

Document public



Observatoire de la dynamique côtière de Guyane - ODYCG : Bilan de l'année 2017

Rapport final

BRGM/RP-67756-FR
Février 2018



(Awala, nov 2017)



Observatoire de la dynamique côtière de Guyane – ODYCG : Bilan de l'année 2017

Rapport final

BRGM/RP-67756-FR
Février 2018

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM AP15-GUY-037

Longueville F., Aertgeerts G.

Avec la collaboration de

Paquet F., Thinon I., Bernard J., Borie A., Morvan S., Grigoletto F.

Vérificateur :

Nom : Stépanian A.

Fonction : Chef de projet littoral

Date : 15/03/2018

Signature :



Approbateur :

Nom : Verneyre L.

Fonction : Directrice du BRGM de
Guyane

Date : 23/03/2018

Signature :



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

Contact : qualite@brgm.fr



Mots-clés : littoral, observatoire, dynamique côtière, érosion, Guyane, sédiments, Rémire-Montjoly, Cayenne, Kourou, Awala-Yalimapo

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

Longueville F, Aertgeerts G. avec la collaboration de Paquet F., Thinon I., Bernard J, Borie A., Morvan S. et Grigoletto F. (2018) – Observatoire de la dynamique côtière de Guyane ODYCG : bilan 2017. Rapport final. BRGM/RP-67756-FR, 89 p., 63 ill., 3 tabl., 2 ann., 1 CD.

Synthèse

Situé à la frontière entre le Brésil et le Suriname, le littoral de Guyane française connaît une dynamique sédimentaire et géomorphologique unique au monde, avec la migration de bancs de vase à l'échelle du plateau des Guyanes. Cette vase, originaire de l'Amazone, constitue un apport en sédiments très important sur l'ensemble de la côte vaseuse la plus grande du monde.

Depuis 2014, l'Observatoire de la DYnamique Côtière de Guyane (ODYCG), co-piloté par la Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DEAL) et le BRGM, suit l'évolution du littoral sur quatre communes guyanaises : Rémire-Montjoly, Cayenne, Kourou et Awala-Yalimapo.

Chaque année, la consolidation des méthodes d'acquisition se poursuit au fur et à mesure des campagnes.

Ce rapport présente les résultats techniques de l'année 2017 :

- un levé au sonar à balayage a été réalisé dans le même secteur que l'année 2016, afin de comparer les résultats entre eux ;
- des acquisitions d'images par drone ont été réalisées sur le même secteur qu'en 2016 sur Kourou, afin de caractériser les différences de volumes en sable, entre 2016 et 2017 ;
- en décembre 2016, un ouvrage de protection de type StabiPlage© a été installé sur la plage de la commune de Rémire-Montjoly. Un suivi particulier de ce secteur notamment via l'acquisition d'imagerie par drone pour élaborer un Modèle Numérique de Terrain (MNT) a été réalisé fin d'année 2017 ;
- un premier suivi des petites anses de l'île de Cayenne par photographies drone et production de Modèles MNT des zones côtières a également été réalisé en 2017.

L'ensemble de ces acquisitions a permis de suivre et de quantifier l'évolution du littoral dans le périmètre de l'ODYCG. Le bilan sédimentaire de l'année 2017 est ainsi propre à chaque secteur:

- par rapport aux années précédentes, le secteur de Cayenne est caractérisé par une modification de ses anses avec un déplacement du stock sableux d'Est vers l'Ouest ;
- Kourou enregistre de nouveau des phénomènes d'érosion principalement localisés face à la cité des 205 et de l'avenue de l'Anse ;
- la plage des Hattes sur la commune d'Awala-Yalimapo, connaît une stabilisation de son stock sédimentaire à l'Est et une érosion de son stock sableux à l'Ouest.

Sommaire

1. Introduction	11
2. Contexte général du littoral guyanais	13
2.1. CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE.....	13
2.1.1. Forçage météorologique et migration des bancs de vase	13
2.1.2. Nature et origine du sable des plages de Guyane.....	14
2.1.3. Phénomène de rotation de plage	14
2.2. CONDITIONS DE FORÇAGE	16
2.2.1. Données disponibles.....	16
2.2.2. Niveaux d'eaux	16
2.2.3. Conditions de houle	17
2.2.4. Précipitations/débits fluviaux.....	19
2.2.5. Conclusion sur les forçages pour l'année 2017	20
3. Méthodologie	21
3.1. SUIVI TOPO-BATHYMETRIQUE.....	21
3.1.2. Acquisition des données	21
3.1.3. Traitements des données.....	25
3.2. SUIVI DRONE.....	25
3.2.1. Acquisition des données	25
3.2.2. Traitement des données	26
3.2.3. Précision sur la mesure	27
3.3. SUIVI SATELLITAIRE : IMAGE SENTINEL 2	28
3.3.1. Type de données et acquisitions.....	28
3.3.2. Traitement et applications.....	28
3.4. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE.....	28
3.5. TEST AU SONAR A BALAYAGE LATERAL (SBL)	29
3.5.1. Acquisition des données	29
3.5.2. Traitements des données.....	33
4. Résultats	35
4.1. POSITION DES BANCS DE VASE	35
4.2. CAYENNE	37
4.2.1. Présentation du site	37
4.2.2. Nature des fonds	38

4.2.3. Anse de Rémire.....	39
4.2.4. Anse de Montjoly.....	46
4.2.5. Anse de Montabo.....	53
4.2.6. Suivi au sonar à balayage latéral.....	56
4.2.7. Petites anses de Cayenne.....	60
4.3. KOUROU.....	63
4.3.1. Présentation du site.....	63
4.3.2. Nature des fonds.....	64
4.3.3. Plage de l'hôtel des roches.....	65
4.3.4. Plage de la Cocoteraie.....	69
4.4. AWALA-YALIMAPO : PLAGES DES HATTES.....	76
4.4.1. Présentation du site.....	76
4.4.2. Nature des fonds.....	78
4.4.3. Évolution sédimentaire de la plage des Hattes.....	79
5. Bilan et synthèse des évolutions.....	85
6. Conclusion.....	87
7. Bibliographie.....	89

Liste des figures

Illustration 1 : Plaquette de diffusion grand-public de l'ODYCG.....	12
Illustration 2: Schéma de synthèse du principe de rotation de plage (d'après Anthony, 2010, modifié par Brunier et al., 2016).	15
Illustration 3: Références Altimétriques Maritimes pour les sites de Guyane. PHMA : plus hautes mers astronomiques, PMVE : pleines mers de vives eaux, PMME : pleines mers de mortes-eaux, NM : Niveau Moyen, BMME : basses mers de mortes-eaux, BMVE : basses mers de vives eaux, PBMA : Plus basses mers astronomiques (SHOM, 2017)	16
Illustration 4: Niveau marin mesuré au niveau du marégraphe de l'îlet la Mère au large de Cayenne (a) et au marégraphe de l'île royale au large de Kourou (b).....	17
Illustration 5: Représentation des trois caractéristiques de la houle : hauteurs significatives, période et direction au niveau du houlographe de Kourou (courbes en orange) et du houlographe de Cayenne (courbes en bleu).	18
Illustration 6: Roses des houles à Cayenne (gauche) et à Kourou (droite) entre juin 2016 et novembre 2017 pour Cayenne et juin 2016 et décembre 2016 pour Kourou. ...	19
Illustration 7: Débits journaliers en [m ³ /s] au niveau des fleuves du Maroni (Apatou), Mahury (St bief) et Kourou (Kourou) du 01/01/2015 au 31/12/2017.	20
Illustration 8: En haut, schéma explicatif du fonctionnement d'un DGPS (Hoareau, 2016) en bas illustration de la base et d'un mobile R8s (© BRGM).	22
Illustration 9 : Levés des profils de référence (A) et de la position du trait de côte (B).	23

Illustration 10: Exemples d'indicateurs de la position du trait de côte, a) pied de talus d'érosion, b) limite de végétation et c) laisse de mer.	23
Illustration 11: Géométrie d'acquisition et bateau utilisé: "Oyana"	24
Illustration 12: Plan de vol des drones de mars 2017.	26
Illustration 13 : Synthèse du processus de traitement des images drone.....	27
Illustration 14 : Exemple de la base de données sur Cayenne, l'ensemble des coordonnées GPS des photos obliques y est bancarisé avec les observations et les photos associées.	29
Illustration 15 : a) mise en œuvre du sonar à balayage latéral par des profondeurs d'eau supérieures à 10m. b) fauchée d'un sonar latéral (Shom).	30
Illustration 16: Exemple d'image acquise à l'aide d'un sonar à balayage latéral, fond marin au large de Cayenne (septembre 2016)	31
Illustration 17: Benne Van Veen.....	32
Illustration 18: géométrie d'acquisition du sonar	32
Illustration 19: Position des différents bancs de vase le long du littoral guyanais, tiré de l'image Sentinel 2 de février 2018. Le trait blanc continu représente la limite du banc de vase subtidal et le trait blanc en pointillé la limite du banc de vase intertidal et des vasières associées.....	36
Illustration 20: Profils suivis dans le cadre de l'observatoire sur l'île de Cayenne	38
Illustration 21: Trace du bateau lors des levés bathymétriques ainsi que de la position des prélèvements à la benne Van Veen (les points verts correspondent à la vase, le point jaune au sable).	39
Illustration 22: Evolution de la position du trait de côte sur l'anse de Rémire entre novembre 2015 et novembre 2017.	41
Illustration 23: Évolution topo-bathymétrique du profil C10 entre novembre 2015 et novembre 2017.	43
Illustration 24: la vase et le sable de la plage sont recouverts localement par les sédiments charriés par l'exutoire, octobre 2017.	44
Illustration 25: Évolution du profil topo-bathymétrique entre octobre 2016 et novembre 2017... ..	44
Illustration 26: Évolution topobathymétrique du profil C12 entre novembre 2016 et novembre 2017.	45
Illustration 27: Evolution du talus d'érosion entre avril 2016 et octobre 2017 au niveau du profil C12, à proximité du club de Kayak l'Aspag	45
Illustration 28: Évolution topobathymétrique du profil C13 entre novembre 2015 et novembre 2017.	46
Illustration 29: Evolution de la position du trait de côte sur l'anse de Montjoly entre novembre 2015 et novembre 2017.	47
Illustration 30: Évolution topo-bathymétrique du profil C9 entre novembre 2015 et novembre 2017.	49
Illustration 31: Évolution topo-bathymétrique du profil C6 entre novembre 2015 et novembre 2017.	49
Illustration 32: Evolution des profils topo-bathymétriques C4, C5, C7 et C8 entre novembre 2015 et novembre 2017.	50
Illustration 33: Orthophotographie et MNT, de la plage des Salines avant la pose des boudins stabiplages© en septembre 2017.	52

Illustration 34 : Boudin Stabiplage percé, positionné sur la plage de Rémire en février 2018. ...	53
Illustration 35: Evolution de la position du trait de côte sur l'anse de Montabo entre novembre 2015 et novembre 2017.	54
Illustration 36: Évolution topo-bathymétrique du profil C3 entre novembre 2015 et novembre 2017.	55
Illustration 37: Évolution topo-bathymétrique des profils C1 et C2 entre novembre 2015 et novembre 2017.	56
Illustration 38 : extraits des profils C1 de 2016 (haut) et de 2017 (centre) et l'interprétation de l'extrait de 2017. Très peu de différences sont visibles entre les deux levés	57
Illustration 39 : comparaison des extraits d'imagerie acoustique du profil C3 en 2016 (haut – Longueville et al. 2016) et 2017 (bas) et leurs interprétations respectives, montrant la disparition des figures sédimentaires (mégarides 2D/3D).	59
Illustration 40: Orthophotographie et MNT des petites anses de Cayenne, septembre 2017	61
Illustration 41: Positionnement des différents profils suivis dans le cadre de l'Observatoire de la dynamique côtière ainsi que les ouvrages de défense existants sur le secteur de Kourou.....	64
Illustration 42: Traces des profils bathymétriques de novembre 2017 et des prélèvements à la benne Vann Veen associés (les points verts correspondent à la vase, points jaunes au sable).	65
Illustration 43: évolution de la position du trait de côte au niveau de la plage de l'hôtel des roches entre novembre 2015 et novembre 2017 (orthophotographie de mars 2017)...	66
Illustration 44: Évolution du profil K1 face à l'hôtel des roches entre novembre 2015 et novembre 2017	67
Illustration 45: Évolution du profil K2 à l'ouest de la plage de l'hôtel des roches entre novembre 2015 et novembre 2017.	67
Illustration 46 : MNT différentiel entre mars 2017 et juin 2016, l'ensemble de l'accrétion en bleu est un artefact du à la présence de l'eau et ne rentre pas en compte dans le calcul du volume.....	68
Illustration 47: Evolution de la position du trait de côte sur la commune de Kourou entre novembre 2015 et novembre 2017.	70
Illustration 48: Évolution topo-bathymétrique du profil K3 entre novembre 2015 et novembre 2017.	71
Illustration 49: Évolution topo-bathymétrique du profil K4 entre novembre 2015 et novembre 2017.	71
Illustration 50: Talus d'érosion d'une hauteur de 2,50 m situés à 10 m à l'est des Carbets Communaux, février 2017 (gauche) et octobre 2017 (droite).....	72
Illustration 51: Évolution topo-bathymétrique du profil K5 entre novembre 2015 et novembre 2017.	72
Illustration 52: Évolution topo-bathymétrique du profil K6 entre novembre 2016 et novembre 2017.	73
Illustration 53 : MNT de la plage de la Cocoteraie de mars 2017.	73
Illustration 54 : Comparaison des orthophotographies entre 2016(en haut) et 2017 (en bas) avec le développement de la végétation.	74
Illustration 55 : Prisme d'accrétion au niveau des exutoires face à l'avenue de l'Anse, mars 2017.	76
Illustration 56: Positionnement des différents profils suivis dans le cadre de l'ODYC.	77

Illustration 57: Trace des levés bathymétriques effectués en novembre 2017, avec les prélèvements de la campagne de Morphomar17 (MM17BXXX) et ceux de la campagne de l'observatoire (ODYC0XX) (les points verts : vase, les points jaunes : sable) ..	78
Illustration 58: Evolution de la mangrove face au village de Simili entre novembre 2017 (gauche) et octobre 2016 (droite)	79
Illustration 59: Evolution de la position du trait de côte sur la plage des Hattes, entre novembre 2015 et novembre 2017	80
Illustration 60 : Talus d'érosion face aux carbets communaux, novembre 2017, (coord RGFG95/UTM22N :174042, 636042).....	81
Illustration 61 : Évolution du profil topo-bathymétrique A2, entre novembre 2015 et novembre 2017.	82
Illustration 62 : Évolution du profil topobathymétrique A1 entre novembre 2015 et novembre 2017.	82
Illustration 63 : Évolution topobathymétrique du profil A3 entre novembre 2015 et novembre 2017.	83

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau de synthèses des volumes de sédiments déplacés au niveau de l'hôtel des roches entre juin 2016 et mars 2017.	68
Tableau 2: Tableau ds synthèses des volumes de sédiments déplacés entre juin 2016 et mars 2017.	75
Tableau 3: Tableau de synthèse des observations sur les plages de l'ODYCG	86

Liste des annexes

Annexe 1 Détail des prélèvements à la benne « Van Veen » menés dans le cadre de l'ODYCG93	
Annexe 2 Détail des prélèvements à la benne « Shipeck » menés dans le cadre de Morphomar17	95

1. Introduction

Le littoral guyanais s'étend sur 300 km entre le fleuve Oyapock, frontière avec le Brésil, et le fleuve Maroni, frontière avec le Suriname. Des bancs de vase, originaires du bassin de l'Amazone migrent le long de cette côte basse orientée majoritairement est-ouest. Cette dynamique hydro sédimentaire spécifique à la Guyane est à l'origine de déplacements de masses sédimentaires et des impacts érosifs sur la côte, propres à ce littoral majoritairement constitué de plages sableuses et de mangroves.

Dans ce contexte, une démarche de mesures systématiques de l'évolution du littoral a été lancée en 2014 par la mise en place de l'Observatoire de la Dynamique Côtière de Guyane (ODYCG) sur 4 communes littorales : Rémire-Montjoly, Cayenne, Kourou, Awala-Yalimapo.

Cet observatoire, co-piloté par la Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DEAL) et le BRGM, implique différents partenaires scientifiques locaux (CNRS, Météo-France...) et comporte 3 missions principales (Illustration 1) :

- pérenniser l'acquisition de données et d'observation sur les trois sites suivis ;
- bancariser l'ensemble des données relatives au littoral guyanais ;
- appuyer les collectivités sur l'évolution de leur littoral, notamment via des expertises ponctuelles suite à un évènement donné.

Ce rapport technique présente les mesures réalisées au cours de l'année 2017 et un bilan de l'évolution morphologique depuis le début des suivis en 2015.

