâtiment dans le pas de Calais avait permis de vérifier son fonctionnement et de former le personnel. Dans l'arsenal de Brest, la station gravimétrique, située face au poste M, a été déterminée à l'aide du gravimètre terrestre Worden par rattachement à la borne du port de commerce dans le réseau IGSN 71. Les risques d'erreur, par l'utilisation de points antérieurs connus dans d'autres systèmes, ont ainsi été éliminés. Une mesure de rattachement a été effectuée à Setubal (Espagne). La fermeture des mesures a été effectuée, lors du retour à Brest, au poste M. Les dérives observées ont été faibles, de 1 mgal entre Brest et Setubal sur 15 jours et de 0 mgal entre Setubal et Brest sur 17 jours. La valeur de référence de Setubal, obtenue auprès de l'Institut Géographique de Lisbonne, était de 980 059,2 mgals. Un exemple des mesures gravimétriques effectuées à Ferrol est donné ci-après.



Malgré des conditions de mer parfois difficiles, le fonctionnement du gravimètre fut excellent. Un seul blocage s'est produit en deux mois. Les données enregistrées ont été exploitées et ont fait l'objet de minutes d'écriture rédigées dans le système IGSN 71. L'anomalie à l'air libre a été déduite de la pesanteur normale et calculée par la formule de Somigliana.

#### 4.3.4. *L'hydrologie*

Des mesures d'hydrologie et, en particulier, des mesures bathythermiques, ont été effectuées au cours des lancers de sondes Sippican.

#### 4.3.5. *Conclusions*

Après une période délicate de mise en œuvre des stations d'acquisition, l'ensemble informatique embarqué a eu un fonctionnement satisfaisant. La dérive de l'heure et le mauvais fonctionnement de l'acquisition du point Transit, ont été les seuls problèmes rencontrés. Un échange standard et le retrait du réseau de la boucle d'acquisition de ce point ont permis de s'affranchir des problèmes. Un programme d'acquisition des données de tous capteurs, aisément adaptable, a été conçu par la Mission lors de ces travaux.

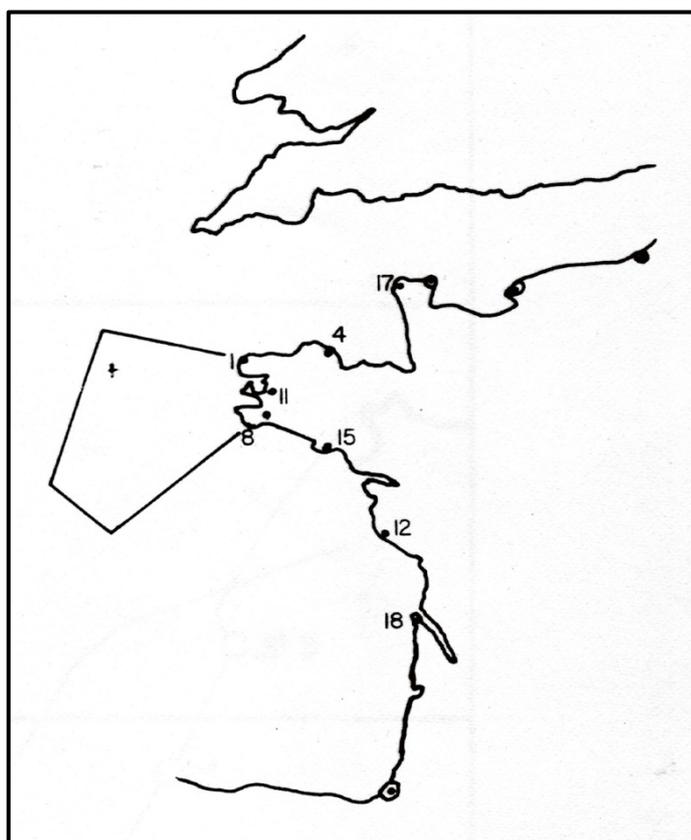
### 4.4. **Évaluation du système de radiolocalisation RANA**

#### 4.4.1. *Généralités*

Lors de la campagne océanographique Ondine 85, au cours du second semestre de l'année 1985, la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA) a enregistré systématiquement les paramètres de localisation du système RANA P 17, paramètres calculés par le récepteur CK03. Le point calculé par le récepteur Sylédis, dont la précision varie de 10 à 200 mètres en fonction de la distance à la côte, a servi de référence pour cette évaluation.

#### 4.4.2. *La zone d'évaluation*

La zone d'évaluation s'étendait à l'ouest de la chaussée de l'île de Sein sur un polygone limité de 4° ouest à 8° ouest et de 46°36' nord à 48°50' nord. La zone d'évaluation et les aériens des stations RANA sont présentés ci-après.



N° des stations •	Situation
17	LA HAGUE
4	TREGUIER
1	PLOUDALMEZEAU
11	PONT DE BUIS
8	QUIMPER
15	CARNAC
12	OLONNE SUR MER
18	LE VERDON
⊙	STATIONS en PROJET

Les routes suivies par le bâtiment sur la zone d'évaluation sont des radiales qui convergent vers la pointe du Toulinguet. En complément à ces observations en route, 7 stations

d'observations au point fixe ont été enregistrées, dont les trois premières en limite de portée nocturne. L'écart entre la position indiquée par le récepteur et celle enregistrée par le récepteur Sylédis a été porté en fonction de la distance du bâtiment au point de convergence des radiales.

#### 4.4.3. **La conclusion**

La portée diurne est supérieure à 300 kilomètres tandis que la portée nocturne, dans des conditions favorables de propagation, se situe entre 200 et 240 kilomètres. Sur la zone d'évaluation, la précision se dilue en fonction de la distance à la côte pour atteindre 1 000 mètres à 130 kilomètres. Les fluctuations autour de la valeur moyenne varient également en fonction de la distance à la côte et avoisinent 3 000 mètres en limite de portée nocturne. Les interruptions de fonctionnement ont été notées tout au long de l'année 1985 : le système a subi 58 pannes mais le délai de remise en route, de 9 heures en moyenne, a assuré une bonne disponibilité du réseau.

### 4.5. **Les sondages en transit**

#### 4.5.1. **La campagne de la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA)**

##### 4.5.1.1. Généralités

Au cours de ses travaux d'évaluation du Système National de Radionavigation, la MHA a enregistré en 1985, 1986 et 1987, la sonde mesurée par le sondeur pour grands fonds.

##### 4.5.1.2. La bathymétrie

Le sondeur utilisé lors des transits du bâtiment était un sondeur de type Raytheon pour grands fonds, équipé d'un corrélateur et d'un numériseur. La célérité fixe de l'appareil était de 1 500 mètres par seconde. Les sondes enregistrées sont acoustiques. Aucune correction de célérité ne leur a été appliquée. Au cours de la troisième campagne, et après avoir pris contact avec la section Géodésie-Géophysique de l'EPSHOM, quelques sondes ont été vérifiées.

##### 4.5.1.3. Les documents établis

Les documents bathymétriques ont été rédigés selon les coupures GEBCO classiques. 9 minutes ont été adressées au SHOM.

#### 4.5.2. **La campagne de la Jeanne d'Arc**

##### 4.5.2.1. Généralités

La MHA a procédé, à la demande de l'EPSHOM, à la rédaction des données bathymétriques enregistrées par le porte-hélicoptère Jeanne d'arc au cours de la campagne 1984-1985 du Groupe école d'application des officiers de marine. Les travaux confiés à la Mission comportaient le contrôle des documents de base et la rédaction des minutes définitives, à l'échelle et selon les coupures des documents GEBCO.

##### 4.5.2.2. La localisation

La localisation du bâtiment était assurée par le système Transit et le système Omega, complétés par la navigation astronomique ou encore, en vue de terre, par la navigation à l'optique. Sur les enregistrements exploitables du sondeur, alors que le bâtiment suivait une route régulière à cap et vitesse constants, les tops horaires des bandes de sonde étaient espacés à peu près d'une heure, avec, au droit de chaque top, les mentions de l'heure et de la position du bâtiment estimée par le système Transit. Ce système a été généralement adopté pour traiter les données de la localisation à l'exception des parcours en vue de terre pour lesquels le point obtenu par les moyens optiques a prévalu.

#### 4.5.2.3. La bathymétrie

Les sondes, enregistrées par le sondeur de type AN/U-QN-4, couvraient les profondeurs de 230 mètres à 9 000 mètres, Elles étaient homogènes avec les sondes des minutes GEBCO établies sur ces mêmes zones. Les documents bathymétriques ont été rédigés également selon les coupures GEBCO. L'exploitation des documents et des bandes de sondes a mis en évidence quelques anomalies. Les anomalies de position ont été rectifiées après lecture du journal de bord. Une interpolation linéaire a permis de ramener certains tops aux heures rondes. Un contrôle systématique a été effectué sur les positions obtenues à partir du recalage de l'estime du système transit. Les portions de route sur lesquelles aucune sonde n'était portée, correspondaient à des périodes d'exercice du bâtiment avec de nombreux changements de cap et de vitesse. La répartition des sondes s'est avérée impossible lors de ces évolutions.

#### 4.5.2.4. Les documents établis

Les documents bathymétriques ont été élaborés selon les coupures GEBCO. 17 minutes ont été rédigées à l'échelle de 1 : 1 000 000 pour la latitude de 46°.

## 5. LES REVUES D'AMERS

### 5.1. Revue d'amers de l'île de Batz à Trégastel (Manche)

#### 5.1.1. Généralités

Après la reconnaissance maritime, les travaux de terrain, entre l'île de Batz et Trégastel, ont été menés en septembre 1985 par un détachement de la. Au total, 422 sites ont été reconnus.

#### 5.1.2. Déroulement des travaux

De nombreuses fiches d'amer, établies précédemment, ont été complétées de la hauteur au-dessus du sol et de l'altitude. Les informations concernant le balisage ont été empruntées au document Établissements de la signalisation maritime publié par le Service des phares et balises et de la navigation, document tenu à jour à la section Cartographie de l'EPSHOM. Les amers nouveaux n'ont pas fait l'objet de travaux spécifiques de géodésie. Leurs coordonnées ont été extraites du carnet de géodésie de l'Institut Géographique National (IGN) ou déterminées à partir de documents graphiques comme les minutes de photogrammétrie élaborées par l'EPSHOM ou, à défaut, les cartes IGN. Dans ce cas, les établissements ont été classés en ordre 7. Chaque point ou amer répertorié fut illustré par une prise de vue photographique.

Deux rivières ont été parcourues par le détachement en utilisant l'embarcation légère de la Mission. Des renseignements complémentaires sur le balisage de la baie de Morlaix ont été obtenues auprès de l'antenne locale du Service des phares et balises et de la navigation. La liste des sites reconnus par la Mission comportait, pour chaque établissement, un numéro d'ordre interne, le nom du point, la catégorie – amer ancien, amer nouveau, détail topographique, n'est pas un amer, détail détruit – les coordonnées et l'ordre de classement.

Les travaux ont été menés et les coordonnées rectangulaires exprimées, en projection de Lambert zone 1, dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France, les coordonnées géographiques se rapportaient au système géodésique européen compensé (ED 50).

#### 5.1.3. Conclusions

Au total, 336 fiches d'amers ont été établies parmi lesquelles 98 étaient relatives à des établissements supprimés ou disparus.

### 5.2. Revue d'amers de la pointe du Raz au Pouldu (Atlantique)

#### 5.2.1. Généralités

La reconnaissance maritime du littoral de la côte sud de Bretagne, entre la pointe du Raz et le Pouldu, a été effectuée en 1985, lors de deux sorties du BH2. La première a couvert la zone côtière de la pointe du Raz aux îles de Glénan et la seconde, des îles de Glénan au Pouldu. Les travaux de terrain ont été menés par un détachement de la MHA et, au total, 483 sites ont été répertoriés.

#### 5.2.2. Déroulement des travaux

De nombreuses fiches d'amers existants ont été complétées de la hauteur au-dessus du sol et de l'altitude. Les informations concernant le balisage ont été empruntées au document Établissements de la signalisation maritime publié par le Service des phares et balises et de la navigation, document tenu à jour à la section Cartographie de l'EPSHOM. Pour les autres établissements, la hauteur a été obtenue par un angle au cercle et une distance. Les coordonnées des amers nouveaux ont été obtenues soit par angles au cercle sur trois amers, soit

extraites du carnet de géodésie de l'IGN, soit à partir d'un document graphique à l'échelle 1 : 25 000. Les amers nouveaux, positionnés par ces deux dernières méthodes, ont été classés en ordre 7. Les coordonnées des amers dont la fiche est modifiée ou refaite, ont été conservées ou extraites du carnet de géodésie de l'IGN. Chaque point ou amer répertorié a été illustré par une prise de vue photographique. Deux rivières, l'Odet et la rivière de Pont l'Abbé, ont été parcourues en utilisant l'embarcation légère de la Mission. De nombreux espars et rochers blanchis sur les rives de l'Odet ont été positionnés. La liste des sites reconnus par la MHA comportait, pour chaque établissement, un numéro d'ordre interne, l'ordre de l'amer, le type, les coordonnées rectangulaires du point exprimées en projection de Lambert zone 2, dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France, les coordonnées géographiques se rapportaient au système géodésique européen compensé (ED 50), une désignation succincte. Les sites qui, portés sur les cartes marines, ne sont plus des amers ou ont disparu, sont classés en ordre 9.

### 5.2.3. *La toponymie*

La toponymie a été vérifiée et les modifications proposées ont été portées en marge des cartes-index communiquées au SHOM.

### 5.2.4. *La conclusion*

Au total, 373 fiches d'amers ont été établies, complétées par 26 fiches de stations géodésiques.

## 5.3. **Revue d'amers de la pointe du Touquet à Ault (Manche)**

### 5.3.1. *Généralités*

Après la reconnaissance maritime du littoral de la Manche entre le Touquet et Ault, un détachement de la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA) a mené, en 1985, les travaux de reconnaissance sur le terrain.

### 5.3.2. *Déroulement des travaux*

Le bureau de photogrammétrie de l'EPSHOM avait rédigé les minutes de photogrammétrie de la zone à l'échelle 1 : 10 000 et communiqué les compléments de géodésie. Au total, 109 sites ont été recensés. Les fiches des amers déjà répertoriés au SHOM, au nombre de 6, ont été complétées sur place ou avec l'aide du bureau de photogrammétrie. Les coordonnées des amers nouveaux ont été obtenues, soit par angles au cercle sur trois amers, soit extraites du carnet de géodésie de l'IGN, soit à partir d'un document graphique à l'échelle 1 : 25 000, soit, enfin, calculées par le bureau de photogrammétrie.

### 5.3.3. *La conclusion*

Au total, 78 fiches d'amers nouveaux ont été rédigées, 15 sites portés sur les cartes marines de la zone ne doivent plus être considérés comme amers et 15 amers, indiqués également sur les cartes marines, avaient disparu ou avaient été détruits. Chaque nouvel amer a fait l'objet d'une prise de vue photographique.

## 5.4. **Vérification de sites remarquables entre Barfleur et Ouistreham (Manche)**

### 5.4.1. *Généralités*

La zone du littoral français, entre Barfleur et Ouistreham, était couverte par des documents graphiques établis par le bureau de photogrammétrie de l'EPSHOM. Ces minutes avaient été établies lors de la préparation des travaux de topographie couvrant le littoral de la Baie de Seine. Un détachement à terre de la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA) a effectué le contrôle et le classement des sites susceptibles d'être classés comme amers.

#### 5.4.2. *Déroulement des travaux*

Sur l'ensemble des 53 sites vérifiés, 9 d'entre eux ont fait l'objet d'un classement comme amers. Les hauteurs au-dessus du sol ont été obtenues par un angle au cercle et une distance. Les coordonnées sont celles déterminées par le bureau de photogrammétrie. Chaque fiche établie est illustrée par une prise de vue photographique. Sur l'ensemble des sites, 33 d'entre eux ne correspondaient pas à des amers. Néanmoins, les fiches ont été complétées de la hauteur au-dessus du sol ; 10 établissements étaient déjà classés comme amers et répertoriés au SHOM. 5 feuillets photographiques complétèrent ces fiches. Les coordonnées des sites reconnus ont été exprimées en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. La position géographique de chaque point a été calculée dans le système géodésique européen compensé (ED 50), établi sur l'ellipsoïde international de 1924.

## 6. LES CONTROLES D'ÉPAVES ET D'OBSTRUCTIONS

### 6.1. Le contrôle des épaves aux abords du cap Gris-Nez

#### 6.1.1. Généralités

Un contrôle du brassage de trois épaves répertoriées au SHOM et situées aux abords du cap Gris-Nez a été effectué par la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA) en 1985.

#### 6.1.2. La localisation

Les embarcations étaient positionnées par une chaîne de radiolocalisation Trident mise en place lors des travaux effectués par la Mission devant Calais. Cette chaîne fut complétée par une balise supplémentaire installée à Wissant. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

#### 6.1.3. La marée

Les sondes ont été réduites de la marée calculée par le modèle de marée de la Mer du Nord en usage à l'EPSHOM. Un point de calage du modèle fut obtenu en observant, pendant la durée des travaux, la marée à l'observatoire permanent de Calais.

#### 6.1.4. La bathymétrie

Des trois épaves recherchées, seule celle du cargo *Abbeville* fut retrouvée et explorée au sondeur vertical sur des profils espacés de 5 mètres au voisinage de la tête. La cote minimale obtenue fut vérifiée et confirmée par plongeur à 10,5 mètres. Les deux autres épaves furent recherchées systématiquement dans un cercle de rayon de un mille centré sur les positions présumées. Ces recherches furent effectuées avec mise en œuvre des sondeurs vertical et latéral selon des profils circulaires, espacés de 100 mètres, centrés sur le phare de Calais.

#### 6.1.5. La conclusion

Les travaux effectués concluaient à la non existence de deux épaves sur les positions indiquées et confirmaient la présence de l'épave du cargo *Abbeville* avec une nouvelle valeur de brassage.

### 6.2. Le contrôle des épaves aux abords de Saint-Nazaire

#### 6.2.1. Généralités

La Mission a effectué en 1985 le contrôle des épaves aux abords de Saint-Nazaire. Ce contrôle faisait suite à une demande de la Commission nautique locale. Six épaves, répertoriées à l'EPSHOM, ont été recherchées. Sur certains sites, la présence de casiers, de filets et autres engins de pêche, a limité les possibilités de recherche.

#### 6.2.2. La localisation

Les embarcations étaient positionnées par une chaîne de radiolocalisation Trident à quatre balises mises en place par la Mission. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. La précision de la localisation était meilleure que 5 mètres.

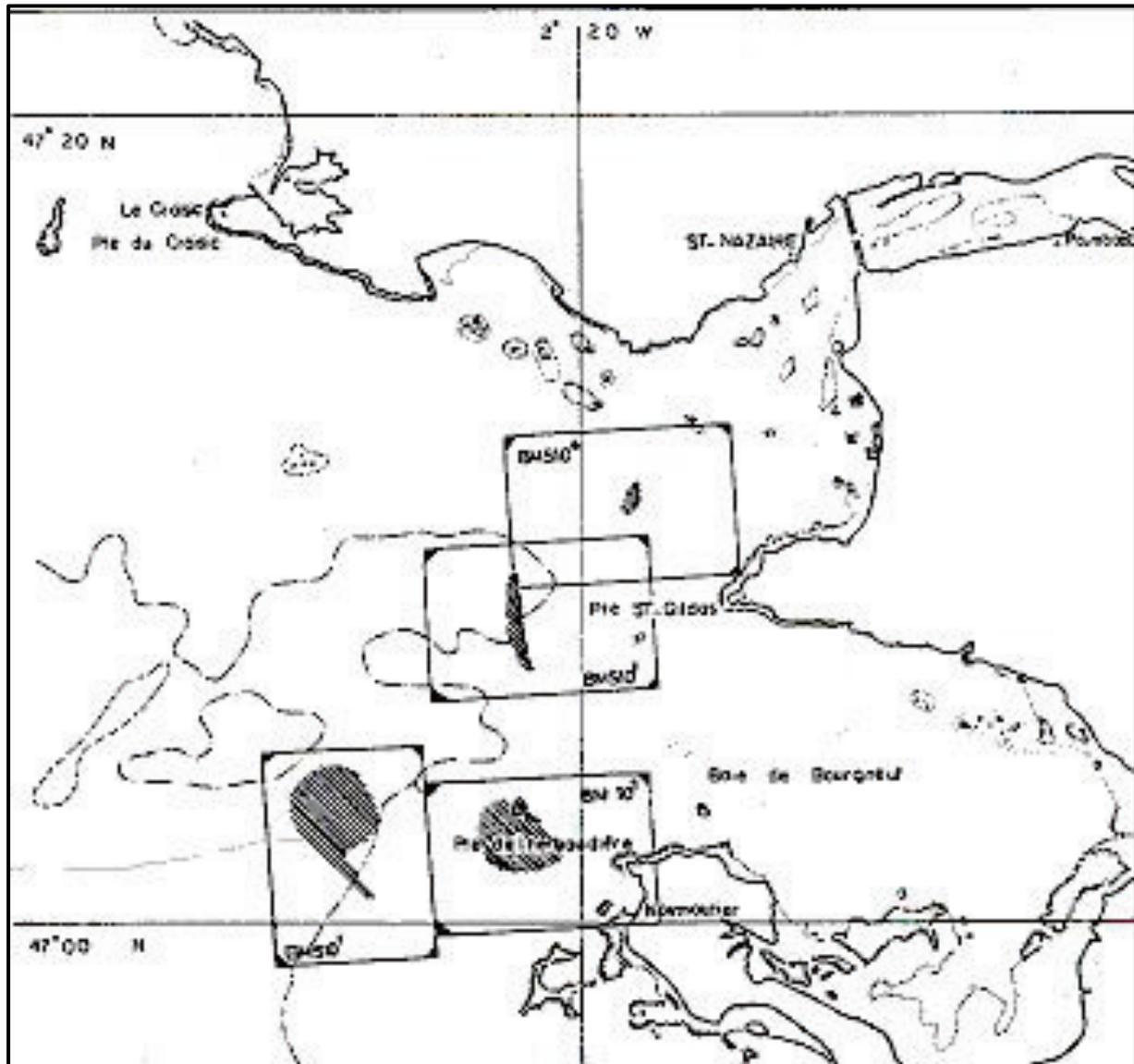
#### 6.2.3. La marée

Les sondes ont été réduites de la marée enregistrée à l'observatoire permanent de la pointe Saint-Gildas. Un marégraphe plongeur a été immergé dans le port de l'Herbaudière. Aucune

différence notable n'a été constatée entre les enregistrements des deux marégraphes lors de leur exploitation.

#### 6.2.4. *La bathymétrie*

Tous les échos détectés au magnétomètre ont fait l'objet d'une recherche au sondeur latéral et au sondeur vertical. Les investigations ont été menées dans le carreau Marsden 145 sur les zones indiquées dans le schéma ci-dessous :



- 72-073 - L'épave du chasseur 107, signalée disparue, a été retrouvée à 150 mètres de la position présumée ;
- 72-077 - L'épave du vapeur *Ville de Rochefort* n'a pas été retrouvée au cours de sa recherche menée, au sondeur vertical, sondeur latéral et magnétomètre, sur un cercle de un mille de rayon centré sur la position présumée ;
- 72-078 - Cette épave a été confirmée au magnétomètre par la détection de nombreux débris. L'investigation complète n'a pu être menée en raison de la présence, sur l'épave, de nombreux engins de pêche ;
- 72-089 - Cette obstruction a été retrouvée à 200 mètres de la position présumée ; la hauteur au-dessus du fond, de 0,6 mètre, a été obtenue au sondeur vertical ;

- 72-091 - L'épave du vapeur *Saint Philibert* a été retrouvée et l'écho obtenu au magnétomètre a été recherché au sondeur latéral. Cette épave est presque entièrement enfouie ;
- 72-094 - Cette épave, signalée par le Service Hydrographique britannique en position approximative, a été recherchée sur un cercle de un mille de rayon centré sur cette position. Une épave a été détectée à 1 300 mètres au nord-nord-est de la position présumée. La hauteur au-dessus du fond, obtenue au sondeur vertical, était de 7 mètres.

#### 6.2.5. **La conclusion**

Les travaux effectués concluaient à la non existence de l'épave du vapeur *Ville de Rochefort* sur la position indiquée et confirmaient la présence des cinq autres épaves avec une nouvelle valeur de brassiage.

### 6.3. **La recherche d'une obstruction dans le chenal du Havre**

#### 6.3.1. **Généralités**

Au début de l'année 1986, un détachement de la, en collaboration avec les Services du port autonome du Havre, a effectué une recherche d'obstruction dans le chenal du Havre, obstruction cotée 14,3 mètres.

#### 6.3.2. **La localisation**

Un étalonnage optique du système de radiolocalisation Trident utilisé par le port autonome fut réalisé. La localisation de la vedette du port autonome était assurée par ce réseau. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

#### 6.3.3. **La marée**

Les sondes, enregistrées sur le sondeur type DESO 10 de la vedette, ont été réduites de la marée observée au Havre. Un étalonnage à la barre a permis d'obtenir une célérité instrumentale de 1 475 m/s.

#### 6.3.4. **La bathymétrie**

La zone explorée entièrement au sondeur vertical et au sondeur latéral couvrait un cercle de 100 mètres de rayon autour de la position indiquée. Des profils resserrés à 5 mètres ont été effectués, autour de cette position, au sondeur vertical. Aucune obstruction n'a été décelée sur la zone.

#### 6.3.5. **La conclusion**

Les travaux effectués concluaient à la non existence de l'obstruction à la position indiquée et préconisaient son remplacement par une sonde de 15,1 mètres.

### 6.4. **Le contrôle des épaves à l'entrée du Trieux (Bretagne Nord)**

#### 6.4.1. **Généralités**

Les épaves portées près du mouillage de Coat Mer dans la rivière Le Trieux ont été arasées par les plongeurs-démouilleurs dans le cadre du protocole passé entre la Marine Nationale et la mairie de Lézardrieux. La Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA) a effectué, en 1985, un contrôle du brassiage de ces épaves.

#### 6.4.2. **La localisation**

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. La vedette hydrographique VH8 suivait des profils rectilignes avec radioguidage au théodolite. Les lieux de position traversiers étaient matérialisés par deux stations optiques. L'ensemble de ces stations se référait à un point géodésique placé précédemment par la Mission sur le corps de garde de l'île à Bois.

#### 6.4.3. **La marée**

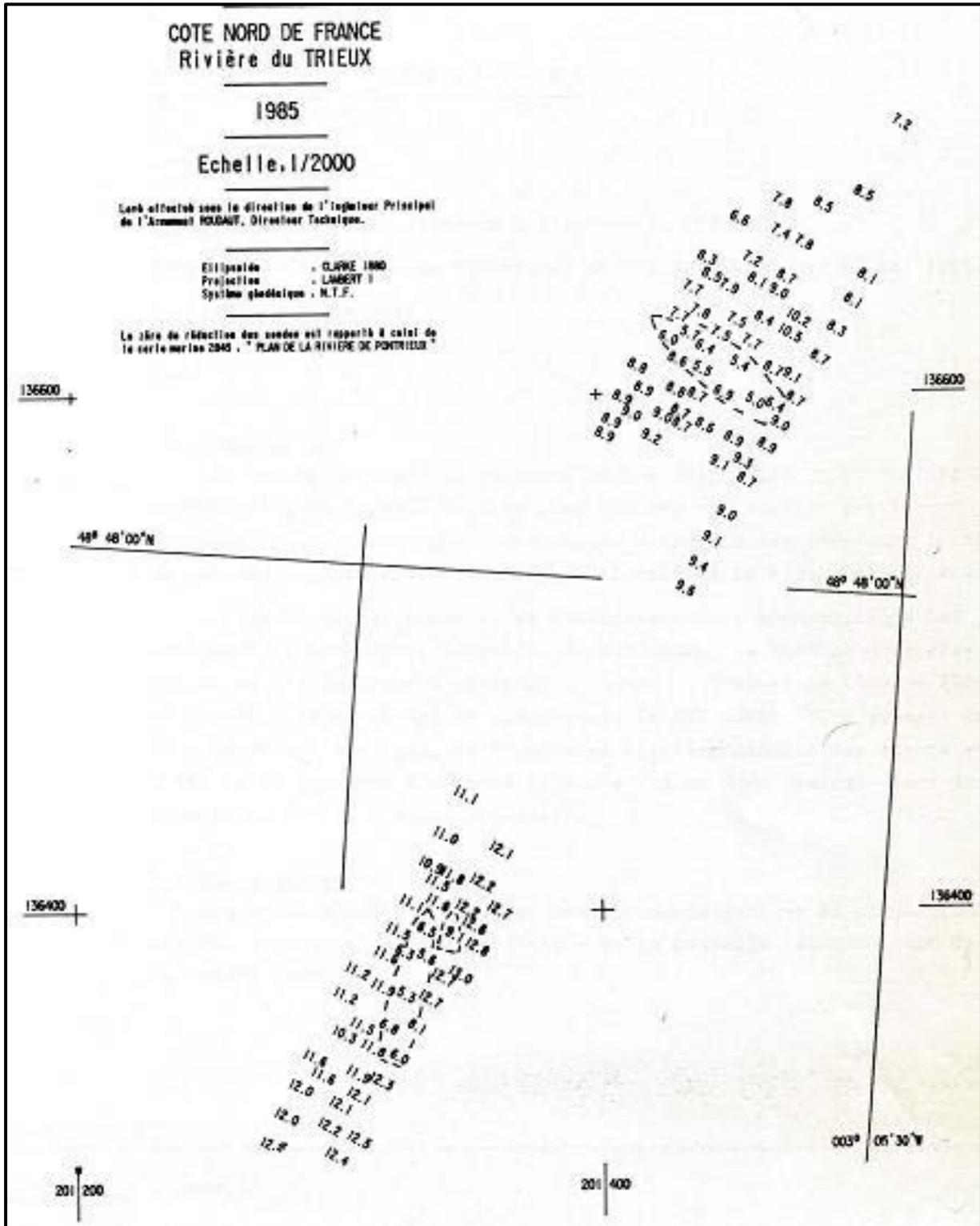
La marée fut observée au moyen d'un marégraphe immergé à l'extrémité de la jetée du Service local des Phares et Balises et de la Navigation. Le niveau de réduction des sondes a été déterminé par concordance avec l'observatoire de Roscoff où l'observation se faisait également par un marégraphe immergé mis en place sous la responsabilité de l'EPSHOM. Des repères de nivellement ont été implantés à Lézardrieux et rattachés au Nivellement Général de la France(NGF). Une étude a été menée, avec la collaboration du bureau Marée de l'EPSHOM, pour déterminer les écarts entre les différents niveaux de réduction utilisés sur Le Trieux. Le zéro85 est basé sur Roscoff, le zéro ancien de la carte marine n° 2845, est basé sur les Héaux de Bréhat. Au vu du résultat des études, le zéro de réduction des sondes du levé de 1985 est situé 45 centimètres sous le zéro des sondes portées sur la carte marine n° 2845 (voir carte page suivante).

#### 6.4.4. **La bathymétrie**

Les sondages ont été effectués selon des profils espacés d'un mètre. Les sondeurs réglés pour une célérité du son de 1500 m/s, étaient étalonnés à la barre aux profondeurs 5, 7 et 10 mètres. Les brassiages obtenus, de 4,6 mètres sur l'épave nord et de 4,9 mètres sur l'épave sud, se référaient au zéro85. Les cotes de roches découvrantes complétaient le levé.

#### 6.4.5. **Le balisage**

Les positions des bouées situées à proximité des épaves ont été déterminées. Des clichés photographiques complétèrent leurs descriptifs.



6.5. La vérification de hauts fonds en Manche est

6.5.1. Généralités

Au début de l'année 1987, la Mission a vérifié la présence de remontées significatives des fonds, au sud-ouest de Bassurelle, en Manche est. Cette vérification faisait suite au signalement, par un bâtiment britannique, de la présence de deux hauts-fonds, à 19 mètres de brassage, détectés dans ces parages.

### 6.5.2. *La localisation*

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Le bâtiment de la Mission suivait des profils rectilignes dans un réseau de quatre balises Trident installées sur les phares du Touquet, d'Albrecht, de Gris-nez et de Berk. Au nord-ouest de la zone sondée, le bâtiment se trouvait en limite de portée du réseau de radiolocalisation et la précision des sondages, dans cette partie du réseau, était de l'ordre de 15 mètres.

### 6.5.3. *La marée*

Les sondes ont été réduites de la marée calculée par le modèle numérique en usage à l'EPSHOM, calé sur la marée enregistrée à l'observatoire permanent de Boulogne.

### 6.5.4. *La bathymétrie*

Les sondages de contrôle ont été menés selon des profils espacés de 300 mètres et resserrés à 50 mètres sur les zones de remontées des fonds. Le sondeur vertical était réglé sur une célérité du son de 1 470 m/s obtenue au bathycélérimètre. L'immersion de la base était obtenue par mesure directe. Le sondeur latéral fut systématiquement utilisé. Des profils complémentaires, espacés de 10 mètres, ont été sondés, orthogonalement aux précédents, pour confirmer les remontées les plus importantes.

### 6.5.5. *La conclusion*

Les remontées de fond observées étaient provoquées par des ridens de sable, en forme de croissant, qui bordaient, au sud, les fonds de 25 mètres. Ces ridens, orientés nord-sud, remontaient de 5 à 10 mètres et leur flanc est était beaucoup plus abrupt que le flanc ouest. Un riden isolé, de plus faible amplitude, a été observé au sud de la zone.

## 6.6. *La recherche de l'épave de La Tyanée (Manche)*

### 6.6.1. *Généralités*

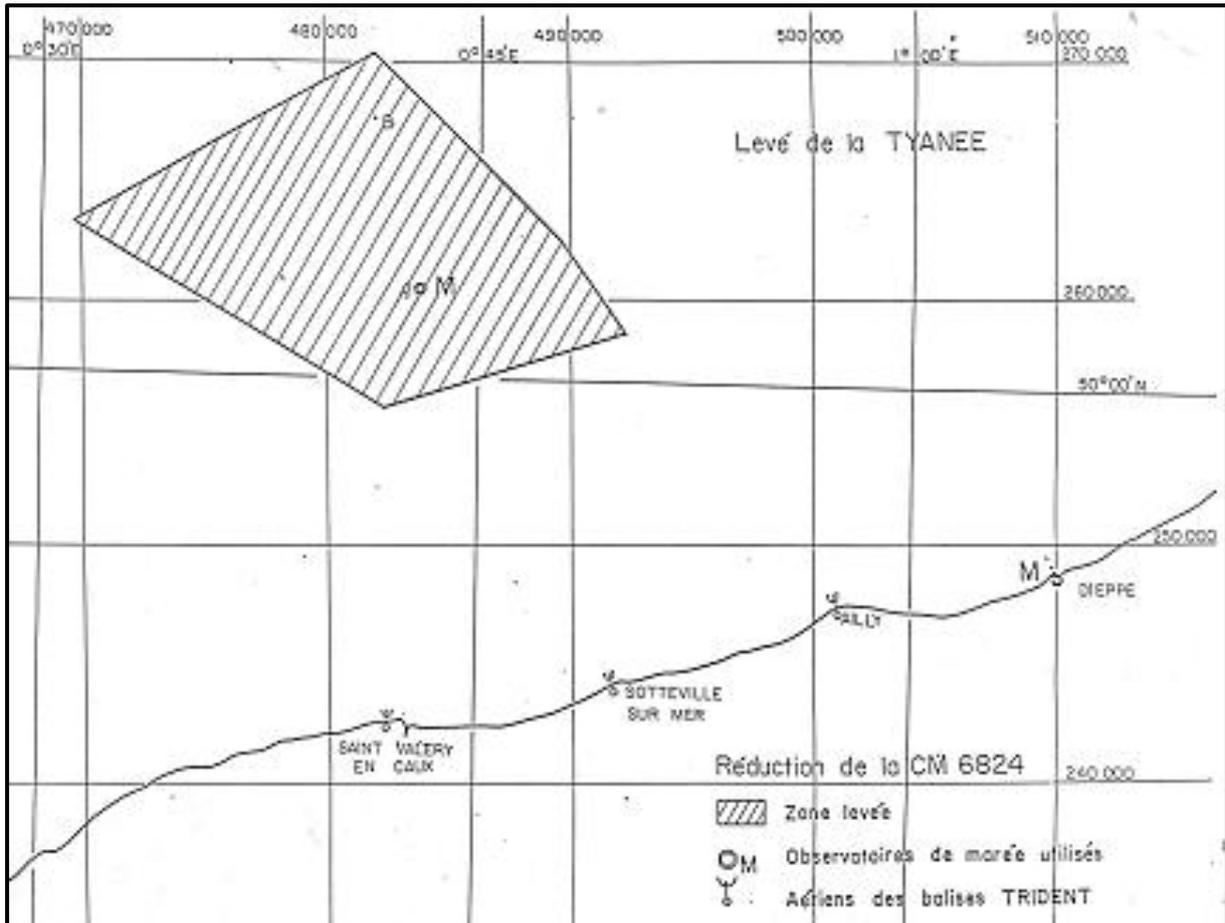
Au début de l'année 1987, la Mission a été sollicitée pour rechercher l'épave d'un petit chalutier, baptisé *La Tyanée*, qui venait de sombrer au large de Saint-Valéry-en-Caux (voir carte page suivante).

### 6.6.2. *La localisation*

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France associé à l'ellipsoïde de Clarke 1880 F. Les altitudes étaient rapportées au Nivellement Général de France. Le bâtiment de la Mission suivait des profils rectilignes dans un réseau de quatre balises Trident installées sur le phare d'Ailly, le château d'eau de Sotteville, à Saint-Valéry-en-Caux et au sémaphore de Fécamp.

### 6.6.3. *La marée*

Deux marégraphes plongeurs ont été mouillés sur la zone de recherche. La comparaison entre les valeurs enregistrées par les deux appareils a montré une identité parfaite entre les deux enregistrements. Un seul marégraphe a donc été utilisé. Les sondes ont été réduites de la marée calculée par le modèle numérique en usage à l'EPSHOM. Ce modèle avait comme référence la marée observée sur zone, calée par concordance, avec la marée enregistrée à l'observatoire permanent de Dieppe.



#### 6.6.4. La bathymétrie

Le levé régulier fut effectué sur des profils espacés de 100 mètres. L'exploration au magnétomètre était systématique. Le sondeur latéral était mis en œuvre pour un profil sur deux. Le sondage vertical, effectué sur des profils orientés à 120°, a permis d'affiner la position des isobathes obtenue lors de travaux antérieurs. Toutes les structures mentionnées lors de ces travaux ont été retrouvées, confirmées ou précisées en position et cote par des profils intercalaires menés dès que les fonds étaient inférieurs à 20 mètres. Il n'y a eu aucune évolution sensible des amorces de ridens depuis le levé de 1975 et aucun nouveau haut fond n'était à signaler. La morphologie des fonds était homogène sur les 3/5<sup>e</sup> de la partie nord de la zone et présentait, suivant l'axe des profils, un faible gradient. Les travaux sur les parties sud et sud-est révélaient la présence de hauts-fonds très localisés ne présentant pas les caractéristiques habituelles des vastes ridens de la Manche.

Les recherches ont été effectuées sur les indices d'obstacles décelés au magnétomètre ou lorsque le sondeur latéral révélait la présence possible d'une obstruction. Ces recherches se sont avérées peu fructueuses puisque seules ont été retrouvées l'épave et l'obstruction déjà répertoriées à l'EPSHOM. Après ces résultats négatifs, une enquête a été menée auprès des pratiques locaux et de la gendarmerie. Il en est résulté une incertitude sur les causes du naufrage et sur la position du chalutier au moment du drame. Néanmoins, les quelques positions probables d'obstructions, obtenues auprès des pêcheurs, ont été investiguées. Le résultat fut négatif.

Le câble sous-marin qui traverse la zone du nord au sud, a été détecté et sa position a été portée sur la minute d'écriture. Les sondes portées sur la carte marine montraient une cohérence meilleure que 0,8 mètre avec les valeurs obtenues lors du levé à l'exception d'une sonde de

22,5 mètres qui, en fait, n'existait pas. Après enquête auprès de l'EPSHOM, cette sonde résultait d'une anomalie d'écriture de la minute originale.

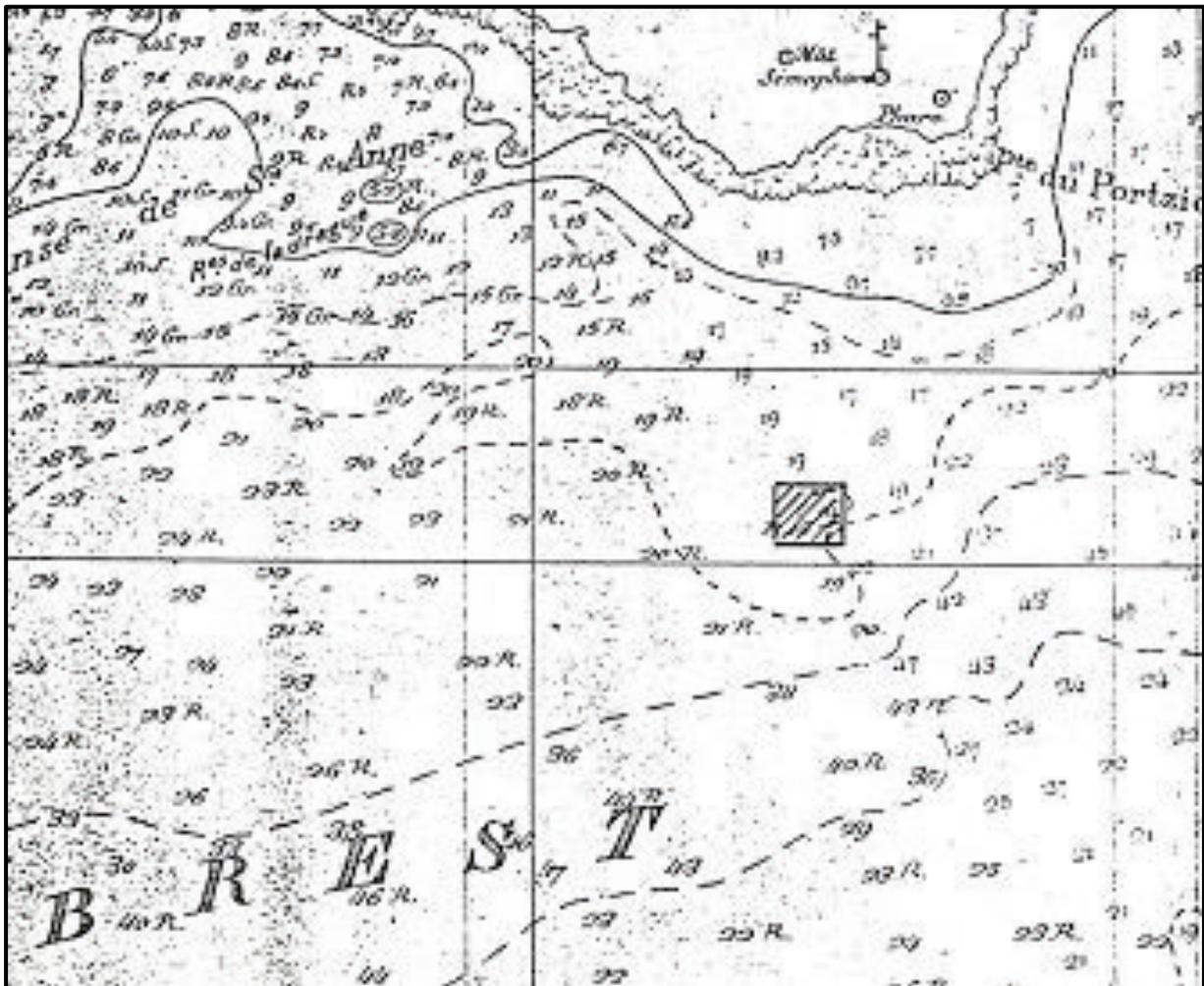
#### 6.6.5. *La conclusion*

L'épave du chalutier *La Tyanée* n'existait pas dans la zone de recherches.

### 6.7. **La recherche de hauts-fonds dans le Goulet de Brest**

#### 6.7.1. *Généralités*

La Mission a recherché, en 1987, à la demande de l'EPSHOM, la présence de deux sondes, cotées 14 mètres et 15 mètres, signalées à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, à un demi mille dans le sud du sémaphore de la pointe du Portzic.



#### 6.7.2. *La localisation*

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. La vedette hydrographique VH8 était positionnée par un réseau de trois balises Trident implantées au phare du Portzic, à la Vigie du port de Brest et à la pointe du Corbeau. La précision de la localisation ainsi obtenue était de l'ordre de 5 mètres.

### 6.7.3. *La marée*

Les sondes ont été réduites de la marée observée à Brest.

### 6.7.4. *La bathymétrie*

La recherche, centrée sur la position des deux sondes indiquées, a été effectuée sur des profils orientés nord-sud, espacés de 10 mètres et resserrés à 5 mètres autour des positions présumées des hauts-fonds. Seules les têtes significatives ont été retenues sur la zone sondée. Elles montraient une série de trois arêtes rocheuses, orientées d'est en ouest, sur lesquelles la sonde minimale observée fut de 18,2 mètres.

### 6.7.5. *La conclusion*

On pouvait conclure à la non existence de ces deux sondes dans la zone limitée couverte par la recherche.

## 6.8. **Le contrôle d'une épave en rade de Saint-Quay-Portrieux**

### 6.8.1. *Généralités*

Au cours du transit de l'un de ses bâtiments, la Mission a vérifié, en 1987, la présence et la position de l'épave du sablier *Comme-Tu-Pourras* en rade de Saint-Quay-Portrieux.



### 6.8.2. *La localisation*

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les travaux, conduits de manière expéditive au cercle hydrographique, autorisent, pour les coordonnées horizontales, une précision de l'ordre de 10 mètres. Les positions géographiques se rapportent à la carte marine 5725.

### 6.8.3. *La marée*

Les sondes ont été réduites de la marée observée à Saint-Servan.

### 6.8.4. *La bathymétrie*

Le brassiage mesuré était de 1,4 mètre découvrant et la position de la bouée a été précisée. Cette bouée, de type cardinale est (NJN), portait l'inscription « Comme Tu Pourras ».

## 7. LES CONTROLES DE PHOTOGRAMMETRIE ET DE BALISAGE

### 7.1. La préparation photogrammétrique en Bretagne nord

#### 7.1.1. Généralités

Les récents travaux de restitution photogrammétrique du littoral nord de la Bretagne ne couvraient pas les plateaux de la Méloine et des Triagoz. Le nombre des points géodésiques était insuffisant pour l'obtention des documents graphiques. Au cours de l'année 1986, la Mission a effectué les compléments géodésiques nécessaires à la préparation photogrammétrique de ces deux plateaux rocheux situés à l'ouvert de la baie de Lannion.

#### 7.1.2. Déroulement des travaux

Plateau des Triagoz : La Mission s'est appuyée sur quatre photographies aériennes, fournies par l'EPSHOM, sur lesquelles trois points « piqués » étaient identifiés. Une station optique, excentrée par rapport à l'axe du phare des Triagoz, a été placée au théodolite et au décimètre. Une vérification par relèvements inverses sur le phare de l'île aux Moines, le clocher de Trébeurden, le clocher de Plougasnou et le phare de l'île de Batz, a confirmé, à 10 centimètres près, les coordonnées horizontales adoptées pour la station dont l'altitude, dans le système NGF, fut obtenue par une mesure de site. Cinq « points piqués » supplémentaires, numérotés de 4 à 8, ont été ajoutés par la Mission. Le point n° 1, identifié par l'EPSHOM, a été remplacé par le point n° 4. Les coordonnées des roches, numérotées de 2 à 7, ont été obtenues par relèvement-distance depuis la station optique. L'altitude des roches découvrantes n° 2, 3, 4 provenait de mesures de sites à partir de la même station. La sonde brute des roches n° 5, 6, 7, 8 fut obtenue par lecture directe d'une perche graduée. La précision des coordonnées horizontales est de l'ordre du demi-mètre.

Plateau de la Méloine : Une station a été déterminée sur le plateau de la Méloine par relèvements inverses sur le phare de l'île de Batz, le phare de l'île aux Moines, le clocher de Ploemeur-Bodou, le château de Kerboulic, le clocher de Plougasnou, le clocher de Carantec et le clocher de Saint-Pol-de-Léon. L'altitude de la station fut obtenue par mesure de site dans le système NGF. La Mission s'est appuyée sur six photographies aériennes, communiquées par l'EPSHOM, sur lesquelles figuraient 11 points « piqués » identifiés de 1 à 11. 3 points supplémentaires, numérotés de 12 à 14, ont été ajoutés par la MHA. Les coordonnées des roches 1, 3, 6, 7, 9, 10, 11 ont été obtenues par relèvement-distance depuis la station. L'altitude des roches découvrantes 3, 6, 9, 10 provenait d'une mesure de site ; la sonde des roches 1, 7, 12, 13, 14 a été obtenue par lecture directe sur une perche graduée. La précision des coordonnées était de l'ordre du mètre, la précision des altitudes était de l'ordre du demi-mètre. Aucune roche n'a pu être observée au voisinage des points « piqués » 2, 4, 5, 8. Ces détails topographiques correspondaient, sans doute, à des embarcations, en transit ou au mouillage.

#### 7.1.3. La marée

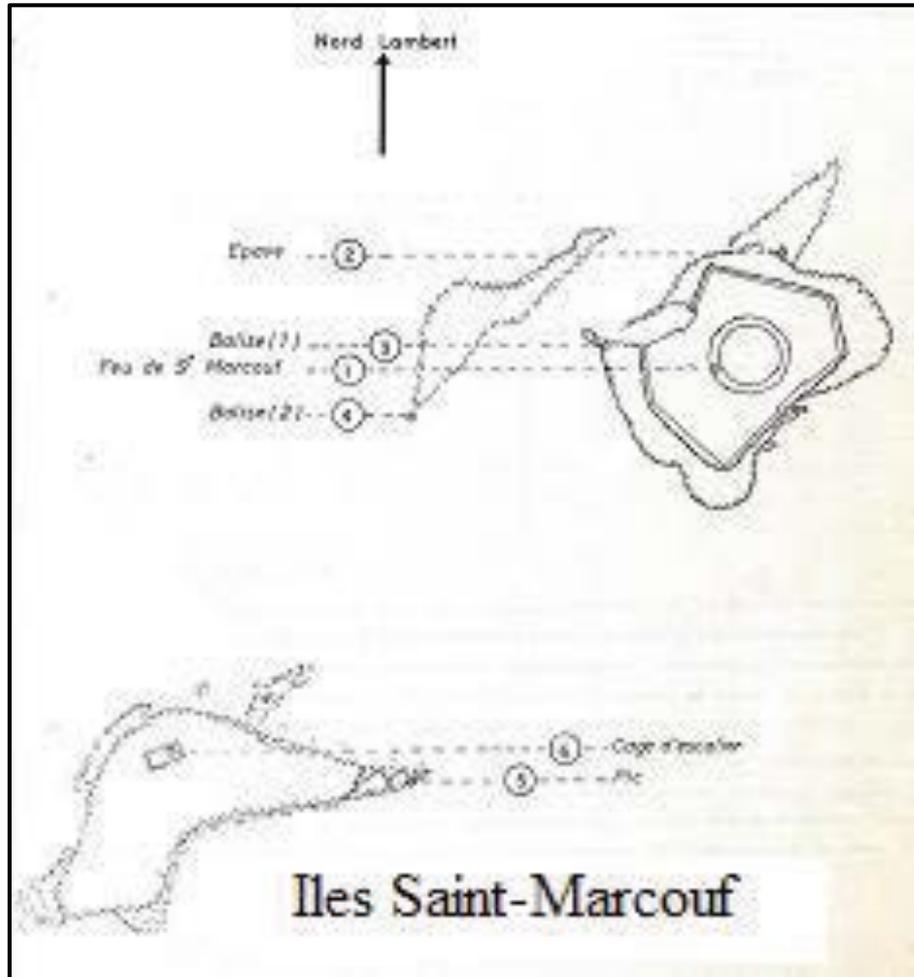
La marée n'a pas été observée au cours des travaux. Les sondes brutes indiquées sur les documents correspondent à des sondes non réduites. L'heure d'observation était l'heure légale : TU+2.

### 7.2. La préparation photogrammétrique aux îles Saint-Marcouf

#### 7.2.1. Généralités

Les travaux de restitution photogrammétrique de la baie de Seine couvraient le littoral normand de Barfleur à Courseulles mais n'englobaient pas les îles Saint-Marcouf. Les détails topographiques, couverts par des photographies aériennes récentes, n'ont pu être restitués par

le bureau de photogrammétrie de l'EPSHOM en raison du nombre insuffisant de points géodésiques connus et identifiables sur les clichés. La Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA) a effectué, en 1986, les travaux géodésiques nécessaires à la restitution photogrammétrique de cet ensemble de deux îlots, l'île du Large et l'île de Terre, situés à l'ouvert de l'estuaire de la Vire.



### 7.2.2. Déroulement des travaux

Les documents de base, communiqués par l'EPSHOM, comportaient trois photographies aériennes. Sur ces documents, 6 points « piqués » numérotés de 1 à 6, ont été placés par la Mission. Une station optique, excentrée par rapport au feu de Saint-Marcouf sur l'île du Large, a été rattachée à ce feu. Les détails topographiques ont été placés par relèvement-distance à partir de la station. Les altitudes ont été obtenues par mesures de site. La précision des coordonnées horizontales était meilleure que le mètre. La précision des altitudes était de l'ordre du demi-mètre. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les positions géographiques se rapportaient au système géodésique Européen Compensé (ED.50).

## 7.3. Le contrôle des minutes de photogrammétrie de l'île de Batz à Trégastel

### 7.3.1. Généralités

Dans le cadre du programme d'études du bureau de photogrammétrie de l'EPSHOM, la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA), a effectué, en 1986, le contrôle des minutes de photogrammétrie couvrant le littoral breton entre l'île de Batz et Trégastel.

### 7.3.2. **Déroulement des travaux**

Le contrôle des minutes de photogrammétrie, qui devait initialement être effectué sans mise en place de moyens de localisation, s'est immédiatement heurté au problème de l'identification des roches ou des écueils. En particulier les zones Batz-Roscoff et Trébeurden-Trégastel étaient émaillées de plateaux rocheux étendus qui rendaient impossible toute identification à vue. Le détachement de la Mission a placé sur le littoral des stations géodésiques armées d'un théodolite et d'un distance-mètre. Ce dispositif permettait, soit d'identifier et coter immédiatement une roche sur laquelle était placée une perche de topographie, soit, inversement, d'amener l'équipe sur une roche caractéristique identifiée au préalable sur la minute. La cote de la roche était déterminée, soit par sa hauteur au-dessus de l'eau à l'instant de la mesure, soit par un calcul d'altitude. Environ 70 roches, plateaux et fonds rocheux ont été vérifiés. L'écart entre la cote inscrite sur la minute et la cote obtenue par la Mission est de 1 mètre en moyenne, avec quelques exceptions entre 2 et 2,4 mètres pour les sommets les plus aigus. Cet écart confirmait la précision estimée à 1 mètre pour les altitudes indiquées par le bureau de photogrammétrie.

#### 7.3.2.1. La vérification de l'estran

Les natures d'estran, vérifiées à vue, ont été portées sur les minutes et représentées par les symboles normalisés en usage au SHOM. En général, la représentation sur les minutes de photogrammétrie est fidèle à la réalité.

#### 7.3.2.2. Le contrôle du balisage

Le balisage a été systématiquement positionné en utilisant les moyens optiques en place. 53 marques ont été placées et photographiées. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. La position géographique de chaque point a été calculée dans le système géodésique européen compensé (ED 50), établi sur l'ellipsoïde international de 1924.

#### 7.3.2.3. La revue d'amers

Une revue d'amers a été réalisée au cours du contrôle. 422 sites ont été reconnus et les alignements furent portés sur les minutes.

#### 7.3.2.4. Le levé d'ambiguïté

Les zones douteuses ou incertaines portées sur les minutes ont fait l'objet d'une investigation à vue, par des moyens légers, lors de périodes favorables, marée basse de vive eau et bonne visibilité. Ces zones pouvaient concerner des remous, des herbiers, des changements de nature de fond, ou, encore, des hauts-fonds. Les observations de la Mission ont été portées sur les minutes.

#### 7.3.2.5. La toponymie

La toponymie a fait l'objet d'une étude et d'une enquête auprès d'informateurs qui, nombreux et intéressés, ont prêté leur concours au détachement de la Mission. Parmi les personnalités consultées, citons :

- M. Falc'hun, ancien professeur de langues celtiques ;
- M. Le Du, professeur de langue celtique à l'Université de Bretagne Occidentale ;
- M. Laserre, Directeur de la station de biologie marine de Roscoff ;
- M. Cabioch, de la station de biologie marine de Roscoff.

Les municipalités du littoral ont participé activement à la collecte des renseignements, en particulier les mairies de Santec, Roscoff, l'île de Batz, Locquéholé, Plougasnou, Locquirec, Plestin-les-Grèves, Saint-Michel-en-Grève, Locquémeau-Tredrez, Trebeurden, Trégastel et Lannion. Les maires ou adjoints de ces communes ont organisé des réunions auxquelles

participait la MHA. Enfin, les pratiques locaux, goémoniers, pêcheurs, bassiers, ostréiculteurs, mareyeurs, en activité ou en retraite, ont contribué à l'enrichissement du travail de collecte. La majorité des toponymes cités dans les enquêtes publiées dans les Annales Hydrographiques a été retrouvée. Les appellations retenues à l'issue de l'enquête sont celles utilisées généralement par les riverains. Le résultat est donc un ensemble de toponymes écrits en français ou en breton et relatifs essentiellement au domaine maritime. L'orthographe des toponymes bretons s'appuie sur l'ouvrage d'Edmond Ropars, « Dictionnaire Français-Breton », 7<sup>e</sup> édition, publié en 1985. Seuls les mots maen et traez sont écrits selon les errements antérieurs sous la forme men et trez. Les toponymes retenus ont été portés sur 8 supports transparents, chacun d'entre eux se référant à la minute de photogrammétrie correspondante.

### 7.3.3. **La conclusion**

Pour être directement exploitable en cartographie, le contrôle des minutes de photogrammétrie devra être entrepris comme un levé côtier, sans sondage régulier, avec mise en place des moyens correspondants.

## 7.4. **Le contrôle des minutes de photogrammétrie de Dunkerque**

### 7.4.1. **Généralités**

Lors des travaux de sondage devant Dunkerque, la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA), a effectué, en 1985, le contrôle des minutes de restitution photogramétrique de la zone au bénéfice du bureau de photogrammétrie de l'EPSHOM.

### 7.4.2. **Déroulement des travaux**

#### 7.4.2.1. Les épaves de l'estran

Au nombre de 10, ont été identifiées, positionnées et cotées. Les renseignements ont été portés sur les minutes de photogrammétrie. Parmi ces épaves, 7 d'entre elles étaient déjà répertoriées au SHOM, les 3 autres étaient nouvelles. Une épave, précédemment supprimée, a été confirmée comme inexistante.

#### 7.4.2.2. Les amers

Il n'a pas été effectué de revue d'amers proprement dite. Seule l'homogénéité des indications portées sur les minutes avec la réalité observée sur le terrain a été vérifiée. Les amers furent classés en 5 catégories : 1, amer déjà répertorié, au nombre de 38 ; 2, amer ou repère géodésique nouveau, au nombre de 15 ; 3, établissement existant mais n'est plus un amer, au nombre de 5 ; 4, amer détruit ou inexistant, au nombre de 5 ; 5, amer ou détail topographique confirmé, au nombre de 34.

#### 7.4.2.3. Le balisage

Le balisage flottant a été positionné. 45 établissements ont été répertoriés. Seul le balisage interne du port de Dunkerque, en raison de son caractère provisoire, n'a pas été positionné.

#### 7.4.2.4. La toponymie

La toponymie a été portée sur les minutes et un dossier, établi par les autorités du port de Dunkerque, a été adressé à l'EPSHOM.

## 7.5. **Le contrôle du balisage des accès à Ouistreham (Manche)**

En 1986, la Mission a effectué les contrôles du balisage devant le port de Ouistreham :

- balisage fixe sur la zone d'évitage : les 6 balises marquant la zone d'évitage ont été positionnées ;

- balisage fixe sur le chenal d'accès et l'alignement : les 4 balises du chenal d'accès et les deux feux marquant l'alignement d'entrée ont été positionnés ;
- balisage flottant : les 7 bouées ont été identifiées et positionnées.

Les positions géographiques de l'ensemble de ces établissements se rapportaient au système géodésique Européen Compensé (ED 50).

#### **7.6. Le contrôle et positionnement d'un feu à Ouessant**

En 1987, la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA), lors du transit de l'un de ses bâtiments, a effectué le positionnement du feu de la nouvelle jetée du Stiff sur l'île d'Ouessant. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

#### **7.7. La vérification du balisage en rade de Brest**

##### **7.7.1. Généralités**

La Mission a procédé en 1986 à la revue du balisage flottant de la rade de Brest. La zone contrôlée était limitée aux coupures de la carte marine 6427, au chenal de Brest au Moulin-Blanc et au chenal de Brest à la pyrotechnie de Saint-Nicolas.

##### **7.7.2. Le positionnement**

La plupart des marques de balisage ont été positionnées à partir d'un réseau de radiolocalisation Trident de trois balises. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les positions géographiques se rapportaient au système géodésique Européen Compensé (ED 50). Les établissements marquant le chenal d'accès à la pyrotechnie de Saint-Nicolas et ceux situés près de l'île Tréberon ont été localisés par des moyens optiques.

##### **7.7.3. Les travaux**

Au total, 129 marques de balisage ont été vérifiées, Elles ont fait l'objet de l'élaboration de 55 feuillets photographiques.

## 8. LES TRAVAUX DE GEODESIE ET LES ETALONNAGES

### 8.1. Positionnement d'un réseau Sylédis, côte nord-Bretagne

Un dispositif Sylédis a été mis en place, en 1986, pour les besoins d'un exercice et positionné par un détachement de la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA). Les balises ont été placées au phare du cap Fréhel, sur le pylône de Plougonver, au sémaphore de Ploumanac'h et au sémaphore de l'île de Bréhat. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les positions géographiques se rapportaient au système géodésique Européen Compensé (ED 50), en projection UTM, fuseau 30. La précision des coordonnées planimétriques était de 0,2 mètre.

### 8.2. Étalonnage du réseau Sylédis dans le goulet de Brest

#### 8.2.1. Généralités

Effectué conjointement par la Mission et l'atelier des transmissions de la DCAN de Brest, l'étalonnage du réseau fixe Sylédis-Bretagne dans le goulet de Brest avait trois objectifs :

- juger de la qualité du point dans le goulet et en rade de Brest, après l'implantation d'une nouvelle balise à la pointe du Minou ;
- permettre la délimitation des zones de sélection des balises afin de définir, pour chacune d'elles, les couples à utiliser pour le calcul du meilleur point possible ;
- juger de l'utilité de l'implantation d'une nouvelle balise à Lanvéoc-Poulmic.

#### 8.2.2. Déroulement des travaux

Les mesures à la mer ont eu lieu en 1986 à bord d'un dragueur de mines équipé d'un récepteur Sylédis SR3 et d'un ensemble d'acquisition automatique des données mis en place par la DCAN. Le positionnement de référence était assuré par la Mission avec des moyens optiques. 20 stations avaient été prédéfinies a priori pour le dragueur, en fonction des routes fréquentées par les usagers. Deux stations ont été ajoutées en des points supposés de mauvaise réception du signal. À chacune des stations, 10 tops, espacés de 30 secondes, étaient effectués. A chaque top le point Sylédis et le point optique, déterminé par 4 théodolites, étaient enregistrés. Les théodolites visaient l'antenne Sylédis du bâtiment. Pour chacune des stations, quatre balises étaient sélectionnées pour le meilleur calcul possible du point.

#### 8.2.3. Dépouillement des données

Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

##### 8.2.3.1. Mesures sans utilisation de la balise de Lanvéoc-Poulmic :

La précision calculée à partir du système Sylédis était partout meilleure que 5 mètres. Ce très bon résultat est certainement dû à l'adjonction de la nouvelle balise au Minou.

##### 8.2.3.2. Mesures avec utilisation de la balise de Lanvéoc-Poulmic :

L'apport de cette balise était faible et le gain, en précision ou en dispersion du signal, n'était pas significatif. L'amélioration était surtout sensible pour les stations effectuées au sud de la rade aux abords de Lanvéoc. L'introduction de cette balise dans le calcul du point permettait de revenir à une valeur normale de la dispersion et à une meilleure précision. Ces résultats ne sont pas suffisants pour justifier l'ajout de cette balise dans le réseau fixe Sylédis-Bretagne, Il a été souligné, lors des stations, la grande disparité du niveau de réception de la balise de la pointe du

Raz en grande Rade. Ces variations étaient vraisemblablement dues au trajet terrestre du signal au-dessus de la presqu'île de Crozon.

#### 8.2.4. **Conclusion**

La nouvelle balise du Minou apportait une amélioration du réseau Sylédis en rade de Brest. Une balise supplémentaire à Lanvéoc-Poulmic n'apporterait pas d'amélioration significative. Des opérations complémentaires pourraient permettre de définir les différentes zones de réception du réseau dans le goulet et la rade de Brest.

### 8.3. **Étalonnage du réseau Sylédis Cotentin-Baie de Seine**

#### 8.3.1. **Généralités**

Au cours de l'année 1985, la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA), a participé aux travaux d'implantation et d'évaluation du réseau de radiolocalisation Sylédis de la zone littorale Cotentin-Baie de Seine. Ce réseau répondait aux besoins exprimés par la Marine Nationale et couvrait le littoral de la Manche de Cherbourg au Havre.

#### 8.3.2. **La localisation**

Le réseau du Cotentin, entretenu par Marine Cherbourg, était constitué de 7 balises réparties le long du littoral entre le cap de la Hague et le cap d'Antifer. La station maîtresse, qui générait la synchronisation et le code émis, se trouvait à Ver-sur-Mer. Les stations secondaires étaient implantées à Antifer, Villerville et Gatteville et recevaient ces signaux. Le signal de synchronisation était retransmis directement par la station de Gatteville vers les stations du cap Lévy, du Roule et de la Hague. Le chemin des codes reçus à la Hague passe par Gatteville puis cap Lévy. Le réseau Cotentin-Baie de Seine à 7 balises, utilisait 3 des 5 balises d'un réseau préexistant couvrant les abords du Havre, d'Antifer et l'embouchure de la Seine. Ce sont les balises de Ver-sur-Mer, d'Antifer et de Villerville. Les balises de la Hève et du Belvédère n'étaient pas intégrées au réseau.

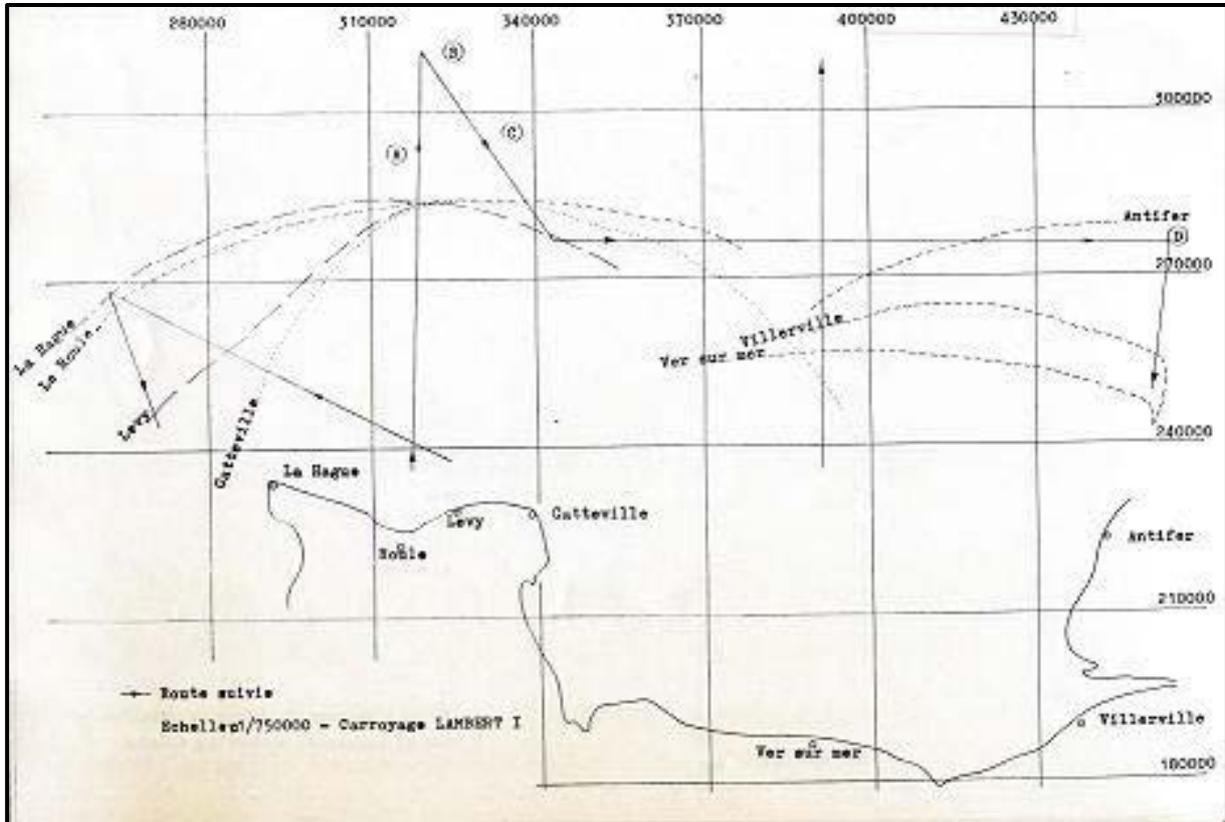
#### 8.3.3. **Les travaux**

Les travaux réalisés par la Mission furent de deux types : la géodésie pour la détermination des positions des aériens des balises et des stations de calibration en « base courte », complétée par le calcul des distances inter-balises, et l'évaluation à la mer du réseau qui fut effectuée en deux étapes. La première étape, attribuée au dragueur de mines *Phénix*, testait les capacités du réseau avant un exercice au cours duquel le réseau devait être utilisé. La seconde étape, menée par le BH1 de la Mission, visait à déterminer les retards propres des balises par franchissement des lignes de base.

Les travaux de géodésie avaient permis la détermination précise des positions des antennes des balises et les positions des stations de calibration en base courte situées à proximité. Les distances inter-balises ont été calculées. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. La référence des altitudes était le zéro NGF. La précision des coordonnées planimétriques est estimée à 0,8 mètre, celle des altitudes à 1 mètre. Les retards théoriques étaient définis par le fabricant du réseau à partir des caractéristiques de chacune des installations. Après la calibration en base courte, on obtenait une valeur approchée du retard de chaque balise. Une bonne cohérence fut constatée entre les retards observés et les retards théoriques.

L'évaluation à la mer du réseau fut réalisée par le positionnement simultané du bâtiment au moyen du réseau Sylédis, d'une part, et par des visées optiques ou d'autres systèmes de

radiolocalisation, d'autre part. Le dispositif permettait de calculer la valeur du retard propre des balises. Par ailleurs, le franchissement des lignes de base ou des lignes d'ombre permettait d'affiner les résultats. Enfin, la portée du réseau fut étudiée en parcourant la zone couverte et en s'éloignant des balises jusqu'à leur décrochage selon des axes particuliers.



#### 8.3.3.1. La comparaison Sylédis/optique :

Les mesures ont été effectuées par séries de 10 tops espacés de 1 minute, bâtiment stoppé et dérivant. Chaque série constituait une station de mesures. Le positionnement optique était obtenu à chaque top par les visées simultanées d'au moins 3 théodolites. Les valeurs recueillies permettaient d'assurer une précision meilleure que le mètre pour la position de l'antenne du bâtiment. Les résultats des mesures mettent en évidence une dispersion moyenne de +/- 3 mètres sur la valeur Sylédis au point fixe.

#### 8.3.3.2. La comparaison Sylédis/Trident et Sylédis/Toran :

La chaîne de radiolocalisation Trident, mise en place par la MHA, couvrait l'ouest de la baie de Seine. La comparaison des données Sylédis et Trident mesurées dans cette zone, montre une dispersion de +/- 5 mètres du Sylédis. La comparaison des données Sylédis et Toran effectuée sur toute la zone n'avait mis en évidence aucun saut brutal, ni dans la qualité du point Sylédis, ni dans sa stabilité.

#### 8.3.3.3. Limite de portée :

En mode hyperbolique, la zone couverte par le réseau était homogène et aucune zone d'ombre, liée à des phénomènes de propagation, n'avait été décelée. La portée vers le nord était, en baie de Seine, d'environ 80 kilomètres, soit deux fois la portée optique. En mode circulaire, le champ d'action était moins étendu et quasiment limité à la portée optique. Il fut nécessaire d'y distinguer deux zones, le nord Cotentin et l'est de la baie de Seine. L'ouest de la baie de Seine n'était plus couvert.

#### 8.3.4. **Conclusions**

Le réseau Sylédis Cotentin-baie de Seine répondait aux besoins définis par la Marine et couvrait de façon homogène les abords de Cherbourg, du Havre et de l'embouchure de la Seine. Dans l'ensemble de la zone, la précision en mode hyperbolique est de 15 mètres, sous réserve d'appliquer correctement les retards et de vérifier leur stabilité dans le temps.

### 8.4. **Vérification du réseau Sylédis Bretagne**

#### 8.4.1. **Généralités**

La modification du réseau Sylédis Bretagne, intervenue en 1986, disposait la station du Cranou en station maîtresse ; la Mission a réalisé un contrôle du réseau par le franchissement des lignes de base et des lignes d'ombre. Elle a vérifié la cohérence entre les antennes omnidirectionnelles et directives.

#### 8.4.2. **Les travaux**

Le franchissement des lignes d'ombre et des lignes de base a été effectué sur les réseaux nord et sud Bretagne sur lesquels 3 balises fonctionnaient en mode actif : Ouessant, Toulinguet, Eckmühl au nord et Eckmühl, Lann Bihouée, Belle-Île au sud. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France ; sur le réseau nord, il y eut 10 franchissements de lignes de base et 6 franchissements de lignes d'ombre. Sur le réseau sud, il y eut 6 franchissements de lignes de base et 3 franchissements de lignes d'ombre. Le retard du mobile a été estimé à 40 mètres. L'écart entre cette valeur et la valeur réelle a été introduit comme inconnue lors de la résolution du système surabondant d'équations linéaires issues des franchissements. Les valeurs métriques obtenues entre l'écart calculé et l'écart du récepteur s'établissaient comme suit : Ouessant -4 ; Toulinguet -1,8 ; Eckmühl +0,8 ; Lann Bihouée -0,7 et Belle-Île +1,2. Pour mémoire, l'écart entre le retard estimé du mobile et son retard calculé était de -4,5 soit un retard réel du mobile de 35,5 mètres. Lors des franchissements effectués à proximité de terre, des fluctuations ont été observées sur les distances affichées, de l'ordre de +/- 2 mètres. Ces fluctuations, du même ordre de grandeur que celles observées dans le goulet de Brest, sont dues aux perturbations du signal sur un parcours terrestre.

Au cours du transit du bâtiment, les pseudo-distances relatives aux antennes directionnelles et omnidirectionnelles d'un même site ont été enregistrées dans un lobe d'antenne directive. La cadence d'acquisition était de 5 minutes.

Les antennes d'Ouessant avaient un écart moyen nul pour un écart type inférieur à 2 mètres.

Les antennes du Toulinguet avaient un écart moyen de +1,3 mètre pour un écart type de 2 mètres.

Les antennes d'Eckmühl présentaient un décalage moyen de +1,3 mètre et un écart type de 3 mètres, écart qui pouvait atteindre 5 mètres en limite nord du lobe et avoisinait 0 en limite sud.

Les antennes de Lann Bihouée présentaient un décalage constant de +2,3 mètres et un écart type de 2,7 mètres.

Les antennes de Belle-Île présentaient l'écart le plus important avec une moyenne de -4 mètres et un écart type de près de 5 mètres dû au parcours terrestre du signal.

## 8.5. Vérification d'un réseau Sylédis provisoire

### 8.5.1. Généralités

Pour les besoins d'un exercice, les autorités maritimes avaient mis en place, côte nord de France, un réseau de radiolocalisation Sylédis. La Mission fut sollicitée pour déterminer les positions des antennes du réseau.

### 8.5.2. Les travaux

Les travaux ont été circonscrits à la géodésie des antennes des balises installées, sur le littoral nord-ouest de France, à Porspoder, Brignogan, île de Batz, Ploumanac'h, île de Bréhat, Jersey, Carteret. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. La précision des coordonnées planimétriques est de +/- 0,2 mètre sur les côtes de France. À Jersey, la précision du rattachement à la triangulation allemande de 1943 est de +/- 1 mètre. La cohérence de cette triangulation avec la triangulation de la NTF est elle-même de l'ordre du mètre. La précision des coordonnées altimétriques est partout de +/- 1 mètre. Les coordonnées géographiques des antennes du réseau ont également été calculées dans le système géodésique Européen Compensé (ED 50), établi sur l'ellipsoïde de Hayford, en projection UTM, fuseau 30.

## 8.6. Modification du réseau Sylédis Sud-Bretagne

### 8.6.1. Généralités

Les émetteurs du système de radiolocalisation Sylédis de Belle-Île ont été déplacés et un détachement de la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA) a procédé, en 1987, au nouveau positionnement des aériens.

### 8.6.2. Les travaux

Les antennes Sylédis de Belle-Île, les deux antennes directionnelles et l'antenne omnidirectionnelle, sont installées sur un pylône, érigé sur le domaine militaire, près du sémaphore du Talus. Les trois antennes se situent quasiment à la verticale les unes des autres. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les coordonnées géographiques des antennes ont également été calculées dans le système géodésique Européen Compensé (ED 50), en projection de Mercator Transverse Universel. Les nouvelles distances inter-balises de Belle-Île, Lann-Bihoué, Chemoulin, et Île d'Yeu ont été calculées et communiquées aux autorités.

## 8.7. Réseau Sylédis mobile dans le golfe de Gascogne

### 8.7.1. Généralités

Un réseau Sylédis provisoire a été mis en place dans le sud du golfe de Gascogne aux environs d'Hourtin. Un détachement de la Mission a procédé, en 1986, au positionnement des aériens des balises.

### 8.7.2. Les travaux

Les positions des antennes implantées à La Palice et La Coubre étaient connues. Seules restaient à déterminer les coordonnées de la nouvelle antenne du réseau mise en place sur le pilier ouest du pylône troposphérique d'Hourtin. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les coordonnées géographiques des antennes ont également été calculées dans le système géodésique Européen Compensé (ED 50).

Les composantes du vecteur joignant le centre des deux ellipsoïdes étaient, en mètres :

$$dx = 84 ; dy = -37 ; dz = -437$$

Les distances entre l'antenne d'Hourtin et les deux autres antennes du réseau ont été communiquées aux autorités maritimes.

## 8.8. Évaluation du système GPS

### 8.8.1. Généralités

Au début de l'année 1986, la Mission a prêté son concours à l'EPSHOM pour effectuer des essais du système de localisation par satellites GPS Navstar. Un ingénieur hydrographe de l'Établissement principal a embarqué sur le BH1 pour enregistrer les observations. Le récepteur utilisé était du type 5 canaux, mode C/A, fabriqué par la société SERCEL. Les observations ont été enregistrées en baie de Seine. La position de référence était donnée par le réseau Trident mis en place pour les besoins du levé hydrographique. Le mauvais temps et les ennuis mécaniques intervenus sur le bâtiment ont limité le programme des essais aux  $\frac{3}{4}$  des prévisions.

