Document public

# Levés au sonar à balayage latéral sur l'île de Cayenne

## Rapport intermédiaire

**BRGM/RP-66388-FR**

Novembre 2016

Guyane Observatoire de la Dynamique Côtière

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
GUYANE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Document public

# Levés au sonar à balayage latéral sur l'île de Cayenne

## Rapport intermédiaire

**BRGM/RP-66388-FR**
Novembre 2016

**F. Longueville, F. Paquet, I. Thinon et G. Aertgeerts**

| **Vérificateur :** | **Approbateur :** |
|---|---|
| Nom : Ywenn de la Torre | Nom : Jean-François Vernoux |
| Fonction : Directeur BRGM Guadeloupe | Fonction : Directeur par intérim du BRGM de Guyane |
| Date : 20/12/2016 | Date : 13/01/2017 |
| Signature : | Signature : |

**Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.**

Guyane Observatoire de la Dynamique Côtière

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
GUYANE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

**Mots-clés** : levé au sonar, transport sédimentaire, morphodynamique, milieu littoral, Cayenne, Rémire-Montjoly, Guyane.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Longueville F., Paquet F., Thinon I. et Aertgeerts G.** (2016) – Levés au sonar à balayage latéral sur l'île de Cayenne. Rapport intermédiaire BRGM/RP-66388-FR, 29 p., 16 ill.

© BRGM, 2016, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

# Synthèse

La campagne terrain d'Octobre 2016 s'inscrit dans le cadre de la convention de l'observatoire de la dynamique côtière de Guyane se déroulant sur l'année 2016-2017 et signée en septembre 2015.

Le suivi biannuel, mené par l'observatoire, s'articule autour de levés topo-bathymétriques, dont l'objectif est de décrire l'évolution morphosédimentaire du milieu. Cette année, des levés au sonar à balayage latéral (SBL) ont été effectués en simultané des profils bathymétriques. Le SBL permet d'obtenir des informations sur la morphologie (figures sédimentaires notamment) et la nature des fonds marins (via sa réflectivité acoustique). L'objectif principal de ces acquisitions était de tester la faisabilité du déploiement d'un tel dispositif et de la pertinence de la méthode utilisée par rapport aux données acquises.

La campagne d'acquisition a montré que le SBL peut être mis en œuvre en même temps que les levés bathymétriques et qu'il permet d'imager avec une très haute résolution les fonds marins à très faible profondeur avec une installation adaptée.

Les résultats préliminaires montrent que la morphologie du fond marin le long des profils bathymétriques est relativement homogène. La présence de figures sédimentaires (rides, mégarides) offre l'opportunité d'interpréter les courants qui les génèrent et apportent donc des informations complémentaires dans la compréhension globale de la dynamique hydrosédimentaire. Les variations de réflectivité du fond-marin suggèrent des variations de nature du fond (mise en évidence de rochers, vase etc.).

En conclusion, le SBL apparaît donc comme un outil intéressant pour le suivi de l'évolution dynamique sous-marine du littoral, en complément des méthodologies topo-bathymétriques déjà utilisées.

# Sommaire

**1. Introduction .....7**

**2. Déroulement et description de l'acquisition.....9**

2.1. PREPARATION DE LA MISSION ET DU MATERIEL .....9
2.1.1. Site d'étude.....9
2.1.2. Le matériel.....10

2.2. DEROULEMENT DE LA MISSION .....12
2.2.1. Calendriers .....14
2.2.2. Conditions hydrométéorologiques pendant la campagne d'acquisition....16

2.3. METHODE D'ACQUISITION ET DONNEES ACQUISES .....17
2.3.1. Positionnement des données.....17
2.3.2. Imagerie acoustique par sonar à balayage latéral.....19

2.4. PROBLEMES RENCONTRES.....21

**3. Résultats .....22**

3.1. CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES COMMUNES A TOUS LES PROFILS :22

3.2. EXEMPLES D'IMAGERIES SBL SUR L'ILE DE CAYENNE.....23
3.2.1. Profil C2 – Anse de Montabo : .....24
3.2.2. Profil C3 – Anse de Montabo : .....25
3.2.3. Profil P1 – Anse de Bourda :.....26

**4. Conclusion.....27**

**5. Bibliographie .....29**

# Liste des figures

Illustration 1: Image satellite de l'île de Cayenne (geoportail). ..... 9

Illustration 2 :Profils suivis au niveau de l'île Cayenne sur fond de cartes marines du SHOM et IGN ..... 10

Illustration 3 : sondeur bathymétrique Tritech PA500 ..... 11

Illustration 4 : Poisson du sonar à balayage latéral "Edgetec 4125" ..... 11

Illustration 5: Ordinateur d'acquisition et valise "topside" du sonar ..... 12

Illustration 6: Bateau utilisé au cours de la mission, MerPanga : « Oyana » du PNRG. ..... 12

Illustration 7: Hauteur d'eau (en mètre) par heure et date au niveau des îles du Salut (source SHOM). PM : Marée de pleine mer ; BM : basse mer. ..... 16

Illustration 8: Graphique représentant les hauteurs d'eau significatives en fonction du temps (source CEREMA). En grisé, les périodes d'acquisition bathymétrique, topographiques et d'imagerie acoustique (sonar). ..... 17

Illustration 9 : (a) représentation spatial des profils suivis sur fond de carte IGN Scan50. (b) plan de position non corrigé des profils d'acquisition au sonar à balayage latéral. La largeur de fauchée est de 50m pour le profil C2 et de 100m pour les autres. ..... 18

Illustration 10: géométrie d'acquisition du sonar. Le poisson est maintenu au niveau de sa tête à la perche via des sangles et à l'arrière à bout de bras. ..... 19

Illustration 11 : a) mise en œuvre du sonar à balayage latéral par des profondeurs d'eau supérieur à 10m. b) fauchée d'un sonar latéral. ..... 20

Illustration 12 : Exemple de sonograme présentant un sol de même nature homogène, le long du profil C1. ..... 22

Illustration 13 : Carte de position des sonogrammes des profils C2,C3 et P1 des Illustration 14 à Illustration 16. ..... 23

Illustration 14: Imagerie de sonar à balayage latéral et interprétation préliminaire à l'extrémité proximale du profil C2, montrant les variations de réflectivité et son augmentation à l'approche de la plage. La flèche indique la direction vers le nord-ouest du courant, déduit de l'allongement des figures sédimentaires liées à la présence d'objets sur le fond. ..... 24

Illustration 15: Imagerie de sonar à balayage latéral et interprétation préliminaire le long du profil C3, montrant les faibles variations de réflectivité et la présence de mégarides. L'orientation est sud vers le haut. Les flêches indiquent la direction principale du courant déduite des orientations des mégarides. ..... 25

Illustration 16 : Imagerie de sonar à balayage latéral et interprétation préliminaire le long du profil P1, montrant les variations de réflectivité et la présence de roche à l'affleurement sur le fond. L'orientation est nord-est vers le haut. ..... 26

# 1. Introduction

L'explosion démographique de la Guyane est principalement concentrée le long du littoral, engendrant des pressions et enjeux patrimoniaux et environnementaux (habitations, maintien de salines…). En parallèle le littoral guyanais est contraint par une dynamique de bancs de vase qui migrent de l'estuaire de l'amazone au Brésil jusqu'à l'estuaire de l'Orénoque au Venezuela. Cette dynamique, implique un changement rapide et continue du milieu. Il est donc nécessaire de caractériser cette dynamique côtière et de comprendre son fonctionnement hydrosédimentaire, afin de gérer au mieux le littoral de Guyane.

Dans le cadre de la convention de l'observatoire de la dynamique côtière de Guyane, une fois par an, à la fin de la saison sèche, des levés bathymétriques couplés à des levés topographiques et des relevés de la position du trait de côte sont réalisés. L'objectif de ces suivis, réalisés depuis 2014, est de pouvoir comparer d'une année sur l'autre l'évolution morphologique de la plage et des hauts fonds. Les côtes de trois communes sont suivies dans le cadre de l'observatoire : Awala-Yalimapo, Kourou et l'île de Cayenne.

Cette année, en parallèle de la bathymétrie, un sonar à balayage latéral, a été déployé au niveau de l'île de Cayenne. L'objectif de tels levés est de fournir, via la réflectivité du fond marin, une image acoustique dont l'usage peut se rapprocher dans une certaine manière à celle d'une photographie aérienne du sol.