En tout six sites ont été suivis sur les quatre communes impliquées dans le réseau d'observation de l'ODYCG. Sur chacun de ces sites, l'évolution de la position du trait de côte ainsi que les suivis des profils topo-bathymétriques sont étudiés.

Depuis deux ans, un suivi particulier par sonar à balayage latéral est mené sur les plages de l'île de Cayenne et des acquisitions d'images aériennes par drone sont réalisées le long du littoral de Kourou.

Système sous influence du fleuve Amazone, long d'environ 380 km, le littoral guyanais, est **l'une des côtes les plus dynamiques au monde**. Son trait de côte est en constante évolution, dans un contexte de changement climatique et d'élévation du niveau de la mer.

L'Observatoire de la Dynamique Côtière de Guyane a été initié en 2014 par la **Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL)** et le **Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)** pour répondre aux besoins des associations, scientifiques, collectivités, institutions, bureaux d'études et améliorer collectivement la connaissance et la gestion du littoral.

LES ACTIVITÉS HUMAINES SONT CONCENTRÉES SUR LE LITTORAL.

LES ENJEUX d'aménagement sur la bande côtière soulèvent ainsi plusieurs problématiques : prévention et gestion des **risques**, **mise en sécurité** des biens et des personnes, amélioration des **connaissances**, gestion et conservation des **espaces naturels**, fonctionnalité des **structures portuaires**...

LES DÉCIDEURS sont donc amenés à adapter les politiques publiques **en tenant compte de ces dynamiques** naturelles et des enjeux de développement du territoire.

L'OBSERVATOIRE de la Dynamique Côtière de Guyane **produit, collecte, harmonise et diffuse connaissances** et autres éléments d'expertises sur le littoral. Il constitue un outil d'aide à la décision.

TROIS SITES SONT SUIVIS : Ile de Cayenne (anses Montabo, Montjoly et Rémire), Kourou (Plage des Roches et de la Cocoteraie) et les Hattes à Awala-Yalimapo.

Un comité de pilotage, regroupant les principaux partenaires et les collectivités locales du territoire, identifie et élabore les orientations stratégiques de l'Observatoire.

Un comité technique et scientifique appuie les choix stratégiques du comité de pilotage et assure la validité des données produites.

Des équipes projets, regroupant les opérateurs techniques de l'Observatoire et les différents prestataires, se constituent en fonction des actions décidées.

Actualités, décisions, compte-rendus, photos, données, rapports techniques sont disponibles en ligne sur le site Internet de l'Observatoire :

www.observatoire-littoral-guyane.fr

BRGM Guyane
Domaine de Suzini, Route de Montabo
BP 10552 - 97333 Cayenne Cedex 2
dr-guyane@brgm.fr

DEAL Guyane, FLAG, Unité Littoral
21 Dégad des Cannes - CS 76003
97306 Cayenne Cedex
flag.deal-guyane@developpement-durable.gouv.fr

OBSERVATOIRE DE LA DYNAMIQUE CÔTIÈRE DE GUYANE

Com au carré / Colpians / Intercom - Ne pas jeter sur la voie publique

Références pour une terre durable
brgm
MÉTÉO FRANCE
CIRIS
Conservatoire du littoral

L'Observatoire surveille l'évolution morphologique des plages

Une image en 3D est réalisée par drone pour estimer les stocks de sable.

La profondeur des fonds marins est estimée par sonde bathymétrique.

ÉROSION : déplacement et perte de sable, temporaire ou bien irréversible.

SUBMERSION MARINE : inondations temporaires de la zone côtière par la mer.

La topographie et la position du trait de côte sont mesurées par GPS différentiel.

- 1 Sous l'action des vents, des courants marins et de la houle, la vase originaires du fleuve Amazone est déplacée le long de la côte. Son accumulation forme des bancs.
- 2 La houle, provenant de la direction Nord-Est est atténuée par la présence du banc de vase.
- 3 La mangrove s'installe avec son cortège d'espèces animales et permet le maintien de la plage.
- 4 L'approche d'un banc de vase perturbe la direction de la houle et la drève littorale s'inverse : le sable est transporté de l'autre côté de la plage (phénomène de rotation de plage).
- 5 Le banc de vase ne se situe plus devant la plage : la drève littorale reprend une direction Est-Ouest. La plage redevient vulnérable au phénomène d'érosion, jusqu'au prochain banc de vase.
- 6 Le débit du fleuve à l'embouchure ralentit le déplacement du banc de vase.

Illustration 1 : Plaquette de diffusion grand-public de l'ODYCG

2. Contexte général du littoral guyanais

2.1. CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE

La dynamique sédimentaire, bien caractéristique de la Guyane, est suivie depuis plusieurs dizaines d'années. Les littoraux de Cayenne, Kourou, Sinnamary et Mana sont le siège d'une érosion massive. Cette érosion constante dans le temps est entrecoupée de phases d'accrétion locales notamment du fait de l'interaction avec les bancs de vase qui migrent le long du plateau des Guyanes (Prost, 1992). Dans ce contexte hydro-sédimentaire très particulier, les amplitudes maximales de variation de la position du trait de côte ont pu atteindre jusqu'à 6 km sur les soixante dernières années (Moisan *et al.*, 2014).

2.1.1. Forçage météorologique et migration des bancs de vase

Plus de 20 millions de tonnes de sédiments sont drainés chaque mois par le fleuve Amazone (Martinez *et al.*, 2009). La majorité des sédiments présents le long des plateaux des Guyanes provient du système amazonien et en partie de l'altération des roches volcaniques et métamorphiques du plateau lui-même (Lointier et Prost, 1988). L'intensité des apports en sédiments est dépendante de la saisonnalité : forte en saison des pluies (juin-novembre) et faible en saison sèche (décembre- début juin) (Allersma, 1971).

Les moteurs de cette migration sont multiples avec des forçages globaux comme le courant des Guyanes, les Alizées ou encore le niveau de la mer (Prost *et al.*, 2017) :

- le courant des Guyanes est un courant de surface qui se déplace au large du plateau des Guyanes avec une rythmicité annuelle (saison des pluies/ saison sèche) ;
- les alizés sont des vents d'est qui prennent naissance dans le front intertropical de convergence (FIT). Ces vents génèrent des houles de secteur est à l'origine d'une agitation sur le littoral guyanais (Melo *et al.*, 2009) ;
- le niveau de la mer le long des côtes de Guyane varie au cours du temps, en fonction de plusieurs facteurs dont principalement, le cycle des marées et les surcotes atmosphériques. En raison de la position géographique de la Guyane, à proximité des zones de basse pression équatoriale, la pression le long du littoral est quasi constante au cours de l'année. Le facteur déterminant sur l'élévation du niveau d'eau est donc la marée astronomique, avec un marnage moyen de 2 m, mais qui est variable le long du littoral (SHOM, 2017).

Ponctuellement, ces forçages sont accentués par des phénomènes naturels globaux comme les phénomènes El Niño ou la cyclicité nodale des marées. Ces derniers influencent de manière visible la migration des bancs de vase et la répartition des sédiments le long des 1500 km du plateau des Guyanes (Gratiot *et al.*, 2008) :

- El Niño : ce phénomène affecte le régime des vents et des alizés, il prend naissance dans le Pacifique équatorial. D'une période de retour irrégulière de 2 à 7 ans (Météo France), à l'échelle du plateau des Guyanes il affecte le régime des alizés et donc de la houle qui en découle (Amarasekera *et al.*, 1997). ;
- cycle nodal : tous les 18,6 ans, les plans des orbites de la lune et du soleil sont juxtaposés et la distance entre la Lune et la Terre est la plus courte (périgée lunaire), augmentant les amplitudes de marée.

Les aspects relatifs à la migration des bancs de vase commencent donc à être bien compris, notamment par une approche expérimentale in situ, par télédétection spatiale et par des travaux de simulations (Gardel et Gratiot 2005 ; Vantrepotte *et al.*, 2013). Ces premières études ont permis d'estimer la vitesse de migration des bancs de vase parallèlement au littoral entre 1 à 5 km/an (Gardel et Gratiot, 2005).

2.1.2. Nature et origine du sable des plages de Guyane

Le littoral guyanais présente une importante diversité morphologique dans la nature de ces plages. Ainsi, il est possible de distinguer trois types de plages (Brunier, 2015) :

- les plages estuariennes, situées au niveau des embouchures. Le sable constituant ces plages est majoritairement d'origine fluviale. Ainsi la plage des Hattes sur la commune d'Awala-Yalimapo est une plage estuarienne formée à partir des sédiments venant du Maroni ;
- les cheniers, définis par Prost (1992), comme un cordon de plage (sableux ou coquiller) qui repose sur des formations fines (argiles, limons...). Les cheniers s'étendent généralement sur des kilomètres de linéaire côtier et se forment en période d'inter-banc (Prost, 1992 ; Anthony & Dolique, 2004; Prost, 1992). Ainsi, la plage de la Cocoteraie à Kourou est considérée comme une plage de chenier;
- les plages de poche, qui sont également des cheniers mais elles sont délimitées de part et d'autre de la plage par deux promontoires rocheux. Ainsi les anses de l'île de Cayenne et la plage de l'hôtel des roches à Kourou sont considérées comme des plages de poche.

Pour les deux derniers types, l'origine exacte des sédiments qui constituent les cheniers est méconnue. Les deux origines probables des sables sont les fleuves locaux et/ou les sédiments de l'Amazonie.

Plusieurs études ont montré, via une analyse minéralogique (Bouysse *et al.*, 1977) et une comparaison de la nature des minéraux lourds entre ceux des plages et du continent (Pujos *et al.*, 2000), l'apport non négligeable de sables par les fleuves locaux. De par la genèse des cheniers et pour maintenir un stock de sédiments nécessaire, l'apport des fleuves locaux ne semble néanmoins pas suffisant (Lointier et Prost, 1988). De plus, des datations récentes (Programme Guiasandbeach¹), notamment au niveau de la plage de Rémire et de Montjoly datent les sables d'environ 120 000 ans BP², traduisant un apport beaucoup plus ancien cohérent avec la nature du bassin de l'Amazonie.

2.1.3. Phénomène de rotation de plage

En présence d'une plage de poche, il n'est pas rare d'assister à une migration de stock sédimentaire de part et d'autre de la plage à la suite d'une évolution des conditions hydrodynamiques locales (modification des forçages hydrodynamiques, saisonnalité).

En Guyane, ce type de phénomène a été observé sur différents sites suivis dans le périmètre de l'ODYCG.

¹ <https://gdr-liga.fr/2013/11/24/guiasandbeach/>

² BP : « Before present » est utilisé pour compter le nombre d'années avant le 1^{er} janvier 1950. Date fixée de manière arbitraire par la communauté scientifique internationale.

Des travaux sur les anses de Montjoly et de Rémire ont permis de mettre en évidence cette dynamique de rotation de plage sur l'île de Cayenne impulsée par la migration des bancs de vase (Anthony et Dolique 2004, 2006 ; Anthony *et al.* 2011, Brunier *et al.* 2016).

Anthony *et al.*, (2006) ont décrit le phénomène en 4 phases (Illustration 2) :

- une phase initiale « Bank » avec le banc de vase installé face à la plage : la houle incidente est atténuée par la vase et l'évolution de la plage sableuse en arrière banc est stabilisée ;
- une deuxième phase « Transition » avec la migration du banc de vase vers l'ouest et la migration du sable de l'est vers l'ouest ;
- une troisième phase dite d'inter-banc « Inter-bank », la plage n'est plus « protégée » par le banc de vase et la dérive littorale s'effectue d'est en ouest ;
- la dernière phase de « Transition » correspond à l'arrivée d'un nouveau banc de vase. Les houles incidentes de direction majoritaire du nord-est se réfractent sur le front du banc de vase entraînant une inversion de la dérive littorale et donc un déplacement du stock sableux d'ouest vers l'est.

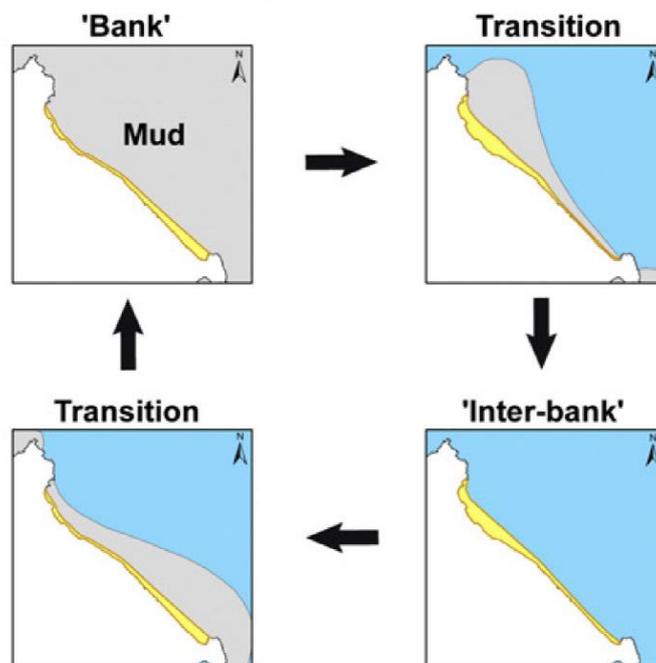


Illustration 2: Schéma de synthèse du principe de rotation de plage (d'après Anthony, 2010, modifié par Brunier *et al.*, 2016).

La plage des Salines et la plage de l'anse de Rémire ont connu plusieurs fois ce phénomène de rotation. Le dernier a été observé entre 2014 et 2015 avec l'arrivée d'un banc de vase sur la presqu'île de Cayenne (Brunier *et al.*, 2015).

Dans le cadre des suivis de l'ODYCG, le même phénomène a été caractérisé sur les années 2015 et 2016 au niveau des plages de Kourou (Moisan *et al.*, 2016 ; Longueville *et al.*, 2017). Le phénomène de rotation de plage a été observé sur la plage de poche de l'hôtel des roches, mais également de manière plus inattendue sur la plage semi-ouverte de la Cocoteraie.

2.2. CONDITIONS DE FORÇAGE

Les conditions de forçage sont présentées pour les périodes de janvier 2015 à décembre 2017, excepté pour les conditions de houle qui s'étalent de juin 2016 à novembre 2017, période d'acquisition des deux houlographes de l'île de Cayenne et Kourou. La prise en compte des forçages sur une grande période temporelle permet de les comparer entre eux depuis la mise en place de l'ODYCG.

2.2.1. Données disponibles

Afin de caractériser les conditions hydrodynamiques, plusieurs jeux de données sont utilisés :

- des données issues du marégraphe de l'île Royale au large de Kourou et ceux du marégraphe de l'îlet la Mère pour suivre l'évolution des plages de la presqu'île de Cayenne. L'ensemble de ces données est tiré du réseau Refmar³ mis en place par le SHOM (source internet SHOM) ;
- des données issues des houlographes situés au large de Kourou (bouée 97303) et au large de Cayenne (bouée 97304). Les deux bouées mouillent à une profondeur de 20 m et les données sont issues du réseau Candhis piloté par le CEREMA (source internet CEREMA) ;
- des données des débits des trois grands fleuves sur le secteur d'étude : le Mahury, le Kourou et le Maroni. Ces débits sont tirés de la banque hydro (source internet Eau de France).

2.2.2. Niveaux d'eaux

Le littoral de la Guyane est soumis à un régime de marée semi-diurne, avec un marnage mésotidal (marnage moyen variable en fonction du lieu mais situé autour de 2m). L'influence n'étant pas constante sur l'ensemble du littoral, le tableau suivant regroupe les valeurs des niveaux d'eau pour différents sites de Guyane (SHOM,2017 ; Illustration 3).

Nom	Type	Lat.	Long.	Et.	Constante	PHMA	PMVE	PMME	NM	BMME	BMVE	PBMA
Îles du Salut [Guyane]	R	05 17 N	52 35 W		2013	03.72	03.30	02.70	02.14	01.55	01.05	00.60
Guyane												
Pointe des Hattes	S	05 45 N	53 58 W			04.23	03.90	03.20	02.60	01.90	01.30	00.92
Saint-Laurent du Maroni	S	05 30 N	54 02 W			02.70	02.50	01.95	01.51	01.00	00.55	
Îlot Brigandin	S	05 26 N	53 00 W				02.50	01.90	01.40	00.75	00.60	
Rivière de Sinnamary (Sinnamary)	S	05 23 N	52 58 W				02.70	02.20	01.45	00.95	00.85	
Kourou	S	05 09 N	52 38 W			03.59	03.20	02.60	02.00	01.40	00.85	00.48
Le Larivot	S	04 55 N	52 22 W			03.71	03.40	02.75	02.14	01.50	00.90	00.62
Îlet la Mère	S	04 54 N	52 11 W		2013	03.89	03.40	02.80	02.24	01.60	01.15	00.68
Dégrad des Cannes	S	04 51 N	52 17 W		2014	03.74	03.45	02.85	02.10	01.50	01.10	00.52
Montagne d'Argent	S	04 23 N	51 41 W			03.57	03.15	02.40	01.70	01.05	00.40	00.19

Illustration 3: Références Altimétriques Maritimes pour les sites de Guyane. PHMA : plus hautes mers astronomiques, PMVE : pleines mers de vives eaux, PMME : pleines mers de mortes-eaux, NM : Niveau Moyen, BMME : basses mers de mortes-eaux, BMVE : basses mers de vives eaux, PBMA : Plus basses mers astronomiques (SHOM, 2017)

Les niveaux d'eau mesurés au large de Kourou et de Cayenne présentent une similitude temporelle entre deux marées basses et une différence d'environ 0,10 m entre le niveau moyen de la station de l'îlet la Mère et celle des îles du Salut. La comparaison des données depuis 2015 montre une légère diminution de l'amplitude entre les plus fortes marées de 2015 (>4 m pour l'îlet

³ Les adresses des sites internet mentionnés sont rassemblées en dans le chapitre Bibliographie en fin de rapport.

la Mère et >3.7 m pour île Royale) et celle de 2017 (3.8 m pour l'îlet la Mère et 3.5 pour l'île Royale) (Illustration 4).