En 1987, la MHA a mis à profit l'exécution d'un levé dans le pas de Calais pour évaluer l'adaptation, en hydrographie, du système GPS utilisé en mode différentiel. Le récepteur de référence était installé au sémaphore de Boulogne tandis que le positionnement de référence du bâtiment était celui du réseau Trident mis en place par la Mission.

### 8.8.2. Les mesures

Pour la réalisation des mesures, la MHA a paramétré la cadence d'acquisition des données (6, 15, 30 secondes) et a effectué la synchronisation des messages enregistrés à Boulogne et à bord. Les données calculées par le récepteur GPS ont été acquises aux cadences de 6 ou 30 secondes. Un réseau de 4 balises Trident assurait la couverture de la zone avec une précision de l'ordre de 5 mètres. Au cours des profils, la vitesse du bâtiment a varié entre 9 et 13 nœuds, la hauteur de l'antenne a été mesurée pour tenir compte de la marée moyenne au cours des mesures et rapporter l'altitude au niveau moyen de la mer.

### 8.8.3. Les résultats

La proximité du récepteur de référence et du mobile aurait dû donner une excellente corrélation entre les écarts observés à terre et à bord. Les résultats sont apparus en deçà des prévisions. Une seule ellipse différentielle était centrée, avec une dispersion des points dans la limite de la tolérance admissible.

### 8.8.4. La conclusion

Le système GPS en mode différentiel, dans la configuration très incomplète des essais, semblait, dans l'immédiat, non adapté comme moyen de positionnement unique au cours d'un levé hydrographique à l'échelle 1 : 10 000. Cependant, les comparaisons GPS/Trident montrent que le suivi de profil et la poursuite de la localisation lors des retournements sont remarquables de fidélité. Le système pourrait donc être utilisé, en complément de localisation, pour les levés à petite et moyenne échelle.

## 9. LES ESSAIS DE NOUVEAUX MATERIELS

### 9.1. Essais d'une sonde multi capteurs

#### 9.1.1. Généralités

En 1987, la Mission a procédé, à la demande de l'EPSHOM, aux essais d'une sonde multi capteurs. Assistaient à ces essais les représentants de l'IFREMER et de l'EPSHOM. Les représentants de l'UBO étaient excusés.

#### 9.1.2. Présentation

Construite par la société allemande M.E représentée en France par Hydrodata, la sonde multi capteurs se présentait sous la forme d'un cylindre, de 60 mm de diamètre pour une longueur de 400 mm, terminé à une extrémité par une cage protégeant 6 emplacements de capteurs. 8 types de capteurs étaient disponibles : température, conductivité, pression, oxygène, atténuation, mesure de pH, indicateur de fond, courantométrie (2 voies). Les données étaient enregistrées par un terminal sur lequel pouvait se connecter un ordinateur.

#### 9.1.3. Les essais

L'appareil, testé en rade de Brest, était équipé des capteurs de mesures d'atténuation de la lumière, de pression, de température et de conductivité. Une station, effectuée en grande rade près de la bouée Pennou Pell, a donné des résultats corrects.

#### 9.1.4. Conclusions

De manipulation aisée et de faible encombrement, l'appareil permettait d'obtenir, en temps réel, les informations d'environnement. Sur le plan mécanique, les pièces de liaison de la sonde avec son câble de mise à l'eau semblaient d'un échantillonnage trop faible. Elles ne résisteraient pas à un usage intensif en milieu marin.

### 9.2. Essais d'un bathycélérographe

#### 9.2.1. Généralités

Au cours de l'année 1985, la Mission a mis en œuvre les bathycélérographes, construits par la société Suber, dans les zones de travaux de ses bâtiments. L'ensemble du matériel a été essayé par petits fonds (30 mètres). Une évaluation par grands fonds (800 mètres) a été effectuée lors de la campagne océanographique Ondine 85.

#### 9.2.2. Le matériel

Le bathycélérographe Suber effectuait l'enregistrement de profils acoustiques en mesurant simultanément, l'immersion de l'appareil, la température de l'eau de mer et la célérité du son. L'immersion H était obtenue à partir de la pression P enregistrée par un capteur à jauge de contrainte. La gamme de l'appareil mis en œuvre était de 100 bars. L'immersion était obtenue par la formule :  $H \text{ (mètres)} = 9,92P \text{ (bars)}$ . L'incertitude sur H était de 0,3 %. La mesure de la température était assurée par une thermistance en cuivre de 1 500 ohms sur une gamme de -5° à 35° C, avec une précision de 0,1° C. La mesure de la célérité était effectuée par un capteur composé d'un transducteur piézo-électrique et d'un miroir. La distance entre les deux éléments était maintenue fixe pour former un chemin acoustique de longueur constante quelle que soit la valeur des autres paramètres. La gamme de mesures s'étendait de 1 400 m/s à 1 600 m/s avec une résolution de 0,2 m/s. Les essais par petits fonds ont montré que les valeurs d'immersion enregistrées par le bathycélérographe étaient exactes à partir de 10 mètres. Les essais par grands

fonds ont eu lieu pendant la campagne Ondine 85. Le bathycélérographe était appareillé sur le câble du treuil de mise à l'eau des stations d'hydrologie discrète. Lors de ce test, seules les valeurs enregistrées au-delà de 150 mètres furent exploitables.

### 9.2.3. **Conclusions**

Les données enregistrées par la station d'hydrologie discrète ont permis de calculer la célérité par la formule de Del Grosso. La célérité enregistrée par le bathycélérographe a été comparée à celle calculée. L'écart avec la formule de Del Grosso était inférieur au mètre à partir de 300 mètres et inférieur à 3 mètres entre 0 et 300 mètres. La valeur de l'immersion est correcte à partir de 10 mètres. La dérive de la thermistance nécessite un étalonnage fréquent du capteur de température. L'utilisation de l'appareil sur les zones de levé hydrographique devrait permettre d'espacer les étalonnages des sondeurs à la barre.

## 9.3. **Mise en œuvre d'une sonde**

### 9.3.1. **Généralités**

Lors de la campagne Ondine 85, la Mission a mis en œuvre une sonde permettant l'enregistrement de la température de surface de l'eau de mer et la salinité.

### 9.3.2. **Les mesures**

L'ensemble de mesure est constitué d'une sonde reliée par un câble à un boîtier d'affichage. L'appareil, de marque Kent EIL, comportait deux échelles de salinité, de 0 à 32 ‰ d'une part et de 32 à 39,5 ‰ d'autre part. Au cours des stations d'hydrologie discrète, la sonde fut mise en œuvre et les valeurs affichées sur le boîtier ont été comparées à celles obtenues après le dépouillement des données enregistrées lors des stations.

### 9.3.3. **La conclusion**

L'écart en température était faible, de l'ordre de 0,05° C en moyenne. L'écart en salinité était de 0,32 ‰ avec un écart type de 0,026 ‰. La sonde affichait des valeurs justes en température et fidèles en salinité. Cependant, il sera nécessaire de l'étalonner avant chaque campagne d'utilisation.

## 9.4. **Essais à la mer d'un compensateur de houle**

### 9.4.1. **Généralités**

Au cours de l'année 1987, la Mission a effectué, à bord d'une vedette, les essais d'un compensateur de houle type TSS 320 fabriqué par la société britannique Technical Survey Service. Les essais se sont déroulés en rade de Brest, devant Le Havre et devant Deauville en baie de Seine.

### 9.4.2. **L'appareil**

Le compensateur comprenait un accéléromètre dont l'axe sensible était maintenu vertical par des cardans plongés dans un bain d'huile. L'ensemble, monté dans un logement en acier inoxydable, était fixé sur un socle anti-vibrations. Le capteur transmet une information à l'unité centrale qui calcule le mouvement vertical par double intégration et filtrage de l'accélération mesurée. En ce qui concernait les effets du roulis et du tangage, le constructeur indiquait que les limites de l'appareil étaient dépassées pour les embarcations de moins de 9 mètres et par « mauvaise » mer.

L'ensemble du matériel, unité centrale et capteur de pilonnement, était installé à bord d'une vedette hydrographique de type VH8. L'unité centrale était placée au-dessus de l'interrogateur de positionnement. Le capteur de pilonnement était fixé, à proximité du sondeur, dans le plan vertical défini par la base du sondeur et la parallèle à l'axe de la vedette.

#### 9.4.3. *Les essais*

Après l'installation du matériel sur la vedette par un technicien du fabricant et des tests préliminaires en rade de Brest, les essais ont été repris en baie de Seine. Dans des conditions de mer difficiles, on remarquait une erreur résiduelle importante, par houle de l'avant, pouvant atteindre 20 cm. Dans des conditions de mer favorables, mer 2, vent 3, l'erreur résiduelle était supérieure à 10 cm. Les profils réalisés dans diverses situations par rapport à la houle ne montraient pas d'influence notable de celle-ci sur les résultats. L'erreur entraînée par un rappel de barre pouvait atteindre 50 cm et l'erreur constatée lors des retournements était d'environ 60 cm à 7 nœuds. Cette erreur était amortie une minute plus tard, confirmant le délai annoncé par le constructeur. Les erreurs enregistrées pendant les essais pouvaient être dues, soit à une sensibilité trop grande aux accélérations horizontales, soit à un mouvement vertical de période apparente proche de la fréquence de coupure et de la fréquence naturelle du capteur pouvant entraîner une résonance du système.

#### 9.4.4. *La conclusion*

Le fonctionnement du compensateur TSS 320, installé sur une vedette hydrographique, n'était pas totalement satisfaisant. Son principal défaut était une sensibilité trop grande aux accélérations horizontales. Par ailleurs, comme indiqué par le constructeur, la vedette VH8 est vraisemblablement d'une taille insuffisante pour un fonctionnement correct de l'appareil.

### 9.5. **Essais à la mer d'un sondeur à faisceau laser**

#### 9.5.1. *Généralités*

Au cours de l'année 1986, la Mission a effectué les essais à la mer d'un sondeur à faisceau laser. Cette campagne fut décidée dans le cadre d'une étude de la DRET, confirmée après les essais d'expérimentation réalisés en bassin en 1985.

#### 9.5.2. *L'appareil*

Le sondeur laser comprenait une partie électronique pour l'alimentation du matériel, le traitement du signal, l'enregistrement des données et une partie optique, d'un encombrement de 2m X 1m X 0,6 m, refroidie à l'eau douce. Le faisceau laser, généré par l'ensemble optique, avait une longueur d'onde de 0,532  $\mu\text{m}$  (bleu-vert) et produisait 20 impulsions par seconde avec une puissance de crête de 1 MW. La partie électronique était de 13 à 16 longueurs d'atténuation. La longueur d'atténuation était définie comme étant la longueur à partir de laquelle le faisceau avait une atténuation, d'une valeur  $e$ , variable selon la turbidité et la réverbération du milieu. L'ensemble du matériel était installé dans un conteneur embarqué à bord d'un bâtiment du Groupe d'études sous-marines de l'Atlantique. Un puits, ajouté au conteneur, lui-même arrimé en porte-à-faux sur l'arrière du pont, assurait la protection du faisceau lumineux jusqu'à la pénétration en milieu marin. Le sondeur de référence était de type pour petits fonds à base hors-bord de la MHA.

#### 9.5.3. *Les essais*

Après un double contrôle de fonctionnement de l'appareil à quai puis en rade de Brest, les essais se sont déroulés au point fixe en rade de Lanvéoc-Poulmic et en baie de Roscanvel. La turbidité importante dans ces eaux n'a pas permis d'atteindre des fonds supérieurs à 8 mètres. Lors des

essais au point fixe devant Camaret, puis en route, vitesse 5 nœuds, l'appareil a atteint les fonds de 18 mètres.

#### 9.5.4. *La conclusion*

Les essais ont montré l'influence de la turbidité du milieu sur la portée du faisceau laser et l'indépendance de l'effet de sillage sur les performances de l'ensemble optique. L'analyse des résultats et la comparaison avec le sondeur de référence restaient à la charge du constructeur à qui ont été adressés les enregistrements du sondeur acoustique.

### 9.6. **Essais à la mer d'un sondeur latéral**

#### 9.6.1. *Généralités*

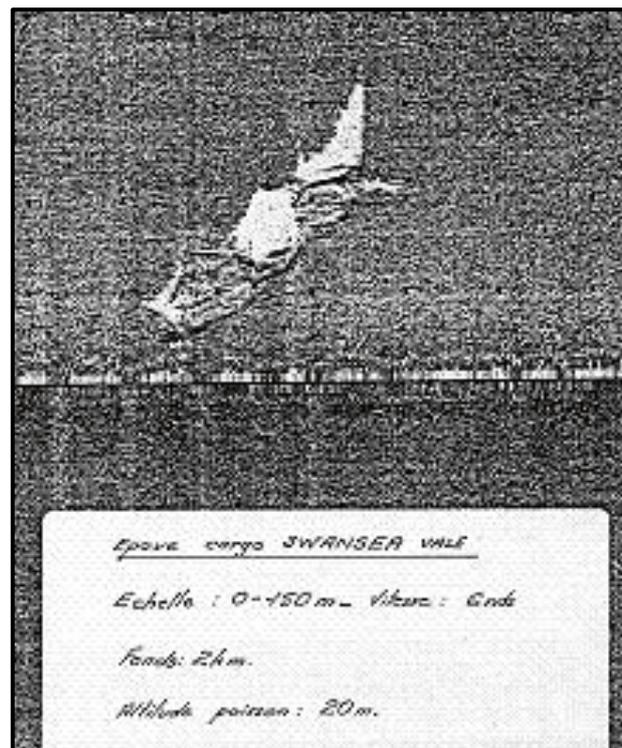
Les essais à la mer du sondeur latéral équipé d'un nouvel enregistreur ont été effectués, au cours de l'année 1986, par le BH1 de la Mission. Des représentants de la DCAN de Brest et de l'EPSHOM assistaient aux essais. Les investigations ont été menées, par fonds moyens de 20 à 30 mètres, entre le goulet de Brest et la pointe Saint-Mathieu. Un test de fonctionnement en limite de portée, sans divergent, par 100 mètres de fond, complétait les essais.

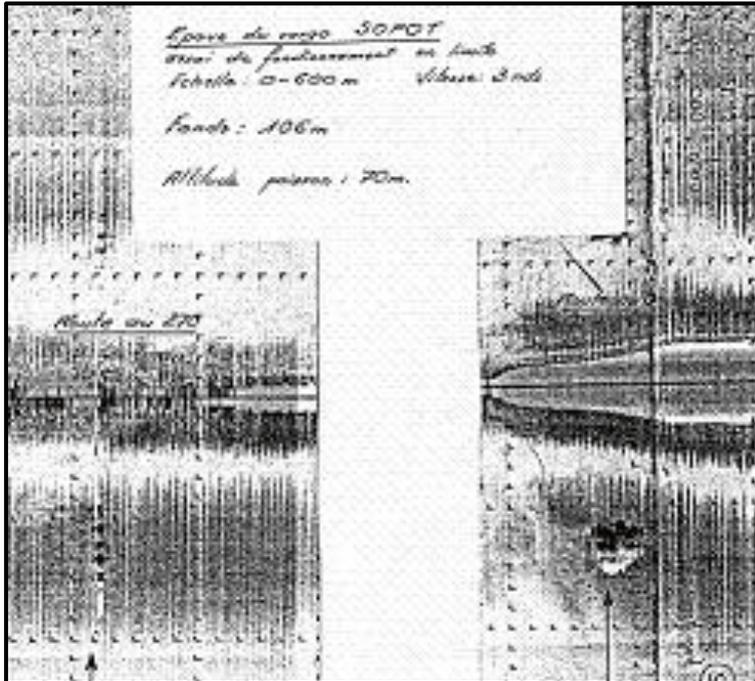
#### 9.6.2. *L'appareil*

Le sondeur latéral, de marque Edgerton, était constitué de capteurs acoustiques disposés dans un poisson remorqué par un bâtiment ou une embarcation pouvant embarquer l'ensemble d'alimentation et d'enregistrement des données. Le dispositif permettait le contrôle hydrographique, la surveillance des chenaux, la vérification géologique, la recherche et la localisation des épaves et des obstructions. Les deux fréquences d'utilisation étaient le 100 kHz pour les petites et moyennes échelles (> 100 mètres) et le 500 kHz pour les grandes échelles (< 100 mètres). L'enregistreur offrait une représentation graphique d'amplitude 64 dB, sur laquelle les roches, les épaves et les obstructions apparaissaient en zones plus foncées. Une sortie numérique permettait de mémoriser l'ensemble des données. Le degré de noircissement du papier était réglable. 16 nuances de gris étaient disponibles et l'ensemble enregistrait 80 lignes à la seconde.

#### 9.6.3. *Les essais*

Les essais ont porté sur des tests de fonctionnement par fonds moyens de 20 à 30 mètres dans lesquels ont été recherchés des plateaux rocheux, des roches isolées et des épaves. Le premier essai consistait à reconnaître une sonde de 14 mètres située à 0,3 mille dans le sud du feu du Portzic. Les deux premiers profils effectués sur la zone confirmèrent la présence de remontées rocheuses. L'interprétation de l'enregistrement indiquait une première estimation de la cote de la sonde à 16 mètres. Au second essai, un passage fut effectué le long du plateau des Fillettes, à 300 mètres environ de la ligne de crête. Sur l'enregistreur, le plateau était bien délimité. Son aspect était comparable à celui porté sur la carte marine. De même, le plateau rocheux coté 13 mètres

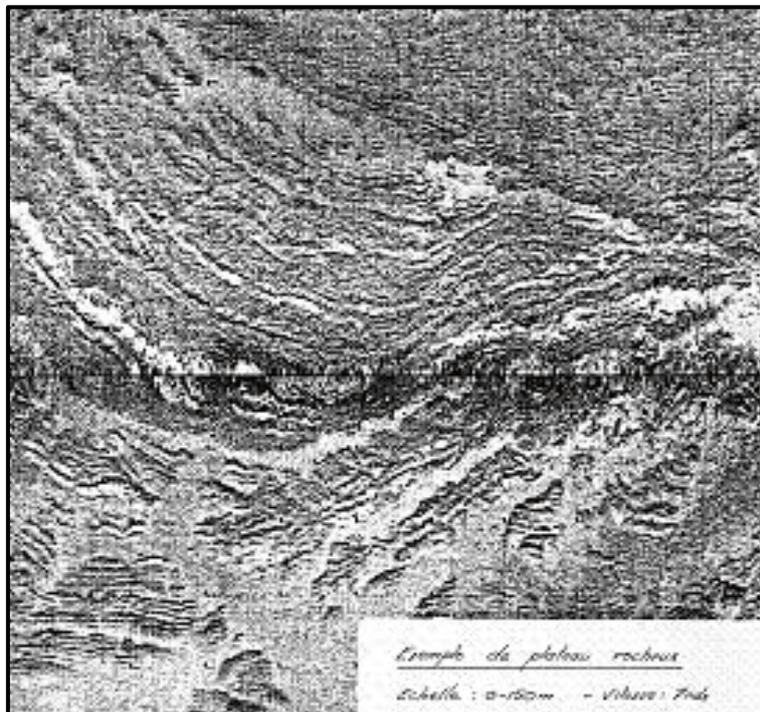




mètres de fond au sud-ouest du plateau des Pierres Noires, a constitué le test de fonctionnement en limite. Deux passages furent effectués sur l'épave avec succès.

#### 9.6.4. **La conclusion**

Ces essais ont permis de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble du sondeur latéral équipé du nouveau poisson remorqué. L'enregistreur présentait une image du fond nettement améliorée par rapport à celle de l'enregistreur précédent. Le système présente une image plane corrigée de la vitesse du bâtiment, de la hauteur du poisson au-dessus du fond et de l'amplitude du signal. Les essais montraient également une bonne corrélation entre les enregistrements obtenus à partir du système et les informations, lorsqu'elles sont connues, portées sur les cartes marines.



## 9.7. Essais du matériel de radiolocalisation

### 9.7.1. Généralités

La société Thomson a réalisé en 1985 une balise prototype pour le système de radiolocalisation Trident. Baptisée Trident 4, cette balise devait remplacer, à terme, l'ancienne balise Trident 3 avec laquelle elle était compatible, toutes deux fonctionnant à la fréquence de 1 219 MHz. La Mission a prêté son concours à l'Établissement principal du SHOM pour effectuer des essais comparatifs entre les deux versions de balises.

### 9.7.2. Les essais

La nouvelle balise présentait sur son aînée les avantages d'un encombrement et d'un poids réduits. Elle fonctionnait sous une alimentation électrique de 12 volts en courant continu. Les essais demandés à la MHA consistaient à comparer les mesures de distances obtenues par un interrogateur recevant simultanément une balise Trident 3 et une balise Trident 4. Les aériens des balises étaient placés à proximité les uns des autres. Les distances affichées ont été acquises à la cadence de 30 secondes, bâtiment en route vers le cap de la Hève, en baie de Seine, et à la cadence de 60 secondes, bâtiment en éloignement du cap de la Hève. La portée optique entre les aériens disposés au cap de la Hève et ceux du bâtiment était de 50 kilomètres. La balise Trident 4 utilisée n'était pas étalonnée. Son retard propre était estimé entre 3 600 et 3 800 mètres. Une première comparaison entre les distances affichées a permis d'établir le retard propre de la balise à 3 675 mètres. En route vers le cap de la Hève, l'enregistrement simultané des distances a commencé à partir de 47 kilomètres, soit à 93 % de la portée optique. Les écarts entre les distances affichées étaient croissants jusqu'à 36 300 mètres et se sont stabilisés entre 3 et 4 mètres avec un écart type de 0,8 mètre. En route vers le large, et à partir de 48 000 mètres du cap de la Hève, les données Trident 4 ont été enregistrées jusqu'à 72 000 mètres tandis que le Trident 3 décrochait à 80 000 mètres. Les comparaisons entre les distances ont montré un écart moyen de 1 mètre pour un écart type de 1,2 mètre.

### 9.7.3. La conclusion

La dispersion des écarts affichés par les interrogateurs, n'a jamais été supérieure à 5 mètres. L'écart type des différences observées était voisin du mètre autour d'une valeur moyenne qui pouvait varier de -1 à 3 mètres selon que l'on se trouvait à des distances supérieures ou inférieures à 72 % de la portée optique. Le mixage des deux types de balises dans un même réseau ne présentait aucun inconvénient.

## 9.8. Essais du matériel de téléphonie

### 9.8.1. Généralités

La Marine Nationale a procédé en 1986 au remplacement des émetteurs-récepteurs (E/R) utilisés à bord des bâtiments, des vedettes hydrographiques et aussi par les équipes à terre de la Mission. Le matériel choisi était celui fabriqué par la société Motorola. Un ingénieur de la société, accompagné d'un ingénieur du SHOM, s'était rendu à la MHA pour présenter un échantillonnage des accessoires disponibles pour faciliter l'utilisation des appareils.

### 9.8.2. Le matériel

Le matériel de base utilisé était un émetteur/récepteur (E/R) portatif de faible encombrement, léger et de manipulation simple. Il était étanche au ruissellement mais non à l'immersion. Il fonctionnait sur la bande de fréquence VHF Marine et permettait de travailler sur 40 canaux, soit 30 canaux publics et 10 canaux privés (Marine Nationale). La puissance d'émission était de 6 watts, la puissance en écoute était de 0,5 watt. L'alimentation électrique était assurée par des

batteries autonomes rechargeables de 7,5 volts. L'appareil disposait de deux prises de raccordement, une prise pour haut-parleur et une prise pour le branchement d'un ensemble combiné amovible. Les accessoires présentés étaient un casque E/R avec bouton et alternat, un casque E/R avec Vox, un ensemble E/R, dit équipement discret, avec écouteur, micro-cravate, un bouton et un alternat.

Les postes E/R de la Mission étaient utilisés, lors des travaux hydrographiques, dans des environnements variés, soit à poste fixe à bord des bâtiments et des vedettes ou encore en liaison entre ces mobiles et les équipes à terre, soit en usage portatif à bord des embarcations légères ou en liaison entre les équipes de localisation optique. L'usage courant des E/R portait le plus souvent sur des liaisons courtes et peu fréquentes. Cependant, la technique du radioguidage, couramment utilisée pour les levés précis à grande échelle, n'entraînait pas dans ce cadre et imposait un usage intensif des E/R.

En usage courant, s'agissant d'un poste portatif, il devait être d'encombrement réduit mais robuste et étanche. L'alimentation par batteries était préférable à l'alimentation par piles. Dans le cas du matériel utilisé à poste fixe, il apparaissait souhaitable de pouvoir être raccordé au réseau d'alimentation disponible à bord, soit 24 volts continu. La possibilité d'utiliser la bande VHF Marine était nécessaire car elle permettait aux bâtiments de ne veiller qu'une seule fréquence et aux vedettes de s'insérer aisément dans le trafic maritime. En radioguidage, l'usage de l'E/R était continu durant toute la durée du sondage. Le temps de parole effectif du guide était toujours supérieur à 30 % du temps total. Il était donc nécessaire, dans ce cas, de travailler sur des fréquences protégées sans aucune intervention extérieure possible. Par ailleurs, l'autonomie et l'alimentation de l'E/R devaient être suffisantes pour assurer une durée d'utilisation satisfaisante. Des piles interchangeables répondaient à ces exigences, des batteries également sous réserve de disposer d'une réserve suffisante pour une journée de travail. À bord des vedettes, il était nécessaire de distinguer le module « barreur » du module « chef d'équipe » en raison des niveaux sonores importants du milieu ou de la séparation physique des acteurs. Le chef d'équipe devait disposer d'un haut-parleur et d'un microphone pour intervenir sur la fréquence. Le barreur devait être équipé d'un casque d'écoute pour recevoir parfaitement et sans perturbation les informations du guide. Le guide lui-même devait pouvoir manipuler aisément son théodolite tout en parlant à la radio et en écoutant le trafic. L'équipement le mieux adapté était un casque avec microphone et écouteurs permettant la parole sans presser le bouton d'alternat et laissant les mains libres.

Les besoins quantitatifs de la MHA en accessoires concernaient uniquement le matériel utilisé en radioguidage ; ils devaient couvrir les besoins nécessaires à l'armement de deux vedettes et un ensemble supplémentaire de sécurité. Les besoins en chargeurs pouvaient être chiffrés à raison d'un chargeur multiple par bâtiment et d'un chargeur multiple à la base de la MHA. La dotation complémentaire de 6 chargeurs simples pour les équipes autonomes devrait satisfaire aux besoins de la Mission.

### 9.8.3. *La conclusion*

Des essais des matériels il ressortait que le dispositif de guidage le plus pratique était le casque E/R avec Vox et que le dispositif « équipement discret », pratique, permettait une liberté suffisante de l'opérateur. Par ailleurs, le casque « Optac », tout comme le combiné « ensemble amovible », avaient leur bouton d'alternat mal placé pour un usage intensif. Leur utilisation était une gêne pour l'opérateur.

## 10. LES TRAVAUX DIVERS

### 10.1. Géodésie à la DCAN de Brest

#### 10.1.1. Généralités

À la demande de la Direction des constructions navales de Brest (DCAN), un détachement de la Mission a procédé, en 1985, à la mise en place de stations géodésiques dans l'atelier « Optique ». Ces stations étaient destinées à l'étalonnage des périscopes de visée astrale des sous-marins. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les positions géographiques se rapportaient au système géodésique Européen Compensé (ED 50) en projection de Mercator.

### 10.2. Géodésie dans l'aber Benoît

#### 10.2.1. Généralités

À la demande de l'Établissement principal du SHOM (EPSHOM), un détachement de la MHA a procédé, en 1985, au nivellement de deux repères, mis en place par l'EPSHOM, à la pointe de Kervigorn sur l'aber Benoît (Finistère nord). Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France.

### 10.3. Géodésie à Landivisiau

#### 10.3.1. Généralités

Dans le cadre de l'exécution du « blanc radiologique » de la Base Aéronautique Navale de Landivisiau, un détachement de la Mission a procédé en 1987 à la détermination de quatre points géodésiques, établis par la Mission, dans les environs de Bodilis. Un point supplémentaire a été défini au sommet de la tour de contrôle de l'aérodrome. Des points secondaires ont été placés sur les aires de stationnement affectées aux flottilles des avions et aux extrémités est et ouest de la piste d'atterrissage. Ces stations devaient être utilisées par les pilotes lors du calage des centrales de navigation. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Des clichés photographiques illustrèrent les sites d'implantation.

### 10.4. Géodésie à Lanvéoc-Poulmic

#### 10.4.1. Généralités

Dans le cadre de l'exécution du « blanc radiologique » de la Base Aéronautique Navale de Lanvéoc-Poulmic, un détachement de la Mission a procédé en 1987 à la détermination de quatre points géodésiques, établis ou reconnus par la Mission, dans les environs de Logonna-Daoulas. Les positions de trois sites complémentaires, utilisés par la Mission pour l'implantation de ses propres antennes de radiolocalisation, ont également été communiquées. Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 2 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Des clichés photographiques illustrèrent les sites d'implantation.

## 10.5. Sondage de la Penfeld

### 10.5.1. Généralités

Suite à la demande exprimée par la Direction des Travaux Maritimes de Brest, un détachement de la Mission Hydrographique de l'Atlantique (MHA) a sondé en 1986 la portion de la rivière Penfeld comprise entre la route de bouclage et le pont de Kervallon. Les cubatures de comblement ont été calculées.

### 10.5.2. Les travaux

La zone concernée a été couverte par 17 profils traversiers espacés de 10 mètres. Le sondeur, à base hors-bord, était installé sur une embarcation légère. La célérité, mesurée à la barre d'étalonnage, était de 1490 m/s. Lors du sondage, la localisation de l'embarcation à la verticale du sondeur, était obtenue par le procédé dit de « la cordelle ». Les travaux ont été menés et les documents rédigés en projection de Lambert zone 1 dans le système géodésique de la Nouvelle Triangulation de la France. Les amorces du système utilisé par les Travaux Maritimes ont été portées sur les minutes d'écriture du sondage. Les sondes ont été réduites au zéro hydrographique qui se situe à 10,041 mètres au-dessous du repère fondamental A (n° 1 NGF) situé sur le palier est près de l'entrée nord du Château de Brest, soit à la cote -4,452 mètres par rapport au zéro NGF Lallemand.

### 10.5.3. Les cubatures de comblement

Les cubatures de comblement de la zone sondée ont été calculées par la méthode de Simpson généralisée. Entre le lit de la Penfeld et la cote +4 mètres par rapport au zéro hydrographique, le volume était de 12 803 m<sup>3</sup>. Entre la cote +4 mètres par rapport au zéro hydrographique et les berges de la rivière, le volume est de 19 290 m<sup>3</sup>, soit un total de 32 093 m<sup>3</sup> pour l'ensemble du volume de la zone.

## Annexe 1 : liste des rapports particuliers et des notes

Zone des travaux	N°	Date	Nature	Observations	
<b>Les levés hydrographiques</b>					
Chenal d'accès secondaire à Lorient	110	29/04/1986	Levé Hydro	MHA	
Baie de Seine d'Antifer au Havre	55	10/02/1987	Levé Hydro	MHA	
Baie de Seine du Havre à Ouistreham	254	30/09/1987	Levé Hydro	MHA	
Zones critiques au Sud du Sandettié	25	05/02/1986	Levé Hydro	MHA	
Contrôles des accès à Dunkerque	36	17/02/1986	Levé Hydro	MHA	
##	##	57	11/02/1987	Levé Hydro	MHA
Contrôle aux abords de Calais	251	08/10/1985	Levé Hydro	MHA	
Contrôle des zones F et X au Sud du Sandettié	267	18/11/1986	Levé Hydro	MHA	
##	##	183	17/07/1987	Levé Hydro	MHA
Voie recommandée au nord du Vergoyer	105	08/04/1987	Levé Hydro	MHA	
Voie recommandée Boulogne - Calais	249	25/09/1987	Levé hydro	MHA	
Anse de Morgat	146	04/06/1987	Levé hydro	MHA	
Mouillage à Lanvéoc-Poulmic	102	07/04/1986	Levé hydro	MHA	
<b>Les travaux océaniques</b>					
Campagne océanographique Ondine 85	293	22/11/1985	Océanographie	MHA	
Système National de Navigation Loran C	489	17/08/1985	Radiolocalisation	EPSHOM	
##	##	689	18/11/1985	Radiolocalisation	EPSHOM/E/GG
##	##	193	11/07/1986	Radiolocalisation	MHA
##	##	199	10/08/1987	Radiolocalisation	MHA
##	##	255	01/10/1987	Radiolocalisation	MHA
Reconnaitances bathymétriques en Atlantique	264	02/10/1987	Océanographie	MHA	
Système de radiolocalisation Rana P 17	11	27/01/1986	Radiolocalisation	MHA	
Sondage et gravimétrie en transit	252	28/09/1987	Gebco	MHA	
Campagne « Jeanne d'Arc » 1984-1985	274	12/11/1985	Gebco	MHA	
<b>Les revues d'amers</b>					
De la pointe du Raz au Pouldu	14	29/01/1986	Amers	MHA	
De l'île de Batz à Trégastel	87	16/03/1987	Amers	MHA	

Du Touquet à Ault	35	12/02/1986	Amers	MHA
Sites remarquables entre Barfleur et Ouistreham	56	11/02/1987	Amers	MHA
<b>Les contrôles d'épaves et obstructions</b>				
Contrôle d'épaves aux abords de Gris-Nez	195	29/07/1985	Épaves	MHA
Contrôle d'épaves aux abords de St-Nazaire	27	06/02/1986	Épaves	MHA
Obstruction dans le chenal du Havre	45	18/02/1986	Obstruction	MHA
Epaves à l'entrée du Trieux	70	06/03/1986	Épaves	MHA
Hauts-fonds en Manche Est	122	05/05/1987	Dangers	MHA
Epave de la Tyanée	147	04/06/1987	Recherche	MHA
Haut-fond dans le goulet de Brest	156	11/06/1987	Danger	MHA
<b>Les contrôles de photogrammétrie et balisage</b>				
Photogrammétrie des Triagoz et de la Méloine	217	25/08/1986	Contrôles	MHA
Photogrammétrie des îles Saint-Marcouf	245	20/10/1986	Contrôles	MHA
Photogrammétrie entre l'île de Batz et Trégastel	116	30/04/1987	Contrôles	MHA
Photogrammétrie de Dunkerque	108	21/04/1987	Contrôles	MHA
Balisage et zone d'évitage de Ouistreham	244	20/10/1986	Balisage	MHA
Positionnement d'un feu à Ouessant	40	29/01/1987	Balisage	MHA
Balisage flottant en rade de Brest	127	12/05/1986	Contrôle	MHA
<b>Les étalonnages de réseaux de radiolocalisation</b>				
Sylédis dans le goulet et rade de Brest	65	14/08/1986	Étalonnage	MHA
Sylédis en Cotentin-baie de Seine	180	04/07/1985	Évaluation	MHA
Sylédis-Bretagne	98	04/04/1986	Vérification	MHA/DR
Sylédis pour exercices	178	03/07/1985	Étalonnage	MHA/DR
Sylédis de Belle-Île	245	23/09/1987	Position antennes	MHA/DR
Sylédis mobile	103	07/04/1986	Étalonnage	MHA/DR
GPS en mode différentiel	90	23/03/1987	Évaluation	MHA
<b>Les essais de nouveaux matériels</b>				
Essais d'une sonde multi-capteurs	247	24/09/1987	Évaluation	MHA
Essais du bathycélérographe SUBER	13	27/01/1986	Tests	MHA
Mise en œuvre de la sonde EIL	16	29/01/1986	Évaluation	MHA

Essais du compensateur de houle TSS/320	129	13/05/1987	Évaluation	MHA
Essais d'un sondeur à faisceau Laser	274	26/11/1986	Tests	MHA
Essais du sondeur latéral Edgerton	268	24/11/1986	Tests	MHA
Essais du matériel Trident 4	272	12/11/1985	Évaluation	MHA
Utilisation des postes émetteurs-récepteurs	140	26/05/1986	tests	MHA
<b>Les travaux divers</b>				
Repères sur l'aber Benoît	305	03/12/1985	Nivellement	MHA
Points géodésiques à la BAN Landivisiau	304	24/12/1986	Géodésie	MHA/DR
Blanc radiologique à la BAN Lanvéoc-Poulmic	18	12/01/1987	Géodésie	MHA/DR
Comblement de la Penfeld	265	18/11/1986	Sondage	MHA

## Annexe 2 : lettre de M. Beutemps-Beupré au Général Directeur du Dépôt des cartes et plans de la Marine

Lettre de M. Beutemps-Beupré au Général Directeur du Dépôt des cartes et plans de la Marine, alors qu'il effectuait les levés hydrographiques de la Chaussée de Sein, le 9 août 1817.

La version originale de cette lettre est détenue par le Directeur de la station Biologique de Roscoff.

Général,

*Depuis le 21 du mois de juin, époque à laquelle j'ai eu l'honneur de vous rendre compte de la situation des travaux dont la direction m'est confiée, j'ai fait peu de choses à la mer ; mais depuis le 2 août jusqu'au 7 au soir les vents ont varié depuis l'O. jusqu'au N. et j'ai trouvé, enfin, l'occasion favorable que j'attendais avec impatience depuis six semaines pour aller prendre connaissance de la partie occidentale de l'affreuse chaussée des Seins.*

*Les vents sont retombés au S.O., ils soufflent maintenant avec force, la mer est devenue grosse et me voilà de nouveau à attendre qu'une autre série de beaux jours se présente pour achever un ouvrage bien difficile.*

*Je devrais être maintenant à Ouessant, et j'ose à peine, au commencement du mois d'août, espérer de finir ce que j'ai entrepris sur le Raz et sur la Chaussée des Seins... Quel mois de juillet nous venons de (illisible).*

*M. Raoul est près de moi ; je l'ai fait venir quand j'ai cru que j'allais avoir un temps favorable pour entreprendre et finir la description de la partie occidentale de la Chaussée ; cet ingénieur, dont nous connaissons l'activité, n'a pu rien finir vers la Pointe du Raz ; il nous faudrait pour travailler avec sécurité, là comme ici, ces vents de la partie de l'Est que l'on nous fait espérer chaque jour et que nous attendons en vain depuis trois mois.*

*Je m'empresse de vous annoncer, Général, que nous avons trouvé dans l'O.S.O. de la grande Cornue, et à plus de 500 Toises de cette roche, une roche assez étendue, sur le sommet de laquelle il ne reste que 14 pieds d'eau de Basse-mer. J'ai eu le bonheur de pouvoir déterminer exactement la position de ce danger, inconnu des navigateurs, qui est sans contredit, vu sa situation, le plus redoutable de tous les dangers qui existent à l'extrémité de la chaussée des Seins.*

*Si je ne vous ai pas parlé chaque fois que j'ai eu l'honneur de vous écrire, de M.M. les ingénieurs que vous avez mis sous mes ordres, c'est parce que je suis certain, Général, que (illisible) est bien connu ; je suis pour tous les rapports extrêmement content de ces messieurs ; tous désirent prouver, par de nouveaux et utiles travaux, qu'ils sont dignes de vous avoir pour chef. J'ai à me louer aussi de M.M. les élèves au nombre desquels se trouve, vous le savez Général, un homme distingué, M. Daussy fils, à qui il ne serait pas juste de faire attendre encore longtemps le titre d'ingénieur.*

*Après avoir rendu à M.M. les Ingénieurs et élèves hydrographes qui servent dans ce moment sous mes ordres, la justice qui leur est due, je me trouve tout naturellement amené à vous prier, Général, de faire valoir, près de Son Excellence le Ministre de la Marine les titres que quelques membres d'un corps qui s'honore de vous avoir pour chef, peuvent avoir aux récompenses honorifiques qui seront accordées cette année à la Marine par Sa Majesté. Je ne crois pas que Son Excellence refuse à un Ingénieur Hydrographe, qui par la nature de ses travaux trouve dans une seule campagne cent occasions de donner des preuves de zèle et de courage, une récompense qui serait accordée sans la moindre (illisible) qui aurait bien servi.*

*Le corps des Ingénieurs Hydrographes, peu nombreux et récemment réorganisé, a besoin pour obtenir la considération qu'il mérite par ses travaux et, je dirai plus, pour se soutenir, d'être traité comme sont traités, avec justice, les autres corps d'Ingénieurs attachés à la Marine et à la Guerre.*

*Soyez bien convaincu, Général, que si je n'avais pas déjà eu beaucoup d'occasions de remarquer que le corps des Ingénieurs Hydrographes avait besoin de recevoir des témoignages ostensibles de la bienveillance du Gouvernement je ne me serais pas permis de vous adresser une prière de la nature de celle que je viens de vous faire.*

*J'ai reçu, il y a une heure, la lettre en date du 2 août que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire ; ainsi que le papier à calques que vous avez eu la bonté d'adresser pour moi à M. de Gourdon.*

*Le mauvais état de santé dans lequel se trouve M. Fayalle, depuis qu'il a fait usage du kinkina, me donne de vives inquiétudes ; je ferai partir cet Ingénieur pour Brest demain matin si je trouve une occasion favorable.*

*Je suis avec respect,*

*Général,*

*Votre très humble et très*

*Obéissant serviteur,*

*Beautemps-Beaupré*



## **GROUPE OCEANOGRAPHIQUE DU PACIFIQUE**

**6 août 2010 – 3 août 2012**

par

Ronan Pronost

Ingénieur principal des études et techniques de l'armement (Hydrographe)



## 1. INTRODUCTION

Le présent rapport couvre l'activité de l'antenne du SHOM dans le Pacifique (GOP) durant la période du 6 août 2010 au 3 août 2012, sous la direction de l'ingénieur principal des études et techniques de l'armement Ronan Pronost. Il fait suite à celui rédigé par l'IPETA Serge Lannuzel pour la période 2008 à 2010 (cf. *Annales Hydrographiques* n° 777).

En dehors de la réalisation des travaux hydrographiques détaillés au paragraphe 6, la période aura été marquée par :

- le transfert de la compétence en hydrographie de l'État vers la Nouvelle-Calédonie, compétence continuant à être assurée par le SHOM, et la signature des conventions de coordination et de partenariat correspondantes ;
- la signature d'une convention de coordination dans le domaine de l'hydrographie entre l'État et la Polynésie française, portée par le SHOM ;
- l'élaboration de schémas directeurs de l'hydrographie en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française ;
- la mise en service de la vedette BHPF.1 en Polynésie, comblant un manque criant de moyens nautiques dédiés à la BHPF, qui pénalisait l'activité de levé hydrographiques ;
- la forte mobilisation des équipes autour du réseau de marégraphes permanents pour l'alerte tsunami : installation de 4 marégraphes en Nouvelle-Calédonie, 2 en Polynésie française, 1 à Futuna, MCO des marégraphes existants et mise en place, souvent laborieuse, des conventions et financements correspondants.

## 2. LES MISSIONS DU GOP

Les eaux sous responsabilité française dans le Pacifique représentent près de 6,9 millions de km<sup>2</sup>, soit plus de 67 % de la ZEE française totale. Le groupe océanographique du Pacifique, à partir de ses 2 bases de Nouméa et Papeete, et dans la limite des moyens dont il dispose, contribue dans cet immense espace à la réalisation des 3 missions du SHOM :

- hydrographie générale dans le but d'assurer la sécurité de la navigation ;
- soutien en environnement hydro-océanographique de la défense ;
- soutien aux politiques publiques maritimes et du littoral.

### 2.1. En Nouvelle-Calédonie

Le transfert de l'État vers la Nouvelle-Calédonie de la compétence en hydrographie « pour la sécurité de la navigation dans les eaux territoriales et intérieures », prévu dans la loi organique et fixé au 1<sup>er</sup> janvier 2011, a marqué la période, tout en se faisant dans la continuité de l'action (le congrès de Nouvelle-Calédonie a fait appel au SHOM pour exercer cette compétence à son profit, par délibération n° 122 du 7 janvier 2011).

Si la convention générale de coordination dans le domaine était quasiment prête en août 2010, la finalisation du texte, ainsi que la refonte concomitante de la convention de partenariat État – SHOM – Nouvelle-Calédonie définissant les moyens apportés par chacune des parties, ne permettaient d'envisager une signature qu'à la mi-février 2011, plus d'un mois après le transfert effectif de la compétence. Malheureusement, la chute du gouvernement Gomez le 17 février 2011, puis la période d'instabilité politique qui a suivi pendant quelques mois, avec les chutes de trois gouvernements Martin successifs, ont mis un point d'arrêt temporaire au processus (pas seulement dans le domaine de l'hydrographie, bien entendu...). La signature de la convention État – Nouvelle-Calédonie de coordination en hydrographie et cartographie marine, et de la convention tripartite « de moyens » n'a finalement pu avoir lieu que le 22 mars 2012, en même

temps que la signature de la convention de transfert du service des Phares et balises, et quelques semaines avant celle du reste des conventions concernant la sécurité maritime.



*Signature des conventions le 22 mars 2012 à bord du Louis Hénin.*

*Debout : Ronan Pronost, directeur du GOP – A la table : Harold Martin, président du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et Albert Dupuy, haut-commissaire de la République.*

La commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie se réunit tous les 6 mois, sous la coprésidence du Haut-commissaire de la République (représenté par le commandant de zone maritime) et du Président du gouvernement (représenté par le vice-président, membre du gouvernement chargé des transports). L'implication de la Nouvelle-Calédonie dans cette commission est sensiblement plus importante depuis le transfert de compétence, ce qui montre si besoin la prise de conscience du territoire des nouvelles responsabilités qui lui incombent dans ce domaine, et de tout ce qu'une bonne connaissance de l'hydrographie dans ses eaux peut lui apporter.

Les recueils annuels de besoins en travaux hydrographiques, traités lors de ces commissions, et un bilan complet de l'état de la connaissance en Nouvelle-Calédonie réalisé par l'IPETA Lannuzel, a permis d'élaborer et publier un schéma directeur de l'hydrographie en 2011, dont chaque édition (mise à jour annuelle) est soumise depuis à l'approbation de la commission hydrographique.



18<sup>ème</sup> commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie.

*De gauche à droite autour de la table : Marie Protat, chef de la BHPF – Nicolas Gillard, pilote maritime – Ronan Pronost, directeur du GOP – Marc Chapalain, directeur du service des affaires maritimes – Sébastien Tarquis, chef du bureau AEM – Pierre-Emmanuel Augey, commandant de la zone maritime – Gilbert Tyuienon, vice-président du gouvernement – Claude Constans, collaborateur du vice-président – Chantal Giraudon, chef du service topographique et foncier de la Province Sud – Sylvie Chailleux, directrice adjointe de l'aménagement et du foncier de la Province Nord – Michel Vittori, adjoint au maire de Nouméa – Thierry Pitout, directeur de la DITTT – Erwan Guivarch, chef du service des phares et balises – Claude Brésil, commandant du Louis Hénin.*

Le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie a lancé en 2008 une vaste réflexion sur la mise en place d'un schéma d'aménagement et de développement global du territoire à l'horizon 2025 (NC2025). Toutefois, les aspects maritimes n'étaient pas clairement identifiés dans les premiers résultats des réflexions et les documents associés (Diagnostic et Enjeux, déc. 2009). À l'initiative du Haut-commissariat, des séances de travail dédiées à la rédaction d'un « volet mer » de ce schéma ont alors débuté en mars 2012, rassemblant les services et établissements publics concernés, de l'État dans un premier temps (dont le SHOM, pour la thématique de « La prévention des risques et la sécurité des activités maritimes, dans un souci global de gestion partagée de l'espace maritime »), puis de la Nouvelle-Calédonie.

Une mission d'IGN Conseil mandatée par le service topographique du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie pour évaluer la faisabilité d'un levé LIDAR de type Litto3D® sur les côtes calédoniennes s'est déroulée en juin 2012. Cette mission, pour laquelle le directeur du GOP a été sollicité pour son expertise sur la partie maritime d'un tel projet, avait pour but d'étudier la faisabilité technique, les « clients » potentiels ainsi que les montages financiers possibles. A l'issue, il a été décidé de réaliser un démonstrateur sur la zone à enjeux du Grand Nouméa, financé intégralement par le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie.

Le « climat social » a été calme lors de la période, hormis pendant les mois de juillet-août 2011, où en marge du blocage de l'aéroport de Maré, des affrontements entre tribus ont fait 4 victimes,

tuées par balles. Le levé hydrographique programmé à cette période a dû être reporté de quelques mois, pour respecter la période de deuil et en attente d'un retour au calme.

## 2.2. En Polynésie française

En parallèle aux travaux entrepris en Nouvelle-Calédonie, et suite aux analyses juridiques conduites en 2009 qui réaffirmaient la pleine responsabilité de l'État dans le domaine de l'hydrographie en Polynésie française, une convention de coordination a pu être signée en mars 2011, juste avant un changement de gouvernement.

Les commissions hydrographiques polynésiennes (qui sont plus précisément des sous-comités « hydrographie » du comité opérationnel de l'action en mer des services publics de l'État et de la Polynésie française, du conseil polynésien de la mer et du littoral institué le 17 septembre 2010), ont été réinstaurées début 2010 et sont co-présidées par le SHOM et le Pays. Ces sous-comités semestriels ont continué à être la plateforme d'analyse et de discussion autour des besoins hydrographiques en Polynésie et du programme de la BHPF, en liaison avec les activités de la cellule hydrographique de Polynésie française (CHPF), intégrée au service des Phares et balises. Toutefois, la Polynésie française ne souhaite clairement pas pour l'instant aller plus loin dans le partenariat avec le SHOM. Il faut toutefois noter en 2012 une volonté affichée de la CHPF de se rapprocher à nouveau de l'antenne polynésienne du SHOM.



3<sup>e</sup> sous-comité hydrographie de Polynésie française.

*De gauche à droite : Théodore Tairui, pilote maritime – Eileen Handerson, chef de la cellule hydrographique de Polynésie française – Nathalie Metzler, chef de l'arrondissement maritime et aéroportuaire – Ronan Pronost, directeur du GOP – Yves-Marie Tanguy, chef de la BHPF – Guillaume des Courtis, bureau AEM du CZM – Lionel Teikiuavanaka, port autonome de Papeete.*

Un schéma directeur de l'hydrographie en Polynésie française a été établi en 2012. De la même manière qu'en Nouvelle-Calédonie, il est nourri et mis à jour à l'occasion des recueils annuels de besoins en travaux hydrographiques (relancés en 2010), sans validation formelle du Pays toutefois compte tenu du contexte de responsabilités et d'engagement différent.

### 2.3. A Wallis-et-Futuna

La création début 2011 du service des affaires maritimes, des ports et des phares et balises (SAMPP) en fait le partenaire privilégié (et d'ailleurs quasi-unique) sur le territoire. Les retards cumulés des lourds travaux de réfection du quai de Mata Utu et de dragage de ses accès n'ont permis de programmer ni levé hydrographique, ni l'installation prévue d'un marégraphe permanent à Wallis pendant ces 2 années. Ils resteront bien entendu à faire, dès que possible après la fin des travaux d'aménagement portuaire. A Futuna, un marégraphe permanent a été installé à Leava en octobre 2011. En outre, le projet de réfection du wharf devrait se concrétiser également dans les années à venir, ce qui nécessitera des travaux hydrographiques en temps utile, mais également le déplacement du marégraphe le cas échéant.

Il est à noter que la commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie traite également des besoins et travaux programmés à Wallis-et-Futuna (puisque aux termes de l'action de l'État en mer, il s'agit de la même « zone maritime »). La convention avec la Nouvelle-Calédonie autorise l'emploi des moyens mis à disposition du GOP pour la réalisation des levés d'hydrographie générale à Wallis-et-Futuna, au même titre d'ailleurs qu'elle autorise les travaux entrant dans le cadre du soutien à la défense, du ressort exclusif de l'État.

### 2.4. Organisation hydrographique internationale (OHI)

Dans le cadre du renforcement des capacités hydrographiques des États insulaires du Pacifique, il était convenu que le SHOM apporte son concours à la mise en place d'une formation aux levés hydrographiques dans la région sous l'égide de l'OHI. Cette formation intitulée « *Hydrographic Survey and Introduction to Chart Production* », d'une durée de 2 semaines s'est tenue à Port Moresby en Papouasie-Nouvelle-Guinée du 11 au 22 octobre 2010. Elle a été dispensée par le directeur du GOP et le Lt Matthew Templeton du service hydrographique australien, avec le soutien de David Garforth (Bruttour Pty Ltd) qui fournissait le matériel scientifique nécessaire à la partie pratique de la formation. 13 élèves de 9 pays (Papouasie-Nouvelle-Guinée, Fidji, Iles Salomon, Vanuatu, Iles Cook, Tonga, Palau, Nauru et États fédérés de Micronésie) ont été formés à cette occasion.

Il est à noter que la préparation de cette formation, assez lourde et réalisée très peu de temps après la prise de fonction du directeur a légèrement perturbé l'activité du GOP pendant les mois de septembre et octobre 2010.

En préalable à la 11<sup>e</sup> réunion à Brisbane (Australie) de la commission hydrographique du Pacifique sud-ouest (CHPSO ou SWPHC), un atelier technique sur les levés hydrographiques par petits fonds s'est tenu les 13 et 14 février 2012, le directeur du GOP assurant les interventions sur les instruments et méthodes, et les hauteurs d'eau et courants. Certains participants à cet atelier avaient déjà suivi la formation de 2010 en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Il est à noter qu'Eileen Handerson, chef de la cellule hydrographique de Polynésie française, a participé à cet atelier, ce qui lui a permis de représenter officiellement la Polynésie française à la CHPSO.

À la suite de la réunion de la CHPSO, le directeur du GOP a proposé en commission hydrographique de NC, que la Nouvelle-Calédonie, qui assure désormais la compétence en hydrographie dans ses eaux, participe aux commissions hydrographiques régionales en tant qu'observateur. Cela devrait être fait dès la 12<sup>e</sup> réunion de la CHPSO fin 2013 à Port-Vila (Vanuatu).

En avril 2011, un protocole d'accord (MoU) a été signé entre l'OHI et le secrétariat général de la communauté du Pacifique (CPS – SPC *Secretariat of the Pacific Community*) dont le siège est à Nouméa. Hormis la participation à des colloques organisés par la CPS, les contacts du GOP ont essentiellement été noués avec la Division géosciences et technologies appliquées (SOPAC), notamment lors du levé SMF réalisé à Rangiroa fin 2011 en collaboration avec la cellule hydrographique de Polynésie française. La représentante française à la CPS, Josiane Couratier, a toutefois été sensibilisée aux enjeux et problématiques liées à l'hydrographie et aux autres actions du SHOM dans la région.

### 2.5. Passage en Bases de défense

La période a également été marquée par la réorganisation du soutien des forces armées en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française liée à la création des bases de défense.

Le point dur principal a été le changement d'interlocuteurs dans les fonctions de soutien du GOP par les forces. En effet, les tâches jusqu'à présent du ressort de marins des bases navales (logistique, soutien RH de proximité,...) ont été reprises par des personnels interarmées qui découvraient pour beaucoup les spécificités du SHOM et de ses besoins (établissement public, volet maritime,...).

La révision des conventions de soutien rendue nécessaire par cette transformation n'a pas pu être engagée concrètement avant la mi-2012.

## 3. ORGANISATION DU GOP

L'antenne du SHOM dans le Pacifique est constituée de :

- la base hydrographique de Nouvelle-Calédonie (BHNC), implantée à Nouméa sur le site du service des Phares et Balises de la Direction des infrastructures, de la topographie et des transports terrestres (DITTT) ;
- la base hydrographique de Polynésie française (BHPF), implanté dans des locaux de la zone de réparation navale (ZRN) de la Base navale de Papeete à Tahiti.

Chaque base est une unité administrative à part entière (BHNC : SHOM ANTNCALÉD, code 19404 et BHPF : SHOM ANTPOLY, code 19403).

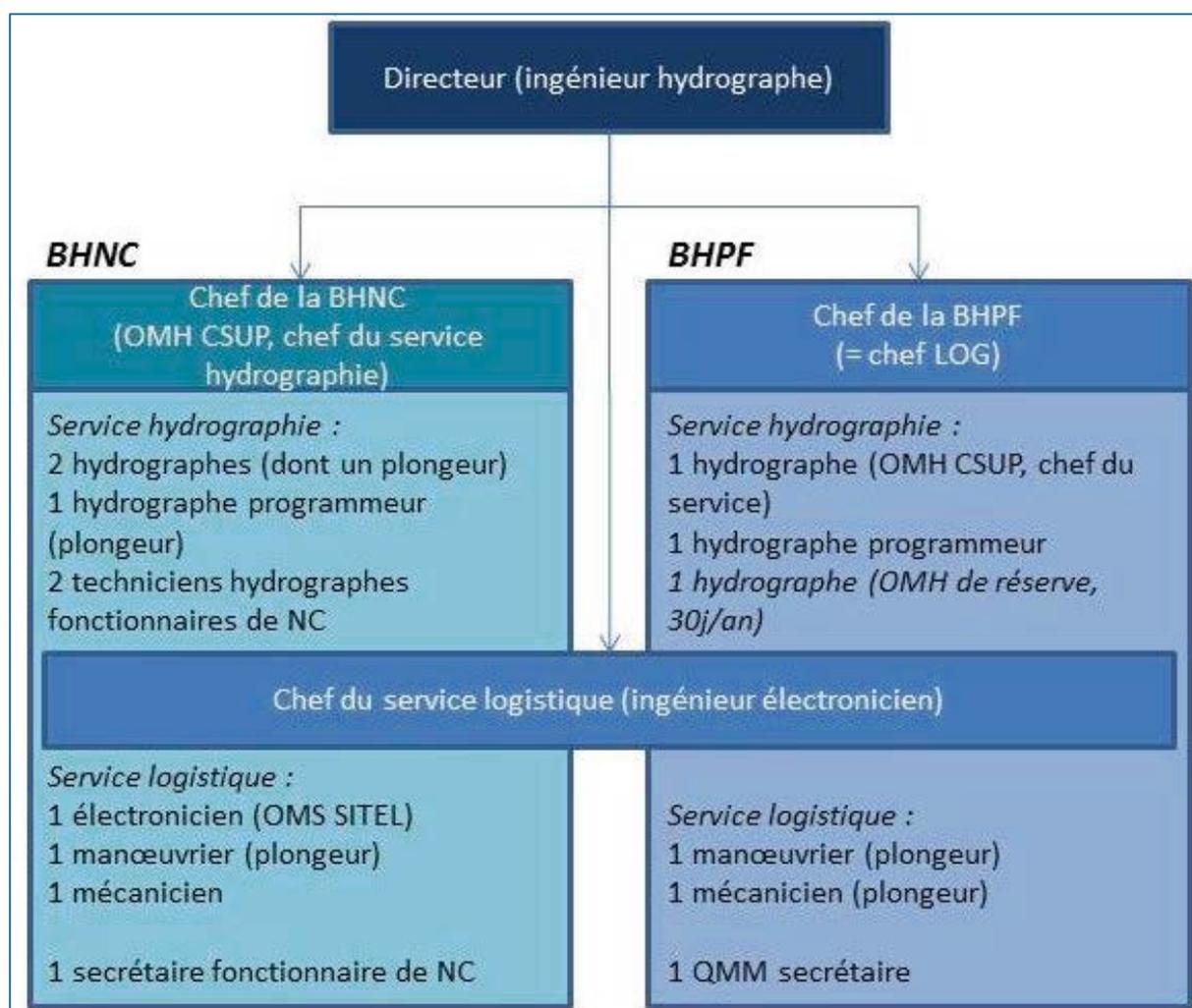
Le directeur, ingénieur hydrographe, est basé à Nouméa au sein de la BHNC. Il est amené à se rendre régulièrement à Tahiti (environ une semaine tous les 3 mois) dans le cadre du suivi de l'activité de la BHPF.

Le service logistique du GOP, transverse, est dirigé par un ingénieur électronicien par ailleurs chef de la BHPF et donc basé à Papeete. Celui-ci doit donc également se déplacer régulièrement d'une base à l'autre.

Chaque base dispose de son service hydrographie, dirigé par un officier marinier hydrographe, titulaire du CSUP HYDRO.

## 4. LE PERSONNEL DU GOP

La répartition du personnel est la suivante :



En complément du personnel militaire affecté au SHOM, la Nouvelle-Calédonie met à disposition de la BHNC 3 fonctionnaires territoriaux : 1 secrétaire et 2 techniciens supérieurs hydrographes.

Le plan d'armement (PAR) du GOP est globalement bien adapté, cependant certains points sont à noter, problèmes récurrents ou plus ponctuels :

- le mécanicien de la BHNC devrait être plongeur de bord, ce qui n'est plus le cas depuis 2008. Ceci entraîne des périodes où seuls 2 plongeurs sont présents (3 au plan d'armement). Heureusement, à compter d'août 2011, l'OMH programmeur affecté à la BHNC (PM Gourven) étant également plongeur, une situation « normale » a pu être retrouvée (sans toutefois être optimale, puisque la mobilisation quasi-systématique de 2 hydrographes pour les plongées est peu efficace) ;
- les aptitudes médicales de 2 plongeurs de la BHNC sont arrivées à échéance avant la fin de l'affectation de ces personnels (SM Randrianasolo et PM Mico, fin d'aptitude respectivement le 13 mars et le 6 avril 2013). Si le cas du PM Mico est compréhensible (prolongation de son affectation d'un an), celui du SM Randrianasolo l'est moins (son aptitude ne couvrait pas l'ensemble de son affectation initiale). Une dérogation a été recherchée et acquise de haute lutte (seul le médecin référent plongée à Toulon peut valider l'aptitude d'un plongeur de bord, même si les médecins militaires de la Base de défense de Nouméa étaient prêts à s'engager formellement), mais elle n'a finalement couvert qu'une partie du mois de juin, ne

permettant pas au final de compenser la perte de potentiel de plongée opérationnelle à la BHNC de mars à juillet 2012 ;

- Mme Corinne Olivier, technicienne hydrographe de la Nouvelle-Calédonie, a quitté la BHNC pour occuper un poste à la mairie de Nouméa en novembre 2011. Le processus de recrutement d'un remplaçant a été plus long que prévu, ce qui a entraîné un déficit en potentiel hydrographe sur la fin de la période considérée (et sur la suite également puisque la candidate retenue n'a finalement rejoint son poste qu'au 1<sup>er</sup> janvier 2013). Cet épisode pointe la réelle difficulté pour la Nouvelle-Calédonie à proposer aux 2 techniciens hydrographes du territoire une perspective de carrière attrayante sur le long terme ;
- la montée en puissance de l'activité de levé hydrographique en Polynésie française suite à la mise en service de la vedette BHPF.1 (cf. § 5.1.2), a confirmé le besoin d'un hydrographe supplémentaire à la BHPF, déjà identifié par l'IPETA Serge Lannuzel. Les différentes possibilités ont été exposées par le directeur du GOP dans la fiche n° 88 SHOM/GOP/NP du 20 mai 2011, l'augmentation du plan d'armement (1 OMH supplémentaire) a finalement été décidée, mais pour un poste pourvu en juin 2013 ;
- l'affectation d'un ingénieur hydrographe à la BHPF, et le transfert du chef du service logistique de Papeete à Nouméa, qui permettrait un fonctionnement optimal du GOP, n'est malheureusement pas économiquement viable, au moins sans une volonté de la Polynésie française de participer plus activement à l'activité hydrographique (dont une participation sous forme de mise à disposition de moyens, à l'instar de ce qui se fait en Nouvelle-Calédonie) ;
- la suppression programmée du poste de secrétaire à la BHPF en tout début 2013, demandera de gager une part non négligeable du potentiel du reste du personnel de la base pour assurer les tâches de secrétariat (sans compter les tâches techniques assurées en tant qu'« aide hydrographe »). Cette situation, très inconfortable vu le très faible effectif, a déjà dû être mise en pratique temporairement lors du congé de maternité de la secrétaire.

## 5. LES MOYENS

### 5.1. Moyens flottants

Pour mémoire, chaque base possède un semi-rigide sur remorque, employé principalement pour les tâches relatives à la plongée ou pour liaison.

#### 5.1.1. *En Nouvelle-Calédonie*

##### 5.1.1.1. Baliseur polyvalent *Louis Hénin*

Le *Louis Hénin* continue à montrer ses bonnes capacités à assurer les missions d'hydrographie « classiques » du GOP, mais aussi ses limites (peu de place pour le personnel du SHOM, autonomie relativement limitée) qui ne permettent pas d'envisager facilement des missions plus longues qu'une dizaine de jours ou plus lointaines.



*Le baliseur Louis Hénin en présentation au mouillage à Uala (Belep)*

Son équipement scientifique (sondeur vertical Simrad EA400 et sonar latéral Edgetech4100 puis CMAX) est bien adapté pour les levés de type « voie recommandée », peu étendus, mais ne permet pas de réaliser des levés surfaciques plus systématiques : un sondeur multifaisceaux serait alors nécessaire.

Le *Louis Hénin* a été indisponible du 1<sup>er</sup> septembre au 21 octobre 2011 suite à une avarie sur sa grue, conduisant à une reconfiguration des missions de fin 2011 et au report en 2012 d'une mission prévue aux Belep. En dehors de cette période, l'élaboration du programme d'activité en bonne intelligence avec le service des phares et balises n'a posé aucun problème.

Conformément à la convention de partenariat, le *Louis Hénin* est mis à disposition du SHOM entre 50 et 90 jours par an (en général, le programme annuel du GOP prévoit autour de 60j d'activité hydrographique pour ce navire).



*Le PC scientifique du Louis Hénin (MP Hervé Poilane)*

#### 5.1.1.2. Baliseur *Eugène Morignat*

Ce catamaran de travail est bien adapté pour des travaux proches de Nouméa, et sur des périodes relativement courtes. En effet, les conditions de vie à bord spartiates et l'autonomie limitée ne permettent pas d'envisager des déploiements longs et/ou des temps de transit importants.



*Le baliseur Eugène Morignat à quai à Numbo*

L'*Eugène Morignat* a été indisponible pendant une longue période, de novembre 2010 à décembre 2011, pour des problèmes de structure qui ont nécessité des travaux conséquents sur sa coque.

Conformément à la convention de partenariat, l'*Eugène Morignat* est mis à disposition du SHOM à hauteur de 30 jours par an.

#### 5.1.1.3. Vedette hydrographique *Chambeyron*

La VH *Chambeyron* a été indisponible lors de quelques courtes périodes sans impact notable sur l'activité (sablage de la coque en septembre/octobre 2010, changement des moteurs hors-bord et adaptation du tablier arrière en juin 2011). Toutefois, en octobre 2011, des perforations de la coque, sans doute dues à un phénomène d'électrolyse ont été détectées, ce qui l'a rendue indisponible pour le reste de la période. Une réparation par rechargement de matière était prévue en septembre 2012.

De plus, les modifications effectuées ont conduit à une pesée de la vedette en septembre 2011 pour homologation. Il s'est avéré que la remorque n'était plus adaptée (PTAC dépassé), interdisant tout déploiement par voie routière de la VH *Chambeyron*. L'achat d'une nouvelle remorque par la DITTT a été lancé, et si besoin, la base navale était en mesure de fournir ponctuellement une remorque adaptée, mais cette option n'a pas été utilisée.



*La vedette hydrographique Chambeyron à Touho*

#### 5.1.1.4. Vedette hydrographique *Équinoxe*

Cette vedette en aluminium, efficace lorsque les conditions extérieures sont bonnes, montre rapidement ses limites en cas de mer un peu formée, et même de fortes pluies (protection insuffisante du matériel et du personnel). Elle est toutefois mise en œuvre facilement, de la terre comme à partir du *Louis Hénin*, ce qui en fait une alternative pertinente à l'utilisation de la VH *Chambeyron* lors de travaux très côtiers ou portuaires.

#### 5.1.1.5. Porteurs d'opportunité

La BHNC n'est pas gréée pour multiplier les embarquements sur des navires d'opportunité. Ceux-ci ne seraient utilisés qu'en cas de mission particulière (hydrographie à l'extérieur du lagon par exemple), d'indisponibilité prolongée du *Louis Hénin*, et sous réserve de jours de mer disponibles sur ces porteurs dont l'activité est assez chargée.

Le N/O *Alis* n'a en conséquence pas été utilisé durant la période (hormis recherche de *La Monique*, voir ci-dessous).

Le 1<sup>er</sup> novembre 2011, l'*Amborella*, navire multi-missions armé par le service de la marine marchande et des pêches maritimes de la Nouvelle-Calédonie, a été mis en service. Il pourrait potentiellement être utilisé pour l'hydrographie après quelques aménagements.

Le BATRAL *Jacques Cartier* a été utilisé en avril 2011 pour transporter le matériel nécessaire à l'installation du marégraphe de Leava, en profitant d'une de ses tournées à Wallis et Futuna et sans embarquement de personnel du GOP.

Enfin, pour mémoire, un officier marinier hydrographe de la BHNC a été mis à disposition de l'association *Fortunes de mer calédoniennes* pendant 2 jours dans le cadre de ses recherches de

l'épave de *La Monique*, caboteur disparu avec ses 126 passagers et membres d'équipage le 31 juillet 1953 entre Maré et Nouméa. Dans la continuité de travaux de reconnaissance menés en août 2010 à partir de l'*Alis* à l'aide d'un sonar latéral remorqué, le navire câblé *Île de Ré* d'ALCATEL et son robot sous-marin ont été déployés en mars 2011 sur des zones ciblées présentant des échos sonar « prometteurs » : sans succès malheureusement...

### 5.1.2. *En Polynésie française*

#### 5.1.2.1. Vedette hydrographique *BHPF.1*

Depuis plusieurs années, la BHPF ne détenait pas de moyens nautiques en propre adaptés aux travaux hydrographiques. Ceci rendait indispensable le recours à des embarcations d'opportunité (vedette de servitude du RR *Revi* par exemple), pas toujours fiables, et nécessitant à chaque fois d'équiper complètement ces porteurs et de calibrer les équipements. Des reconfigurations de missions pour des causes complètement extérieures au SHOM, voire des reports ou annulations étaient alors relativement fréquents.

Lancé début 2010, l'achat par la DICOM d'une embarcation pour le GOP a abouti à la livraison et au « baptême » le 21 février 2011 de la vedette en aluminium *BHPF.1*. Construite sur spécifications du SHOM, la VH *BHPF.1*, couplée au système déployable d'hydrographie pour les groupes hydro-océanographiques (SDHGHO) s'est vite montrée très efficace pour les travaux lagonaires à Tahiti. Son utilisation a permis de réaliser des levés d'envergure (cf. § 6.3.) dans d'excellentes conditions. Par contre, le surcroît de charge induit par ces travaux a rapidement confirmé les limites du faible effectif hydrographe de la BHPF, notamment en rédaction. Il est vrai que l'excès d'enthousiasme, à tous les niveaux, lié à la mise en œuvre de ce nouveau porteur a probablement conduit à une programmation de levés un peu trop dense en 2011 et 2012.



*La BHPF.1. à Teahupoo (MT Jean-Louis Péraldi, MJR Frédéric Rota et PM Fabienne Rolland)*

#### 5.1.2.2. Porteurs d'opportunité

La vedette de servitude du RR *Revi* a été utilisée pour le levé de Tepuaeraha en août/septembre 2010, mais des problèmes mécaniques ont nécessité de terminer le levé à partir du semi-rigide de la BHPF.

Le N/O *Atalante*, déployé dans le Pacifique en 2012 a effectué des travaux autour des îles de la Société à compter d'août 2012. La BHPF a participé à la préparation de cette mission « SHOMPOL », mais c'est une équipe du Groupe océanographique de l'Atlantique qui a conduit les travaux.

Les passages à Clipperton du PSP *Arago* en août 2011 et de la FS *Prairial* en mai 2012 ont été mis à profit respectivement pour le mouillage et la tentative de relevage de 2 marégraphes plongeurs. Ces opérations étaient supervisées par un officier marinier hydrographe de la BHPF embarqué pour l'occasion.

### 5.2. Matériel

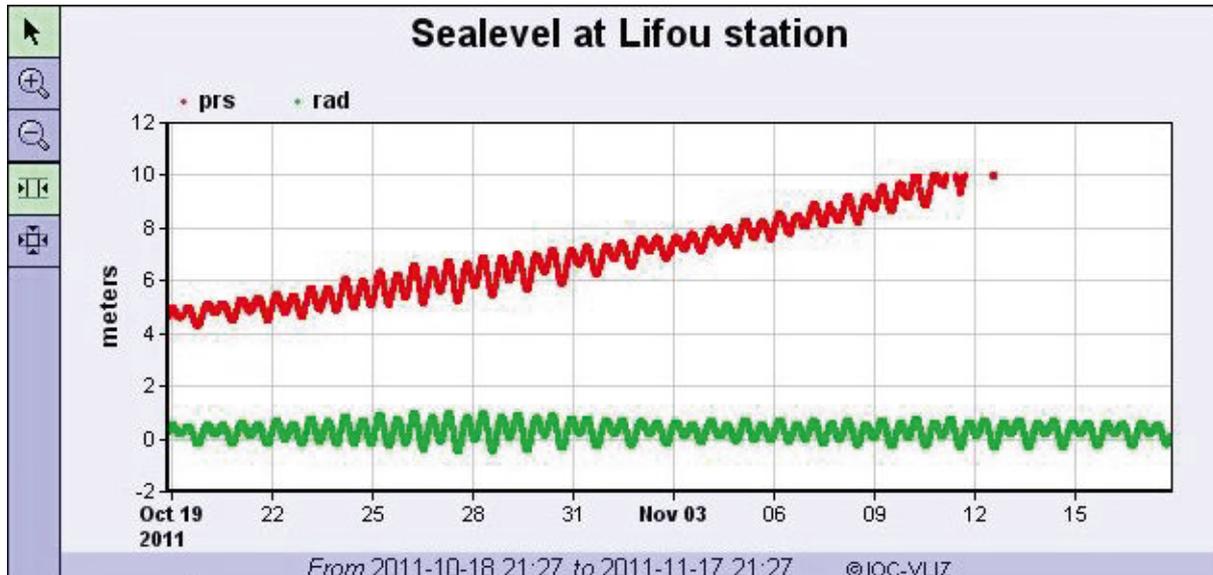
Globalement, les équipements scientifiques mis en service au GOP donnent satisfaction.

La période a été marquée par le déploiement de nouveaux marégraphes SBE26+, de nouvelles stations météorologiques AIRMINE, et surtout par le remplacement en 2012 du parc de sonars latéraux EDGETECH 4100, en toute fin de vie, par des sonars C-MAX. En outre, un système déployable d'hydrographie SDHGHO a été mis en service à la BHPF pour équiper la vedette *BHPF.1* ou un porteur d'opportunité.



*Marégraphes SBE 26+ dans leurs cages (levé dans l'atoll de la Surprise)*

Même s'il ne s'agit pas de matériel SHOM, il est à noter ici que les capteurs de pression KELLER équipant les stations marégraphiques du réseau tsunami se sont révélés peu fiables, la majorité d'entre eux a rapidement présenté une dérive très importante. Si cette dérive ne remettait pas en cause le caractère opérationnel du réseau (le capteur de pression est un capteur « de secours » dans la plupart des cas), elle fragilisait le dispositif, a occasionné un surcroît de travail sur cette thématique déjà très chronophage et montré une réactivité faible du fournisseur de l'ensemble, VAISALA, à résoudre le problème.



« Légère » dérive du capteur de pression (en rouge) à Lifou

D'un point de vue informatique, le remplacement des serveurs « sampan » vieillissants à la BHNC et la BHPF a grandement amélioré le taux de disponibilité informatique. Le débit internet à la BHNC, ridiculement bas, rendait problématique le moindre transfert de données vers le SHOM en métropole ou vers la BHPF, et a également rendu impossible l'utilisation d'outils déployés dans le reste du SHOM (application de courrier Nacre, outil CARIS BDB, dématérialisation des fiches d'observatoire de marée via TDB...). À l'isolement géographique s'est donc ajouté un décalage dans les « manières de faire » au GOP et dans les autres groupes hydro-océanographiques du SHOM (décalage il est vrai déjà présent dans l'utilisation du sondeur vertical dans le Pacifique alors que le sondeur multifaisceaux est employé quasi-exclusivement ailleurs).

Enfin, l'acheminement du matériel, les délais de dédouanement ou les taxes douanières ont régulièrement posé problème, que ce soit lors d'allers retours vers la métropole (étalonnage régulier de certains matériel, pannes ne pouvant pas être résolues sur place), des déploiements de matériel vers des chantiers éloignés (Futuna), ou de simples échanges ou prêts entre les bases du GOP. D'un autre côté, le coût de certains matériels sur place conduit parfois à des choix étonnants (cas du remplacement de traceurs A0, qui ont été achetés en métropole et acheminés vers la Nouvelle-Calédonie à un coût moindre, taxes d'entrée sur le territoire comprises, qu'un achat sur place...).

### 5.3. Locaux

#### 5.3.1. En Nouvelle-Calédonie

Conformément aux termes de la convention de partenariat, la DITTT met à disposition de la BHNC des locaux (bureaux, hangars et ateliers) sur le site du service des Phares et balises à Numbo en presqu'île de Ducos. Ces locaux sont tout à fait adaptés, tant pour les espaces de

travail (bureaux et ateliers) que pour les espaces de stockage (hangars, parc à huiles et combustibles).

L'entretien des locaux est assuré par la DITTT, sur demande du GOP. Par exemple, des infiltrations d'eau récurrentes par le toit du bâtiment principal ont nécessité des travaux à plusieurs reprises, sans que le problème soit à chaque fois complètement résolu. L'incident le plus notable pendant la période s'est produit lors du passage du cyclone Vania le 14 janvier 2011 : du mobilier, du matériel informatique et des documents papier ont été endommagés par le ruissellement d'eau dans les bureaux du secrétariat et du directeur, malgré les précautions prises au lancement de l'alerte cyclonique. La mezzanine (en bois) de stockage de matériel au-dessus des ateliers est fortement attaquée par des insectes et doit être refaite. En attente des travaux, elle a été utilisée avec la plus grande prudence.

### 5.3.2. *En Polynésie française*

Les locaux mis à disposition par la base navale en ZRN (zone de réparation navale) depuis janvier 2010 se sont révélés bien adaptés au format et à l'activité de la BHPF. Toutefois, le hangar qui abrite le semi-rigide, sa remorque et autres matériels volumineux se trouve dans une partie de la ZRN qui pourrait être rétrocédée à terme à la mairie de Papeete, sans solution évidente de remplacement.

## 5.4. Véhicules

### 5.4.1. *En Nouvelle-Calédonie*

La BHNC dispose d'un véhicule de liaison et d'un 4x4 mis à disposition par la Défense, ainsi que d'un autre véhicule de liaison et d'un autre 4x4 fournis et entretenus par la Nouvelle-Calédonie. Le 4x4 « Marine », vieillissant, a été indisponible pendant une longue période (d'octobre 2010 à mars 2011) révélant les difficultés de la base navale, puis de la base de défense à assurer le soutien de « matériel spécifique » au même niveau qu'auparavant (externalisation systématique, dans un contexte budgétaire tendu et avec relativement peu de fournisseurs potentiels...).

### 5.4.2. *En Polynésie française*

La BHPF dispose d'un véhicule de liaison et d'un fourgon utilitaire. L'utilisation de ce dernier pour la mise à l'eau ou la récupération de la VH BHPF.1 s'est toutefois révélée problématique. En conséquence, le besoin d'un véhicule tout-terrain de remplacement a été exprimé auprès du GSBdD de Papeete.

## 6. ACTIVITE

### 6.1. **Physionomie de l'activité**

Durant la période d'août 2010 à juillet 2012, en complément des levés bathymétriques, l'activité du GOP a été marquée par :

- les travaux autour du réseau de marégraphes dans le Pacifique pour l'alerte aux tsunamis (installation, MCO et mise en place du cadre conventionnel) ;
- des travaux de stéréopréparation et/ou spatiopréparation en Nouvelle-Calédonie, souvent réalisés en urgence à la demande de la direction des opérations du SHOM ;
- de nombreuses opérations dans le cadre de la définition des références altimétriques maritimes (RAM).