Ce rapport intermédiaire présente la mission d'acquisition des données d'imagerie acoustique par sonar à balayage latéral, ainsi que les résultats préliminaires associés.

Un rapport final regroupant l'ensemble des résultats et interprétations des données bathymétriques, topographiques et d'imagerie acoustique viendra en complément.

# 2. Déroulement et description de l'acquisition

## 2.1. PREPARATION DE LA MISSION ET DU MATERIEL

### 2.1.1. Site d'étude

Le secteur d'étude se concentre au niveau de l'île de Cayenne dont le littoral est découpé en plusieurs anses : l'anse de Rémire, l'anse de Montjoly, l'anse de Montabo et les petites anses de Cayenne (Illustration 1). D'après les études déjà menées dans le cadre de l'observatoire et par d'autres organismes de recherche, un banc de vase est actuellement en train de s'installer sur les anses de l'île de Cayenne (Gardel et Gratiot, 2005 ; Longueville et Bourbon, 2016 ; Abascal, en cours).

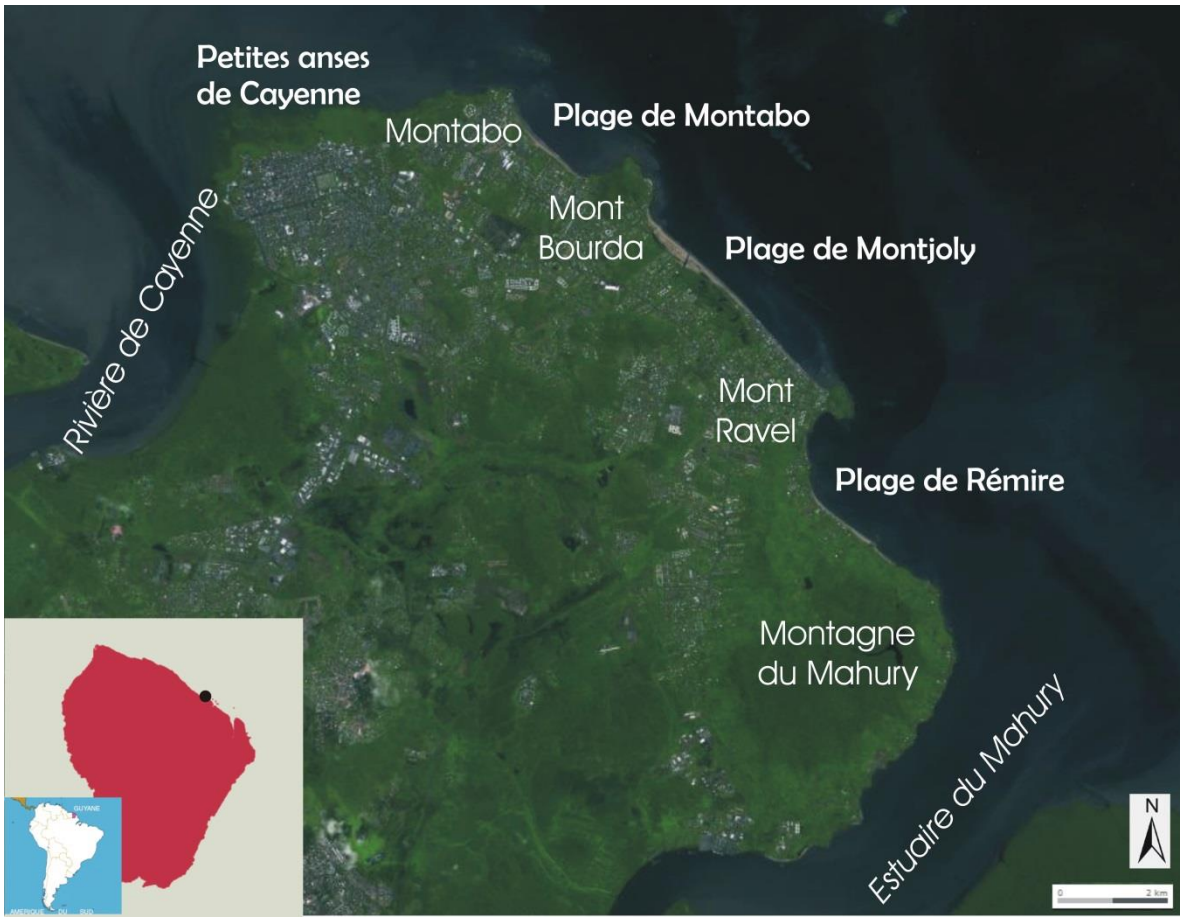


*Illustration 1: Image satellite de l'île de Cayenne (geoportail).*

Les levés topo-bathymétriques s'effectuent sur des profils perpendiculaires au trait de côte et sur une distance d'environ 1 kilomètre. Ces profils sont au nombre de 13 répartis sur l'ensemble des anses de l'île, excepté les petites anses de Cayenne (Illustration 2).

Cette année, des levés au sonar à balayage latéral (SBL), ont été effectués le long de 5 profils, en parallèle de l'acquisition bathymétrique. Au vue du caractère homogène des fonds marins dans les baies, nous avons privilégié l'acquisition de profils sonars sur les bordures (C1, C2,

C3) et au large de l'exutoire des salines où un cône de déjection s'est formé (C4, C5) (Illustration 2).

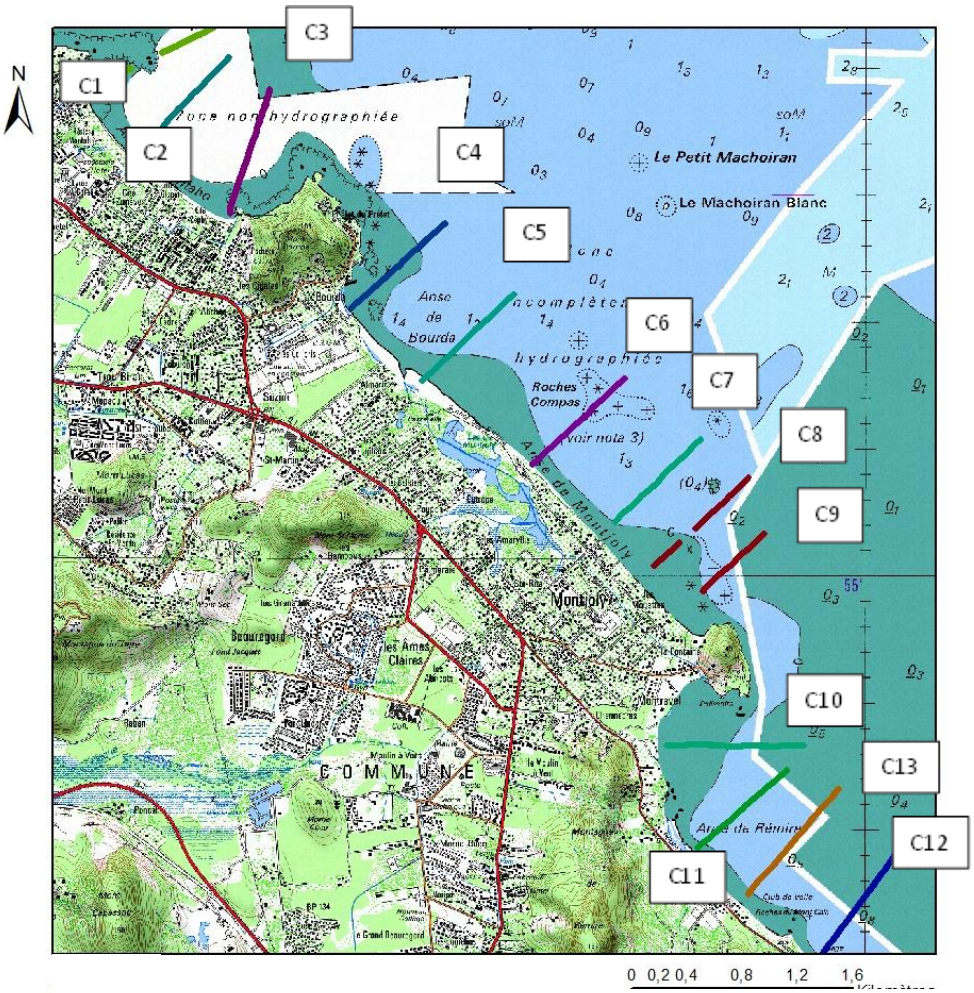


*Illustration 2 :Profils suivis au niveau de l'île Cayenne sur fond de cartes marines du SHOM et IGN*

### 2.1.2. Le matériel

Pour le levé bathymétrique, le matériel consiste en :

- une sonde bathymétrique mono-faisceau monofréquentielle : « Tritech PA500 » (fréquence : 500 kHz, largeur de faisceau 6° conique, plage de profondeur sondée : de 0,3 à 50m, résolution 0.025% de la profondeur sondée) (Illustration 3);

*Illustration 3 : sondeur bathymétrique Tritech PA500*

- un ordinateur d'acquisition ;
- des connectiques qui permettent de relier la sonde à l'ordinateur d'acquisition.