Ces différences sont imputables au cycle nodal des marées. Il est à noter que les plus fortes hauteurs de niveaux d'eau sur les 3 années consécutives ont eu lieu entre octobre/décembre et en février de chaque année, excepté pour 2017 où le pic s'est produit en avril 2017.

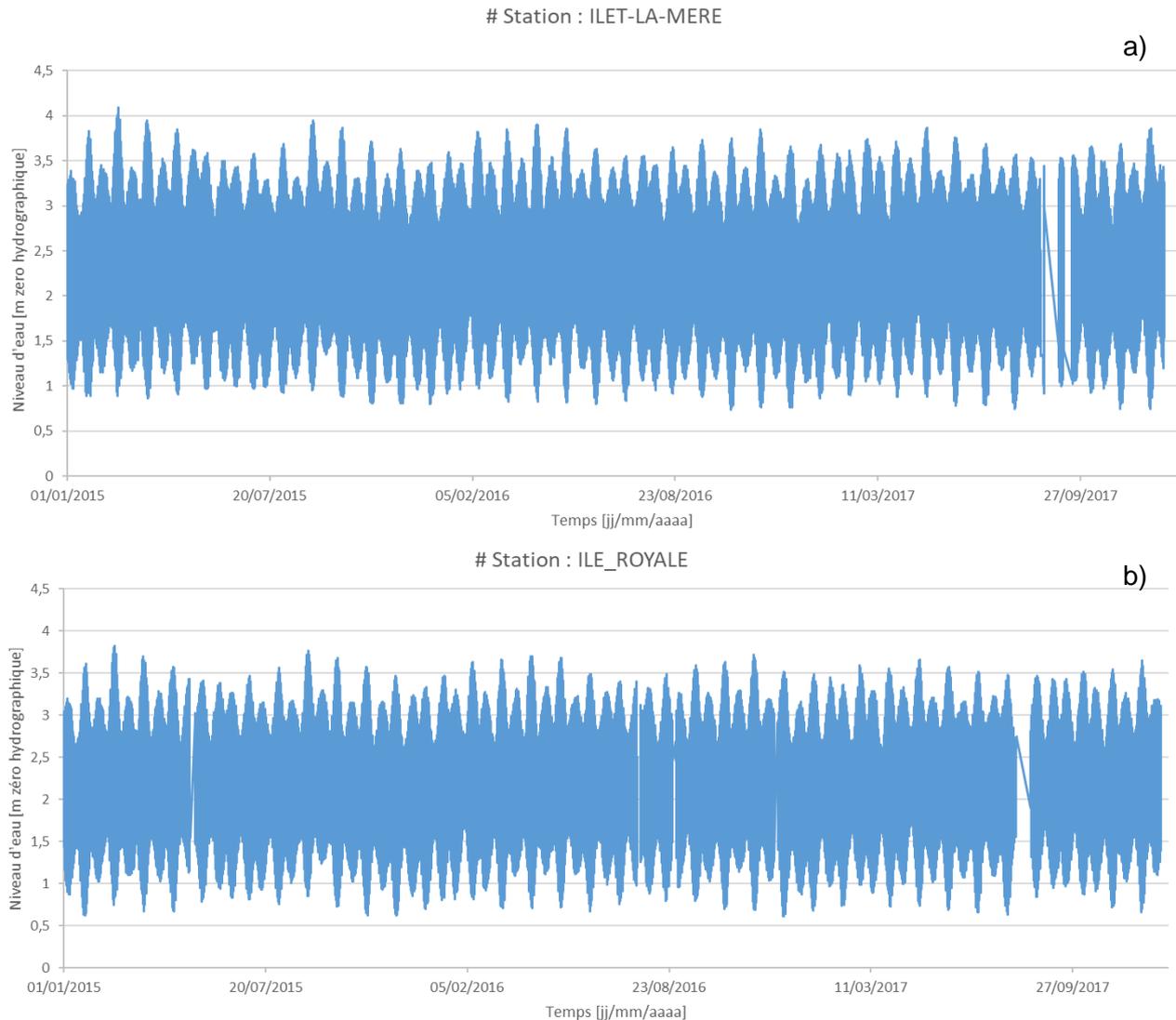


Illustration 4: Niveau marin mesuré au niveau du marégraphe de l'îlet la Mère au large de Cayenne (a) et au marégraphe de l'île royale au large de Kourou (b).

2.2.3. Conditions de houle

La houle est principalement caractérisée par trois paramètres physiques :

- la hauteur significative, qui correspond à la moyenne des hauteurs du tiers des plus fortes vagues, donnée en mètre ;
- la période, correspondant à l'écart temporel entre deux pics de houle, donnée en seconde ;
- la direction, correspond à son secteur de provenance, donnée en degré.

La faible plage temporelle de houle acquise grâce aux houlographes, ne nous permet pas d'avoir l'évolution des houles sur une année entière. Il se dégage néanmoins une tendance de forte activité des houles durant les mois de décembre et février 2017 avec des hauteurs significatives maximales atteignant 2,5 m le 18 décembre 2016 et 2,30 m le 02 février 2017 (Illustration 5).

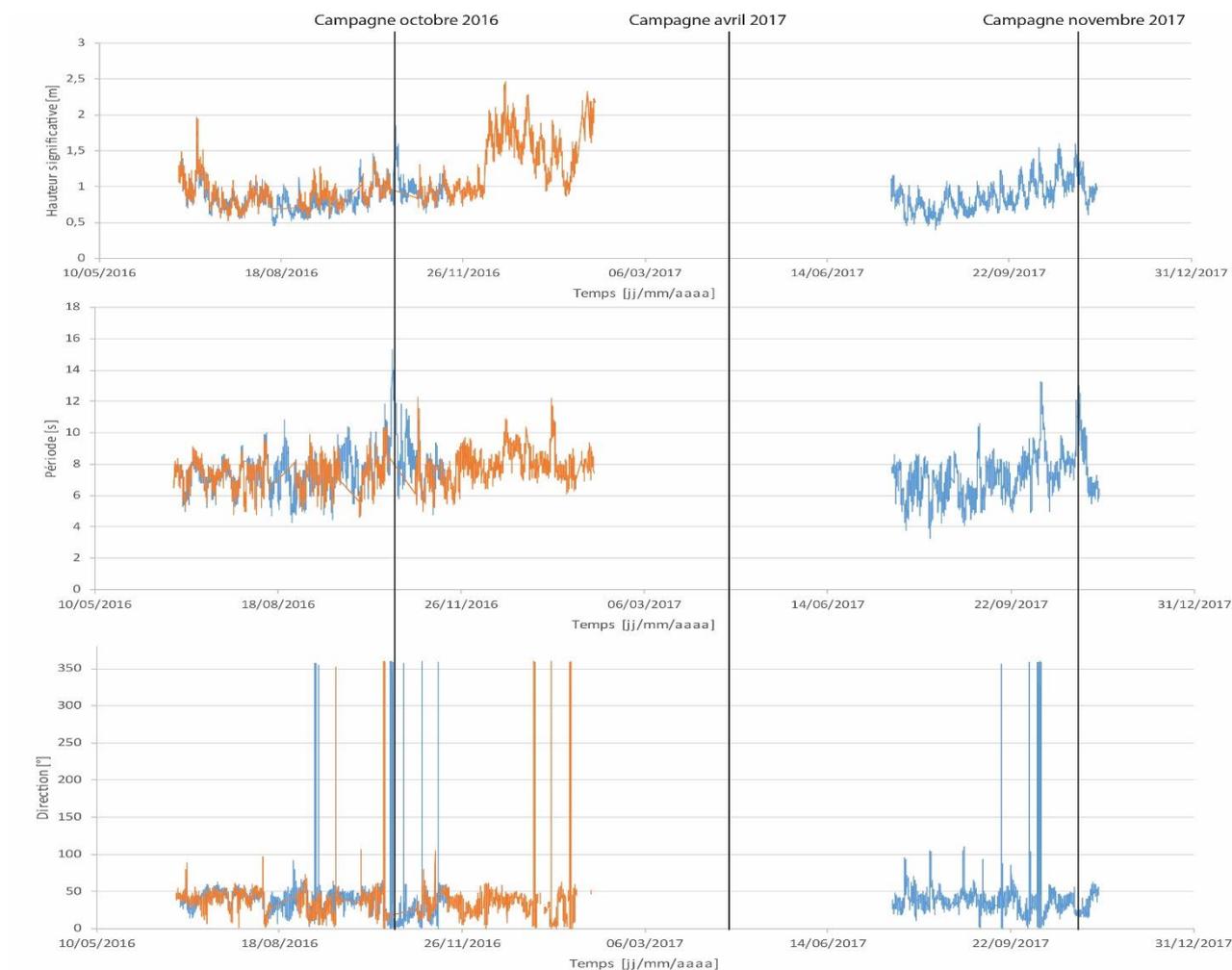


Illustration 5: Représentation des trois caractéristiques de la houle : hauteurs significatives, période et direction au niveau du houlographe de Kourou (courbes en orange) et du houlographe de Cayenne (courbes en bleu).

L'enregistrement des houles aux bouées de Kourou et Cayenne indique une prédominance des houles venant du nord-est généré par les alizés (Illustration 6).

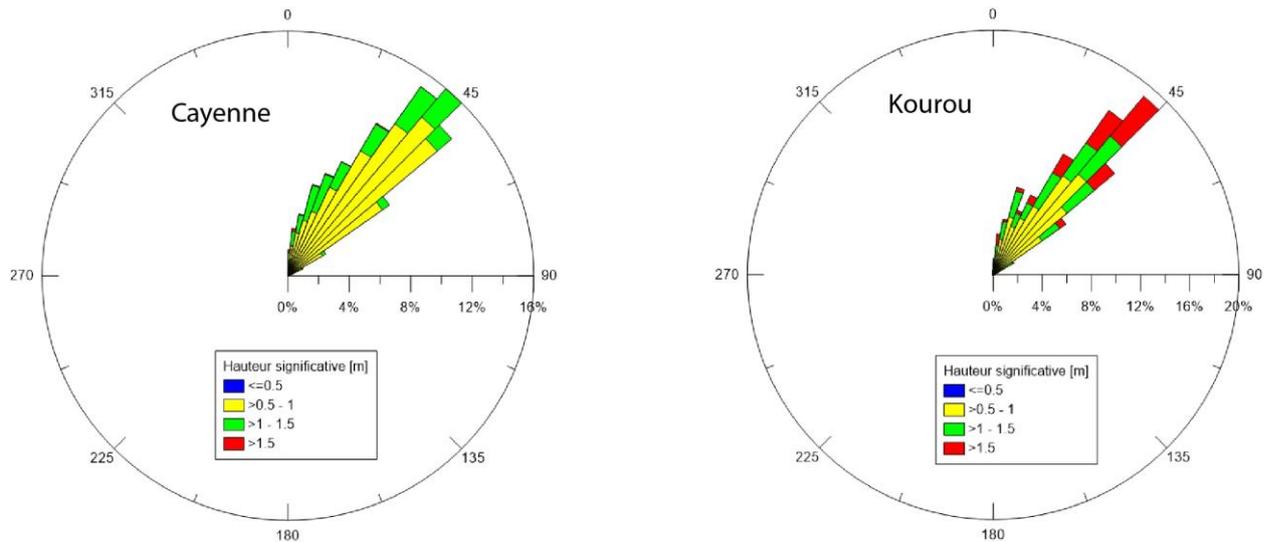


Illustration 6: Roses des houles à Cayenne (gauche) et à Kourou (droite) entre juin 2016 et novembre 2017 pour Cayenne et juin 2016 et décembre 2016 pour Kourou.

2.2.4. Précipitations/débits fluviaux

La Guyane est sous l'influence d'un climat équatorial avec l'alternance d'une saison sèche (juin–novembre) et une saison des pluies (décembre - début juin).

Les précipitations de la saison des pluies et donc l'augmentation des débits des fleuves peuvent engendrer un apport de sédiments sur le littoral ainsi qu'une augmentation du niveau d'eau lorsque celle-ci est combinée à de fortes marées.

Sur les deux dernières années, l'année 2017 représente une année très pluvieuse avec des débits records atteignant 7000 m³/s en février 2017 sur le fleuve Maroni. Sur le Mahury et le Kourou, les débits journaliers de 2017 sont répartis sur l'ensemble de la saison des pluies en comparaison à 2016 et 2015 (Illustration 7).

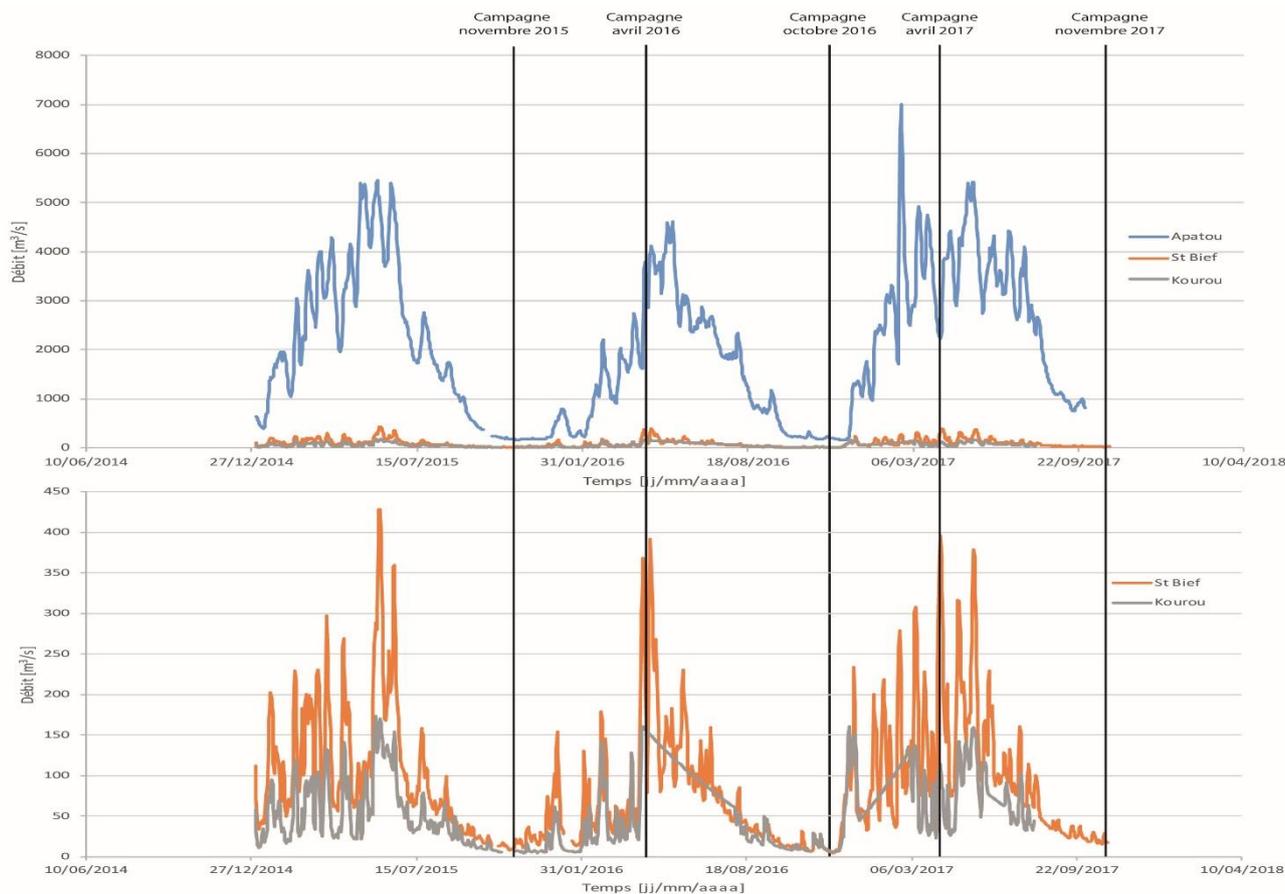


Illustration 7: Débits journaliers en [m³/s] au niveau des fleuves du Maroni (Apatou), Mahury (St bief) et Kourou (Kourou) du 01/01/2015 au 31/12/2017.