Ces dernières opérations, toutes assez similaires, ne sont pas détaillées dans la suite de ce rapport. Elles comprennent tout ou partie des actions suivantes :

- implantation de repères géodésiques pour assurer la pérennité de l'observatoire de marée (matérialisation du zéro hydrographique) ;
- nivellement des repères de l'observatoire ;
- stations GPS de longue durée (plus de 48h) pour rattachement des repères au GRS80 ;
- traitement des mesures GPS, parfois en configuration « base longue » (cas des atolls polynésiens) ;
- mouillage de marégraphes pour 30 jours minimum ;
- mise à jour de la fiche d'observatoire de marée (FOM) du site.

Les références altimétriques maritimes ont ainsi été déterminées ou mises à jour sur les sites de : Tomo, Boulari, Port-Boisé, Koné et Ouano en Nouvelle-Calédonie, Fakarava, Tikehau, Ahe, Apataki, Manihi et Kauehi en Polynésie française (cf. tableau en annexe pour les références des levés correspondants). Des travaux du même type ont également été parfois réalisés dans le cadre de levés hydrographiques plus généraux, décrits dans les paragraphes suivants.



*Station GPS pour détermination des RAM à Fakarava*

L'ensemble des travaux réalisés durant la période est récapitulé en annexe, avec référence au rapport particulier correspondant.

## 6.2. En Nouvelle-Calédonie

### 6.2.1. Levés aux abords de Nouméa

#### 6.2.1.1. Contrôle du MCN de Nouméa (S201008500)

Le marégraphe côtier numérique permanent de Numbo (Nouméa), installé sur le site de la BHNC et des Phares et balises, est intégré au réseau RONIM du SHOM. Il fait l'objet de contrôles périodiques qui consistent essentiellement en la réalisation d'un test de Van de Castele (une fois tous les 6 mois), permettant de s'assurer du bon fonctionnement du capteur radar installé, ainsi que d'opérations d'entretien (notamment nettoyage du puits de tranquillisation). Tous les 3 ans, un nivellement des points faisant partie de l'observatoire de marée est également réalisé. En concertation avec la direction des opérations du SHOM, il a été décidé que lorsqu'elles restent de routine, ces opérations ne feront plus l'objet d'un traitement lourd (attribution d'un numéro de levé et rédaction d'un rapport particulier). Un compte rendu est alors simplement adressé, en joignant les données résultats du test vers le département hydrodynamique côtière.

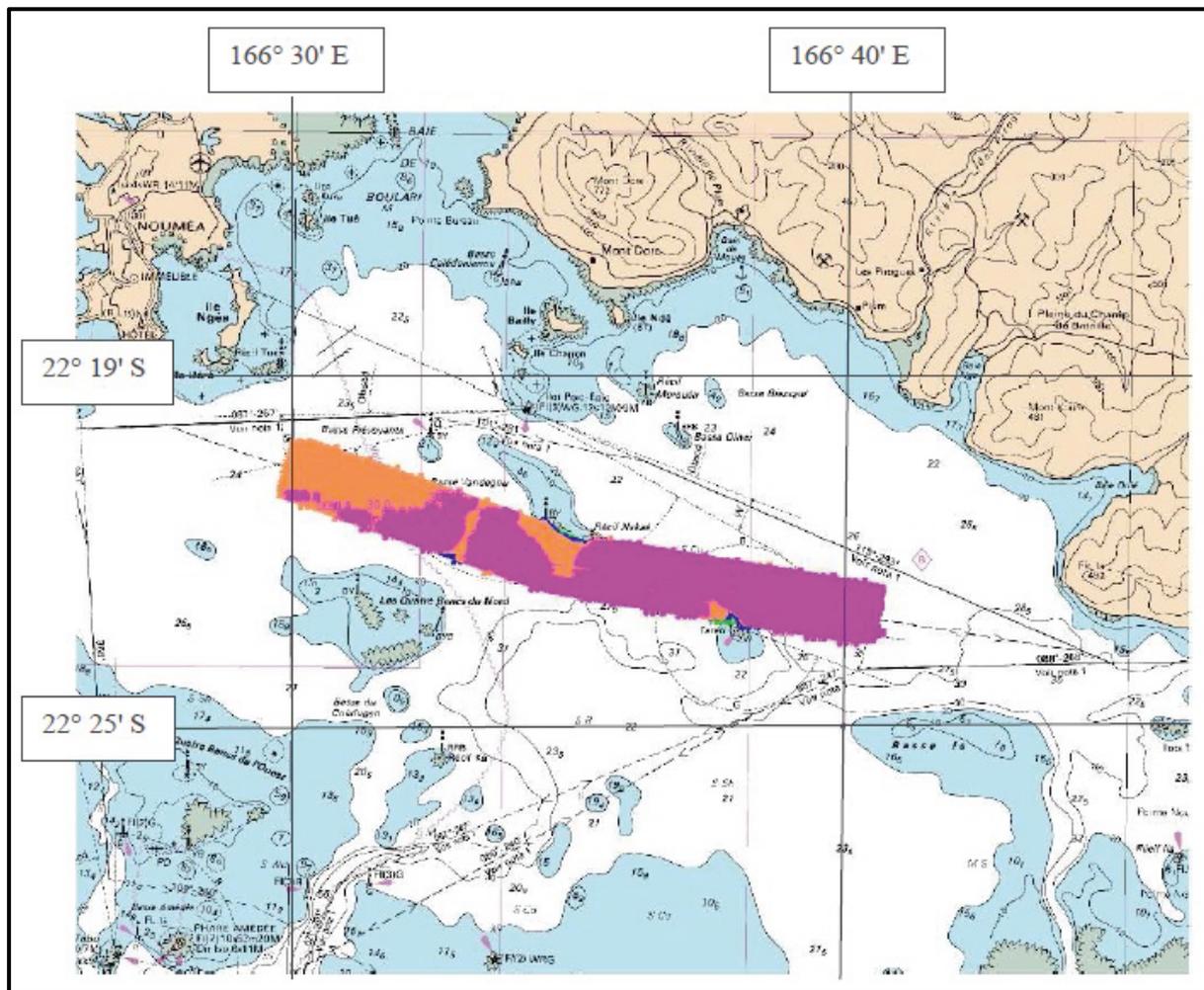


*L'abri du MCN de Numbo. A droite, un marégraphe « tsunami » en test par l'IETA Yves-Marie Tanguy avant installation.*

#### 6.2.1.2. Levé d'environnement aux abords sud de Nouméa (S201009300)

Dans le cadre d'opérations de dépollution du lagon et de la préparation d'exercices de Guerre des mines, une zone prioritaire a été déterminée en liaison avec l'adjoint Mer du bureau activités de l'EMIA. Celle-ci, située au Sud du Mont-Dore sur la voie recommandée orientée au 109° puis au 098° a fait l'objet d'un levé au sondeur vertical et sonar latéral du 13 au 22 octobre 2010 à partir du *Louis Hénin*.

86 échos ont été positionnés sur la zone et 27 prélèvements de nature de fond ont été effectués à la benne Van Veen.



Zone du levé S201009300 (extrait de la carte marine 7052)

6.2.1.3. Levé d'extension de la voie recommandée de la passe d'Uitoé à la Baie de Saint-Vincent (S201008400 et S201106400)

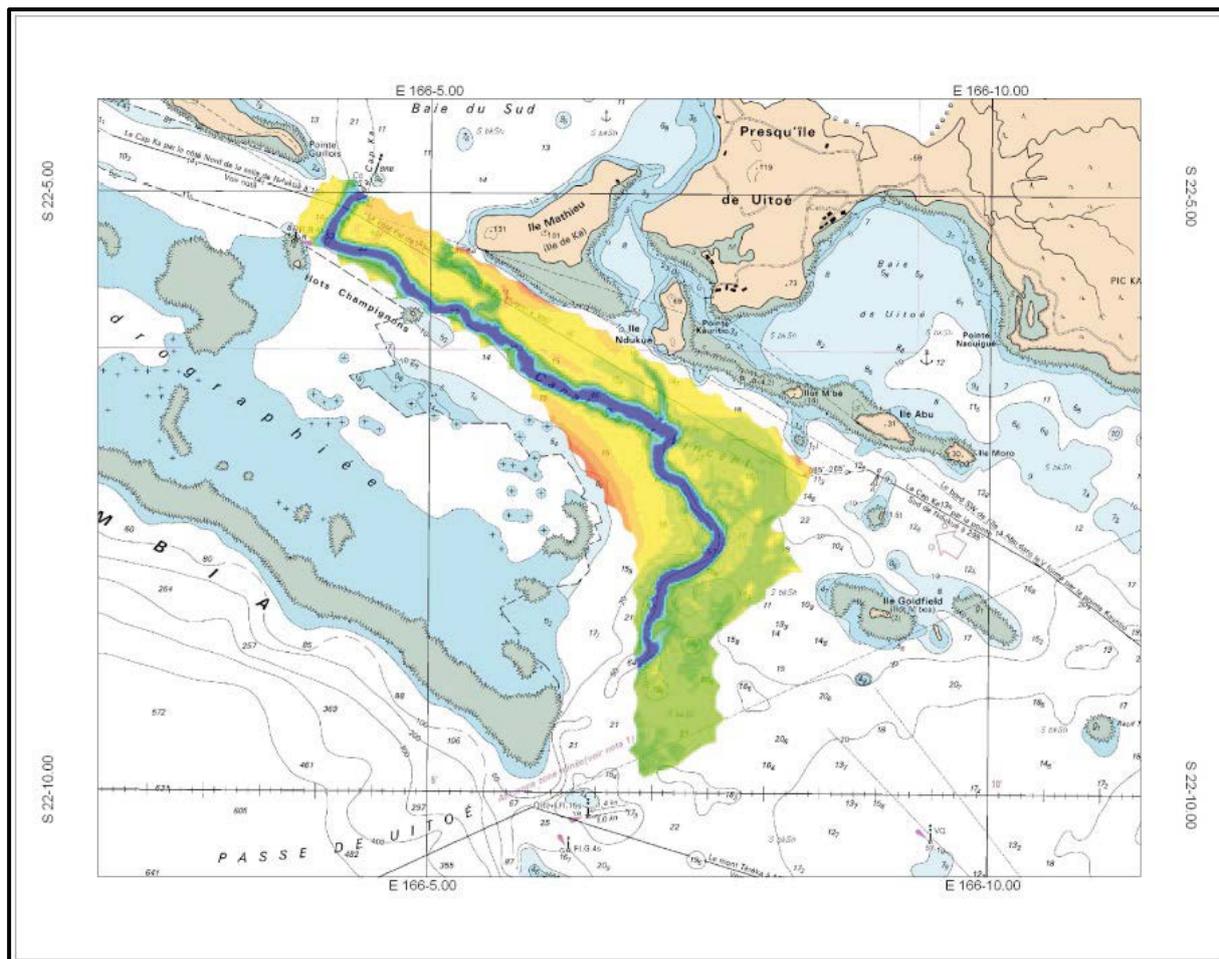
Ces travaux s'inscrivent dans la satisfaction des demandes du syndicat professionnel des pilotes maritimes de Nouvelle-Calédonie de mettre en conformité les cartes marines avec la pratique locale du pilotage, en portant de nouvelles voies recommandées proches des routes empruntées par les pilotes.



*Le baliseur Eugène Morignat en sondage en Baie de Saint-Vincent*

Dans la continuité des travaux déjà menés en 2008 et 2009, 2 campagnes ont été menées :

Du 16 au 26 août 2010 (S201008400), à partir de l'*Eugène Morignat* et en mettant en œuvre sondeur vertical et sonar latéral, une voie recommandée axée sur l'alignement du bord de l'île Trélon par le cap Ka au 145° vers le canal Saint-Vincent, puis au 120° sur l'alignement du côté Est de Ronhua par la tombée de Hugon a été définie. Bien que la zone soit globalement saine, les remontées significatives détectées ont conduit à y adopter un seuil de navigation à 10,5m. Une revue de balisage a également été effectuée sur la zone de travail.



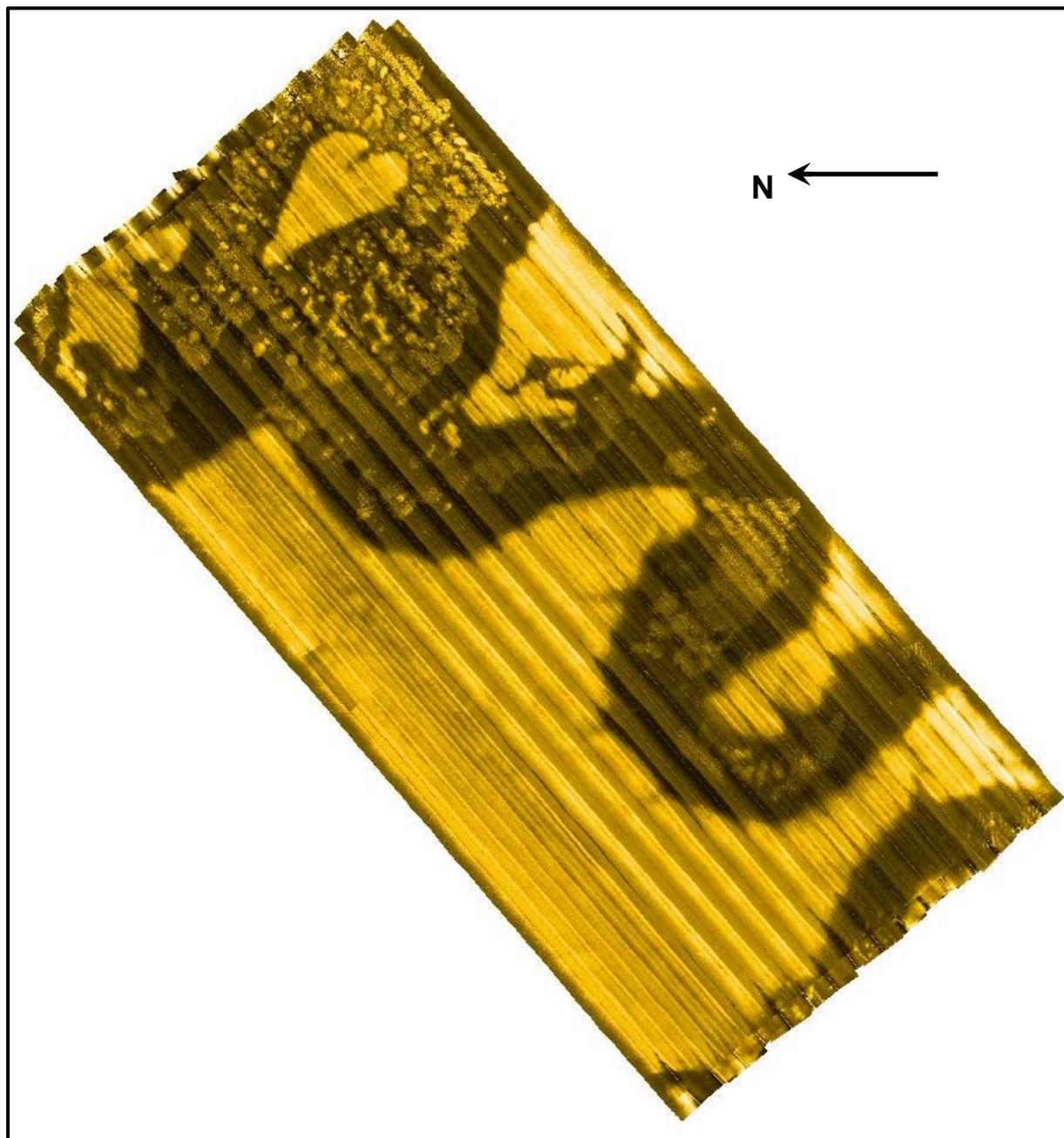
Zone du levé S201008400 (extrait de la carte marine 7273)

Du 25 au 29 juillet 2011, à partir de la *Chambeyron* et d'un campement établi sur l'île Page, une zone de mouillage au Nord-ouest de l'île Page a été définie, ainsi qu'une voie recommandée axée au Nord sur une largeur de 475m pour y accéder.



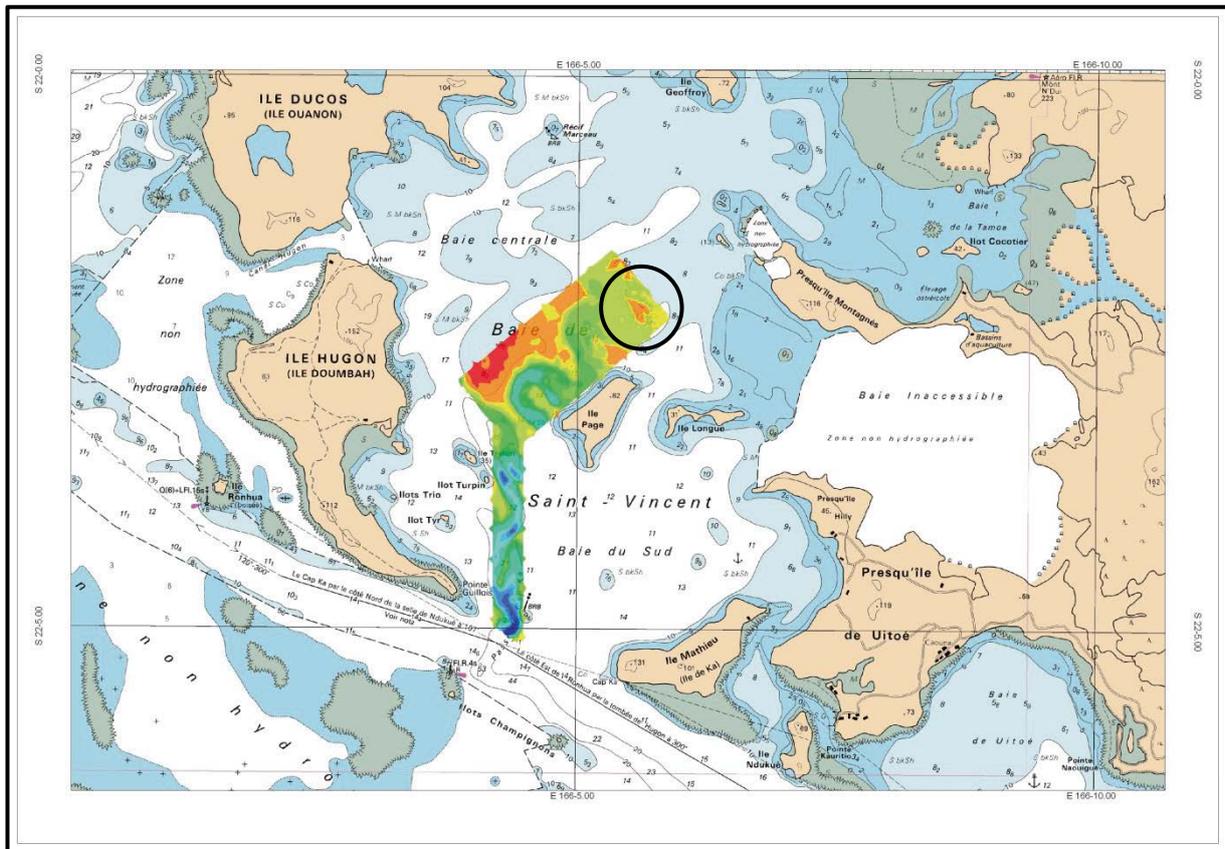
*Le SM Lova Randrianasolo et le PM Olivier Mico sur le campement de l'île Page*

L'imagerie issue du sonar latéral, en plus de permettre la détection de toutes les remontées de fonds, a révélé la présence de l'équivalent sous-marin du célèbre « Cœur de Voh » en bordure Est de la zone.



*Le « Cœur de Saint-Vincent » sur la mosaïque sonar*

Cette belle structure est également décelable de façon atténuée dans la bathymétrie :



Zone du levé S201106400 (extrait de la carte marine 7273)

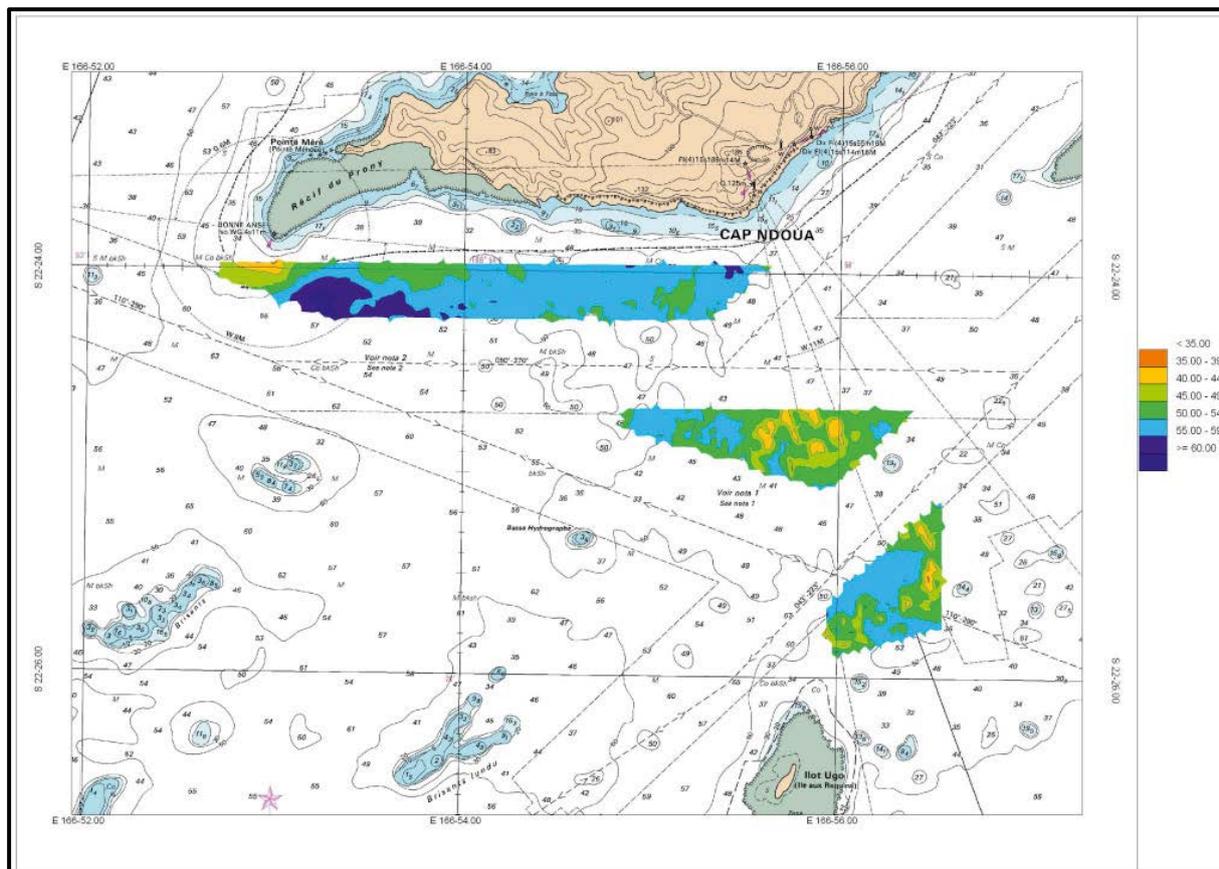
#### 6.2.1.4. Levé bathymétrique au sud du cap Ndoua (S201103100)

Ce levé a été réalisé à partir du *Louis Hénin* du 18 au 21 avril 2011. Il avait pour objectif d'étendre les zones hydrographiées avec exploration totale du fond autour des voies recommandées existantes, à la demande du service du pilotage. La zone est globalement saine. Aucune remontée significative n'a été détectée. Quelques remontées, ne rentrant pas strictement dans les critères de recherche, n'ont pas été investiguées faute de temps. Cela ne remet pas en cause la classification des lots générés, mais il aurait été plus satisfaisant de pouvoir effectuer des recherches sur ces structures.



*M. Fabrice Deschamps au PC scientifique du Louis Hénin lors du levé au sud du Cap Ndoua*

À noter que le premier jour de levé, quelques instants après la mise à l'eau du sonal, une perte totale de communication avec le poisson remorqué a été constatée. Après analyse, il a été conclu que de l'eau s'était infiltrée dans la cloche du treuil sonal rendant son utilisation impossible. Une configuration sans treuil du système sonal 4100 a alors été mise en œuvre.

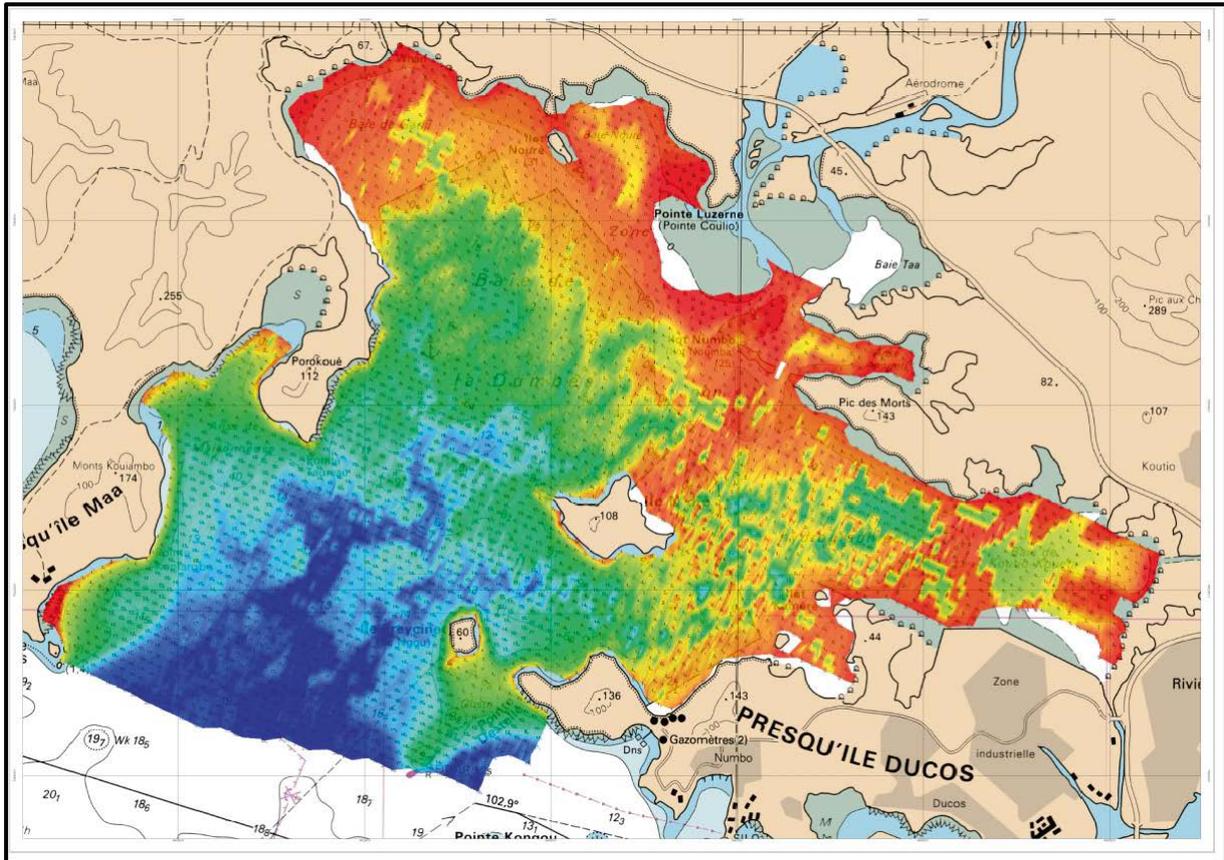


Zone du levé S201103100 (extrait de la carte marine 7645)

#### 6.2.1.5. Levé bathymétrique de reconnaissance de la baie de Dumbéa (S201009400)

Ces travaux ont été réalisés au départ dans un cadre de validation de l'utilisation opérationnelle de la vedette hydrographique de la BHNC, *Équinoxe*, mais ils ont été poursuivis afin de combler une large partie de la baie de Dumbéa jusqu'à présent qualifiée de zone non hydrographiée. En effet, cette baie, proche de la base est l'objet d'un développement économique intense avec la construction *ex nihilo* de « Dumbéa-sur-Mer », plus grande ZAC (zone d'aménagement concerté) de France !

Ils ont été conduits sur une longue période, 18 jours répartis de septembre 2010 à août 2011, en profitant de créneaux météo favorables et de disponibilité du personnel. Deux épaves ont été détectées et positionnées.



Zone du levé S201009400 (extrait de la carte marine 7273)

#### 6.2.1.6. Levé hydrographique de la voie recommandée de la passe de la Havannah (S201205700)

Ce levé avait pour but, à la demande du service de pilotage, d'élargir les voies recommandées existantes et à en créer une nouvelle dans la passe de la Havannah. Une mesure de courant dans la passe était également demandée. Les travaux ont été commencés du 8 au 15 juin 2012 à partir du *Louis Hénin*, et un courantomètre a été mouillé le 26 juillet. Les travaux ont été terminés et rédigés sous la direction de l'IPETA Patrick Michaux, à compter d'août 2012.

#### 6.2.2. **Levés hydrographiques dans le Grand Lagon Nord**

##### 6.2.2.1. Levé d'une voie recommandée des îlots Daos du Sud à l'île Art (S201011400)

Dans la continuité des travaux réalisés précédemment dans le grand lagon Nord, la sécurisation du trafic maritime entre la Grande terre et les Belep s'est poursuivie. Les travaux hydrographiques réalisés dans le lagon nord avaient pour but de définir une voie recommandée sur la route empruntée notamment par le navire de passagers *Seabreeze* effectuant la liaison entre Poum ou Koumac, et les Îles Belep. Au-delà de la navigation du navire de passagers *Seabreeze* et de la barge effectuant également ces liaisons, ces travaux doivent permettre également de rechercher une voie de navigation ouverte à des navires de tirants d'eau supérieurs à celui du *Seabreeze* dans la perspective du développement économique des îles Belep et plus généralement de la Province nord (paquebots de croisière notamment).

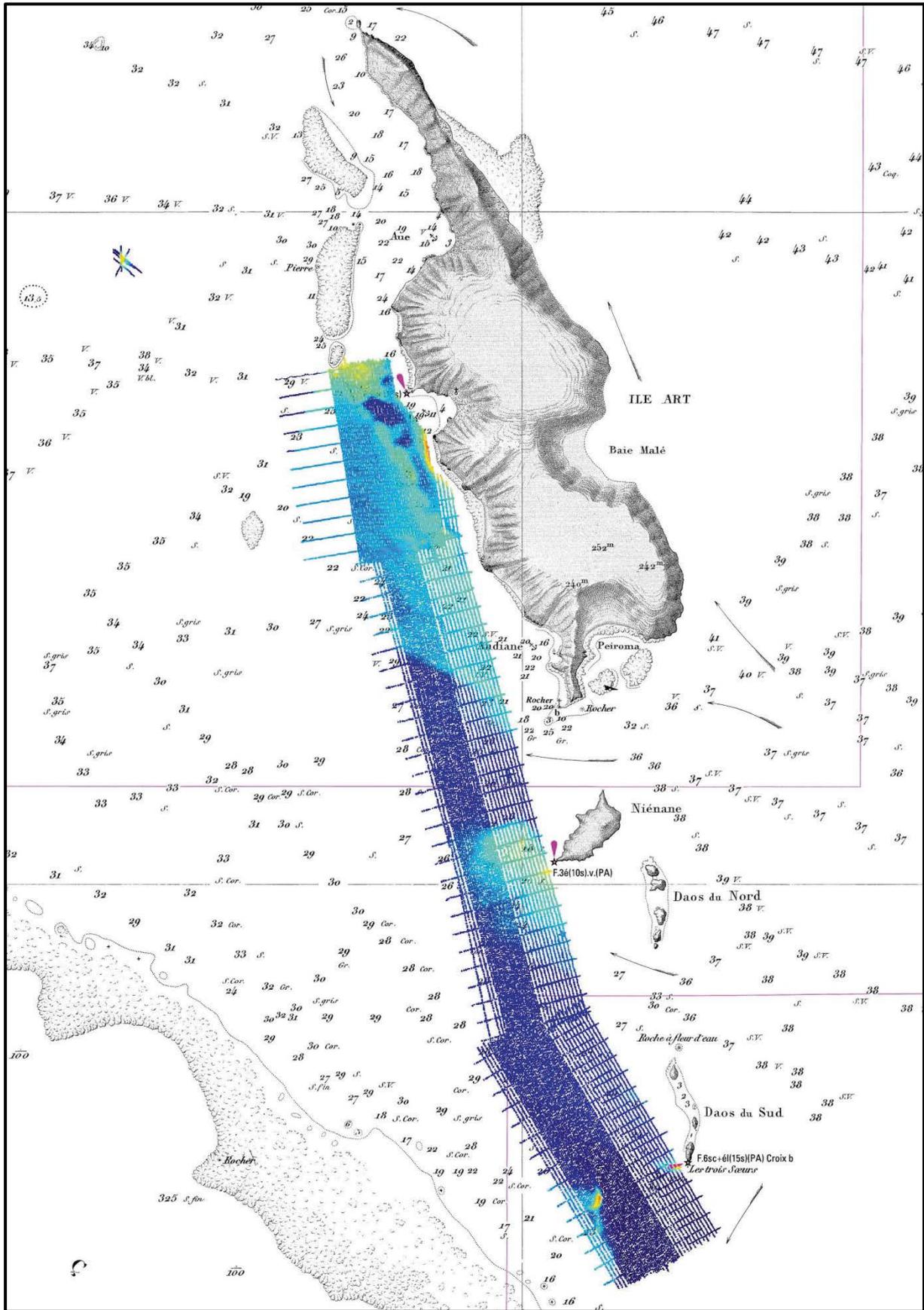
Les travaux réalisés à partir du baliseur *Louis Hénin* du 15 au 26 novembre 2010, ont permis de définir une voie recommandée d'environ 1000m de large associée à un seuil de navigation de 13 m, dans le prolongement de la voie recommandée définie lors du levé S201003400.



*Remontée du sonar latéral à bord du Louis Hénin*

D'autre part, des profils d'exploration au sondeur vertical et au sondeur latéral ont été réalisés sur la partie à l'est des voies recommandées précédemment définies, sur environ 800 m de large, afin d'évaluer les possibilités de navigation au plus près de la côte.

Enfin, un haut fond non répertorié sur la CM 4002 et situé dans le nord-ouest de la zone du levé, signalé par le commandant du baliseur *Louis Hénin*, a fait l'objet d'une recherche et a été signalé par AVURNAV.

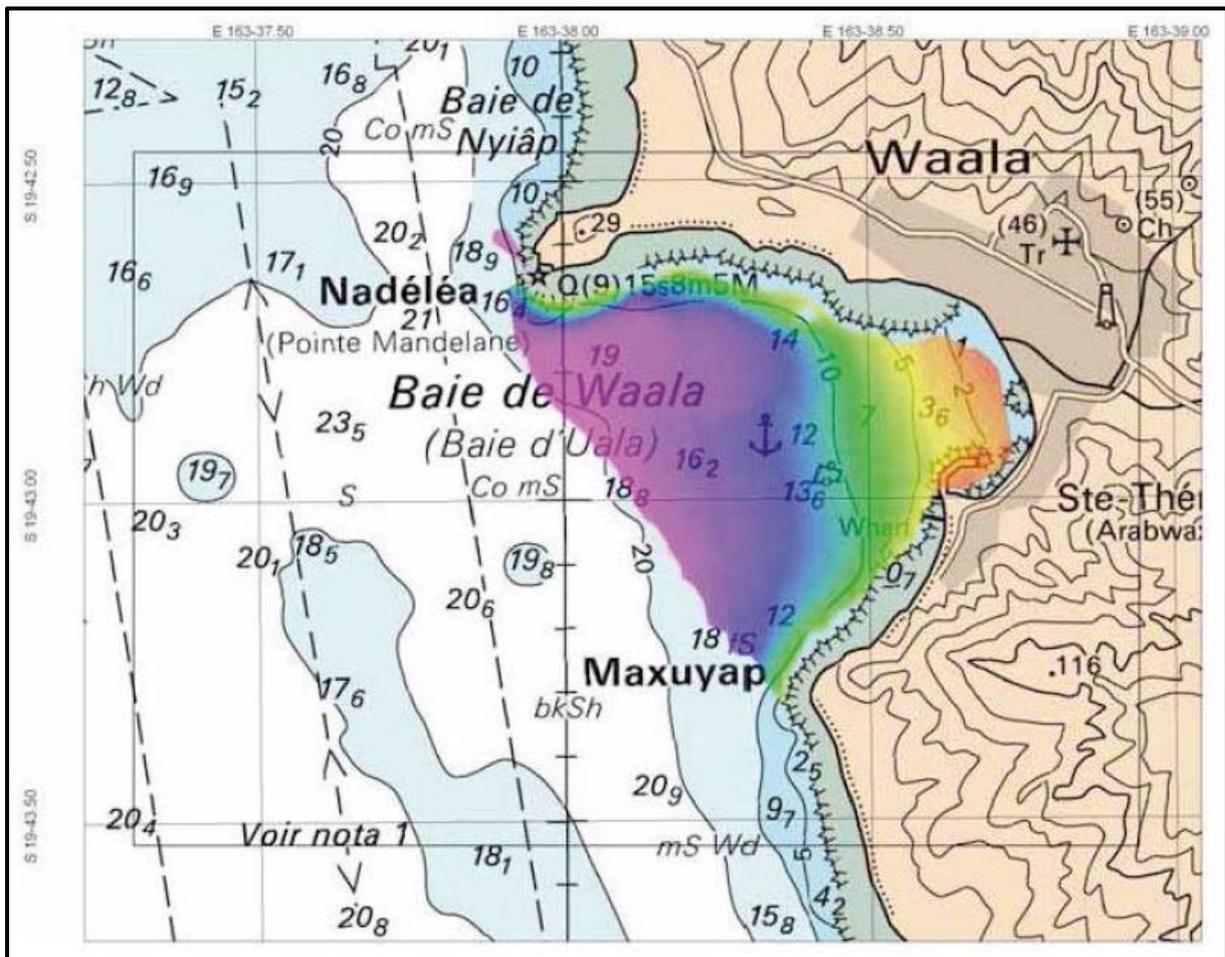


Zone du levé S201011400 (extrait de la carte marine 3972)

### 6.2.2.2. Travaux hydrographiques à Uala (S201104600)

Finalisant dans un sens la série de levés de voies recommandées réalisés de 2008 à 2010, un levé complet de la Baie d'Uala sur l'île Art a été conduit le 12 mai 2011 à l'aide de la vedette *Chambeyron*, permettant un accès sûr au port d'Uala. La topographie des nouvelles installations portuaires a été déterminée par trajectographie à cette occasion.

Ces travaux ont été réalisés lors du transit retour du levé dans l'atoll de la Surprise décrit ci-dessous.



Zone du levé S201104600 (extrait de la carte marine 7758)

### 6.2.2.3. Travaux hydrographiques dans l'atoll de la Surprise (S201103200)

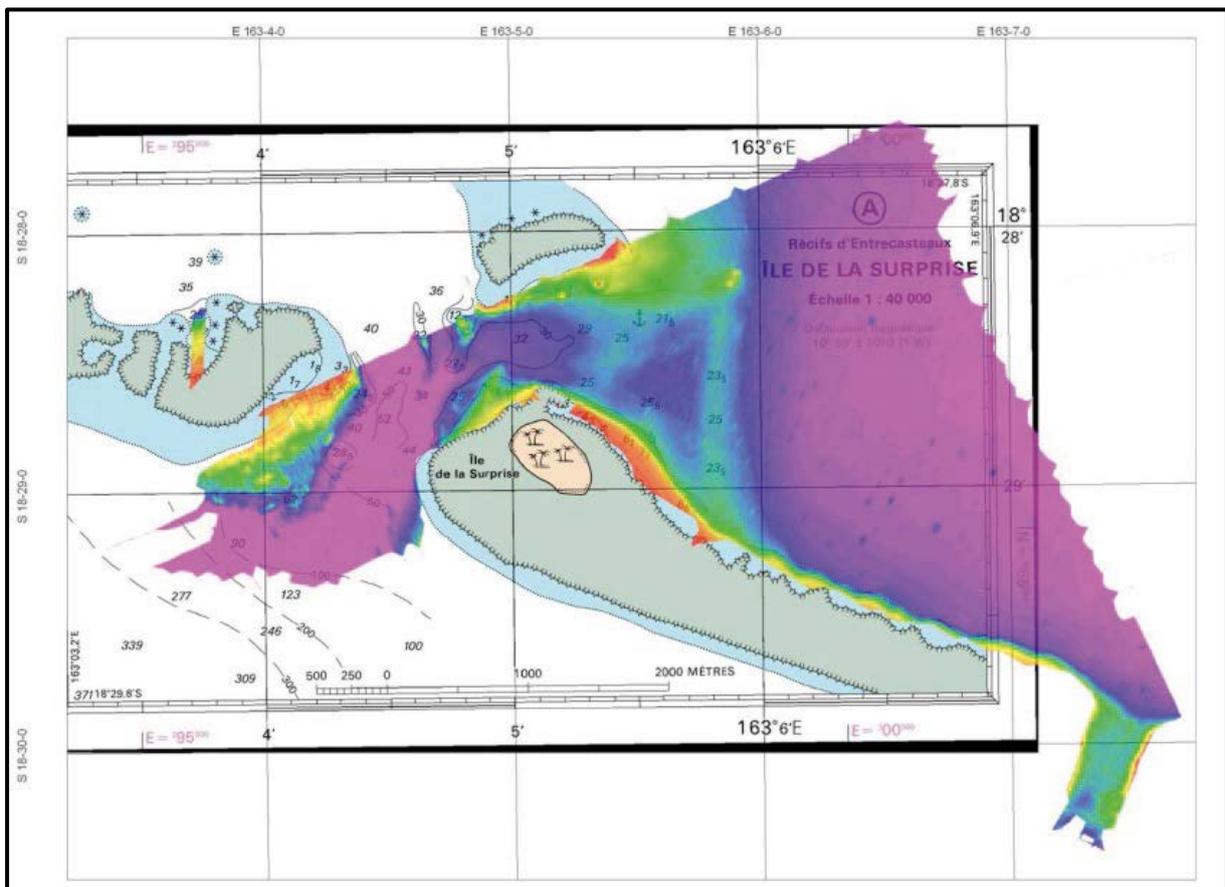
Les travaux dans l'atoll de la Surprise (Récifs d'Entrecasteaux) répondaient à plusieurs besoins, exprimés par l'EMIA du commandant des forces armées de Nouvelle-Calédonie en 2010, par le patrouilleur P400 *La Glorieuse* en 2011, ainsi que par le bureau traitement d'images (BTI) du SHOM.

Il s'agissait de définir une voie d'accès d'une largeur de 1 000m dans la passe principale au nord-ouest de l'île de la Surprise, de lever une passe secondaire située au sud-est de l'île, et de lever une zone de mouillage dans le lagon entre ces 2 passes. Des travaux de calage d'images SPOT (spatiopréparation) ainsi que la réalisation de profils bathymétriques étaient également nécessaires dans le cadre de la production d'une spatiocarte marine de la zone, très mal connue.

Les transits aller et retour dans le Grand Lagon Nord ont par ailleurs été mis à profit pour préparer les futurs levés de voie recommandée des Belep au Grand Passage, inscrits au schéma directeur de l'hydrographie en Nouvelle-Calédonie.

Les travaux ont été réalisés à partir du *Louis Hénin* et de la *Chambeyron* du 4 au 11 mai 2011. Les zones d'accès au lagon et à la zone de mouillage sont globalement saines. Néanmoins, des remontées significatives ont été détectées en bordure des zones levées et dans la partie est de la zone levée. Ces remontées correspondent généralement à la marge du platier du récif ou à des blocs de corail isolés.

Le levé bathymétrique effectué répond aux demandes des forces armées de Nouvelle-Calédonie et ne nécessite *a priori* pas de levé complémentaire. En particulier, et compte tenu des pratiques de navigation dans la zone, très peu fréquentée, il n'est pas nécessaire de définir des voies recommandées *stricto sensu* pour ces 2 accès au lagon. La zone de mouillage comprise entre ces 2 accès est saine, en particulier dans la zone de fonds supérieurs à 30 m à l'Est du méridien 163° 06' E. Au vu du nombre de remontées détectées un seuil de navigation de 18m est adopté dans l'ensemble de la zone.



Zone principale du levé S201103200 (extrait de la carte marine 7758)

Concernant la spatiopréparation, un certain nombre de zones identifiées par le BTI n'ont pas pu faire l'objet de trajectographies en raison des conditions météorologiques et de houle, qui interdisait toute approche des brisants.

À noter que pour le calage des mesures des marégraphes immergés, une échelle de marée provisoire a été installée sur cage, nivelée avant lecture directe des hauteurs d'eau.



*Nivellement de l'échelle de marée provisoire par le MTS Nicolas Vinson.*

*La VH Chambeyron est visible à l'arrière-plan à droite.*

### **6.2.3. Levés sur la côte Est de la Grande Terre**

#### **6.2.3.1. Travaux hydrographiques à Touho (S201101400)**

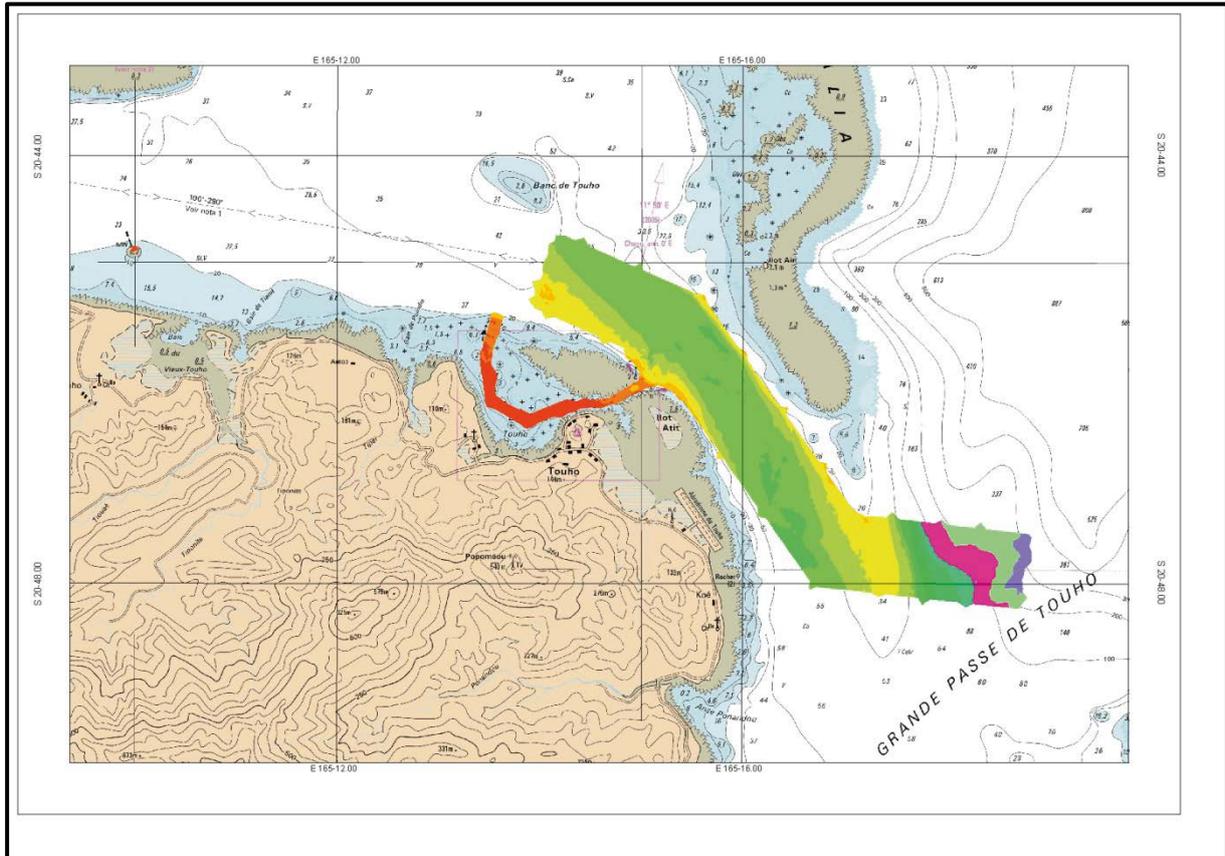
Suite à la demande de 2010 de la direction de l'aménagement et du foncier de la Province Nord, et dans la perspective de travaux de réfection du wharf de Touho, ainsi que pour répondre aux demandes des pilotes maritimes de définir des voies recommandées sur les routes utilisées, des travaux ont été réalisés à Touho du 10 au 31 mars 2011 à partir du *Louis Hénin* (levé des voies recommandées) et de la *Chambeyron* (levé des accès au port de Touho).



*Le PM Christophe Le Lann et le SM Lova Randrianasolo en acquisition sur la VH Chambeyron à Touho*

Une voie recommandée joignant la grande passe de Touho à la voie recommandée existante au 280°/100° portée sur la carte 6852 au nord de Touho a été définie : cette VR s'étend à 550m de part et d'autre d'un axe au 276°/096° puis au 325°/145° puis au 294°/114°.

La zone levée par la VH *Chambeyron* est parsemée de remontées de formations coralliennes. Les principales remontées de fonds ont fait l'objet de recherches, mais une investigation systématique des remontées de plus de 5% du fond n'a pas été assurée, faute de temps. Ces travaux seraient donc à réaliser dans la Passe de l'est pour être conforme à la norme du SHOM sur les levés hydrographiques des zones d'intérêt particulier. Toutefois, la fréquentation de cette zone ne justifie pas la charge de travail colossale que cela représente : en effet, la Province Nord est consciente du fait que pour augmenter les capacités d'accueil du port de Touho, un dragage et déroctage de cette Passe de l'est est un préalable indispensable, non envisagé pour le moment.

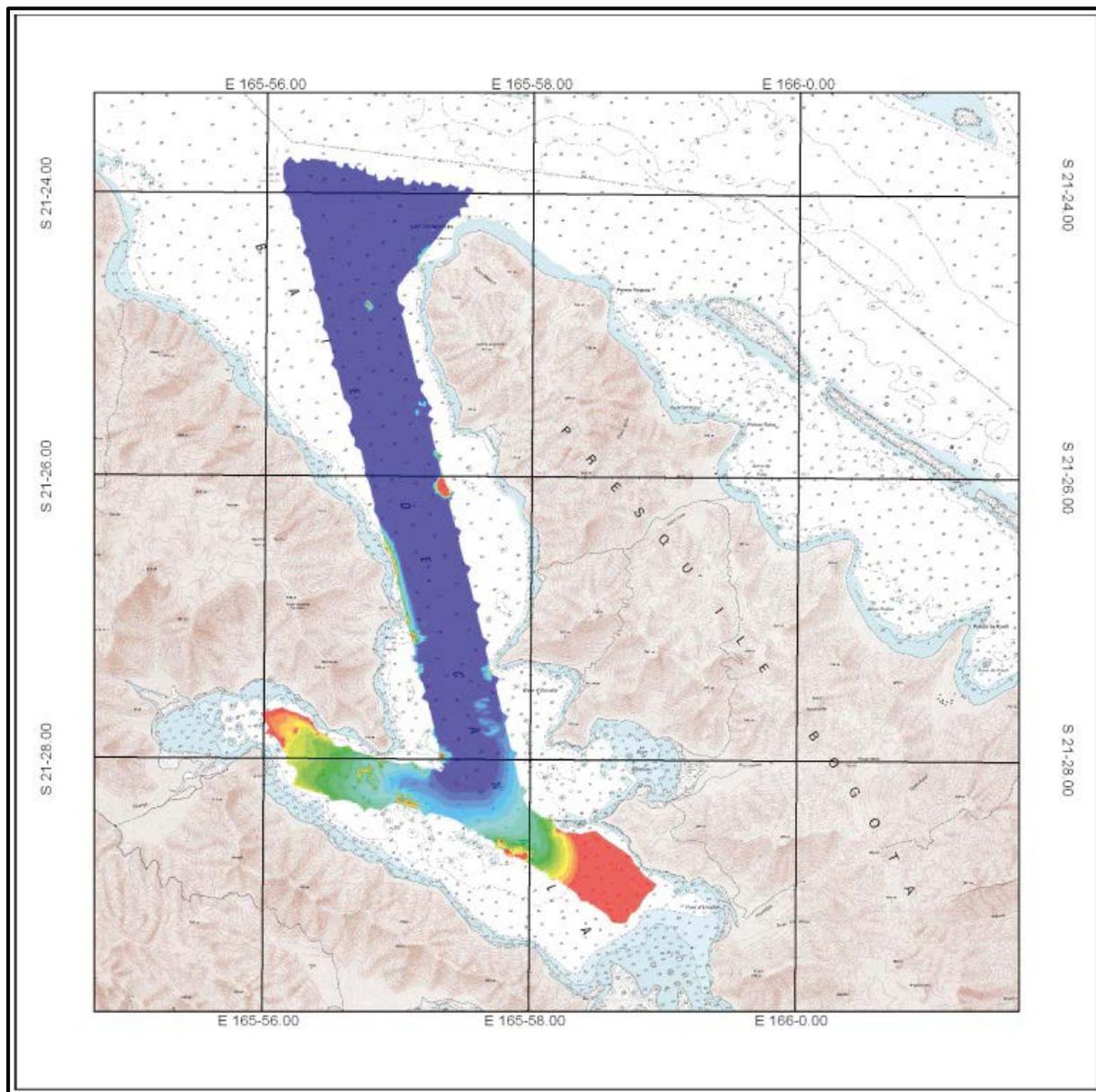


Zone du levé S201101400 (extrait de la carte marine 6852)

#### 6.2.3.2. Levé en Baie de Canala (S201200500)

Les travaux avaient pour objectif le levé d'un chenal d'accès aux mouillages en fond de la baie de Canala (mouillages d'Ouango et d'Urville) depuis les chenaux de navigation du large. Ce chenal devant permettre l'accès par l'est ou l'ouest il aura une forme « d'entonnoir » en début de baie. Les mouillages de fond de baie (Ouango et Urville) devaient également être levés.

Les travaux se sont déroulés du 5 au 15 mars 2012, à partir du *Louis Hénin* et de l'*Équinoxe*. De la même façon que lors du levé dans l'atoll de la Surprise (S201103200), une échelle de marée temporaire a été installée dans une cage marégraphe et nivelée pour lecture directe des hauteurs d'eau et calage des marégraphes plongeurs.



*Zone du levé S201200500 (extrait de la carte marine 6589)*

Un axe de voie recommandée au 164,5° sur le Pic des Morts avec seuil de navigation à 20 m et sur une largeur de 250 m de part et d'autre de l'axe permettant l'accès aux zones de mouillages en baie Ouango et Port Urville a été défini. Les zones de mouillage sont saines.



*Station de référence pour le levé de Canala. Le Louis Hénin en arrière-plan.*

#### 6.2.3.3. Levé hydrographique à Port Ounia (S201200700)

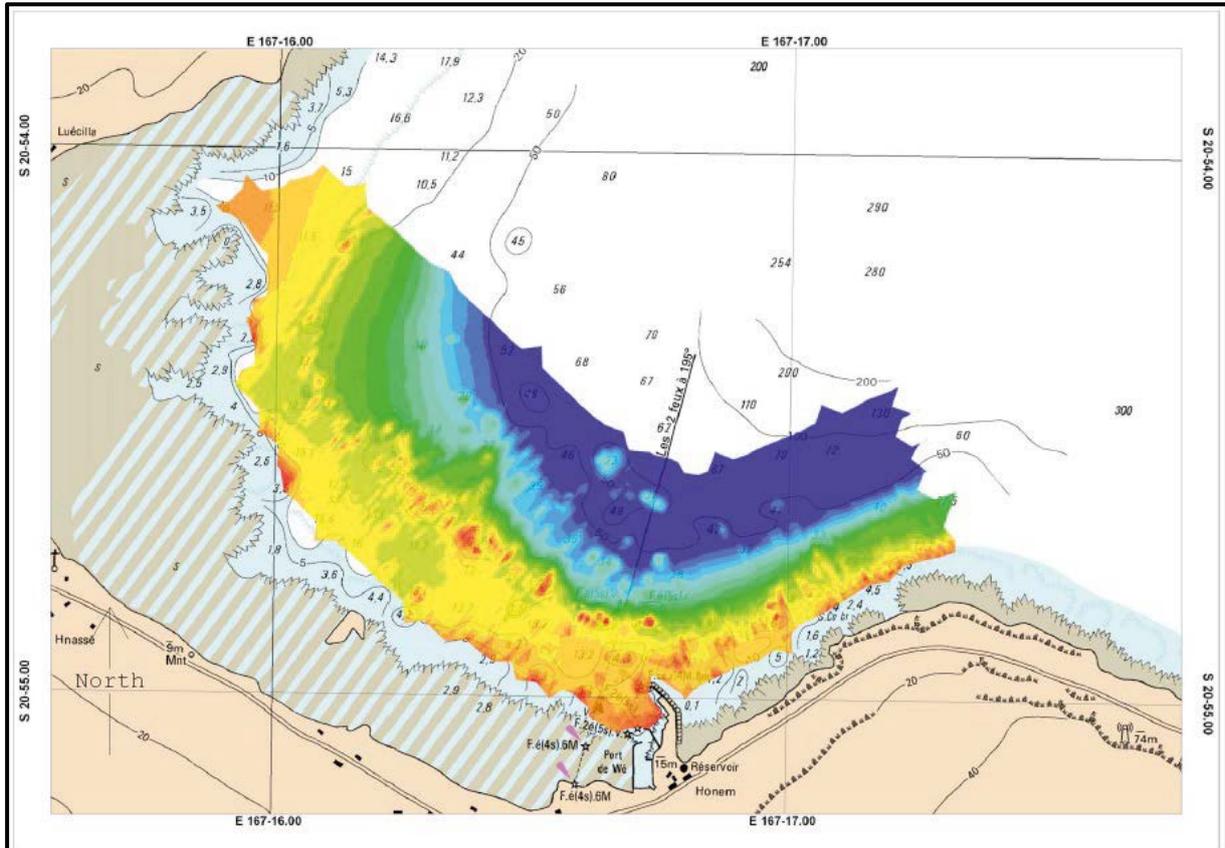
À la demande de l'état-major interarmées des FANC, un levé de l'accès à Port-Ounia a été réalisé du 2 au 5 avril 2012 à partir du *Louis Hénin* et de l'*Équinoxe*. Un levé de plageage dans la zone n'a pas pu être réalisé faute de temps. Les travaux ont été rédigés sous la direction de l'IPETA Patrick Michaux, à compter d'août 2012.

#### 6.2.4. **Levés aux Îles Loyauté**

##### 6.2.4.1. Travaux hydrographiques à Lifou (S201106700)

Des travaux étaient demandés à la fois par les pilotes maritimes et par l'EMIA des FANC dans la baie de Chateaubriand à Lifou (abords et port de Wé). Ils ont été réalisés du 16 au 25 août 2011 à partir du *Louis Hénin* et de la *Chambeyron*. Des travaux de spatiopréparation ont été réalisés ensuite du 24 au 26 octobre 2011.

Le dossier de spatiopréparation a pu être rapidement fourni à la direction des opérations du SHOM, mais le levé bathymétrique s'est révélé très complexe. En effet, le dépouillement de l'imagerie sonar latéral a montré qu'un nombre très élevé de remontées de fond se trouvait dans la baie et dans le chenal d'accès au port de Wé. Le pré-traitement réalisé à bord ne suffit pas à qualifier suffisamment les données recueillies pour réorienter « en temps réel » le levé, tout en restant dans le temps limité de présence sur place. Des travaux complémentaires sont donc nécessaires. Les travaux ont été terminés et rédigés sous la direction de l'IPETA Patrick Michaux, à compter d'août 2012.



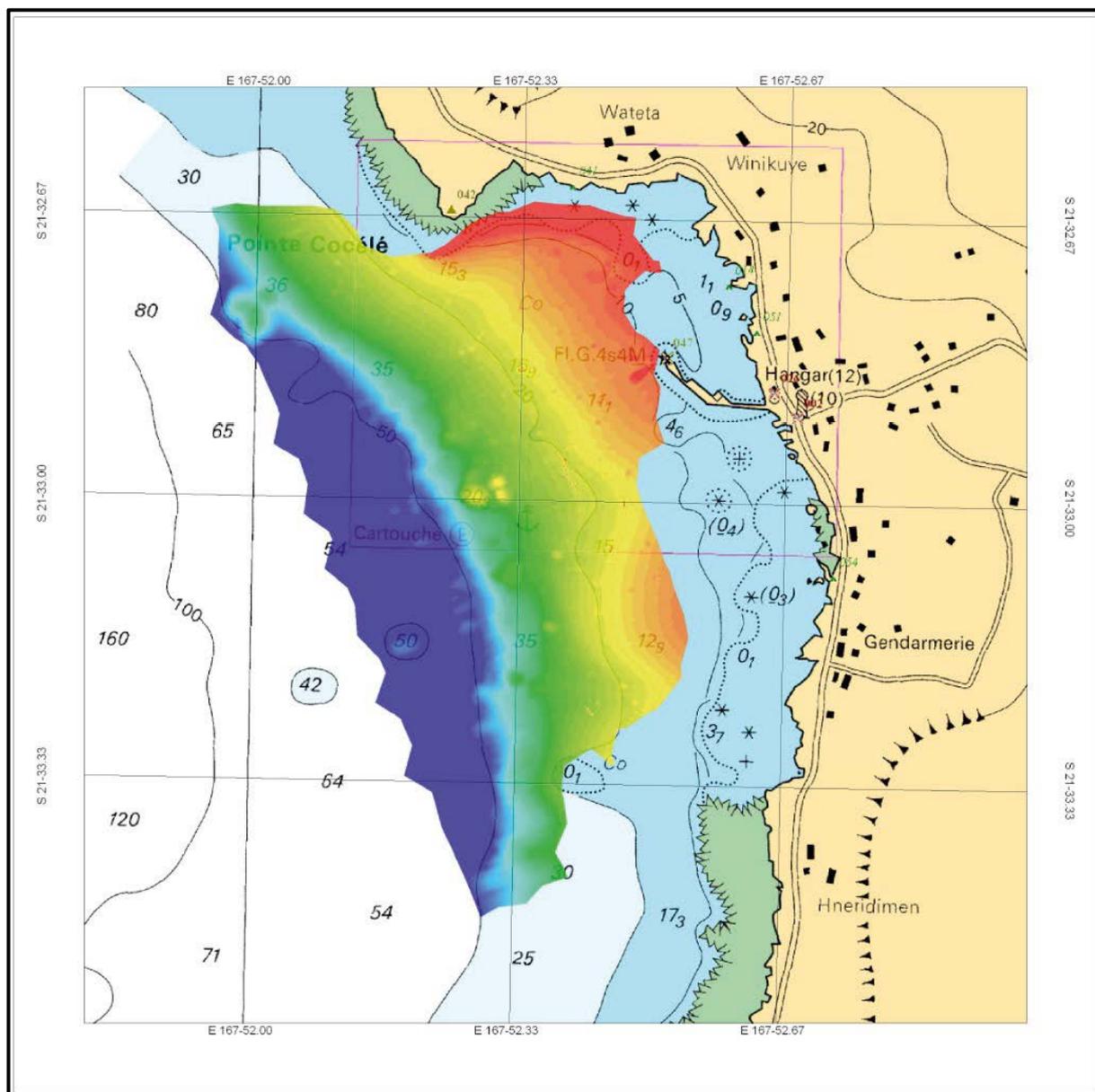
Zone du levé S201106700 (extrait de la carte marine 6820)

On peut noter après coup qu'il n'était pas très judicieux de regrouper en un levé unique des travaux de nature différente (levé bathymétrique complexe, spatiopréparation, installation d'un MCN), auxquels sont associés des temps de rédaction très variables. Il aurait été préférable de séparer ces travaux en 3 levés et 3 rapports particuliers.

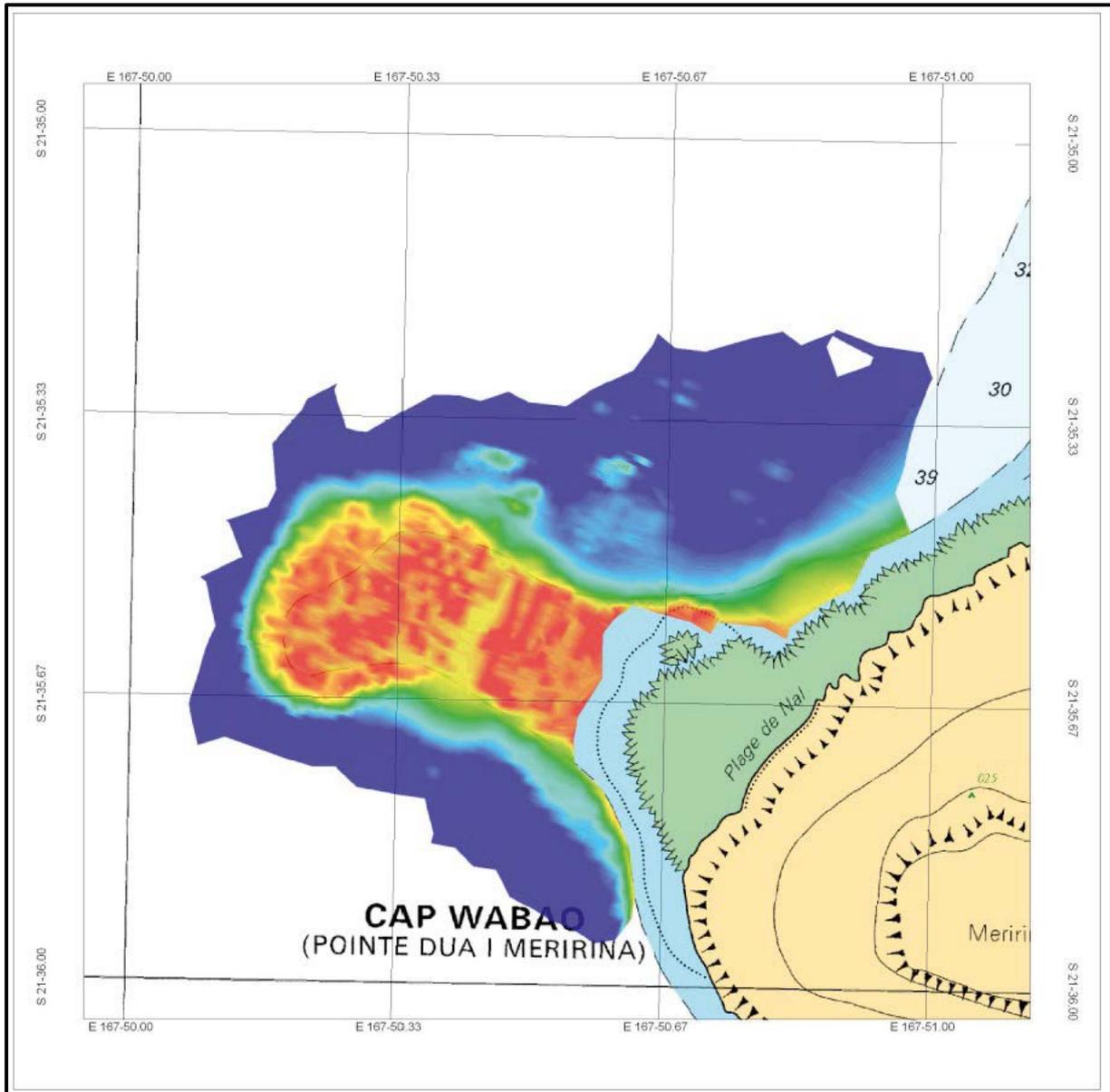
#### 6.2.4.2. Travaux hydrographiques à Maré (S201203500)

Dans la perspective d'ajouter Maré au programme d'escale des croisiéristes, les pilotes maritimes ont demandé des travaux dans la baie de Tadine et aux abords du cap Wabao (levé d'accès et de zones de mouillages pour les paquebots).

Les travaux ont été réalisés du 16 au 26 avril 2012 à partir du *Louis Hénin* et de l'*Équinoxe*. La mairie de Tadine a été sollicitée pour une délivrance d'essence sur le stock de réserve de la commune, les stations-services étant en rupture de stock de carburant sur la période du levé. Ceci a permis de finaliser les travaux vedette, *Équinoxe* ayant été fortement sollicitée notamment pour les recherches de roches.



Zone du levé S2012035700 (extrait de la carte marine 7259)



*Levé du plateau corallien au Cap Wabao (extrait de la carte marine 7259)*

La mission sur place a été mise à profit pour installer un marégraphe permanent pour la surveillance du risque tsunami, cette installation est décrite au paragraphe 6.2.7.

À noter que le premier paquebot a fait escale à Tadine pendant la période même du levé, en utilisant les points de mouillage existants. Le succès de l'escale confirme l'intérêt porté à cette île par les croisiéristes.

Les travaux ont été rédigés sous la direction de l'IPETA Patrick Michaux, à compter d'août 2012.

### 6.2.5. **Levés portuaires**

#### 6.2.5.1. Contrôle de l'accès au quai du port de Prony (S201100600)

Des travaux ont été demandés par la section maritime de la société Vale, opératrice du port de Prony pour statuer sur l'existence de sondes présentes sur un levé SHOM de 2007 (S200700400) à proximité du quai, mais non retrouvées lors d'un levé extérieur effectué en 2010 par la société GEOMER (E201002200). Ils ont été réalisés du 7 au 9 février 2011 à partir de la VH *Chambeyron*, confirmant l'inexistence de ces hauts-fonds. La mission a été mise à profit pour réaliser la

détermination des RAM du port de Prony (notamment par l'observation de la marée de décembre 2010 à avril 2011).



*Séance de tirants d'air dans le port de Prony (PM Christophe Le Lann)*

#### 6.2.5.2. Levé d'accès au port de Népoui (S201105400)

Le levé réalisé à Népoui (port de Muéo) par le GOP en 2009 (S200906800) ne comprenait pas la zone au plus près du nouveau quai, dont le dragage n'était pas terminé. Il était nécessaire de compléter ce levé, d'autant qu'un levé effectué par la société Géomatic (E201002900) montrait des différences par rapport au levé de 2009.

Les travaux ont été réalisés du 4 au 7 juillet 2011 à partir de la *Chambeyron*, transportée par la route. Le balisage de la zone a également été contrôlé.



*Contrôle du balisage par M. Fabrice Deschamps à Népoui*

#### 6.2.6. **Travaux de spatiopréparation et/ou stéréopréparation**

##### 6.2.6.1. Dans les atolls d'Ouvéa et de Beautemps-Beupré (S201108600)

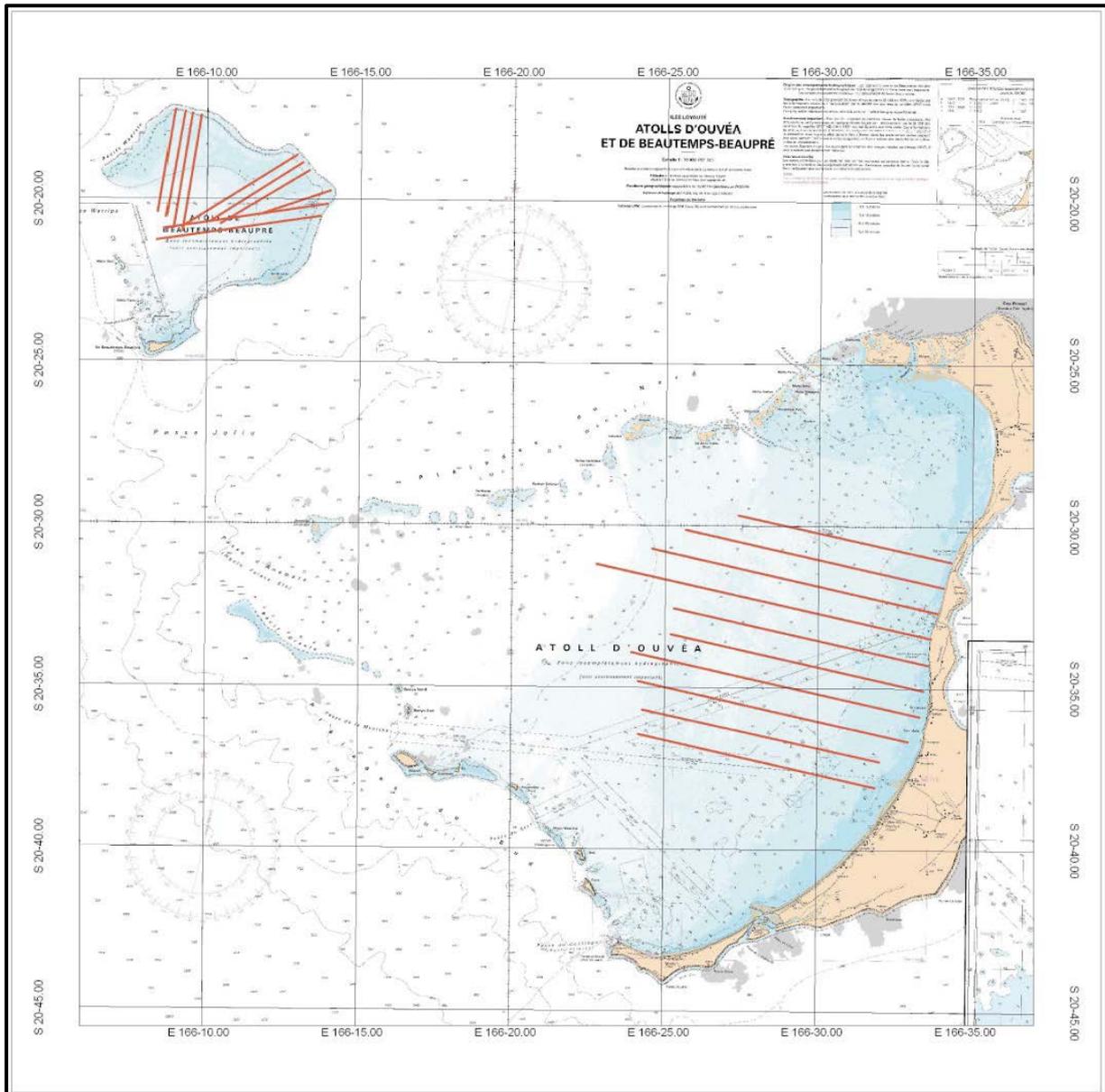
Pour l'édition de la spatiocarte marine 7218, des travaux de spatiopréparation, de stéréopréparation et la réalisation des transects bathymétriques étaient demandés par les

bureaux traitement d'image et photogrammétrie du SHOM. Ces travaux ont été effectués du 27 octobre au 2 novembre 2011 à partir du *Louis Hénin* et de la *Chambeyron*.



*Trajectographie à Ouvéa : le PM Olivier Mico reste concentré malgré l'appel des tortues...*

L'ensemble des travaux de spatiopréparation et stéréopréparation a été réalisé, ainsi que 10 transects bathymétriques sur l'atoll d'Ouvéa et 10 sur l'atoll de Beautemps-Beaupré.



*Transects bathymétriques réalisés en rouge (extrait de la carte 7218)*

#### 6.2.6.2. De Pouébo à Thio (S201109400)

Dans le cadre de la refonte des cartes marines de la côte Est de la Grande Terre, des travaux de spatiopréparation et stéréopréparation étaient demandés, répartis sur les 220 km à vol d'oiseau qui séparent Pouébo de Thio.

Les travaux ont été effectués sur 19 jours répartis du 14 novembre au 12 décembre 2011. 48 points remarquables ont été positionnés (sur les 56 proposés par le bureau traitement d'images du SHOM), et les 7 trajectographies programmées ont pu être réalisées. De même, 4 points de stéréopréparation ont été positionnés sur les 5 prévus par le bureau photogrammétrie du SHOM.



*Trajectographie d'un îlot côte Est (PM Yannick Tréhet)*

Les points non stationnés étaient soit inaccessibles, soit n'ont pas été retrouvés sur le terrain, mais cela ne gageait pas le traitement au SHOM à Brest des images SPOT et aériennes à géoréférencer et redresser.

#### 6.2.6.3. Aux abords de la Baie de Saint-Vincent (S201200100)

Pour préparer l'édition des cartes couvrant les abords de la Baie de Saint-Vincent, des travaux de spatiopréparation et la réalisation de transects bathymétriques étaient demandés par le bureau traitement d'images du SHOM.

Les travaux ont été effectués sur 15 jours répartis du 6 février au 24 avril 2012, à partir du baliseur *Eugène Morignat* et de la vedette *Équinoxe*. 19 points remarquables ont été positionnés (sur les 20 proposés par le bureau traitement d'images du SHOM), et 1 trajectographie sur les 2 programmées a pu être réalisée. L'ensemble des transects bathymétriques a pu être réalisé, malgré des conditions météorologiques assez difficiles.

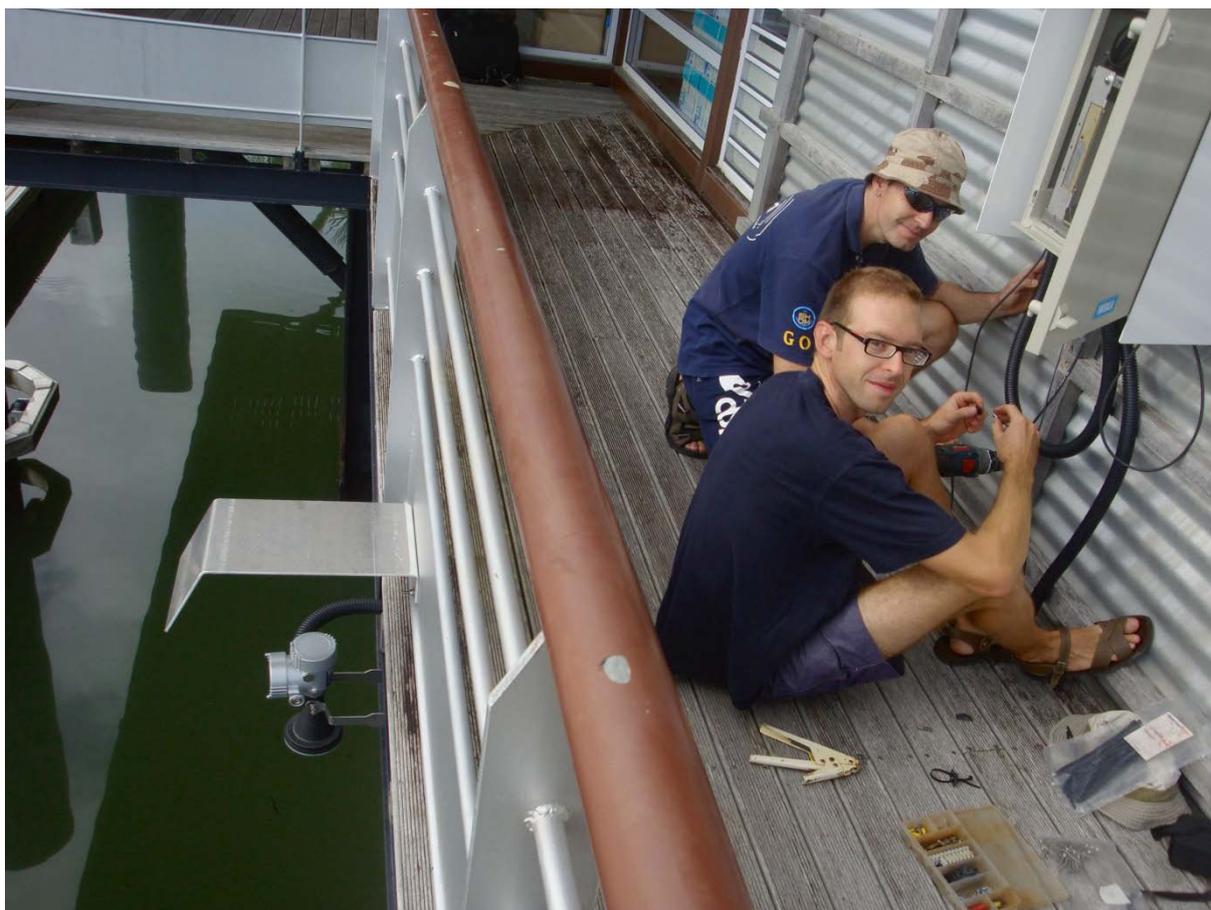


*Positionnement du coin d'une maison pour spatiopréparation.*

### **6.2.7. Réseau de marégraphes pour la prévention de l'aléa tsunami**

#### **6.2.7.1. Installation du MCN de Hienghène (S201101200)**

Après une nouvelle reconnaissance des sites d'installation possibles en septembre 2010, la station a été installée en février 2011 sur le bâtiment de l'office du tourisme de Hienghène. Suite à une sous-estimation par le fournisseur de la puissance électrique nécessaire, les panneaux solaires fournis se sont vite révélés insuffisants pour charger la batterie alimentant l'ensemble. Ceci a malheureusement eu pour effet de « manquer » l'arrivée des premières vagues provenant du tsunami du Japon du 11 mars 2011. Les perturbations du signal de marée sur les heures suivantes ont toutefois pu être enregistrées.