Pour l'imagerie acoustique, le SBL consiste en :

- un poisson métallique profilé pourvu d'ailerons de stabilisation (Illustration 4) : « Edgetec 4125 » (Fréquence 400 kHz et 900 kHz, Résolution : 2.3 pour 400 kHz et 1.5cm pour 900 kHz, largeur de faisceau vertical : 50°, largeur de faisceau horizontal : 0.46° pour 400 kHz et 0.28° pour 900 kHz) ; l'émetteur et le récepteur des ondes acoustiques sont situés au niveau des transducteurs du poisson ;

*Illustration 4 : Poisson du sonar à balayage latéral "Edgetec 4125"*

- un ordinateur d'acquisition avec la valise génératrice en alimentation électrique (« Topside ») (Illustration 5) ;

*Illustration 5: Ordinateur d'acquisition et valise "topside" du sonar*

- du petit matériel (rechange des pièces de fixation, graisse pour étanchéiser les connectiques…) ;
- Un câble de traction et d'alimentation du poisson d'une longueur de 50 m.

Les autres matériels :

- un groupe électrogène de 3 kva servant à alimenter la génératrice du sonar et les ordinateurs ;
- 2 GPS Garmin de précision plurimétrique (GPSMap 527, GPS Garmin72H), l'un pour le sonar, l'autre pour la bathymétrie ;
- Un bateau : « l'Oyana » (Illustration 6), qui est un MerPanga26 appartenant au PNRG (Parc Naturel Régional de Guyane).

*Illustration 6: Bateau utilisé au cours de la mission, MerPanga : « Oyana » du PNRG.*

## 2.2. DEROULEMENT DE LA MISSION

La campagne s'est déroulée entre le 17 Octobre et le 21 Octobre. Le Tableau 1 récapitule les métadonnées de la campagne ODYCG selon les standards européens Seadatanet.

| META-DONNEES CAMPAGNE | |
|---|---|
| Nom du projet | ODYCG |
| **INFORMATIONS GENERALES** | |
| Nom de de la campagne | Acquisition mois d'octobre |
| Date de début | 07/10/2016 |
| Date de fin | 14/10/2016 |
| Annee de debut de campagne | 2016 |
| Objectifs de la campagne | levés bathymétriques et imagerie acoustique |
| Zone couverte | Estuaire du Maroni (plage des Hattes et plage du Suriname) |
| Nom du Navire | OYANA |
| Port de départ | Degrad des Cannes / Cayenne |
| Port d'arrivee | Degrad des Cannes / Cayenne |
| Bibliographie | |
| LIEU d'ARCHIVAGE des donnees | |
| Nom de l'organisme | BRGM |
| pays de l'organisme | France |
| GEO-REFERENCEMENT | |
| Décalage par rapport à l'heure TU | 0 |
| Système géodésique (WGS84,…) acquisition | WGS84 |
| Système(s) de positionnement | GPS |
| Disponibilité des Données de positionnement | Lon-Lat ( WGS84) et Lon-lat (RGFG95) et UTM 22N |
| LOCALISATION de la zone de mesures | lon-lat (WGS84) |
| Emprise : lat. N | -52.24444 |
| Emprise lat. S | -52.3017 |
| Emprise: long. W | 4.8881 |
| Emprise: long. E | 4.9528 |
| ORGANISMES et CHEFS DE MISSION | |
| **CHEF DE MISSION 1** | |
| Nom et prénom | LONGUEVILLE François |
| Nom organisme | BRGM |
| PAYS | France |
| **CHEF DE MISSION 2** | |
| Nom et prénom | THINON ISABELLE |
| Nom organisme | BRGM |
| PAYS | France |
| **CHEF DE MISSION 3** | |
| Nom et prénom | AEERTGERTS Geoffrey |
| Nom organisme | BRGM |
| PAYS | France |

*Tableau 1 : Descriptif général de la campagne (métadonnées au format SeaDataNet).*

### 2.2.1. Calendriers

Le Tableau 2 représente le calendrier prévisionnel de la mission d'acquisition et le Tableau 3 illustre le déroulement réel de la mission.

Cette campagne d'acquisition de l'observatoire de la dynamique côtière de Guyane s'est déroulée à la suite d'une première campagne de recherche qui concernait l'estuaire du Maroni (projet « Morphomar ») et pour laquelle, le même bateau et le même matériel étaient utilisés. Les problèmes techniques et logistiques rencontrés lors de cette première campagne ont engendré un retard de trois jours par rapport au calendrier initial.

Les mesures des profils au niveau de l'île de Cayenne ont eu lieu du 19 Octobre au 21 Octobre 2016.

*Tableau 2 : Calendrier prévisionnel de la mission d'aquisition (TDC=Levés du trait de côte).*

| Octobre | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | samedi | dimanche | lundi | mardi | mercredi | jeudi | vendredi | samedi | dimanche | lundi | mardi | mercredi | jeudi | vendredi | samedi | dimanche |
| Actions | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| | | | *Campagne Morphomar* | *Campagne Morphomar* | Départ de l'Oyana pour Kourou | Acquisition avec l'Oyana bathy + sonar Kourou | | | | Acquisition ile de Cayenne Bathymétrie + sonar | | | | | | |
| | | | | | | Acquisition terrestre TDC + profils Kourou | Acquisition terrestre TDC + profils Kourou / Départ de l'Oyana pour Cayenne | | | Acquisition terrestre île de Cayenne Profils de plages + Trait de côte | | | | | | |

*Tableau 3 : Calendrier réel de la mission d'acquisition.*

| Octobre | | | | | | | | | | | | | | | | | | Novembre | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | samedi | dimanche | lundi | mardi | mercredi | jeudi | vendredi | samedi | dimanche | lundi | mardi | mercredi | jeudi | vendredi | samedi | dimanche | | lundi | mardi | mercredi |
| Actions | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | | 14 | 15 | 16 |
| | | | *Campagne Morphomar* | | | | | Acquisition Profils + TDC Awala | | Acquisition Bathy Kourou | Acquisition Bathy Kourou | Acquisition Bathy + sonar Anse de rémire | Acquisition Bathy + sonar Anse de Montjoly | Acquisition Bathy + sonar Anse de Montabo | | | | Topo+TDC Profil Montabo | TDC Kourou | TDC Saline |
| | | | | | | | | | | Profils Topo Kourou | Profils Topo Kourou | Profils + TDC Rémire | Profils+TDC Rémire & Montjoly | Profils + TDC Montjoly | | | | | | |

### 2.2.2. Conditions hydrométéorologiques pendant la campagne d'acquisition

Lors d'une campagne d'acquisition plusieurs paramètres hydrométéorogologiques rentrent en compte :

- Météorologie

Le bateau utilisé n'ayant pas de protection contre la pluie ou les embruns, l'acquisition acoustique n'a pu se faire que par beau temps et faible houle.

Au cours de la campagne d'acquisition, la météo a été favorable avec une mer belle et une absence de grosses pluies. Excepté le 19 Octobre où quelques averses ont eu lieu. Par chance, aucune conséquence sur l'acquisition de données n'a été à déplorer.