2.2.5. Conclusion sur les forçages pour l'année 2017

L'année 2017 est caractérisée par une amplitude de marée plus faible que les années 2015 et 2016, et un régime de de houle incidente plutôt modérée et dirigé majoritairement vers le nord-est. Par contre, la saison des pluies de l'année 2017 connait un record en terme de précipitations et donc de débit fluvial au niveau des estuaires.

3. Méthodologie

3.1. SUIVI TOPO-BATHYMETRIQUE

3.1.1. Acquisition des données

Les levés topo-bathymétriques permettent de suivre l'évolution morphologique des cellules sédimentaires. Il est réalisé deux types de levés :

- des levés topographiques qui regroupent les levés de profils prédéfinis et de la position du trait de côte. Les suivis des profils ont lieu deux fois par an, à la fin de la saison des pluies (avril/mai) et à la fin de la saison sèche (octobre/novembre) tandis que les levés de la position du trait de côte, ont lieu une fois par an, à la fin de la saison sèche ;
- des levés bathymétriques qui ont lieu une fois par an, à la fin de la saison sèche, période où la mer est la plus praticable pour ce type de levés.

a) Levés topographiques

Les mesures topographiques sont effectuées à l'aide d'un DGPS (Differential Global Positioning System) Trimble R8s en levé RTK (Real Time Kinematic).

Le levé topographique avec un DGPS de précision centimétrique consiste à utiliser un récepteur en le plaçant sur un repère géodésique (la base) dont les coordonnées précises sont connues.

En comparant la position calculée en temps-réel par ce récepteur et sa position connue, il est ainsi possible de déterminer une correction de position à appliquer à un récepteur mobile qui effectue le levé.

Cette correction est ensuite transmise au mobile en temps-réel par liaison radio.(Illustration 8).

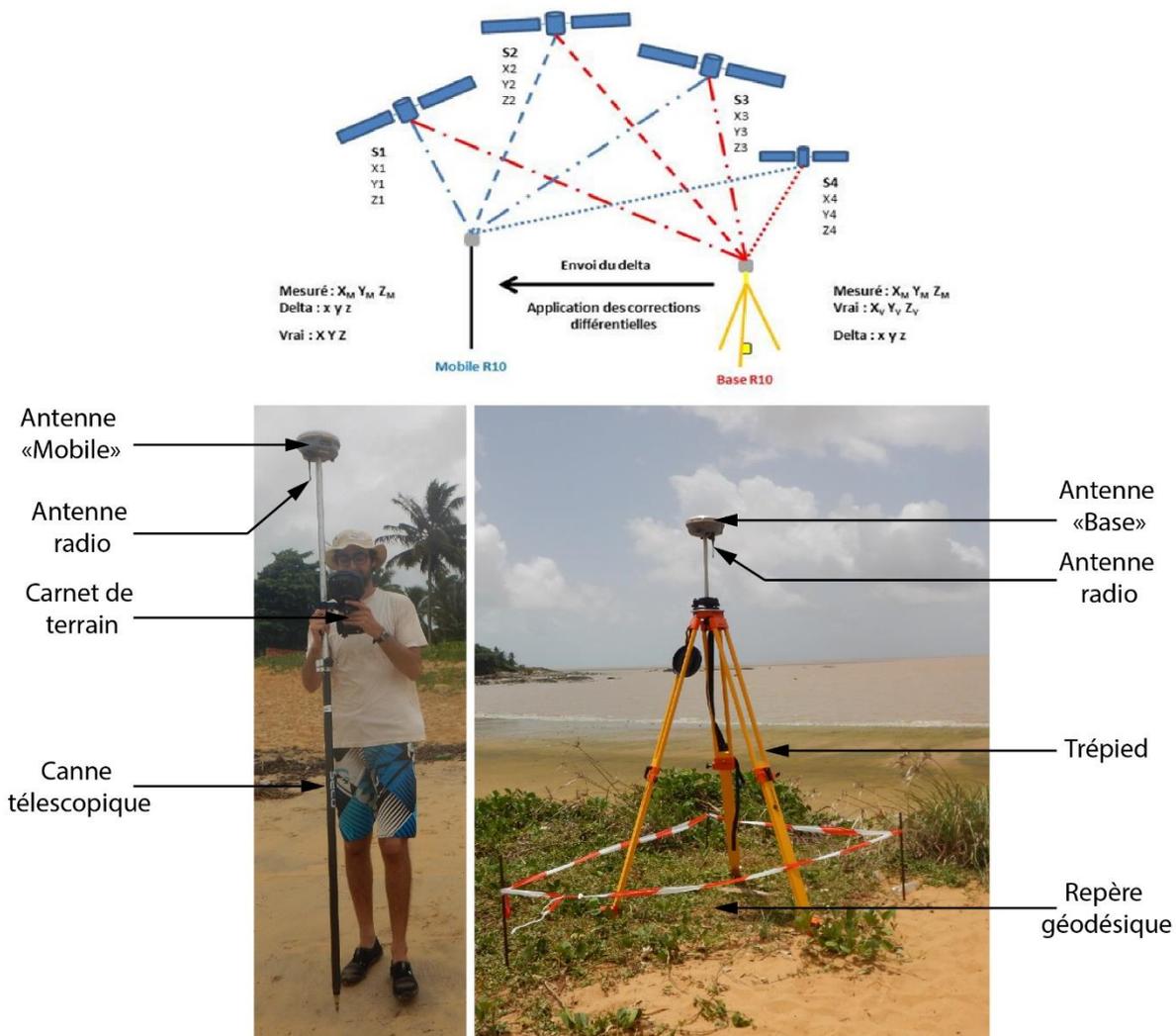


Illustration 8: En haut, schéma explicatif du fonctionnement d'un DGPS (Hoareau, 2016) en bas illustration de la base et d'un mobile R8s (© BRGM).

En 2014, des profils topographiques ont été définis selon des axes transversaux au rivage sur l'ensemble des secteurs d'intérêt du littoral étudié. Ces profils dits « profils de référence » permettent de suivre l'évolution du cordon sableux, du haut de plage et de l'estran⁴ en effectuant des mesures récurrentes à chaque campagne (De la Torre, 2015). Les profils de références sont levés à la canne en prenant un point à chaque inflexion du profil au niveau des ruptures de pente pour retranscrire au mieux les morphologies (Illustration 9, A).

⁴ Zone comprise entre les plus hautes et les plus basses mers connues ou zone de balancement entre les marées.



Illustration 9 : Levés des profils de référence (A) et de la position du trait de côte (B).

La position du trait de côte est relevée à pied en suivant des indicateurs prédéfinis et constants entre les campagnes (Illustration 9, B). Les trois indicateurs géomorphologiques utilisés pour la délimitation de la position du trait de côte sont : la limite de végétation, la laisse de mer⁵ et le pied du talus d'érosion (Illustration 10).



Illustration 10: Exemples d'indicateurs de la position du trait de côte, a) pied de talus d'érosion, b) limite de végétation et c) laisse de mer.

b) Levés bathymétriques

L'objectif de ces profils bathymétriques est de suivre une évolution des petits fonds situés dans la continuité des profils topographiques relevés sur la plage.

Ces levés sont effectués à l'aide d'un sondeur monofaisceau mono fréquentiel PA500 (500 kHz, faisceau conique de 6°, profondeur maximale 50 m). La sonde bathymétrique envoie une onde acoustique qui est réfléchiée par le fond et récupérée ensuite par le sondeur. Connaissant la célérité⁶ de la propagation de l'onde acoustique dans l'eau et le temps de parcours de l'onde il est possible de déterminer la profondeur. La sonde est fixée parallèlement au bateau le long d'une perche métallique (Illustration 11).

⁵ Dépôt de matériaux naturels (bois, branchage, algues...) et anthropiques (bouteilles, plastiques...) abandonnés par la mer à marée haute (MEDDTL, 2010).

⁶ Vitesse de propagation d'une onde

En raison de la faible portée de la liaison radio pour les corrections du DGPS, les mesures de position n'ont pas été acquises en RTK, mais en levé PPK⁷ et ont été post-traitées par la suite, via le logiciel Trimble Business Center (TBC).

La synchronisation des deux appareils est assurée par le logiciel Hydromagic[®] embarqué sur un ordinateur de terrain. A noter, que ce logiciel assure également la navigation et l'acquisition des données levées le long des transects.

Les levés bathymétriques ont eu lieu sur un bateau de type « Mercpanga 26 », appartenant au Parc Naturel Régional de Guyane (PNRG) et piloté par deux agents de la Direction de l'environnement, de l'aménagement et du Logement de Guyane (DEAL) (Illustration 11).

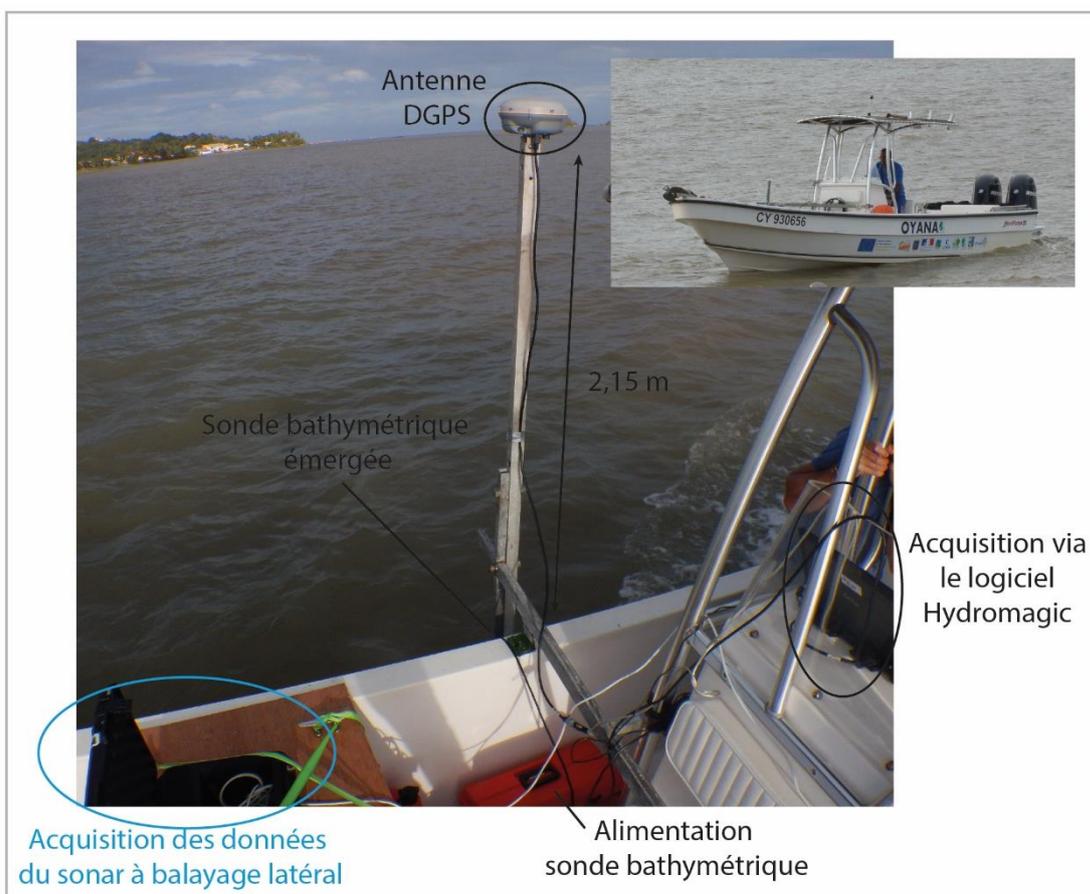


Illustration 11: Géométrie d'acquisition et bateau utilisé: "Oyana"

⁷ PPK : Post Processing Kinematic, système de levé qui n'utilise pas les corrections radio envoyées par la base en temps réel pour corriger sa position, mais qui enregistre les almanachs des corrections à appliquer. Celles-ci sont par la suite appliquées aux positions du mobile dans une phase de post-traitement.

⁸ <https://www.eye4software.com/hydromagic/>

3.1.2. Traitements des données

a) *Données topographiques :*

Les données topographiques permettent de comparer plusieurs types d'indicateurs géomorphologiques pour évaluer les dynamiques morpho-sédimentaires de la plage. Les deux données principalement retenues sont les profils de référence et la position du trait de côte. Après comparaison entre les mesures et des points de contrôle connus, l'ensemble des profils a pu être post-traités.

b) *Données bathymétriques*

Les données bathymétriques sont post-traitées sous le logiciel d'acquisition Hydromagic©. Les différences de profondeurs dues à la marée sont corrigées directement à partir du logiciel, en y incluant les fichiers de marées issus des marégraphes les plus proches.

La référence altimétrique des fichiers de marées est le zéro hydrographique, les valeurs ont donc été rapportées au zéro NGG⁹ avant correction.

Le passage du zéro hydrographique au zéro NGG est tiré du rapport Références altimétriques maritimes, RAM (SHOM,2017) :

- $Z_{NGG} = ZH - 1,883$ [m] pour Kourou ;
- $Z_{NGG} = ZH - 2,382$ [m] pour Awala ;
- $Z_{NGG} = ZH - 1,853$ [m] pour Cayenne.

Ainsi les valeurs finales exportées sont exprimées en RGFG95/UTM22N pour la référence spatiale et par rapport au NGG pour la référence altimétrique. Les données sont ensuite traitées avec un filtre houle pour corriger le mouvement du bateau.

3.2. SUIVI DRONE

Le suivi par drone présente l'intérêt de pouvoir être déployé rapidement pour acquérir une vue aérienne globale de la plage étudiée. Les images aériennes acquises permettent de construire un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de très haute résolution (Belon *et al.*, 2015 et De la Torre *et al.*, 2015).

3.2.1. Acquisition des données

Dans la continuité des acquisitions d'images aériennes par drone, initiées sur l'année 2016, des levés en mars 2017 ont eu lieu sur la plage de Kourou dans le cadre de la tranche conditionnelle de la convention de l'ODYCG. Le suivi drone permet d'acquérir des orthophotographies et de réaliser des MNT, via le principe de la photogrammétrie, afin de mieux représenter la géomorphologie des secteurs étudiés. Le MNT est une représentation 3D de la surface de la plage.

La campagne de vol a été réalisée par la société Aeroproduct® entre le 13 et 14 mars 2017, couvrant la plage de l'hôtel des Roches et la plage de la Cocoteraie sur la commune de Kourou.

⁹ Niveau général guyanais

L'acquisition des données a été faite par un drone Phantom 4 possédant un capteur Sony d'une focale de 20mm embarquée. Les prises de vue ont été faites en automatique.

La méthodologie de l'acquisition est la même que celle de 2016 et est tirée des travaux menés par le BRGM sur la côte catalane (Belon *et al.*, 2015).

Le recouvrement latéral de la campagne a été de 65% et le recouvrement longitudinal a été de 70%. Le vol s'est fait à une altitude constante de 50 m.

Pour des raisons techniques, le linéaire de plage a été découpé en 10 zones longues de 400 mètres et larges de 150 mètres (Illustration 12).

Afin d'obtenir une précision centimétrique, un calage des images a été fait à partir de cibles dont les positions ont été relevées à l'aide d'un DGPS centimétrique. Les cibles correspondaient à des damiers carrés de 30 cm de côté, qui étaient répartis au centre et aux quatre coins de l'image (points rouges sur Illustration 12).

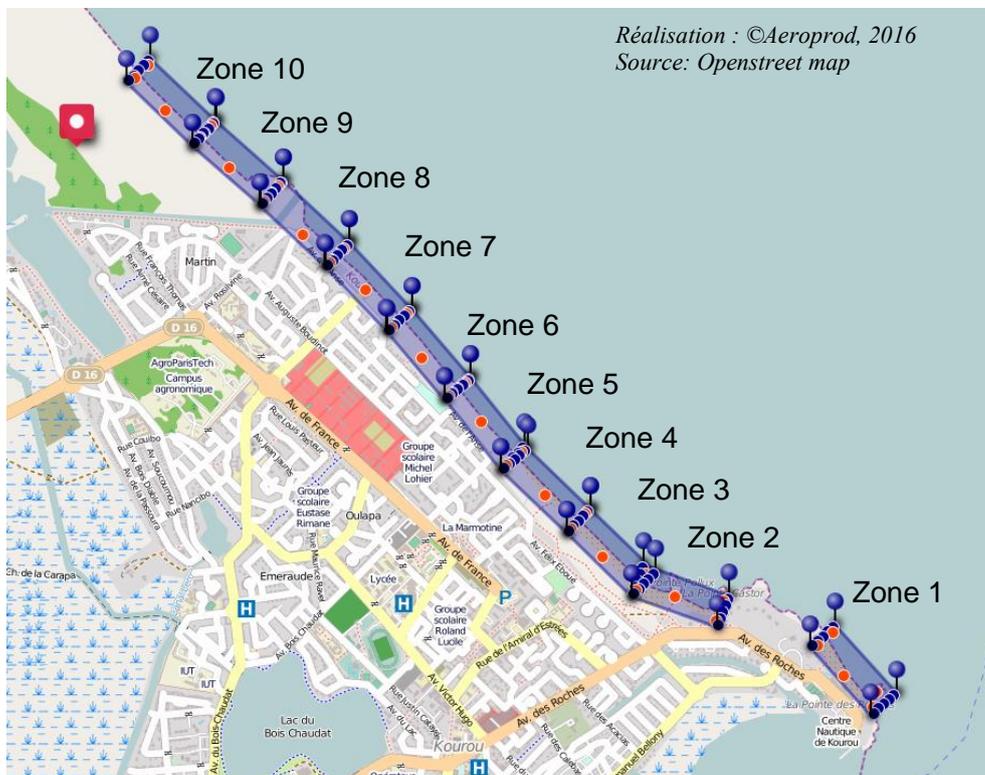


Illustration 12: Plan de vol des drones de mars 2017.