*Capteur radar et installation de la centrale d'acquisition du marégraphe de Hienghène  
(MTS Vinson et MT Guillou)*



*Pour être hydrographe, il faut aussi des compétences en maçonnerie  
(installation d'une douille SHOM à Hienghène par le MP Feuillas)*

La station est pleinement opérationnelle depuis le 16 mars 2011 et ses données sont disponibles en temps réel sur REFMAR (<http://refmar.shom.fr>) et sur le site de l'IOC (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=hien>)

## SEA LEVEL MONITORING FACILITY

Intro
Map
Station lists
Station details
Services

[previous station]
Station: Hienghene (New Caledonia) at GMT
[next station]

[more details]
[GTS message]
[show data]
[show on map]
[monitor]

Station metadata	
Code	hien
Country	France
Location	Hienghene (New Caledonia)
Status	Operational
Local Contact	Service hydrographique et océanographique de la marine ( France )
Other Contact	Service hydrographique et océanographique de la marine ( France )
Latitude	-20.69283333
Longitude	164.94216666
Connection	GTS message
GTS message type	SZNC42
Sensor 1	
Type of sensor	prs
Sampling rate (min)	1
Sensor 2	
Type of sensor	rad
Sampling rate (min)	1

### Sealevel at Hienghene (New Caledonia) station - (0.909 m)

From 2011-07-25 05:07 to 2011-08-01 05:07
© IOC-VLIZ

Period	Signals	Datum
<input type="radio"/> 12h <input type="radio"/> day <input checked="" type="radio"/> 7 days <input type="radio"/> 30 days	<input checked="" type="checkbox"/> prs <input checked="" type="checkbox"/> rad <input checked="" type="checkbox"/> Remove outliers <input type="checkbox"/> Remove spikes	<input checked="" type="radio"/> Relative levels= signal - average over selected period <input type="radio"/> Absolute levels= as received <input type="radio"/> Offset signals= relative signals + offset

Tip: use left icons to zoom & scroll

Site developed and maintained by VLIZ for UNESCO/IOC [\[contact\]](#)

The data presented under this service has not undergone any quality control and data is provided as received. IOC, VLIZ and data suppliers accept no liability for any errors and/or delays in data or for interpretations, transactions, or any other use carried out on the basis thereof.

### Visualisation des données de Hienghène sur le site de l'IOC

#### 6.2.7.2. Installation de la station de surveillance du niveau de la mer et de détection de l'aléa tsunami à Ouinné (S201101300)

L'installation sur le site minier Montagnat de Ouinné, sur la « Côte Oubliée » de la Grande Terre, s'est faite sur mâtereau, sans construction d'abri, en mars 2011. Les panneaux solaires fournis, comme à Hienghène, ont dû être remplacés dès que possible, ce qui n'a été le cas qu'en septembre 2011. Il est à noter que ce site n'est accessible que par voie aérienne (la mine dispose d'une piste d'atterrissage privée), ou par voie maritime.



*Marégraphe de Ouinné (capteur radar, centrale d'acquisition, antenne de transmission satellite, alimentation par panneau solaire, hors photo : capteur de pression immergé)*

La station est pleinement opérationnelle depuis le 4 septembre 2011 et ses données sont disponibles en temps réel sur REFMAR (<http://refmar.shom.fr>) et sur le site de l'IOC (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=ouin>)

#### 6.2.7.3. Installations à Lifou et Maré (cf. ci-dessus levés S201106700 et S201203500)

Les installations de Lifou (Wé) et Maré (Tadine) ont été réalisées en parallèle des travaux hydrographiques, respectivement en août 2011 et avril 2012. Ces 2 installations « type » (capteur radar, capteur de pression, centrale dans un abri standard, transmission par satellite) ont malheureusement connu toutes deux les problèmes de dérive du capteur de pression Keller rencontrés également à Leava et sur certaines installations polynésiennes. Cette dérive importante a amené le fournisseur du matériel (Vaisala) à changer de sous-traitant, mais les délais induits sont tels que ce problème n'était toujours pas résolu fin 2012. En attendant, les stations sont toutefois opérationnelles (les capteurs de pression ne servent qu'en secours si les capteurs radar venaient à être défaillants), mais en mode dégradé.

La station de Lifou est pleinement opérationnelle depuis le 22 août 2011, celle de Maré depuis le 4 mai 2012 et leurs données sont disponibles en temps réel sur REFMAR (<http://refmar.shom.fr>) et sur le site de l'IOC

(<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=lifo> et

<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=mare>).

#### 6.2.7.4. Maintien en conditions opérationnelles

En Nouvelle-Calédonie, aucune opération de maintien en conditions opérationnelles n'a été réalisée sur la période, la convention correspondante entre le SHOM, la DÉGÉOM et la Nouvelle-Calédonie n'ayant été signée qu'en octobre 2012.

### 6.3. En Polynésie française

#### 6.3.1. Levés hydrographiques

##### 6.3.1.1. Levé de points de contrôle à Moorea en Baie de Cook (S201010700)

Ce levé, réalisé le 16 novembre 2010 consistait à positionner 4 points de contrôle d'orthophotographies, à la demande du bureau photogrammétrie du SHOM. Il s'agissait de faire des stations GPS d'une heure chacune sur ces points, situés à terre.

##### 6.3.1.2. Topographie dans le port de Papeete (S201011900)

Le port de Papeete a demandé à ce que les nouveaux éléments d'infrastructure portuaire soient levés pour être représentés sur la carte 7460. Ces travaux se sont déroulés en 2 phases les 22 et 23 juin 2010 puis les 16 et 17 décembre 2010.

Il a ensuite été rappelé en commission hydrographique que les opérateurs portuaires se doivent de signaler leurs projets d'aménagements au plus tôt aux services du SHOM, et *a minima* à la BHPF, pour une prise en compte sans délais des modifications apportées dans la documentation nautique en vigueur.



*Topographie du port de Papeete (MP(R) Christian Friot)*

#### 6.3.1.3. Travaux hydrographiques à Tahiti Iti dans la passe et le bassin de Tapuaeraha (S201010000)

Dans le cadre des relations entretenues entre les forces armées de Polynésie française (FAPF) et la 7<sup>e</sup> flotte américaine dans le Pacifique, et compte tenu des capacités d'accueil restreintes du port de Papeete, l'éventualité d'une escale d'un bâtiment américain de fort tonnage (CVN, LHD, LPD) à Tahiti est envisagée sur le site du bassin de Tapuaeraha, en presqu'île de Tahiti (Tahiti Iti).

Le GOP a réalisé un levé hydrographique permettant d'apprécier la possibilité pour les plus gros de ces bâtiments (CVN) d'accéder, puis de mouiller ou de s'embosser dans le bassin de Tapuaeraha.

Les travaux ont été conduits du 26 août au 9 septembre à partir de la vedette de servitude (VS) du RR *Revi* et du zodiac de la BHPF. Le mouillage d'un courantomètre ayant ensuite été réalisé en octobre/novembre 2010. Une panne sur la VS du *Revi* a contraint d'utiliser le semi-rigide de la BHPF pour terminer le levé bathymétrique.

Le personnel était logé dans les locaux de l'Ifremer de Vairao, tout proche de la zone de travail, ce qui a permis d'optimiser les journées, et de faire dans de bonnes conditions un premier contrôle des données acquises en temps peu différé.

La zone prévue a été levée en totalité, toutefois le nombre important de remontées de fonds a amené à ne pas effectuer de recherche exhaustive dans les fonds supérieurs à 25 mètres sur une partie de la zone, dans laquelle un seuil de navigation de 22 m a été adopté en conséquence.



*Sondage à bord de la vedette du RR Revi (PM Fabienne Rolland, SM Detchislav Draguiev et MT Jean-Louis Péraldi)*



*Fin du levé Tepuaeraha à bord du semi-rigide de la BHPF (MJR Frédéric Rota)*

#### 6.3.1.4. Travaux hydrographiques sur le site « Moana Faao » à Faa (S201100800)

Ces travaux faisaient suite à une demande du service de la pêche de Polynésie française. Ils ont visé à contrôler et garantir la sécurité de la navigation et compléter la connaissance bathymétrique du récif corallien dans la zone, dans le cadre de la mise en place de dispositifs de concentration de poissons.

Ce chantier était également l'occasion de tester les capacités de la toute nouvelle vedette *BHPF.1* sur un « petit » levé proche de Papeete. Il s'est déroulé du 14 au 23 mars 2011, moins d'un mois après la livraison de la vedette.

Les travaux de bathymétrie ont été conduits en totalité, à l'exception des recherches sur le tombant, abrupt, en périphérie du levé.

La zone est globalement saine. Deux remontées de fonds ont été détectées et signalées par AVURNAV. 3 épaves (dont les 2 épaves déjà connues, portées sur les cartes marines et intégrées dans les bases de données du SHOM) ainsi que 2 obstructions ont été détectées. Les nouvelles épaves et obstructions, non dangereuses pour la navigation du fait de la profondeur constatée sur place, n'ont pas fait l'objet d'un signalement.



*Plongée sur une épave à Faaa. Sur l'eau (MJR Frédéric Rota, IPETA Ronan Pronost, MT Jean-Louis Péraldi)*



*...et sous l'eau, un dispositif de concentration de poissons (IETA Yves-Marie Tanguy)*

#### 6.3.1.5. Levé bathymétrique en baie de Cook et dans la passe Avaroa à Moorea (S201102300)

Les travaux effectués à Moorea du 28 au 31 mars 2011, à partir de la VH *BHPF.1*, avaient pour objectifs :

- le contrôle bathymétrique de la passe d'Avaroa ;

- le levé d'une nouvelle zone de mouillage au nord de la baie de Cook destinée aux paquebots de croisière ;
- le levé de topographie et de bathymétrie de la darse de Pao Pao pour le débarquement des passagers de ces paquebots ;
- l'amélioration de la connaissance du courant dans la passe d'Avaroa.

À l'entrée de la Baie de Cook, le grand nombre de remontées coralliennes, et les profondeurs rencontrées ont conduit à ne pas effectuer de recherches sur les fonds supérieurs à 25 mètres. Un seuil de navigation de 22 m a été adopté en conséquence sur cette zone.

À noter que dans le cadre de l'amélioration de la connaissance du courant dans la passe d'Avaroa, il était demandé de mouiller un courantomètre à cet endroit. Toutefois aucun courantomètre n'était disponible au moment du levé à la BHPF, et surtout, compte tenu de la profondeur dans ces passes, la BHPF n'est pas en mesure de l'instrumenter : profondeurs de plus de 35 mètres, hors des limites réglementaires d'action des plongeurs de bord.



*En sondage en baie de Cook à bord de la BHPF.1 (MJR Frédéric Rota et SM Detchislav Draguiev)*

#### 6.3.1.6. Travaux hydrographiques à Teahupoo levé de la passe pointe Faremahora à la passe Vaiau (S201104100)

Ces travaux étaient principalement destinés à permettre l'établissement d'un chenal de la pointe Faremahora à la passe Vaiau prenant en compte les nombreuses évolutions dans le balisage à l'Est de Teahupoo et particulièrement au niveau des pointes Farenaonao et Pufaratiaai.

Le levé a été réalisé à partir de la vedette *BHPF.1* et du semi-rigide de la base, en plusieurs sessions réparties de mai à décembre 2011. Toutefois, en cours de rédaction, il s'est avéré que des compléments étaient nécessaires, ces compléments et la rédaction finale du chantier ont été réalisés sous la direction de Patrick Michaux.

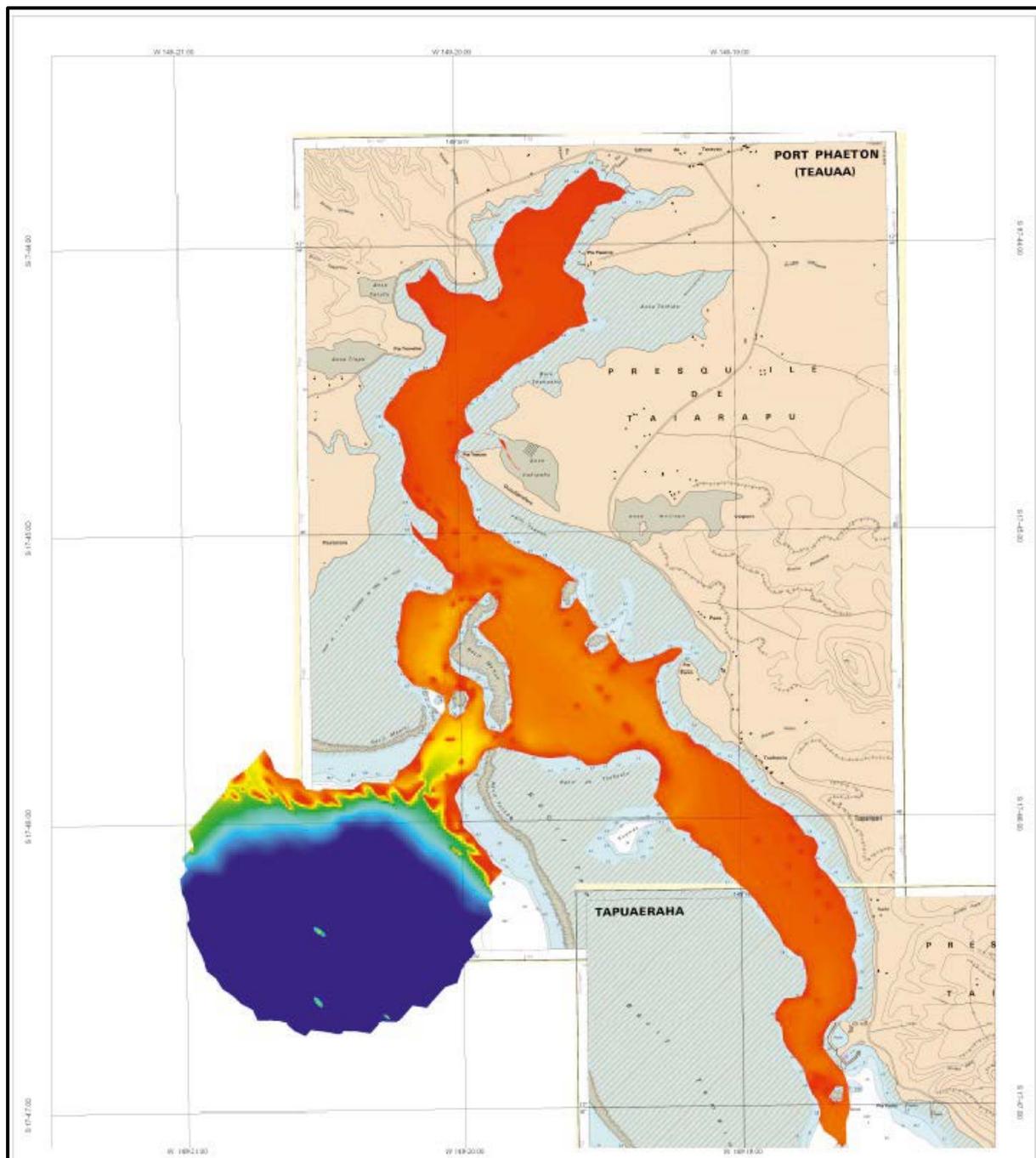


*Installation de la station de référence (MJR Frédéric Rota, IETA Marie Protat)*





*BHPF.1 en sondage à Port Phaeton (SM Detchislav Draguiev et PM Steve Vaillant)*



Zone du levé S201206600 (extrait de la carte 6717)

### 6.3.2. Réseau de marégraphes pour la prévention de l'aléa tsunami

#### 6.3.2.1. Installation de la station de surveillance du niveau de la mer à Vairao (S201104200)

L'installation de l'observatoire de Vairao à Tahiti (presqu'île de Tahiti-Iiti) s'est déroulée en février 2011, certaines opérations de géodésie pour la finaliser ont été réalisées en avril (nivellement des repères) et mai (stations GPS sur les points de référence).

La station est pleinement opérationnelle depuis le 18 février 2011 et ses données sont disponibles en temps réel sur REFMAR (<http://refmar.shom.fr>) et sur le site de l'IOC (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=vair>).

Une station GPS de précision est associée à l'observatoire, pour suivre l'évolution absolue du niveau de la mer, par la mesure des mouvements de l'observatoire lui-même.

### 6.3.2.2. Installation de la station permanente d'observation de la marée de Rikitea (S201200600)

Il est à noter qu'un marégraphe permanent existe déjà à Rikitea depuis 1969 (opéré par l'université de Hawaii - UHSLC), mais ce marégraphe est installé dans l'ancien parc à poissons royal qui filtre fortement le signal de hauteurs d'eau, ce qui le rend impropre à la surveillance du risque tsunami. C'est pourquoi l'installation d'un nouveau marégraphe permanent aux Gambiers, « extrémité » sud-est de la Polynésie française, était prévue. Cette installation a été faite du 6 au 13 mars 2012. Il a été convenu que l'UHSLC démantèle l'ancien observatoire après une période de fonctionnement simultané des 2 appareils suffisante pour garantir la continuité de l'observation.



*Installation du marégraphe de Rikitea*

La station est pleinement opérationnelle depuis le 15 mai 2012 et ses données sont disponibles en temps réel sur REFMAR (<http://refmar.shom.fr>) et sur le site de l'IOC (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=gamb>).

Une station GPS de précision est associée à l'observatoire, pour suivre l'évolution absolue du niveau de la mer, par la mesure des mouvements de l'observatoire lui-même.

La rédaction du levé a été finalisée sous la direction de Patrick Michaux.

### 6.3.2.3. Maintien en conditions opérationnelles

En Polynésie française, la difficulté à contractualiser le maintien en conditions opérationnelles du réseau de marégraphe installés a pesé sur l'activité pendant toute la période : une grande partie de chaque année est consacrée aux discussions en vue de mettre en place une convention, si possible pluriannuelle, entre les partenaires (UPF, DÉGÉOM et SHOM), puis une solution « d'attente » est mise en place alors que l'année est déjà bien entamée (convention ne couvrant

que l'année en cours), ce qui oblige à bousculer le programme d'activité de la BHPF pour organiser des missions de MCO « en urgence ».

Ceci n'a permis d'effectuer les opérations de MCO que sur les stations de Tubuai (S201107100 du 12 au 16 septembre 2011) et de Rangiroa (S201108800 du 17 au 21 octobre 2011).

**Station de surveillance  
du niveau de la mer**

**Merci de ne pas toucher**

**Pū hi'opo'ara'a o te fāito i te miti  
'Aita e tāpe'a. Mauruuru**

LABORATOIRE DE GEOPHYSIQUE  
CEADAM Département Analyse Surveillance Environnement

UNIVERSITÉ DE LA  
POLYNÉSIE FRANÇAISE

*Projet d'affiche à poser sur les marégraphes de Polynésie française*

Malgré les avertissements mis en place sur les sites, des dégradations, volontaires ou accidentelles, ont amené à apporter des modifications pour tenter de protéger les capteurs et antennes se trouvant à l'extérieur des abris : fil barbelé pour interdire l'accès au toit, arceaux de protection du capteur radar, eux aussi garnis de fil barbelé dans un second temps pour que ces arceaux ne servent ni d'anneau d'amarrage, ni de plongeur...



*MCO du marégraphe de Tubuai (PM Steve Vaillant et IETA Marie Protat)*



*MCO du marégraphe de Rangiroa (MJR Frédéric Rota et IETA Marie Protat)*

En dehors du réseau de marégraphe pour le risque tsunami, et à l'instar de ce qui se fait à Nouméa, le MCO de la station permanente de Papeete ne fait plus l'objet de rapports particuliers spécifiques depuis le levé S201010100 d'octobre 2010. Seuls des comptes rendus simplifiés sont transmis directement au département hydrodynamique côtier du SHOM.

#### **6.4. À Wallis-et-Futuna**

##### **6.4.1. Levés hydrographiques**

###### **6.4.1.1. Installation de la station de surveillance du niveau de la mer et de détection de l'aléa tsunami à Futuna (Leava) (S201108700)**

Après de longs mois pour finaliser la construction d'un abri à Leava, un marégraphe permanent et une station GNSS de précision ont été installés à Futuna du 10 au 15 octobre 2011. Seul le capteur de pression a pu être installé, et avec quelques difficultés dues à la configuration des lieux, car l'abri s'est révélé trop éloigné d'un endroit qui ne découvre pas à marée basse. L'installation du capteur radar est toutefois possible, sous le platelage du quai, mais nécessite une préparation spécifique et du matériel sur place.

L'antenne locale des travaux publics a apporté son concours, dans la limite de ses moyens limités, et 2 plongeurs du SAMPP de Wallis, en mission à Futuna pour entretien du balisage, ont rendu possible l'installation et la sécurisation du capteur de pression immergé.



*Installation du chemin de câble du capteur de pression (IPETA Ronan Pronost et PM Sébastien Gourven)*

La station était opérationnelle à partir du 17 octobre 2011 et ses données disponibles en temps réel sur REFMAR (<http://refmar.shom.fr>) et sur le site de l'IOC (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=futu>). Toutefois, une forte dérive du capteur de pression utilisé a rapidement été constatée. De plus, le 26 décembre 2011, après un épisode de

forte houle, le marégraphe a cessé de fonctionner, le câble du capteur ayant été arraché. Il a été décidé d'attendre l'approvisionnement de nouveaux capteurs de pression (sans dérive...) par le fournisseur avant d'intervenir sur place, en en profitant pour installer le capteur radar par la même occasion. Malheureusement, ces capteurs n'étaient toujours pas disponibles fin juillet 2012, et la remise en état du marégraphe a été reportée.

## 6.5. À Clipperton

### 6.5.1. Levés hydrographiques

#### 6.5.1.1. Travaux hydrographiques à Clipperton (S201107000)

Des travaux de marégraphie et de spatiopréparation ont été conduits sur l'atoll de Clipperton, en 2 phases :

- du 10 au 31 août 2011, le MP® Friot a embarqué sur le PSP *Arago* lors d'une partie de son transit vers Papeete, afin de superviser le mouillage de 2 marégraphes par les plongeurs du bord, et de positionner au GPS 2 points de référence ;
- du 7 au 22 mai 2012, le PM Vaillant a embarqué sur la FS *Prairial* pour relever les marégraphes, niveler les repères de l'observatoire de marée et réaliser des travaux de spatiopréparation. Toutefois, les marégraphes n'ont pas été retrouvés à cette occasion, malgré plusieurs tentatives. Il s'est avéré après analyse, qu'une erreur avait été faite dans la prise de la position au mouillage des instruments en août, et les marégraphes ont enfin pu être récupérés lors d'une mission de la FS *Prairial* en 2013. Les autres travaux ont pu être conduits, même si les mauvaises conditions météorologiques ont rendu l'accès à l'atoll impossible pendant une journée, écourtant d'autant la durée disponible pour les travaux à terre.

La rédaction de ces travaux a été réalisée sous la direction de Patrick Michaux.



*Débarquement du matériel sur Clipperton (équipe du PSP Arago)*



*Spatiopréparation à Clipperton (PM Steve Vaillant)*

#### 6.6. Travaux sous convention

Aucun levé n'a été réalisé dans le cadre d'une convention particulière lors de la période. Un devis a toutefois été établi suite à une demande du Port autonome de Nouméa (levé le long d'un quai en prévision d'une extension), sans suite.

#### 6.7. Qualité

Dans le cadre de l'audit de suivi de la certification du SHOM, M. Alain Renaud, consultant du Bureau Veritas, a audité le GOP le 8 mars 2011 dans les locaux de la BHNC. L'élaboration de schémas directeurs de l'hydrographie en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française a été notée comme point fort du processus de planification des activités du SHOM dans le rapport d'audit.

Le GOP a également fait l'objet d'un audit interne les 29 et 30 mai 2012 (BHPF) et les 4 et 6 juin 2012 (BHNC) réalisé par l'IEF Laure Mezescaze, chef de la division qualité de la DTRI. Les écarts relevés [réception des instructions techniques après le début des travaux et indisponibilités des plongeurs de la BHNC (cf. §4.)] ont été pris en compte.

## 7. PERSPECTIVES

Les capacités des 2 bases du GOP lui permettent d'assurer une grande partie des travaux demandés et analysés en commissions hydrographiques. Toutefois certaines limites se font parfois sentir :

- l'absence de « gros » porteur ne permet pas d'envisager des travaux dans certaines zones isolées pour lesquelles une demande, notamment de la défense, existe (Chesterfield, Matthew et Hunter en Nouvelle-Calédonie) ;
- cette absence de gros porteur, et la réduction des moyens militaires qui étaient jusqu'à présent relativement facilement « mobilisables » par le SHOM, rendent difficile et coûteux le déploiement de matériel adapté vers des zones éloignées (une grande partie des îles et atolls de la Polynésie française, Wallis et Futuna) ;
- l'absence de sondeur multifaisceau, si elle n'est pas réhabilitée, rend difficile les levés systématiques de zones étendues, et allonge les temps de levé et de rédaction, notamment ceux consacrés aux recherches de remontée de fonds ;
- les activités liées au réseau de marégraphes pour l'alerte tsunami sont très chronophages (missions techniques d'installation ou de MCO, régulières et dans des endroits éloignés, mais aussi mise en place des conventions et suivi administratif et financier des opérations) ;
- l'éloignement des 2 bases ne permet pas au directeur technique de suivre de manière totalement satisfaisante l'activité de la BHPF, ce qui, combiné au faible effectif hydrographe à Tahiti (2 OMH dont l'un est aussi l'informaticien de la base) se ressent dans les délais de rédaction des levés polynésiens.

Si la situation en Nouvelle-Calédonie (soutien mais aussi implication du territoire et des acteurs locaux, notamment des pilotes maritimes) continue à être bonne, en Polynésie française, elle est beaucoup plus fluctuante (hauts et bas dans les relations avec la CHPF, sous-comités « hydrographie » parfois un peu désertés...). C'est pourquoi il faut saisir chaque opportunité pour sensibiliser à la fois les services de l'État et les services des territoires sur l'intérêt de l'hydrographie et de ce qu'elle peut leur apporter, mais aussi pour donner de la visibilité à la petite, mais efficace, structure qu'est l'antenne du SHOM dans le Pacifique.

**ANNEXE : références des levés effectués (numéro de levé et identifiant du rapport particulier correspondant)**

Intitulé	N°du levé	Références RP
<b>En Nouvelle-Calédonie</b>		
Contrôle du MCN de Nouméa	S201008500	RAP2010-120
Levé d'environnement aux abords sud de Nouméa	S201009300	RAP2010-127
Levé d'une voie recommandée des îlots Daos du Sud à l'île Art	S201011400	RAP2010-130
Détermination des références altimétriques maritimes à Tomo (Wharf de Tomo)	S201009100	RAP2010-132
Levé d'extension de la voie recommandée de la passe d'Uitoé à la Baie de Saint-Vincent	S201008400	RAP2010-135
Mesures de marée à Boulari, commune de Mont-Dore	S201009200	RAP2011-012
Contrôle de l'accès au quai du port de Prony	S201100600	RAP2011-021
Installation du MCN de Hienghène	S201101200	RAP2011-054
Travaux hydrographiques à Touho	S201101400	RAP2011-065
Mesures de marée à Port-Boisé	S201009800	RAP2011-071
Travaux hydrographiques à Uala	S201104600	RAP2011-077
Détermination des références altimétriques maritimes à Koné (Rivière Poamboa)	S201105600	RAP2011-089
Travaux hydrographiques dans l'atoll de la Surprise	S201103200	RAP2011-095
Levé d'accès au port de Népoui	S201105400	RAP2011-141
Installation de la station de surveillance du niveau de la mer et de détection de l'aléa tsunami à Ouinné	S201101300	RAP2011-142
Travaux hydrographiques d'extension de la voie recommandée de la passe de Uitoé à la Baie de Saint-Vincent	S201106400	RAP2011-144
Travaux de spatiopréparation et stéréopréparation dans les atolls d'Ouvéa et de Beautemps-Beaupré	S201108600	RAP2012-003
Levé bathymétrique au sud du cap Ndoua	S201103100	RAP2012-028
Travaux de spatiopréparation et stéréopréparation de Pouébo à Thio	S201109400	RAP2012-039
Levé en Baie de Canala	S201200500	RAP2012-041
Travaux de spatiopréparation aux abords de la baie de Saint-Vincent	S201200100	RAP2012-074
Détermination des références altimétriques maritimes à Ouano	S201011500	RAP2012-081
Levé bathymétrique de reconnaissance de la baie de la Dumbéa	S201009400	RAP2012-082
Travaux hydrographiques à Lifou ( <i>dont installation marégraphe permanent pour aléa tsunami</i> )*	S201106700	RAP2012-091

Travaux hydrographiques à Maré ( <i>dont installation marégraphe permanent pour aléa tsunami</i> )*	S201203500	RAP2012-097
Levé hydrographique de la voie recommandée de la Passe de la Havannah*	S201205700	RAP2012-110
Levé hydrographique à Port Ounia*	S201200700	RAP2013-005
<b>En Polynésie française</b>		
MCO de la station de surveillance du niveau de la mer « Fare Ute » à Papeete	S201010100	RAP2011-005
Levé de points de contrôle à Moorea en baie de Cook	S201010700	RAP2011-006
Détermination des références altimétriques maritimes à Fakarava Rotoava	S201010200	RAP2011-007
Topographie dans le port de Papeete	S201011900	RAP2011-018
Travaux hydrographiques à Tahiti Iti dans la passe et le bassin de Tapuaeraha	S201010000	RAP2011-096
Installation de la station de surveillance du niveau de la mer à Vairao	S201104200	RAP2011-131
Travaux hydrographiques sur le site « Moana Faao » à Faa'a	S201100800	RAP2011-132
Détermination des références altimétriques maritimes à Tikehau	S201101500	RAP2011-133
MCO de la station de surveillance du niveau de la mer « Rochers Noirs » à Tubuai	S201107100	RAP2011-155
MCO de la station de surveillance du niveau de la mer « Avatoru » dans l'atoll de Rangiroa	S201108800	RAP2012-029
Levé bathymétrique en baie de Cook et dans la passe Avaroa à Moorea	S201102300	RAP2012-042
Détermination des références altimétriques maritimes à Ahe	S201108900	RAP2012-078
Installation de la station permanente d'observation de la marée de Rikitea	S201200600	RAP2012-103
RAM Apataki*	S201109800	RAP2013-030
RAM Manihi*	S201101600	RAP2013-031
RAM Kauehi*	S201109900	RAP2013-045
Travaux hydrographiques à Teahupoo levé de la passe pointe Faremahora à la passe Vaiau*	S201104100	RAP2013-096
Levé hydrographique à Port Phaeton*	S201206600	RAP2013-075
<b>À Wallis-et-Futuna</b>		
Installation de la station de surveillance du niveau de la mer et de détection de l'aléa tsunami à Futuna (Leava)	S201108700	RAP2012-057
<b>À Clipperton</b>		
Travaux hydrographiques à Clipperton*	S201107000	RAP2013-044

\* levés dont la rédaction a été effectuée ou achevée par l'IPETA Patrick Michaux à compter d'août 2012



## **GROUPE OCEANOGRAPHIQUE DU PACIFIQUE**

**Août 2012 - août 2014**

par

Patrick Michaux

Ingénieur en chef de 2<sup>e</sup> classe des études et techniques de l'armement



## 1. PRESENTATION.

### 1.1. Introduction.

Ce rapport couvre l'activité du groupe océanographique du Pacifique (GOP) durant la période du 4 août 2012 au 8 août 2014, en Nouvelle-Calédonie, à Wallis-et-Futuna, en Polynésie française et à Clipperton. Il fait suite à celui rédigé par l'IC2ETA Ronan Pronost pour la période 2010 à 2012.

Au-delà des seuls travaux à la mer ou sur le terrain, il présente tous les travaux réalisés par le GOP pendant cette période, y compris :

- le traitement et la rédaction des travaux antérieurs à août 2012 qui n'avaient pas été achevés ou qui ont fait l'objet de reprises ;
- les travaux menés pendant la période qui n'ont pu être totalement finalisés avant le 8 août 2014 ;
- la préparation des travaux dont les opérations à la mer ou sur le terrain n'avaient pas commencé le 8 août 2014.

### 1.2. Glossaire.

AFD : agence française de développement

BEA : bureau enquête et analyse

BHNC : base hydrographique de Nouvelle-Calédonie

BHPF : base hydrographique de Polynésie française

CCHPA : commission consultative d'hygiène et de prévention des accidents

CHPF : cellule hydrographique de Polynésie française (dépend du Pays)

DAR : dossier d'analyse des risques

DGOM : direction générale de l'Outre-mer

DIMENC : direction des mines de la Nouvelle-Calédonie

DITTT : direction des infrastructures, des transports terrestres et de la topographie de la Nouvelle-Calédonie

DRHFPNC : direction des ressources humaines de la fonction publique de la Nouvelle-Calédonie

DSCGR : direction de la sécurité civile et de la gestion des risques

DTSI : direction des technologies et des services de l'information de la Nouvelle-Calédonie

DUERP : document unique d'évaluation des risques professionnels

EMZ : état-major de zone de sécurité et de défense

FANC : forces armées en Nouvelle-Calédonie

FAPF : forces armées en Polynésie française

GNC : gouvernement de la Nouvelle-Calédonie

GSBdD : groupement de soutien de la base de défense

HCR : haut-commissariat de la République

IntraFANC (ou FAPF) : réseau intranet des forces armées en Nouvelle-Calédonie ou en Polynésie française

MCN : marégraphe côtier numérique

NC : Nouvelle-Calédonie

OBLIC : observatoire du littoral de la Nouvelle-Calédonie

PF : Polynésie française

RDDG : réunion des directeurs de groupes

RDP : registre de prévention

SAU : service d'aménagement et d'urbanisme (de Polynésie française)

SSI : sécurité des systèmes d'information

SST : santé et sécurité au travail

UPF : université de Polynésie française

### 1.3. **Cadre général.**

La mission principale du GOP concerne l'amélioration de la connaissance hydrographique et nautique dans l'océan Pacifique, principalement en Nouvelle-Calédonie, à Wallis-et-Futuna, en Polynésie française et à Clipperton, connaissance contribuant aux trois missions du SHOM : service hydrographique national, soutien en environnement marin pour la défense et soutien aux politiques publiques maritimes et du littoral (PPML).

Pour accomplir ses missions, le GOP dispose en Nouvelle-Calédonie de moyens (navires et vedettes) mis à disposition par le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française d'une vedette hydrographique propriété du Shom.

Ces moyens sont complétés par des concours militaires (aéronefs ou navires) voire civils, majoritairement en Polynésie française, permettant l'intervention dans des zones éloignées (dépendances de la Nouvelle-Calédonie, Wallis-et-Futuna, différents archipels de Polynésie française, Clipperton) dont l'accès ne peut se faire que par voie maritime ou aérienne.

Dans le domaine de l'hydrographie générale, l'activité du GOP s'inscrit dans une démarche de coopération avec la Nouvelle-Calédonie, actée par la convention relative à la coordination entre l'État et la Nouvelle-Calédonie en matière d'hydrographie et de cartographie marine, ainsi que par la convention de partenariat en matière d'hydrographie entre l'État, le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et le Shom, toutes deux signées le 22 mars 2012. Ces conventions font suite au transfert de compétence à la Nouvelle-Calédonie (le 1<sup>er</sup> janvier 2011) de la sécurité de la circulation maritime s'effectuant entre tous points de la Nouvelle-Calédonie, et de la sauvegarde de la vie humaine en mer dans les eaux territoriales (eaux intérieures et territoriales).

En Polynésie française, un dispositif de pilotage de l'hydrographie a été mis en place par le Shom avec la signature d'une convention de coordination de l'hydrographie le 10 mars 2011. Cette convention institue la création d'un sous-comité hydrographie au sein de la commission maritime État-Pays destinée à coordonner les actions dans ce domaine au sein du comité polynésien de la mer et du littoral. Le rôle de ce sous-comité est d'assurer un recueil des besoins annuels en hydrographie et de permettre la préparation du programme annuel de la base hydrographique de Polynésie française.

Dans le domaine du soutien pour la défense, les travaux traditionnels conduits par le GOP se sont recentrés sur des levés destinés à assurer la sécurité de la navigation dans les zones d'intervention des navires de la marine : frégates de surveillance et patrouilleurs. Les besoins en levés de plageage ont pratiquement disparu suite au retrait du service actif (sans remplacement) du dernier BATRAL du Pacifique, le *Jacques Cartier* (fin 2012).

Le GOP assure par ailleurs un soutien ponctuel à des exercices internationaux (Croix du Sud 2012 et 2014 en Nouvelle-Calédonie).

Dans le domaine du soutien aux politiques publiques maritimes et du littoral, le GOP a contribué activement à l'expertise marégraphique apportée aux services de l'État (sécurité civile de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française, université de Polynésie française) et de la Nouvelle-Calédonie pour la mise en place et l'entretien de marégraphes intégrés au réseau de surveillance du risque tsunamis. Le paragraphe 6.1 détaille les enjeux liés à cette activité, qui a connu bon nombre de difficultés diverses pendant la période 2012/2014 et qui s'est traduite par une charge très élevée pour le GOP sans perspectives d'accroissement des ressources humaines qui pourront lui être dédiées.

Le GOP a également participé à la mise à jour du produit des références altimétriques maritimes en Nouvelle-Calédonie, en contrôlant un certain nombre d'observatoires de marée historiques.

#### 1.4. **Physionomie de l'activité.**

##### 1.4.1. **Activité technique**

Sur le plan technique, les axes d'efforts principaux du GOP pendant la période considérée par ce rapport ont été la conduite de levés, la rédaction des levés pour maintenir un objectif d'âge des levés inférieur à un an, la conduite des travaux d'installation et de maintenance des réseaux marégraphiques permanents en Polynésie française, en Nouvelle-Calédonie, et à Wallis-et-Futuna, mais également le lourd suivi administratif et financier de cette dernière activité (voir §6.1).

En parallèle, sur le plan de l'organisation et des soutiens du groupe, une ressource importante a été consacrée à la refonte des conventions de soutien des deux bases du GOP par les services du ministère de la défense en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française (suite à la mise en place des groupes de soutien des bases de défense), à la mise à jour d'un certain nombre de documents ou de modes de fonctionnement relatifs à l'organisation du GOP (dans le domaine de la SST, de la SSI, de la sûreté, de la plongée, de la gestion des ressources humaines, du fonctionnement quotidien, voir §11.1).

Les principaux travaux conduits à la mer ou sur le terrain ont été (voir annexe 2 pour la localisation) :

- en Nouvelle-Calédonie :
  - le levé de la baie de N'Go et de ses principales voies d'accès en 2012, 2013 et 2014 ;
  - un levé en baie de Sainte Marie destiné à étudier la faisabilité de la mise en place d'un service de navettes maritimes entre le Mont Dore et Nouméa ;
  - la poursuite du levé des voies recommandées d'accès aux Belep, sur la base d'un levé par an en 2012, 2013 et 2014 ;
  - les contrôles semestriels du MCN de Nouméa/Numbo ;
  - interventions semestrielles de MCO et de contrôle sur les MCN de Ouinné, Hienghène, Lifou, Maré à compter d'octobre 2012 ;
  - levé hydrographique des accès et zones de mouillage de la baie de Nakéty (site de chargement de minerai) ;
  - levé de compléments de voies recommandées de la Passe de la Sarcelle à l'île des Pins ;
  - travaux de stéréopréparation à Ugué, Lifou, Poro et à l'île des Pins ;
  - compléments de levé bathymétrique à Lifou, dans les accès au port de Wé ;
  - réalisation de référentiels d'altimétrie maritime : Bourail, Poro, Mamié et Yaté ;
  - des travaux préparatoires au projet de levé bathymétrique lidar en Nouvelle-Calédonie ;
  - un levé de compléments aux voies recommandées entre la passe de Boulari et le canal de Woodin ;

- un levé de zones de mouillage pour paquebots à Chépénéhé (Lifou) ;
- des travaux hydrographiques à Poro (accès des navires minéraliers).
- en Polynésie française :
  - le contrôle périodique des MCN de Tubuai, Rangiroa, Huahine, Vairao, Papeete, Rikitea ;
  - l'installation du MCN de Makemo ;
  - la fin du levé bathymétrique à Teahupoo (presqu'île de Tahiti-Iti) ;
  - la participation à la campagne SMF SHOMPOL à bord de l'*Atalante* (levé des pentes extérieures des récifs de l'archipel de la Société) ;
  - le levé bathymétrique dans l'atoll de Hao, pour contrôler la démolition d'un ancien quai du centre d'expérimentation du Pacifique ;
  - des travaux de topographie à Tureia (village et piste d'atterrissage) à la demande du centre d'expérimentation du Pacifique ;
  - des travaux de géodésie dans le cadre de la création des références altimétriques maritimes (RAM) et de travaux de stéréopréparation à Katiu ;
  - des travaux préparatoires au projet de levé bathymétrique lidar en Polynésie française : recherche et sondage de zones de calibration à Tahiti et Bora-Bora ;
  - la réalisation d'un référentiel d'altimétrie maritime à Bora-Bora ;
  - la réalisation de recherches de roches par plongeurs en complément du levé SHOMPOL 2012 ;
  - des travaux complémentaires au levé de Port Phaeton (recherches de roches, revue de balisage, courantométrie) à Tahiti ;
  - le rattachement de l'observatoire de marée de la station Richard B. GUMP à Moorea, en vue de son utilisation pour la réduction des sondages lidar prévus en Polynésie française ;
  - des travaux de stéréopréparation à Raraka ;
  - le levé des accès à Port Bourayne à Huahine ;
  - des travaux de recherches d'obstructions d'origine industrielle dans le lagon de Hao.
- à Wallis-et-Futuna :
  - la finalisation de l'installation du MCN de Futuna ;
  - l'installation du MCN de Wallis ;
  - le levé bathymétrique des nouvelles infrastructures portuaires de Mata Utu.



*Travaux d'installation du MCN à Leava (Futuna)*

- à Clipperton : le relevage des marégraphes mouillés en 2011.

En complément, les principaux travaux non cités ci-dessus ayant fait l'objet d'une rédaction pendant cette période sont :

- en Nouvelle-Calédonie :
  - un levé des accès à Port-Ounia ;
  - un levé des accès au port de Tadine et des zones de mouillage en baie de Tadine à Maré ;
  - la poursuite du levé des voies recommandées de la Passe de la Sarcelle et du canal de la Havannah ;
  - l'installation du MCN de Maré dans le cadre du réseau de marégraphes permanents pour l'observation de l'aléa tsunamis.
- en Polynésie française :
  - un levé en baie de Cook à Moorea ;
  - la poursuite du déploiement du réseau de marégraphes permanents dans le Pacifique avec l'installation de Rikitea (mars 2012) ;
  - un levé bathymétrique à Port Phaeton (Tahiti) ;
  - la mise en place de références altimétriques maritimes à Kaeuhi, Manihi, Apataki.
- à Clipperton : travaux de mesure de la marée, de géodésie, de spatio-préparation et de stéréopréparation.

Enfin, les travaux planifiés au second semestre 2014 ont été préparés :

- *en Nouvelle-Calédonie* : le levé bathymétrique et de spatio-préparation aux Chesterfield ;
- *en Polynésie française* :
  - un levé du port d'Uturoa, à Raiatea ;
  - un levé de zones de mouillages et de voies d'accès pour paquebots à Raiatea, ainsi que les travaux de spatio et stéréopréparation à Tahaa et Raiatea.

#### 1.4.2. **Gestion, activités managériales et administratives**

2012 fut la première année au cours de laquelle les « activités permanentes » (essentiellement tâches de management et logistique du groupe) ont été identifiées séparément dans le suivi de l'activité du GOP.

Globalement, près de 50 % de la ressource de chacune des bases est annuellement consacrée à ces activités permanentes, avec une charge un peu plus élevée (de l'ordre de 5%) les années de relève du directeur (voir annexe 3).

Ce taux d'activité dédié à des tâches de gestion, s'il reste acceptable en l'état, doit toutefois ne pas s'accroître.

En effet, en dépit de ses effectifs limités, le GOP est globalement soumis à une charge d'activités de gestion parfois dupliquée pour chacune de ses bases (soutien, SST, SSI, sûreté...). Cette charge est assez similaire à celle d'autres organismes de dimensions nettement plus importantes.

Ce type d'activité impacte directement la ressource allouée à la production de données hydrographiques, et en particulier aux travaux de rédaction et de contrôle des levés, dans un contexte de stabilisation fragile de l'âge de ces levés (voir §6).

Il est donc essentiel de s'assurer que le mode de fonctionnement et les contraintes imposées par les services de soutien du GOP (qu'ils soient internes au Shom ou externes) n'alourdissent pas ces aspects en faisant reposer encore davantage sur le GOP des tâches de pilotage financier, réglementaires ou de mise en place de conventions.

### 1.4.3. Répartition de l'activité

La répartition de l'activité diffère entre les deux bases du GOP pour la période 2012-2014.

La part d'activité hydrographique consacrée aux levés militaires (HOMO) est supérieure à la BHPF en particulier en raison de la proximité du centre d'expérimentation du Pacifique et du démantèlement de certaines installations (Hao) ou du suivi des anciens sites d'essais (Tureia).

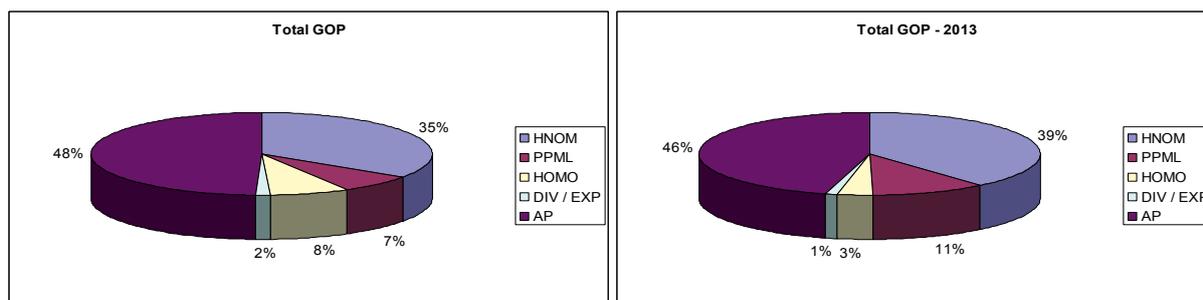
Par ailleurs, jusqu'en 2012, la part de l'activité de la BHPF consacrée aux activités de type PPML était plus importante que celle de la BHPF :

mise en place du réseau de marégraphes plus avancée en Polynésie française qu'en Nouvelle-Calédonie et à Wallis-et-Futuna ;

effectifs de la BHPF plus faibles.

Cette différence tend à se réduire avec l'augmentation du plan d'armement de la BHPF en juillet 2013, avec la diminution de la périodicité de maintenance du réseau de MCN en Polynésie française, ainsi qu'avec la poursuite de la montée en puissance du réseau à Wallis-et-Futuna à compter de mi 2013.

À titre d'illustration, l'annexe 3 présente le détail de la répartition de l'activité pour les années 2012 et 2013.



Activité globale GOP : 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre 2012

Activité globale GOP - 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre 2013

HNOM : hydrographie nationale en outremer

PPML : politiques publiques de la mer et du littoral

HOMO : hydro-océanographie militaire opérationnelle

DIV : divers expérimentations

AP : divers activités permanentes

### 1.5. Points marquants et grandes lignes de l'activité

Les points marquants de la période s'échelonnant d'août 2012 à août 2014 ont été :

- la tenue au Vanuatu du 12 au 14 novembre 2013 de la 12<sup>e</sup> commission hydrographique régionale du Pacifique sud-ouest ;
- la contribution à la rédaction du volet « mer » du schéma d'aménagement « NC 2025 » dans le cadre de l'application des accords de Nouméa ;
- la poursuite de la mise en place d'actions méthodologiques. Elles ont permis d'améliorer le guide sur la conduite des levés, d'adapter et mettre à jour le processus de vérification métrologique ;
- la réalisation d'un important travail de renouvellement des conventions locales de soutien avec les services du ministère de la défense en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française, après la mise en place des groupements de soutien des bases de défense et l'arrivée à échéance des conventions précédentes ;
- la mise à jour des documents relatifs à la SST du GOP : instruction permanente, DUERP, RDP ;

- la mise à jour des documents relatifs à la SSI, ainsi que la mise en conformité du poste IntraFANC de la BHNC ;
- la mise à jour d'une partie de la documentation relative à l'organisation et au fonctionnement du GOP ;
- l'affectation du second technicien hydrographe calédonien à partir de janvier 2013 ;
- l'affectation d'un troisième officier marinier hydrographe à la BHPF à partir de juillet 2013 ;
- la rédaction d'instructions techniques encadrant les travaux hydrographiques à réaliser (lorsque leur ampleur justifie la rédaction de ce type de document) : le GOP propose un projet d'instructions techniques qui est ensuite complété et validé par la direction des opérations. Entre août 2012 et août 2014, les instructions techniques suivantes ont été préparées :
  - levé des accès de Ngo et de la passe Boulari : n° 27 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 14 août 2012 ;
  - travaux hydrographiques à Wallis : n° 143 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 18 novembre 2013 ;
  - travaux hydrographiques à Huahine : n° 147 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 21 novembre 2013 ;
  - travaux hydrographiques sur les récifs et îles Chesterfield n° 96 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 19 juillet 2013 ;
  - travaux hydrographiques à Easo (Lifou) : n° 32 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 18 février 2014 ;
  - recherche d'obstructions à Hao, archipel des Tuamotu : n° 58 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 25 mars 2014 ;
  - travaux hydrographiques à Poro : n° 49 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 6 mars 2014 ;
  - travaux hydrographiques à Fakarava : n° 109 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 23 juillet 2014 ;
  - travaux hydrographiques à Raiatea : n° 128 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 10 octobre 2014.

Le niveau d'activité à la mer a été maintenu de sorte à rechercher un équilibre entre le potentiel dédié à l'acquisition et celui dédié à la rédaction, de façon à atteindre un objectif d'âge des levés inférieur à 1 an.

Fin juin 2012, l'indicateur d'âge moyen des levés était au GOP de 0.85. Il était de 0.75 fin juin 2014. Une stabilisation de cet âge autour de 0.8 an a pu être maintenue, mais l'adaptation permanente de l'activité de terrain par rapport au travail de rédaction doit rester une préoccupation constante.

Le §6 présente une analyse détaillée de ce sujet.

## 2. TRAVAUX REALISES.

Les levés réalisés entre 2012 et 2014 ont systématiquement fait l'objet de rapports particuliers : ces travaux ne sont donc présentés ici que de manière synthétique ; la référence des rapports est indiquée et rappelée en annexe 1. L'annexe 2 présente la localisation géographique des travaux.

### 2.1. En Nouvelle-Calédonie.

#### 2.1.1. *Fin de la rédaction des levés réalisés avant août 2012*

##### 2.1.1.1. Levé des accès à Port-Ounia (S201200700)

(Pas d'instructions techniques. Instructions particulières n° 053/SHOM/GOP/NP du 29 mars 2012. RAP2013-005).

À la demande des forces armées en Nouvelle-Calédonie, la BHNC a sondé, du 2 au 5 avril 2012, les accès à Port-Ounia de sorte à définir une zone de mouillage et une voie d'accès. La zone de plageage initialement demandée n'a pas été sondée par manque de temps.

À l'issue de la rédaction, une proposition de modification de la voie recommandée pour l'accès au mouillage et du point de mouillage a été formulée par le GOP auprès de la commission nautique locale de Nouvelle-Calédonie du 28 novembre 2013. Ce sujet est également l'objet de la fiche d'exploitation n° 221 SHOM/GOP/NP du 19 octobre 2013. Cette proposition a été acceptée en séance, mais le compte-rendu de cette commission n'était pas diffusé au GOP à la date de rédaction du présent rapport.

2.1.1.2. Levé des accès au port de Tadine et des zones de mouillage en baie de Tadine à Maré (S201203500) ;

(Instructions techniques n° 095 SHOM/DOPS/MIP/DTI/NP du 19 septembre 2011 - Levés hydrographiques dans les îles Loyautés. Instructions particulières n° 65/GOP/NP du 13 avril 2012).

Ce levé s'est déroulé du 16 au 26 avril 2012. Le rapport particulier RAP2012-097 en rend compte.

Un levé de la zone de mouillage de Saint Pierre en baie de Tadine, des accès au port et à la zone de mouillage de Saint Pierre ont été réalisés.

Ce levé a été complété par un levé bathymétrique de contrôle sur un haut-fond situé à 0,5 nautique du cap Wabao.

L'AVURNAV local 1079/12, couvrant la CM7259 et signalant 4 sondes en baie de Tadine a été diffusé suite à ce levé.

La présence d'une équipe de la BHNC à Tadine a également été mise à profit pour contrôler l'observatoire de marée de Tadine et installer le marégraphe permanent du réseau d'alerte aux tsunamis.

Le balisage et les amers de la zone de travail ont été contrôlés.

Le nouveau ponton du port de Tadine a été trajectographié (AVURNAV local Nouméa 1008/2).

*Installation du MCN de Maré en baie de Tadine à l'aide de la vedette Équinoxe*



### 2.1.1.3. Levé des voies recommandées du canal de la Havannah (S201205700)

Instructions particulières n° 96 SHOM/GOP/NP du 1<sup>er</sup> juin 2012.

Il n'avait pas été rédigé d'instructions techniques.

Rapport particulier : RAP2012-110.

Ce levé a essentiellement consisté à sonder une voie recommandée dans le canal de la Havannah. Les travaux à la mer se sont échelonnés du 30 mai au 8 août 2012.

Ils ont également donné lieu à des mesures de courant au point fixe.

À l'issue du levé, il n'a pas été défini de voie recommandée (à orienter au 060°, comme demandé par les pilotes) dans la zone sondée. En effet, l'alignement utilisé par les pilotes de Nouvelle-Calédonie dans le secteur sondé avec seuil de navigation passe à moins de 120 m de l'isobathe des 10 mètres par endroit, voire à moins de 110 m de l'isobathe des 5 mètres.

Il n'était pas possible de définir de voie recommandée de largeur suffisante sur la base de cet axe. Le directeur technique a donc demandé aux pilotes de Nouvelle-Calédonie s'il était possible de décaler l'axe au 060° vers le sud, de sorte à l'écarter du récif Koeda. Les pilotes ont écarté cette proposition, cette voie n'étant destinée qu'à être utilisée de jour et les pilotes préférant passer à proximité des récifs au nord de la voie, bien visibles, que de se rapprocher du banc du Vandégou, totalement invisible à l'œil depuis un navire.

Par ailleurs, les pilotes ne souhaitaient pas que cette voie soit portée sur la carte, de sorte à éviter des conflits d'usage entre navires de plaisance et navires marchands dans ce secteur délicat.

Le directeur technique a donc proposé de ne pas définir de voie recommandée et le GOP a fourni une copie des minutes au syndicat des pilotes maritimes de Nouvelle-Calédonie après validation du levé.

Les AVURNAV n° 1131/12 (signalant 2 sondes, concernant les CM 6933, 6986, 7052 et 7645, repris dans le GAN 28/2012) et n° 1234/12 (signalant 1 sonde, concernant les CM 6986 et 7645, repris dans le GAN 42/2012) ont été émis lors de la rédaction de ce levé.

Par ailleurs, la fiche d'exploitation n° 219 SHOM/GOP/NP du 13/10/2013 a été rédigée. Les avis 1228141 et 1242147 couvrent les Avurnav locaux émis et rappelés sur cette fiche. Par ailleurs, cinq sondes ont été portées sur la carte après exploitation du levé S201205700.



*Cible GPS à PortBoisé pendant le levé du canal de la Havannah. Au fond, le Louis Hénin.*

#### 2.1.1.4. Installation du MCN de Maré dans le cadre du réseau de marégraphes permanents pour la détection de tsunamis

Cet observatoire a été installé à Tadine dans le cadre de la convention 150/2011 entre le Shom, la DGOM et la Nouvelle-Calédonie lors du levé d'avril 2012. Le RAP2012-097 rend compte de ces travaux. La fiche d'observatoire de marée a été mise à jour.

#### 2.1.2. **Levés**

##### 2.1.2.1. Levé de la baie Ngo et de ses principales voies d'accès

La baie Ngo est un site de chargement minéralier en expansion. L'objectif général du levé consistait à sonder la baie à proprement parler de sorte à identifier les zones de mouillage et de chargement des minéraliers, ainsi qu'à sonder deux voies recommandées d'accès à la baie pour ces navires.

Instructions techniques : n° 27 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 14 août 2012.

Instruction particulière n° 145 SHOM/GOP/NP du 17 août 2012.

Le levé s'est déroulé en deux parties principales :

- S201207100. Ce levé, dont le rapport particulier RAP2013-040 rend compte, s'est déroulé du 30 juillet au 08 novembre 2012 à bord du baliseur *Eugène Morignat*. Ce levé a concerné la baie ainsi qu'une voie recommandée d'accès, d'environ 1100m de large, assurant la jonction avec les levés S198802900 et S200702400 et les axes pré-existant au 247°, 278° et 293°. L'axe de cette voie recommandée est orienté au 212° depuis le point de mouillage indiqué sur la CM6827 en baie Ngo, de sorte à ce que l'axe coupe la voie au 247° à 1,4 nautique par le travers de l'îlot Taréti, comme pratiqué par les pilotes.

Un engraissement en fond de baie ayant été diagnostiqué après comparaison avec les anciens levés, un projet d'Avurnav a été émis par le GOP afin d'indiquer le changement constaté sur la carte marine 6827 (NMR : 0008 NP 2802 (2014)). Il indique également la position mesurée à l'aplomb du point de mouillage indiqué par la CM6827. Ces informations ont été reprises par le GAN 16/2014.



*Installation d'une référence GPS – Levé en baie Ngo 2012 – l'Eugène Morignat est en arrière-plan.*

- un second leg, du 25 septembre au 10 octobre 2013 (levé S201308500 en cours de rédaction à la date de rédaction du présent rapport) au cours duquel la seconde voie d'accès à la baie (depuis la grande rade par Porc Epic, route sur le Mont Kouré au 080° par le travers de la Basse Oliver (distance 0,6 nautique de la Basse Oliver) a été levée.

#### 2.1.2.2. Levé en baie de Sainte Marie destiné à étudier la faisabilité de la mise en place d'un service de navettes maritimes entre le Mont Dore et Nouméa – S201207800

Ces travaux n'étaient initialement pas inscrits au programme 2012 du GOP.

Lors de la commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie d'août 2012, la demande émanant du syndicat mixte des transports urbains de Nouméa (SMTU), visant à faire réaliser un levé de reconnaissance entre le Vallon-Dore et la Côte Blanche à Nouméa, afin d'identifier les zones dans lesquelles pourraient naviguer les vedettes d'un futur service de desserte du centre-ville de Nouméa, a été jugée prioritaire.

Le calendrier très contraint (résultats du levé attendus pour début février 2013) a nécessité une programmation en urgence fin 2012 de ces travaux, conduits à l'aide de la vedette *Équinoxe* et de *l'Eugène Morignat* du 11 septembre au 19 octobre 2012.

Ainsi :

il n'a pas été rédigé d'instructions techniques ;

- les instructions particulières n° 172/SHOM/GOP du 26 septembre 2012 ont préconisé un levé de reconnaissance, avec mise en œuvre du sonar latéral, mais sans réalisation de recherches ;
- le GOP a transmis en février 2013 les données numériques au SMTU après validation du directeur technique, sans attendre la validation finale du levé par le BRI. Un compte-rendu succinct a été rédigé à cette occasion : compte-rendu n° 19 SHOM/GOP/NP du 29 janvier 2013 ;
- deux sondes ont été signalées par l'AVURNAV LOCAL NOUMEA n° 1337/12 (CM 6687, 7273, 7643 et 7644) ;
- une fiche d'exploitation a été rédigée : n° 207/SHOM/GOP/NP du 24 octobre 2013 (signalant une sonde et des fonds découvrant sur les CM 7644 et 6687). Cette fiche a donné lieu à l'avis-carte n° 1346204 du 8 novembre 2013.
- le rapport particulier RAP2013-009 rend compte des travaux réalisés, qui ont permis d'abandonner certaines hypothèses de voies de navigation et de mener l'étude d'installation des infrastructures d'accueil des navires sur le site du Vallon-Dore.

#### 2.1.2.3. Poursuite du levé des voies recommandées d'accès aux Belep,

La suite de ces travaux s'est déroulée sur la base d'un levé par an en 2012, 2013 et 2014.

(Instructions techniques n° 145 SHOM/DOPS/MIP/DTI/NP du 11 juin 2012 et n° 219 SHOM/DO/MIP/DTI/NP du 30 octobre 2008.)

- en 2012 :

(Instruction particulière n° 205 SHOM/GOP/NP du 14 novembre 2012 – S201209100)

Le RAP2013-039 rend compte des travaux réalisés du 12 au 28 novembre 2012 : levé complémentaire élargissant la voie recommandée du levé S200903200. Ce complément de 500 m de large environ, a été réalisé à partir de la limite est du levé S200903200 de sorte à élargir la voie vers l'est et d'assurer la jonction cohérente des levés S200903200 et S201003400, qui définissaient chacun deux voies dont les axes n'étaient pas alignés. La zone explorée par les levés S200903200 et S201209100 peut ainsi être considérée comme une voie

recommandée avec seuil de navigation de 13 mètres, de 900m de large environ, située dans l'axe de la voie recommandée définie par le levé S201003400.



*Un tricot rayé prend ses quartiers sur la station GPS de référence du levé aux Belep en 2012*

➤ en 2013 :

Instructions particulières n° 118 du 28 juin 2013 – S201305000.

Ce levé, conduit du 8 au 19 juillet 2013, a permis le sondage d'une voie recommandée située à l'ouest des récifs Trupaahvé et Trui Imian, dans l'axe des voies préexistantes plus au sud. Ce levé était en cours de rédaction en août 2014 à la date de rédaction du présent rapport.

➤ en 2014 :

Instructions particulières n° 141 du 2 juillet 2014 – S201405400.

Une voie recommandée située à l'ouest de l'île Pott et dans la continuité des voies sondées les années précédentes a été levée du 21 au 31 juillet 2014, ainsi que l'accès à Pott et la zone de mouillage de Pânan. Les recherches n'ont pas été conduites en raison d'une avarie sur le moteur de la vedette. La rédaction n'avait pas débuté à la date de rédaction du présent rapport.

2.1.2.4. levé hydrographique des accès et zones de mouillage de la baie de Nakéty (S201300600)

(Instructions techniques n° 97 SHOM/DOPS/MIP/DTI/NP du 19 avril 2012. Instructions particulières n° 26 GOP/NP du 7 février 2013).

Nakéty est un site de chargement de minerai. Afin de permettre l'exploitation de ce site, les deux zones de mouillage de la baie de Nakéty (SMSP / Ballande et Berton / Gemyni) ainsi que le chenal d'accès jusqu'à ces deux zones ont été sondés.

A l'occasion de ce levé, conduit du 18 au 27 février 2013, plusieurs épaves de barges minières ont été découvertes (seule l'une d'entre elles a pu faire l'objet d'une investigation par plongeurs, les autres se trouvant dans la zone d'évolution des remorqueurs et des barges). Un AVURNAV (Avurnav local 1027/13 de février 2013) a été émis pour cette épave ainsi que pour signaler le brassiage d'un plateau rocheux plus court que celui présent sur la carte.

La rédaction de ce levé n'était pas achevée à la date de rédaction du présent rapport.



*Cotation d'une barge minière coulée à Nakéty*

2.1.2.5. Levé de compléments de voies recommandées de la Passe de la Sarcelle à l'île des Pins (S201207200)

Il n'avait pas été rédigé d'instructions techniques.

Instruction particulière n° 96 SHOM/GOP/NP du 1<sup>er</sup> juin 2012.

Le RAP2013-084 rend compte des travaux réalisés, répartis sur 2 ans : du 08 au 16 août 2012 à l'aide du baliseur *Louis-Hénin*, et du 25 mars au 5 avril 2013, à l'aide du baliseur *Eugène Morignat*.

En 2012, une voie recommandée de 900 m de large environ, orientée au 000°/180° et assurant la jonction avec les axes existant au 037°/217° (vers/depuis la Passe de la Sarcelle) et au 125°/305° (vers/depuis l'île des Pins) a été hydrographiée. Un seuil de navigation de 12 mètres a été défini sur cette voie.

En 2013, La zone couverte était destinée à la définition d'une voie recommandée orientée est/ouest, située au sud de l'îlot Du Ana, entre les voies recommandées au 125° et au 059.5° d'accès à l'île des Pins.

En raison de l'encombrement des fonds et de l'impossibilité d'exploiter l'imagerie sonar latéral sur ce type de relief sous-marin, le directeur technique n'a pas été en mesure de définir de voie recommandée dans le secteur sondé avec un seuil de navigation pertinent. Des compléments au sondeur multifaisceau ont été recommandés dans le RAP2013-084 (programmés en 2015 à bord de *l'Atalante*).

Un projet d'Avurnav a été émis par le GOP. Il a donné lieu à la diffusion de l'AVURNAV LOCAL NOUMEA 1038/14 concernant la CM6770.

Une fiche d'exploitation a été rédigée pour signaler l'oubli d'une sonde de 38 m dans le choix de sondes de la CM6933 : FE n° 126/GOP/NP du 24 juin 2014.



Station GPS de référence – Ile des Pins – levé Sarcelle/Ile des Pins 2013

2.1.2.6. Levé des accès au port de Wé à Lifou. Spatiopréparation et stéréopréparation à Lifou, installation du MCN de Wé (levé S201106700)

(Instructions techniques n° 095 SHOM/DOPS/MIP/DTI/NP du 19 septembre 2011 (levés hydrographiques dans les îles Loyautés, dossier préparatoire à la spatiopréparation de l'île de Lifou (îles Loyauté) : BE n° 72/SHOM/DOPS/MIP/DTI/NP du 10 août 2011, dossier préparatoire à la stéréopréparation Nouvelle-Calédonie – Ile de Lifou – n° 125/SHOM/DOPS/MIP/DTI/NP du 2 novembre 2011).

Le RAP2012-091 rend compte des travaux réalisés du 16 août au 26 octobre 2011 et complétés du 22 au 26 avril 2013.

Les travaux de 2011 ont été réalisés sous la direction technique de l'IPETA Ronan Pronost.

Ils ont nécessité des compléments en 2013 (recherches au sondeur vertical).

Des incohérences entre les résultats des sondages de 2011 et 2013 et le levé précédent datant de 1990 ont été constatées sur des têtes de corail. Ces incohérences ont nécessité une investigation par plongeurs les 1<sup>er</sup> et 2 avril 2014 (levé S201406300, RAP2014-109, Instructions particulières n° 26/SHOM/GOP/NP du 14 février 2014).

Globalement, ces deux levés ont permis :

- de lever le chenal d'accès au port de Wé et le port ;
- de sonder de manière incomplète le reste de la baie de Chateaubriand et d'y proposer une zone de mouillage d'étendue restreinte ;
- de coter et positionner par plongeurs une roche en baie de Chépénéhé. Cette roche se trouve en limite de la zone de mouillage utilisée par les paquebots. Elle a été balisée en avril 2014 par les Phares et balises de Nouvelle-Calédonie ;
- de réaliser l'installation du marégraphe côtier numérique d'alerte aux tsunamis de Wé. L'ensemble des repères de l'observatoire a été nivelé et la fiche d'observatoire de marée a été mise à jour ;
- de contrôler et documenter le balisage et les amers de la zone de travail ;
- de positionner des points de calage pour images satellites (stéréopréparation). Des travaux de trajectographie ont été conduits dans le même but ;

- de positionner des points de calage pour images aériennes (stéréopréparation) en baie de Chateaubriand, ainsi qu'à Doking.

L'Avurnav local 1166/12 a été émis suite au levé S201106700 pour le signalement de douze sondes en baie de Chateaubriand.

La fiche d'exploitation n° 133/SHOM/GOP/NP du 30 juin 2014 a été rédigée à la suite du levé S201406300 pour signaler l'évolution de la bathymétrie dans le port de Wé.

#### 2.1.2.7. Travaux préparatoires au projet de levé bathymétrique lidar en Nouvelle-Calédonie (S201401400)

(Instruction particulière n° 29 SHOM/GOP/NP du 21 février 2014).

Dans le cadre de la mise en place du démonstrateur du Référentiel Littoral de Nouvelle-Calédonie (RLNC), piloté par la DITTT en partenariat avec le Shom, trois zones d'étalonnage pour bathymètre lidar aéroporté ont été sondées en 2014 à l'aide de la vedette *Chambeyron*.

La rédaction de ce levé n'était pas achevée à la date de rédaction du présent rapport.

#### 2.1.2.8. Levé de compléments aux voies recommandées entre la passe de Boulari et le canal de Woodin (S201405000)

(Instructions techniques n° 27 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 14 août 2012. Instruction particulière n° 79 SHOM/GOP/NP du 5 mai 2014).

Les travaux conduits au cours de ce levé du 10 au 13 juin 2014 complètent ceux entamés lors des levés S201207100 et S201308500 (accès à la baie Ngo décrits ci-dessus).

Une extension vers le sud de la voie recommandée entre Boulari et l'accès à la baie Ngo, permettant d'éviter d'emprunter l'axe existant au 021° a été sondée.

La rédaction du levé n'avait pas débuté à la date de rédaction du présent rapport.

#### 2.1.2.9. Levé de zones de mouillage pour Paquebots à Chépénéhé (Lifou) (S201402700).

(Instructions techniques n° 32 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 18 février 2014. Instructions particulières n° 26/SHOM/GOP/NP du 14 février 2014).

Les travaux planifiés consistaient essentiellement à lever deux zones de mouillage utilisées par les paquebots à Easo, en baie de Chépénéhé. Ces deux zones sont les seules zones réglementairement praticables par les navires : elles sont définies par un arrêté.

En pratique, en raison du faible temps imparti (ces travaux été couplés aux compléments à Wé (levé S201406300) ainsi qu'aux travaux à Poro (voir ci-dessous), et d'une avarie du sonar latéral, seule la zone de mouillage principalement utilisée, la plus proche du village, a pu être levée du 4 au 10 avril 2014.

La rédaction du levé n'avait pas débuté à la date de rédaction du présent rapport.

#### 2.1.2.10. Travaux hydrographiques : approches de Poro (S201402600)

(Instructions techniques n° 49 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 6 mars 2014 – Instructions particulières n° 28 SHOM/GOP/NP du 14 février 2014).

Poro est un site de chargement de minerai très fréquenté par les navires minéraliers.

Ces navires stationnent pendant les opérations de chargement au mouillage sur deux points établis par les instructions du pilotage de Nouvelle-Calédonie, mais qui n'avaient pas fait l'objet de sondages exhaustifs récents.

Les instructions techniques relatives à la zone de Poro (site de chargement et accès) prévoient le sondage de ces zones de mouillages ainsi que des voies permettant d'y accéder et d'en repartir.

Par ailleurs, la navigation dans ce secteur repose sur un ensemble d'alignements et de points tournants basés sur les amers et le balisage présents. Or, la description de ces amers devait être mise à jour sur les cartes en vigueur en 2014. Les travaux prévoyaient ainsi la revue de ces amers, du balisage et des infrastructures présentes.

L'ampleur globale des travaux à réaliser implique une approche pluriannuelle. Du 31 mars au 11 avril 2014, les travaux suivants ont été réalisés :

- mesures de marée ;
- mesures de courant ;
- positionnement d'amers, de balisage, topographie de l'îlot Sable ;
- sondage des deux zones de mouillage utilisées par les minéraliers ;
- début du sondage des voies d'accès à proximité de ces deux zones.

La rédaction de ce levé était en cours à la date de rédaction du présent rapport.

### 2.1.3. **Marégraphie.**

#### 2.1.3.1. Marégraphes permanents

Le marégraphe côtier numérique permanent de Nouméa a fait l'objet de contrôles de bon fonctionnement (entretien et tests de Van de Castele) tous les 6 mois.

En outre, un contrôle complet de l'observatoire a été conduit au 1<sup>er</sup> semestre 2014 (fiche d'observatoire de marée en cours de rédaction).

Dans le cadre du réseau de marégraphes d'alerte aux tsunamis de Nouvelle-Calédonie, des interventions semestrielles de MCO et de contrôle ont été conduites sur les MCN de Ouinné, Hienghène, Lifou, Maré à compter d'octobre 2012.

En Nouvelle-Calédonie, il n'a pas été possible d'installer de nouvelle station d'observation en raison des diverses difficultés liées à l'exécution de la convention (voir §6.1).

En 2014, l'accent a été mis sur la sécurisation des accès aux MCN (toits des abris pour la maintenance des antennes ou centrale pour le MCN de Ouinné). Sur les abris, des points d'ancrage ont été implantés de sorte à ce que le personnel puisse utiliser une longe l'empêchant d'accéder à la zone dangereuse.

À Ouinné, la mise en place d'un plancher par un service de la mine Montagnat a permis d'améliorer grandement la sécurité lors des futures interventions.



*MCN de Ouinné avant travaux*



*MCN de Ouinné après travaux*

#### 2.1.3.2. Détermination des références altimétriques maritimes

Des référentiels d'altimétrie maritime ont été mis en place à Bourail, Poro, Mamié et Yaté.

#### 2.1.4. **Travaux de spatiopréparation et stéréopréparation.**

Des travaux de stéréopréparation ont été conduits à Lifou (2011 – rédaction en 2012, voir §2.1.2, S201106700 et RAP2012-091), Poro (en cours de rédaction à la date de rédaction du présent rapport), Ugué (S201302600 et RAP2013-073), ainsi qu'à l'île des Pins (en cours de rédaction à la date de rédaction du présent rapport).

Des travaux de spatiopréparation ont été conduits à Lifou en 2011 et rédigés en 2012 (voir §2.1.2, S201106700 et RAP2012-091).

#### 2.1.5. **Concours exercices Croix du Sud.**

La BHNC a apporté un concours aux exercices Croix du Sud :

- en 2012, avec le prêt d'un véhicule tout-terrain et la fourniture de données bathymétriques complémentaires pour les accès aux îles Belep ;
- en 2014 avec la fourniture de données bathymétriques complémentaires sur des sites prévus pour des opérations de plageage (approche par le navire de projection de la marine néo-zélandaise).

L'analyse comparative des sondes issues de la BDBS et des cartes concernées par le GOP a mis en évidence un certain nombre d'incohérences entre les sondes extraites de la base et celles apparaissant sur les cartes :

- un projet d'AVURNAV (NMR 0011 NP 3010) a été rédigé par le GOP/BHNC pour signaler des incohérences entre les sondes de la carte marine 6820 et la BDBS. Le projet d'AVURNAV a fait l'objet de deux « AVURNAV locaux Nouméa » n° 1245/13 et 1246/13. L'AVURNAV NMR 0023 NP 1911 (1245/13) a été ultérieurement annulé : les sondes incriminées étaient en pratique

invalidées dans la base. L'AVURNAV NMR 0025 NP 1911 (1246/13) a été repris dans le GAN 46 du SHOM.

- trois fiches d'exploitation ont été également rédigées :
  - FE n° 213 du 04 novembre 2013 : elle a donné lieu à l'avis-carte n° 1346207 du 19 novembre 2013, ainsi qu'à la réponse n° 186/DOPS/MIP/BATHY/NP du 19 novembre 2013 ;
  - FE n° 215 du 04 novembre 2013 : elle a donné lieu à l'avis-carte n° 1349205 du 29 novembre 2013 ;
  - n° 222 SHOM/GOP/NP du 20 novembre 2013 : elle a donné lieu à l'émission de l'avis carte n° 1349205 du 29 novembre 2013.

## 2.2. A Wallis-et-Futuna.

### 2.2.1. *Travaux hydrographiques à Wallis (S201308400)*

(Instructions techniques n° 143 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 18 novembre 2013- Instructions particulières n° 201 SHOM/GOP/NP du 21 octobre 2013).

Les travaux de refonte du quai de Mata Utu à Wallis, qui comportaient du dragage, se sont achevés en 2013.

À l'issue de ce chantier, un levé a été programmé du 16 novembre au 7 décembre 2013 afin de mettre à jour la connaissance hydrographique et cartographique dans la zone impactée par les travaux.

Le levé a été conduit en mettant en œuvre pour la première fois le système déployable d'hydrographie SDH-GHO à partir de la vedette des Phares et balises / Travaux maritimes de Wallis.

Ce système a donné pleine satisfaction, et les concours reçus de ce service ont très grandement facilité la conduite du levé. Le matériel déployable a en effet pu être expédié par voie aérienne commerciale (pas d'embarcation), les moyens militaires présents en Nouvelle-Calédonie ne permettant plus l'envoi d'une vedette à Wallis depuis Nouméa (Batral désarmé début 2013).

On notera toutefois qu'une très forte anticipation est nécessaire pour l'envoi du matériel dans les temps par le SHOM (DMGS/LOG) qui gère les marchés de transport de matériel. La gestion du dédouanement du matériel entre les deux territoires est également à prendre en compte par DMGS, chaque territoire étant autonome sur le plan douanier (il n'a pas été possible d'obtenir d'exonération de taxes par les autorités de Wallis). Par ailleurs, l'envoi de certains matériels (blocs de plongée, oxygénothérapie, certaines batteries) considérés comme des marchandises dangereuses, peut se révéler problématique par voie aérienne.

Ainsi, le matériel utilisé pour ce levé a été immobilisé d'octobre 2013 à mi-février 2014 pour une durée de déploiement global de l'ordre de 3 semaines. Cette immobilisation impacte potentiellement l'ensemble de l'activité de la BHNC et le retour en étalonnage du matériel : les travaux à Wallis (ou plus compliqué encore, Futuna) depuis Nouméa sont une contrainte forte pour la BHNC.

Au cours de ce levé :

- les nouvelles infrastructures portuaires de Mata Utu ont été trajectographiées ;
- la zone impactée par le dragage du port a été levée ;
- l'observatoire de marée a fait l'objet d'un contrôle complet à l'occasion de l'installation du MCN ;
- des travaux de géodésie ont été conduits.

La rédaction de ce levé était en cours à la date de rédaction du présent rapport.

### 2.2.2. **Marégraphie**

Dans le cadre du réseau de marégraphes d'alerte aux tsunamis de Wallis-et-Futuna, l'installation du MCN de Futuna a été finalisée en mai 2013 avec l'installation du capteur radar et le remplacement du capteur de pression.