- Marée

La mise à l'eau et le fait de devoir s'approcher au plus près de la côte nécessitent de travailler à marée haute. Les dates retenues pour l'acquisition correspondent donc à la période de nouvelle lune induisant un fort coefficient de marée (Illustration 7).

| | 17/10/2016 | H[m] | 18/10/2016 | H[m] | 19/10/2016 | H[m] | 20/10/2016 | H[m] | 21/10/2016 | H[m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PM** | 05h19 | 3,55 | 06h05 | 3,5 | 06h53 | 3,35 | 07h44 | 3,15 | 08h44 | 2,95 |
| **BM** | 11h13 | 0,9 | 11h59 | 1 | 00h38 | 0,8 | 01h32 | 0,95 | 02h31 | 1,15 |
| **PM** | 17h37 | 3,65 | 18h22 | 3,6 | 19h09 | 3,45 | 20h00 | 3,25 | 21h02 | 3,05 |
| **BM** | 23h49 | 0,7 | -- | -- | 12h47 | 1,15 | 13h39 | 1,39 | 14h38 | 1,45 |

*Illustration 7: Hauteur d'eau (en mètre) par heure et date au niveau des îles du Salut (source SHOM). PM : Marée de pleine mer ; BM : basse mer.*

- Houle

Pour une acquisition dans des profondeurs d'eau supérieures à vingt mètres, le SBL est tracté, subissant peu l'impact de la houle. Pour une acquisition à très faibles bathymétries (cas du littoral guyanais), le SBL est maintenu en sub-surface. Il subit donc les mouvements de la houle mais aussi de tangage du navire, ce qui détériore l'imagerie.

Les valeurs de houle au large sont tirées du houlographe le plus proche, installé au large de l'île de Cayenne (Illustration 8). Les houles les plus fortes ont été enregistrées le 19 Octobre 2016 avec des hauteurs significatives pouvant atteindre 1,85m au large.

Etant donné qu'un banc de vase est en train de s'installer sur l'île de Cayenne, les houles au large déferlent et se dissipent au contact du banc, diminuant la hauteur significative des houles au sein du banc.

Or les profils se situent au sein du banc, donc l'acquisition effectuée le 19 octobre a été peu affectée par la houle.

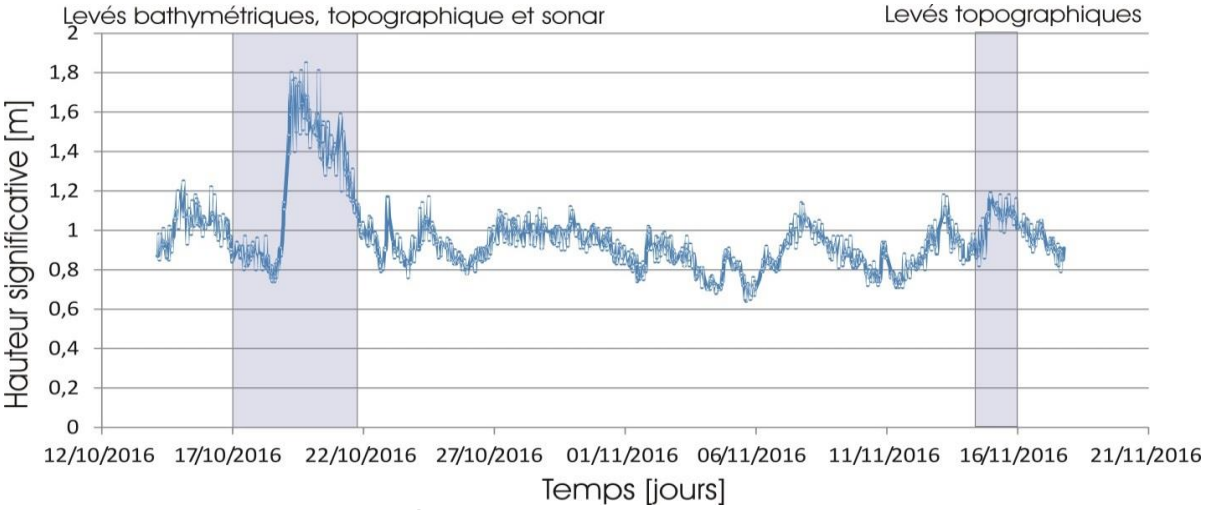


*Illustration 8: Graphique représentant les hauteurs d'eau significatives en fonction du temps (source CEREMA). En grisé, les périodes d'acquisition bathymétrique, topographiques et d'imagerie acoustique (sonar).*

## 2.3. METHODE D'ACQUISITION ET DONNEES ACQUISES

### 2.3.1. Positionnement des données

Le plan de navigation de l'imagerie acoustique par sonar est le même que celui de la bathymétrie, excepté au niveau de l'exutoire des salines. L'observation de figures sédimentaires sur l'un des profils (C5) et sa position au niveau du prisme d'accrétion à l'exutoire, nous ont amené à effectuer des profils supplémentaires de manière à recouvrir l'ensemble de la zone (Illustration 9).

En conclusion, les acquisitions ont eu lieu le long de 6 profils perpendiculaires à la côte (profil cross-shore) : C1, C2, C3, C4, C5 et C5' et le long d'un profil parallèle à la côte (profil long-shore) : P1 (Illustration 9).

Les longueurs des profils cross-shore sont comprises entre 320 m pour C1 et 1 km pour le profil C3. Le profil long-shore P1 est long de 2,5 km.

La fauchée de l'ensemble des profils est de 100m, excepté pour le profil C2, où un test a été effectué à une fauchée de 50m.

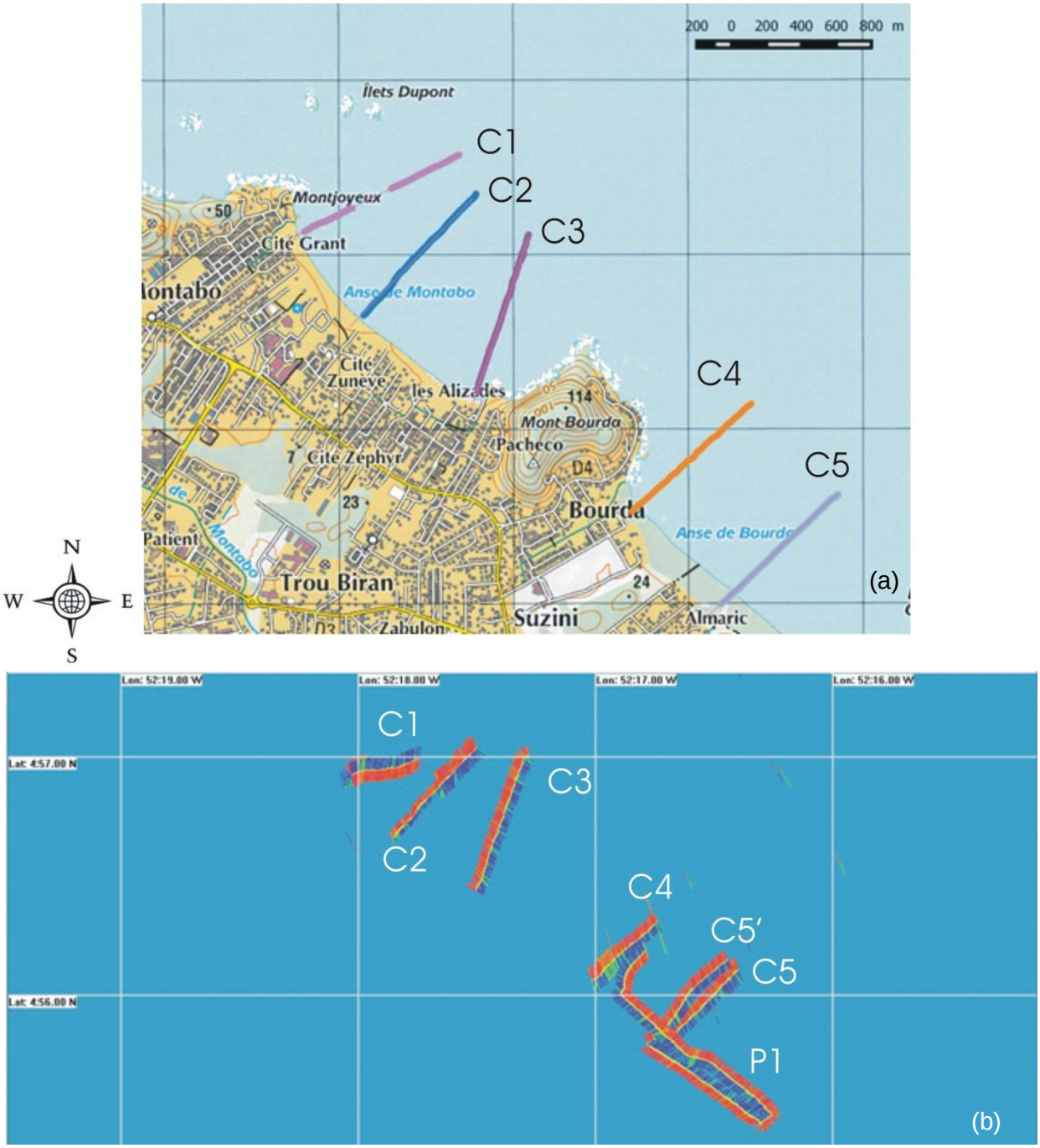


*Illustration 9 : (a) représentation spatial des profils suivis sur fond de carte IGN Scan50. (b) plan de position non corrigé des profils d'acquisition au sonar à balayage latéral. La largeur de fauchée est de 50m pour le profil C2 et de 100m pour les autres.*