En parallèle des acquisitions par drone, des points dits : « de contrôles et homologues » sont également levés au DGPS. Ces points permettent respectivement de vérifier la précision en x, y et z de la mesure.

3.2.2. Traitement des données

Une fois les données acquises, un premier traitement est effectué par la société Aeroproduct®, sous le logiciel Photoscan permettant (1) de vérifier le jeu de données, (2) de calibrer le système de prise de vue, (3) de mettre en corrélation les couples d'images, (4) de caler chacune des images

à l'aide des cibles au sol, (5) de contrôler la qualité et (6) de fournir les ortho-photographies au format « .tif » et un nuage de point au format « .las ».

À partir du nuage de points, l'étape suivante consiste à créer un MNT à l'aide des outils en SIG et de comparer deux MNT entre deux dates différentes afin d'estimer les volumes déplacés (Illustration 13).

Les données ainsi acquises dans le cadre du suivi par drone ont été comparées avec le modèle numérique de terrain de 2016. Cette comparaison permet de déterminer le volume de sable déplacé et les apports ou départs en sédiments.

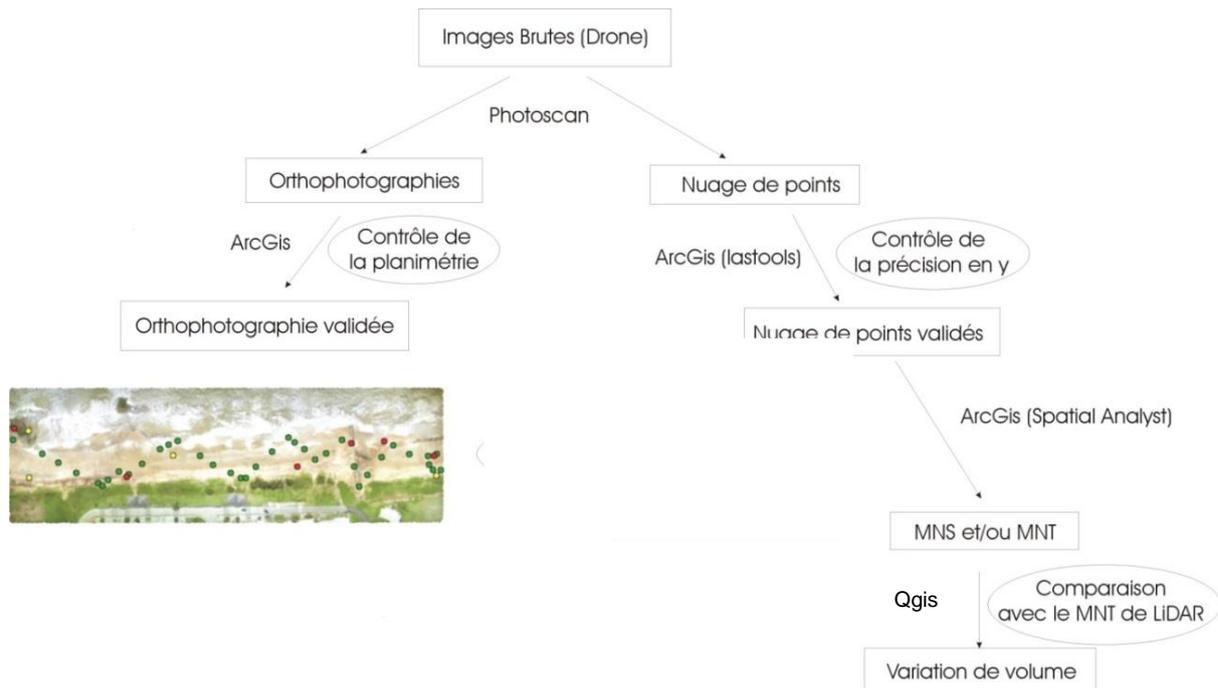


Illustration 13 : Synthèse du processus de traitement des images drone

3.2.3. Précision sur la mesure

Une comparaison, entre les données prises sur le terrain au DGPS et celles sorties du modèle de Photoscan, a permis de quantifier les écarts planimétriques et altimétriques des données acquises en drone.

L'erreur moyenne sur l'acquisition de la mesure par drone est inférieure à 15 cm aussi bien d'un point de vue planimétrique qu'altimétrique.

Calcul de marges d'erreur

Les marges d'erreurs des calculs de volume ont été obtenues par une méthode présentée dans Mark *et al.* (2002). Le principe est de calculer le volume total de sédiments déplacés (soit la somme des valeurs absolues des volumes en accrétion et en érosion) pour les zones où la hauteur de sédiments déplacés est comprise dans l'intervalle d'erreur des données. Les volumes d'incertitudes seront précisés pour chacune des zones, dans la suite du document.

3.3. SUIVI SATELLITAIRE : IMAGE SENTINEL 2

L'intérêt des images satellites est de pouvoir couvrir l'ensemble de la zone de Guyane, permettant d'estimer de manière qualitative les déplacements des bancs de vase entre deux dates.

3.3.1. Type de données et acquisitions

Les images satellites sont acquises par le satellite Sentinel 2 mis en orbite en 2015 par l'agence spatiale européenne.

Ces images sont libres accès sur le site de Sentinel, à partir du portail : <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>.

3.3.2. Traitement et applications

Les images sont prises à la fin de chaque année afin d'estimer la position des bancs de vase à l'échelle de la Guyane et des sites suivis. Les interprétations s'affranchissent des conditions de houles et de marées pour proposer une comparaison qualitative de la position du banc de vase au cours du temps.

Le CNRS Guyane encadre la réalisation d'une thèse de doctorat (Abascal, en prép), visant à caractériser plus précisément et de manière quantitative ces bancs de vase et leur migration.

3.4. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE

Chaque secteur est suivi dans le cadre des deux levés effectués chaque année et des expertises réalisées à la suite des phénomènes énergétiques engendrant des dégâts. Ce suivi consiste à photographier sous différents angles la plage et les profils afin de comparer qualitativement l'évolution de la plage.

L'ensemble des résultats est ensuite regroupé sous forme d'une base de données photographiques géoréférencées (Illustration 14). Cette méthode simple (Mallet *et al.*, 2012), permet de disposer d'un système de veille photographique et d'accompagner les réflexions qui touchent à l'évolution du milieu.

Ce suivi photographique vient donc en complément des autres techniques détaillées ci-dessus.

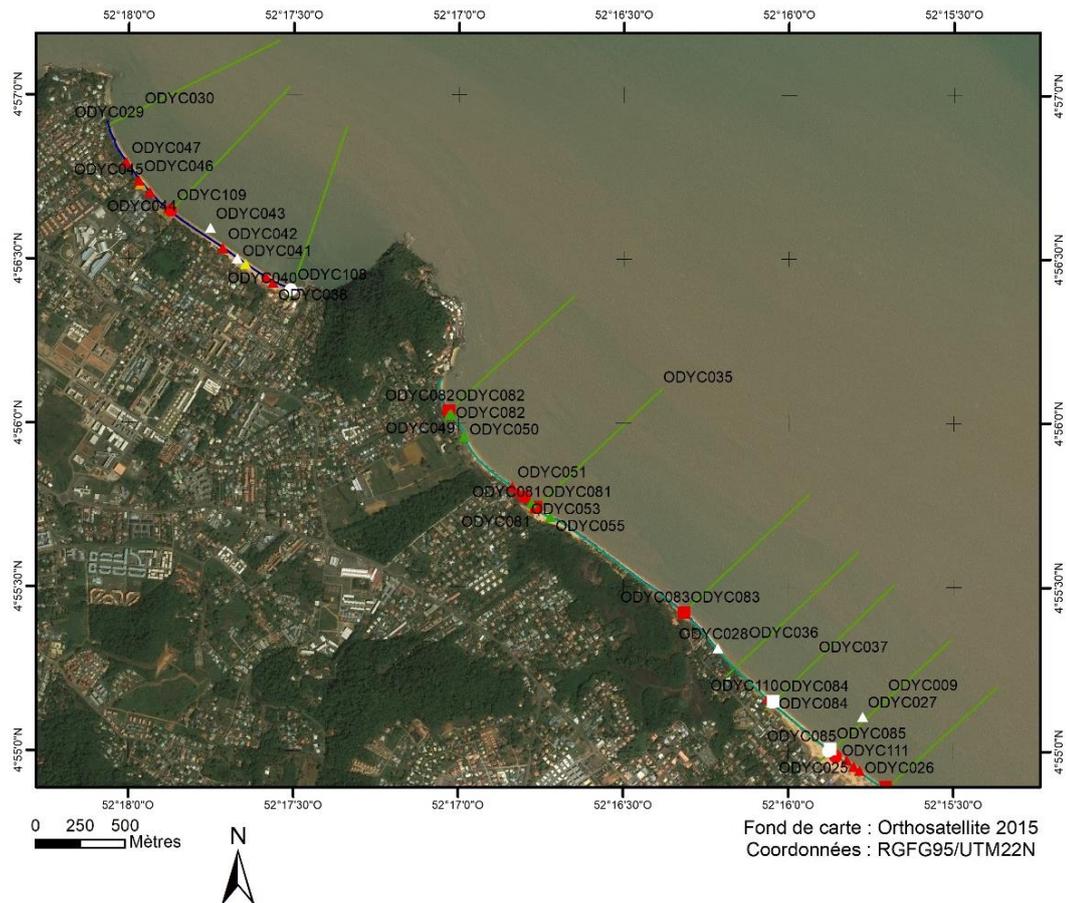


Illustration 14 : Exemple de la base de données sur Cayenne, l'ensemble des coordonnées GPS des photos obliques y est bancarisé avec les observations et les photos associées.

3.5. TEST AU SONAR A BALAYAGE LATÉRAL (SBL)

La méthodologie de l'acquisition au sonar à balayage latéral s'appuie sur le rapport intermédiaire détaillant les résultats du sonar à balayage latéral de fin d'année 2017 (Longueville et Paquet, 2017).

3.5.1. Acquisition des données

a) Fonctionnement du sonar à balayage latéral

Le SBL est un système acoustique de haute résolution (submétrique), qui fournit une image en continu et en niveaux 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 de fonctionnement repose sur l'émission d'un faisceau acoustique étroit avec une incidence rasante. Utilisant les propriétés de rétro-diffusion acoustique¹⁰ des fonds marins, le sonar permet d'insonifier à différentes fréquences et perpendiculairement à la route du navire,

¹⁰ Propriété selon laquelle le fond marin renvoie les ondes acoustiques en fonction de l'angle d'incidence

une bande constante de 50 à 1 000 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 15). Les hautes fréquences du sonar EdgeTech 4125 utilisé limitent la portée (largeurs de fauchées 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 100 m). 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.

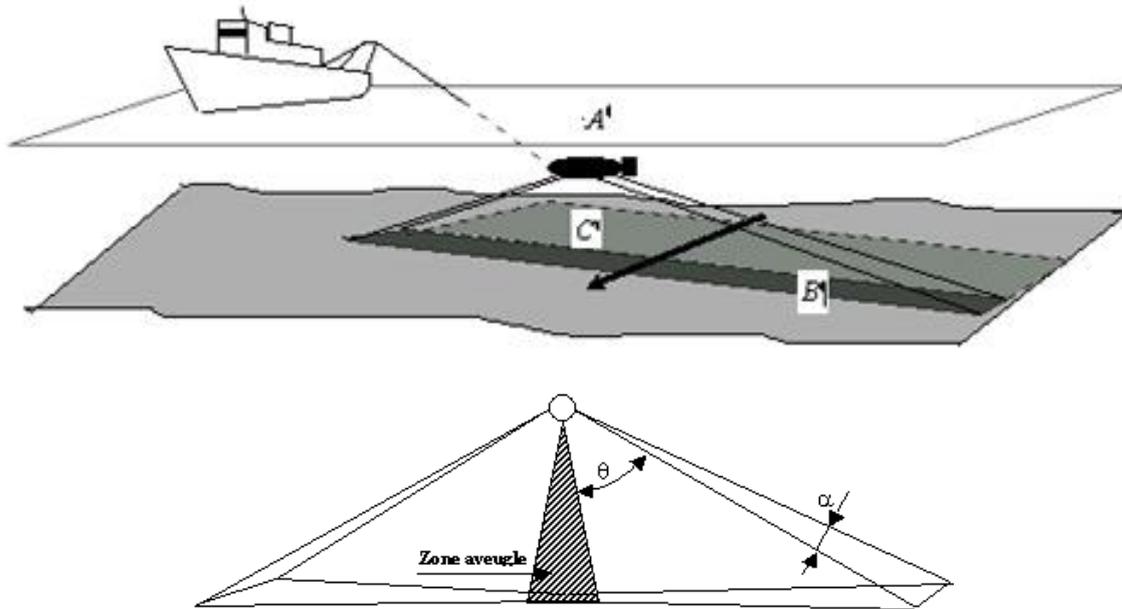


Illustration 15 : a) mise en œuvre du sonar à balayage latéral par des profondeurs d'eau supérieures à 10m. b) fauchée d'un sonar latéral (Shom).

Le signal acoustique réfléchi par le fond marin est restitué à bord du navire via le logiciel d'acquisition : *EdgeTech Discover®*, sous la forme d'une image de réflectivité du fond (appelée sonogramme) et de la présence d'irrégularités ou de petits obstacles (ombres). Ces images renseignent sur la morphologie et la texture des fonds. L'amplitude des ondes réfléchies est traduite en nuances de gris.

De manière schématique, un enregistrement blanc ou gris clair correspondra à des sédiments fins peu réfléchifs (ex : vase) et un enregistrement gris foncé à des sédiments plus grossiers (sables, graviers, très réfléchifs) ; les affleurements rocheux ressortent, eux, plus sombres et pourvus de fractures et de zones d'ombres. Les "ombres" sont induites par la présence d'obstacles qui interceptent une partie du signal acoustique rétrodiffusé. 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 (Illustration 16).

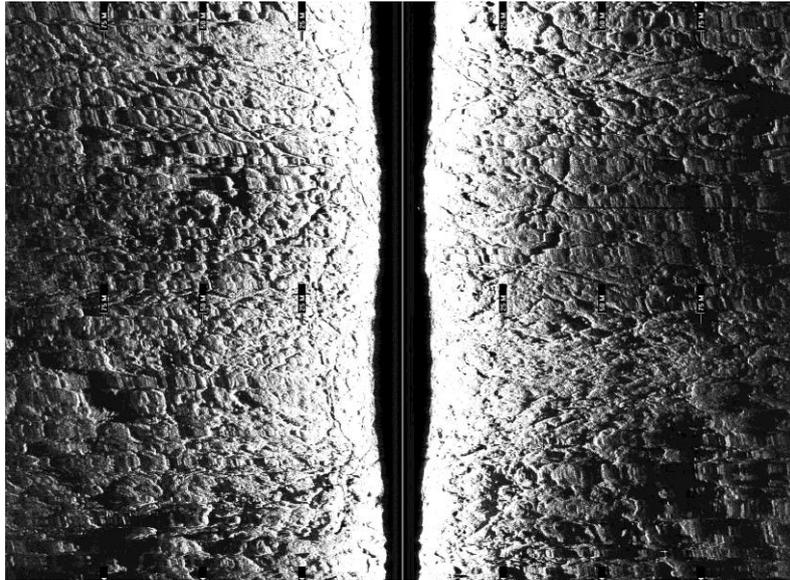


Illustration 16: Exemple d'image acquise à l'aide d'un sonar à balayage latéral, fond marin au large de Cayenne (septembre 2016)

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 aux prélèvements et/ou à l'observation géologique directe du fond marin (benne à sédiment, plomb suiffé, images vidéo, etc) pour calibrer les interprétations de l'opérateur sonar.