L'installation du MCN de Wallis a quant à elle été réalisée fin novembre 2013 à l'occasion du levé à Mata Utu. La station d'observation de Wallis a été pleinement opérationnelle en mai 2014 lors de l'installation de la carte d'acquisition de la centrale.

L'abri du MCN de Wallis a été construit sous la maîtrise d'ouvrage des travaux maritimes de Wallis lors des travaux de réfection du port. Le coût de cette construction était couvert par la subvention versée par l'agence française de développement au HCR-NC qui a payé le prestataire.

## 2.3. **En Polynésie française**

### 2.3.1. **Rédaction**

La rédaction des travaux suivants, réalisés sous la direction technique de l'IPETA Ronan Pronost avant août 2012, a été achevée :

#### 2.3.1.1. Levé en baie de Cook à Moorea (S201102300)

(Instruction technique n° 65 SHOM/DO/MIP/DTI/NP du 27 avril 2010 - Instruction particulière n° 57 SHOM/GOP/BHPF/NP du 21 mars 2011. Le RAP2012-042 rend compte des travaux réalisés).

Ces travaux, conduits en mars 2011, ont permis le levé de la passe Avaroa en baie de Cook, d'une zone de mouillage à l'ouvert de la baie, et de la darse de Pao Pao dans le cadre de la fréquentation de la baie par des paquebots débarquant des passagers.

#### 2.3.1.2. Poursuite du déploiement du réseau de marégraphes permanents dans le Pacifique avec l'installation de Rikitea (S201200600)

Le RAP2012-103 (corrigé en février 2014 par le RAP2014-015) rend compte des travaux réalisés en mars 2012 : installation de la station permanente d'observation du niveau de la mer et d'alerte aux tsunamis de Rikitea, contrôle complet de l'observatoire, rattachement à l'ellipsoïde.

#### 2.3.1.3. Levé bathymétrique à Port Phaeton (Tahiti)

Le levé de Port Phaeton (S201206600) a été réalisé en juin 2012 sous la direction technique de l'IPETA Ronan Pronost pour l'essentiel. Il a nécessité des travaux complémentaires (recherches de roches et positionnement de balisage) qui ont eu lieu du 8 au 12 avril et du 16 au 18 avril 2013. 2 courantomètres ont été mouillés du 8 au 15 mai 2013.

La rédaction de ce levé était en voie de finalisation à la date de rédaction du présent rapport, mais les données n'avaient pas encore pu être contrôlées par le directeur technique début août 2014.

### 2.3.2. **Levés**

Les travaux suivants ont été réalisés sous la direction technique de l'IC2ETA Patrick Michaux.

#### 2.3.2.1. Fin du levé bathymétrique à Teahupoo (presqu'île de Tahiti-Iti) (S201104100)

(Instruction technique n° 40 SHOM/DO/MIP/DTI/NP du 15 juin 2011 - Instruction particulière n° 85 SHOM/GOP/BHPF/NP du 09/05/2011 de la pointe de Faremahora à la passe de Vaiau).

Le RAP 2013-096 rend compte des travaux réalisés.

Ce levé, entamé du 12 au 25 juin et du 30 novembre au 7 décembre 2011, visait à permettre l'établissement d'un chenal de la pointe Faremahora à la passe Vaiau prenant en compte les nombreuses évolutions dans le balisage à l'Est de Teahupoo et particulièrement au niveau des pointes Farenaonao et Pufaratiaai.

Les travaux conduits en 2011 ont nécessité des compléments en janvier 2014 avec la réalisation de recherches par plongeurs et la fin du contrôle du balisage.

Ces travaux ont permis :

- l'établissement d'un chenal de la pointe Faremahora à la passe Vaiau prenant en compte le nouveau balisage lumineux et la recherche des remontées de fonds aux abords du chenal. Néanmoins, compte tenu de la faible profondeur et/ou de la structure du fond corallien dans certains secteurs, certains passages du chenal ont été qualifiés en zone « incomplètement hydrographiée » ;

Ces passages étant réservés à des embarcations à faible tirant d'eau, la nécessité de réaliser des compléments sur ces secteurs n'était pas avérée. La question a été posée en sous-comité hydrographie de Polynésie française (SCHPF) le 17 juin 2014 par le GOP, afin de savoir s'il serait nécessaire à terme d'améliorer la couverture bathymétrique de certains passages du chenal balisé (par un levé SMF par exemple). La conclusion du sous-comité est qu'il n'est pas nécessaire de prévoir de travaux complémentaires dans la mesure où la bathymétrie nouvellement acquise permet en particulier de statuer sur la pertinence du balisage mis en place (une modification de l'emplacement de l'une des balises est d'ailleurs envisagée) ;

- le levé des bassins de Port du Beaumanoir et du bassin entre la pointe Faremahora et la pointe Farenaonao ;
- le levé de la passe Vaiau ;
- la mesure du courant dans la passe Vaiau ;
- une revue d'amer et de balisage dans la zone sondée.

L'observatoire de marée de Beaumanoir a été recherché mais n'a pas été retrouvé. Deux marégraphes ont donc été mouillés pendant plus d'un mois à Teahupoo, et calés par concordance avec l'observatoire permanent de Vairao. Une nouvelle fiche d'observatoire de marée a été rédigée.

Le levé visant à l'établissement d'un chenal de la pointe Fareara à la passe Vaiau prenant en compte le nouveau balisage lumineux et la recherche des remontées de fonds aux abords du chenal n'a pas été réalisé. Toutefois, le sous-comité hydrographie de Polynésie française du 17 juin 2014 a conclu à l'absence de nécessité de tels travaux, la partie est du lagon étant profonde et les zones dans lesquelles le balisage pouvait être problématique ayant été sondées.

La passe Puotoe n'a pas été sondée. Le besoin a aussi été évalué en sous-comité hydrographie de Polynésie française le 17 juin 2014 : cette passe, peu profonde et soumise à la houle, est très peu fréquentée. Il n'est pas prioritaire de prévoir un levé spécifique pour cette passe.

Les mesures de courant dans cette passe n'ont pas non plus été réalisées.

Enfin, les mesures de courant demandées par les instructions techniques dans la passe Tutataroa ne pourront être planifiées qu'à l'issue d'un levé bathymétrique de cette passe : il n'est pas exclu que la hauteur d'eau ne permette pas le mouillage d'un courantomètre par plongeurs. Ce levé n'est pas jugé prioritaire à l'heure actuelle.

Ce levé mettant à jour une zone préalablement levée dans les années 70, un certain nombre de sondes ont fait l'objet d'une diffusion urgente de l'information :

- AVURNAV locaux Papeete n° 1273 à 1280/2013 (sondes) ;
- AVURNAV locaux Papeete n° 1271/13 et 1272/13 : modification du balisage ;

- fiches d'exploitation :
  - n° 231/SHOM/GOP/NP du 10 décembre 2013 : traitée par l'avis 1417 P-03 pour les sondes les plus dangereuses (suite à donner pour les autres sondes) ;
  - n° 087/SHOM/GOP/NP du 16 mai 2014 : en attente de l'avis du bureau du recueil de l'information (BRI) à la date de rédaction du présent rapport ;
  - n° 089/SHOM/GOP/NP du 20 mai 2014 : en attente de l'avis du BRI à la date de rédaction du présent rapport ;
  - n° 101/SHOM/GOP/NP du 28 mai 2014 : en cours de traitement par le secteur Outre-mer du département ouvrages et informations nautiques (NA/OM) pour correction de carte à la date de rédaction du présent rapport.

#### 2.3.2.2. Participation à la campagne SMF SHOMPOL à bord de l'*Atalante* (levé des pentes extérieures des récifs de l'archipel de la Société (S201208100))

En août 2012, la présence du N/O *Atalante* en Polynésie française a été mise à profit par le Shom pour réaliser un levé SMF des pentes externes de l'archipel de la Société. Ces travaux étaient conduits par le groupe océanographique de l'Atlantique (GOA).

Le report d'un levé de la BHPF à cette période a permis de renforcer l'équipe Shom embarquée à bord de l'*Atalante* par l'officier marinier hydrographe administrateur réseau de la BHPF.

Ces travaux ont été complétés en 2013 par des recherches par plongeurs conduites par le GOP.

Le levé a été rédigé par le GOA.

#### 2.3.2.3. Travaux préparatoires au projet de levé bathymétrique lidar en Polynésie française : recherche et sondage de zones de calibration à Tahiti et Bora-Bora

Dans le cadre de la réalisation de levés par bathymètre lidar aéroporté sur l'archipel de la Société (projet conduit par le service d'aménagement et d'urbanisme - SAU - de Polynésie française en partenariat avec le SHOM), des zones d'étalonnage pour bathymètre lidar aéroporté ont été sondées à Bora-Bora et Tahiti.

##### ➤ Bora-Bora :

Les travaux ont été conduits du 1<sup>er</sup> au 11 février 2013 dans le cadre du levé S201300300 dont le RAP2014-040 rend compte (Instructions techniques n° 16 SHOM/DO/MIP/DTI/NP du 28 janvier 2010 - instructions particulières n°001/SHOM/GOP/BHPF du 15 janvier 2013).

Trois zones ont été retenues :

- zone en rade de Vaitape : 20-30m ;
- zone « Hilton » en baie Tehou : 5-10m ;
- zone « hôtel Sofitel » : 18-22m.

Le levé dans la zone « Hilton » a mis en évidence plusieurs relèvements non portés sur la carte. Les 4 sondes les plus significatives ont fait l'objet d'un projet d'AVURNAV qui a conduit à la diffusion des Avurnav locaux Papeete n° 1056/14, n° 1057/14, n° 1058/14, n° 1059/14, n° 1060/14 concernant la CM 6002.



Levé SDH-GHO à Bora-Bora à bord d'un poti marara de location

- Tahiti : les travaux ont été conduits dans le cadre du levé S201304200. Deux zones d'étalonnage (par 10-15 m et 20-30 m) ont été retenues et sondées. La rédaction de ce levé n'était pas achevée à la date de rédaction du présent rapport, mais les données de ces zones étaient d'ores et déjà disponibles si nécessaire.

#### 2.3.2.4. Le levé des accès à Port Bourayne à Huahine (S201307900)

Instruction particulière n° 218 SHOM/GOP/NP du 8 novembre 2013. Instructions particulières n° 147 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 21 novembre 2013.

En vue de permettre l'accès de navires de croisière de 6,5 mètres de tirant d'eau à la baie de Port Bourayne (Huahine) par la passe Avapehi, puis en chenaland vers le sud pour entrer dans la baie au nord du Motu Vaiorea, un levé visant à mettre à jour la bathymétrie le long du chenal a été conduit du 14 au 29 novembre 2013. Il a permis de couvrir les principales zones intéressant les pilotes en termes de sécurité de la navigation. La rédaction de ce levé n'était pas achevée à la date de rédaction du présent rapport.

Un projet d'AVURNAV a été rédigé par le GOP/BHPF pour signaler 14 nouvelles sondes, la modification de la position d'une balise et des remarques concernant 3 balises sur la carte marine 6434.

### 2.3.3. **Travaux de spatiopréparation et stéréopréparation.**

Des travaux de stéréopréparation ont été conduits :

- à Katiu, en complément à la mise en place d'une référence altimétrique maritime (RAM) : levé S201209700 – RAP2013-081 ;
- à Raraka (S201400700). La rédaction de ce levé n'était pas achevée en août 2014 (données partiellement contrôlées par le directeur technique, rapport particulier RAP2014-036 à finaliser).

### 2.3.4. **Mesures de marégraphie.**

#### 2.3.4.1. Finalisation et maintenance du réseau de MCN d'alerte aux tsunamis en Polynésie française

Les installations de marégraphes permanents d'alerte aux tsunamis en Polynésie française se sont achevées en octobre 2013 avec l'installation du MCN de Makemo, dans le centre des Tuamotu. Le compte-rendu n° 24/SHOM/GOP/NP du 24 février 2014 a rendu compte de cette installation. Il sera complété par un rapport particulier (RAP2014-035) joint à la FOM (fiche d'observatoire de marée) mise à jour, en cours de rédaction en août 2014.

Par ailleurs, la rédaction du levé rendant compte de l'installation du MCN de Rikitea en mars 2012 s'est achevée au premier semestre 2013 : RAP2012-103 (S201200600) approuvé le 4 juillet 2013.

En complément à cette installation, les contrôles périodiques des MCN de Tubuai, Rangiroa, Huahine, Vairao, Papeete, Rikitea ont été conduits par la BHPF. Comme l'indique le §6.1, les difficultés récurrentes de financement ont nécessité une augmentation de la périodicité de maintenance de ces observatoires de 6 à 9 mois.

Les rapports RAP2013-003 et RAP2014-034 rendent compte de l'ensemble des activités d'installation et de maintenance de MCN par le GOP dans le Pacifique en 2012 et 2013.

Ils seront complétés par un rapport particulier couvrant l'année 2014.



*Nettoyage de l'échelle de marée du MCN de Tubuai*

#### 2.3.4.2. Réalisation d'un référentiel d'altimétrie maritime à Bora-Bora

Dans le cadre du levé S201300300 dont le RAP2014-040 rend compte, une référence altimétrique maritime (RAM) a été mise en place à Bora-Bora (cf. §2.3.2 de ce rapport particulier).

#### 2.3.4.3. Mise en place de références altimétriques maritimes à Kaeuhi, Manihi, Apataki

Des travaux d'opportunité de mise en place de références altimétriques maritimes (RAM) ont été conduits par le major ® Friot, à l'occasion de ses déplacements dans les Tuamaotu en 2011 et 2012 à :

- Apataki (S201109800 – RAP2013-030) ;
- Kaeuhi (S201109900 – RAP2013-045) ;
- Manihi (S201101600 – RAP2013-031).

En outre, le déploiement à Katiu pour les travaux de stéréopréparation a été mis à profit pour mettre en place une RAM également (levé S201209700 - RAP2013-081).

#### 2.3.4.4. Rattachement de l'observatoire de marée du GUMP à Moorea

Le rattachement de l'observatoire de marée du GUMP à Moorea, en vue de son utilisation pour la réduction des sondages lidar prévus en Polynésie française a été réalisé par la BHPF. Le nivellement réalisé a permis de mettre en évidence des variations d'altitude des repères du SAU. Le SAU a été averti de cette évolution et devait réaliser des travaux complémentaires permettant d'avoir une référence cohérente dans les environs de cet observatoire. Des travaux complémentaires du GOP pourraient être nécessaires afin de rédiger une FOM définitive pour cet observatoire.

### 2.3.5. **Contrôle du géoréférencement des cartes marines**

En juin 2014, un contrôle de cohérence entre les cartes marines en vigueur et les travaux de géodésie réalisés par la BHPF en 2011, 2012 et 2013 a été conduit. Ce contrôle a concerné les levés :

- S201209700 (stéréopréparation Katiu) : la fiche d'exploitation n° 123/ SHOM/GOP/NP du 19 juin 2014 a été rédigée pour la CM6689 (les CM7261 et 7455 n'appelant pas de remarque particulière). Cette FE a fait l'objet d'un « pris note » par NAU/NA ;
- S201109800 (RAM Apataki), la fiche d'exploitation n° 124/SHOM/GOP/NP du 20 juin 2014 a été rédigée pour la CM6421 (les CM 6689 et 7248 n'appelant pas de remarques particulières). Cette FE a fait l'objet d'un « pris note » par NAU/NA ;
- S201107000 (travaux hydrographiques à Clipperton) : les travaux de stéréo et spatiopréparation réalisés en 2012 par le GOP montrent que le décalage sur la position du trait de côte de Clipperton reste inférieur à 200 mètres. Compte tenu de l'échelle de la carte de plus grande échelle (CM5825) (1 : 20 000) et du nota explicite de son titre précisant que la position de l'île est approximative, il n'a pas été jugé nécessaire de rédiger de fiche d'exploitation pour la CM5825 ;
- S201101600 (RAM Manihi) : le contrôle du positionnement du trait de côte de la CM7293 et de son cartouche A ne met pas en évidence d'imprécision ;

Pour la CM6689, le décalage du trait de côte de la carte est de l'ordre d'une centaine de mètres vers le sud-ouest : dans la tolérance à l'échelle de la carte.

- S201109900 (RAM Kaeuhi) : le contrôle de la position du trait de côte de la CM7329 et de ses cartouches A & C ne met pas en évidence d'imprécision.

Le contrôle du trait de côte de la CM6689 fait ressortir un décalage du trait de côte de la carte vers l'ouest d'une centaine de mètres, dans la tolérance à l'échelle de la carte.

Le contrôle de la CM7260 ne met pas en évidence d'imprécision à l'échelle de la carte.

- enfin, suite à une remarque du patrouilleur *Jasmin*, un contrôle rapide de cohérence des cartes (papier) disponibles sur Tikehau a été conduit. La superposition de la CM6689 en géotiff et les cartouches de la CM7455 ne mettent pas évidence d'incohérence de positionnement de la passe.

### 2.3.6. **Concours à la défense.**

#### 2.3.6.1. Levé bathymétrique dans l'atoll de Hao : contrôle de la démolition d'un ancien quai du centre d'expérimentation du Pacifique (S201207900)

RAP2013-019. Instruction particulière n° 64 SHOM/GOP/BHPF/NP du 11/12/2012. Pas d'instructions techniques compte tenu de l'urgence des travaux.

Ces travaux, non planifiés initialement en 2012, ont été réalisés à la demande du centre d'expérimentation du Pacifique (CEP). Dans le cadre des opérations de démantèlement des anciennes installations du CEP et de la rétrocession du site d'Hao à la Polynésie française, une avancée sur le lagon comportant un quai a été rasée, en découpant à ras du fond les palplanches en acier entourant l'ancien quai, leur base demeurant enfouie dans les sédiments.

Afin de s'assurer d'une part que les travaux de démantèlement ont été correctement menés, et d'autre part de conserver une trace de l'emplacement des restes de la structure, les autorités de Polynésie française avaient demandé au CEP un état des lieux bathymétrique et topographique visant à :

- repérer précisément l'emplacement des restes de palplanches, voire d'autres vestiges s'il en existait, sur le fond ;
- connaître le gradient de plage obtenu à l'endroit où la structure a été rasée.

Les travaux réalisés par la BHPF ont permis d'établir cet état des lieux : un levé topographique et bathymétrique de la zone de l'ancien quai a été réalisé. Une prise de vue vidéo des fondations du quai a également été tournée, afin d'identifier les restes de palplanches.

La fiche d'observatoire de marée de l'observatoire du quai Louarn a été mise à jour.

Les sondages ont été conduits à partir de l'embarcation semi-rigide de la BHPF, acheminée par voie aérienne militaire (compte tenu des délais impartis, il n'avait pas été possible d'acheminer par voie maritime la vedette de la BHPF). La portabilité du système déployable d'hydrographie pour les GHO (SDH-GHO) a permis la réalisation de ce levé malgré la contrainte de temps.

Le personnel était logé dans l'antenne de réhabilitation du centre d'expérimentation du Pacifique à Hao.

Les résultats du levé devant être fournis par le CEP aux autorités de Polynésie française avant que le GOP n'ait eu le temps d'achever la rédaction du chantier, il a été décidé de fournir les données numériques du levé (lot de données bathymétriques, lot de données topographiques GPS, fichier imprimable de la minute de la zone couverte, vidéo sous-marine, fichier des données de marée) après validation du directeur technique : transmission n° 39/SHOM/GOP/NP du 25 février 2013.



Levé SDH-GHO à bord du zodiac de la BHPF à Hao en 2012. Si l'intégration du sondeur ne pose pas de difficulté, la protection contre le soleil est difficile...

2.3.6.2. travaux de topographie à Tureia (village et piste d'atterrissage) à la demande du centre d'expérimentation du Pacifique (S201209800)

RAP2013-033 - Instruction particulière n° 55 SHOM/GOP/BHPF/NP du 28/11/2012.

Ces travaux, non inscrits initialement au programme annuel 2012, ont été réalisés à la demande du centre d'expérimentation du Pacifique (CEP).

Ils visaient à déterminer la cote par rapport au zéro hydrographique de la zone du village et de l'aérodrome de l'atoll de Tureia, afin de modéliser l'impact d'une vague en provenance du large sur cette zone habitée.

Compte tenu de la faible ampleur des travaux et du peu de temps disponible sur place, il n'avait pas été rédigé d'instructions techniques.

Le levé topographique a couvert le village et l'aérodrome de Tureia.

Les résultats du levé devant être fournis au CEP avant que le GOP n'ait eu le temps d'achever la rédaction du chantier, les données ont été transmises au CEP par la transmission n° 115/SHOM/GOP/NP du 25 juin 2013.



Topographie GPS de la piste d'aéroport de Tureia

#### 2.3.6.3. Levé de recherche d'obstruction d'origine industrielle dans le lagon de Hao (S201401700).

Instructions techniques n° 058 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 25/03/2014 - Instruction particulière n° 74 SHOM/GOP/BHPF/NP du 24/04/2014.

La rédaction de ce levé, réalisé du 2 au 27 mai 2014, n'était pas achevée à la date de rédaction du présent rapport.

Dans le cadre de la dépollution et de la réhabilitation de l'atoll de Hao (démantèlement des installations du centre d'expérimentation du Pacifique - CEP), le CEP avait sollicité le SHOM afin que le GOP réalise un levé de recherche d'obstructions d'origine industrielle dans le lagon de Hao, en vue de l'étude de leur relevage éventuel. Les obstructions à rechercher proviennent de l'immersion volontaire de déchets dans le lagon, dans des zones assez mal identifiées géographiquement, au cours de l'exploitation passée du site par le CEP.

L'objectif étant de rechercher les déchets sur une étendue assez vaste, les travaux ont été volontairement axés en priorité sur la mise en œuvre du sonar latéral (pas de recherches EA400 en particulier). Par ailleurs, compte tenu de la superficie du lagon de Hao et de l'étendue potentielle de la zone de travaux, qu'il n'était pas possible de circonscrire précisément, les instructions techniques couvraient uniquement une partie du lagon qu'il était envisageable de lever au cours de l'année 2014.

Ces travaux ont complété ceux déjà réalisés par le GOP en 2008 : RAP2008-178, levé S200806400.

La vedette BHPF.1 a été convoyée à bord de l'*Arago* (installée plage arrière, le reste de l'équipement de la BHPF étant stocké en soute).

Le personnel était hébergé et soutenu par le détachement de réhabilitation du CEP.

La BHPF a par ailleurs reçu le soutien du détachement de plongeurs du Génie de l'armée de terre présent sur le site, qui a relevé certaines obstructions détectées lors du levé de 2008 (châssis de camion et de voitures, tubes métalliques).

Les travaux réalisés ont consisté en :

un levé au sonar latéral C-Max (EA400 en acquisition) des zones classées en priorités 1 à 3 par les instructions techniques, jusqu'à 45 m de fond environ : au-delà, il n'était pas possible de faire plonger le poisson pour obtenir une image exploitable.

Le fond étant très encombré par les structures coralliennes mais également de bouées et de bouts immergés, la sécurité du poisson était un souci constant. Celui-ci a croché 6 fois sans dommages. Seul un câble sonal de 50 m a été légèrement endommagé (gaine de protection).

Les zones de mouillages M1 à M3 n'ont pas été levées, car trop encombrées de bouées. Un AVURNAV local Papeete a été émis : 1101/14.

Par ailleurs, le levé sonar latéral / EA400 a permis de découvrir des hauts fonds non présents sur la carte 7281. Un projet d'Avurnav (001NP2006 - BHPF) a été émis par le GOP, traduit en AVURNAV locaux Papeete : 1121/14 à 1126/14.

A l'issue du levé sonar, un listing d'échos associés à des imageries a été remis au détachement de plongeurs de l'armée de terre œuvrant à la réhabilitation du site, afin de planifier les futurs travaux d'investigation, voire de relevage.

La classification des échos sonar s'est révélée, comme prévu, très difficile. D'une part, les caractéristiques des obstructions naturelles sont extrêmement variables, d'autre part l'état de dégradation et le type des déchets recherchés sont eux aussi très hétérogènes. La distinction entre les deux classes d'obstructions est ainsi pratiquement impossible à partir de l'imagerie.

La BHPF a donc établi une liste d'échos (de l'ordre de la vingtaine par zone sondée), sans qu'il ne soit possible d'être davantage discriminant. De nombreuses plongées d'investigation risquent donc de se révéler infructueuses.

En outre, bon nombre de déchets anthropiques aperçus par les plongeurs sont probablement d'une origine sans rapport avec l'activité du CEP.

La recherche par plongeurs de l'obstruction signalée par le CEP en 2011 à proximité de la passe a montré qu'en pratique la zone était encombrée par de nombreux déchets (bouées et filets de pêcheurs, conteneur béton rempli de ferraille, fûts, ferraille, ...) et qu'il serait probablement nécessaire de la caractériser en zone de fonds malsains.

Par ailleurs, s'il n'a pas été possible de plonger dans la passe en raison du courant, les plongeurs de l'armée de terre ont confirmé la présence des blocs d'amarrage anticycloniques signalés en 2011 par le CEP.

Des observations de marée, réalisées à l'observatoire du quai Louarn : marégraphes plongeurs mouillés dans la darse nord ;

des mesures de courant : un courantomètre a été mouillé dans la passe Kaki puis relevé fin juin 2014 par les plongeurs de l'armée de terre (retour à Papeete par Casa de l'armée de terre).

La suite à donner à ses travaux n'est pas définie actuellement, la question de la dépollution

revêtant à la fois des aspects techniques et politiques (en lien avec d'éventuels projets d'exploitation du lagon).

## 2.4. A Clipperton

### 2.4.1. - **travaux de mesure de la marée, de géodésie, de spatiopréparation et de stéréopréparation à Clipperton (S201107000)**

RAP2013-044 - Instructions techniques n° 42/SHOM/DOPS/MIP/DTI du 23 février 2012 (il n'avait pas été rédigé d'instructions techniques au début des travaux) - Dossier préparatoire à la spatiopréparation de Clipperton (dossier de SHOM/DOPS/MIP/DTI/ du 26/04/2012) - Dossier préparatoire à la stéréopréparation Clipperton, SHOM/DOPS/MIP/DTI/NP du 26 avril 2012 - Instruction particulière n° 118 SHOM/GOP/NP du 28/07/2011 - Instructions particulières n° 074/SHOM/GOP/NP du 27/04/2012.

Ces travaux ont été conduits en deux phases :

du 10 au 31 août 2011, le major réserviste Christian Friot a effectué une première série de travaux à Clipperton, en profitant du passage du patrouilleur *Arago* sur l'atoll.

Cette première série de travaux a consisté à :

superviser le mouillage par plongeurs de deux marégraphes (OT660 n° 1155 et le SLS23 n° 35) pour une période de plusieurs mois ;

réaliser des mesures GPS sur deux points géodésiques de l'atoll en vue de les positionner en ITRF08 et de les utiliser ultérieurement pour des travaux de géodésie.

du 7 au 22 mai 2012, le PM Steve Vaillant a embarqué à bord de la frégate de surveillance *Prairial*, afin de profiter de son passage sur l'atoll pour :

superviser le relevage des deux marégraphes ;

réaliser des travaux de trajectographies pour la spatiopréparation ;

positionner de points d'appui pour la stéréopréparation ;

rechercher et repositionner des douilles géodésiques ;

rechercher et repositionner les épaves.

Lors de la mission de mai 2012, en raison d'une erreur de report de leur position lors du mouillage, les deux marégraphes n'ont pas été retrouvés et n'ont pu être relevés. Ils l'ont été ultérieurement lors d'un nouveau déploiement du *Prairial* en février 2013.

Les travaux de marégraphie ont donc fait l'objet d'une rédaction séparée (voir ci-dessous).

### 2.4.2. **relevage des marégraphes installés à Clipperton en 2011 (S201301500)**

RAP2013-020 - Instructions techniques n° 42/SHOM/DOPS/MIP/DTI du 23 février 2012 - Instruction particulière n° 118 SHOM/GOP/NP du 28/07/2011 - Instructions particulières n° 074/SHOM/GOP/NP du 27/04/2012.

Le RAP2013-020 rend compte des travaux marégraphiques et géodésiques effectués du 15 au 17 août 2011 et le 2 mars 2013 par la BHPF.

En mars 2013, les travaux consistaient essentiellement à superviser le relevage des marégraphes non retrouvés en 2012 par les plongeurs de la frégate de surveillance *Prairial*.

Du 20 février au 8 mars 2013, le MP Claude Roche a embarqué à son bord afin de profiter de son passage sur l'atoll et tenter à nouveau de localiser et relever les marégraphes après l'échec de la tentative de relevage en mai 2012.

Les travaux de marégraphie réalisés à Clipperton en 2011 et 2013 ont globalement permis :

- de rattacher l'observatoire de marée à l'ellipsoïde, d'ajouter des repères à cet observatoire et de niveler l'ensemble des repères (fiche d'observatoire de marée mise à jour) ;
- d'installer une échelle de marée provisoire ;
- d'observer la marée pendant une longue période (août 2011 à octobre 2012) sur cet atoll très isolé dans le Pacifique (observations très importantes pour la modélisation de la marée à l'échelle de cet océan).



Les marégraphes relevés à Clipperton à bord de la FS *Prairial*

## 2.5. Divers

### 2.5.1. *Contribution à l'acquisition et à la diffusion de l'information nautique*

Les deux bases du GOP ont servi de relai entre le secteur outre-mer de DOPS/NAU/NA et les acteurs locaux du monde maritime dans le domaine de la circulation de l'information nautique :

en remontant vers NA/OM les informations fournies par les pratiques ;

en mettant en contact NA/OM avec ces derniers en cas de demande de renseignements complémentaires.

En Nouvelle-Calédonie, le directeur du GOP a en outre participé à la plupart des commissions nautiques locales organisées par la direction des affaires maritimes de Nouvelle-Calédonie. Les informations nautiques collectées lors de ces commissions, ainsi que leurs comptes rendus, lorsqu'ils ont été diffusés, ont été transmis à NA/OM. De même, les avis du SHOM apportés sur certains dossiers relatifs à la mise en place de réglementation ou de balisage ont été fournis en concertation entre le GOP et NA/OM.

### 2.5.2. **Enquête sur l'échouement de l'Ara Fenua.**

Le directeur du GOP a été interrogé par les enquêteurs du BEA-mer, du BEA-Défense, de la douane et de la brigade de recherche de la gendarmerie de Papeete à la suite de l'échouement de la vedette des douanes de Polynésie française, l'*Ara Fenua*, sur l'île de Tikei le 1<sup>er</sup> juin 2014.

## 3. ORGANISATION, MOYENS.

### 3.1. **Organisation.**

Le GOP, organiquement rattaché au directeur général du SHOM, est réparti sur deux implantations permanentes, l'une à Nouméa, l'autre à Papeete. Ces deux implantations possèdent chacune un plan d'armement et un code unité propre. Il s'agit de la base hydrographique de Nouvelle-Calédonie (BHNC), basée à Nouméa (code unité 19404) et de la base hydrographique de Polynésie française (BHPF) basée à Papeete (code unité 19403). Ces bases ont été conservées pour faciliter l'affectation administrative des personnels mais leur sens a été précisé : il s'agit d'unités exclusivement administratives.

Le GOP dispose de trois services organiques, relevant directement de l'autorité du directeur de groupe : le service logistique, en charge de la préparation des moyens nécessaires à l'exécution des levés et à la vie courante de l'ensemble du GOP, et les services hydrographie de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française, en charge de la bonne exécution, rédaction et validation des levés en Nouvelle-Calédonie et à Wallis-et-Futuna d'une part, en Polynésie française d'autre part.

Le GOP dispose d'une chaîne opérationnelle par échelon. Cette chaîne opérationnelle s'appuie sur les moyens mis à sa disposition par les services organiques (SLOG, SHNC, SHPF). Ces chaînes permettent de conduire (préparer, exécuter, rédiger, contrôler, valider) les levés hydrographiques conformément au programme du GOP. L'adjoint opération hydrographique représente le directeur technique dans chaque échelon. Il coordonne et vérifie la qualité des travaux d'exécution et de rédaction.

Le programme annuel d'activité de chaque base est bâti au début du 2<sup>e</sup> semestre de l'année précédente, sur la base des orientations du sous-comité hydrographie de Polynésie française (BHPF) et de la commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie (BHNC). Le projet de programme est ensuite proposé par le directeur du GOP au directeur général du SHOM, sous contrôle de DMI/PL. Le programme définitif est établi par le directeur général du SHOM.

### 3.2. **Personnel.**

L'effectif du GOP au 1<sup>er</sup> août 2014 est donné dans le tableau suivant, en distinguant leur affectation physique :

	<b>BHNC</b>	<b>BHPF</b>
Officiers	1	1
Officiers mariners	7	5 (4 jusqu'au 25 juillet 2013)
Personnel civil du territoire	3 (2 jusqu'au 9 janvier 2013)	0
Équipage	0	0 (1 QM secrétaire jusqu'en février 2013)
Total	11	6
	17	

Cet effectif était complété par un officier marinier hydrographe réserviste à la BHPF à hauteur de 30 jours par an en 2012 et 2013 (15 jours en 2014).

#### 4. GENERALITES

De manière générale, l'une des spécificités du GOP émane du faible effectif de chacune de ses bases, qui fonctionne sur le plan administratif comme une unité autonome.

Ce faible effectif se traduit par une multiplicité des tâches incombant à certains agents, dont tout particulièrement les chefs de base et le directeur / directeur technique.

Le directeur en particulier cumule les fonctions de chef d'organisme et de directeur technique (comme dans les GHO Brestois, mais sans ingénieur hydrographe adjoint sur les questions techniques), mais joue également un rôle de chargé d'affaires (réseau de MCN, voir §6.1), d'animation des relations extérieures (auprès du GNC, de la Polynésie française, des représentants de l'Etat et des organismes, de la CPS (commission du Pacifique Sud), voire de l'OHI) avec une duplication partielle de ce rôle pour chacune des bases. Cette multiplicité d'activités implique régulièrement des arbitrages et des difficultés pour se plonger dans certaines tâches de fond (dont l'évolution méthodologique, §11.1.2).

L'autre spécificité du GOP réside dans l'étendue de la zone géographique à couvrir (tout particulièrement en Polynésie française comme le montre la carte d'ensemble de l'annexe 2) sans navire hauturier dédié (voir §10). Cette étendue se traduit par des contraintes logistiques fortes (envoi du matériel et du personnel, locations diverses, hébergement, ...) dont le temps de traitement est important et impacte notablement les tâches de rédaction.

## 5. COMPETENCES ET FORMATION

Le bon fonctionnement du groupe requiert un certain nombre de compétences spécifiques dont l'acquisition est nécessaire avant rattachement outre-mer (les capacités locales de formation et surtout le temps disponible pour se former étant limités).

Parmi elles, on peut citer :

- Surveillant sécurité plongée (SSP) pour l'ensemble des officiers marins non plongeurs ;
- HSCT (idéalement au titre de chargé de prévention pour les chefs de base, même si la durée de cette formation la rend probablement irréaliste dans son intégralité) ;
- Secourisme (PSE1 en pratique, pour le personnel non plongeur, les plongeurs étant formés systématiquement) ;
- Utilisation de Hypack, de l'EA400, du SDH-GHO, du C-Max, du GPS Leica 1200 en géodésie ;
- Idéalement, formation aux normes IATA et IMDG pour les logisticiens (envoi de matériel par voie aérienne et maritime).

La plupart de ces besoins sont actuellement satisfaits, en partie en interne via l'école du SHOM (en dehors des normes de transport), même si l'on constate des difficultés pour le personnel embarqué avant rattachement et a fortiori pour le personnel ne provenant pas du SHOM.

Par ailleurs, le SHOM connaît actuellement une transition importante vers de nouvelles bases de données et outils de production hydrographique. Le GOP, en raison de son éloignement, de ses difficultés de liaison internet (voir §10.5.2) et du manque de temps disponible pour faire évoluer la méthodologie (§4 et 11.1.2), éprouve de réelles difficultés à suivre ces évolutions.

Une connaissance des nouveaux outils et méthodes par les officiers marins et ingénieurs avant rattachement serait un prérequis à l'évolution ultérieure de la méthodologie au GOP.

### 5.1. BHNC

#### 5.1.1. *Plan d'armement*

Le plan d'armement de la BHNC, totalement honoré à compter de janvier 2013 par le recrutement de Mme Johanna Lerebours, technicienne hydrographe de la Nouvelle-Calédonie, permet au GOP d'assurer ses missions en Nouvelle-Calédonie.

Toutefois, l'effectif limité employé à la BHNC implique :

- de limiter le temps consacré à l'acquisition de sorte à être en mesure de conserver un âge des levés inférieur à l'objectif de 1 an. Ainsi, l'intégralité des jours de mer du *Louis Hénin* et de *Eugène Morignat* prévus par la convention de partenariat du 22 mars 2012 n'est pas consommée chaque année ;
- l'exécution de tâches très diverses par le personnel de sorte à être en mesure d'assurer la gestion administrative et le fonctionnement courant de la BHNC. Sont en particulier concernés le directeur, le chef de base, la secrétaire ainsi que les officiers marins du service logistique.

La répartition des effectifs par spécialité est globalement adaptée.

Une réflexion pourrait être conduite sur le poste de mécanicien / plongeur. Si la qualification de plongeur est totalement indispensable au fonctionnement de la BHNC, on peut en revanche noter que la base ne dispose que d'une unique embarcation « Marine » (semi-rigide) dont la maintenance est en outre externalisée par la base navale. Les autres porteurs sont maintenus via les services de la DITTT.

La compétence en mécanique navale du mécanicien de la BHNC n'est donc exploitée que de manière marginale et ce dernier est en pratique employé essentiellement à des tâches sortant du cadre de sa spécialité : à effectif constant, il pourrait être plus opportun d'armer ce poste par un officier marinier hydrographe plongeur. Mais cette modification impacterait l'ensemble du plan d'armement du SHOM.

La secrétaire du GOP (fonctionnaire du territoire) prendra sa retraite en novembre 2014.

Un avis de vacance de poste a été publié en juin 2014 afin d'assurer le recrutement de son (sa) remplaçant(e) et les entretiens du personnel fonctionnaire de la Nouvelle-Calédonie ont été conduits en juillet 2014. Une proposition de choix a été adressée par le GOP à la DRHFPNC en vue d'une prise de fonction en novembre 2014.

#### 5.1.2. *Primes – Rémunération*

Pour le personnel militaire, il a été difficile en 2012 de faire verser la prime d'embarquement à la suite du passage à Louvois. Cette situation a été régularisée en 2013 avec le concours du bureau administration des ressources humaines (BARH) du GSBdD Nouméa et de la DRH du SHOM.

A l'inverse, le personnel civil de Nouvelle-Calédonie ne dispose actuellement d'aucune prime d'embarquement ni de mécanisme de paiement des heures supplémentaires.

La DRH de la fonction publique de la Nouvelle-Calédonie (DRHFPNC) a été sollicitée à ce sujet par le GOP et a étudié la possibilité de faire verser aux techniciens hydrographes la prime que touchent les fonctionnaires du ministère de la défense dans une situation similaire. Après analyse, il s'avère que le texte de la convention de partenariat ne permet actuellement pas à ces techniciens de percevoir cette prime. De même que la secrétaire de la BHNC ne peut toucher la prime de technicité qui existe dans d'autres directions du gouvernement (dont la DITTT). Ce dernier point a d'ailleurs posé des problèmes d'attractivité du poste en interne lors de l'appel à candidature pour le remplacement de Mme Rossi, partant en retraite fin 2014.

La convention de partenariat arrivant à échéance fin 2015, il serait opportun d'étudier la possibilité de modifier l'article concernant les primes de sorte à assurer une meilleure équité entre catégories de personnel hydrographe d'une part, et d'améliorer l'attractivité des postes d'autre part.

Concernant les heures supplémentaires, il n'existait en août 2014 aucun texte détaillé sur la durée du temps de travail applicable aux techniciens hydrographes. La DRHFPNC a ainsi recommandé au directeur du GOP de rédiger en interne un texte spécifique.

L'instruction permanente sur le temps de travail au GOP a donc été mise à jour en 2013 à la demande du personnel civil, de sorte à aligner autant que possible la compensation des heures

supplémentaires et des durées d'embarquement du personnel de la Nouvelle-Calédonie avec le dispositif applicables aux civils du ministère de la défense. Le mécanisme de récupération après embarquement a ainsi été revu. Un texte traitant des heures supplémentaires au sein de la fonction publique du territoire est en cours de rédaction par la DRHFPNC depuis 2013. A sa mise en application, il conviendra de passer en revue l'instruction interne du GOP.

## 5.2. **BHPF**

La difficulté liée au trop faible effectif d'hydrographes à la BHPF a perduré jusqu'au premier semestre 2013, puis a été résorbée avec le PAM 2013 avec l'arrivée d'une hydrographe supplémentaire fin juin. Cet accroissement du plan d'armement a permis d'entreprendre et d'avancer significativement la rédaction de chantiers anciens (S201104100 – Teahupoo par exemple) tout en assurant les autres actions planifiées.

Toutefois, comme à la BHNC, l'équilibre entre acquisition, activités permanentes et rédaction reste fragile, mais le plan d'armement de la BHPF semble désormais plus en adéquation avec l'activité de cette base. Il permet en particulier désormais de poursuivre le traitement avec un officier marinier pendant qu'une équipe réalise des travaux de terrain.

On notera toutefois que la suppression du poste de secrétaire début 2013 génère des difficultés d'organisation de la BHPF : les tâches de secrétariat sont réparties sur du personnel non qualifié (mécanicien et manœuvrier), ce qui se traduit mécaniquement par un alourdissement des tâches du chef de base et du chef de service hydrographie, au moins à la prise de fonction des nouveaux titulaires de ces postes. Le personnel du service logistique s'est néanmoins acquitté de ces tâches d'août 2012 à août 2014 et la possible mise en œuvre de l'application courrier Nacre à la BHPF pourrait encore faciliter cette gestion.

Ce mode de fonctionnement implique une bonne capacité d'adaptation du mécanicien et du manœuvrier qui ne peuvent rester cantonnés à des fonctions en lien avec leur spécialité d'origine ou à leur certificat de plongeur de bord.

## 5.3. **Périodicité des relèves**

D'août 2012 à août 2014, le GOP était dans une situation presque idéale en termes de périodicité des relèves, basée sur une durée d'affectation de deux ans : les 2 ingénieurs étaient relevés en alternance, de même que le chef de la BHNC, le MP hydrographe de la BHPF et le PM SITEL - chacun de ces officiers marins étant relevé en alternance avec l'ingénieur dont il est l'adjoint.

Le tuilage entre officiers marins du service logistique de la BHNC pourrait toutefois être amélioré : tous ont été relevés en 2012, puis en 2014. Néanmoins, aucun n'avait demandé de prolongation au-delà d'août 2014.

Courant 2014, la durée d'affectation des officiers marins a été allongée d'un an. Si la durée d'affectation des ingénieurs reste de deux ans, des relèves simultanées d'ingénieurs et de MP hydrographes et PM SITEL auront lieu. En termes de suivi de l'activité technique, cela posera des

difficultés de fonctionnement avec des relèves très lourdes et consommatrices de ressources certaines années.

La mise en cohérence de la durée nominale d'affectation des ingénieurs et des officiers marins permettrait de conserver un rythme de relève idéal.

L'allongement de la durée d'affectation des ingénieurs serait en outre bénéfique pour rentabiliser l'investissement en temps nécessaire à la prise de fonctions (et minimiser les coûts de déménagement outre-mer).

## 6. GESTION DE L'ACTIVITE.

### 6.1. Réseau de marégraphes d'alerte tsunami du Pacifique

De 2012 à 2014, la gestion du réseau de marégraphes d'alerte du Pacifique s'est révélée être une constante source de difficultés diverses, générant un surcroît d'activité pour le directeur du GOP et le chef de la BHPF.

En Polynésie française, des difficultés de financement sont apparues dès le dernier trimestre 2012. Ainsi, en 2013, il n'a pas été possible de mettre en place de convention entre le SHOM, la DGOM et l'UPF pour l'installation du dernier MCN de Polynésie française et le MCO des marégraphes déjà installés. Cette installation et une visite sur 4 MCN ont finalement été réalisées fin 2013 sur la base de commandes passées séparément par l'UPF et la DGOM.

Le même scénario s'est reproduit en 2014 avec l'impossibilité de mettre en place une convention de soutien pluriannuelle.

Après de multiples sollicitations du GOP, l'UPF a finalement confirmé officiellement en 2014 sa qualité de propriétaire du réseau et son besoin d'une périodicité de maintenance ramenée à 9 mois (contre 6 mois initialement), sans prendre en compte toutefois la disponibilité du matériel pour les questions de sécurité civile. La DGOM n'a pas remis en cause cette périodicité, faute de financement supplémentaire.

En Nouvelle-Calédonie plusieurs facteurs ont fait prendre du retard à l'installation des derniers observatoires (Thio, Touho et Ouvéa) prévus par la convention 150/2011.

Fin 2012, la subvention destinée au HCR-NC pour la construction des abris de Thio et Touho et l'achat d'une partie des marégraphes a été versée par erreur au SHOM. Les trois premiers trimestres de l'année 2013 ont été consacrés à la correction de cette erreur, avec la rédaction finalement d'un avenant rééchelonnant les versements perçus par le SHOM en fonction de ce trop-perçu.

Faute de subvention, le HCR-NC n'a donc pas pu lancer en 2013 la construction des nouveaux abris.

En 2014, la direction de la sécurité civile du HCR-NC a été démantelée suite au transfert de compétences à la Nouvelle-Calédonie. Il a fallu attendre fin mars 2014 pour que le nouvel état-major de zone de défense et de sécurité désigne un nouvel interlocuteur en charge du dossier de la construction. En raison des deux scrutins à organiser (élections municipales puis provinciales),

puis de l'indisponibilité de cet interlocuteur, le dossier n'avait pas significativement avancé en août 2014.

Les travaux de réfection du wharf de Whadrilla à Ouvéa n'ont débuté que le 22 mai 2014. L'achèvement du quai n'est prévu qu'au premier semestre 2015 : l'installation de l'observatoire a donc été repoussée à 2015 au plus tôt.

Au-delà des simples aspects calendaires, les difficultés administratives et financières rencontrées dans le cadre de l'installation et de la maintenance de ce réseau, quel que soit le territoire, se traduisent par une charge anormalement élevée pour le directeur du GOP et le chef de la BHPF. Ainsi, fin 2013, il avait été évalué que le coût global en RH de cette opération dépassait de 10 % environ les prévisions initiales sur lesquelles les subventions avaient été dimensionnées (en 2010).

Selon le schéma en vigueur début août 2014, la maintenance à terme de l'ensemble du réseau devrait se traduire par :

18 visites de maintenance par an pour la BHNC (sur une base semestrielle), soit plus d'une par mois, chaque visite monopolisant au minimum deux officiers marins pendant 2 à 5 jours sur le terrain en fonction de l'éloignement du site. A la durée du déploiement s'ajoute en outre le temps de préparation et de rédaction. A terme, en restant sur cette périodicité de 6 mois, la BHNC devrait consacrer environ 180 jours par an à la maintenance du réseau.

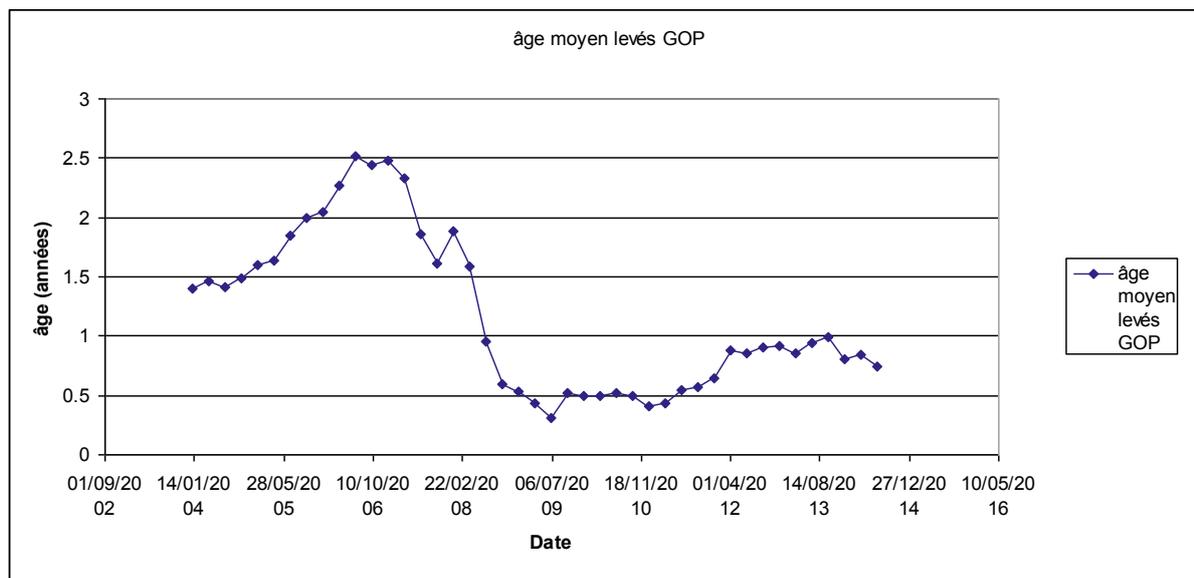
5 visites de maintenance par an pour la BHPF en restant sur la périodicité de 9 mois et sur un réseau limité aux observatoires de Vairao, Rikitea, Rangiroa, Tubuai et Makemo.

Ce plan de charge, en particulier à la BHNC, se traduit en outre d'ores et déjà par un « mitage » de l'activité engendrant des difficultés de continuité dans la rédaction. En effet, chaque déploiement nécessite une préparation logistique et un compte-rendu qui s'ajoutent aux levés en cours de rédaction (ou de préparation). Le nombre des déploiements (ainsi parfois que les reports inopinés pour raisons météorologiques, grèves, impossibilité de réservation des vols...) rend difficile la réalisation de travaux de rédaction en continu et implique nécessairement une perte de temps à chaque reprise de cette rédaction, ou, pire, à chaque changement d'intervenant sur un chantier donné.

Ainsi, le poids global du réseau dans l'activité du GOP est disproportionné actuellement. A l'arrivée à échéance des conventions de maintenance pour la Nouvelle-Calédonie, Wallis-et-Futuna et lors de la rédaction de la future convention pluriannuelle pour la Polynésie française, des alternatives devront être étudiées pour alléger le dispositif : diminution de la périodicité de maintenance, maintenance corrective et non maintenance préventive uniquement, voire sous-traitance des opérations les plus simples...

De même, les mécanismes financiers et administratifs prévus dans les conventions devront être simplifiés et clarifiés au maximum, de sorte à éviter les difficultés rencontrées de 2012 à 2014 avec les textes en vigueur.

## 6.2. Autres chantiers



Au GOP, l'âge des levés bathymétriques était de 0.85 au 1<sup>er</sup> juillet 2012.

Cet âge a légèrement augmenté fin 2012 pour atteindre 0.92 le 1<sup>er</sup> janvier 2013, puis a légèrement diminué en 2013 et au premier semestre 2014 pour atteindre 0.80 le 1<sup>er</sup> janvier 2014 puis 0.75 le 1<sup>er</sup> juillet 2014.

Age moyen des levés GOP	Date
0.85	1 <sup>er</sup> juillet 2012
0.92	1 <sup>er</sup> janvier 2013
0.80	1 <sup>er</sup> janvier 2014
0.75	1 <sup>er</sup> juillet 2014.

Les légères fluctuations de cet indicateur autour de 0.8 – 0.9 année montrent essentiellement que l'âge des levés s'est stabilisé depuis le 2<sup>e</sup> semestre 2012, mais que cet âge a augmenté par rapport à fin 2011.

La stabilisation résulte essentiellement de l'équilibre (fragile) recherché entre durée d'acquisition et temps de rédaction, ce dernier limitant le potentiel dédié à la réalisation des travaux sur le terrain.

En outre, l'accroissement relatif de l'âge des levés correspond également à la montée en puissance du réseau de MCN du Pacifique dont la maintenance impacte significativement la continuité (et la durée) de la rédaction (voir §6.1.).

On notera également qu'en termes de validation des levés, et donc de délais, le GOP présente une situation spécifique par rapport aux GHO métropolitains :

les déploiements sur le terrain sont en général très courts : 12 jours maximum (sauf cas exceptionnel) en Nouvelle-Calédonie par exemple ;

les porteurs et l'organisation ne permettent l'embarquement que d'équipes réduites, sans ingénieur : le contrôle qualité en temps peu différé peut s'avérer succinct dans la mesure où il est réalisé par le personnel en charge de l'acquisition et du traitement, avec un recul moindre que ce que permettent des équipes plus nombreuses ;

les travaux sont assez régulièrement réalisés dans des zones difficiles d'accès compte tenu des moyens disponibles : les compléments éventuels peuvent être très difficiles à réaliser.

Cette situation, si elle n'est pas bloquante en général, constitue une fragilité potentielle pour l'âge de certains levés nécessitant des compléments ou présentant des difficultés techniques (manques lors de l'acquisition, dont la possibilité ne peut jamais être exclue sur les fonds coralliens les plus complexes, et en l'absence de directeur technique sur le terrain lors de l'exécution) mises en évidence lors des travaux de rédaction ou de vérification.

Il convient donc de rester vigilant sur la programmation des activités de terrain du GOP, qu'il s'agisse de levés à part entière, ou d'activités non répertoriées comme telles, mais qui viennent morceler le temps nécessaire à la rédaction : concours divers, implication dans le réseau de MCN du Pacifique, tâches administratives, ...

Enfin, la validation des levés par le directeur technique est un facteur dimensionnant pour la capacité de production du groupe. Son implication dans d'autres tâches est susceptible d'avoir un impact significatif sur l'âge des levés. En particulier, il est indispensable de ne pas accroître la part d'activité du directeur technique non consacrée aux travaux hydrographiques (50% sur la période 2012-2014 environ). Les tâches de gestion (financières, conventions diverses, ...) et les contraintes réglementaires auxquelles le GOP est soumis au même titre qu'une unité disposant d'un effectif plus important entrent en conflit avec les tâches de contrôle et de validation devant être conduites par le directeur et le chef de la BHNC (en particulier). L'ensemble de ces tâches (administration et levés) ne laissent en outre qu'un potentiel très marginal à l'évolution de la méthodologie (voir §11.1.2).

## 7. RELATIONS GOP / SHOM-BERGOT

### 7.1. **Soutien financier : frais de fonctionnement**

Le GOP est structurellement une unité pour laquelle les frais de fonctionnement sont élevés :

Les ingénieurs doivent se rendre d'une base à l'autre périodiquement pour assurer la gestion technique et logistique ;

Les missions de la BHPF, lorsqu'elles ne disposent pas de concours d'opportunité des FAPF sont intégralement financées par le SHOM ;

Le directeur doit se rendre à Brest une fois par an pour la réunion des directeurs de groupes (RDDG, voir ci-dessous).

La diminution des frais de fonctionnement en 2013 et 2014 s'est concrètement traduite par une limitation :

Des déplacements des ingénieurs. Fin 2013, le directeur ne s'est pas rendu à Brest pour la RDDG (voir ci-dessous). Par ailleurs, le nombre de déplacements du chef du service logistique à Nouméa a été limité à 3. Cette limitation n'était envisageable que par la très grande autonomie du PM SITEL de la BHNC, dont le cursus préalable lui avait permis de s'adapter parfaitement et très rapidement aux tâches à conduire à la BHNC. Il faut noter que compte tenu de la grande disparité des profils professionnels des SITEL, rien ne permet d'assurer que de telles compétences seront systématiquement disponibles dans le futur. Il convient de conserver la ressource nécessaire à 4 visites du CSLOG à Nouméa par an.

Des travaux de la BHPF dont le coût n'était plus financé.

Il semble que le montant 2014 des frais de fonctionnement du GOP (44.9 k€, à moduler annuellement en fonction de l'augmentation générale des prix) soit un plancher en dessous duquel il ne faudrait pas descendre sous peine de devoir limiter l'activité (de la BHPF en particulier) en l'absence de concours défense, concours impossibles à planifier avec un préavis de plusieurs mois.

## 7.2. Réunion des directeurs de groupes

En décembre 2012, le directeur du GOP a participé à la réunion des directeurs de groupe, précédée de la réunion DMGS/GHO. Ce déplacement à Brest a également été l'occasion de tenir des réunions informelles avec divers correspondants et soutiens habituels du GOP.

Fin 2013, de sorte à limiter les frais de fonctionnement du GOP, la RDDG et la réunion DMGS/GHO ont été planifiées toutes deux par visio-conférence Skype (la salle de visio-conférence des FANC étant indisponible).

Techniquement, dans les deux cas (l'un depuis la BHPF et l'autre depuis la salle de la DTSI à Nouméa), la liaison Skype a échoué, nécessitant une reconfiguration par téléphone, avec une liaison difficile. Par ailleurs, la tenue des réunions à distance a rendu impossible un entretien direct du directeur du GOP avec les services de soutien (DMGS et SG en particulier) avec lesquels il aurait été souhaitable de s'entretenir.

Ainsi, en dépit du coût du déplacement de Nouméa à Brest, il ressort de ces deux années que la présence à Brest une fois par an du directeur du GOP est profitable au groupe car elle permet d'assurer un contact direct annuel entre le GOP et le Bergot, et de dénouer certaines situations complexes à expliquer à distance, même par téléphone et visio-conférence. Ce dispositif doit de préférence être maintenu.

## 7.3. Achats locaux

La possibilité d'effectuer des achats locaux en avançant sur le compte de la régie les sommes à imputer sur d'autres plans de compte (DMGS en général) offre une grande souplesse au GOP pour les achats de faibles montants.

Toutefois, le faible plafond de paiement (750€), le montant mensuel limité sur le compte (1200€<sup>1</sup>) nécessitent de ne pas systématiser ce mode de paiement et de laisser au GOP le choix éventuel d'un achat direct par le SHOM, soit localement (ce qui pose certaines difficultés) soit en métropole sous réserve que les délais le permettent.

En effet, certains mois, la régie doit être affectée prioritairement à des achats à imputer sur des lignes budgétaires GOP (pour la maintenance du réseau de MCN par exemple).

#### 7.4. Gestion des frais de mission et déplacements

Déplacements : le GOP réalise chaque année un nombre important de déplacements inter-îles (de la Grande Terre vers les Loyautés, Wallis ou Futuna, au sein de la Polynésie, ou entre territoires pour les ingénieurs). Nombre de ces déplacements sont associés à la maintenance des réseaux de marégraphes, et sont financés par des bailleurs de fonds extérieurs, dans le cadre de conventions.

Les vols (ou billets de bateau) sont réservés par SG/FD : le GOP ne dispose pas localement de moyens de paiement suffisamment importants pour effectuer ces réservations. Par ailleurs, la charge administrative du groupe ne rend pas souhaitable une telle réservation par le GOP en supplément de l'activité actuelle.

Des délais rapides de réservation sont fondamentaux pour :

minimiser le coût de ces déplacements en effectuant les réservations plusieurs mois à l'avance ;

garantir la disponibilité des places dans des avions de petites capacités (exemple : 10 places entre Wallis et Futuna, 2 fois par semaine).

Remboursement des frais de mission : le personnel officier marinier et technicien supérieur du GOP enchaîne dans le cadre de ces déplacements les missions sur le terrain. Le coût pour les agents est significatif : il atteint plusieurs centaines d'euros pour certains déplacements.

Les délais de remboursement des frais avancés par ces agents doivent être réduits au strict minimum de sorte à éviter que ceux-ci n'aient à avancer des sommes élevées, et d'autant plus significatives que le coût de la vie pour les familles dans les territoires concernés est très élevé.

Fin 2012, suite à la CPU de la BHPF (compte-rendu n° 54/SHOM/GOP/BHPF/NP du 28 novembre 2012), un mode de fonctionnement avait été trouvé avec SG/FIN et SG/FD pour atteindre une cible satisfaisante de 3 semaines de délai de remboursement.

La situation s'est ensuite dégradée à partir de fin 2013.

---

<sup>1</sup> Ce plafond pourrait être augmenté si le régisseur, actuellement la secrétaire, se portait personnellement garant de la Régie. Cette possibilité, évoquée par l'agent comptable en juillet 2014 pour contourner des difficultés de réservations de vols, a été pour le moment refusée par l'IC2ETA Michaux, qui considère que du personnel de catégorie C ne doit pas endosser des responsabilités similaires à celles d'un agent comptable.

Les difficultés rencontrées sur ces deux points ont donné lieu à l'ouverture d'une FEA par le GOP en avril 2014 : voir §11.1.2.

## 8. LOCAUX.

### 8.1. Nouvelle-Calédonie : BHNC.

Globalement, les locaux mis à disposition du GOP par la DITTT en Nouvelle-Calédonie donnent satisfaction. Ils sont entretenus et gérés par la DITTT et son bureau d'entretien du patrimoine (BEP).

Le service des Phares & Balises assure l'interface entre le GOP et le BEP, qui fait ensuite intervenir des entreprises extérieures.

Ils ont fait l'objet de travaux d'entretien d'août 2012 à août 2014 :

Les sévères infiltrations d'eau apparues en salle de dessin, dans les sanitaires et, dans une moindre mesure, dans le bureau du directeur, ont fait l'objet de travaux sur le toit fin 2012 (insuffisants) complétés par plusieurs interventions de l'entreprise concernée en 2013. Globalement, sur le premier semestre 2014 la situation était revenue pratiquement à la normale, bien que la faible occurrence de très fortes pluies ne permet pas de conclure à la disparition complète des fuites (qui réapparaissent régulièrement à divers endroits en fonction des colmatages réalisés, comme en juillet 2014). Le service compétent de la DITTT suit cette question.

Les locaux ont fait l'objet d'une dératisation et d'une désinsectisation (termites) au 1<sup>er</sup> semestre 2014 ;

Le personnel du service logistique a été déménagé de l'atelier vers le bâtiment contenant les locaux communs (salle de restauration) en vue de la réfection de la mezzanine de l'atelier. A cette occasion, le bureau de l'électronicien, dans lequel cohabitent désormais les trois officiers mariniers logisticiens a été rénové.

Les travaux de réfection de la mezzanine de l'atelier de la BHNC ont débuté le 10 juin 2014 et sont achevés le 04 juillet 2014. Le résultat donne satisfaction, mais on peut déplorer une durée de traitement de la question excessivement longue par la DITTT : la présence de parasites rongeur la structure en bois était signalée depuis plusieurs années. Le directeur du GOP avait à ce propos saisi les Phares & Balises par la lettre n° 214 SHOM/GOP/NP du 4 novembre 2013. Cette saisine avait dans un premier temps suscité le déménagement du personnel de l'atelier, avant que la CCHPA de la base navale ne visite le 25 février 2014 les locaux de la BHNC et ne demande purement et simplement à en condamner l'accès (compte-rendu n° 264/BN Nouméa / B.PREV/NP du 17 avril 2014).

Le hangar de stockage du matériel a été sécurisé en 2013 suite à un vol de matériel commis en avril 2013 : pose de métal déployé empêchant d'entrer en escaladant la paroi du mur d'enceinte.

Les locaux sont suivis sur le plan de la sécurité par la CCHPA de la base navale de Nouméa.

Dans le domaine de la SST, un projet de protocole de gestion de la co-activité a été adressé par le directeur du GOP à la DITTT début janvier 2014. Il n'était pas signé en août 2014.

## 8.2. Polynésie française : BHPF.

Globalement, bien qu'assez exigus, les locaux mis à disposition du GOP par la base navale de Papeete en Polynésie française donnent satisfaction. Ces locaux, situés en zone de réparation navale (ZRN) sont entretenus et gérés par la base navale de Papeete. Ils sont mis à disposition dans le cadre de la convention de soutien du GOP par le ministère de la défense en Polynésie française (n° 7/2013 du 7 août 2013 - LR2013-018).

Une demande d'autorisation d'occupation temporaire a été émise par le GOP auprès du COMSUP-PF (lettre n° 002/SHOM/GOP/NP du 15 janvier 2013).

La base navale de Papeete a transmis au GOP un protocole relatif à la SST pour l'occupation des locaux de la BHPF : Note n° 3100085 /BASENAV PPT/CDT/NP du 11 février 2014 (parvenue à la BHPF en juin, visiblement en raison de problèmes de redirection de mail entre le réseau Intrafapf et le réseau Intrafanc).

Le directeur du GOP a proposé le 25 juin des amendements mineurs à ce protocole afin qu'il prenne bien en compte les spécificités de la BHPF.

La session d'une partie de la ZRN à la Polynésie française a été repoussée et le projet initial a été modifié pour simplifier la délimitation des futures zones militaires et civiles. Dans les nouveaux plans proposés par le Commandant de la base navale, l'atelier de la BHPF ne serait plus déplacé : il n'était donc plus envisagé de déménagement de la BHPF à court terme en août 2014.

## 8.3. Abris de marégraphes

Les représentants de la CCHPA de la base navale de Nouméa ont attiré l'attention du directeur du GOP sur le besoin de sécuriser les travaux en hauteur (accès aux toits des MCN). Des harnais de sécurité avec longe peuvent être fournis et vérifiés périodiquement par la base navale de Nouméa (ou achetés pour la BHPF).

Toutefois, la question de la certification de points d'ancrage à installer ou à faire installer s'est posée (et a compliqué encore un peu plus la question du MCO de ces marégraphes).

La solution adoptée a été celle de l'installation par le GOP de points de retenue, qui, avec une longueur de longe adaptée, empêchent l'opérateur présent sur le toit d'accéder à la zone de chute. Les points de retenue ont été approvisionnés (financement par les conventions relatives au MCO des MCN) localement chez des revendeurs spécialisés et installés par le GOP sur l'ensemble des abris de Nouvelle-Calédonie.

En Polynésie française, l'équipement avait débuté au fur et à mesure des visites de maintenance réalisées.

L'achat d'extractomètres (de l'ordre de 4 k€ pièce) destinés à contrôler la résistance à l'arrachement de ces points d'ancrage a été repoussé à 2015.

Cet achat a été inscrit dans la fiche sur le plan d'équipement du GOP : n° 122 SHOM/GOP/NP du 18 juin 2014.

## 9. VEHICULES.

### 9.1. Nouvelle-Calédonie.

La BHNC est équipée de 4 véhicules :

Deux véhicules militaires (un utilitaire 5 places de la gamme commerciale et un utilitaire tous-terrains) fournis par les FANC dans le cadre de la convention de soutien de la BHNC par les forces armées ;

Deux véhicules civils (une berline et un utilitaire tous-terrains) fournis par le GNC via la DITTT.

Le parc de la BHNC est vieillissant, en particulier les véhicules tous-terrains.

Le Land Rover Defender 130 militaire, âgé de plus de 10 ans, et soumis à des précautions d'emploi émises par le BEA-terre (note n° 0-5399-2014/DEF/EMM/MDR/SST/NP du 12 juin 2014, précautions d'ailleurs assez obscures) doit être remplacé.

Contrairement à l'esprit des conventions de soutien du SHOM par le ministère de la défense, l'EMA a refusé de financer le remplacement de ce véhicule qui finalement sera acheté par le SHOM sur fonds propres (normalement fin 2014). La maintenance de ce véhicule devrait être assurée par le SIMMT du GSBdD-NC selon la convention de soutien du GOP par les FANC. Toutefois, ce dernier point restait à confirmer début août 2014.



Le Land Rover Defender 130 de la BHNC sur le site de l'observatoire de marée de Thio

L'état du Peugeot Partner militaire est jugé satisfaisant par les FANC. Ce véhicule répond actuellement au besoin de la BHNC. Il devrait, en théorie, à terme être remplacé par un autre véhicule de la gamme commerciale des FANC (sur décision du GSBdD, si la valeur vénale du véhicule devient trop faible au regard de son coût de maintenance).

Le Toyota HiLux du GNC, datant de 2006, a quant à lui été victime de plusieurs avaries pendant la période couverte par le présent rapport : embrayage et boîte de vitesse ont été en particulier remplacés. Par ailleurs, son attelage est assez fortement corrodé (une demande d'expertise a été

formulée par le GOP à la DITTT pour qu'elle se prononce sur l'emploi de cet attelage pour remorquer *Chambeyron*).

Le BEP de la DITTT a fait savoir au GOP qu'il ne souhaitait plus réaliser d'opérations lourdes de maintenance sur ce véhicule.

Le financement pour son remplacement avait été préparé dès 2012, sans mise en application concrète jusqu'en août 2014.

Afin de mieux formaliser sa demande de remplacement, le GOP a appuyé sa demande de renouvellement par la lettre n° 085/SHOM/GOP du 14 mai 2014, adressée à la DITTT.

Une fois le renouvellement du Hilux acquis, une attention devra être portée à celui de la Berline Ford Focus, datant de la même période.



Le Hilux de la BHNC utilisé par les plongeurs

## 9.2. Polynésie française.

La BHPF dispose de deux véhicules mis à disposition dans le cadre de la convention de soutien par le GSBdD-PF :

un utilitaire 5 places (Renault Kangoo) ;

un fourgon 5 places (Peugeot Boxer).

Le Kangoo n'appelle pas de commentaire particulier.

En revanche, le Boxer est à remplacer à court terme.

Le GOP avait étudié avec le GSBdD (puis le SHOM avec l'EMA) la possibilité de remplacer ce véhicule par un 4x4 similaire à celui de la BHNC. Cette possibilité a été écartée par l'EMA qui a refusé de financer un tel remplacement.

Un compromis a donc été trouvé par le GOP qui a favorisé le financement du 4x4 de la BHNC, en acceptant le principe d'un remplacement à l'identique du Boxer lorsque ce dernier serait (absolument) en fin de vie. La décision du déclassement de ce véhicule incombe au GSBdD-PF.

## 10. MOYENS FLOTTANTS.

### 10.1. **Vue d'ensemble.**

Pendant la période considérée, le GOP a mis en oeuvre plusieurs moyens :

En Nouvelle-Calédonie (moyens du GNC) :

bâtiment polyvalent *Louis Hénin*, mis à disposition à hauteur d'un potentiel de 50 à 90 jours par an ;

vedette de travail *Eugène Morignat*, mise à disposition à hauteur d'un potentiel de 30 jours par an ;

vedette *Chambeyron* allouée au GOP ;

plate en aluminium *Équinoxe* allouée au GOP ;

En Polynésie française (moyen SHOM) : vedette en aluminium BHPF.1.

Le personnel du GOP a aussi embarqué sur des bâtiments d'opportunité en Polynésie française : RR *Revi*, PSP *Arago*, navires de liaison commerciale inter-îles (transport) et embarcations de location (sondages).

### 10.2. **Navires (Nouvelle-Calédonie).**

#### 10.2.1. **Adéquation aux missions**

#### **Louis Hénin**

Le baliseur *Louis Hénin*, dont la première mission d'hydrographie date de mars 2005, a démontré depuis sa capacité technique à assurer des missions d'hydrographie dans les zones proches de la Grande Terre ou des Loyautés.



Le *Louis Hénin* à quai à Numbo

Toutefois, il offre peu de place aux personnels du SHOM (5 places maximum pour 8 personnels d'équipage) et il ne dispose pas de moyens de communications par satellite comparables avec ceux des navires que le SHOM met en œuvre en métropole.

Ces limitations se ressentent indirectement sur les données acquises :

Les équipes étant en effectif limité (et opérant dans des délais très contraints, voir ci-dessous), les hydrographes sont accaparés par l'avancement de l'acquisition, à terre ou en mer, et ont du mal à prendre simultanément du recul sur les travaux réalisés. Cela se traduit parfois par la nécessité de compléments ou des difficultés lors de la rédaction ;

Le directeur technique ne peut actuellement pas (ou à titre vraiment exceptionnel) embarquer sous peine d'être dépassé par les tâches de gestion quotidienne du groupe. L'absence de liaison internet à bord (mail) rend illusoire toute présence fréquente du DT à bord. Cette absence, pour les mêmes raisons, se ressent ensuite lors de la phase de rédaction et fait du GOP un groupe dont les conditions de fonctionnement ne sont pas comparables avec celles des GHO Brestois.

Par ailleurs, des difficultés de gestion des heures supplémentaires et des récupérations imposent à la DITTT de limiter le temps de navigation du navire :

Pas de mission de plus de 12 jours incluant un week-end à la mer uniquement ;

Pas plus de 8 heures de sondage par jour.

Ces limitations limitent le rendement du navire (bien que la limite de durée quotidienne de levé permette à l'équipe SHOM de prendre un peu de hauteur sur le chantier en cours en étant au mouillage) ainsi que son rayon d'action. Dans cette configuration, il est assez peu rentable de se rendre aux Chesterfield par exemple (transit aller-retour de l'ordre de 5 jours).

En outre, l'impossibilité de naviguer 24 heures sur 24 interdit de fait les levés dans les zones dans lesquelles le mouillage est impossible : Grand Lagon nord, entre les Belep et le Grand Passage, Matthew, Hunter, Walpole par exemple.

En outre, la DITTT considère que ce navire ne permet pas d'opérer en routine sur les récifs éloignés (Chesterfield, Bellona par exemple), où les besoins sont croissants et les données très lacunaires, quand elles existent.

Cette limitation vient d'une part de son objective faible autonomie (10 jours d'eau et de vivres, en mode nominal, autonomie pouvant être étendue à 20 jours au maximum en embarquant une citerne d'eau douce additionnelle), mais également de son faible tonnage / coque aluminium et de son mode de fonctionnement (risques de fatigue de l'équipage).

La possibilité pour le GOP de pouvoir disposer de navires hauturiers d'opportunité (comme l'*Atalante* en 2015), si possible équipés de SMF (voir §10.5.3) apporte une réelle plus-value en vue de lever certaines zones inaccessibles de fait au *Louis Hénin*.

Ce navire reste néanmoins le navire principal de la flotte mise à disposition du GOP.

Une expérimentation de centrale d'attitude MRU-Z a été réalisée à bord de ce porteur afin d'étudier la plus-value de ce capteur sur la bathymétrie. Les conclusions de ces essais ont été diffusées dans le compte-rendu n° 186/SHOM/GOP du 19 septembre 2013 : globalement, ce type de correction apporte une plus-value à la qualité des données bathymétriques.

Toutefois, fin 2013, l'ensemble du parc de MRUZ de la BHNC était en avarie et les centrales avaient été renvoyées à Brest pour réparation. Elles n'étaient pas disponibles en août 2014.

A bord du *Louis Hénin*, l'intégration de la poulie compteuse du C-Max a fait l'objet d'améliorations successives en 2013 et 2014 pour éviter les risques d'endommagement du câble (problème survenu lors du levé aux Belep en juillet 2013). Des câbles d'alimentation électrique du treuil ont été reçus par la BHNC au premier semestre 2014 afin de déplacer celui-ci et limiter les efforts sur le câble. L'installation a été validée lors du levé aux Belep de juillet 2014.



PC scientifique du *Louis Hénin*

### **Eugène Morignat**

L'*Eugène Morignat* a pu être utilisé en 2012 pour des levés à proximité de Nouméa (baies Ngo et de Sainte Marie). Il a été possible d'intégrer à bord l'ensemble des capteurs du GOP.

L'*Eugène Morignat* a également été utilisé en 2013 pour des levés à proximité de Nouméa (levé de voies recommandées au large de l'île des Pins, dans le grand lagon sud). On notera toutefois que l'autonomie de ce porteur le limite au secteur proche de Nouméa et que les conditions de vie à bord, très rustiques (nuits sous la tente sur le pont), limitent son emploi à des sorties d'une semaine maximum et sans personnel féminin embarqué : les limitations d'emploi citées ci-dessus à propos du *Louis Hénin* sont donc également applicables à ce porteur.

Son rayon d'opération limité au Grand Lagon sud en fait un navire assez difficile à opérer par le GOP, dont un nombre significatif de levés se situe sur la côte Est (sites miniers), dans les Loyautés, ou dans le lagon nord (Belep).

Il faut donc davantage considérer *l'Eugène Morignat* comme une grosse vedette hydrographique que comme un petit bâtiment hydrographique.

Au premier semestre 2014, l'avarie (et le démontage) de sa grue n'a pas permis d'utiliser ce porteur.



*L'Eugène Morignat*, à quai à Numbo

#### 10.2.2. **Gestion.**

Ces deux porteurs sont armés par un équipage de la Nouvelle-Calédonie et sont gérés par le service des Phares et Balises. Les levés sont définis par le directeur du GOP (activités, chronologie) et les commandants assurent, la mise à disposition opérationnelle de leur navire dans le respect des contraintes de sécurité et logistiques.

#### 10.2.3. **Disponibilité.**

Si la disponibilité mécanique des porteurs est globalement bonne (les seules difficultés importantes sur la période couverte ont concerné la disponibilité de la grue de *l'Eugène Morignat* et du guindeau du *Louis Hénin*, avec des délais de réparation et de certification mal maîtrisés par la DITTT), on peut toutefois noter en 2013 l'annulation au dernier moment du levé prévu aux Chesterfield, en raison de l'arrêt maladie d'un membre d'équipage (cuisinier) qu'il n'a pas été possible de remplacer avec un court préavis. Le besoin d'expédier dans les semaines qui ont suivi le matériel à Wallis pour le levé du port de Mata Utu n'a pas permis de retarder suffisamment l'appareillage pour attendre le retour de l'agent concerné ni de lui trouver un remplaçant. Bien que le planning de la BHNC ait été défavorable dans ce cas, ce type d'évènement constitue une fragilité dans la planification de l'activité de la BHNC.

### 10.3. **Embarcations.**

#### 10.3.1. **En Nouvelle-Calédonie :**

La drome de la BHNC est composée d'un semi-rigide fourni par la marine nationale et des vedettes *Chambeyron* et *Equinoxe* mises à disposition par la Nouvelle-Calédonie.

### 10.3.1.1. Chambeyron

La vedette *Chambeyron* a été mise en œuvre au départ de Nouméa avec les moyens propres du GOP ou à partir du *Louis Hénin* sur lequel elle était transportée.

La perforation de la coque de la *Chambeyron* décelée en octobre 2011 (phénomène d'électrolyse qui s'est produit à plusieurs endroits de la coque et des caissons, allant parfois jusqu'à perforation) a été réparée en septembre 2012 (rechargement de matière).

La disponibilité de *Chambeyron* n'a finalement été acquise que fin octobre 2012 après réparation du régulateur de ralenti du moteur (délai important d'approvisionnement de la pièce de rechange).

Fin 2012, il n'était toujours pas possible de transporter *Chambeyron* par voie routière (remorque sous-dimensionnée). Dans la mesure où cette impossibilité constituait un handicap pour l'activité de la BHNC (le transport de *Chambeyron* ne pouvait se faire que via le *Louis Hénin*, ce qui était inutilement coûteux et parfois impossible à programmer), il a été décidé par la DITTT d'acheter début 2013 une nouvelle remorque aux normes nécessaires.

La vedette *Chambeyron* satisfait totalement le besoin pour les sondages très côtiers. Sa tenue à la mer est bonne, le personnel et le matériel sont correctement protégés. Son installation électrique a fait l'objet d'améliorations par le SITEL de la BHNC.



La vedette *Chambeyron*

### 10.3.1.2. Equinoxe

La vedette *Equinoxe* a quant à elle été mise en œuvre en baie de Sainte Marie à Nouméa lors du levé au profit du SMTU. Ce levé a une nouvelle fois montré les limitations opérationnelles d'*Equinoxe* : forte exposition aux embruns dans une mer un peu formée (dès que le vent se lève en pratique). Cette exposition ne permettait pas alors d'utiliser les capteurs de la BHNC (pas de SDH-GHO avant le dernier trimestre 2013) sur ce porteur au-delà de mer 1.