### 2.3.2. Imagerie acoustique par sonar à balayage latéral

Le SBL est habituellement tracté à l'arrière du bateau et immergé au-dessus des fonds à environ un dixième de la portée efficace maximale choisie. Compte-tenu de la très faible tranche d'eau (< à 5m) du littoral guyanais, le SBL n'a pu être tracté. Il a été maintenu :

- dans un premier temps : proche de la surface à proximité du bateau, à bout de bras à l'arrière tribord du bateau ;
- dans un second temps : proche de la surface à proximité du bateau, tenu par la tête à la perche de la sonde bathymétrique via des sangles et à l'arrière à bout de bras. (Illustration 10).

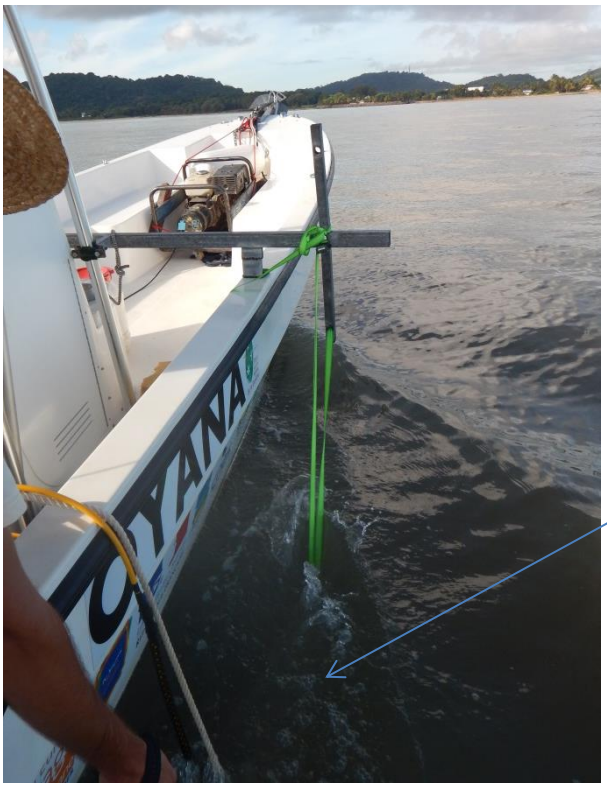


*Illustration 10: géométrie d'acquisition du sonar. Le poisson est maintenu au niveau de sa tête à la perche via des sangles et à l'arrière à bout de bras.*

Pour les futures campagnes d'acquisitions, un système de fixation proche surface est en cours d'élaboration.

Les profils sont en général acquis parallèlement aux courbes bathymétriques de manière à avoir une profondeur constante et à favoriser la détection des structures. Dans le cas de cette campagne d'acquisition, les profils sonar ont été acquis perpendiculairement aux courbes bathymétriques, afin de fournir une image uniquement le long des profils bathymétriques.

Le SBL est un système acoustique de haute résolution (submétrique), qui fournit une image en continue et en niveau de gris de la réflectivité du fond marin. Il s'agit d'un émetteur-récepteur d'ondes acoustiques, composé de deux voies disposées symétriquement de part et d'autre du sonar, appelé transducteurs. Le principe est d'émettre un faisceau sonore étroit avec une

incidence rasante. Ils utilisent les propriétés de rétro-diffusion acoustique[1] des fonds marins. Le sonar permet d'insonifier à différentes fréquences, et perpendiculairement à la route du navire, une bande constante de 50 à 1000 m de largeur en fonction de la profondeur (appelée fauchée ou zone couverte). Le balayage parcourt une fauchée latérale qui s'évase avec la distance (Illustration 11). Les hautes fréquences du sonar EdgeTec4125 limitent la portée (largeurs de fauchée limitées à quelques centaines de mètres) mais lui assure une bonne résolution spatiale, de quelques centimètres. Les très faibles tranches d'eau de la zone investiguée limitent aussi la largeur de la zone insonifiée (< à 100m). Il faut noter l'existence d'une zone aveugle (zone non insonifiée) de 10 à 20° située à l'aplomb du sonar. En effet, le SBL ne reçoit pas d'informations du fond à sa verticale.

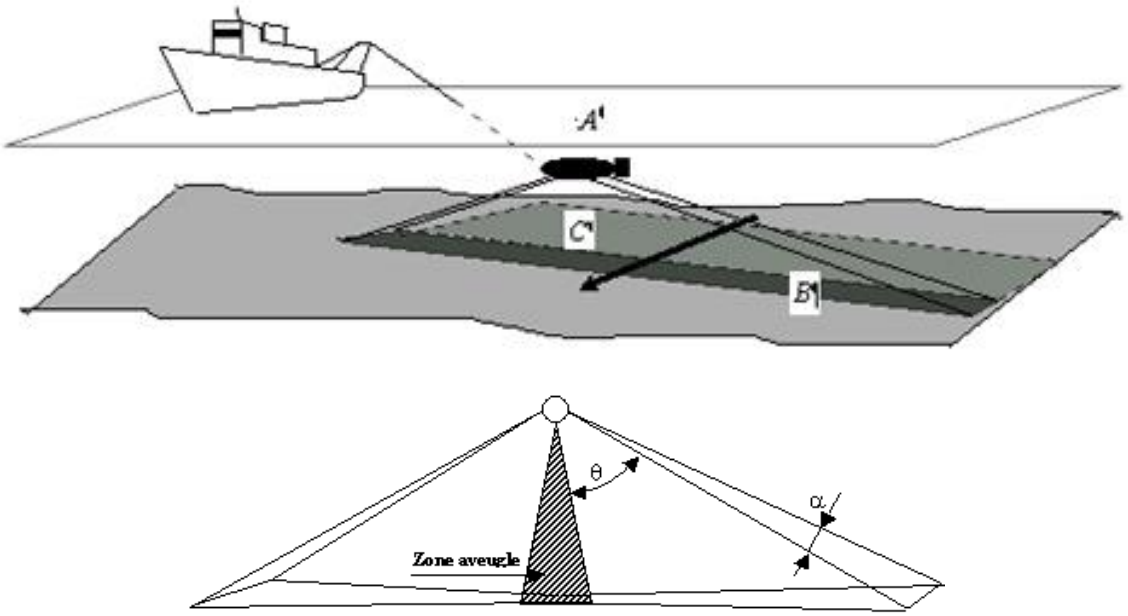


*Illustration 11 : a) mise en œuvre du sonar à balayage latéral par des profondeurs d'eau supérieur à 10m. b) fauchée d'un sonar latéral.*

Le signal acoustique réfléchi par le fond marin est restitué à bord du navire via le logiciel d'acquisition : *EdgeTec*h Discover®, sous la forme d'une image de réflectivité du fond (appelée sonogramme) et de la présence d'irrégularité ou de petits obstacles (ombres). Ces images renseignent sur la morphologie et la nature texturale du fond. L'amplitude des ondes réfléchies est traduite en nuances de gris. Classiquement, un enregistrement blanc ou gris clair correspondra à des sédiments fins (ex : vase) et un enregistrement gris foncé à des sédiments grossiers ; la roche paraissant plus sombre et pourvue de fractures et zones d'ombres. Les "ombres" sont induites par la présence d'obstacles qui interceptent une partie du signal. L'écho reçu sera de très faible niveau pendant une durée dépendant de l'angle de l'onde incidente rasante et de la hauteur de l'objet masquant. La limite entre deux zones ayant des coefficients de rétrodiffusion différents, se traduit sur l'enregistrement graphique par une modification des niveaux de gris.