Les profils sont en général acquis parallèlement aux courbes bathymétriques de manière à avoir une profondeur constante et à favoriser la détection des structures parallèles à la côte. 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 et identifier des variations de faciès perpendiculaires aux isobathes.

b) Prélèvement à la benne

Les prélèvements sédimentaires nécessaires au calibrage des faciès acoustiques ont été réalisés avec une benne à double mâchoire dite « Van Veen », appartenant au CNRS Guyane (Illustration 17).



Illustration 17: Benne Van Veen

c) Géométrie d'acquisition

Du fait des très petites profondeurs, le sonar ne peut pas être tracté derrière le bateau comme à la normale. Cette année 2017, un système de fixation installé à l'arrière du bateau via des barres métalliques a été confectionné par les services de la DEAL. Ainsi le sonar est déporté d'un mètre du bateau à l'arrière de la coque et se situe à une distance d'environ 3 m de l'antenne GPS, positionné sur le taud (Illustration 18).

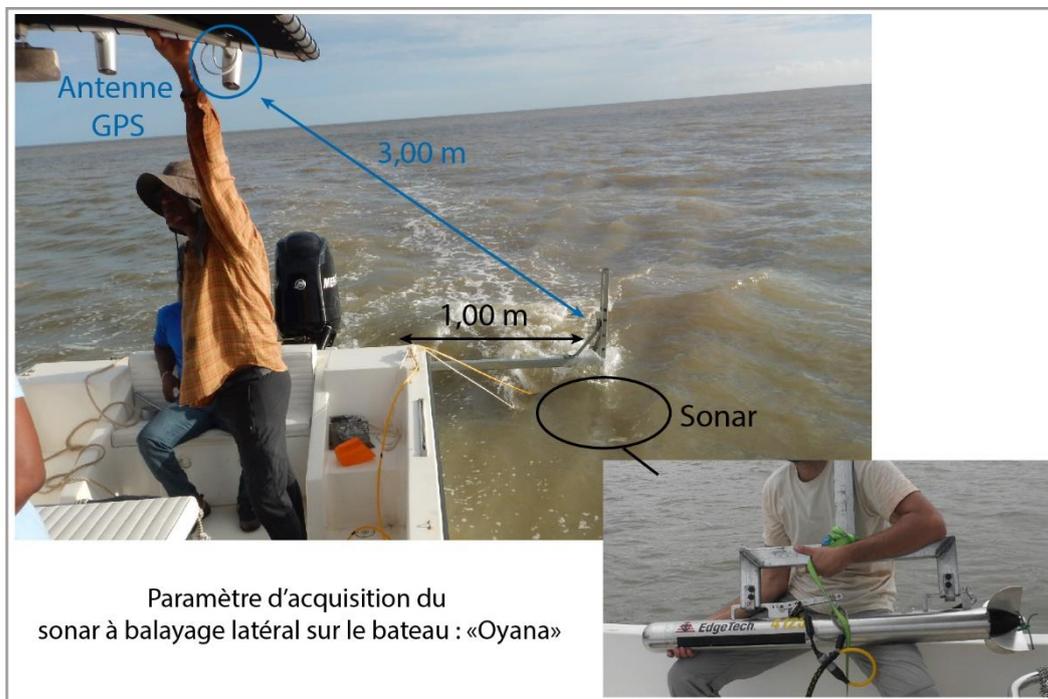


Illustration 18: géométrie d'acquisition du sonar

Ce système, plus performant que celui de 2016, présente encore des faiblesses. Sa proximité des moteurs et de la coque vient perturber l'acquisition de l'onde réfléchi. Un système de fixation du sonar sur des bouées tractées à l'arrière du bateau est à l'étude.

3.5.2. Traitements des données

Les données ont été traitées via le logiciel *EdgeTech Discover* © et interprétées par les experts de l'Unité Géologie des Bassins Sédimentaires du Centre Scientifique et Technique du BRGM.

4. Résultats

Après avoir présenté la position régionale des bancs de vase le long du littoral guyanais, ce chapitre détaillera, secteur par secteur, les évolutions topo-bathymétriques et la position du trait de côte mesurées au cours de l'année 2017 au regard des évolutions depuis la mise en place de l'ODYCG en 2014.

4.1. POSITION DES BANCs DE VASE

Sur les images satellites (Illustration 19), les panaches de turbidités, indiquant la présence de matière en suspension traduisant la présence d'un banc de vase subtidal¹¹, ressortent dans les canaux de couleur rouge. À partir de ces images, il est ainsi possible de manière qualitative d'identifier une première position des bancs de vase. Pour déterminer avec certitude la corrélation entre les images satellites et la présence d'un banc de vase, il est néanmoins nécessaire de procéder à des prélèvements de sédiments *in situ* pour confirmer cette interprétation indirecte.

Depuis 2015, les observations terrains et l'analyse des images satellites montrent qu'un banc de vase est installé au niveau de la presqu'île de Cayenne.

Sur la commune de Kourou, le front du banc de vase présent à l'est du fleuve est en train de franchir l'estuaire et commence à s'installer sur le littoral de la commune. Cette observation est corroborée par les prélèvements sédimentaires, effectués en novembre 2017 avec la benne, qui sont majoritairement vaseux.

Enfin depuis quelques années, un banc de vase est positionné au niveau de l'estuaire du Maroni. Le Maroni en raison de son très fort débit ne permettrait pas l'installation d'un banc de vase intertidal¹² dans son embouchure. Par contre l'image satellite montre clairement que fin 2017/début 2018, un panache de turbidité, d'origine fluvial ou côtier, est positionné au droit de l'estuaire.

Chacun des sites se caractérise également par la présence d'un banc de vase intertidale sur la rive est de chacun des trois estuaires : Maroni, Kourou et Mahury. Sur ces bancs de vase intertidaux, la mangrove se développe et participe à la formation de vasières (Illustration 19).

¹¹ Subtidale : qualifie la zone des fonds marins côtiers complètement immergés lors de la plus basse mer astronomique

¹² Intertidal : qualifie la zone de balancement des marées comprise entre les niveaux des pleines et des basses mers

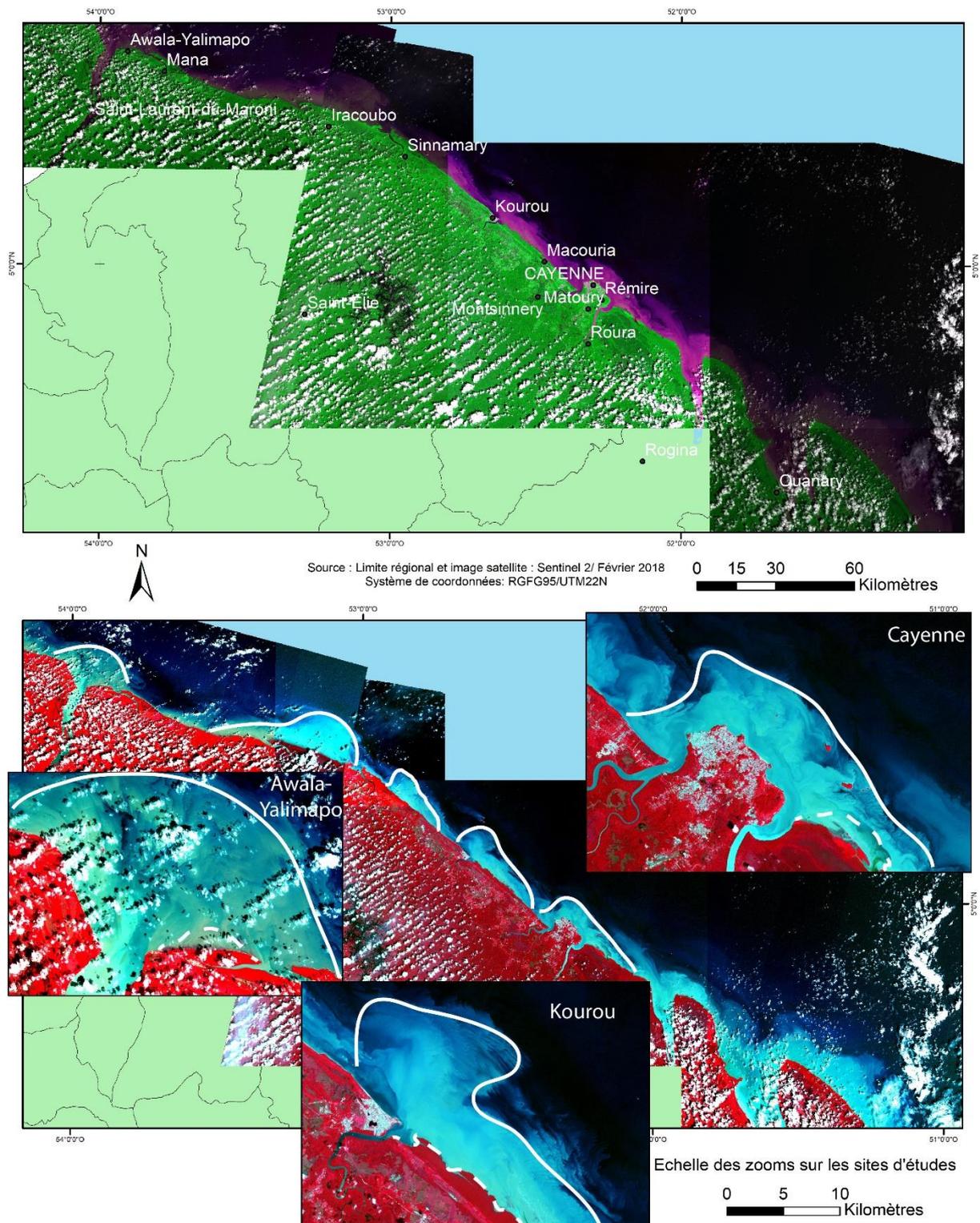


Illustration 19: Position des différents bancs de vase le long du littoral guyanais, tiré de l'image Sentinel 2 de février 2018. Le trait blanc continu représente la limite du banc de vase subtidal et le trait blanc en pointillé la limite du banc de vase intertidal et des vasières associées.

4.2. CAYENNE

4.2.1. Présentation du site

La presqu'île de Cayenne est un promontoire rocheux séparé par deux fleuves drainant d'importants bassins versant : le Mahury à l'est et la rivière de Cayenne à l'ouest. La spécificité de la presqu'île de Cayenne est la présence de monts latéralisés, en contact direct avec les sédiments quaternaires (Prost et Charron , 1991), qui explique la diversité du littoral avec des côtes rocheuses entrecoupées par des plages de poches qui peuvent atteindre plusieurs kilomètres de long.

Dans le cadre de l'ODYCG, l'évolution morphologique des trois anses (anses de Rémire, anse de Montjoly et anse de Montabo) est suivie via la mesure de la position du trait de côte, les levés topographiques et bathymétriques, le long des profils topo-bathymétriques (Illustration 20). Les petites anses de Cayenne, situées le plus à l'est de la presqu'île ont fait l'objet d'acquisition de photographies aériennes par drone et l'élaboration de modèles numériques de terrain (MNT) en septembre 2017.

Enfin en décembre 2016, des ouvrages de protections du type Stabiplage© (boudins géotextiles), ont été installés sur la plage de l'anse de Montjoly. Un suivi particulier de ces ouvrages est réalisé avec :

- l'acquisition d'orthophotographie par drone et la réalisation d'un MNT ;
- l'acquisition d'un profil topo-bathymétrique supplémentaire au droit de l'ouvrage.

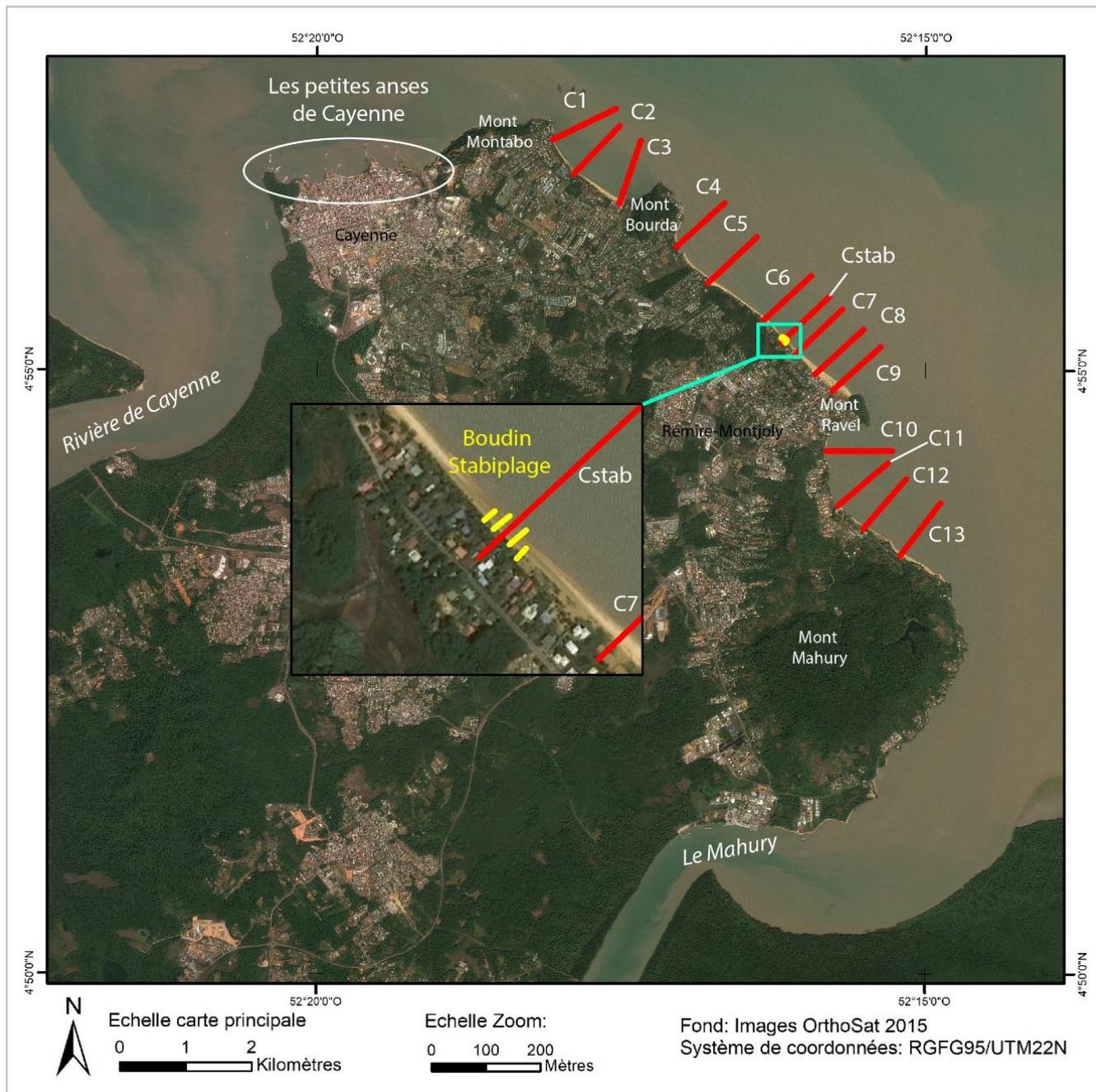


Illustration 20: Profils suivis dans le cadre de l'observatoire sur l'île de Cayenne

4.2.2. Nature des fonds

Les prélèvements effectués à la benne en parallèle des acquisitions sonar et bathymétrique ont révélé la présence de la vase sur l'ensemble des trois anses de la presqu'île de Cayenne (Annexe

1). Seul un profil sur l'anse de Montabo, le profil C3 présente du sable dans une matrice vaseuse prélevée proche de la plage dans les très petits fonds (Illustration 21).