La dotation d'un SDH-GHO à la BHNC améliore la situation, même si la mise en œuvre de cette embarcation reste réellement problématique en Nouvelle-Calédonie où les périodes de vent sont extrêmement nombreuses (régime d'alizés fréquent).

L'installation électrique d'*Equinoxe* a également été remise à niveau fin 2012 suite à un départ de feu pendant le levé en baie de Sainte Marie.

Cette vedette doit être considérée comme un secours de *Chambeyron*, ou une embarcation à très faible tirant d'eau pour intervenir dans les fonds les plus faibles, sur plan d'eau calme.



La vedette *Equinoxe*

#### 10.3.1.3. ½ rigide Marine

Cette embarcation est principalement utilisée pour les plongées (mouillage / relevage de matériel, recherches, entraînements), les liaisons et les revues d'amer.

Elle donne entière satisfaction, mais son renouvellement est à prévoir en raison de son âge. Début août 2014, le directeur du GOP a fait un point avec la base navale de Nouméa (qui n'avait alors pas cette embarcation et sa remorque dans son plan de renouvellement) de sorte à planifier le remplacement de ce ½ rigide.

#### 10.3.2. **En Polynésie française :**

La vedette hydrographique *BHPF.1* (aluminium de 22 pieds, livrée à la BHPF le 21 février 2011 et acceptée en avril 2011) a été mise en œuvre de manière opérationnelle à partir de 2012 (levé de Port Phaeton en particulier). Associée au SDH-GHO (qui permet à la fois une bonne protection des équipements contre l'environnement et leur installation et démontage aisé), cette vedette donne satisfaction.

La seule réserve demeurant actuellement concerne son transport par la route : le Boxer de la BHPF n'est pas en mesure de remorquer la vedette sur route. Compte tenu de l'absence de financement d'un véhicule de gamme supérieure, ce transport routier ne peut s'effectuer qu'avec le concours d'un véhicule tracteur adapté du GSBdD-PF.

Cette solution n'a pas été mise en œuvre jusqu'à présent (liaisons par la mer entre Papeete et Tahiti Iti pour les compléments aux levés de Port Phaeton et Teahupoo par exemple).



La vedette BHPF.1 à quai à Papeete

Le ½ rigide marine de la BHPF est principalement utilisée pour les plongées (mouillage / relevage de matériel, recherches, entraînements), les liaisons et les revues d'amer, mais également occasionnellement pour les sondages en mettant en œuvre le SDH-GHO : cette embarcation est en effet la seule disponible à la BHPF aérotransportable par Casa (boudins dégonflés) : son déploiement s'avère pratique pour certains travaux sur des atolls ou îles éloignées (pour le levé à Hao en 2012 par exemple).



Le ½ rigide de la BHPF équipé du SDH-GHO à Hao en 2012



Sondage à bord de BHPF.1 - Tahiti

### 10.3.3. **Porteurs d'opportunité.**

#### 10.3.3.1. En Polynésie française :

La vedette *Toa Nui* de la CHPF n'a pas été utilisée de 2012 à 2014 par la BHPF.

Une vedette de location a été utilisée pour les travaux à Bora-Bora (levé de pastilles de calibration pour levé lidar). Dans ce type de configuration (impossibilité de transporter la vedette BHPF.1 sur le lieu du sondage, ou coût de transport trop élevé par rapport à la location), la dotation de la BHPF en SDH-GHO est un atout précieux qui permet de conduire les travaux en l'absence de porteur du SHOM.

#### 10.3.3.2. En Nouvelle-Calédonie :

Une réflexion a été conduite sur la possibilité d'utiliser l'*Amborella* comme navire hydrographique d'opportunité, en particulier lors de ses déploiements réguliers sur les récifs et zones éloignées.

L'étude a conclu que le facteur limitant était en pratique l'absence de place pour loger une équipe du GOP suffisante pour faire de la bathymétrie. Il n'est en outre pas possible d'embarquer une vedette de la BHPF à bord. Le compte-rendu n° 77/SHOM/GOP/NP du 3 mai 2013 détaille les conclusions de cette réflexion.



L'*Amborella*, navire de la direction des affaires maritimes de Nouvelle-Calédonie

#### 10.3.3.3. A Wallis-et-Futuna:

Les travaux hydrographiques à Wallis ont été réalisés à partir d'une embarcation du service local des Phares & Balises à bord de laquelle le SDH-GHO avait été installé. La portabilité et l'excellente fiabilité du SDH-GHO ont permis de mener à bien ces travaux sans concours d'un bâtiment support du GOP : la dotation de la BHNC en SDH-GHO est une réelle plus-value dans le cadre de déploiements de ce type, d'autant plus que Wallis-et-Futuna n'est plus accessible via un moyen nautique des FANC facilement capable de transporter *Chambeyron* et le matériel du GOP suite au désarmement du BATRAL *Jacques Cartier* en 2012.

#### 10.4. Aéronefs.

##### 10.4.1. **En Nouvelle-Calédonie :**

L'hélicoptère de la 22S, habituellement embarqué sur le *Vendémiaire* a apporté son concours pour :

la reconnaissance de l'épave de l'*Ar Men*, échouée sur le récif de la passe Uatio dans le grand lagon sud. Cette reconnaissance était nécessaire dans le cadre de la réédition de la CM 6827, pour mettre à jour de la fiche d'épave n° 39126030 du 12 octobre 2013. Les travaux ont été réalisés le 04 mars 2014. Les éléments ont été transmis à DOPS/MIP/GEO/GDGS par le BE n° 034 SHOM/GOP/NP du 17 mars 2014.

le transport du MP SITEL de la BHPF à Maré pour remise en état partielle du MCN après des dégradations volontaires.

##### 10.4.2. **En Polynésie française :**

La BHPF a eu recours régulièrement à l'appui de Casa de l'armée de l'air pour le transport de matériel (dont embarcation) aller et/ou retour, vers certains atolls : Tureia, Hao, Rangiroa.

## 10.5. Matériel.

Des soucis de délai d'envoi et parfois de dédouanement des matériels scientifiques ont été observés courant 2012 et 2013. Ce constat a fait l'objet d'une action ouverte en réunion DMGS/GHO de décembre 2013 : une procédure d'envoi de matériel doit être rédigée sous pilotage DMGS et SG afin de gérer au mieux cette problématique.

Ce type de difficulté ne s'est toutefois pas reproduit au premier semestre 2014. La problématique reste néanmoins sensible compte tenu des délais observés dans le cas où des étalonnages et déploiements multiples sont planifiés sur des périodes se recouvrant.

### 10.5.1. Localisation.

Les systèmes GPS Leica 1200, utilisés pour positionner les porteurs et réaliser les travaux de géodésie de précision donnent globalement satisfaction.

Les réelles limitations concernent l'exploitation des observations en station par le logiciel LGO.

En Nouvelle-Calédonie, les stations de référence utilisées pour les calculs de géodésie sont en général les stations GPS permanentes du réseau Banian maintenu par la DITTT.

Les lignes de base peuvent excéder la limite d'une trentaine de kilomètres recommandée par DOPS/MIP/POS\_PRECIS pour ce type de calcul.

En Polynésie française, il n'existe pas de réseau équivalent. La seule station permanente est celle de Tahiti. Les coordonnées des points connus en RGPF sont assez fréquemment d'une qualité médiocre (incertitude de l'ordre de 50 cm), et insuffisante pour certaines applications (dont le référencement vertical à l'ellipsoïde). Les lignes de base avec Tahiti étant de plusieurs centaines de kilomètres, l'utilisation de LGO pour les calculs précis est en général impossible.

Le GOP a donc presque systématiquement recours à un concours de DOPS/MIP/POS\_PRECIS pour un calcul mettant en œuvre GAMIT-GlobK en Polynésie française (et très régulièrement en Nouvelle-Calédonie).

Le seul problème de fonctionnement constaté (hors avaries, plutôt rares et sans conséquences opérationnelles grâce à la redondance offerte par le parc disponible) sur les systèmes Leica a été rencontré lors de l'upgrade de ces systèmes en juillet 2014. Cet upgrade a coïncidé avec un départ du *Louis Hénin* pour le levé aux Belep (délai insuffisant de mise à disposition des mises à jour). Néanmoins, aucun problème bloquant n'a finalement été rencontré au cours de ce levé.



Station GPS de référence avec panneau solaire (levé de voie recommandée aux Belep 2012)

#### 10.5.2. *Informatique.*

Chacune des bases dispose en pratique de deux réseaux :

Un réseau défense protégé (IntraFANC ou IntraFAPF) ;

Un réseau métier SHOM.

##### *Réseau FANC*

Des travaux de mise en conformité du poste IntraFANC de la BHNC ont été réalisés fin 2012 / début 2013. Le raccordement au réseau a été sécurisé. Une demande de dérogation d'utilisation de ce réseau a été émise par le GOP (NE n° 18/SHOM/GOP/NP du 29 janvier 2013) vers l'OSSI de zone en janvier 2013. Les travaux de mise en conformité se sont poursuivis avec le remplacement du PC IntraFANC doté d'un disque dur extractible.

##### *Réseau FAPF*

Ce réseau n'appelle pas de commentaire particulier pour la période couverte par le présent rapport.

##### *Réseaux métier SHOM*

Si l'on exclut la question de l'accès à internet (voir ci-dessous), les réseaux métier de chacune des bases satisfont au besoin.

Le débit de raccordement à internet de la BHPF, s'il n'offre pas la souplesse d'utilisation du réseau SHOM en métropole, demeure néanmoins acceptable.

En revanche, le débit internet disponible actuellement à la BHNC est totalement insuffisant. La liaison de la base est assurée par une liaison sur cuivre, via un abonnement de type individuel (jusqu'en juillet 2014). Il ne permet d'avoir accès aux outils de base du SHOM (comme le référentiel documentaire) que de manière très dégradée et proscrit l'emploi de tout système nécessitant un débit fluide : Nacre, accès aux bases de données...

Cette difficulté contribue en outre à rendre difficile la mise à jour des méthodes de travail du GOP (mise en œuvre des outils Caris par exemple).

La problématique de raccordement à internet de la BHNC avec un débit suffisant a été traitée courant 2013 et début 2014. Après expertise du seul opérateur de raccordement (OPT), les travaux de raccordement à une liaison par fibre optique ont été spécifiés et réalisés en avril 2014 avec le concours de la DTSI.

Fin juin 2014, face à l'explosion du débit consommé par les particuliers en Nouvelle-Calédonie, les opérateurs, après accord du GNC et des associations d'utilisateurs, ont plafonné le débit internet des particuliers (dont la BHNC...) au-delà d'un volume de téléchargement très vite atteint par la base. Il a fallu en urgence modifier le type d'abonnement pour passer sur un abonnement professionnel et retrouver une situation non satisfaisante mais « nominale » pour la base.

Pour l'avenir, la faisabilité technique et financière d'un raccordement avec 1 Mo/s est actée. Le débit retenu n'a pas été dimensionné sur la base d'un besoin objectif, mais davantage sur le coût de fonctionnement supportable pour le SHOM.

Cette solution devrait être mise en place en 2014. Le service informatique du SHOM a demandé au GOP de poursuivre la consultation des FAI locaux pour essayer de définir l'offre la plus avantageuse.

### 10.5.3. **Bathymétrie.**

#### 10.5.3.1. Sondeurs verticaux.

En Polynésie française, le SDH-GHO a été mis en œuvre en 2013, confirmant à la fois son intégration de grande qualité et sa facilité de mise en œuvre par rapport aux systèmes classiques.

En Nouvelle-Calédonie, la BHNC a été équipée d'un SDH-GHO rendu disponible par la fermeture de la BOM, à compter d'août 2013.

Ce système a considérablement facilité la réalisation du levé bathymétrique de Mata Utu (Wallis) à partir d'une embarcation du service local des Phares & Balises (pas de possibilité de transport de *Chambeyron* à Wallis).

Ce système pourra également être mis en œuvre à bord d'*Equinoxe*, sur laquelle les équipements scientifiques sont exposés aux projections d'eau de mer.



Vue d'ensemble du SDH-GHO intégré sur la vedette BHPF.1

Les limitations du sondeur vertical couplé au sonar latéral apparaissent régulièrement dans les levés réalisés en milieu corallien, avec comme conséquences la définition de seuils de navigation assez éloignés de la réalité du fond (et donc potentiellement l'impossibilité dans certains cas d'accroître les tirants d'eau des navires), voire l'impossibilité d'en définir dans les cas les plus complexes (comme dans le cas du levé S201207200 en Nouvelle-Calédonie, abords de la passe de la Sarcelle et de l'île des Pins).

L'arrivée sur le marché de SMF compacts et portables, et la vocation des SDHM/GHO d'être upgradés à moyen terme avec des SMF de ce type ouvrent la perspective de pallier aux limitations rencontrées par le GOP. DMGS/IES étudie actuellement l'évolution des SDHM/GHO vers ce type de technologie.

Le GOP a rédigé une expression de besoin en ce sens (fiche n°106 SHOM/GOP/NP du 3 juin 2014) proposant un scénario d'équipement.

La possibilité de mutualiser des moyens avec d'autres organismes comme l'IRD en cas de montée en gamme des sondeurs de l'*Alis* devrait également être étudiée.



Installation sur perche de la base EA400 sur la vedette BHPF.1

#### 10.5.3.2. Sonars à balayage latéral (sonal).

Le sonar à balayage latéral est un capteur complémentaire fondamental pour les levés au sondeur vertical en milieu corallien, et en particulier dans les voies recommandées qui sont les zones principalement levées par le GOP.

Les deux bases du GOP sont équipées de sonars à balayage latéral C-Max, intégrés au SDH-GHO ou installés de manière classique.

Ces systèmes donnent pleine satisfaction. La qualité et la résolution de l'imagerie est tout à fait suffisante pour la détection des obstructions coralliennes, la fiabilité et la simplicité d'emploi de ces sonars sont excellentes.



Un poisson C-Max

Sur le plan matériel, les difficultés rencontrées ont concerné :

les sonar transceiver (STR), avec quelques avaries, ne remettant pas en cause la fiabilité globale du parc, suffisamment dimensionné pour parer à ces avaries ;

les câbles, en particulier sur le *Louis Hénin*, en raison d'une intégration imparfaite du système soumettant les câbles à des contraintes parfois anormales (saut du câble dans le réa de la poulie par exemple). Il faudra suivre les améliorations apportées à l'intégration du système à bord de ce porteur afin de statuer définitivement sur la fiabilisation de l'installation.

des avaries ponctuelles associées à des situations anormales et exceptionnelles (croches, chocs suite à une mauvaise manipulation).

Le soutien de DMGS/IES et les kits de réparation disponibles sur place ont permis de maintenir un parc opérationnel au GOP pendant la période couverte par le présent rapport.

D'un point de vue hydrographique, les limitations rencontrées concernent essentiellement les difficultés d'interprétation de l'imagerie dans les fonds les plus encombrés. Ces limitations militent pour qu'à court terme des sondeurs multifaisceaux viennent équiper le GOP : voir ci-dessus et fiche n° 106 SHOM/GOP/NP du 3 juin 2014.

Une difficulté régulièrement rencontrée concerne l'incertitude de positionnement des échos : il est probable que le comptage de la ligne filée par la poulie compteuse (ligne variant pratiquement à la fin de chaque profil lors des retournements) ne soit pas assez précis (possibles

variations de la tension du câble biaisant la mesure ou tension du câble insuffisante sur la poulie). Il est dès lors problématique de corrélérer certains échos d'un profil à l'autre, ce qui rend encore plus difficile l'interprétation de l'imagerie sur les fonds les plus encombrés.

Enfin, quel que soit le porteur, il n'est pas possible de faire plonger suffisamment le C-Max pour obtenir une imagerie exploitable au-delà de 40 m de hauteur d'eau environ. Cette limitation ne pose toutefois pas de réel problème pour les levés hydrographiques classiques. Elle pourrait être significative pour des travaux de recherche d'épaves ou d'obstructions artificielles, comme cela a été le cas à Hao par exemple.



Intégration du C-MAX sur l'*Eugène Morignat*

#### 10.5.3.3. Logiciels.

Le principal logiciel utilisé par le GOP est Hypack pour la préparation, l'exécution, le traitement, la rédaction et le contrôle des levés hydrographiques. Il a évolué au cours de la période grâce aux échanges réguliers avec DMGS qui a pris en compte les retours d'expérience du GOP.

Hypack satisfait parfaitement le besoin des levés réalisés par le GOP.

La règle générale consiste à respecter les fondamentaux de la gestion de configuration, notamment en n'utilisant en production que les logiciels mis en service.

La mise en place des nouveaux livrables basés sur la chaîne Caris n'a pas été possible au GOP avant août 2014 : le personnel ne connaissait pas suffisamment les outils nécessaires pour basculer aisément sur ces livrables sans retarder significativement la rédaction en cours : il a été choisi de donner la priorité à l'avancement (voir §11.1.2).

Le gain apporté par ces nouveaux livrables sera assez probablement limité pour le GOP : la production des minutes par Hypack ne posait pas de difficulté majeure, et leur nombre relativement limité par levé (de 1 à 3 coupures) n'était pas la majeure cause de délais de rédaction.

## 10.6. Soutiens locaux

### 10.6.1. *Soutien par les entités du ministère de la défense.*

Les soutiens locaux du GOP par les entités du ministère de la défense sont formalisés au travers de conventions entre le SHOM et le représentant du ministère de la défense sur le territoire (commandant supérieur des forces armées en Nouvelle-Calédonie ou en Polynésie française).

Ces conventions devaient être revues pour prise en compte des nouvelles organisations induites par la création des bases de défense de Nouméa et Papeete.

Les travaux de refonte de ces conventions ont débuté en novembre 2012 en collaboration avec les services du COMSUP-PF, les GSBdD Papeete et Nouméa et la base navale de Nouméa.

Ils se sont achevés en Polynésie française avec la signature de la convention de soutien en août 2013 : convention n° 7/2013 du 7 août 2013 - LR2013-018.

La convention de soutien par les FAPF sera complétée par un protocole entre le GOP et la base navale de Papeete concernant la SST (voir §8.2).

En Nouvelle-Calédonie, la refonte de la convention a débuté en 2013 pour s'achever en mars 2014 par la signature de la convention n° 17-2013 du 12 mars 2014 - LR2014-003.

Le soutien des 2 bases du GOP par les entités du ministère de la défense sont dans l'ensemble très satisfaisants. Le soutien du BARH du GSBdD-NC a en particulier pu être éprouvé lors des difficultés rencontrées avec le logiciel de paiement de la solde Louvois.

On note toutefois que le contexte global est celui d'une réduction des moyens (et des budgets de fonctionnement) des unités du Pacifique et que ce contexte peut ponctuellement générer des difficultés pour certains types de soutiens (voir par exemple la question du remplacement du Land Rover de la BHNC au §9.1). Il convient donc de rester vigilant sur la qualité de ces soutiens, dont le GOP dépend en grande partie.

En outre, des explications du directeur et des chefs de base sont nécessaires à chaque renouvellement du personnel au sein des organismes de soutien : les faibles dimensions des deux bases impliquent régulièrement une absence de passation de suite au sujet du GOP au sein de certains bureaux des GSBdD ou des bases navales.

### 10.6.2. *Soutien de la BHNC par le gouvernement de Nouvelle-Calédonie*

Les soutiens de la BHNC par la DITTT et le gouvernement de Nouvelle-Calédonie sont quant à eux formalisés dans la convention de partenariat en matière d'hydrographie entre l'Etat, le SHOM et la Nouvelle-Calédonie signée le 22 mars 2012. Ces soutiens donnent globalement satisfaction, même si parfois les délais de traitement de certains dossiers (travaux dans les ateliers par exemple) sont très longs (voir §8.1).

## 11. METHODES.

### 11.1. **Qualité.**

#### 11.1.1. *Audit.*

Il n'a pas été conduit d'audit qualité au GOP entre août 2012 et août 2014.

#### 11.1.2. *Amélioration continue.*

##### **FA/FEA**

Suite à la perte de deux marégraphes mouillés à Clipperton, non retrouvés lors de la première tentative de relevage, une fiche d'étude d'anomalie (FEA2012-021) et une fiche d'amélioration (FA2012-026) ont été traitées. Elles ont permis d'améliorer le protocole de mouillage et de relevage des instruments scientifiques par plongeurs (PS2012-064, remplacée), de sorte à diminuer les risques de perte de matériel lors de ces opérations.

En raison de l'augmentation des délais de remboursement des frais de mission (qui ont atteint 3 à 4 mois dans plusieurs cas, pour des sommes impactant notablement les agents concernés) et des délais de traitement de demandes de réservations de vols pour les missions du GOP, la FEA2014-017 a été ouverte le 16 avril 2014. Les actions proposées ont pour le moment été refusées par le directeur du GOP qui les a jugées insuffisantes pour régler les problèmes rencontrés.

Un effort particulier de l'agent comptable a permis de solder les reliquats de remboursement au moment de la relève de directeur en août 2014.

### 11.2. **Evolution méthodologique**

Le directeur technique et ses principaux adjoints disposent au GOP de peu de ressource disponible pour contribuer aux évolutions importantes des méthodes de travail (voir §4 et 6.2), méthodes dont une grande partie sont spécifiques (mise en œuvre et rédaction de l'EA400 en milieu corallien).

Par ailleurs, la mise à niveau du GOP sur les évolutions méthodologiques initiées à Brest est compliquée, ralentie, voire empêchée par la méconnaissance des nouveaux outils par les agents du groupe (outils Caris totalement inutilisés par le GOP par exemple – voir §5).

Enfin, la répartition sur deux sites distants complique encore un peu davantage la mise en place d'évolutions.

Ainsi, d'août 2012 à août 2014, la seule évolution notable conduite au GOP dans ce domaine concerne la mise à jour du document sur la conduite des levés (M02012-021) dont la rédaction s'est achevée en juillet 2014.

Par ailleurs, le GOP a été impliqué par MIP dans les échanges sur les nouveaux livrables des GHO. Toutefois, l'éloignement géographique, l'absence de connaissance des outils à évaluer, le débit internet insuffisant pour disposer de certaines fonctionnalités n'ont pas permis de contribuer significativement aux essais de production de ces nouveaux livrables.

Ainsi, l'ensemble des levés rédigés jusqu'à début août 2014 l'ont été en fournissant les livrables historiques, dont les minutes au format .pdf.

### 11.3. Gestion documentaire.

L'entretien de la documentation a été poursuivi de 2012 à 2014, avec un effort particulier au cours du dernier trimestre 2012.

Un certain nombre d'instructions permanentes ont été mises à jour :

IP n° 1 – organisation du GOP : DO2011-007, approuvée en novembre 2012 ;

IP n° 3 SSI au GOP – DO2012-065, mise à jour en octobre 2012 en préparation de l'inspection SSI de la BHNC ;

IP n° 4 – délégations de signature – DO2012-069 : mise à jour en octobre 2012 ;

IP n° 6 – DO2012-064 : utilisation du parc automobile du GOP : approuvée en octobre 2012 ;

IP n° 12 – DO2012-076 : organisation des plongées au GOP : modificatif n° 1 rédigé pour mise à jour des références en vue de l'inspection plongée du GOP du 4 décembre 2012, puis mise à jour suite à l'audit de la BHPF par CEPHISMER en juin 2013 : DO2013-048.

IP n° 16 – DO2012-068 – composition de la CPU : refondue en octobre 2012 ;

IP n° 17 – DO2012-059 : tenue du journal de bord de la BHNC et de la BHPF, refondue en octobre 2012 ;

Dossier de sécurité informatique de la BHNC – DO2012-063 : mis à jour en octobre 2012 en vue de l'inspection SSI de la BHNC ;

IP n° 5 (n° 38/SHOM/GOP/NP du 25 février 2013 - pratique du sport) : DO2013-027 ;

IP n° 7 (n° 065/SHOM/GOP/NP du 28 mars 2013 - SST au GOP) : DO2012-016

IP n° 15 (gestion du temps de travail des fonctionnaires de la Nouvelle-Calédonie, n° 25/SHOM/GOP/NP du 7 février 2013) : DO2013-011. Elle a été ultérieurement mise à jour : DO2013-057.

RDP et DUERP du GOP : DO2013-037. Les anciens DAR, spécifiques à chaque base, ont été fusionnés dans DUERP unique ;

Dans le domaine technique, les procédures sur :

les vérifications métrologiques des capteurs du GOP (PS2013-027) ;

les rattachements des capteurs à bord des porteurs du GOP/BHNC (MO2014-001) ;

les tâches relatives à la plongée (PS2012-064),

la conduite des levés au GOP (MO2012-021)

ont fait l'objet de plusieurs mises à jour.

Enfin, les schémas directeurs pour l'hydrographie en Nouvelle-Calédonie (ST2013-006) et en Polynésie française (ST2013-007) ont été tenus à jour en 2012 et 2013 (le schéma pour la Polynésie française étant refondu en profondeur en 2013 pour le publier sous une forme proche de celle du schéma calédonien).

#### 11.4. **Audit divers**

Les audits suivants ont été conduits au GOP d'août 2012 à août 2014. On notera la duplication de certains audits entre les deux bases, duplication consommatrice de ressource pour le groupe.

Audit SSI de la BHNC par l'OSSI de zone le 4 octobre 2012 : compte-rendu n° 501207/FANC/EMIA/OSSIZ/DR du 9 novembre 2012 ;

Audit SSI de la BHNC par l'EMA le 21 novembre 2012 ;

Audit plongée de la BHNC par CEPHISMER le 4 décembre 2012 ;

Audit prévention de la BHPF le 12 avril 2013, par le coordinateur de prévention des FAPF (qui a rendu visite au directeur du GOP de passage à la BHPF le 7 juin 2013) ;

Audit plongée de la BHPF par CEPHISMER le 10 juin 2013 ;

Le lieutenant-colonel Gehl, coordinateur de prévention des FAPF, a audité la BHPF le 23 janvier. Le compte-rendu de cet audit a été diffusé au GOP : n° 1100229/COMSUP.PF/ADJ IA/PREV NP du 3 février 2014.

#### 11.5. **Inspection générale**

L'IGA Bruno Frachon, directeur général du SHOM a inspecté la BHNC le 27 mai 2013 : compte-rendu n° 99/SHOM/GOP/NP du 3 juin 2013.

## 12. TRAVAUX SOUS CONVENTION.

Aucun levé sous convention n'a été conduit pendant la période. Des travaux pouvant être qualifiés « d'hydrographie civile » l'ont été mais sous la forme de levés d'hydrographie générale. Les raisons sont multiples :

volonté des présidents de la commission hydrographique de conduire certains levés du fait de leur importance stratégique (levé S201207800 en baie de Sainte Marie à Nouméa au profit du SMTU par exemple) ;

financement partiel de l'activité du GOP en Nouvelle-Calédonie par le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie qui souhaite promouvoir le développement économique ou touristique de l'île : la plupart des levés sont ainsi conduits au profit du trafic des minéraliers ou des paquebots.

### 12.1. Les partenariats État / SHOM / pays.

#### 12.1.1. *En Nouvelle-Calédonie.*

De manière générale, le partenariat Etat / SHOM /Pays s'est déroulé dans le cadre des conventions de partenariat et de coopération en vigueur, avec une excellente coopération entre le SHOM et les directions du gouvernement de Nouvelle-Calédonie concernées par l'environnement géophysique ou le soutien du GOP (DTSI, DITTT, DRH, DIMENC, DAM, DSCGR).

La seule question particulière étant apparue en 2014 concernait la politique de réutilisation des données transmises par le SHOM au territoire à sa demande dans le cadre de la convention de coordination entre l'Etat et la Nouvelle-Calédonie en matière d'hydrographie et de cartographie marine (LR2012-014).

Cette question avait émergé dans le cadre de la mise en place d'un observatoire du littoral en Nouvelle-Calédonie (projet OBLIC de la DIMENC).

La réponse apportée par le GOP lors de la 24<sup>ème</sup> commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie<sup>2</sup> a été que :

la diffusion et l'utilisation de ces données et produits **sont limitées aux directions et services de la Nouvelle-Calédonie** ;

Les bureaux d'études travaillant au profit de ces directions et services peuvent accéder à ces données et produits uniquement dans le cadre des prestations qui leurs sont confiées, et doivent s'engager à les détruire à l'issue de la prestation ;

La diffusion libre, ou la retransmission vers des établissements publics nationaux ou locaux n'est pas autorisée, et nécessite une licence spécifique (conformément à la politique tarifaire du SHOM) ;

Le cadre actuel ne permet pas de répondre favorablement à la demande des provinces d'accéder gratuitement à ces données et produits.

---

<sup>2</sup> Cette position a été revue ultérieurement : la décision définitive n'est pas reprise dans le présent rapport.

Les provinces ont été invitées à faire remonter leurs besoins en termes d'accès aux données et produits du SHOM auprès de la DITTT.

La Nouvelle-Calédonie se dote de différents portails permettant la visualisation et/ou le téléchargement de données géoréférencées. Le cadre réglementaire actuel :

permet l'affichage et le téléchargement des données et cartes marines sur GEOREP restreint aux directions et services de la Nouvelle-Calédonie ;

permet l'affichage des cartes marines sur GEOREP public : visualisation uniquement ;

ne permet pas l'export libre du flux d'affichage des cartes marines depuis le GEOREP vers un autre portail. L'affichage des cartes marines sur OBLIC notamment (portail littoral de la Nouvelle-Calédonie développé par la DIMENC) nécessite une licence de réutilisation.

Au-delà du cadre réglementaire autorisant ou non l'accès aux cartes marines, des difficultés techniques restaient à résoudre, les solutions privilégiées d'accès par flux ne donnant pas, au moment de la commission, entière satisfaction.



Réunion de la 20<sup>ème</sup> commission hydrographique de la Nouvelle-Calédonie le 1<sup>er</sup> août 2012.

#### 12.1.2. **En Polynésie française.**

La question soulevée en Nouvelle-Calédonie sur la réutilisation des données (voir ci-dessus) se pose également en Polynésie française. Une réponse similaire, basée sur les principes édictés par DSD a été apportée au SAU en sous-comité hydrographie au mois de juin 2014.

De manière plus globale, les relations entre les instances du Pays et le GOP (ou la BHPF) en Polynésie française sont beaucoup plus distendues. Elles se limitent à des échanges d'informations techniques simples entre la BHPF et le SAU ou la CHPF, qui retransmet quant à elle les données acquises au cours des levés qu'elle fait réaliser.

La présence très épisodique du directeur du GOP à Papeete ne facilite pas la mise en place de relations formelles avec les instances de Polynésie française.

### 12.1.3. *Participation du GOP aux instances locales.*

Le GOP a participé à divers titres aux instances suivantes :

Réunions de travail sur la rédaction d'un volet « Mer » du schéma d'aménagement NC2025, de mai à octobre 2012 ;

20<sup>ème</sup> commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie, le 1er août 2012 ;

Cérémonie de signature de l'accord-cadre entre l'Ifremer, l'Etat et la Nouvelle-Calédonie, le 9 août 2012 à bord de l'*Atalante* à Nouméa ;

Commission nautique de Wallis-et-Futuna, le 14 septembre 2012 à Nouméa ;

Assises de l'enseignement supérieur et de la recherche à Papeete le 18 septembre 2012 ;

Conférence maritime de Nouvelle-Calédonie le 8 novembre 2012, Nouméa ;

la réunion des assistants de prévention des FANC le 15 novembre 2012 à Nouméa ;

la réunion préparatoire de l'exercice ORSEC maritime le 16 novembre 2012 à Nouméa ;

le 6<sup>ème</sup> sous-comité hydrographique de Polynésie française, le 27 novembre 2012, sous la co-présidence du directeur du GOP ;

la 1<sup>ère</sup> commission participative du port de Papeete, le 29 novembre 2012 sous la présidence du commandant en second de la base navale de Papeete ;

Réunion sur l'enrichissement de l'atlas bathymétrique de Nouvelle-Calédonie dans le cadre du programme Zonéco, le 7 décembre 2012 à Nouméa ;

Audit par la DIMENC et le BRGM dans le cadre de la mission « Evolution récente et future des systèmes côtiers en Nouvelle-Calédonie » ;

Comité de l'action en mer et comité de pilotage de la mer et du littoral de Polynésie française, les 24 et 31 janvier 2013 ;

Réunion sur les autorisations de travail en ZEE calédonienne, sous l'égide des affaires maritimes de Nouvelle-Calédonie – 23 janvier 2013 ;

Assistance au HCR –NC lors de l'alerte au tsunami du 6 février 2013, et participation à la réunion de retour d'expérience du 26 février 2013 ;

Colloque CPS sur le risque tsunami, du 8 au 12 mars 2013, Nouméa ;

Comité scientifique du programme Zonéco, 22 mars 2013, Nouméa ;

Premier comité de pilotage du référentiel littoral de Nouvelle-Calédonie, 28 mars 2013, Nouméa ;

21<sup>ème</sup> commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie, le 6 mars 2013 : compte-rendu n° 62/SHOM/GOP/NP du 25 mars 2013 ;

Commission nautique de Nouvelle-Calédonie, les 6 mai, 28 octobre et 28 novembre 2013 ;

Groupe de projet du référentiel altimétrique de type Litto 3D en Nouvelle-Calédonie ;  
le 7<sup>ème</sup> sous-comité hydrographique de Polynésie française, le 11 juin 2013, sous la présidence du directeur du GOP : compte-rendu n° 18/SHOM/GOP/NP du 11 juin 2013 ;  
journées environnement de la base navale de Papeete, le 11 juin 2013 ;  
Groupe utilisateur du projet d'observatoire du littoral en Nouvelle-Calédonie (OBLIC) de la direction des mines (DIMENC), le 11 juillet 2013 ;  
22<sup>ème</sup> commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie, le 14 août 2013 : compte-rendu n° 170/SHOM/GOP/NP du 28 août 2013 ;  
Réunion sur l'enrichissement de l'atlas bathymétrique de Nouvelle-Calédonie dans le cadre du programme Zonéco, le 27 août 2013 ;  
12<sup>ème</sup> commission hydrographique du Pacifique Sud-Ouest (SWPHC), Port Vila, 11 au 14 novembre 2013.  
Conférence maritime régionale de Polynésie française, le 21 novembre 2013 à Papeete ;  
Comité stratégique « nouveaux horizons », Papeete, 22 novembre 2013 ;  
le 8<sup>ème</sup> sous-comité hydrographique de Polynésie Française, le 9 décembre 2013, sous la coprésidence du directeur du GOP : compte-rendu n° 236/SHOM/GOP/NP du 17 décembre 2013 ;  
la 23<sup>ème</sup> commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie s'est déroulée le 11 mars 2014 dans les locaux de la BHNC : compte-rendu n° 51/SHOM/GOP/NP du 21 mars 2014 ;  
Commission nautique locale de Nouvelle-Calédonie le 13 mars 2014 ;  
Commission participative le 17 mars 2014 en base navale de Papeete ;  
Comité anti-pollution de Nouvelle-Calédonie le 24 avril 2014 à la base navale de Nouméa ;  
Cérémonie de la journée du marin à la base navale de Nouméa le 21 mai 2014 ;  
3<sup>ème</sup> groupe des utilisateurs de l'observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie (OBLIC) le 23 mai 2014 ;  
9<sup>ème</sup> sous-comité hydrographique de la Polynésie française le 17 juin 2014 ;  
24<sup>ème</sup> commission hydrographique de Nouvelle-Calédonie le 05 août 2014 ;  
Assemblée constituante du Cluster Maritime de Nouvelle-Calédonie le 05 août 2014.

#### 12.1.4. **Communication.**

Le SHOM dispose d'une assez bonne visibilité auprès de ses partenaires institutionnels : directions du gouvernement de Nouvelle-Calédonie actrices dans le domaine de la mer, de l'environnement, de la géophysique (dans une moindre mesure en Polynésie française), organismes d'Etat (IRD, Ifremer, Haut-Commissariat, forces armées) ou des pilotes maritimes. Cette visibilité se limite toutefois essentiellement aux activités exclusives du GOP : hydrographie / bathymétrie et mesure du niveau de la mer.

Si les activités sont bien connues, le mode de fonctionnement de l'Etablissement (voire du GOP) l'est en revanche moins. Les efforts de communication auprès des institutionnels ont ainsi essentiellement porté sur les missions et l'organisation spécifique des antennes du SHOM dans le Pacifique (transferts de compétences et missions, multiplicité des soutiens et des sources de financement) avec les conséquences que cette organisation peut avoir sur les relations : échanges de données, soutien des forces, planification de l'activité...

Cet effort d'explication doit être permanent, en particulier auprès des forces et des bases navales en raison du renouvellement fréquent du personnel et des cadres. En particulier, la méconnaissance des principes et contraintes de soutien et de gestion de l'activité du GOP pourrait engendrer des tensions et incompréhensions entre organismes de soutien (GSBdD et bases navales) et GOP.

Dans ce cadre, le commandant de zone maritime Nouvelle-Calédonie avait demandé au GOP d'organiser une réunion de présentation entre la BHNC et les états-majors des navires (et EMIA) des FANC en novembre 2013. Cette initiative doit perdurer après chaque relève de personnel aux mois de juillet et août.

Les efforts de communication ciblés ne peuvent être supportés que par le directeur du GOP ou le chef du service logistique compte tenu des charges de production qui reposent sur les autres agents.

Néanmoins, le plan de charge du directeur ne permet pas un investissement important sur ces questions, qui ont été davantage traitées par opportunité que par de la pro-activité.

Auprès du grand public, la communication se limite de manière générale aux contacts de proximité entre les équipes du GOP et la population ou les pratiques locaux. Les vêtements et véhicules frappés du logo SHOM permettent une identification aisée (et la distinction avec les autres unités des forces armées) : ces dispositifs, financés par la régie, doivent être maintenus.

Les T-shirts et polos « SHOM » peuvent en outre servir de cadeaux de remerciement pour les soutiens locaux apportés en nature, comme ce fut le cas à Wallis par exemple.

#### Actions significatives de communication :

Le PM Gourven a été interviewé le 30 avril 2013 par la chaîne de télévision Wallis 1<sup>ère</sup>, à l'occasion de la fin des travaux d'installation du MCN de Leava (Futuna).

Le directeur du GOP a présenté le 23 mai 2013 les méthodes de travail utilisées en hydrographie aux pilotes maritimes de Nouvelle-Calédonie. L'objectif de cette présentation était de faire connaître les incertitudes de mesure associées aux levés ainsi que les systèmes mis en œuvre pour leur réalisation.

Le GOP a organisé le 18 novembre 2013 une réunion d'information destinée aux commandants des unités de la Marine en Nouvelle-Calédonie, ainsi qu'à l'état-major interarmées des FANC.

Le directeur du GOP a été contacté par la nouvelle chaîne de télévision calédonienne NCTV afin d'autoriser un reportage sur les activités hydrographiques du *Louis Hénin*. Après accord de DMI/COMM, une équipe de NCTV a embarquée le 6 avril 2014 à Poro pour filmer les travaux en cours.

La première diffusion du reportage, qui traite également du balisage maritime a eu lieu le vendredi 09 mai 2014.

#### 12.1.5. **Participation du GOP aux instances régionales.**

##### 12.1.5.1. SWPHC/CHPSO (south west pacific hydrographic commission / commission hydrographique du Pacifique Sud-Ouest)

Si le directeur du GOP dispose d'une vision locale sur l'hydrographie des territoires français du Pacifique, les sujets à l'ordre du jour de la CHPSO dépassent largement le cadre des activités du GOP et nécessitent la présence d'un représentant de DMI, comme ce fut le cas à Port-Vila en novembre 2013. La participation conjointe GOP/DMI est donc à reconduire. A défaut, il est préférable que DMI participe prioritairement.



Participants à la 12<sup>ème</sup> CHPSO – Port Vila – Novembre 2013

##### 12.1.5.2. Développement capacitaire

Le GOP est parfois sollicité par les instances de développement capacitaire de l'OHI pour intervenir (réunion, montage de formations) dans la région Pacifique. Ce type d'activité entre en conflit avec le plan de charge du GOP, qui n'est pas l'entité du SHOM la plus à-mê me de répondre à ce type de sollicitations. L'école du SHOM dispose en effet à la fois des supports de formation mais surtout de la vision plus globale des aspects relatifs au développement des compétences.

#### 13. BILAN.

##### 13.1. **Nature des travaux à mener dans le Pacifique.**

Le type de travaux diffère assez notablement en fonction du territoire

### 13.1.1. **En Nouvelle-Calédonie.**

En Nouvelle-Calédonie, les travaux à réaliser sont actuellement principalement dictés par le développement économique du territoire, et des deux pans de l'économie maritime locale (hors approvisionnement de l'île) que sont le transport du minerai de nickel et l'accroissement du tourisme de croisière avec l'ouverture de nouvelles escales, qu'elles soient destinées à des paquebots de grande taille (comme à Easo, à Lifou par exemple), ou à une future fréquentation par des paquebots de luxe, de dimensions nettement plus réduites, et accédant à des zones actuellement encore non fréquentées par les croisiéristes.

Dans le domaine du transport, la tendance est globalement à la recherche de la rentabilité. Les besoins sont fréquemment orientés par la minimisation des trajets (des navires ou de leurs annexes), qui se traduit par la recherche de nouvelles voies, de raccourcis dans les voies existantes ou la définition de zones de mouillage les plus proches possibles de la côte.

De même, les opérateurs portuaires ou de zones de chargement de minerai cherchent à maximiser le chargement de leurs navires en minimisant les hauteurs sous quille.

Les besoins des forces armées sont globalement stables depuis plusieurs années, et sont centrés sur les accès aux zones mal hydrographiées (grand lagon nord, îles, zones éloignées). Le besoin de plageage a pratiquement disparu en raison du désarmement du *Jacques Cartier* en 2012.

Toutefois, les besoins des pouvoirs publics en mer (Etat et Nouvelle-Calédonie) connaissent un regain d'intérêt sur les zones éloignées (Bellona, Chesterfield, ...) avec la mise en place du parc marin de la mer de Corail. Ces nouveaux besoins concernent à la fois la sécurité de la navigation à l'intérieur des lagons ou aux approches des récifs et îles, mais également la connaissance de la bathymétrie jusqu'à 1000 mètres de profondeur pour des problématiques de gestion environnementale.

### 13.1.2. **En Polynésie française.**

Les besoins en Polynésie française sont assez différents.

Dans le domaine du transport, la nature du trafic (approvisionnement inter-îles par navires de relatif faible tonnage, pas de transport de minerai, ...) et de la topographie (lagons de faible étendue par rapport au lagon calédonien, passes parfois impraticables par des navires de fort tonnage), rendent les besoins des pilotes maritimes plus légers qu'en Nouvelle-Calédonie.

De même, si la croisière est également en expansion sur ce territoire, peu d'atolls sont capables d'accueillir des paquebots modernes de grandes dimensions (Fakarava, où le GOP va commencer à travailler fin 2014 est a priori le seul atoll accessible simplement par des paquebots de ce type).

Ainsi, en 2015, l'ensemble des travaux programmés par la BHPF sont des travaux au profit de la défense.

On notera qu'une partie d'entre eux sont probablement assez conjoncturels, car liés aux activités du CEP : dépollution de Hao, renouvellement des installations de télésurveillance de Mururoa.

Les autres concernent principalement les accès aux atolls des Tuamotu.

De nombreux besoins de connaissance bathymétrique pour des applications de type PPML (perliculture, gestion des risques, ...) existent en Polynésie française. Ces travaux, listés dans le schéma directeur pour l'hydrographie, ne sont toutefois pas financés. Le levé lidar planifié en 2015 sur l'archipel de la Société devrait satisfaire une partie d'entre eux.

### 13.1.3. *A Wallis-et-Futuna*

Les besoins à Wallis concernent essentiellement les dessertes maritimes. Le levé réalisé à Mata Utu à l'issue des travaux d'agrandissement et de dragage du port devrait répondre à l'essentiel des besoins primordiaux pour cette île, même si des compléments seront tôt ou tard nécessaires pour les accès à d'autres aménagements.

A Futuna, un levé devra sans doute être programmé une fois que les infrastructures portuaires de Leava auront été mises à niveau.

### 13.2. **Organisation et fonctionnement.**

L'organisation et le fonctionnement du GOP en font un groupe hydrographique dont la situation diffère notablement des autres groupes du SHOM :

Dans le domaine de la gestion, le poids de l'administration est accru par la duplication des bases, le nombre de conventions spécifiques gérées par le groupe (relation avec les territoires, MCN, ...), et le faible nombre d'agents pouvant traiter ces sujets.

Sur le plan technique, la quasi-impossibilité pour le directeur technique de suivre l'exécution des travaux, et l'absence d'ingénieur hydrographe adjoint compliquent la rédaction de levés souvent délicats du fait de l'environnement corallien.

Enfin, l'absence de moyens nautiques vraiment hauturiers se traduit finalement par une organisation plus compliquée des travaux et des accès difficiles à certaines zones.

Aucune de ces difficultés n'est bloquante. Il faut toutefois veiller à trouver un équilibre entre acquisition et rédaction, de sorte à être en mesure de maintenir un âge des levés acceptable, ainsi qu'à ne pas alourdir encore davantage les tâches de gestion du groupe.

Enfin, du fait des effectifs limités dans chacune des bases et de la très grande diversité des activités, le personnel affecté au GOP, quelle que soit sa spécialité, doit être expérimenté et autonome (le temps disponible pour le compagnonnage est de fait très réduit), mais également motivé et capable de s'adapter à l'ensemble des actions qui sont à conduire et dont une bonne partie est assez éloignée des spécialités d'origine.

L'ingénieur en chef de 2<sup>e</sup> classe des études et techniques d'armement Patrick Michaux  
directeur du groupe océanographique du Pacifique

**Annexe 1 : Références des levés et rapports particuliers.**

Ne sont listés ci-dessous que les levés dont la rédaction par le GOP a été achevée ou entamée entre le 7 août 2012 et le 8 août 2014.

Intitulé	N°du levé	Approbation	Références RP
<b>BHNC</b>			
Travaux hydrographiques à Maré	S201203500	<i>Décision de validation n° 59/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 4 juin 2013</i>	RAP2012-097
Travaux hydrographiques en baie de Sainte Marie	S201207800	<i>Décision de validation n°132/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 24 octobre 2013</i>	RAP2013-009
Travaux hydrographiques à Port-Ounia	S201200700	<i>Décision de validation n° 150/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 4 décembre 2013</i>	RAP2013-005
Travaux hydrographiques dans la passe de La Havannah	S201205700	<i>Décision de validation n° 152/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 4 décembre 2013</i>	RAP2012-110
Installation de la station de surveillance du niveau de la mer et de détection de l'aléa tsunami à Futuna (Leava)	S201303800	<i>Décision de validation n° 158 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 4 décembre 2013</i>	RAP2013-052
Stéréopréparation à Ugué	S201302600	<i>Décision de validation n° 144/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 19 novembre 2013</i>	RAP2013-073
Travaux hydrographiques aux abords de Wé Spatiopréparation à Lifou	S201106700	<i>Décision de validation n°168 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 19 décembre 2013</i>	RAP2012-091
Levé d'une voie recommandée à l'ouest du Récif des Français et de spatiopréparation du Récif des Français	S201209100	<i>Décision de validation n° 46 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 3 mars 2014</i>	RAP2013-039

Intitulé	N°du levé	Approbation	Références RP
Voies recommandées d'accès à la Baie Ngo (2012)	S201207100	décision de validation n° 87 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 05 juin 2014.	RAP2013-040
Détermination des références altimétriques maritimes à Yaté	S201306200	décision de validation n° 102 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 30 juin 2014	RAP2014-029
Recherches par plongeurs dans le port de Wé	S201406300	Décision de validation n° 106 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 9 juillet 2014	RAP2014-109
Voies recommandées de la Passe de la Sarcelle à l'île des Pins	S201207200	Décision de validation n° 137 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 17 novembre 2014	RAP2013-084
Levé de voie recommandée des îles Belep au Grand Passage (2013)	S201305000	En cours de rédaction	/
Levé de voie recommandée des îles Belep au Grand Passage (2014)	S201405400	En cours de rédaction	/
Accès à la baie Ngo (2013)	S201308500	En cours de rédaction	/
Travaux hydrographique à Nakéty	S201300600	En cours de rédaction	/
Détermination des références altimétriques maritimes à Poro	S201304500	En cours de contrôle par le directeur technique	/
Détermination des références altimétriques maritimes à Bourail	S201304500	En cours de rédaction	/
Stéréopréparation à Poro	S201307600	En cours de rédaction	/
Travaux	S201308400	En cours de rédaction	/

Intitulé	N° du levé	Approbation	Références RP
hydrographiques à Wallis			
Détermination des références altimétriques maritimes à Mamié	S201401500	<i>En cours de rédaction</i>	/
Levé de zone de mouillages de paquebots à Easo	S201402700	<i>En cours de rédaction</i>	/
Stéréopréparation à l'île des Pins	S201402800	<i>En cours de rédaction</i>	/
Levé des approches de Poro	S201402600	<i>En cours de rédaction</i>	/
Compléments aux voies recommandées de la Passe de Boulari au canal de Woodin	S20140500	<i>En cours de rédaction</i>	/
Levé de pastilles lidar à Nouméa	S201401400	<i>En cours de rédaction</i>	/
<b>BHPF</b>			
MCO du marégraphe permanent de Huahine	s.o	s.o	NE n° 103/SHOM/GOP/NP du 28 juin 2012 n° 60/SHOM/GOP/BHPF/NP du 7 décembre 2012
Travaux hydrographiques à Moorea - levé de la passe d'Avaroa, d'un nouveau point de mouillage au nord de la baie de Cook et de la darse de Pao Pao	S201102300	<i>Décision de validation n° 93/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 18 juillet 2013</i>	RAP2012-042
Installation de la station de surveillance du niveau de la mer de Rikitea (Archipel des	S201200600	<i>Décision de validation n° 87/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 4 juillet 2013</i>	RAP2012-103

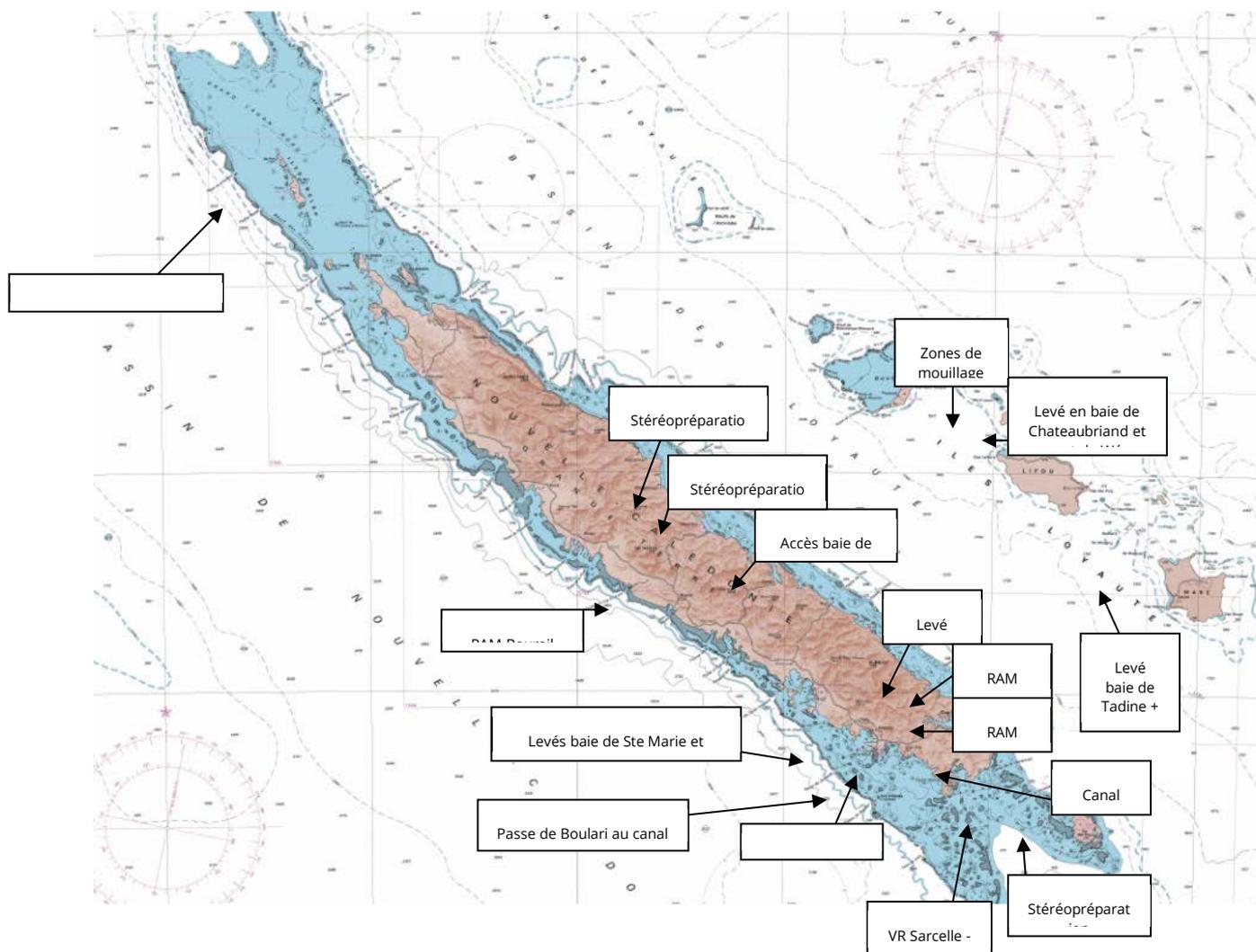
Intitulé	N°du levé	Approbation	Références RP
Gambier)			
Travaux hydrographiques sur l'atoll de Hao	S201207900	Décision de validation n° 141/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 6 novembre 2013	RAP2013-019
Travaux topographiques sur l'atoll de Tureia	S201209800	Décision de validation n° 98/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 23 juillet 2013	RAP2013-033
Détermination des références altimétrique maritimes à Apataki (Archipel des Tuamotu)	S201109800	Décision de validation n° 118/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 19 septembre 2013	RAP2013-030
Détermination des références altimétriques maritimes à Manihi (Archipel des Tuamotu)	S201101600	Décision de validation n° 117/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 19 septembre 2013	RAP2013-031
Détermination des références altimétrique maritime à Kauehi. (Archipel des Tuamotu)	S201109900	Décision de validation n° 119/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 19 septembre 2013	RAP2013-045
Travaux hydrographiques à Clipperton	S201107000	Décision de validation n° 131/SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 24 octobre 2013	RAP2013-044
Détermination des références altimétrique maritime et stéréopréparation à Katiu	S201209700	Décision de validation n° 55 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 18 mars 2014	RAP2013-081
Levé bathymétrique à Teahupoo	S201104100	Décision de validation n° 99 SHOM/DOPS/ MIP/HYDRO/NP du 24 juin 2014	RAP2013-040
Travaux hydrographiques à Bora-Bora	S201300300	Décision de validation n° 125 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 26 septembre 2014	RAP2014-040
Travaux hydrographiques à Clipperton	S201301500	En vérification depuis le 21 juillet 2014.	RAP2013-020
Rapport des /	/	Approuvé le 27 mai 2014	RAP2014-034

Intitulé	N°du levé	Approbation	Références RP
installations et étalonnages des marégraphes réalisés par le GOP en 2013			
Levé bathymétrique de Port Phaeton	S201206600	<i>En cours de rédaction</i>	/
Levé des accès à Port Bourayne (Huahine)	S201307900	<i>En cours de rédaction</i>	/
Spatiopréparation à Raraka	S20140700	<i>En cours de rédaction</i>	/
Installation du MCN de Makemo	S201307800	<i>En cours de rédaction</i>	/
Levé de pastilles lidar à Tahiti	S201304200	<i>En cours de rédaction</i>	/
Recherche d'obstructions à Hao	S201401700	<i>En cours de rédaction</i>	/

Intitulé	Référence
BHNC	
<b>2012</b>	
MCO MCN Ouinné 2012	Note express n° 11/SHOM/GOP/NP du 28 janvier 2013
MCO MCN Hienghène 2012	Note express n° 223/SHOM/GOP/NP du 14 décembre 2012
MCO MCN Numbo août 2012	Note express n° 169/SHOM/GOP/NP du 25 septembre 2012
<b>2013</b>	
MCO n° 1/2013 – MCN Hienghène	Note express n° 97/SHOM/GOP/BHNC/NP du 30 mai 2013
MCO n° 1/2013 – MCN Numbo	Note express n° 63/SHOM/GOP/BHNC/NP du 25 mars 2013
MCO n° 1/2013 – MCN Ouinné	Compte-rendu n° 160/SHOM/GOP/NP du 23 août 2013

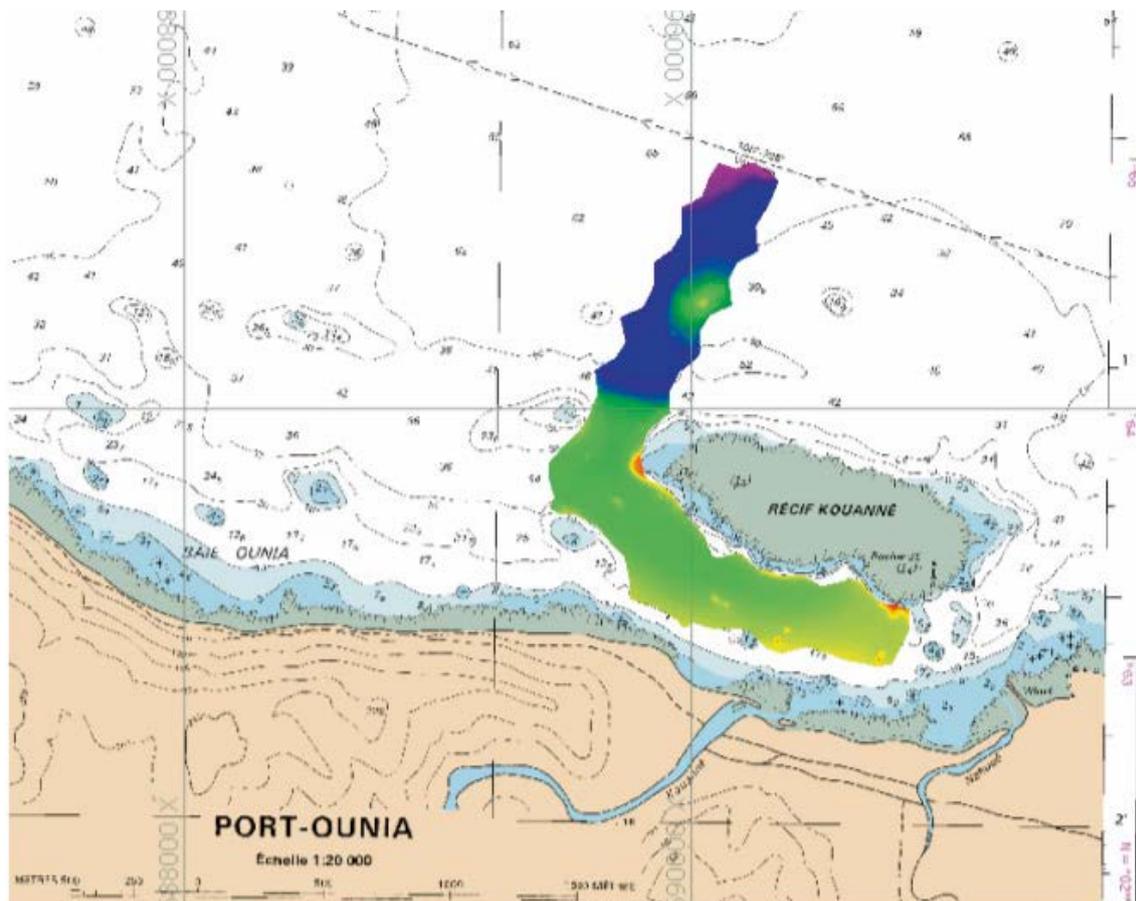
MCO n° 1/2013 – MCN Lifou	Note express n° 144/SHOM/GOP/BHNC/NP du 30 juillet 2013
MCO n° 1/2013 – MCN Maré	Note express n° 145/SHOM/GOP/BHNC/NP du 30 juillet 2013
MCO n° 2/2013 – MCN Hienghène	Compte-rendu n° 204/SHOM/GOP/NP du 23 octobre 2013
MCO n° 2/2013 – MCN Ouinné	Compte-rendu n° 208/SHOM/GOP/NP du 25 octobre 2013
MCO n° 2/2013 – MCN Numbo	Compte-rendu n° 194/SHOM/GOP/NP du 1 <sup>er</sup> octobre 2013
MCO n° 2/2013 – MCN Lifou	Compte-rendu n° 220/SHOM/GOP/NP du 13 novembre 2013
MCO n° 2/2013 – MCN Maré	A paraître : MCO en décembre 2013
MCO n° 1/2013 – MCN Futuna	RAP2013-052
MCO n° 2/2013 – MCN Futuna	Compte-rendu n° 31/SHOM/GOP/NP du 25 février 2014
<b>2014</b>	
MCO n° 1/2014 – MCN Hienghène	compte rendu n° 93 SHOM/GOP/NP du 26 mai 2014.
Intervention MCN Maré	compte rendu n° 66 SHOM/GOP/NP du 01/04/14
MCO n° 1/2014 – MCN Ouinné	compte rendu n° 94 SHOM/GOP/NP du 26 mai 2014.
MCO n° 1/2014 – MCN Lifou	A paraître : MCO en juin 2014
MCO n° 1/2014 – MCN Futuna	compte rendu n° 120/SHOM/GOP/NP du 17 juin 2014
MCO n° 1/2014 – MCN Maré	compte rendu n° 136/SHOM/GOP du 2 juillet 2014
MCO du MCN de Futuna	compte-rendu n° 120 SHOM/GOP/NP du 17/06/2014

BHPF	
<b>2012</b>	
MCO 2012 n° 2 - Tubuai	Note express n° 59/SHOM/GOP/BHPF/NP du 7 décembre 2012
MCO 2012 n° 2 - Huahine	Note express n° 60/SHOM/GOP/BHPF/NP du 7 décembre 2012
MCO 2012 n° 2 - Rangiroa	Note express n° 61/SHOM/GOP/BHPF/NP du 7 décembre 2012
<b>2013</b>	
MCO 2013 - MCN Rangiroa	Compte-rendu n° 230/SHOM/GOP/NP du 10 décembre 2013
MCO 2013 - MCN Rikitea	Compte-rendu n° 25/SHOM/GOP/NP du 14 février 2014
MCO 2013 - MCN Tubuai	Compte-rendu n° 242/SHOM/GOP/NP du 26 décembre 2013
MCO 2013 - MCN Vairao	Compte-rendu n° 15/SHOM/GOP/NP du 15 janvier 2014
MCO 2013 - MCN Papeete	Compte-rendu n° 159/SHOM/GOP/NP du 22 août 2013
Installation MCN Makemo	Compte-rendu n° 24/SHOM/GOP/NP du 14 février 2014
<b>2014</b>	
MCO 2014 - MCN Rangiroa	Compte-rendu n° 151/GOP/NP du 28 juillet 2014
MCO2014 - MCN Tubuai	Compte-rendu à paraître.

**Annexe 2 : Localisation des zones de travaux.****Travaux réalisés et/ou rédigés en Nouvelle-Calédonie d'août 2012 à août 2014**

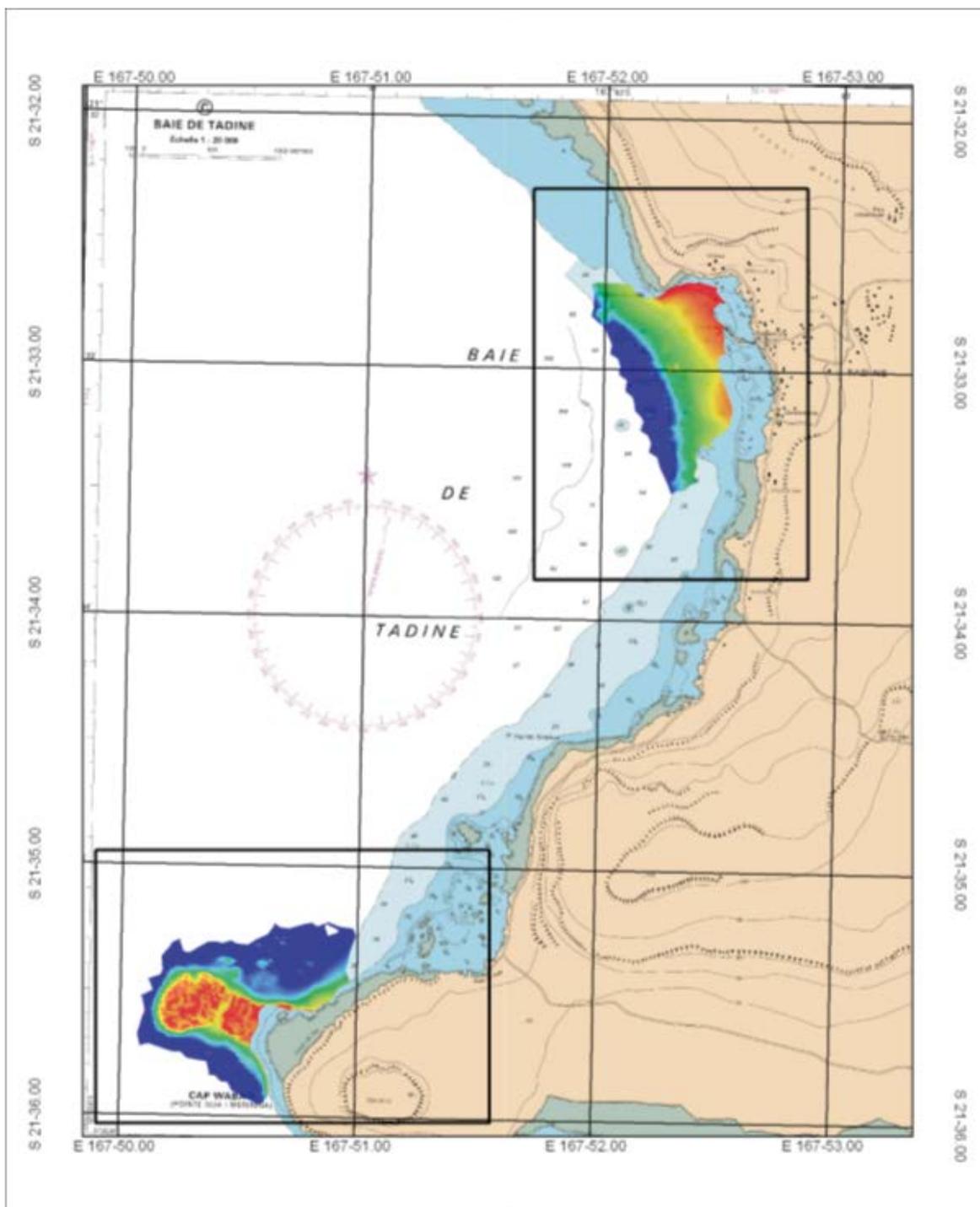
Levé des voies d'accès à Port Ounia, du 26 au 30 mars 2012

(extrait CM 7011)



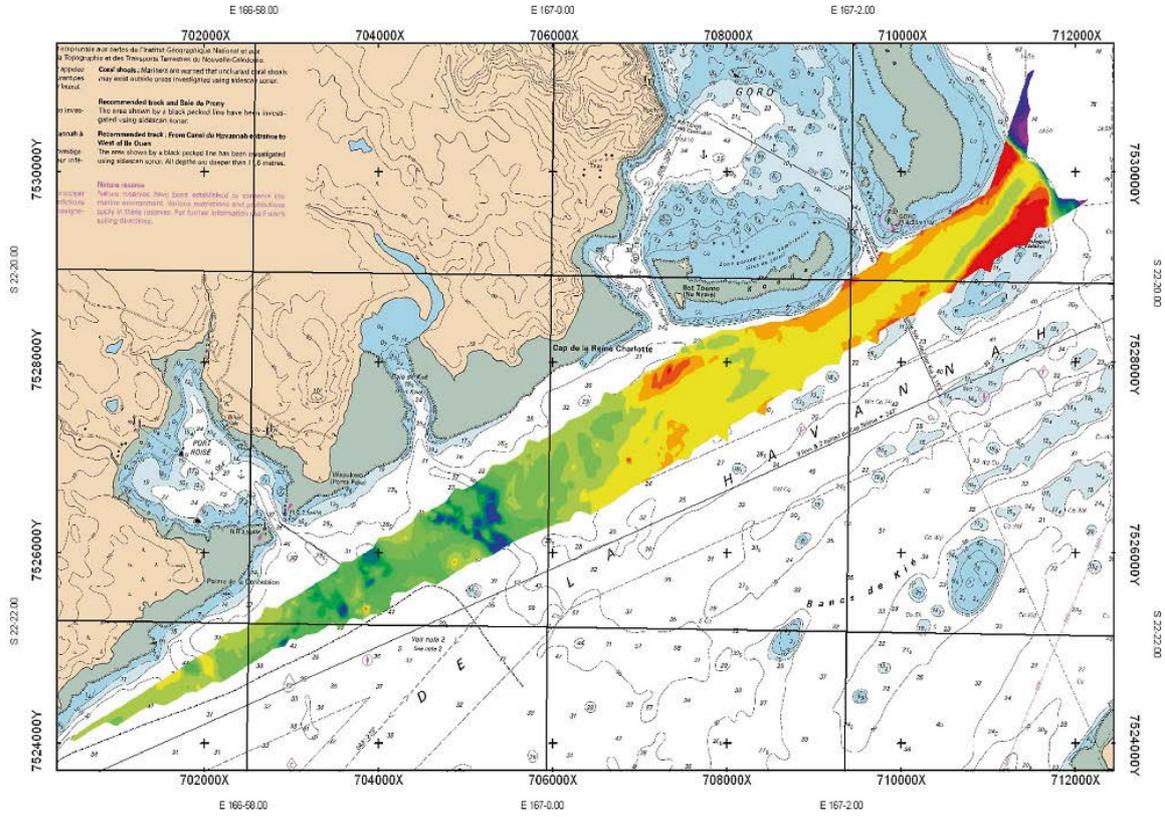
Levés de la baie de Tadine et du cap Wabao - 16 au 27 avril 2012

(Extrait CM7259)



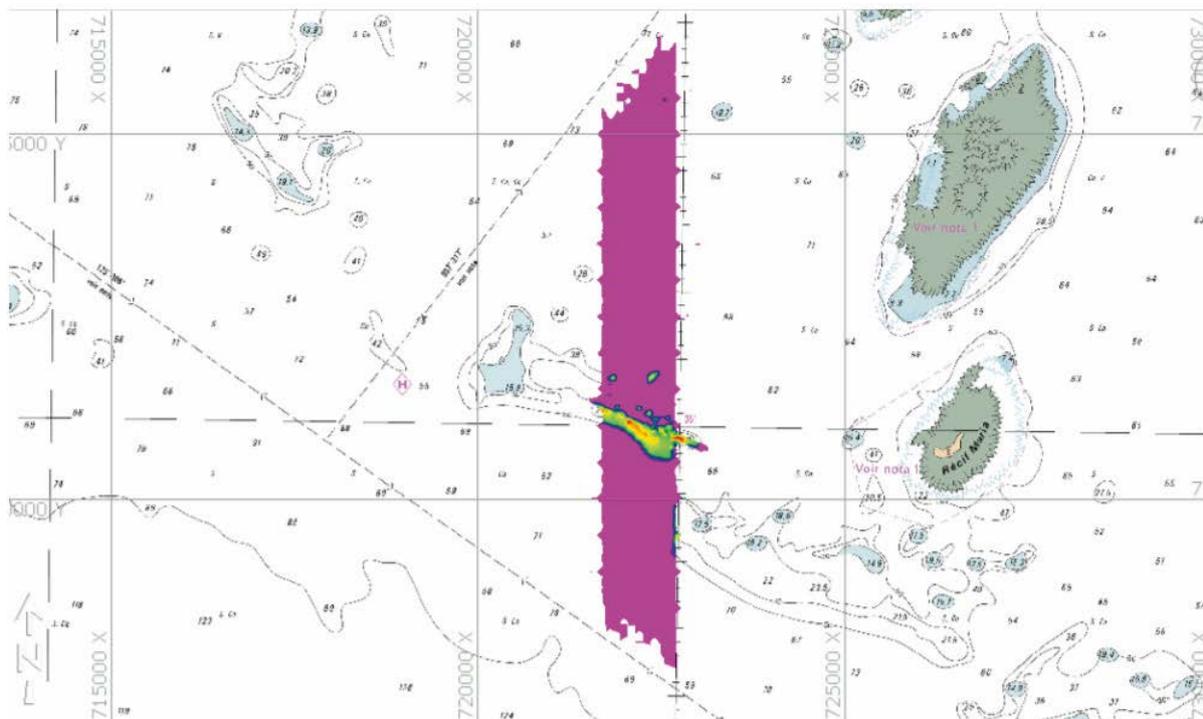
Levé du canal de la Havannah du 4 au 15 juin 2012

(Extrait CM7645)



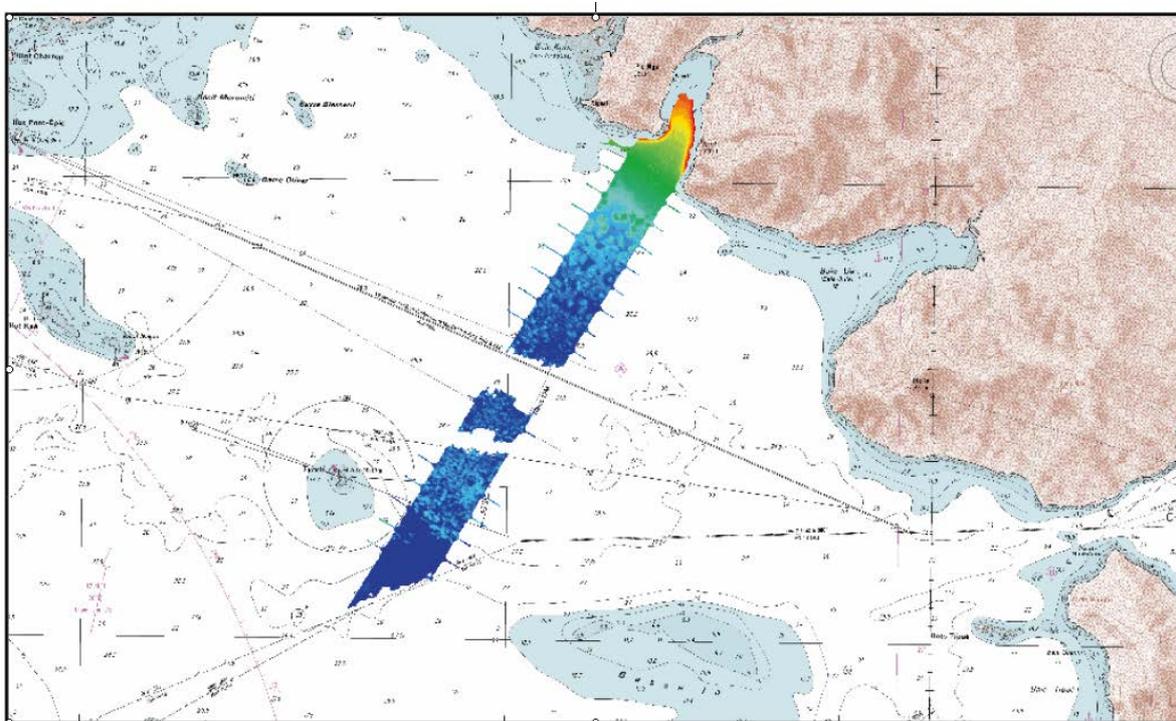
Levé de la passe de la Sarcelle – 6 au 17 août 2012

(Extrait CM6933)



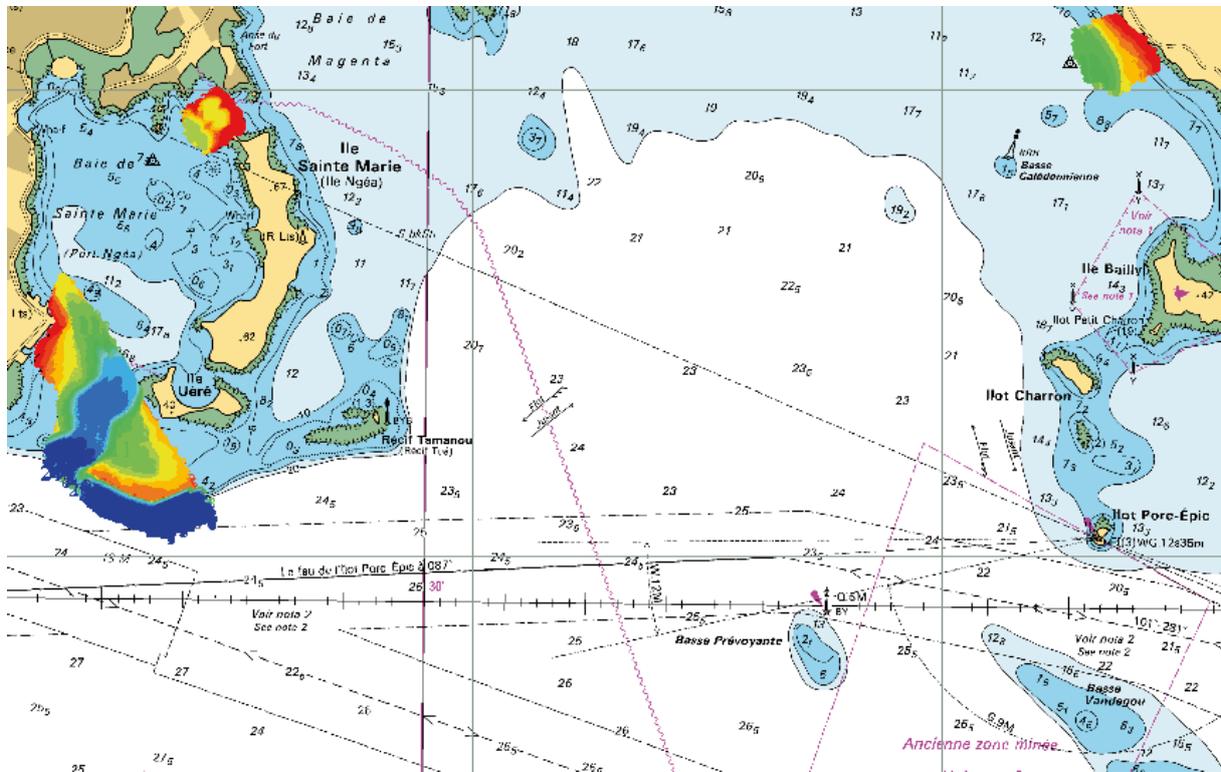
Levé des accès et de la baie Ngo - 30 juillet au 8 novembre 2012

(Extrait CM6827)



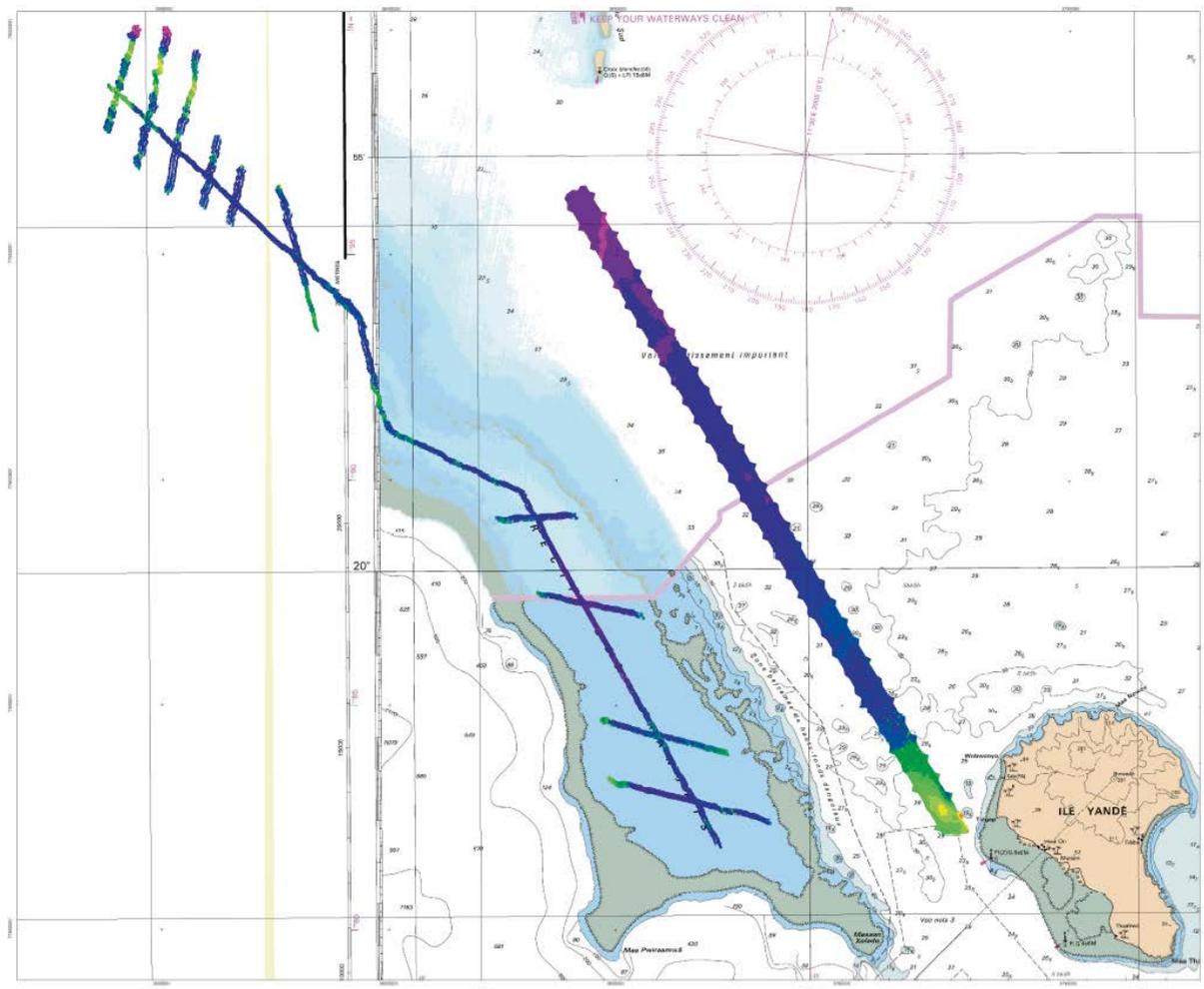
Levé en baie de Sainte Marie à Nouméa – septembre et octobre 2012

(Extrait CM6687)

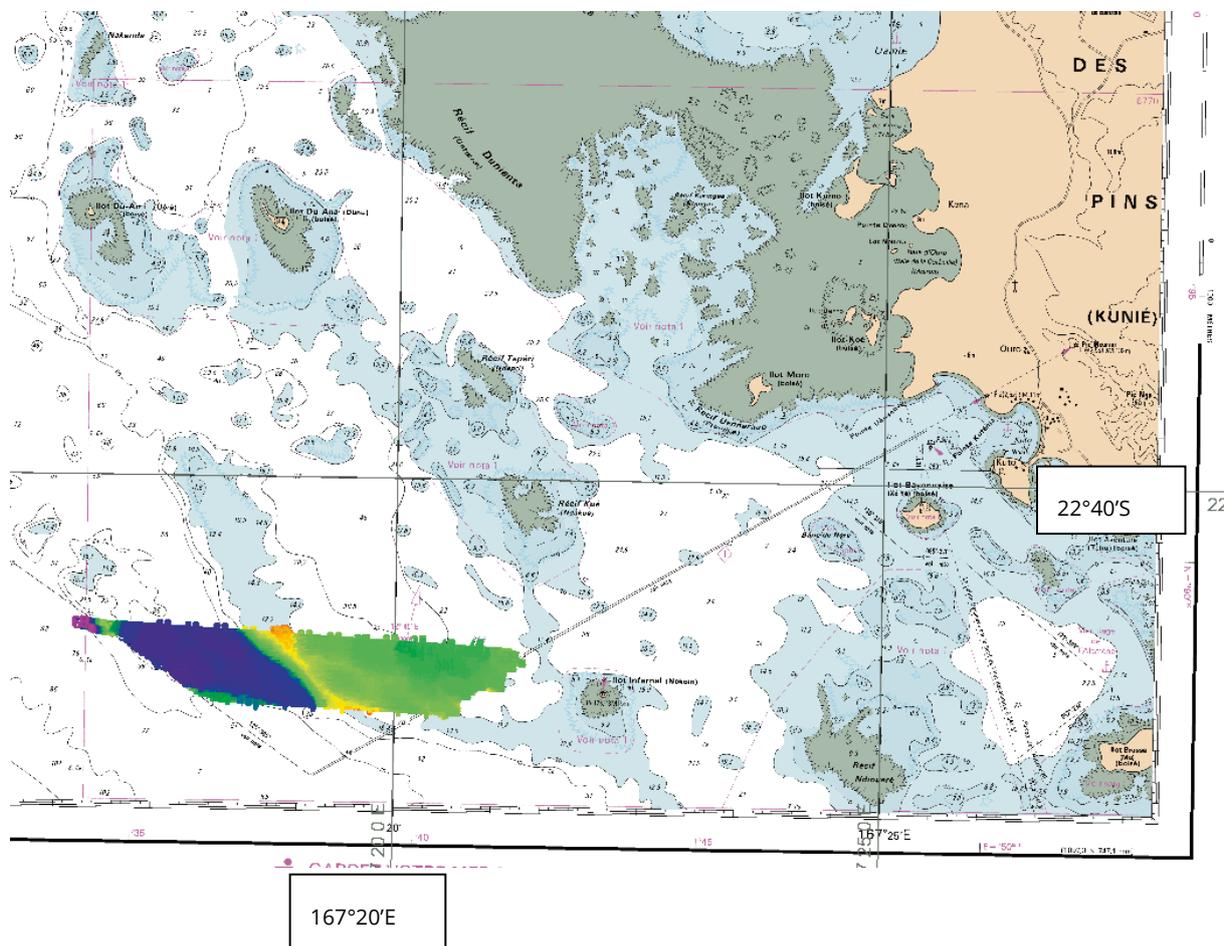


Levé de la voie recommandée vers les îles Belep et transects bathymétriques sur le récif des Français - 12 au 28 novembre 2012

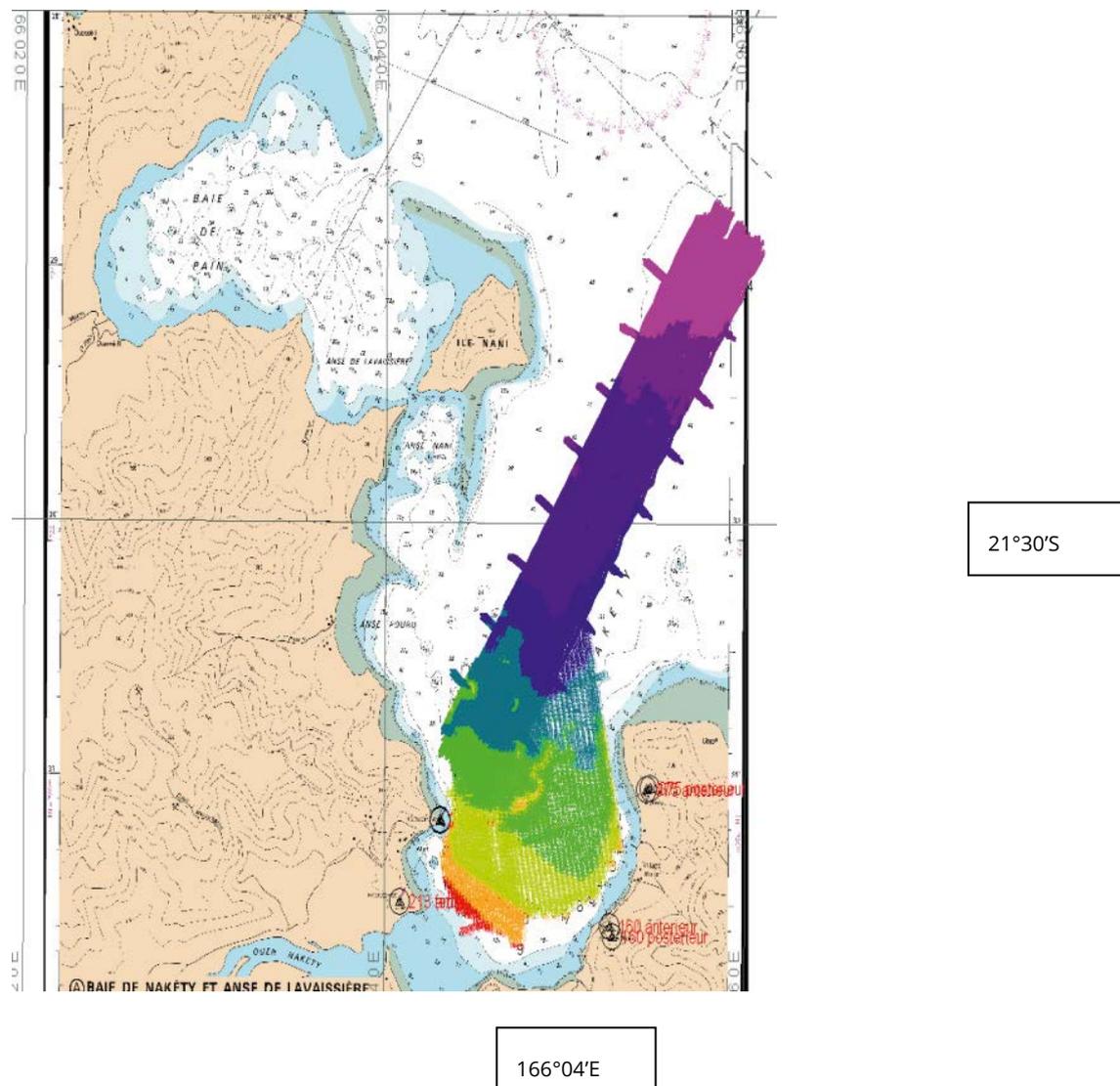
Extrait CM7318



Levé de voies recommandées de la passe de la Sarcelle à l'île des Pins (S201207200)  
 (extrait CM 6933) – levé du 25 mars au 5 avril 2013 uniquement



Levé S201300600 – Baie de Nakéty – 18 au 27 février 2013  
(extrait CM 7073 – cartouche A)



Levé de compléments à Lifou (S201106700)

Du 16 août au 26 octobre 2011.