Cependant, si le SBL permet une bonne reconnaissance des structures rocheuses et sédimentaires (champs de mégarides, dunes de sable, rubans sableux,…), il ne permet pas une identification directe de la nature des sédiments. L'imagerie acoustique s'associe toujours

[1] Propriété selon laquelle le fond marin renvoie les ondes acoustiques en fonction de l'angle d'incidence

de prélèvements et/ou d'observations géologiques du fond marin par benne à sédiment, plomb suiffé, images vidéo, etc.

## 2.4. PROBLEMES RENCONTRES

Le principal problème rencontré est l'avarie au niveau de la remorque du bateau lors de la campagne précédente à celle-ci (campagne Morphomar). En effet, les skippers employés de la DEAL, qui ont récupéré le bateau auprès du PNRG (Parc naturel régional de Guyane), propriétaire du bateau, ont remarqué les problèmes suivants :

- faisceau électrique et feu de gabarit défectueux ;
- hernie au niveau de la coque du bateau à cause des roulettes anti-frottements de la remorque tordues ;
- manivelle de traction du bateau bloquée et rouillée ;
- roue de jockey coincée ;
- la pompe de refroidissement d'un des deux moteurs défectueuse.

Les réparations ont duré plusieurs jours et lors du déplacement, une seconde avarie a été constatée. Le roulement à bille interne à l'axe de la roue de la remorque était rouillé et cassé ce qui engendra le blocage de la roue et un risque d'embrasement. En conséquence, la campagne Morphomar a dû commencer avec un retard de 7 jours ; retard qui s'est répercuté sur la campagne de l'observatoire.

De plus aucun prélèvement par benne à sédiment n'a pu être effectué car le bateau n'était pas adapté pour l'installation et la manipulation d'un tel matériel en toute sécurité (absence de treuil).

# 3. Résultats

Plusieurs exemples de sonogrammes sont présentés ici. Leur finalité est de montrer les capacités de détection et de différenciation de type de fond et de figures sédimentaires par le dispositif SBL. Les interprétations proposées (nature et direction de courant) sont hautement spéculatives et ne peuvent être validées qu'après traitement des données et calibration par prélèvement in-situ (benne). De même, il ne s'agit pas de proposer une cartographie précise à ce stade, en l'absence d'une mosaïque SBL exhaustive.

## 3.1. CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES COMMUNES A TOUS LES PROFILS :

Pour rappel, les profils non traités montrent systématiquement sous le SBL une bande centrale blanche non insonifiée dont la largeur correspond au double de la hauteur de la colonne d'eau (pas de données). Il est intéressant de noter que la morphologie du fond peut être déduite de la forme de cette bande, si les conditions marines le permettent (faible houle).

En outre, du fait du mode de traction, les sonogrammes présentent un artéfact majeur : une série de bandes parallèles au sein de la bande centrale se surimpose à l'image, car la coque du bateau a intercepté et/ou réfléchit les ondes émises grands angles limitant ainsi l'imagerie du fond le plus éloigné.

Une diminution latérale et progressive de l'amplitude de la réflectivité est clairement visible sur les images SBL. Cette caractéristique est le résultat de l'augmentation de l'angle d'incidence des ondes émises à mesure que l'on s'éloigne du SBL.

Sur la grande majorité des profils, les sonogrammes obtenus présentait une réflectivité homogène traduisant une nature du fond homogène (Illustration 12).

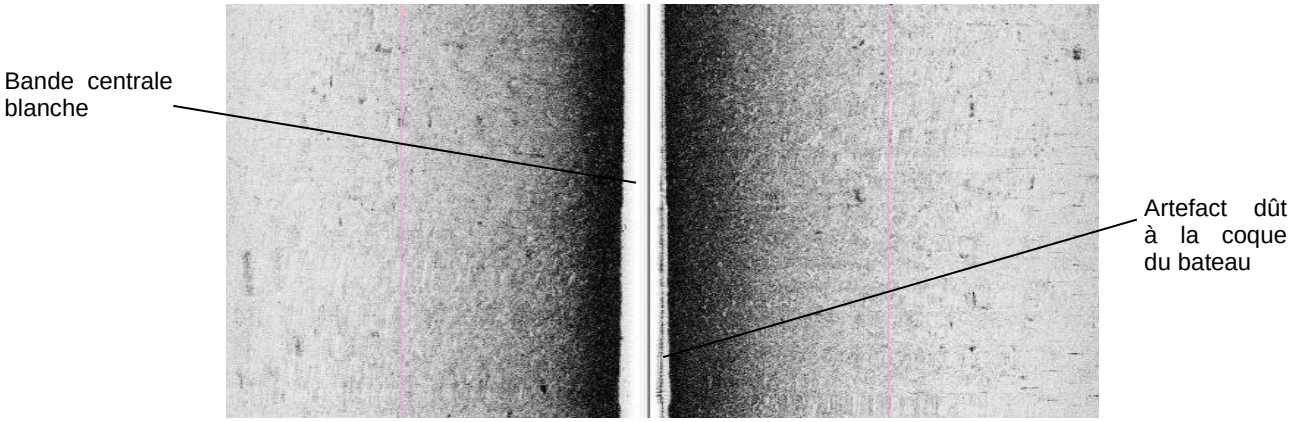


*Illustration 12 : Exemple de sonograme présentant un sol de même nature homogène, le long du profil C1.*

## 3.2. EXEMPLES D'IMAGERIES SBL SUR L'ILE DE CAYENNE

Cette partie s'attache à détailler des figures géométriques remarquables le long de certains profils. La position des images tirées est représentée sur l'Illustration 13.

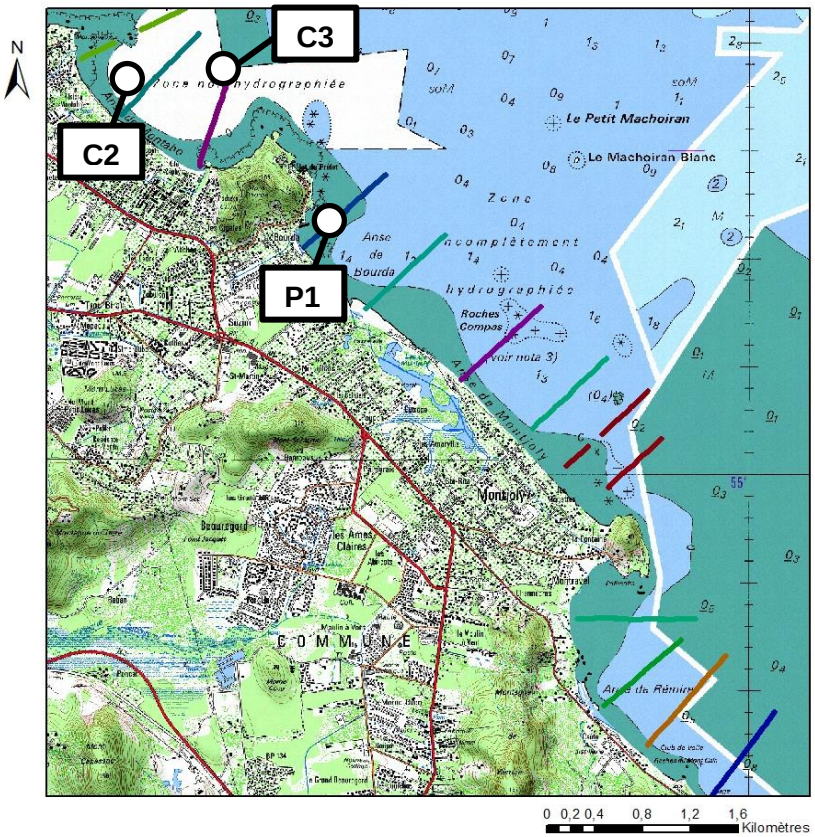


*Illustration 13 : Carte de position des sonogrammes des profils C2,C3 et P1 des Illustration 14 à Illustration 16.*