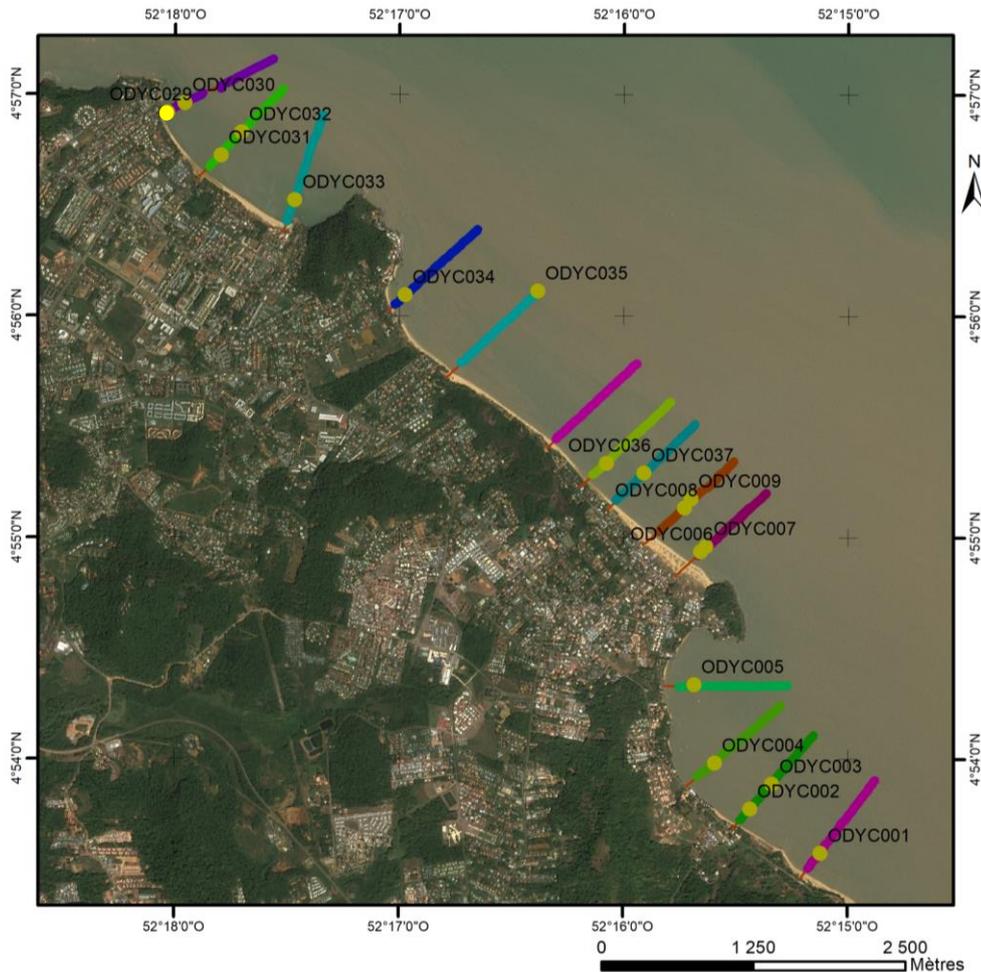


Illustration 21: Trace du bateau lors des levés bathymétriques ainsi que de la position des prélèvements à la benne Van Veen (les points verts correspondent à la vase, le point jaune au sable).

4.2.3. Anse de Rémire

a) Évolution annuelle du trait de côte

L'anse de Rémire peut être partagée en deux zones :

- la côte orientée nord/sud et délimitée par le Montravel au nord et les enrochements de l'auberge de plages au sud ;
- la côte orientée nord-ouest/sud-est et délimitée par les enrochements de l'auberge des plages au nord-ouest et le promontoire du mont Mahury au sud-est.

Le premier secteur est plus urbanisé que le deuxième avec un ensemble d'habitations implantées sur la plage.

Un banc de vase est arrivé au droit de la plage en 2015, ce qui a engendré une stabilisation de la position du trait de côte pendant l'année 2015 et 2016. Sur l'année 2017, le banc de vase est toujours présent, mais la côte orientée nord-ouest/sud-est a connu une fluctuation de son trait de

côte. Cette zone peut également être subdivisée en deux secteurs distincts (encart 3 et 4 de l'illustration 22).

Ces deux secteurs ont la particularité d'être séparés par des avancées rocheuses :

- la plage de l'« Aspag » (encart 3), est délimitée par les enrochements proches de l'auberge des plages d'un côté et par une avancée rocheuse naturelle de l'autre ;
- la plage de Gosselin (encart 4) est délimitée par l'avancée rocheuse naturelle d'un côté et le promontoire rocheux du mont Mahury de l'autre.

La position du trait de côte de ces deux sous-secteurs a évolué de manière équivalente avec un recul sur la partie est (entre -11 m et -16m) et une avancée sur la partie ouest (env. +20 m) (Illustration 22).

Le trait de côte de la zone orientée nord/sud est resté stable (encart 1 et 2 de l'illustration 22) entre octobre 2016 et novembre 2017.

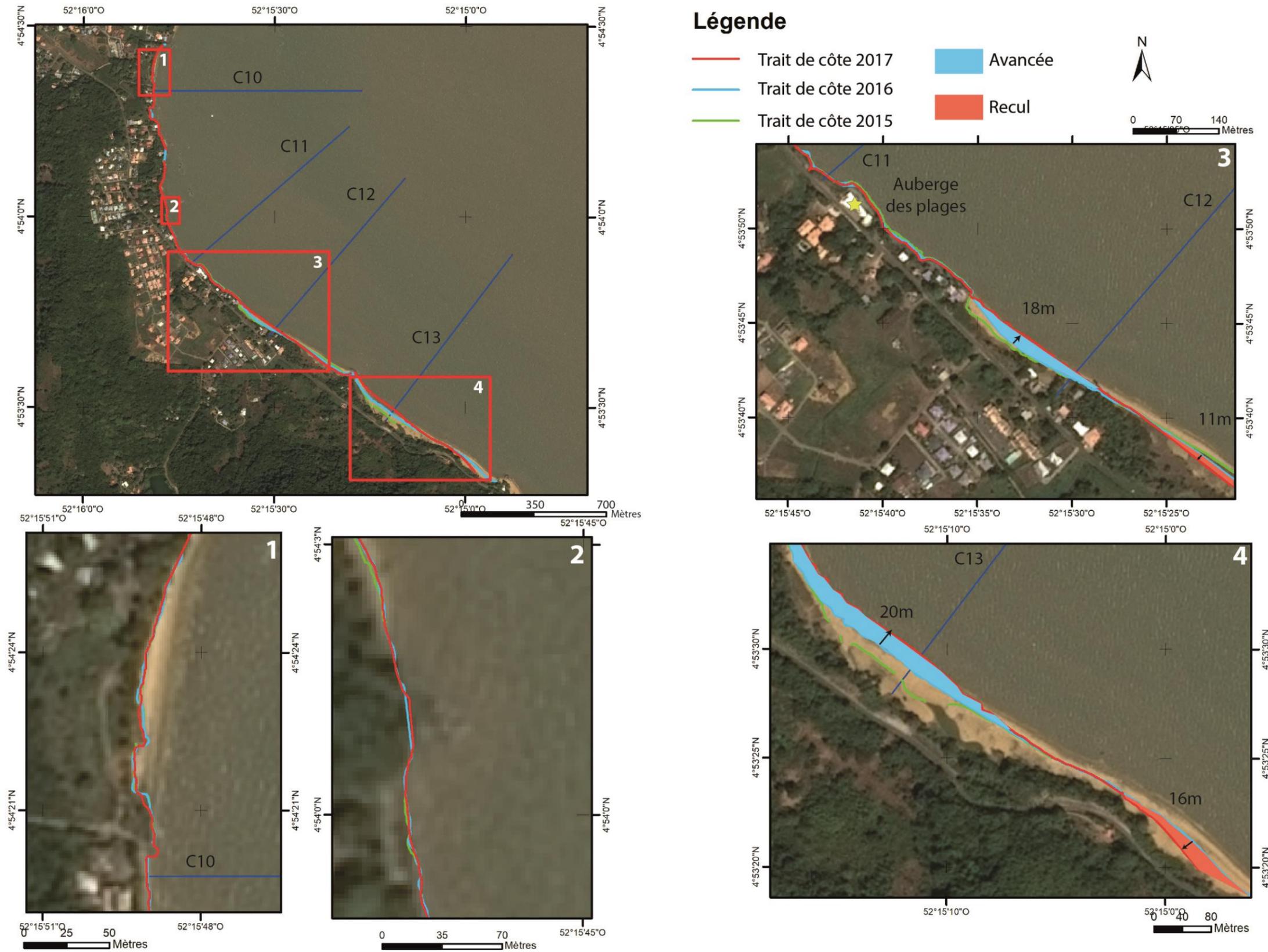


Illustration 22: Evolution de la position du trait de côte sur l'anse de Rémire entre novembre 2015 et novembre 2017.

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

La zone extrême nord du secteur orienté nord/sud est la partie la plus urbanisée avec la présence d’habitations sur le haut de plage. Le suivi topographique de ce secteur (profil C10 référent), se focalise donc principalement sur la zone d’estran. Entre octobre 2016 et novembre 2017, on constate une érosion d’environ 20 cm du profil intertidal et une accrétion au niveau de la plage subtidale en relation avec un dépôt de vases de 30 cm au maximum (Illustration 23).

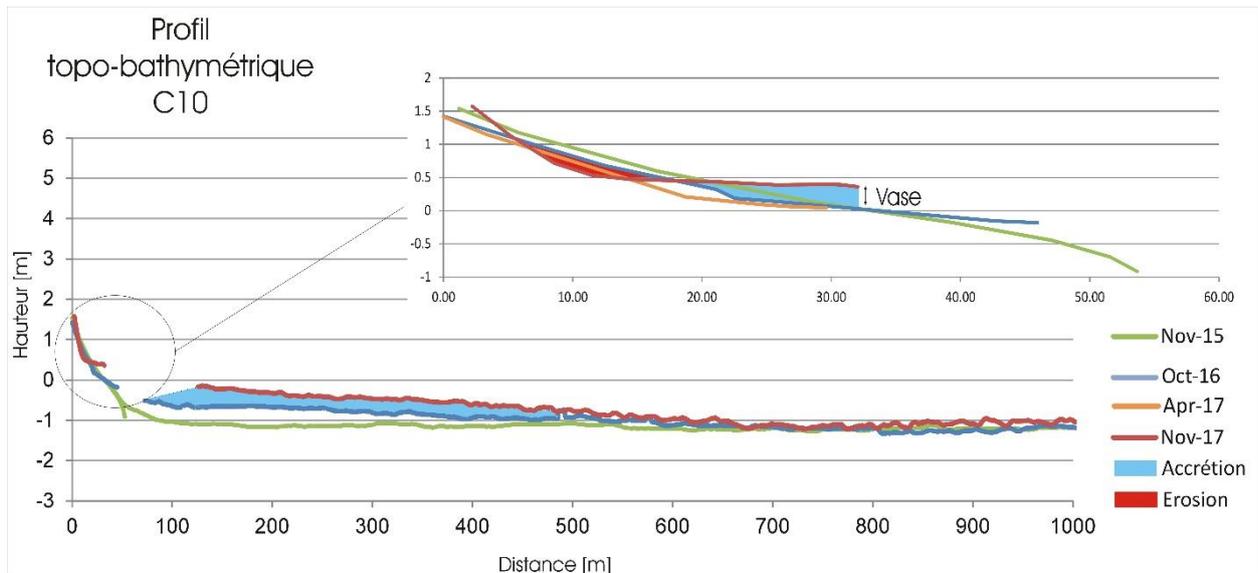


Illustration 23: Évolution topo-bathymétrique du profil C10 entre novembre 2015 et novembre 2017.

La zone à proximité nord de l’auberge des plages a connu une accrétion au niveau de sa zone intertidale. Les premières observations terrains montrent une accumulation de sables venant recouvrir l’estran du profil C11 entre 2016 et 2017. Le profil C11 a la particularité d’être situé à proximité d’un exutoire des eaux pluviales. En raison, des fortes intempéries du début d’année 2017, une partie du sable présent au niveau de la plage est donc très certainement issu des terres drainées par cet exutoire (Illustration 24).



Illustration 24: la vase et le sable de la plage sont recouverts localement par les sédiments charriés par l'exutoire, octobre 2017.

Cette observation est appuyée par l'évolution topographique du profil. En effet, entre octobre 2016 et avril 2017, lors de la saison des pluies, la partie intertidale du profil C11 est en accréation (+0.50 m max), pour revenir en novembre 2017 à une situation semblable à celle d'octobre 2016 (Illustration 25).

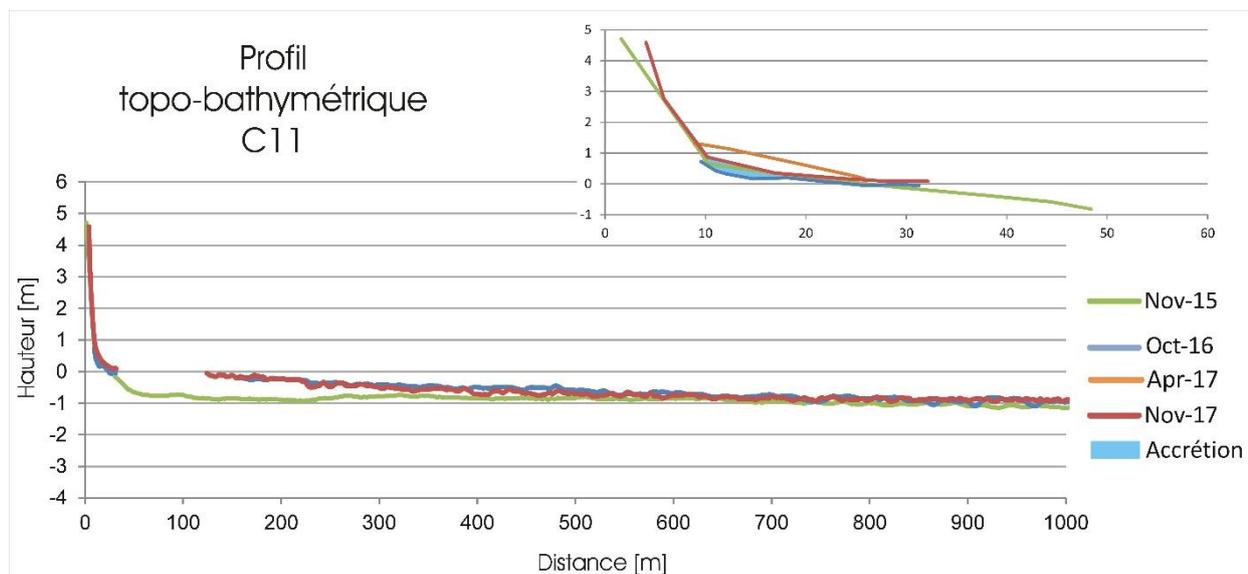


Illustration 25: Évolution du profil topo-bathymétrique entre octobre 2016 et novembre 2017.

La plage de « l'Aspag » (nom du club nautique local), enregistre également une accréation très importante (+1 m) du bas-estran entre octobre 2016 et novembre 2017 (Illustration 26).

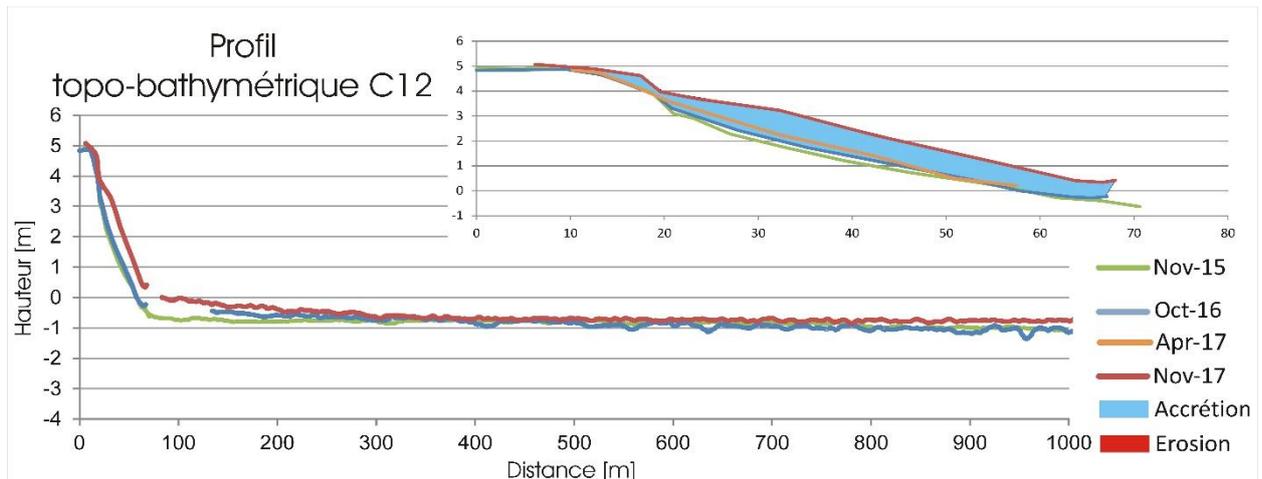


Illustration 26: Évolution topobathymétrique du profil C12 entre novembre 2016 et novembre 2017.

Le talus d'érosion observable sur le haut de plage courant 2016 à proximité du club nautique, s'est complètement résorbé sur l'année 2017 (Illustration 27).



Illustration 27: Evolution du talus d'érosion entre avril 2016 et octobre 2017 au niveau du profil C12, à proximité du club de Kayak l'Aspag

Les prélèvements à la benne et les observations terrains montrent une importante quantité de vase en novembre 2017 sur ce secteur (Longueville et Paquet, 2017 et Annexe 1).

La plage de Gosselin suit une évolution identique aux années précédentes. En parallèle d'une accumulation marquée au niveau de la berme et de l'estran, l'exutoire du Rorota continue d'avancer et de mobiliser du sable du haut de plage, engendrant une érosion.