Compléments du 22 au 26 avril 2013.

Compléments les 1<sup>er</sup> et 2 avril 2014 (levé S201406300)

Extrait CM 6820

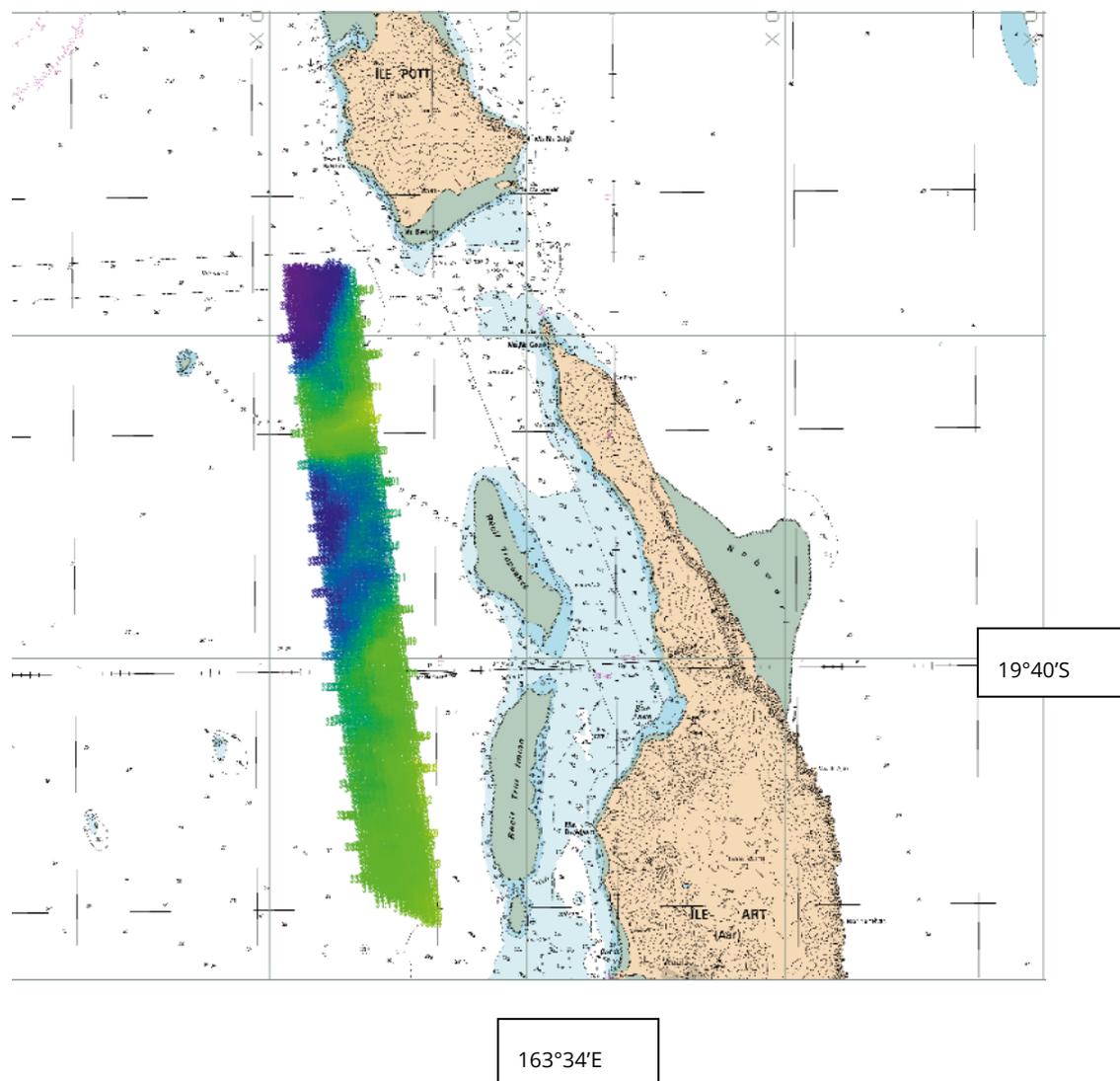
167°16'E

313

Levés de voies recommandées pour l'accès aux Belep - S201305000

8 au 19 juillet 2013

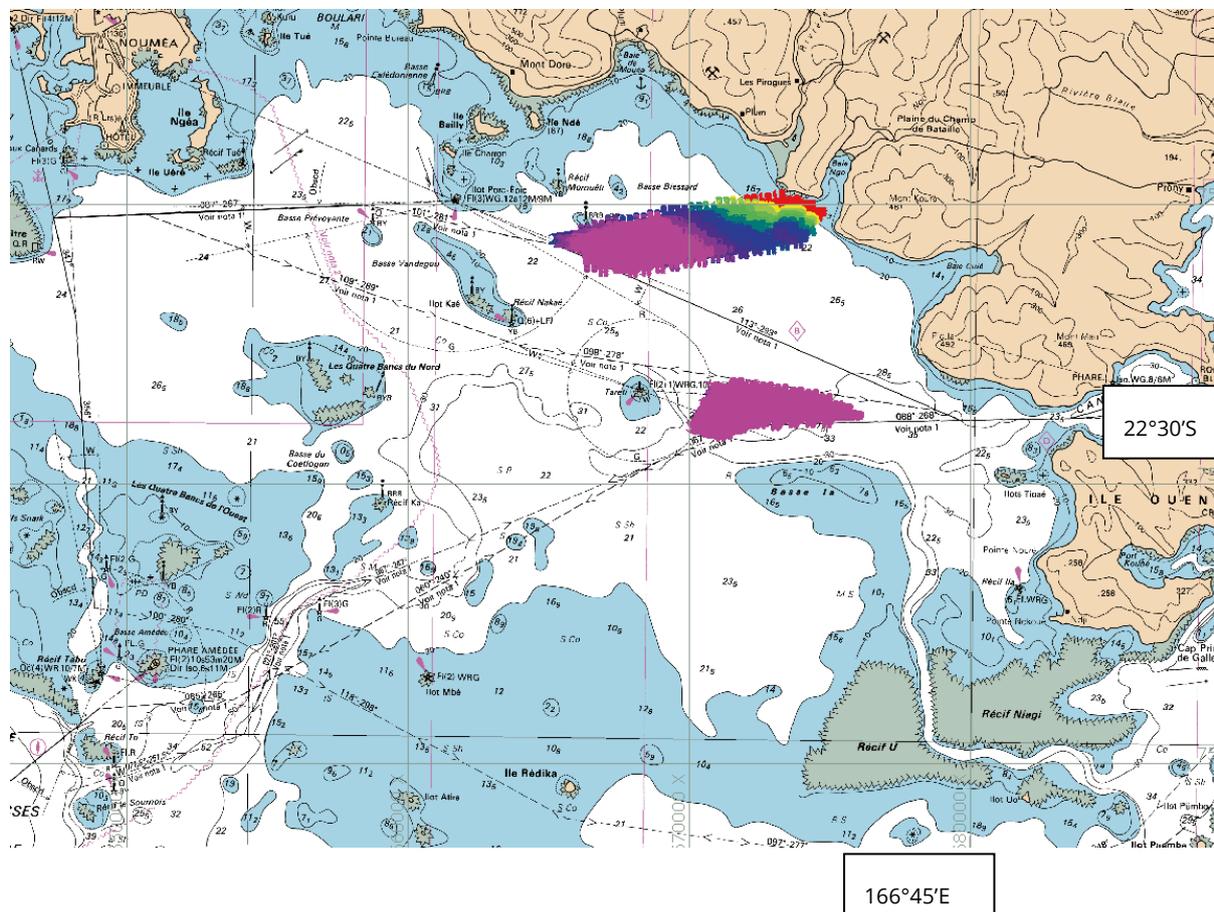
Extrait CM 7758



Levé des accès à la baie Ngo (S201308500)

(extrait CM 7052)

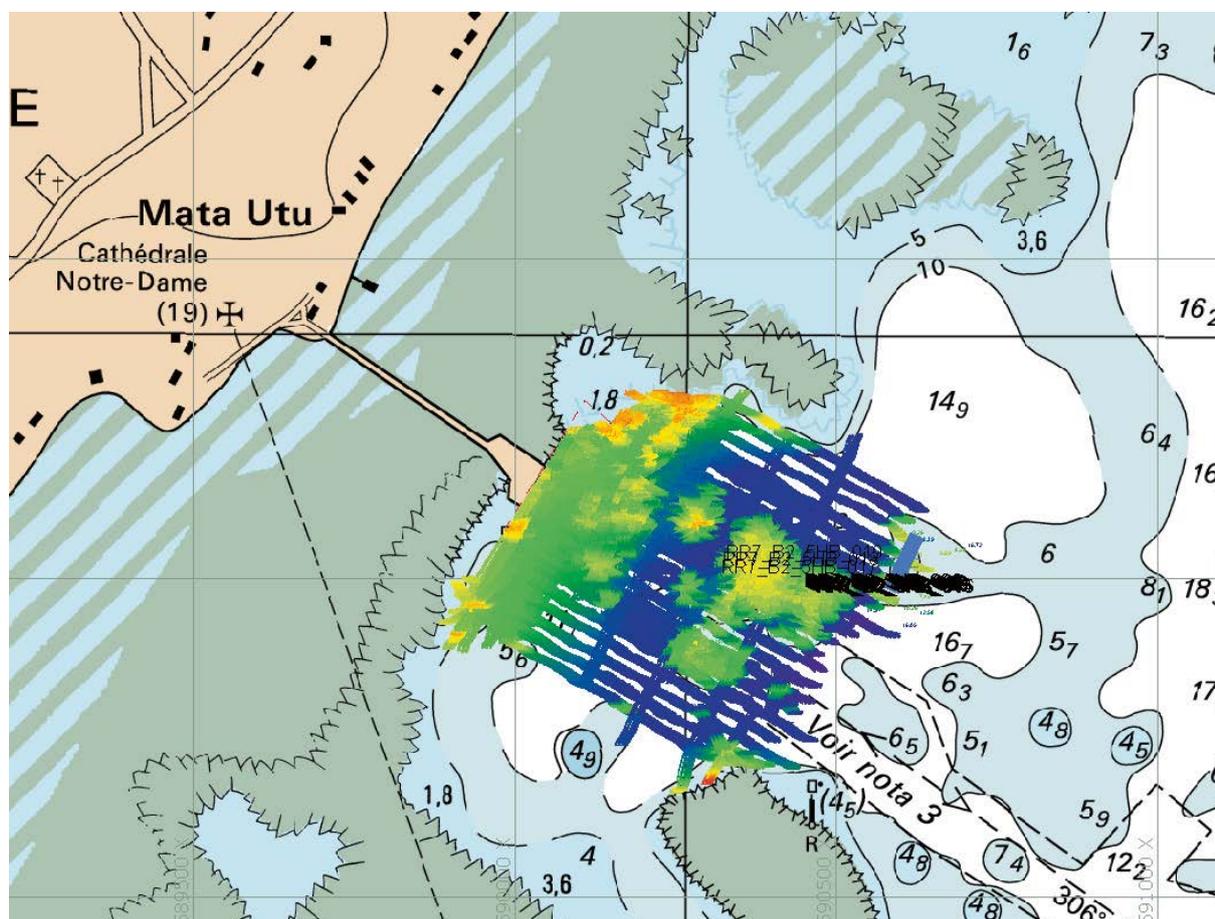
25 septembre au 10 octobre 2013



Levé du port de Mata Utu - Wallis (S201308400)

16 novembre au 7 décembre 2013

(extrait CM6876)



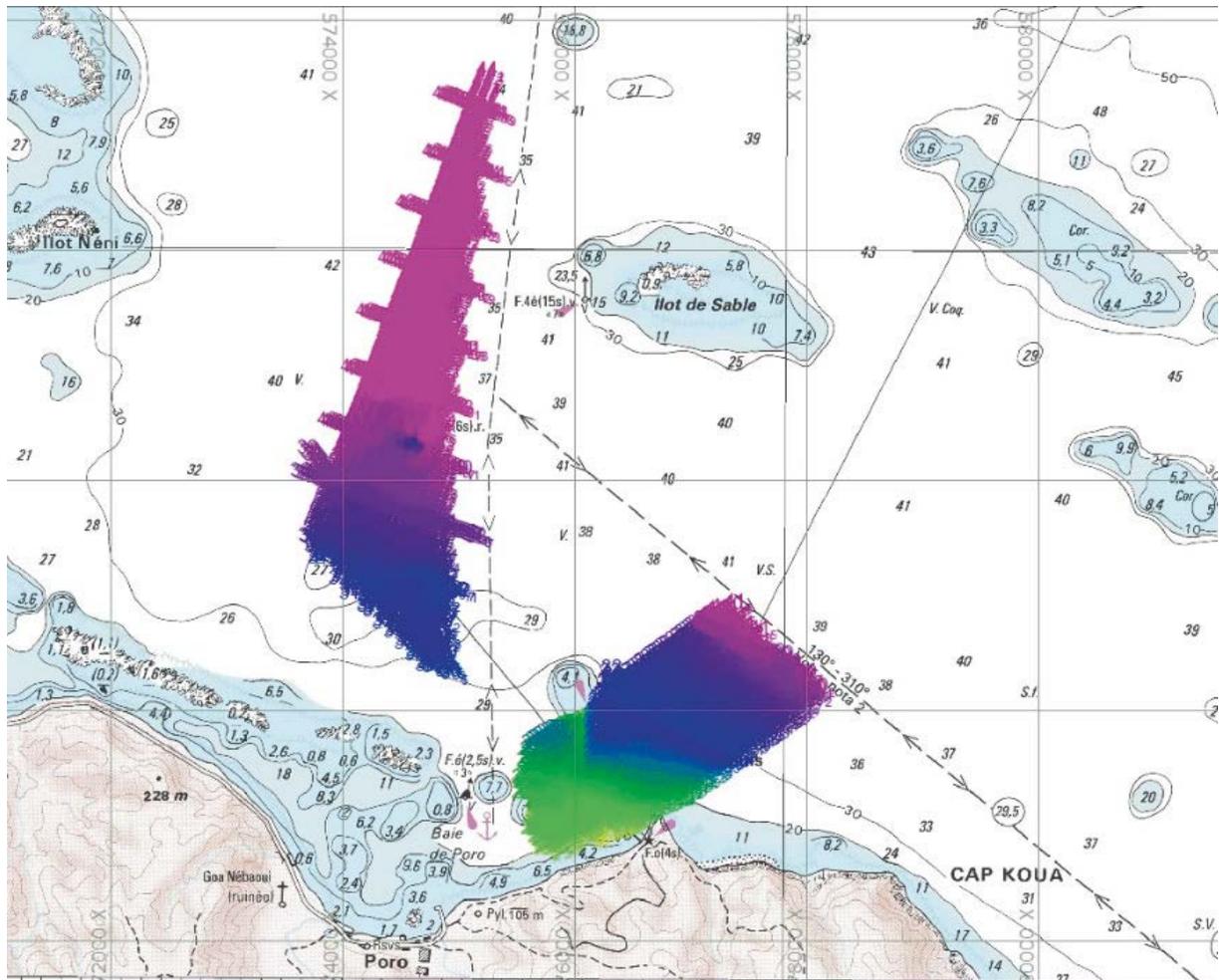
13°17'S

176°10'W

Levé des accès à Poro – S201402600

31 mars au 11 avril 2014

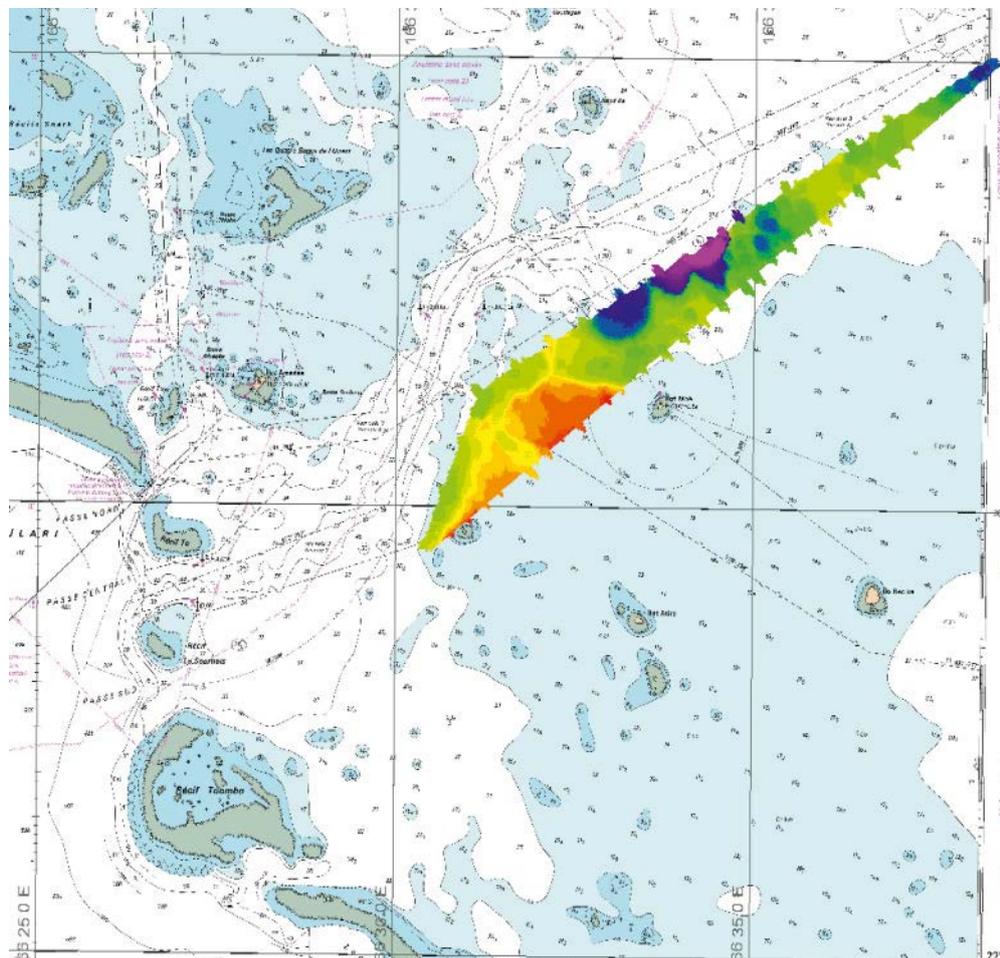
Extrait CM 6537

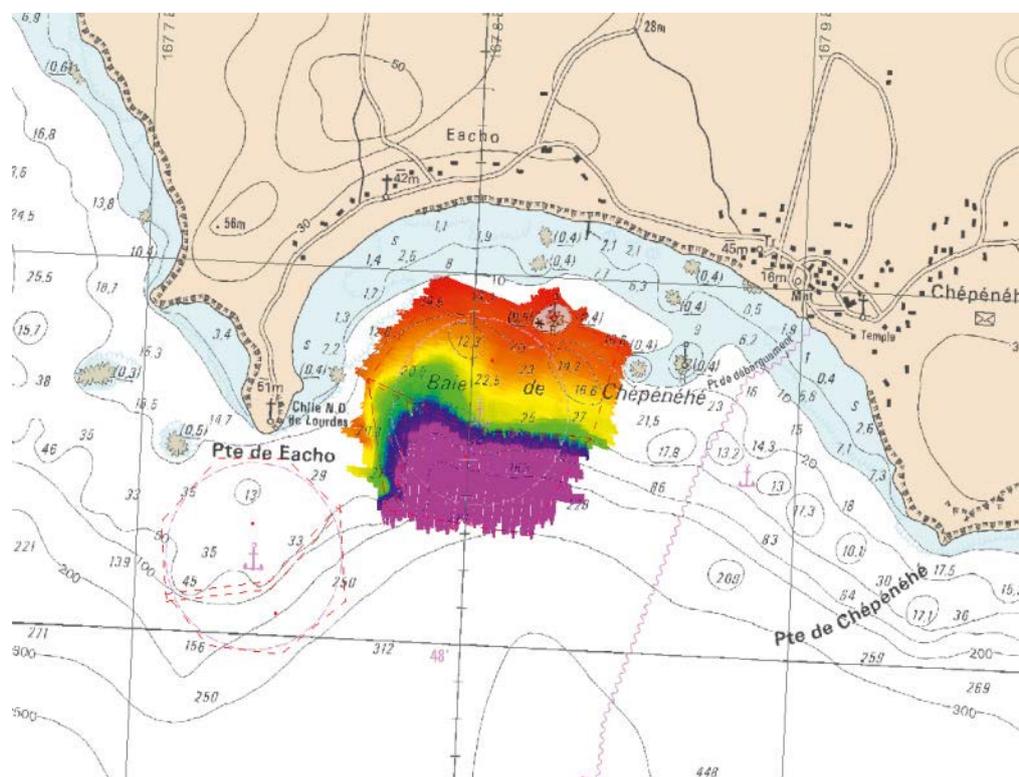


# Levé de compléments aux voies recommandées entre la passe de Boulari et le canal de Woodin - Levé S201405000

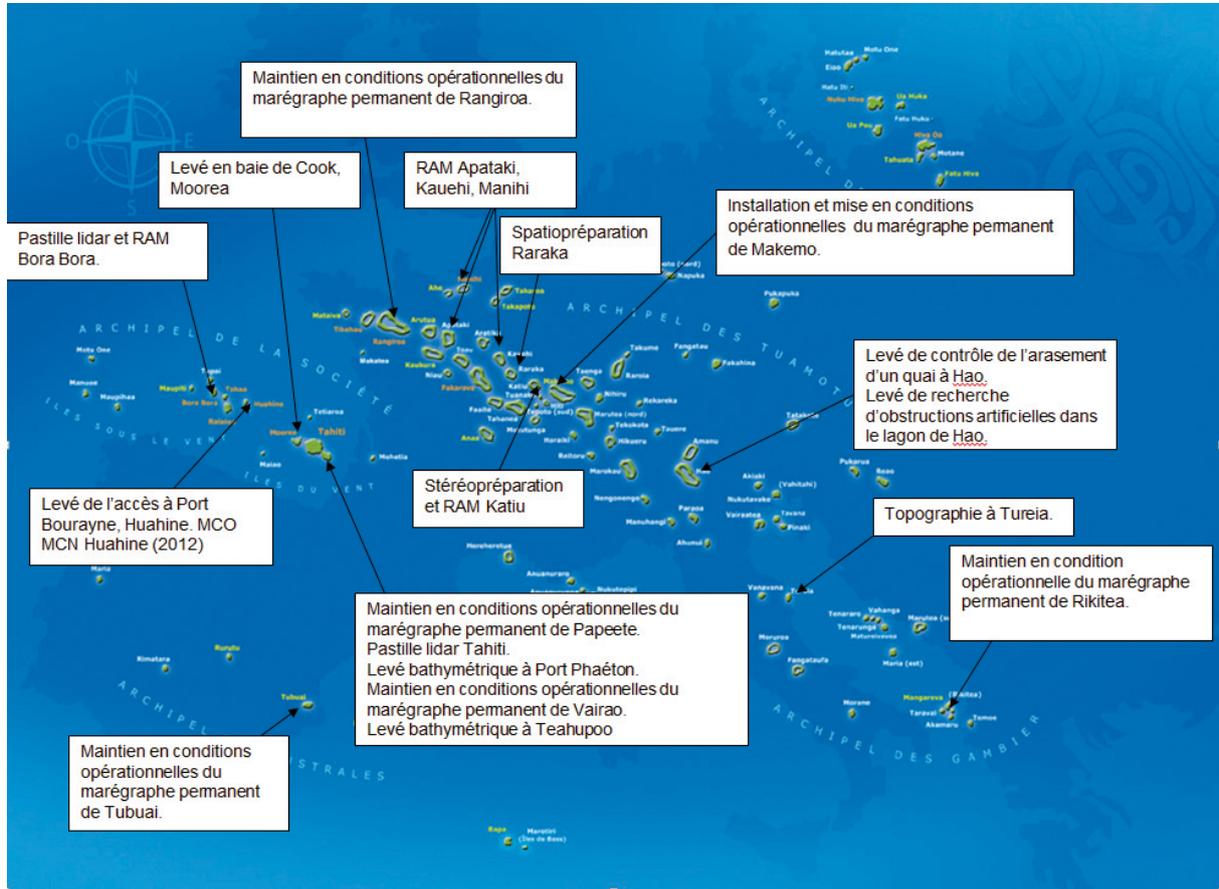
10 au 13 juin 2014

Extrait CM 6687



**Levé de zone de mouillage pour paquebots à Easo (Lifou)****Levé S201402700****4 au 10 avril 2014****Extrait CM 6820**

Travaux réalisés et/ou rédigés en Polynésie Française d'août 2012 à août 2014



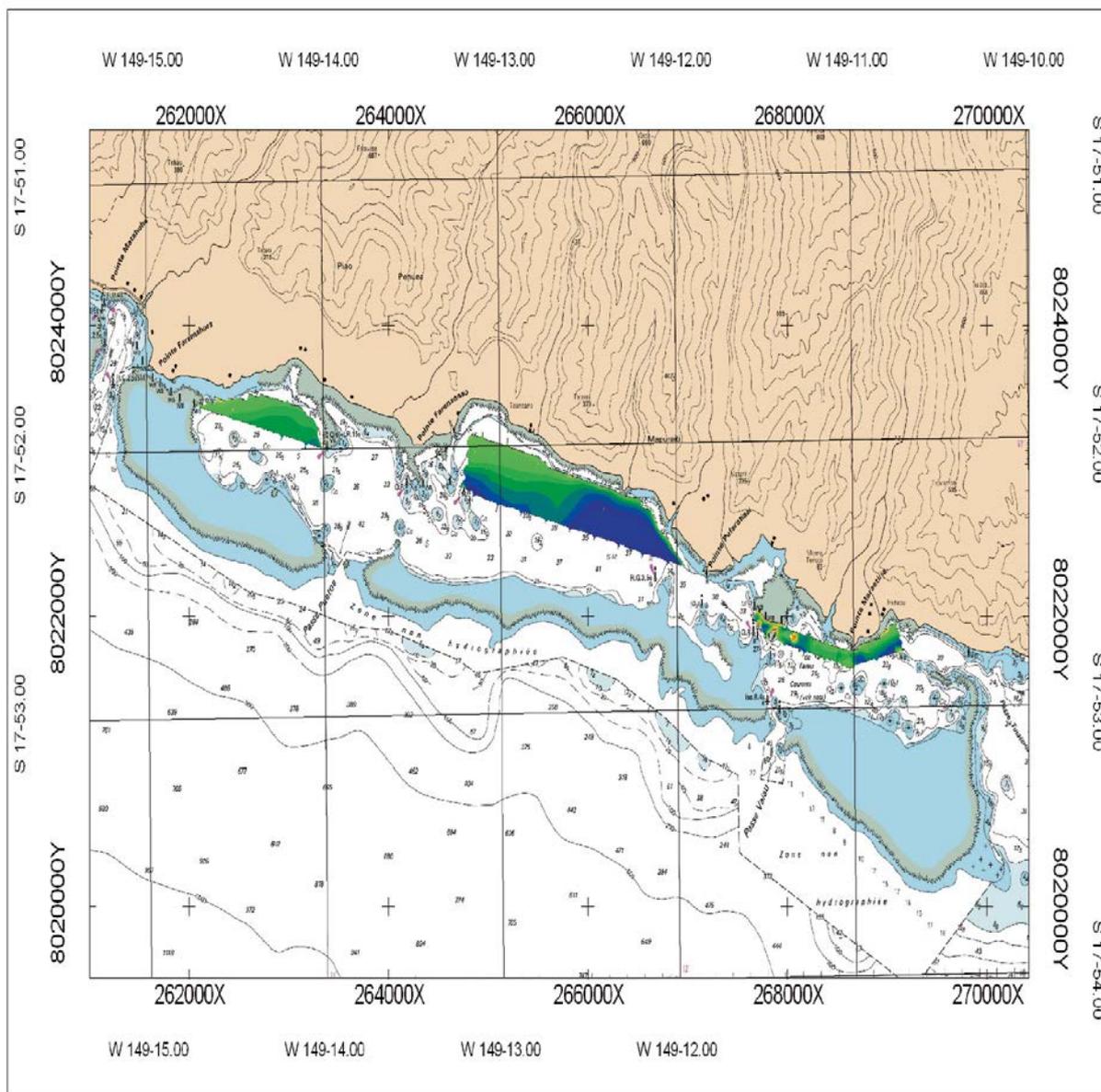
(La carte d'Europe en filigrane donne l'échelle des distances entre les différents lieux d'intervention de la BHPF).

Levé de Teahupoo – S201104100

11 au 27 mai puis 30 novembre au 16 décembre 2011.

Compléments en janvier 2014

(Extrait CM 7305)

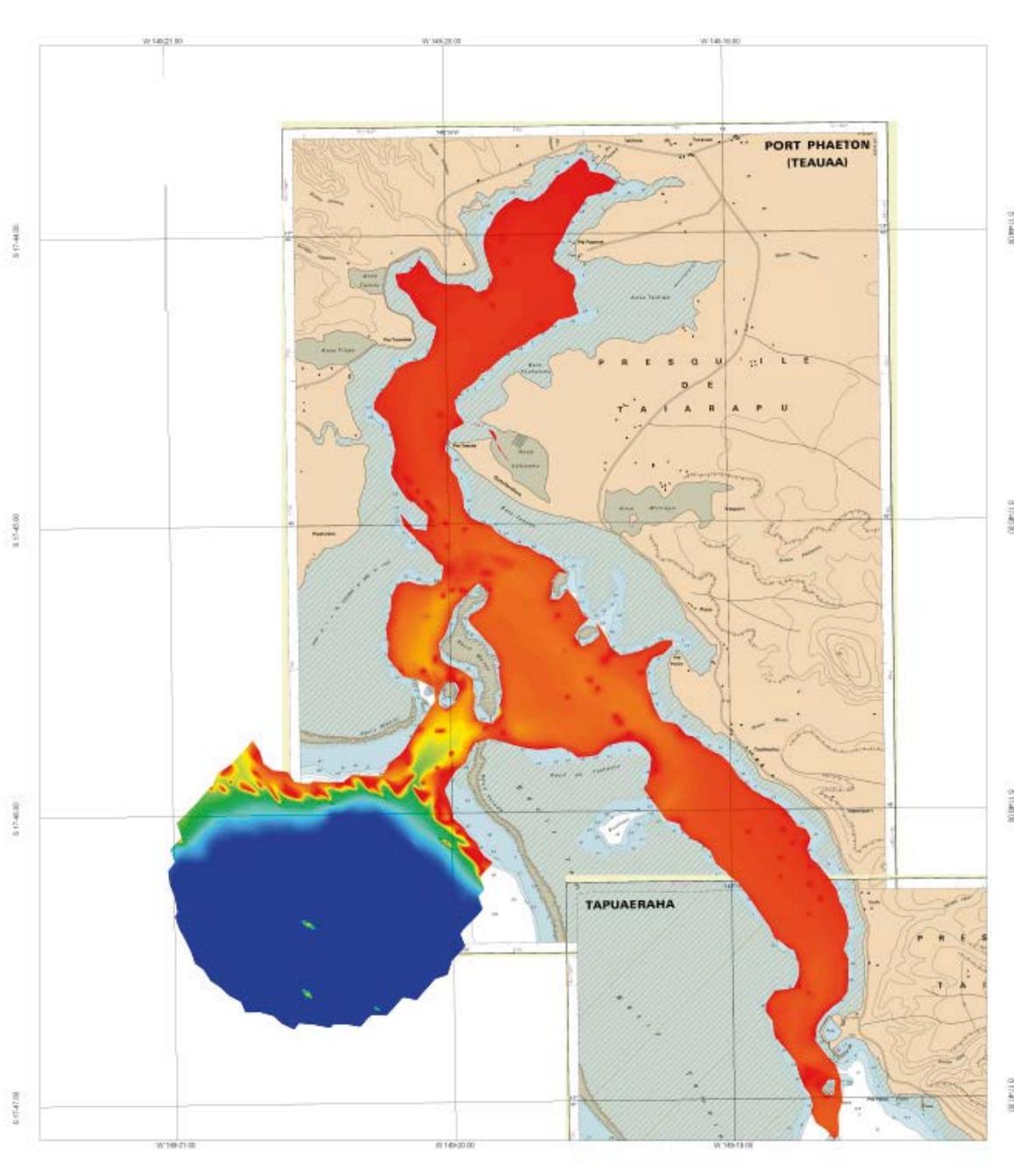


Levé de Port Phaeton – S201206600

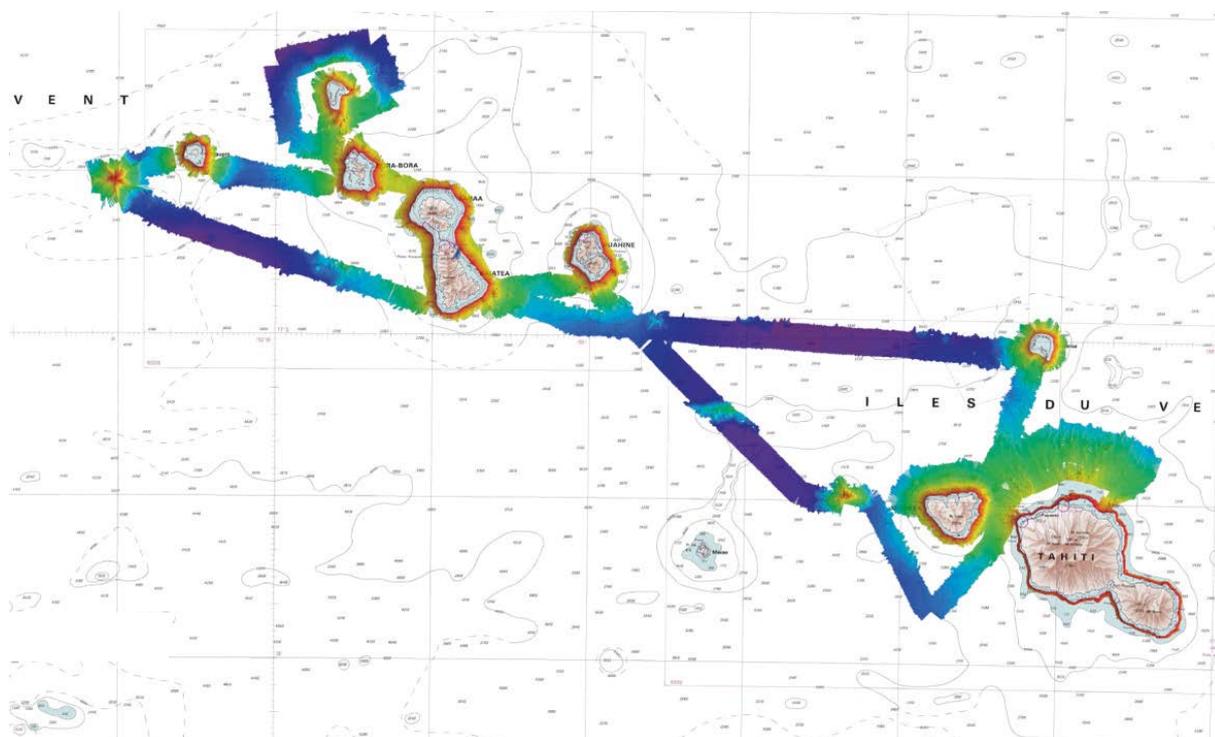
Mai - juin 2012

(Extrait CM6717)

(Note : le modèle numérique de terrain est issu de données brutes)



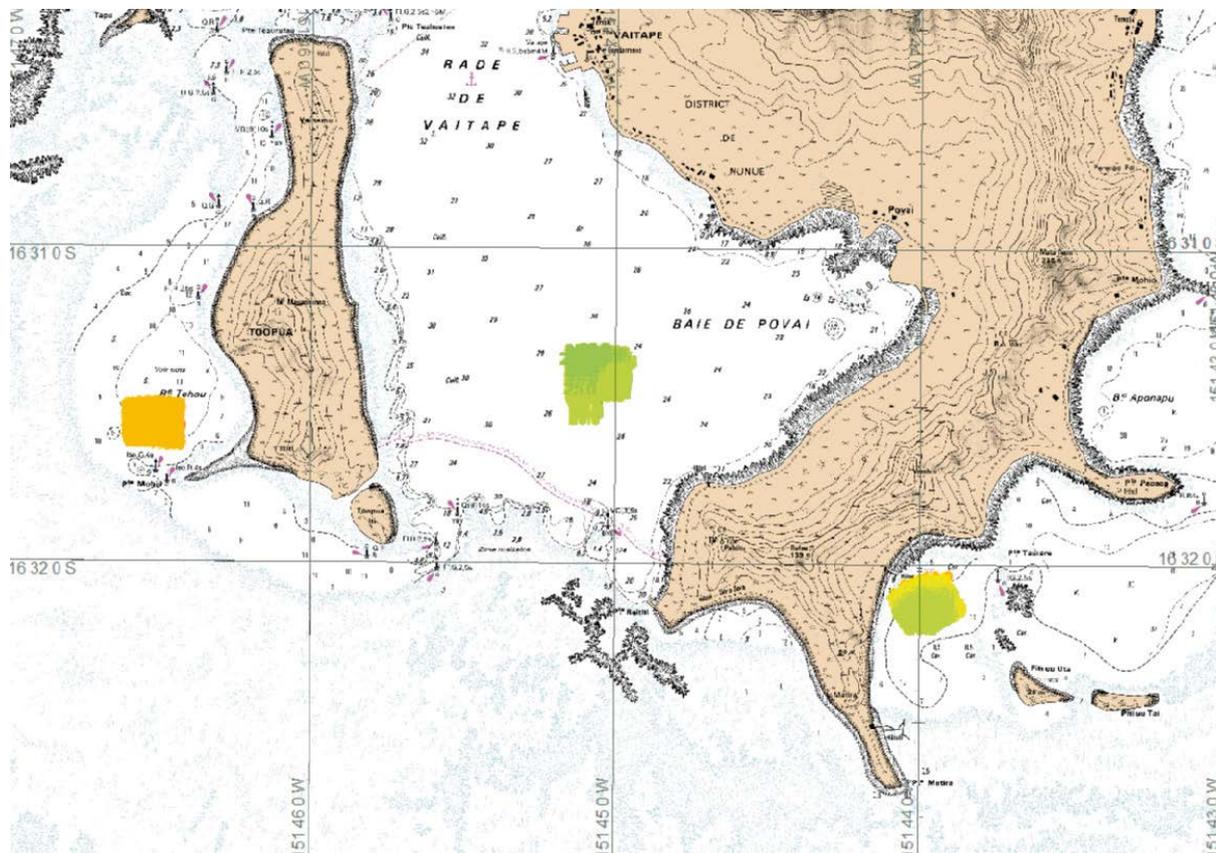
Levé SMF *Atalante* de la campagne SHOMPOL - S201208100 - îles de la Société - septembre 2012  
Extrait CM 6688



Levé de pastilles de calibration lidar à Bora-Bora (S201300300)

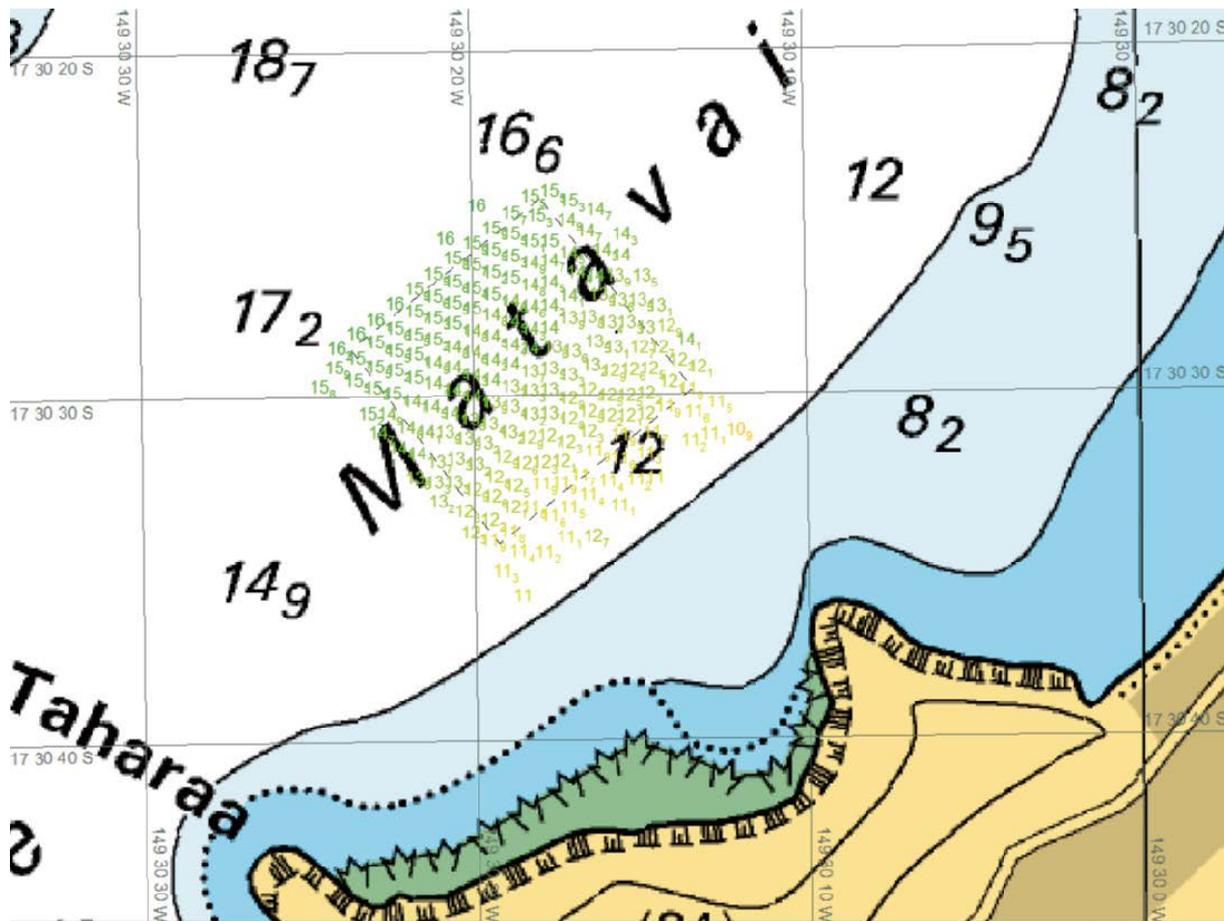
1<sup>er</sup> au 11 février 2013

Extrait CM 6434



Levé de pastilles de calibration lidar à Tahiti (S201304200)

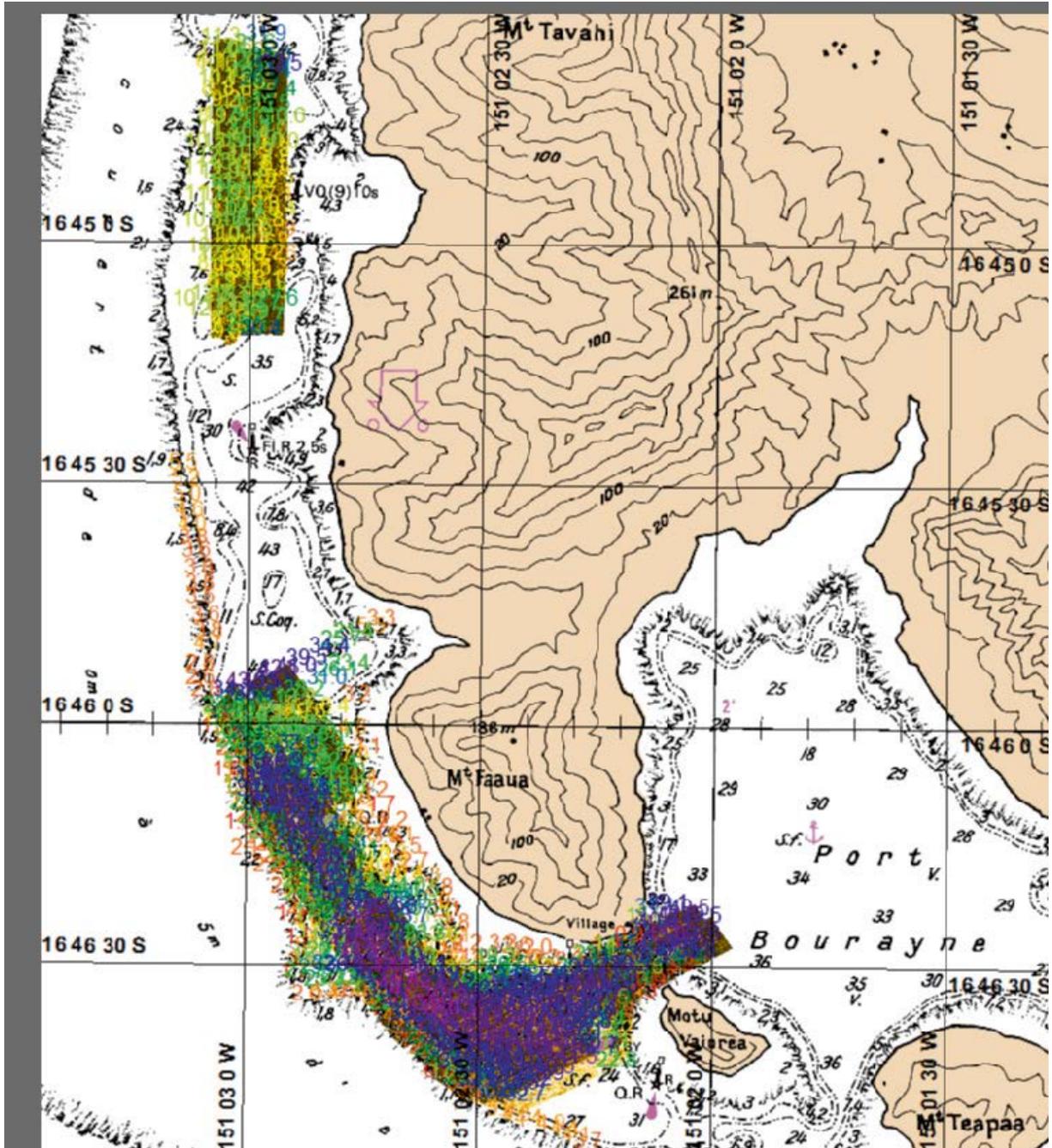
Extrait CM 7461



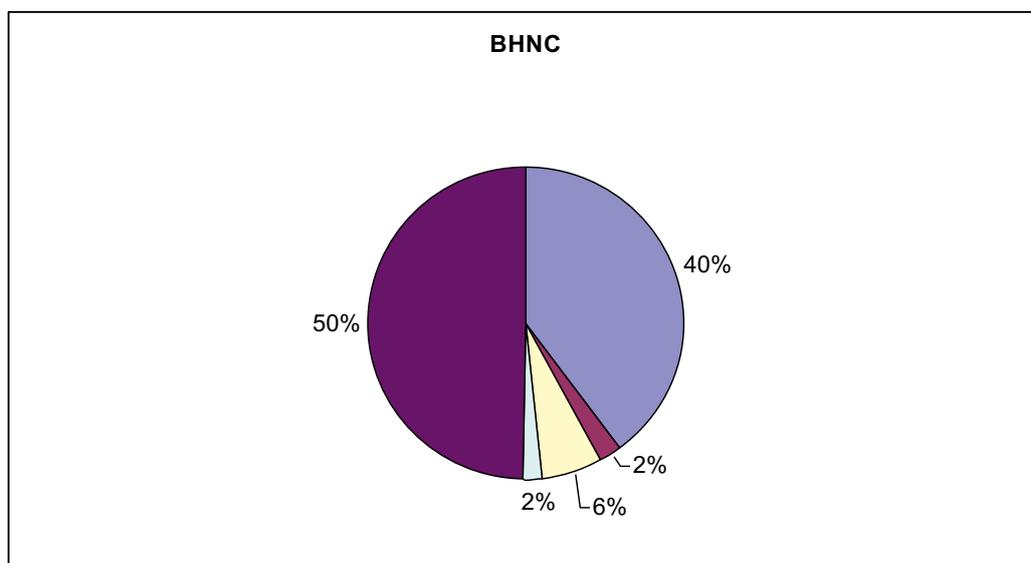
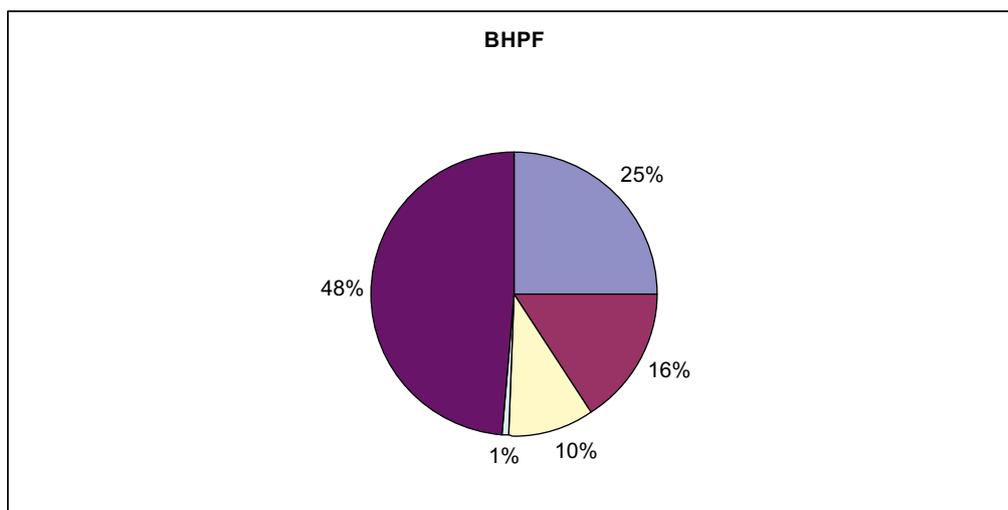
Levé des accès à Port Bourayne - Huahine - S201307900

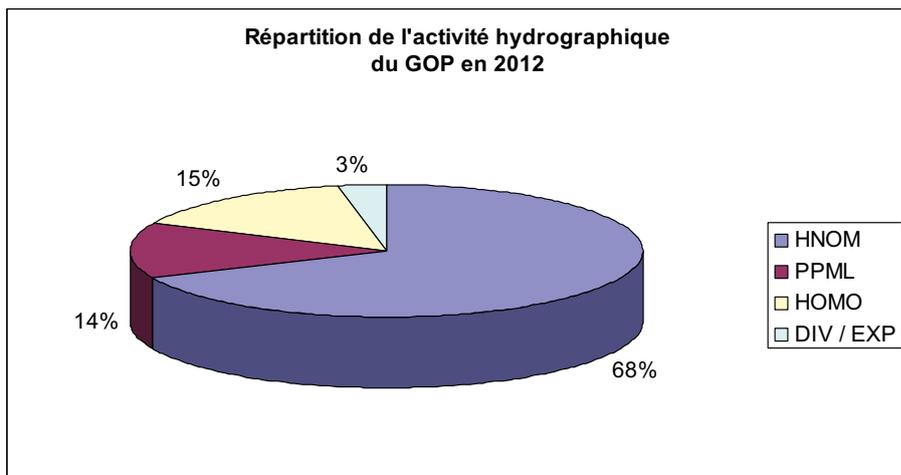
14 au 29 novembre 2013

Extrait CM 6434

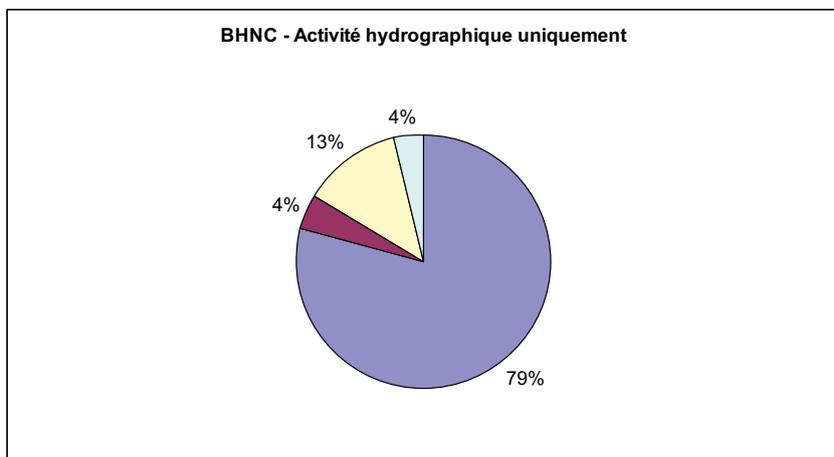




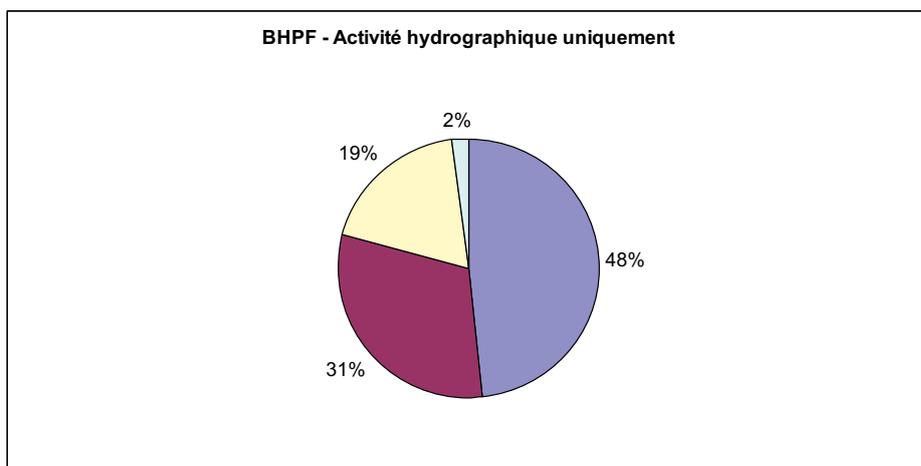
**Annexe 3 : Répartition de l'activité par type.****Activité totale BHNC - 2012****Activité totale BHPF - 2012**



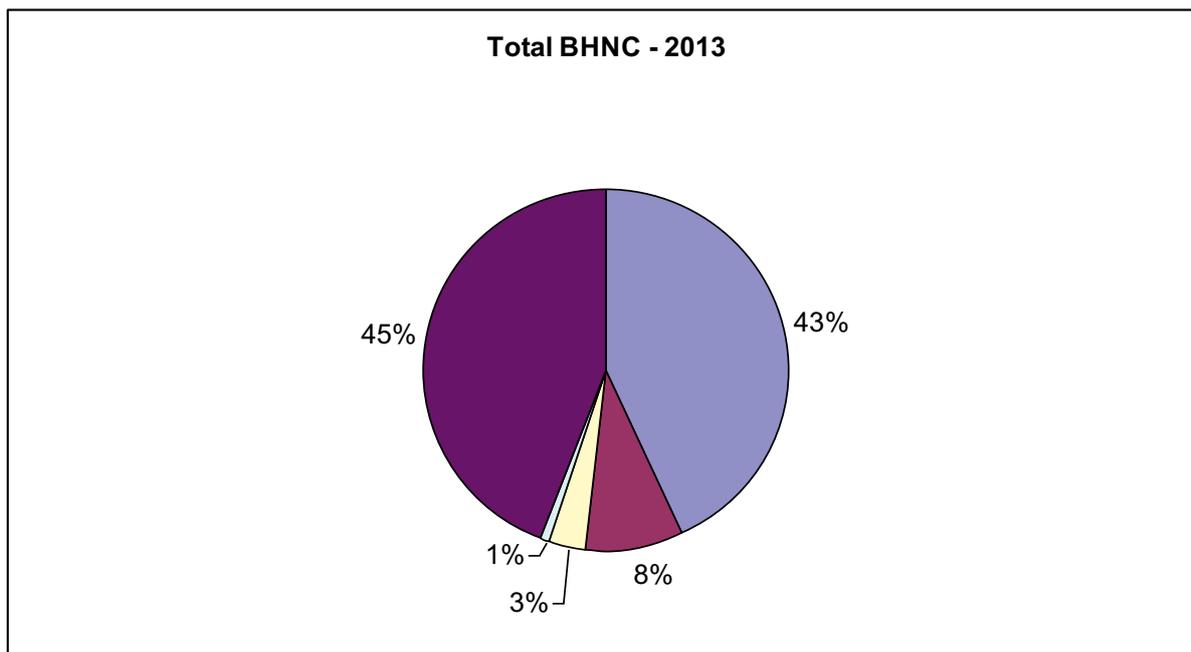
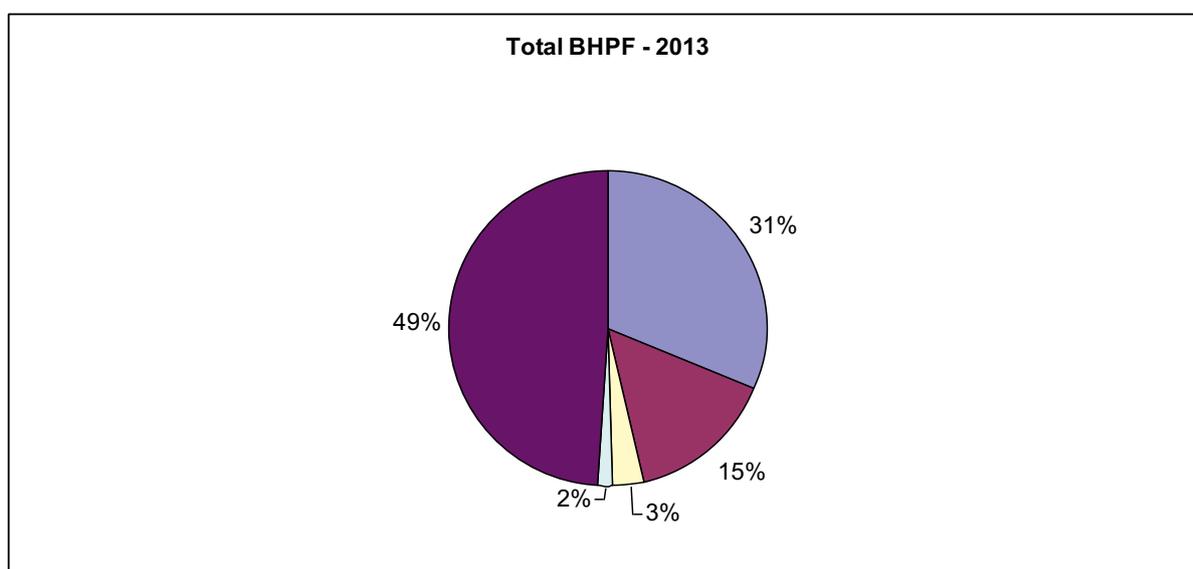
**Activité hydrographique GOP - 2012**

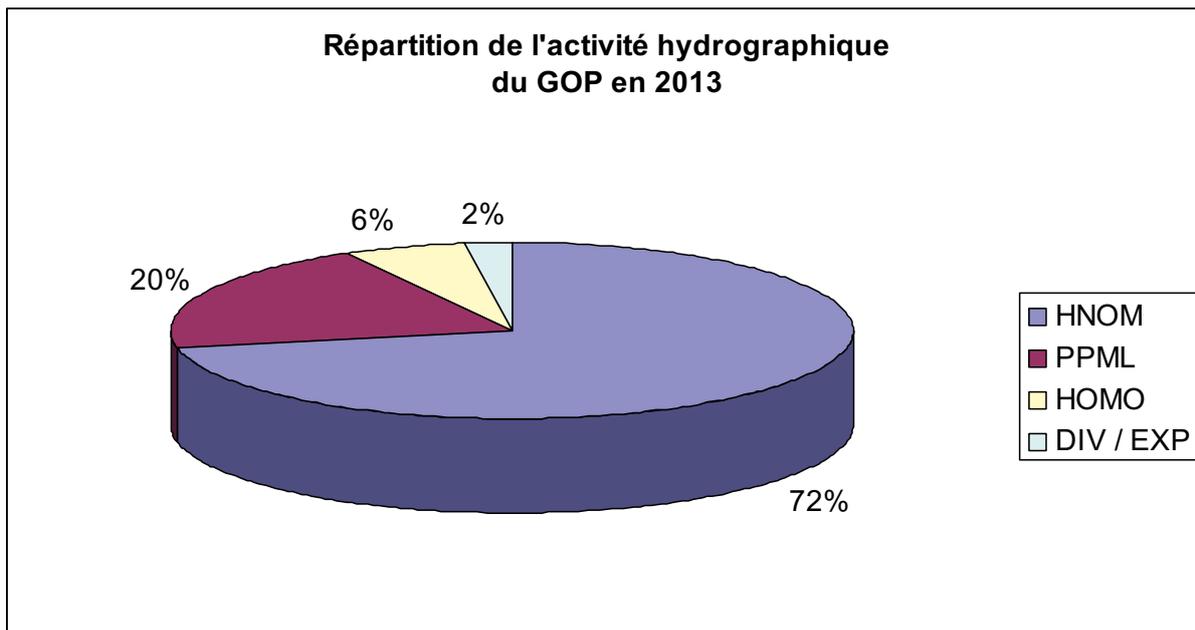


**Activité hydrographique BHNC - 2012**

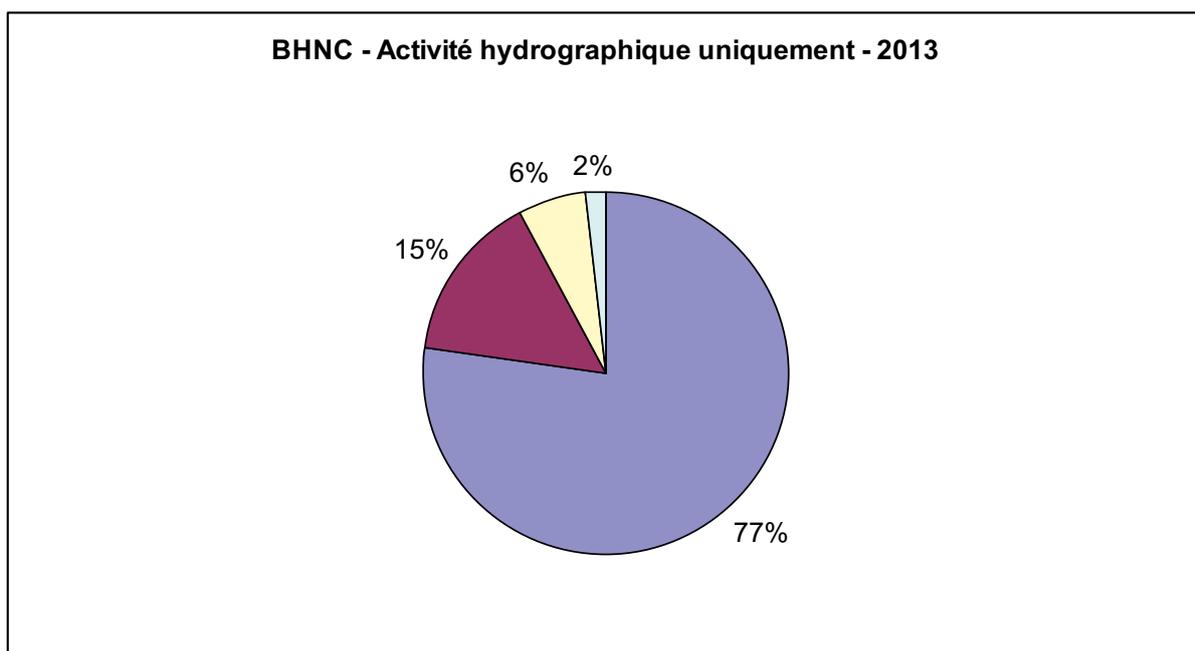


**Activité hydrographique BHPF - 2012**

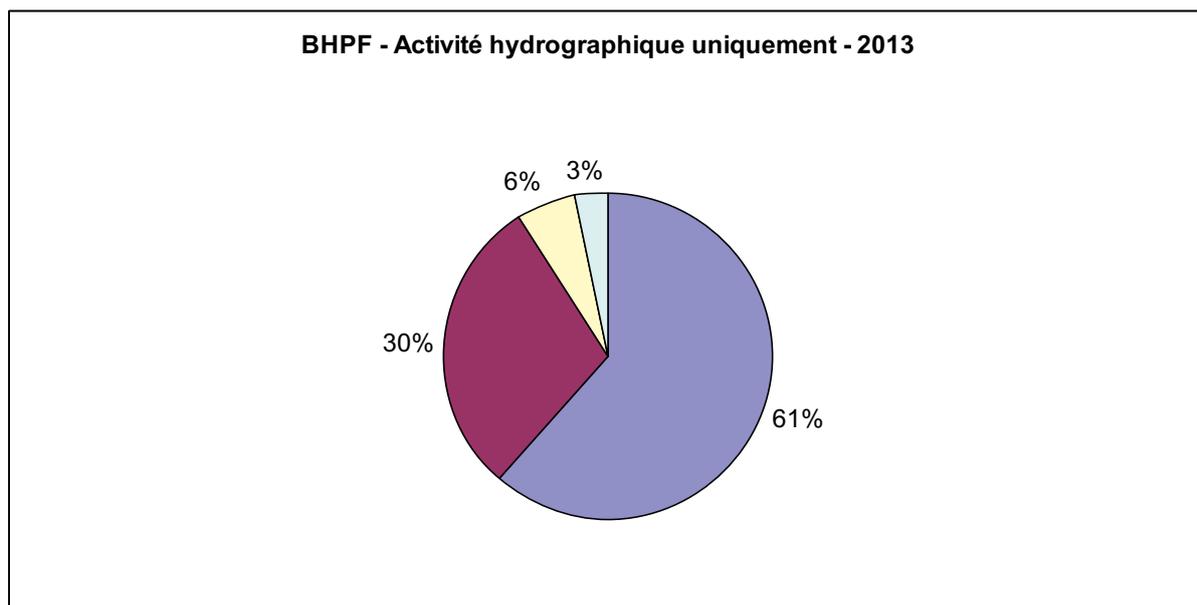
**Activité globale BHNC-2013****Activité globale BHPF -2013**



Activité hydrographique GOP-2013



Activité hydrographique BHNC-2013

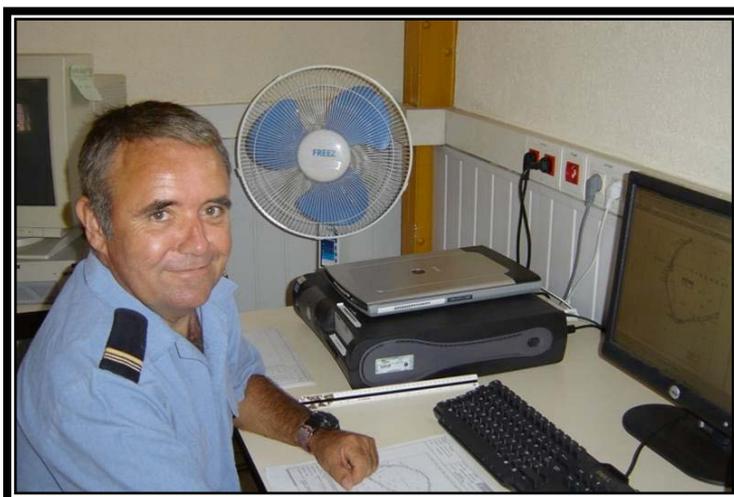


**Activité hydrographique BHPF -2013**

**Annexe 4 : les équipes du GOP d'août 2012 à août 2014**

Le personnel de la BHPF sur la vedette BHPF.1 en zone de réparation navale à Fare Ute (juillet 2012 à juillet 2013).

De gauche à droite : MP HYDRO Claude Roche, SM MECAN Jérôme Scaletta, PM HYDRO Steve Vaillant, IETA Marie Protat, SM MANEU Nicolas Jouette.



MJR © HYDRO Christian Friot



Le personnel de la BHPF sur la vedette BHPF.1 en rade de Papeete (juillet 2013 à juillet 2014).

IETA Julien Simon (1b), MP HYDRO Claude Roche (2), SM MANEU Nicolas Jouette (3), SM MECAN Jérôme Scaletta (4), PM HYDRO Tony Cariou (5b), MT HYDRO Virginie Danet (6)



Le personnel de la BHNC d'août 2012 à août 2013 :

De haut en bas et de droite à gauche : Mme Tina Rossi, MT MECAN Eric Boisard, MT MANEU Raphaël Bruchlen, MP HYDRO Hervé Poilane, PM HYDRO Sébastien Gourven, MT SITEL Sylvain Mottet, Mlle Johanna Lerebours, MT HYDRO Konogan Le Calvé, IPETA Patrick Michaux, MT HYDRO Yannick Tréhet (absent F. Deschamps).



Le personnel de la BHNC d'août 2013 à août 2014 :

De gauche à droite : IC2ETA Patrick Michaux, MT HYDRO Matthieu Hodeige, MT MANEU Raphaël Bruchlen, Mlle Johanna Lerebours, PM SITEL Sylvain Mottet, Mme Tina Rossi, M. Fabrice Deschamps,

MP HYDRO Alexandre Le Duvéhat, PM HYDRO Sébastien Gourven.

(absents: MT HYDRO Konogan Le Calvé et MT MECAN Eric Boisard).