### 3.2.1. Profil C2 – Anse de Montabo :

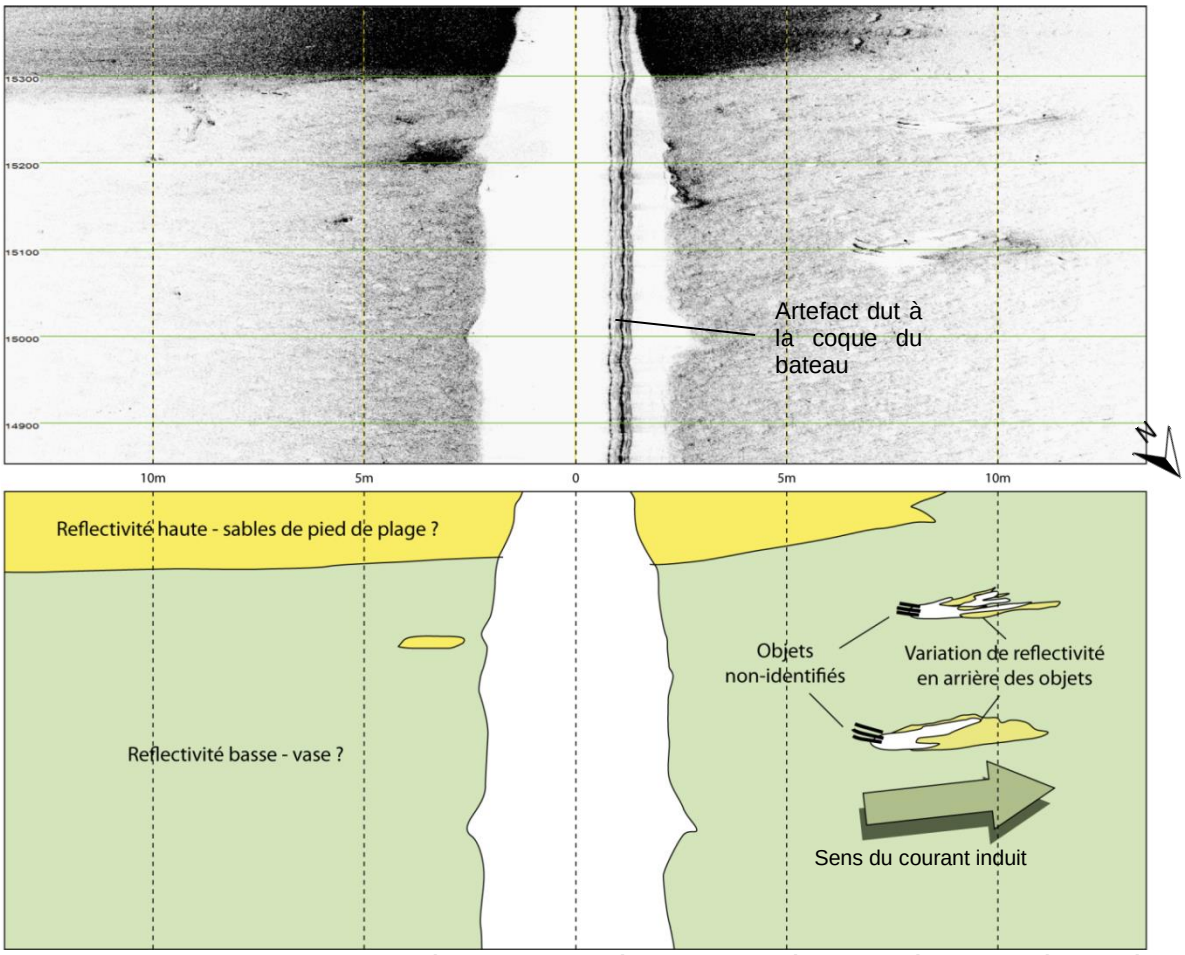


*Illustration 14: Imagerie de sonar à balayage latéral et interprétation préliminaire à l'extrémité proximale du profil C2, montrant les variations de réflectivité et son augmentation à l'approche de la plage. La flèche indique la direction vers le nord-ouest du courant, déduit de l'allongement des figures sédimentaires liées à la présence d'objets sur le fond.*

L'imagerie extraite du profil C2 et présentée en Illustration 14 montre une forte variabilité de la réflectivité à l'approche de la plage. Ceci suggère la présence d'un sédiment plus réflectif (sables s.l.) en pied de plage, et de sédiment moins réflectif plus au large (vases s.l.).

Aucune figure sédimentaire répétitive n'est visible ici, limitant l'interprétation en termes de dynamique sédimentaire. Néanmoins, deux objets sont présents sur le fond (ancres ; mouillage ?) et sont mis en évidence par une réflectivité forte, ce qui suggère une variation du type de sédiment et/ou de figures sédimentaires. Il est ainsi possible de déduire que les objets ont une influence sur la sédimentation en créant une « zone d'ombre » en aval-courant. Ceci indique une direction de courant principal vers le nord-ouest.

### 3.2.2. Profil C3 – Anse de Montabo :

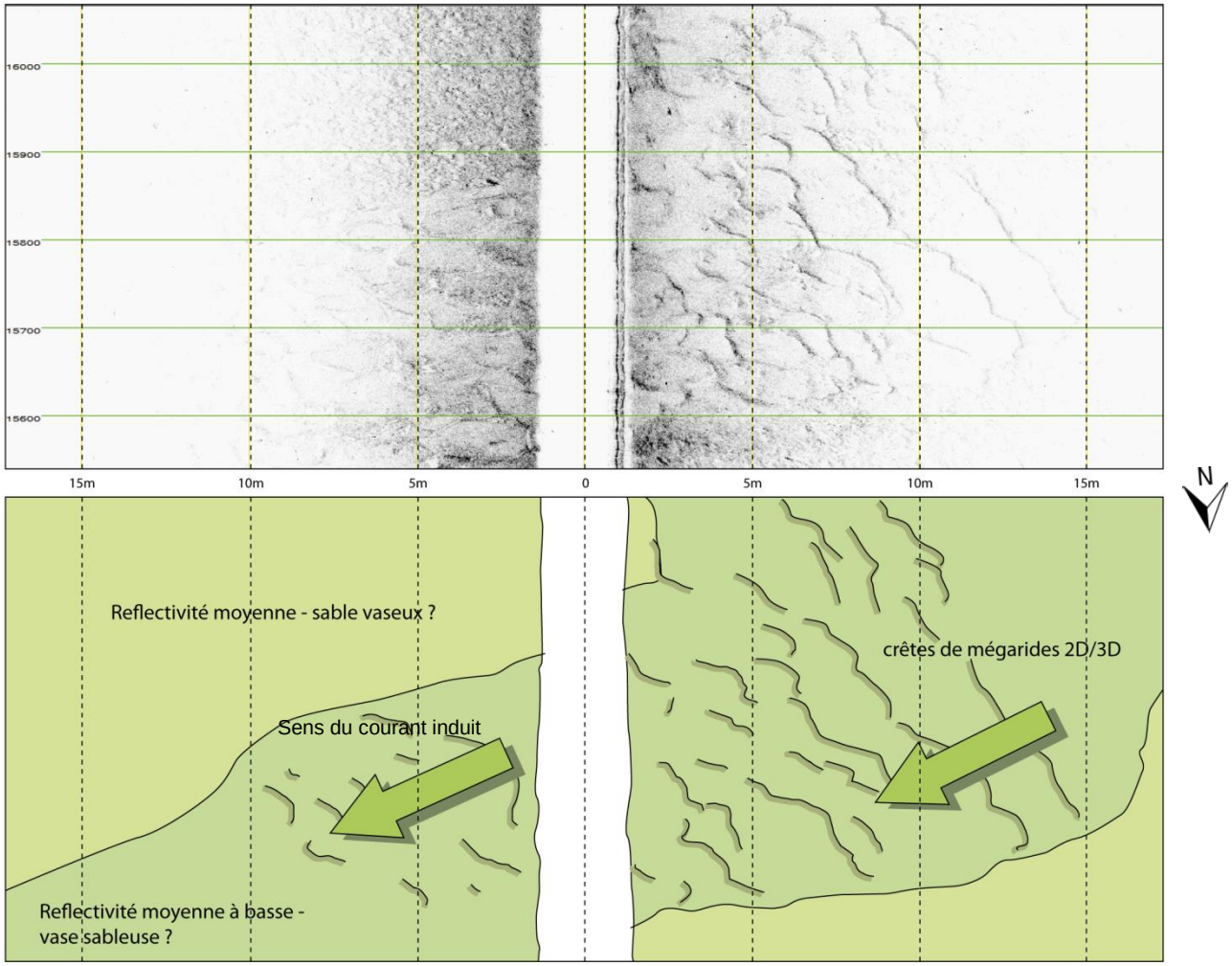


*Illustration 15: Imagerie de sonar à balayage latéral et interprétation préliminaire le long du profil C3, montrant les faibles variations de réflectivité et la présence de mégarides. L'orientation est sud vers le haut. Les flêches indiquent la direction principale du courant déduite des orientations des mégarides.*

L'imagerie extraite du profil C3 et présentée en Illustration 15 montre de faibles amplitudes et variabilités de la réflectivité le long du profil.

Les variations linéaires de réflectivité sont attribuées aux flancs de mégarides orientés vers le SBL. Les flancs étant mieux marqués à droite (ouest), ils indiqueraient un courant vers l'est.

### 3.2.3. Profil P1 – Anse de Bourda :

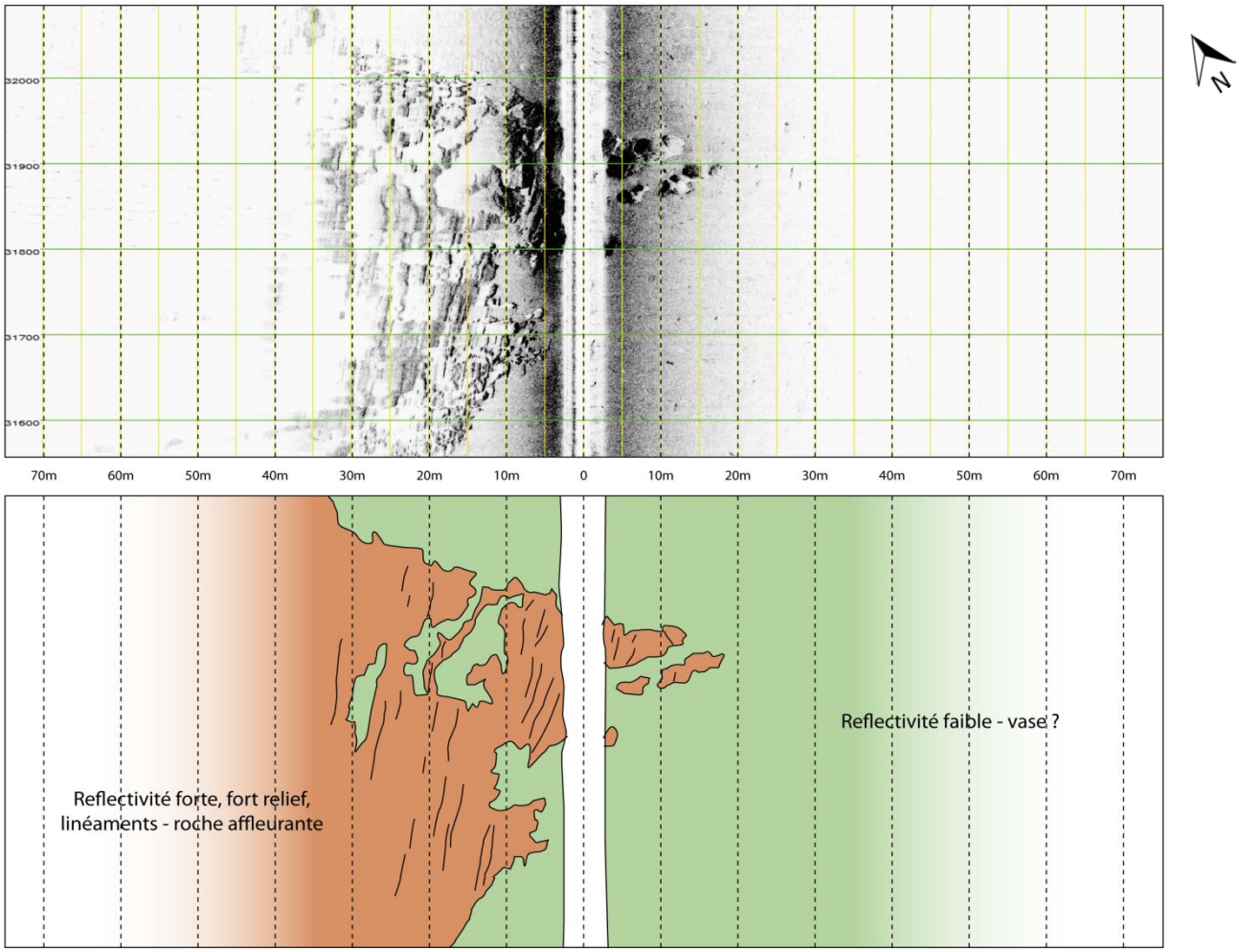


*Illustration 16 : Imagerie de sonar à balayage latéral et interprétation préliminaire le long du profil P1, montrant les variations de réflectivité et la présence de roche à l'affleurement sur le fond. L'orientation est nord-est vers le haut.*

L'imagerie extraite du profil P1 et présentée en Illustration 16 montre de fortes variations d'amplitude et de la réflectivité le long du profil. Ces variations sont attribuées à la présence de roche à l'affleurement (forte réflectivité), entourée de dépôts sédimentaires peu réflectifs (potentiellement du sable ou de la vase). Nous pouvons noter que la réflectivité est très contrastée au niveau de la zone de roche. Ceci est interprété comme les zones de roche orientées vers l'extérieur et par conséquent non-éclairées par l'émetteur du SBL. L'interprétation de cette zone de roche est validée car déjà connue et représentée sur les cartes de navigation SHOM (Illustration 2).

Cette première lecture des images de sonar à balayage latéral obtenues lors de la campagne 2016 montrent la diversité de nature du fond sur le littoral de l'Île de Cayenne. Outre la distinction et l'identification des différents types de fonds, qui nécessitent par ailleurs des calibrations par échantillonnages (benne), le SBL offre une imagerie des figures sédimentaires (mégarides, rides,…), qui renseignent sur la dynamique sédimentaire locale. Le traitement de ses images SBL, par correction de la déformation liée aux conditions de mer (houle), devrait permettre de mettre en évidence des détails plus fins et d'améliorer la compréhension des phénomènes hydrosédimentaires.

# 4. Conclusion

La campagne d'acquisition du sonar à balayage latéral au niveau de l'île de Cayenne, s'est déroulée conjointement au levé des profils bathymétriques tracés perpendiculaires à la côte. De par la configuration du secteur et notamment la présence de très petits fonds, le sonar a été tracté le long du bateau de manière non conventionnelle.

La lecture des premiers sonogrames analysés a montré la présence :

- majoritaire le long des profils d'un fond marin homogène ;
- de figures géométriques (comme des mégarides, ou des rochers) proches des promontoires rocheux et de la plage.

Le sonar à balayage latéral a donc permis de mettre en évidence différentes caractéristiques du fond, dont des figures sédimentaires (rides, méga-rides) et des zones de rocher. Cet outil offre un potentiel d'investigation fort pour aider à la description et la compréhension de la dynamique littorale. Toutefois, le seul suivi des profils bathymétriques n'est pas suffisant pour participer à la compréhension du fonctionnement hydrosédimentaire du secteur. En effet en l'absence d'une cartographie détaillée de la zone, il est difficile de conclure sur l'organisation des figures sédimentaires (figures locales ou à l'échelle de l'anse). Il serait donc intéressant d'effectuer un mosaïquage de la zone avec des levés parallèles aux isobathes afin de déterminer une carte de référence des fonds marins de l'île de Cayenne.

Néanmoins, le sonar à balayage latéral apparaît comme un outil intéressant pour le suivi de l'évolution dynamique du littoral, en complément des méthodologies de profils topo-bathymétriques déjà utilisées.

# 5. Bibliographie

**ABASCAL N.** (en prép.) – Dynamiques du système des bancs de vase amazoniens à travers une observation spatiales et une modélisation de la sédimentation de l'eau. Thèse de Doctorat.

**GARDEL A., GRATIOT N.** (2005) – A satellite image-based method for estimating rates of mud bank migration, French Guiana, South America. Journal of Coastal Research 21, 720-728.

**LONGUEVILLE F.** et **BOURBON P.** (2016) – Observatoire de la dynamique côtière de Guyane-Campagne d'avril 2016. Compte rendu BRGM/RP-65825-FR, p.33, 37 ill.

**Centre scientifique et technique**
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34 - **www.brgm.fr**

**BRGM Guyane**
Domaine de Suzine – Route de Montabo
BP 552
97333 – CAYENNE – France
Tél. : 0594300624