## **GROUPE HYDROGRAPHIQUE DE L'ATLANTIQUE**

**ZMAG\_2013**

Par

Olivier Parvillers

Ingénieur en chef des études et techniques de l'armement – Directeur

Julien Smeekaert

Ingénieur des études et techniques de l'armement – Ingénieur en charge du BH2 *Borda*



## 1. INTRODUCTION

Cet article rend compte de la mission ZMAG\_2013 réalisée par le BH2 *Borda* en Guyane française. Le BH2 *Borda* a été déployé pour cette mission du 31 juillet au 23 novembre 2013. Les travaux sur zone ont été effectués du 17 août au 28 octobre 2013 dans le cadre de l'hydrographie nationale en Outre-Mer. Les besoins sur zone ont fait l'objet des instructions techniques n° 47 SHOM/DOPS/MIP/HYDRO/NP du 7 mai 2013. Ils ont été modifiés ponctuellement sur zone suite aux échanges avec les forces françaises en Guyane.

La mission ZMAG\_2013 s'est déroulée conformément au calendrier présenté ci-dessous.



Figure 1 : calendrier de la mission ZMAG\_2013.

Au vu de la diversité des travaux prévus en Guyane, il a été décidé d'en scinder la rédaction par item dans la perspective d'une rédaction claire et d'une exploitation rapide des résultats ne comportant pas de bathymétrie. Cette mission a par conséquent donné lieu à la réalisation des levés suivants :

- levé S201305200 : information nautique à Horta ;
- levé S201305400 : travaux de stéréopréparation à Cayenne ;
- levé S201305500 : mesures de hauteurs d'eau et de courants en Guyane ;
- levé S201305600 : recherches de sondes douteuses et d'épaves et transit valorisé en Guyane ;
- levé S201305700 : levé de la voie d'accès et des mouillages des Îles du Salut ;
- levé S201305800 : revue d'amer et de balisage en Guyane ;
- levé S201306100 : levé de reconnaissance entre Sinnamary et Cayenne ;
- levé S201306300 : levé de reconnaissance SDH-GHO aux abords du Centre spatial guyanais ;
- levé S201307100 : information nautique à Paramaribo ;
- levé S201307400 : travaux de stéréopréparation et de spatiopréparation au Maroni ;
- levé S201307500 : levé de reconnaissance de la zone Connétable ;
- levé S201307700 : information nautique à Belém ;
- levé S201308000 : information nautique à Canical (Madère).

Les références des rapports particuliers ou fiches d'exploitation résultant de ces chantiers sont répertoriées en annexe I.

Cette synthèse a pour but d'offrir dans une première partie une vision d'ensemble des travaux réalisés. Les travaux qu'il reste à faire à l'issue de la mission ZMAG\_2013 font l'objet de la deuxième partie. Enfin, une troisième partie décrit les spécificités de la zone et les remarques utiles à un futur déploiement en Guyane.

Elle ne se substitue pas aux rapports particuliers où figure le détail des résultats acquis.

### 1.1. TRAVAUX RÉALISÉS

L'essentiel du temps a été consacré à des travaux de bathymétrie : levé des zones de mouillage des Îles du Salut et de leur voie d'accès, levés de reconnaissance des zones non hydrographiées de part et d'autre des Îles du Salut et autour du Grand Connétable, levé de reconnaissance aux abords du Centre spatial guyanais, détermination des isobathes 20 et 30 m, recherches de sondes douteuses, d'épaves et de roches ou plateaux rocheux.

Ces mesures bathymétriques ont été complétées par des mesures de marée et de courant et une revue du balisage aux Îles du Salut et pour l'accès à Dégrad des Cannes principalement.

En complément, des travaux à terre ont été menés : stéréopréparation à Cayenne, stéréopréparation et spatiopréparation à l'embouchure du Maroni (en coopération avec le Surinam), contrôle et nivellement des observatoires de Dégrad des Cannes, des Îles du Salut, de l'Îlet La Mère et de Kourou (nivellement partiel pour ce dernier), et contrôle des amers dans la région de Cayenne et Dégrad des Cannes, et des Îles du Salut.

Les travaux bathymétriques ont été globalement conduits par vedettes hydrographiques à l'exception de la détermination des isobathes 20 et 30 m, réalisée par le *Borda*, et de la reconnaissance des abords du Centre spatial guyanais menée par le système déployable d'hydrographie des groupes hydro-océanographiques (SDH-GHO). Environ 11 milliards de sondes ont été mesurées et près de 7 000 km de profils ont été suivis.

Les travaux à terre ont été effectués au cours des 4 escales réalisées à Dégrad des Cannes et des mouillages aux Îles du Salut. Le concours de la base navale de Dégrad des Cannes avec principalement la mise à disposition du bord de plusieurs véhicules a grandement facilité l'organisation des travaux à terre.

En marge des travaux menés en Guyane, le déplacement du *Borda* a été mis à profit pour vérifier l'information nautique à Horta (Açores), Paramaribo (Surinam), Bélem (Brésil) et Caniçal (Madère).

Pour mener ces travaux à partir du bâtiment hydrographique *Borda*, une équipe de 12 personnes du Groupe hydrographique de l'Atlantique avait embarqué. Elle était constituée d'un ingénieur hydrographe, de 8 officiers marins hydrographes dont 1 chef d'équipe et 1 programmeur, d'un mécanicien, d'un manoeuvrier et d'un SITEL (voir détail en annexe IV). Le bord comprenait un équipage de 38 personnes approximativement, commandé par le CC Olivier Poullain. Le directeur du Groupe hydrographique de l'Atlantique a pris passage à bord du 7 au 24 octobre.

#### 1.1.1. Travaux de stéréopréparation à Cayenne – S201305400.

Cinq points de contrôle ont été positionnés dans l'emprise de la carte marine 7377 « Ports du Larivot et de Cayenne » dans le but de qualifier la BDORTHO® de la Guyane dans la région de Cayenne. Leur positionnement a été réalisé par mesure GNSS suivi d'un post-traitement des données de positionnement à l'aide du logiciel LGO.

### 1.1.2. **Travaux de stéréopréparation et de spatiopréparation au Maroni – S201307400.**

Cinq points de contrôle ont été positionnés dans l'emprise de la carte marine 7376 « Embouchure du fleuve Maroni » dans le but de qualifier la BDORTHO® de la Guyane dans la région du Maroni. Leur positionnement a été réalisé par mesure GNSS suivi d'un post-traitement des données de positionnement à l'aide du logiciel LGO.

Dans le cadre de la délimitation de la frontière maritime entre le Suriname et la France, des travaux de spatiopréparation ont été menés sur deux sites côté français et trois côté surinamien. Ces points ont été utilisés par le département « géomatique » du SHOM afin de géoréférencer des images satellite de la région pour ensuite déterminer les lignes de base nécessaires au tracé de la délimitation maritime. L'escale à Paramaribo fin septembre a permis de rencontrer les acteurs surinamiens afin de leur présenter les travaux et d'obtenir les autorisations nécessaires aux travaux sur le territoire surinamien. Le suivi des demandes a été assuré par l'ambassade de France au Suriname (cf. annexe III). Les travaux se sont déroulés du 3 au 5 octobre 2013, à l'occasion d'une escale du BH2 *Borda* à Dégrad des Cannes. Un détachement de six hydrographes a réalisé la mission terrain accompagné par deux techniciens surinamiens. Sur place, ils ont été pris en charge par la base opérationnelle avancée du 9<sup>e</sup> RIMA à Saint-Laurent-du-Maroni (logement, nourriture, acheminement et escorte sur zone). Pour ce travail, une douille SHOM a été implantée et positionnée dans l'enceinte de la base pour constituer un point de référence.

### 1.1.3. **Revue d'amer et de balisage – S201305800.**

Une revue d'amer quasi-complète a été réalisée aux Îles du Salut ainsi qu'une revue du balisage. Le contrôle des amers n'a pu se faire à la mer côté Nord. À cette occasion, une douille SHOM a été implantée et positionnée sur le quai de l'Île Royale pour constituer un point de référence. Ces travaux ont également permis d'effectuer une trajectoire topographique du débarcadère de l'Île Royale.

Au niveau du balisage, les coffres de la baie des cocotiers et ceux à l'ouest de l'île Saint-Joseph ont été repositionnés car ni le nombre ni les positions n'étaient exacts en base.

Une revue d'amer et de balisage a eu lieu de façon partielle à Cayenne et Dégrad des Cannes. Si l'ensemble des amers figurant sur les cartes ou dans les instructions nautiques a été contrôlé à terre, aucun contrôle de visibilité depuis la mer n'a pu être mené. A cette occasion, une douille SHOM a également été implantée et positionnée sur le quai du port de Dégrad des Cannes pour constituer un point de référence.

Comme aux Îles du Salut, des différences ont été constatées au niveau du balisage avec les données entrées en base. Il s'agit essentiellement d'un décalage vers l'ouest du balisage latéral tribord du chenal d'accès à Dégrad des Cannes.

Au final, 24 fiches d'amer ont été mises à jour, 3 ont été annulées et 4 ont été créées. De même, 37 fiches de balisage ont été mises à jour, 10 ont été annulées et 13 ont été créées.

### 1.1.4. **Mesures de hauteurs d'eau et de courants – S201305500.**

Des mesures de hauteurs d'eau et de courant ont été effectuées durant la mission (cf. annexe II). Au vu de la nature vaseuse des fonds, l'emploi de mouillages par cages posées sur le fond n'a pas été retenu. Deux marégraphes ont été installés sur les tubes de tranquillisation du marégraphe côtier numérique des Îles du Salut et du marégraphe des Phares et balises de l'Îlet La Mère. Pour les mesures de courant, des profileurs de courant au point fixe, montés sur des lignes de pare-battage, ont été privilégiés. Un a été placé au sud-ouest de l'Île Royale (cf. figures 2 et 3), deux sur les bouées d'atterrissage de Cayenne et Dégrad des Cannes et deux autres sur les bouées D3 et D11 d'accès au chenal du Mahury, après concertation avec les pilotes des ports de Guyane. Il est à noter que pour ces deux derniers mouillages, la ligne de pare-battage a été doublée afin de

réduire la hauteur de la partie immergée du dispositif pour permettre le mouillage dans des fonds inférieurs à 5 mètres.

Latitude	Longitude	Type
<b>Marégraphes</b>		
05° 17,082' N	052° 35,206' W	SBE26+ capteur 60 m n° 1308
04° 53,627' N	052° 11,429' W	SBE26+ capteur 60 m n° 1249
<b>Profileurs de courant</b>		
05° 02,821' N	052° 18,413' W	Aquadopp 2000 m n° 1601
04° 57,355' N	052° 09,589' W	Aquadopp 2000 m n° 2296
05° 16,924' N	052° 35,796' W	Aquadopp 2000 m n° 1841
04° 55,386' N	052° 11,225' W	Aquadopp 2000 m n° 1601
04° 52,921' N	052° 13,312' W	Aquadopp 2000 m n° 1683

Tableau 1 : liste des mouillages de marégraphie et de courantomètre.

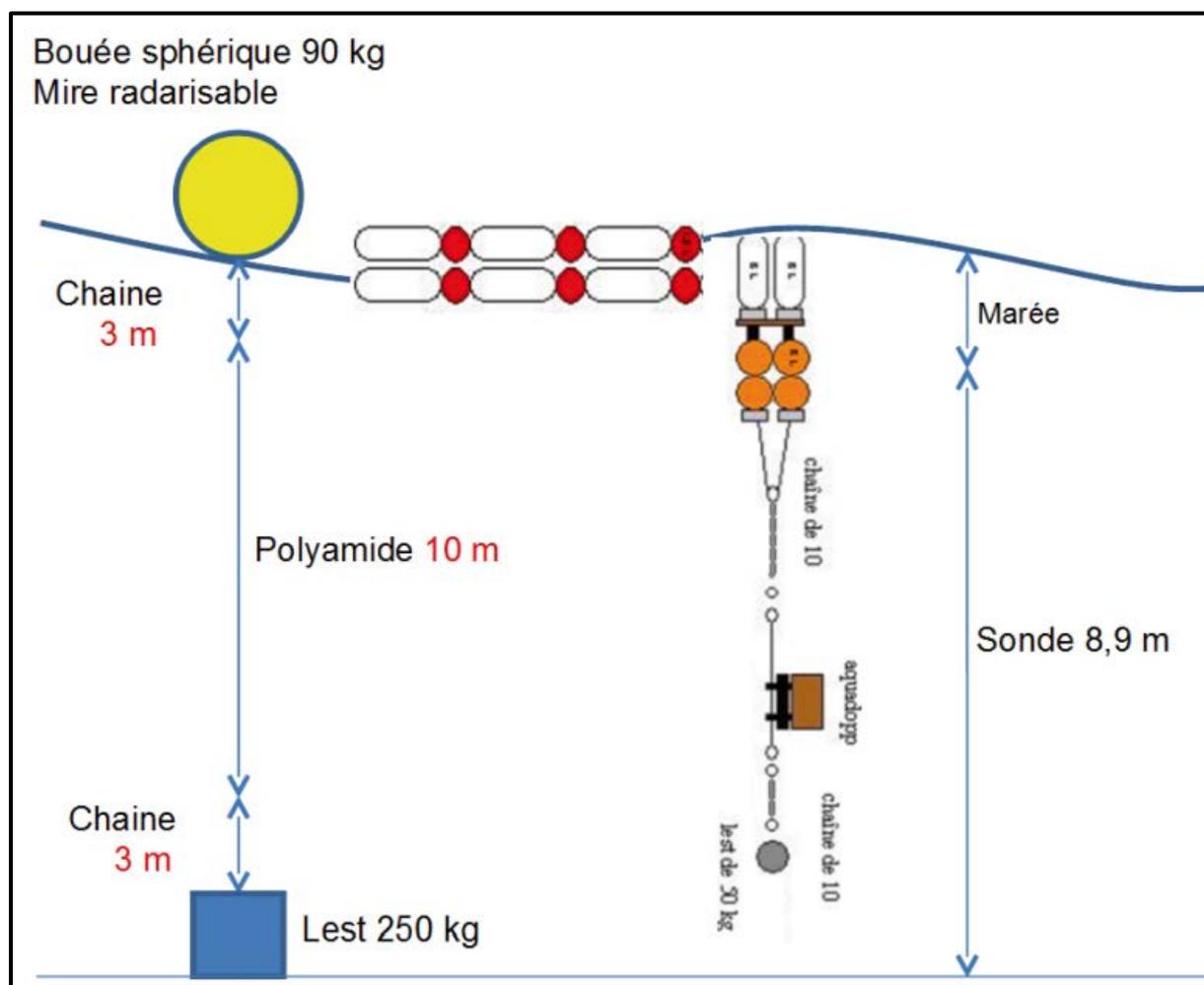


Figure 2 : détail du mouillage sur ligne de pare-battage aux Îles du Salut.



*Figure 3 : profileur de courant au point fixe mouillé sur ligne de pare-battage aux Îles du Salut.*

Les observatoires de marée des Îles du Salut, de Dégrad des Cannes et de l'Îlet La Mère ont été nivelés et rattachés à l'ellipsoïde par le biais de l'outil GAMIT de la cellule « positionnement précis » du SHOM. Les repères de l'observatoire de marée de la Pointe des Roches à Kourou ont été nivelés et deux douilles de tirant d'air installées.



Figure 4 : marégraphe des Phares & Balises à l'Îlet La Mère.

#### 1.1.5. **Levé de la voie d'accès et des mouillages des Îles du Salut – S201305700**

La zone de mouillage des Îles du Salut constitue le seul abri le long des côtes de Guyane pour les bâtiments ne pouvant accoster dans les ports guyanais ou de passage au large de la Guyane. Il apparaissait donc primordial d'en faire le contrôle ainsi que celui de sa voie d'accès située à l'est des Îles du Salut. Cette voie a fait l'objet d'un levé sur une largeur de 1 000 mètres et les zones de mouillage ont été contrôlées selon un rayon minimum de 500 mètres. Compte tenu des informations recueillies sur place, et profitant d'une avarie momentanée du BH2 *Borda*, la zone de levé demandée par les instructions techniques a été étendue comme suit :

- couverture de la baie des cocotiers et de l'anse à l'ouest de l'Île Saint-Joseph fréquentées par les navettes transportant les touristes visitant les Îles du Salut et les plaisanciers ;
- extension de la voie recommandée à l'est et au sud pour mieux couvrir la zone réellement fréquentée par les bâtiments de commerce utilisant le mouillage des Îles du Salut.

L'ensemble de la zone a été levé comme « zone d'intérêt particulier » au sens de la norme SHOM NR2009-010 sur les levés bathymétriques. Une vue du levé est disponible en annexe II. Des prélèvements de sédiments par bennes Shipeck et Van Veen ont eu lieu afin de caractériser la nature du fond.

Quelques profils ont été réalisés dans la passe de la Désirade dans le cadre d'un levé de reconnaissance selon la norme NR2009-010 sur les levés bathymétriques.

Par ailleurs, des compléments au levé S200303500, conduit à l'ouest des îles du Salut en 2002, déjà par les vedettes du BH *Borda*, ont été réalisés.

Ce levé a duré 14 jours et 1 500 km de profils ont été parcourus. 2,1 milliards de sondes ont été mesurées. 1 fiche d'épave a été mise à jour, 2 fiches d'épave ont été créées ainsi que 31 fiches d'obstruction et 13 fiches de roche.

#### 1.1.6. **Levé de reconnaissance entre Sinnamary et Cayenne – S201306100.**

L'objectif de ce levé était d'effectuer des profils de reconnaissance au sondeur multifaisceau espacés de 200 mètres dans la zone non hydrographiée située entre Sinnamary et Cayenne. Les profils sont étendus de la limite non hydrographiée au large jusqu'à l'isobathe 5 mètres. L'ensemble de la zone a pu être contrôlé. Une vue du levé est disponible en annexe II. Ce levé a duré 24 jours et 3 400 km de profils ont été parcourus. 1,1 milliard de sondes ont été mesurées.

#### 1.1.7. **Levé de reconnaissance et travaux divers dans la zone Connétable – S201307500.**

La zone jusqu'à présent non hydrographiée entourant le Grand Connétable, à l'est de Cayenne, a fait l'objet de profils de reconnaissance au sondeur multifaisceau espacés de 200 mètres. Tout comme le levé décrit au paragraphe 1.6., les profils vont de la limite au large de la zone non hydrographiée à l'isobathe de 5 mètres. En raison d'un manque de temps en toute fin de présence du *Borda* sur les côtes de Guyane, cinq profils de reconnaissance n'ont pu être réalisés au sud-est du Grand Connétable. Par conséquent, seul un profil sur deux a été réalisé, équivalent à la réalisation d'un levé au 1 : 40 000. Ce levé a duré 11 jours et 1 600 km de profils ont été parcourus. 1,5 milliard de sondes ont été mesurées. Une fiche de roche a été créée au niveau des Battures du Connétable. Les épaves de la zone n'ont pas été retrouvées lors du levé exploratoire. Le manque de temps n'a pas permis d'entreprendre les recherches complètes de celles-ci.

Située à la limite nord de la zone non hydrographiée Connétable, la zone des Battures du Connétable a fait l'objet d'un levé en double insonification au sondeur multifaisceau selon le critère « zone d'intérêt particulier » de la norme NR2009-010. Ce levé couvre l'ensemble des fonds inférieurs à 20 m. Trois prélèvements de sédiments ont eu lieu au cœur des battures ainsi qu'à l'extérieur.

Par ailleurs, un zodiac équipé d'un système GPS en mode naturel a réalisé le tour du Petit Connétable. Ceci a permis de mettre en évidence un décalage de 600 mètres entre la position mesurée et la position sur la carte marine.

Le repère géodésique de 1927 du Grand Connétable n'a pas été retrouvé. Une douille a alors été implantée et positionnée sur le Grand Connétable, après accord du directeur de la réserve naturelle du Grand Connétable (cf. annexe III). Une vue de la zone de levé est disponible en annexe II.



Figure 5 : le Grand Connétable vu du Nord à 2 milles.

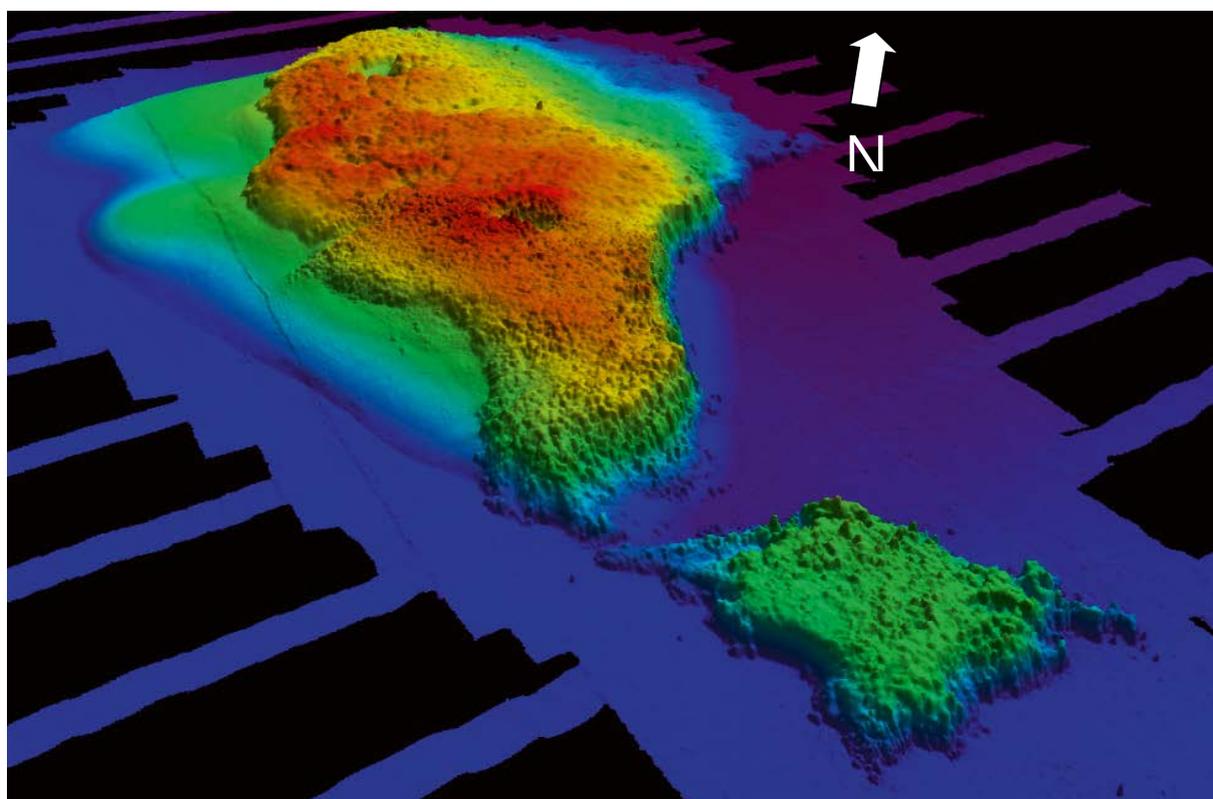


Figure 6 : représentation 3D des Battures du Connétable.

#### 1.1.8. *Levé de reconnaissance SDH-GHO aux abords du Centre spatial guyanais – S201306300.*

Suite à une demande de la Gendarmerie Maritime rencontrée sur place, un levé des approches des Battures de Malmanoury et des Roches Karouabo, au nord-ouest de Kourou, a été réalisé. Les battures de Malmanoury sont des rochers émergeant à marée basse, situés en pleine zone non hydrographiée. L'absence de connaissance dans cette zone parsemée de roches empêche l'intervention des vedettes de la gendarmerie lors des patrouilles de surveillance ordonnées à l'occasion des tirs de lanceurs. Le système déployable hydrographique (SDH-GHO) a ainsi été mis en œuvre, en parallèle du levé de reconnaissance entre Sinnamary et Cayenne, réalisé lui par les vedettes. Le zodiac équipé du système déployable a été mis en œuvre depuis le BH2 *Borda* qui était au mouillage aux Îles du Salut. L'équipe était composée de deux hydrographes assistés d'un aide-hydrographe. Elle a été déployée toutes les matinées pendant six jours. Des profils au sondeur monofaisceau ont été réalisés autour des formations rocheuses. Les roches émergées ont été positionnées au GPS mais leurs sommets n'ont pu être mesurés (voir figure 8). Ces travaux ont été réalisés sur la base des éléments fournis par le département « géomatique » du SHOM.

Ce levé a donc permis de compléter l'information produite par le bureau photogrammétrie, de préciser la bathymétrie à proximité des battures de Malmanoury et des roches Karouabo et de positionner un certain nombre de ces roches afin d'en sécuriser les approches comme demandé. Une vue du levé est disponible en annexe II.



Figure 7 : les MTS Gilles Bertoia et François Julou mettant en œuvre le SDH-GHO.



Figure 8 : vue des Roches Karouabo.

#### 1.1.9. **Recherches de sondes douteuses et d'épaves et transit valorisé - S201305600.**

Dans le cadre de la présente mission, quelques recherches de sondes douteuses situées au nord-ouest des Îles du Salut ont été menées. L'épave *Ocean Reefer* (cletex 00652009) à l'ouest des Îles du Salut a également été contrôlée. Par ailleurs, deux nouvelles épaves au sud-est de l'île Saint-Joseph ont été découvertes, correspondant manifestement à deux barges. Aucune plongée n'a eu lieu par manque de visibilité d'une part, et du fait du courant quasi permanent supérieur à 1 nœud.

Les épaves de cletex 00652001 et 00652011 ont été respectivement recherchées dans un rayon de 125 et 110 mètres autour de leur position sur la carte marine. Elles n'ont pas été trouvées mais le rayon de recherche ne permet pas de statuer sur leur inexistence.

Les transits du BH2 *Borda* entre les zones de levé et les escales ont été mis à profit pour vérifier les isobathes de 20 et 30 mètres. Il s'avère que ponctuellement celles-ci s'écartent du tracé des cartes marines. Le levé a permis de repositionner au mieux l'isobathe de 20 mètres après avoir constaté un écart avec la carte marine. L'isobathe de 30 mètres a été levée en grande partie le long des côtes guyanaises. Il en résulte que l'isobathe des cartes marines est un peu trop au large par rapport aux profondeurs constatées.

## 2. TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES A ENVISAGER

Cette partie répertorie les travaux qui n'ont pas pu être réalisés au cours de la mission ZMAG\_2013 faute de temps, ainsi que les besoins qui ont été recensés durant la mission.

### 2.1. Mesures de courant.

Des mesures de courant prescrites par les instructions techniques n'ont pas pu être réalisées. Il s'agit, entre autres, des mouillages au niveau de l'embouchure du Maroni, trop éloignés des zones de levé de la mission ZMAG\_2013. Le SHOM ne dispose d'aucune donnée de courant dans la zone, ce qui pourrait orienter les prochains mouillages vers cette région.

Des mesures de courant à la bouée d'atterrissage ainsi que dans le chenal de Kourou, et dans le chenal d'accès au port de Cayenne (port du Larivot), n'ont pas été réalisées en l'absence de travaux bathymétrique dans ces zones. La méthode de doublage des lignes de pare-battage, évoquée au paragraphe 1.4. pourrait permettre de réaliser ces mesures.

### 2.2. Mesures de hauteur d'eau.

La mise en place d'un marégraphe devrait être envisagée à proximité de l'observatoire de la Pointe des Roches à Kourou afin de contrôler ce dernier. Pour faire un contrôle de cet observatoire, il est nécessaire d'anticiper la récupération des clefs auprès du centre spatial guyanais.

### 2.3. Contrôle des observatoires de marée.

L'observatoire de la Pointe des Roches à Kourou n'a pas été rattaché à l'ellipsoïde. La mise en station d'un système GPS pendant 2 DOY (Day Of Year) consécutifs (1 DOY = 24 h de minuit à minuit TU) sur la douille SHOM implantée au début de la digue permettrait d'effectuer ce rattachement.

Les observatoires de marée de Pariacabo (Kourou), Saint-Laurent-du-Maroni et des Hattes (embouchure du Maroni) n'ont pas fait l'objet de travaux malgré leur inscription dans les instructions techniques, par manque de temps.

Lors des travaux de nivellement à Dégrad des Cannes, les mesures ont montré un écart de 0,9 cm avec le repère IGN « Bdb1 », implanté en bordure de route et à proximité de travaux de terrassement. Il serait judicieux de rattacher les repères nivelés à un autre point IGN et de vérifier les repères de l'ancien observatoire, non nivelés durant la mission ZMAG\_2013. Le but serait de vérifier si l'écart est dû à un déplacement du repère IGN ou à un affaissement général de l'observatoire.

### 2.4. Revue d'amer et de balisage.

Lors des prochains déploiements sur zone, la critique des amers depuis le large doit être planifiée dans le temps passé à la mer avec les moyens correspondant compte tenu des faibles fonds. Des photos devront alors être prises avec observations des secteurs de visibilité.

Un contrôle d'opportunité du balisage du chenal d'accès a été réalisé à Kourou. Cependant aucune réelle revue d'amer ni de balisage n'a été réalisée. Entre Kourou et Sinnamary, les amers du Centre spatial guyanais sont à positionner. Cela n'a pas pu être réalisés pendant la mission ZMAG\_2013 en raison d'un délai trop court pour les demandes d'autorisation d'accès aux sites du centre spatial.

D'une façon générale, la revue d'amer et de balisage sera à poursuivre le long des côtes de Guyane.

### 2.5. Topographie.

Des travaux au niveau du quai du port de Dégrad des Cannes ont eu lieu au cours de la mission. Il serait utile d'effectuer une détermination de la topographie du quai après travaux lors d'un

prochain déploiement en Guyane. Normalement, la position du quai après travaux correspond à l'ancienne.

## 2.6. Bathymétrie.

### 2.6.1. Banc Cospatrick

Au nord-ouest des Battures du Connétable se trouve le Banc Cospatrick, coté à 4 mètres au milieu de fonds supérieurs à 20 mètres et dont l'existence est jugée douteuse. Ce banc a été détecté lors d'un levé au plomb. Le banc a été recherché en 1992 puis en 1998 avec des profils espacés de 100 à 200 mètres sans succès. En 2002, une reconnaissance en hélicoptère a confirmé la présence des Battures mais n'a rien trouvé à la position théorique du Banc Cospatrick. Durant la mission ZMAG\_2013, les profils de reconnaissance du levé en zone du Connétable ont été prolongés de manière à couvrir la position du Banc Cospatrick et les alentours. Aucune remontée de fond n'a été détectée. Il apparaît qu'une recherche systématique de ce banc par un levé surfacique doit être conduite lors d'un prochain déploiement selon le rayon recommandé pour une prise de décision afin de statuer définitivement sur ce haut-fond d'existence douteuse.

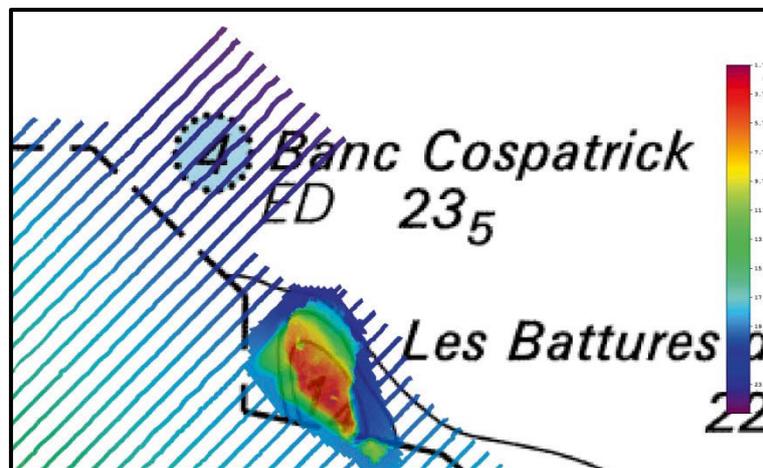


Figure 9 : profils de reconnaissance au niveau du Banc Cospatrick (extrait de la CM 7485).

### 2.6.2. Battures de Malmanoury et Roches Karouabo

Les travaux de reconnaissance menés aux approches des Battures de Malmanoury et des Roches Karouabo ont été restreints en raison d'un manque de temps. Étant situées dans une zone non hydrographiée fréquentée par des pêcheurs ainsi que par la Gendarmerie Maritime, il serait judicieux lors d'un prochain déploiement de mettre en œuvre le système SDH-GHO afin de compléter la connaissance des approches. Dans le cadre d'un futur déploiement sur zone, il serait bon de prendre en considération l'article intitulé *Mud bank migration from remote sensing and bathymetric data : The example of the Kourou River Estuary, French Guiana, South America*, publié dans la revue *Journal of Coastal Research, special issue n°65* de 2013 qui met en évidence l'évolution des fonds à venir dans la zone en raison des mouvements de bancs de vase.

### 2.6.3. Baie de l'Oyapok

En fin de mission, une demande du COMSUP Guyane envisageait des travaux dans la baie de l'Oyapok où se situe la frontière avec le Brésil (Message de COMSUP GUYANE MER n° 002 NP 0310-OPS). Les données des cartes marines datent principalement de 1978 et sont très peu denses, principalement en deçà de l'isobathe 5 mètres. Des travaux de reconnaissance des fonds

inférieurs à 5 mètres sont souhaités de manière à permettre des patrouilles plus sûres des moyens étatiques dans une région où la pêche illégale est importante.

#### 2.6.4. **Épaves et obstructions**

Le paragraphe 4.4 des instructions techniques dresse une liste d'obstructions et d'épaves à contrôler. Les recherches réalisées sont répertoriées dans le rapport particulier du levé de « recherches de sondes douteuses et d'épaves et transit valorisé en Guyane » S201305600 (cf. annexe I). Les recherches menées sur les épaves non retrouvées requièrent de programmer le temps nécessaire afin de couvrir le rayon demandé pour prise de décision quant à la confirmation ou la suppression de celles-ci.

#### 2.6.5. **Bancs dans le nord-ouest des Îles du Salut**

En tant que principaux dangers à l'approche des Îles du Salut, et selon les résultats partiels obtenus lors de cette mission limités au repositionnement des têtes déjà connues, l'hydrographie complète des Bancs du Lamotte-Piquet et du Banc de l'Alouette devraient être entreprise. Le présent levé et les précédents ne permettent pas d'assurer la connaissance totale des dangers de la zone.

### 3. SPECIFICITES DE LA ZONE GUYANAISE ET RETOUR D'EXPERIENCE

#### 3.1. **Caractéristiques et évolution du littoral.**

La majorité du littoral guyanais est occupé par des mangroves. Les fonds le long du littoral guyanais sont composés de vase de forte densité. L'interface entre l'eau et le fond n'est pas clairement définie de par la présence d'une vase liquide. La présence de nombreuses alluvions dans l'eau rend cette dernière très turbide. Le courant sur zone est à dominante du sud-est pour un maximum de 2 nœuds. Les plongées sont ainsi difficiles voire impossibles.

Dans certaines parties du littoral, notamment en présence de battures, la côte est en évolution constante. Lorsque la vase des bancs en mouvement est retenue par les battures, elle forme une sorte de protection qui permet à la mangrove de se développer. Une fois cette vase déplacée, la houle envahit à nouveau la mangrove qui recule en conséquence. Ce phénomène est bien visible dans la zone des Battures de Malmanoury comme on peut le constater sur la figure 10 : la publication de la carte marine 7380 date de 2001, l'imagerie aérienne est extraite de la BDORTHO 2005 de l'IGN et le trait de côté HistoLitt en rouge date de 2009. On constate un net recul de la côte.

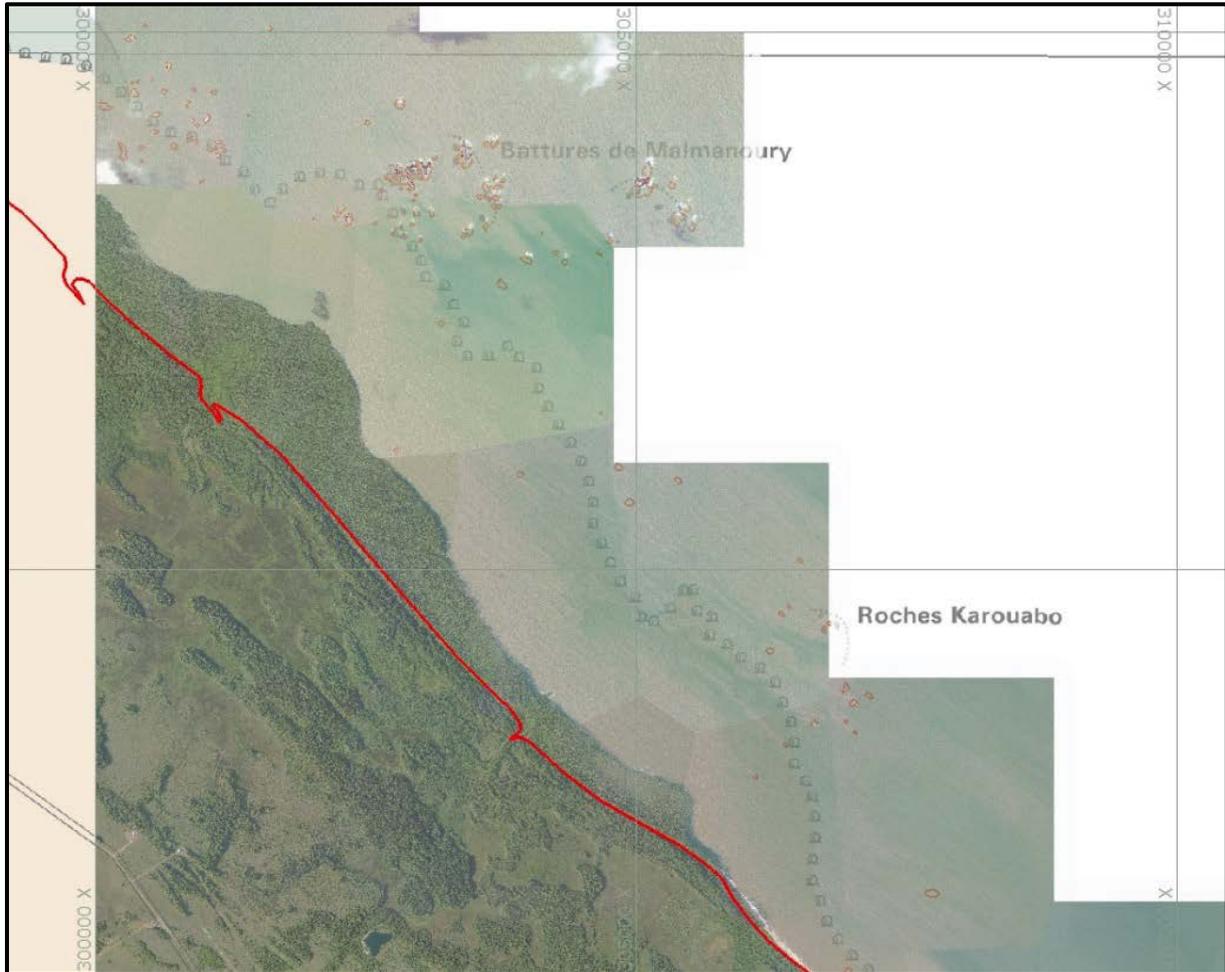


Figure 10 : évolution du trait de côte au niveau des Battures de Malmanoury : en rouge, le trait de côte HistoLitt de 2009, l'imagerie aérienne extraite de la BDORTHO 2005, le fond de carte extrait de la CM 7380 de 2001.

### 3.2. Conséquence des fonds vaseux sur les sondeurs multifaisceaux.

Le décrochage du sondeur multifaisceau EM3002 des vedettes a été constaté par très petits fonds vaseux avec le mode *AUTO Equidistant Tracking*. Pour y remédier, deux modes ont été privilégiés : *MANUAL Equidistant Tracking* pour forcer le sondeur à s'ouvrir au maximum et *MANUAL Equidistant Normal* pour une meilleure accroche du fond.

Le second problème a été la pénétration des faisceaux (principalement centraux) dans la couche de vase, comme l'illustre la figure 11. L'option *Soft Sediments* a été cochée, ce qui a réduit la pénétration des faisceaux dans la vase. Avec ce paramétrage, les sondeurs ont pu ainsi détecter la surface de la couche de vase molle.

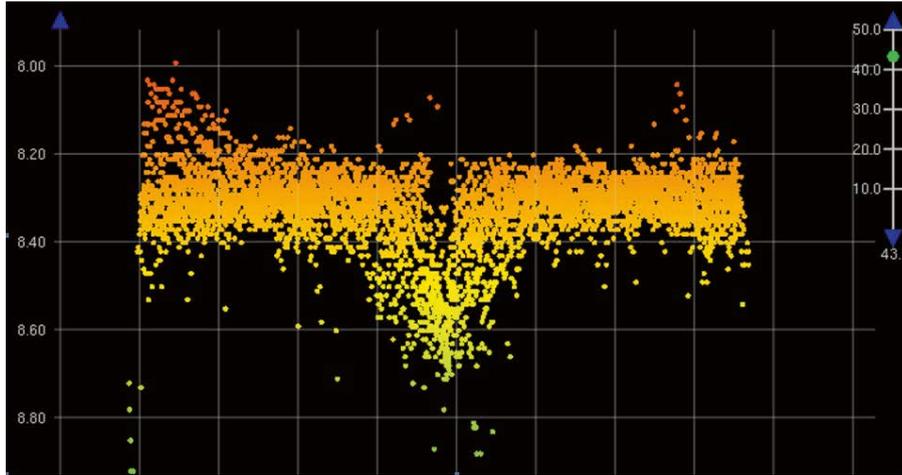


Figure 11 : pénétration des faisceaux centraux de l'EM3002 dans la vase – option Soft Sediments désactivée.

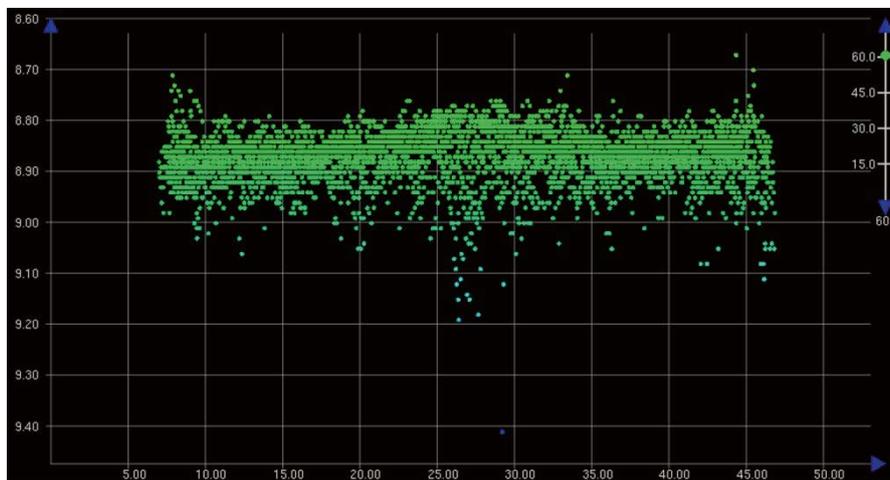


Figure 12 : diminution significative de la pénétration des faisceaux centraux de l'EM3002 dans la vase – option Soft Sediments activée.

Ce phénomène de pénétration des faisceaux dans la couche de vase a également été constaté lors des acquisitions avec l'EM 710 du BH2 *Borda* par des fonds de 20 mètres. La conséquence a été un tapis de sondes épais de plusieurs mètres.

### 3.3. Conséquence des fonds vaseux sur les mouillages d'instrument.

Le mouillage d'instrument sur cage n'est pas recommandé en Guyane. En effet, la nature du fond entraîne un envasement rapide des cages qui pourraient alors ne pas être récupérables. Les solutions choisies pour les marégraphes ont été de les fixer sur les tubes de tranquillisation des marégraphes côtiers. Pour les mesures de courant, le montage des profileurs de courant au point fixe sur ligne de pare-battage a été privilégié. Les lignes de pare-battage ont principalement été fixées sur des bouées existantes même s'il est possible de mouiller une bouée sur corps-mort.

### 3.4. Problème de célérité rencontré sur zone.

La colonne d'eau en Guyane se caractérise par une salinité moindre sur quelques mètres d'épaisseur (5 à 6 mètres observés) essentiellement en provenance de l'embouchure du fleuve Amazone. En conséquence, la salinité mesurée par le conductimètre en surface est sous-estimée

par rapport à la salinité dans les couches plus profondes. Elle est ensuite utilisée pour le calcul du profil de célérité à la suite du tir de sonde Sippican. On constate alors un écart important entre la célérité mesurée par le célérimètre de coque, situé 4 mètres sous la surface pour le BH, et la célérité, à la même profondeur, issue du profil de célérité calculé. Pour y remédier, la salinité renseignée dans le logiciel Timica a été surestimée de 2 à 5 PSU<sup>1</sup> en fonction des écarts constatés afin d'obtenir une cohérence entre les deux valeurs. Compte tenu des profondeurs rencontrées, les erreurs induites sur les sondes restent minimales, de l'ordre d'une dizaine de centimètres.

### 3.5. Conditions météorologiques durant la mission.

Les conditions météorologiques pendant la mission ZMAG\_2013 ont été dans l'ensemble favorables, ce qui confirme les descriptions faites dans les annales hydrographiques lors des missions antérieures. Le vent a été à dominante est entre 5 et 15 nœuds mis à part quelques journées avec des rafales dépassant les 20 nœuds. Les conditions météorologiques ont commencé à se dégrader à partir de la fin octobre. Il est à noter que le seul mouillage à l'abri, lorsque les conditions de vent et l'état de mer se dégradent, se situe aux Îles du Salut. La houle est de l'ordre de 50 centimètres mais peut rapidement se lever avec le vent, rendant le travail en vedette difficile. Il faut savoir que les seules données d'état de mer et de direction du vent disponibles en ligne en Guyane correspondent à Saint-Laurent-du-Maroni, accessibles via le site de données publiques de Météo France.

### 3.6. Capacités d'accueil d'un BH2 en Guyane.

L'unique port d'escale du BH2 *Borda* a été Dégrad des Cannes, avec des profondeurs permettant le passage en toute sécurité du navire. Le fond étant composé de vase molle, le « dragage » s'effectue de façon naturelle par la quille des navires marchands qui entrent et sortent. Cette méthode ne peut cependant pas s'appliquer à un bâtiment hydrographique dont les équipements scientifiques se trouvent sous la quille. C'est pour cette raison qu'une escale prévue à la base à Kourou a dû être annulée et remplacée par un accostage à Dégrad des Cannes. Cependant le port de Dégrad des Cannes ne dispose que de trois postes à quai et connaît un trafic important. En conséquence de quoi, la place à quai durant l'ensemble de l'escale n'est pas garantie car les navires marchands sont prioritaires. Et dans ce cas, le navire doit attendre au mouillage qu'une place se libère.

Il a été envisagé au début d'accoster à la base navale de Dégrad des Cannes mais la faible profondeur comparée au tirant d'eau du BH2 ne l'a pas permis. Un levé réalisé en 2013 par le service des Phares et balises au niveau du quai de la base navale a été communiqué au SHOM-Bergot.

Ces restrictions à l'accès aux ports de Guyane rendraient difficilement la conduite d'une mission à partir du BHO *Beautemps-Beaupré*.

### 3.7. Particularités des accès aux Petit et Grand Connétables.

Un zodiac muni d'un système GPS a effectué le tour du Petit Connétable afin de relocaliser celui-ci. L'accès à ce rocher est déconseillé car le déferlement tout autour empêche l'approche en sécurité d'une embarcation. Il n'est donc accessible qu'à la nage. Il est recouvert lors de certaines marées hautes ou par mer agitée.

---

<sup>1</sup> PSU : Practical salinity unit, unité de salinité (1 psu = 1 g de sel par kg d'eau de mer)



Figure 13 : le Petit Connétable à marée basse vu du Sud à 50 m.

Le Grand Connétable est une réserve naturelle nationale. Il est interdit d'y mettre pied sans autorisation. Cette autorisation peut être obtenue dans le cadre d'une mission scientifique auprès du directeur de la réserve (cf. annexe III). Ce site est envahi par différentes espèces d'oiseaux. Il est fortement déconseillé de s'y rendre pendant la période de nidification, entre avril et septembre. L'équipe se rendant sur place doit être réduite au strict minimum. L'accès est plus facile à marée haute. Un coffre est prévu pour amarrer l'embarcation. Il est recommandé d'avoir un cordage assez long à tendre entre l'embarcation et la rive pour faciliter la remontée à bord malgré les courants sur zone.

#### 4. CONCLUSION

La mission ZMAG\_2013 du BH2 *Borda* en Guyane française a permis d'améliorer de façon significative la connaissance bathymétrique le long du littoral. En effet, le levé complet du mouillage des Iles du Salut, seul abri des côtes de Guyane hors des ports, et les levés de reconnaissance des zones non hydrographiées entre Sinnamary, Cayenne et le Grand Connétable, ont été conduits.

Par ailleurs, des travaux à terre importants ont également été menés lors des escales, en particulier le positionnement d'éléments remarquables pour l'exploitation d'images aériennes, notamment pour la détermination de la frontière entre la France et le Suriname, et le contrôle des observatoires de marée.

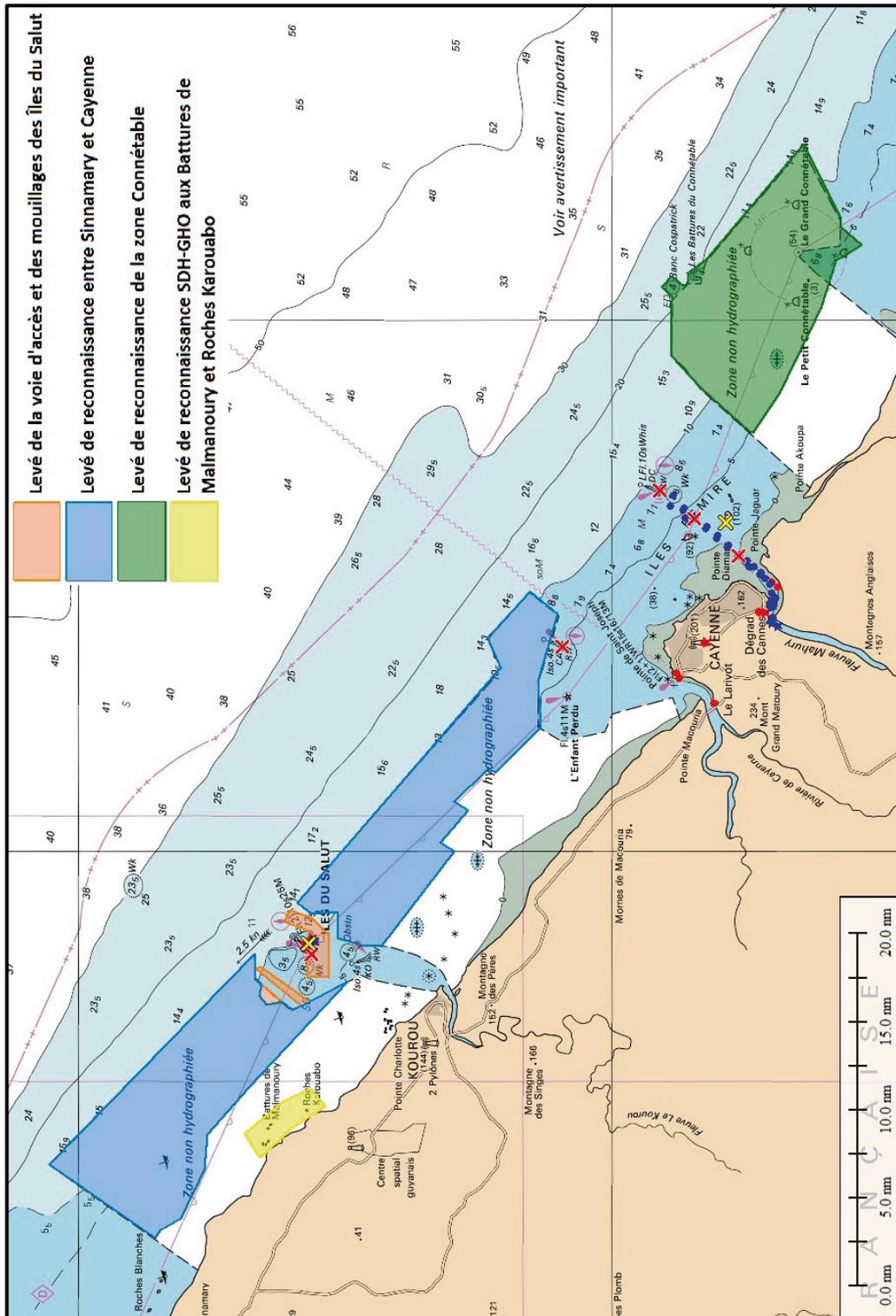
Enfin, au gré du temps restant en escale ou selon les zones de levés, des travaux d'opportunité ont été effectués améliorant la connaissance générale et permettant de compléter l'information nautique.

Cependant, cette mission, principalement concentrée sur le littoral entre Sinnamary et les abords du Grand Connétable, n'a pas permis, faute de temps et en raison de leur éloignement géographique, de travailler dans les zones frontalières du Maroni et de l'Oyapok. Ces régions, objets d'autres besoins exprimés par le SHOM et le COMSUP Guyane, devront donc faire l'objet d'un prochain déploiement.

**ANNEXE I : liste des rapports particuliers et fiches d'exploitation par levé**

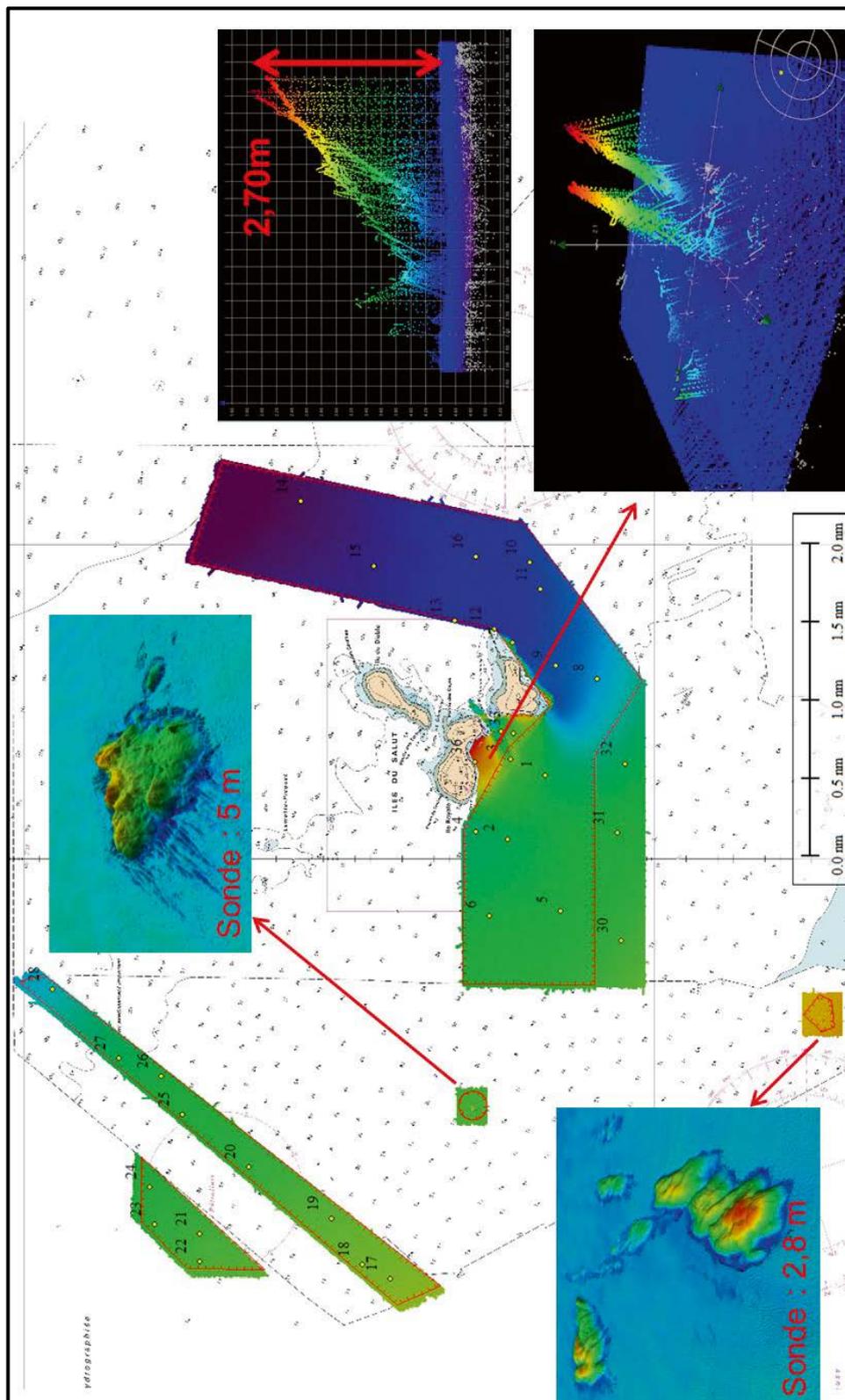
Référence	Objet
RAP2013-058	Mesure de hauteurs d'eau et de courants en Guyane (S201305500)
RAP2013-059	Stéréopréparation Cayenne 2013 (S201305400)
RAP2013-060	Levé bathymétrique en transit en Guyane et recherche de sondes douteuses (S201305600)
RAP2013-061	Levé de la voie d'accès et des mouillages des Îles du Salut (S201305700)
RAP2013-062	Revue d'amers et balisage en Guyane (S201305800)
RAP2013-063	Levé de reconnaissance de Sinnamary à Cayenne (S201306100)
RAP2013-066	Levé de reconnaissance aux abords du Centre spatial guyanais - SDH-GHO (S201306300)
RAP2013-079	Stéréopréparation et spatiopréparation Maroni (S201307400)
RAP2013-080	Levé de reconnaissance dans la zone Connétable (S201307500)
FE n° 12 SHOM/GHA/NP du 29 janvier 2014	Information nautique à Horta (Archipel des Açores) (S201305200)
FE n° 13 SHOM/GHA/NP du 29 janvier 2014	Information nautique à Paramaribo (Suriname) (S201307100)
FE n° 14 SHOM/GHA/NP du 29 janvier 2014	Information nautique à Belém (Brésil) (S201307700)
FE n° 49 SHOM/GHA/NP du 31 mars 2014	Information nautique à Caniçal (île de Madère) (S201308000)

## ANNEXE II : synoptique des levés hydrographiques réalisés au cours de la mission ZMAG\_2013



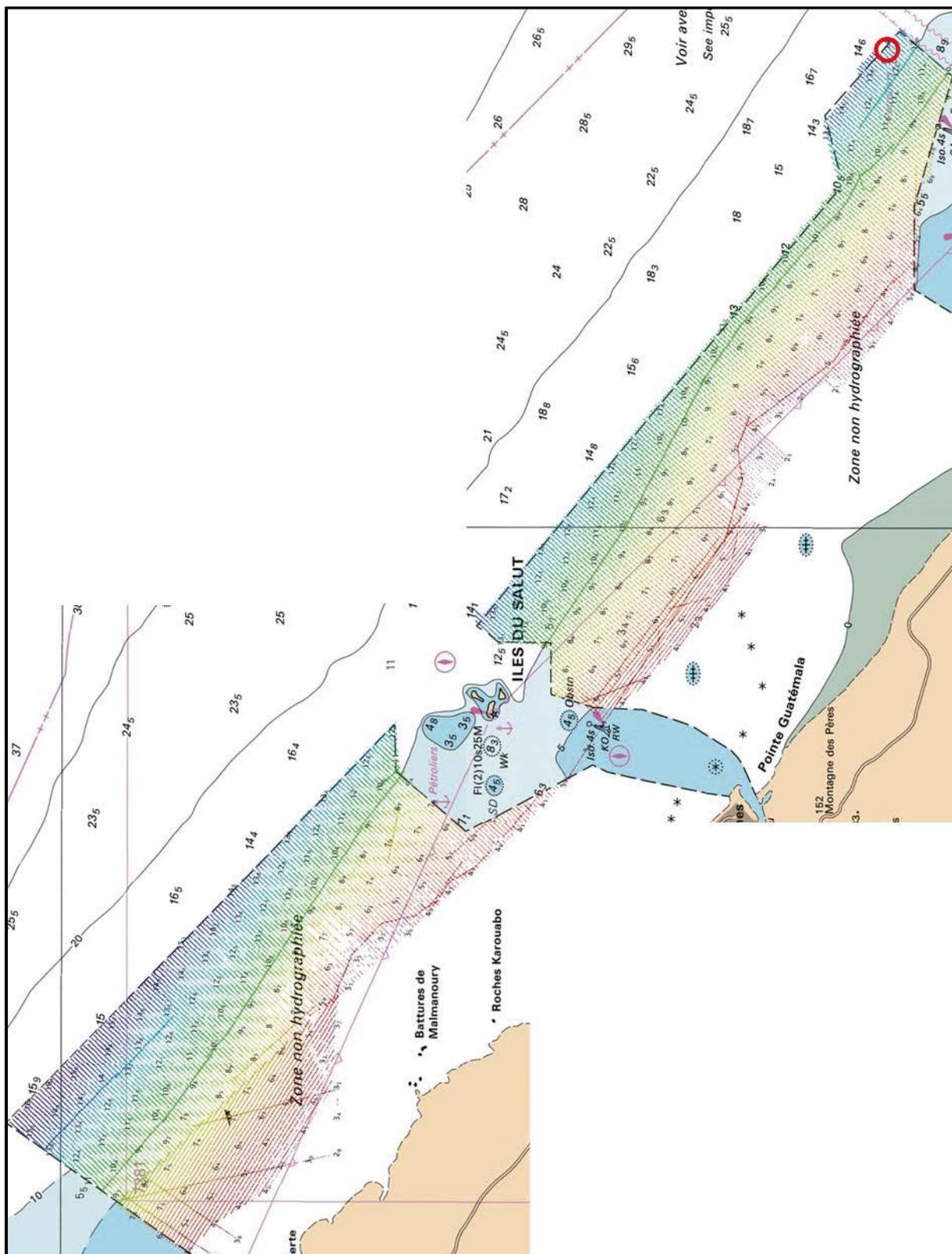
*Vue générale des travaux hydrographiques de la mission ZMAG\_2013 (extrait de la CM 7374).  
Les croix jaunes et rouges correspondent respectivement aux mouillages de marée et aux  
mouillages de courantomètre.*

*Les étoiles et ronds rouges et bleus correspondent respectivement aux amers et au balisage mis à jour  
et créés.*

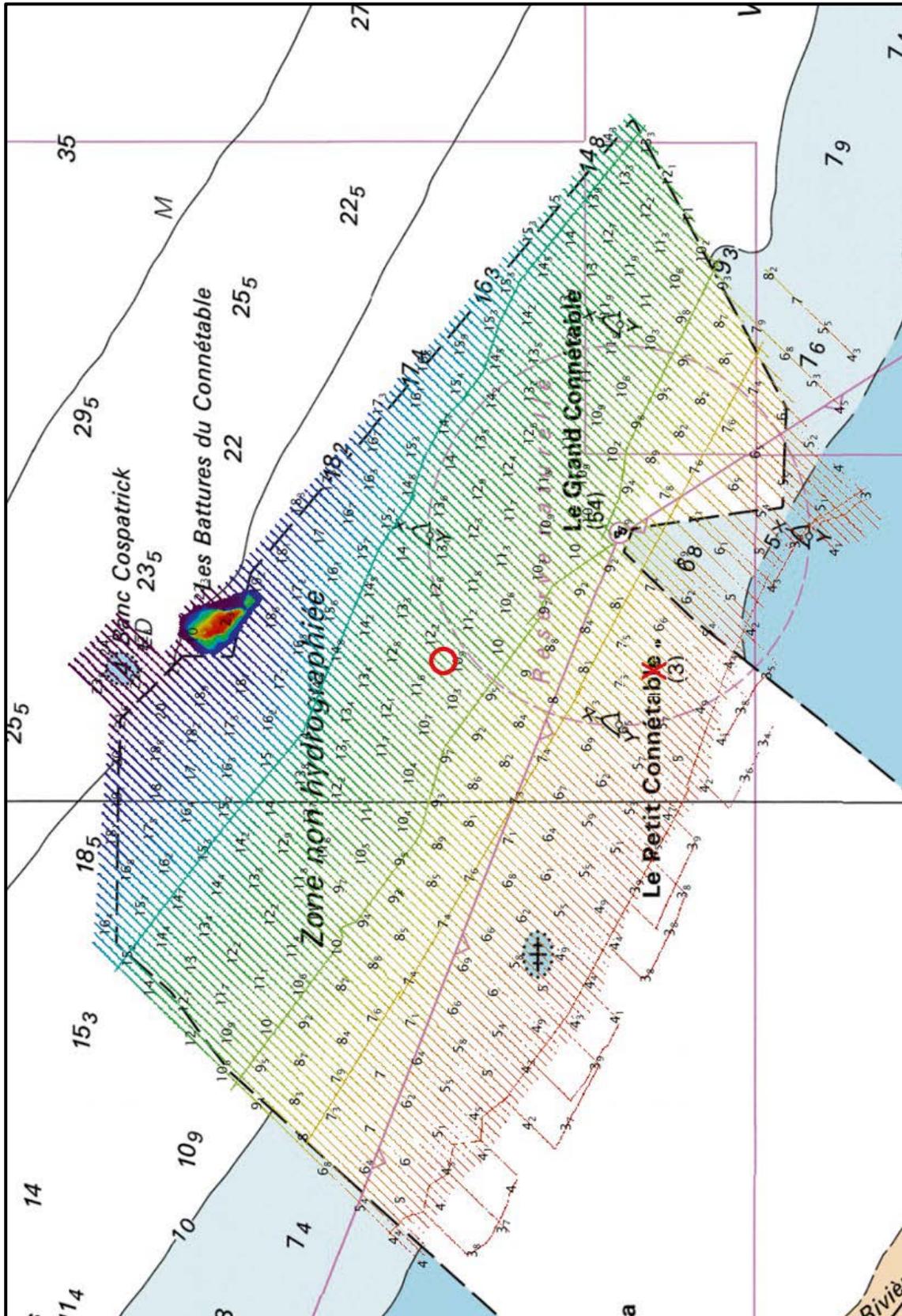


Zone levée aux Îles du Salut (extrait de la CM 7481).

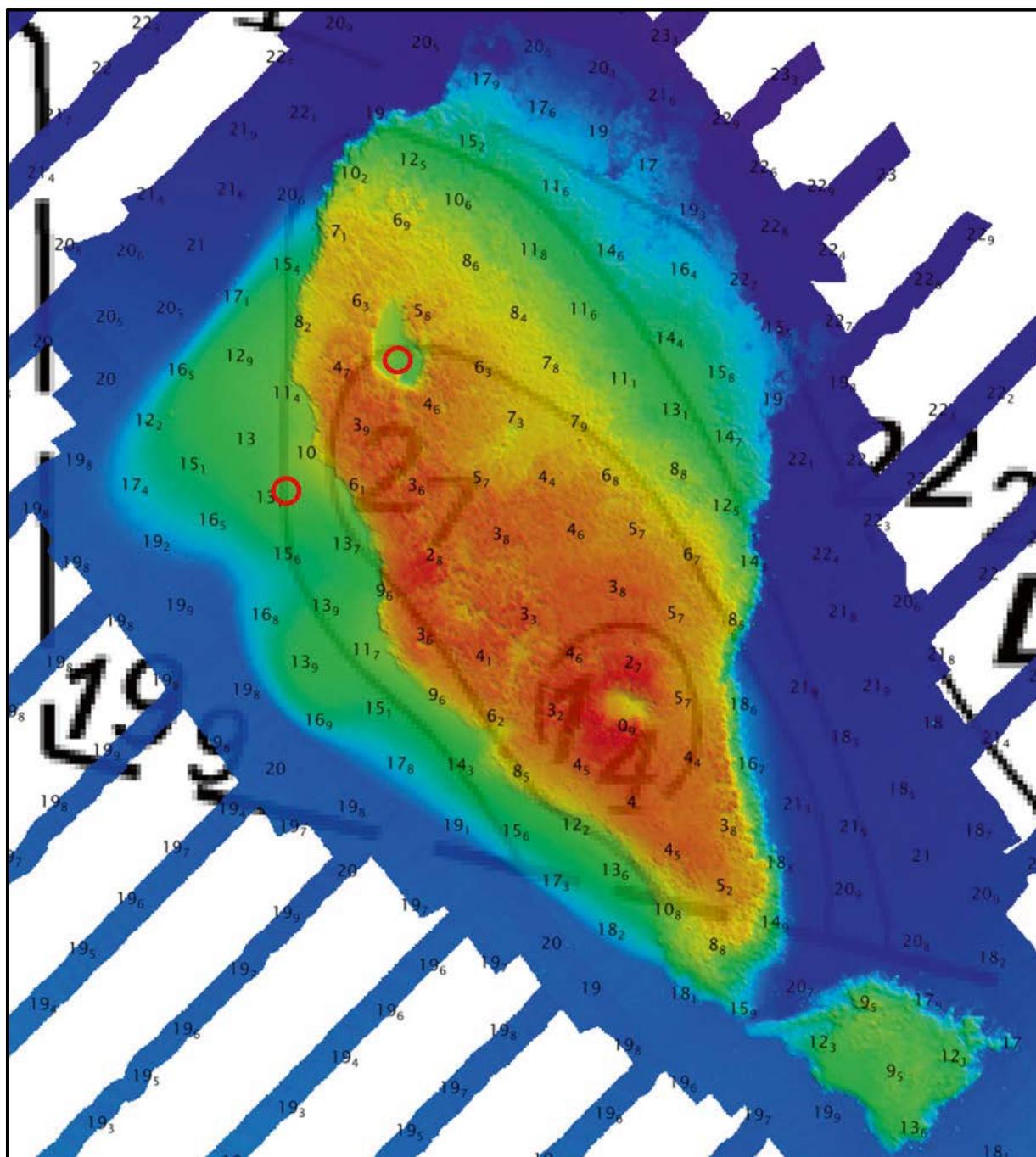
Les points jaunes correspondent aux prélèvements de sédiment réalisés par bennes Shipeck et Van Veen. Les deux images à droite correspondent à une obstruction découverte dans la Baie des Cocotiers. Les illustrations en haut et à gauche mettent en évidence des amas rocheux.



Levé de reconnaissance de Sinnamary à Cayenne (extraits des CM 7484 et 7485). Le cercle rouge correspond au prélèvement de sédiment réalisé par benne Shipeck.

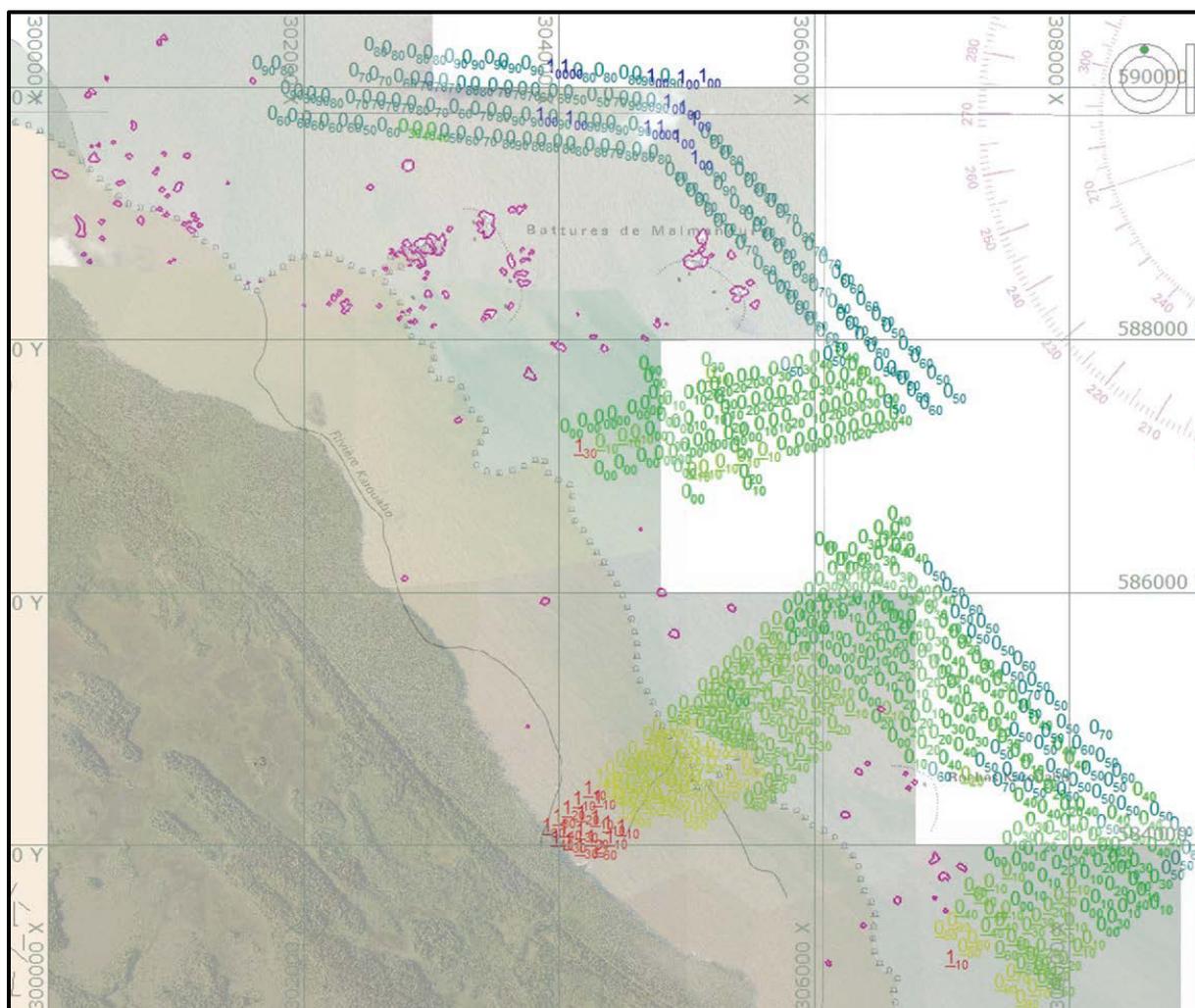


Levé de reconnaissance de la zone Connétable (extrait de la CM 7485).  
 Le cercle rouge correspond au prélèvement de sédiment réalisé par benne Shipeck et la croix rouge au repositionnement du Petit Connétable.



*Zone levée au niveau des Battures du Connétable (extrait de la CM 7381).*

*Les cercles rouges correspondent aux prélèvements de sédiment réalisés par benne Van Veen.*



*Levé de reconnaissance SDH-GHO aux Battures de Malmanoury et  
Roches Karouabo (extrait de la CM 7381).*

*Les formes magenta correspondent aux roches détectées par stéréo restitution par le département  
« Géomatique » du SHOM. L'imagerie aérienne est issue de la BDORTHO 2005 de l'IGN.*



**ANNEXE III : liste de contacts utiles en Guyane française**

- COMSUP GUYANE, commandant EMIA : 843 407 55 33 – 05 94 39 55 33 ;
- adjoint Mer (OPS/MER) : 843 407 56 45 – 05 94 39 56 45 ;
- adjoint surface au chef du bureau OPS/MER : 843 407 56 69 – 05 94 39 56 69 ;
- base navale de Dégrad des cannes :
  - commandant : 843 407 30 01 – 05 94 39 30 01 ;
  - commandant en second : 843 407 30 02 – 05 94 39 30 02 – 06 94 45 39 11.
- vedettes de la gendarmerie maritime :
  - VCSM P623 *Mahury* : gendarmerie maritime, BP6019, 97306 CAYENNE CEDEX 06 94 26 88 08 ;
  - VCSM P624 *Organabo* : 05 94 32 42 24.
- 9<sup>e</sup> RIMA, commandant BOI : 843 407 20 39 – 05 94 39 20 39 ;
- commandant BOA Saint-Jean-du-Maroni : 05 94 34 45 70 – 06 94 26 38 79 ;
- ambassade de France au Suriname et au Guyana, chargé d'affaires A.I. : 06 08 98 88 42 ;
- direction de la mer :
  - chef du service Phares et Balises : 05 94 39 81 92 ;
  - chef du pôle Hydrographie du service Phares et Balises : 05 94 39 81 70 – 06 94 41 54 07.
- IGN, réseaux et services internationaux / service de géodésie et nivellement : 01 43 98 85 53 – 06 82 23 35 78 ;
- syndicat des pilotes maritimes de Guyane, président : 05 94 35 45 20 – 06 94 23 39 63 :

[sspmg@wanadoo.fr](mailto:sspmg@wanadoo.fr)

- grand port maritime de Guyane (accès au marégraphe de Dégrad des Cannes)
  - chef du pôle Exploitation : 05 94 29 96 63 ;
  - capitainerie : 05 94 35 44 90.

[cap.flap.deal-guyane@developpement-durable.gouv.fr](mailto:cap.flap.deal-guyane@developpement-durable.gouv.fr)

[capitainerie@portdeguyane.fr](mailto:capitainerie@portdeguyane.fr)

- centre spatial guyanais :
  - responsable du bureau portuaire (accès aux infrastructures de Pariacabo) : 05 94 32 00 42 ;
  - société Atlantique dragage (accès aux marégraphe et données de Pariacabo et de la Pointe des Roches) : 05 94 35 68 46 :

[atlantique.dragage.fg@gmail.com](mailto:atlantique.dragage.fg@gmail.com)

- réserve naturelle nationale du Grand Connétable, conservateur : 05 94 39 00 45 – 06 94 20 21 56.

[www.reserve-connetable.com](http://www.reserve-connetable.com)

**ANNEXE IV : liste du personnel du Groupe hydrographique de l'Atlantique ayant participé à la mission ZMAG\_2013**

Grade	Prénom, nom	fonction	du	au
ICETA	Olivier Parvillers	directeur du GHA	04/10/13	19/10/13
IETA	Ronan Créach	ingénieur hydrographe	31/07/13	03/10/13
IETA	Julien Smeekaert	ingénieur hydrographe	03/09/13	25/11/13
PM	Olivier Mico	hydrographe - chef d'équipe - plongeur	31/07/13	25/11/13
PM	Loïc Gorka	hydrographe - programmeur	31/07/13	25/11/13
MTS	François Julou	hydrographe	31/07/13	25/11/13
MTS	Alexandre Privat	hydrographe	31/07/13	25/11/13
SM	Sébastien Rauline	hydrographe	31/07/13	25/11/13
SM	Maxime Gosselin	hydrographe	31/07/13	25/11/13
SM	Ingrid Nair (F)	hydrographe	31/07/13	25/11/13
MT	Gilles Bertoia	hydrographe	31/07/13	25/11/13
MT	José Valoura	mécanicien - surveillant sécurité plongée (*)	31/07/13	25/11/13
SM	Nicolas Lemarchand	manoeuvrier, patron d'embarcation	31/07/13	25/11/13
SM	Pierre Madec	SITEL - responsable équipements scientifiques	31/07/13	25/11/13

Éditeur : Shom  
CS 92803  
29228 Brest cedex 2  
Juin 2019  
Dépôt légal deuxième trimestre 2019  
Numéro d'éditeur : 2960





**Adresse postale**

13 rue du Chatellier - CS 92803  
29228 BREST CEDEX 2 - France

**Renseignements**

+33 (0) 2 56 312 312

**Internet**

[www.shom.fr](http://www.shom.fr)

Le Shom est certifié sur l'ensemble de ses activités.



ANNALES HYDROGRAPHIQUES 779



9 782111 394902

ISBN 978-2-11-139490-2