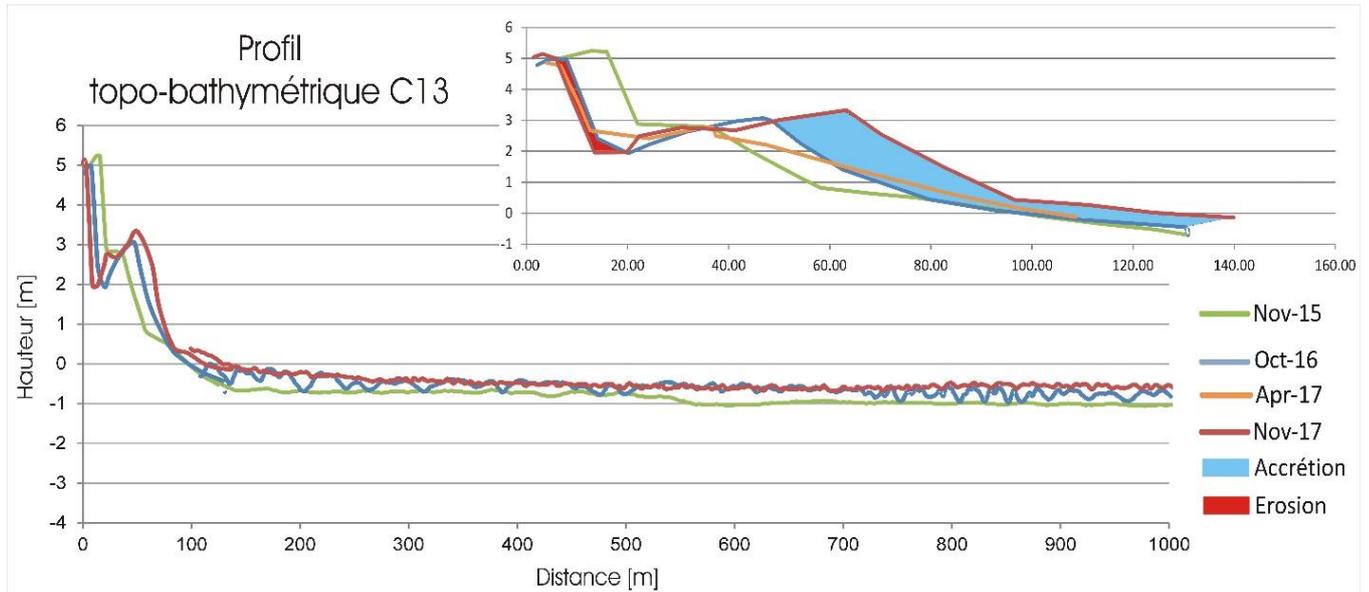


Illustration 28: Évolution topobathymétrique du profil C13 entre novembre 2015 et novembre 2017.

4.2.4. Anse de Montjoly

a) Évolution annuelle de la position du trait de côte

L'anse de Montjoly est une des anses dont l'évolution morphologique a été la plus étudiée (Anthony & Dolique, 2004, 2006 ; Anthony *et al.*, 2011 ; Brunier, 2015...).

Elle peut être subdivisée en deux grands secteurs :

- l'extrémité nord-ouest comprise entre le mont Bourda et le restaurant « Oasis », qui est un secteur faiblement urbanisé car les zones en arrière-plage appartiennent au conservatoire du littoral et constituent la réserve des Salines sur la commune de Cayenne ;
- l'extrémité sud-est, comprise entre le mont Ravel et le restaurant « Oasis ». Cette zone fortement urbanisée appartient à la commune de Rémire-Montjoly et a connu plusieurs phénomènes d'érosion dans le passé, les derniers datant de 2013 (Moisan, 2013).

L'ensemble des deux secteurs a connu une fluctuation équivalente à celle observée sur l'anse de Rémire avec des avancées et reculs localisés de la position du trait de côte. Il est à noter le fort recul de la position du trait de côte sur l'extrémité sud-est d'environ 36 m (encart 4 de l'illustration 29).

Une avancée de la position du trait de côte est observée principalement dans deux secteurs distincts :

- le secteur présenté à proximité de l'exutoire des Salines (encart 2, avancée d'environ 20 m)
- le secteur possédant un enrochement, situé à proximité de l'Oasis qui bloque le transit sédimentaire (encart 1 avec une avancée d'environ 15 m et encart 3 avec une avancée d'environ 3 m).

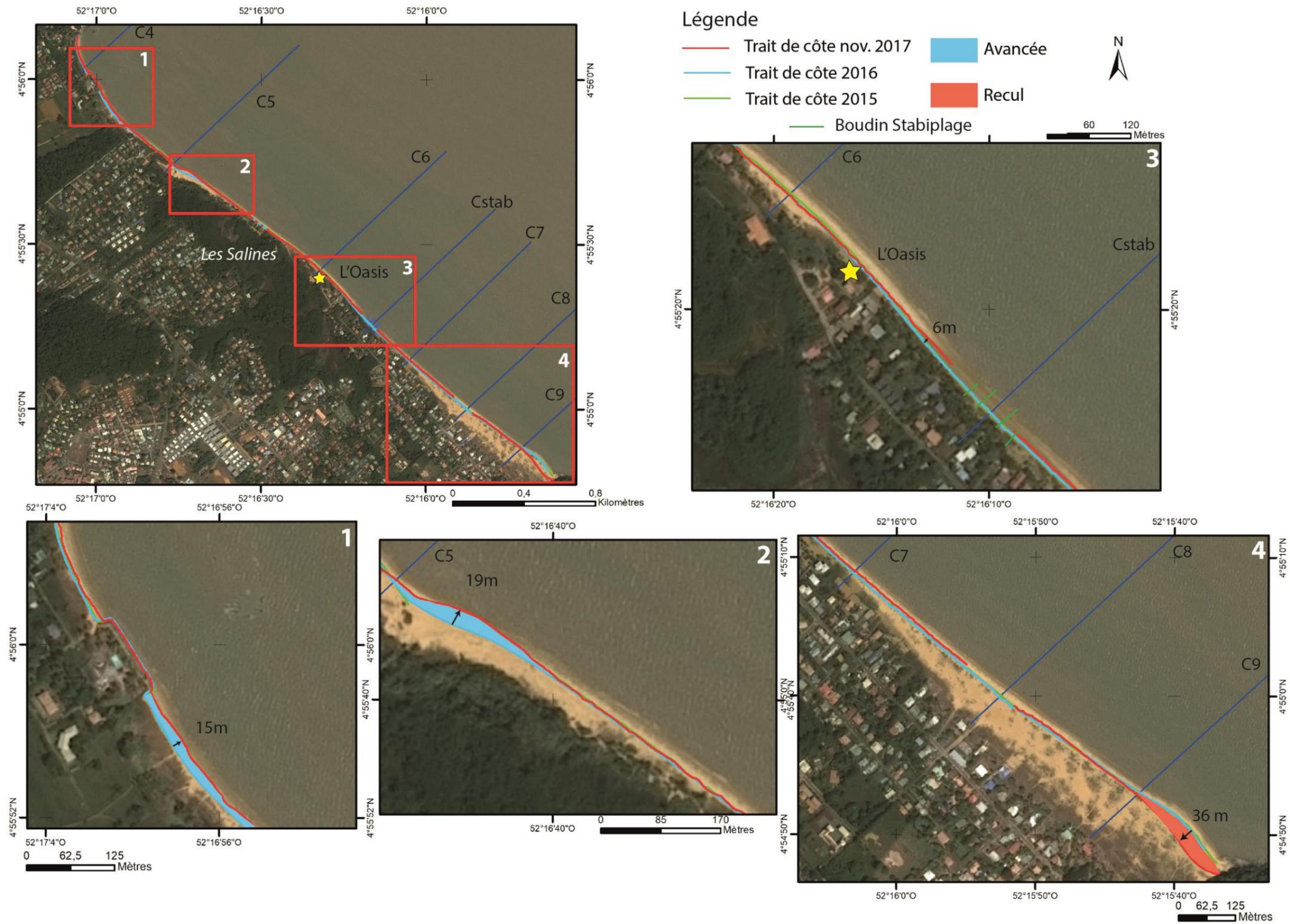


Illustration 29: Evolution de la position du trait de côte sur l'anse de Montjoly entre novembre 2015 et novembre 2017.

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

Le profil C9 le plus à l'est du secteur témoigne d'un abaissement (-1.5 m) entre octobre 2016 et novembre 2017. Corrélié avec le recul de la position du trait de côte, le secteur traduit une forte tendance à l'érosion (Illustration 30). Ce profil n'ayant pas évolué entre octobre 2016 et avril 2017, le départ de sable s'est principalement déroulé au cours de la saison sèche.

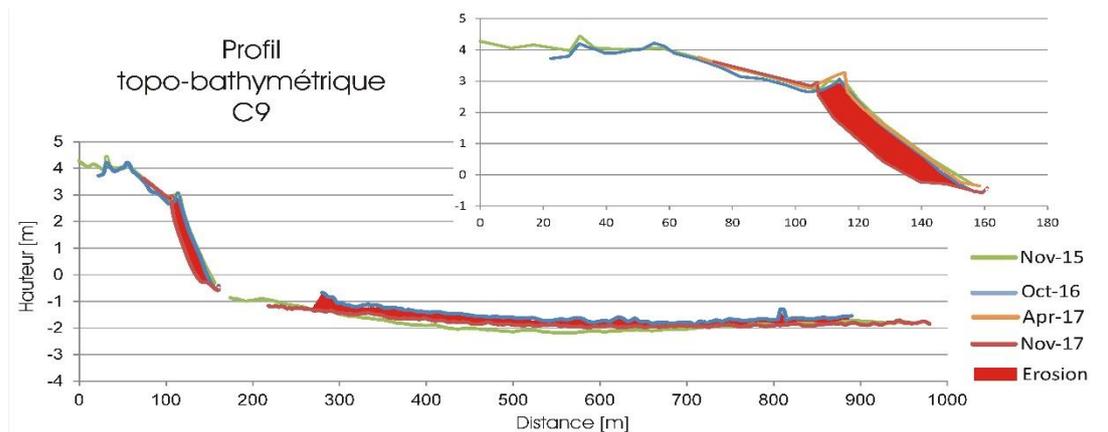


Illustration 30: Évolution topo-bathymétrique du profil C9 entre novembre 2015 et novembre 2017.

La zone charnière entre les deux grands secteurs détaillés plus haut est restée relativement stable entre octobre 2016 et novembre 2017, comme en témoigne le profil C6 (Illustration 31).

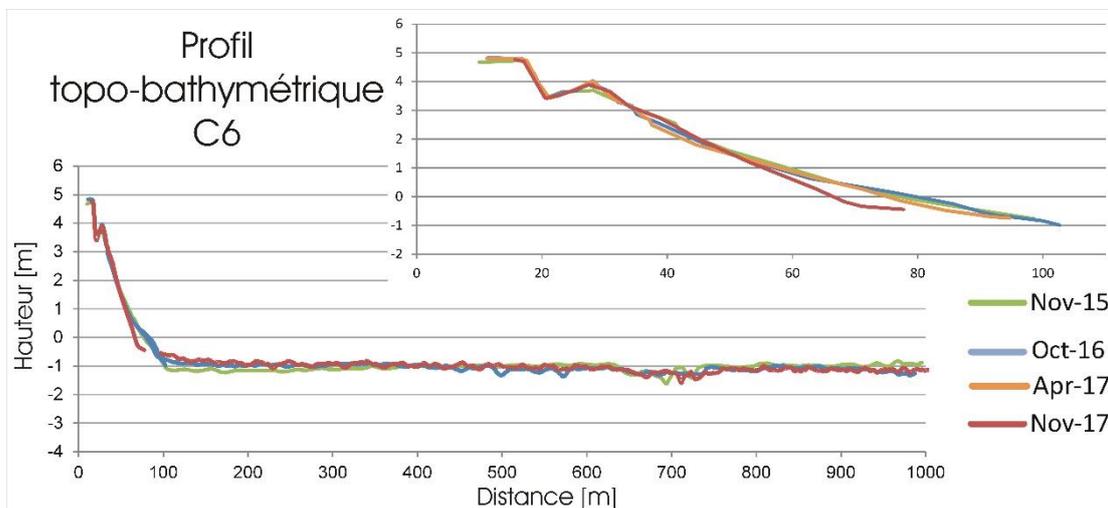


Illustration 31: Évolution topo-bathymétrique du profil C6 entre novembre 2015 et novembre 2017.

La majorité des autres profils ont connu une accrétion au niveau de leur bas de plage allant de 0,50 m pour le profil C8 à 1 m pour le profil C5 (Illustration 32).

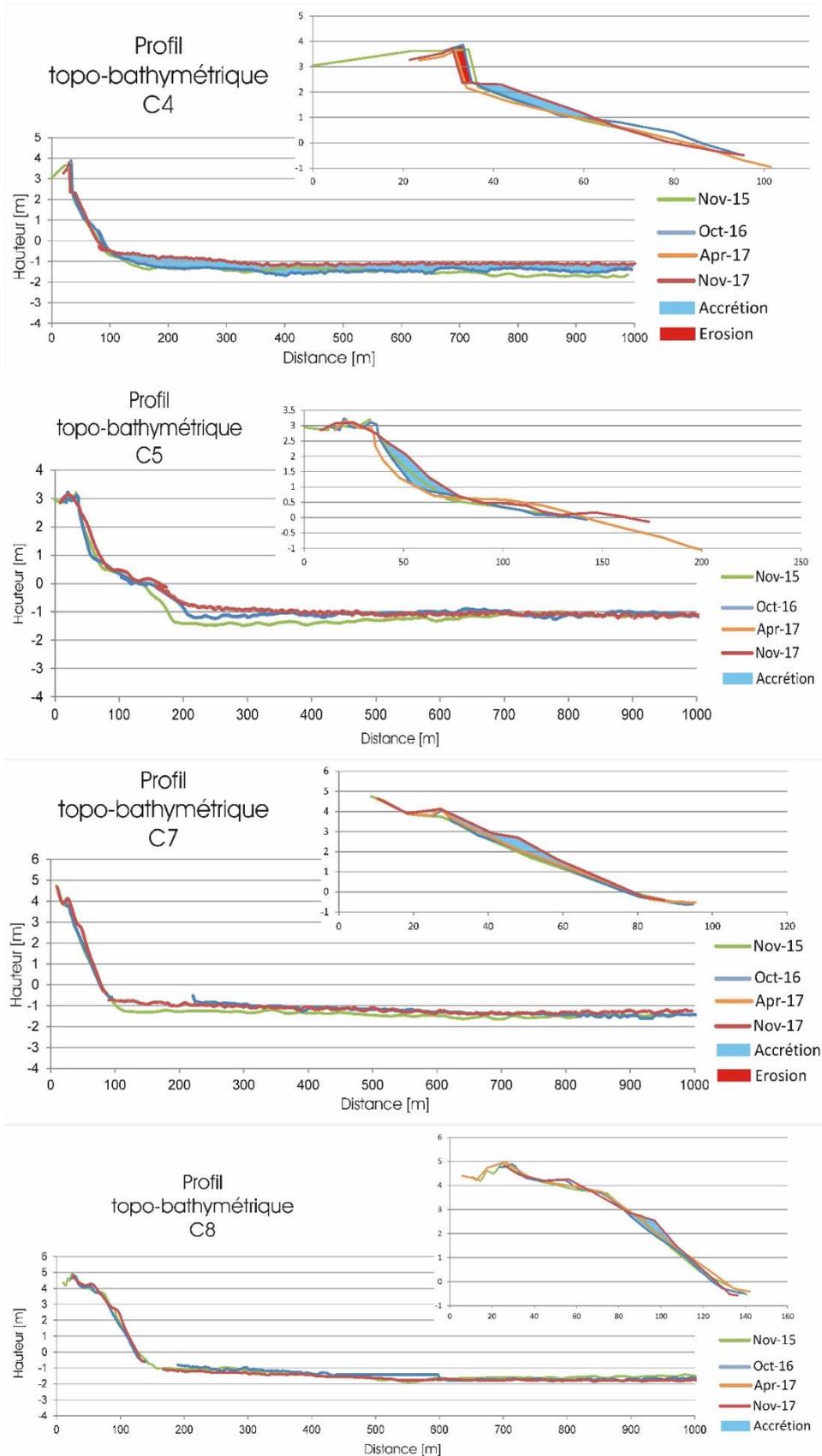


Illustration 32: Evolution des profils topo-bathymétriques C4, C5, C7 et C8 entre novembre 2015 et novembre 2017.

c) Suivi de l'aménagement Stabiilage©

Suite à l'installation des boudins géotextiles Stabiilage© en décembre 2017, deux suivis complémentaires à proximité des ouvrages ont été mis en œuvre (*Illustration 33*) :

- un profil topo-bathymétrique au droit de l'ouvrage ;
- une acquisition d'imagerie par drone afin d'obtenir une orthophotographie et un modèle numérique de terrain sur une zone longue d'un kilomètre et large de 150 m.

Le levé drone a été effectué en septembre 2017 et l'acquisition du profil en novembre 2017.

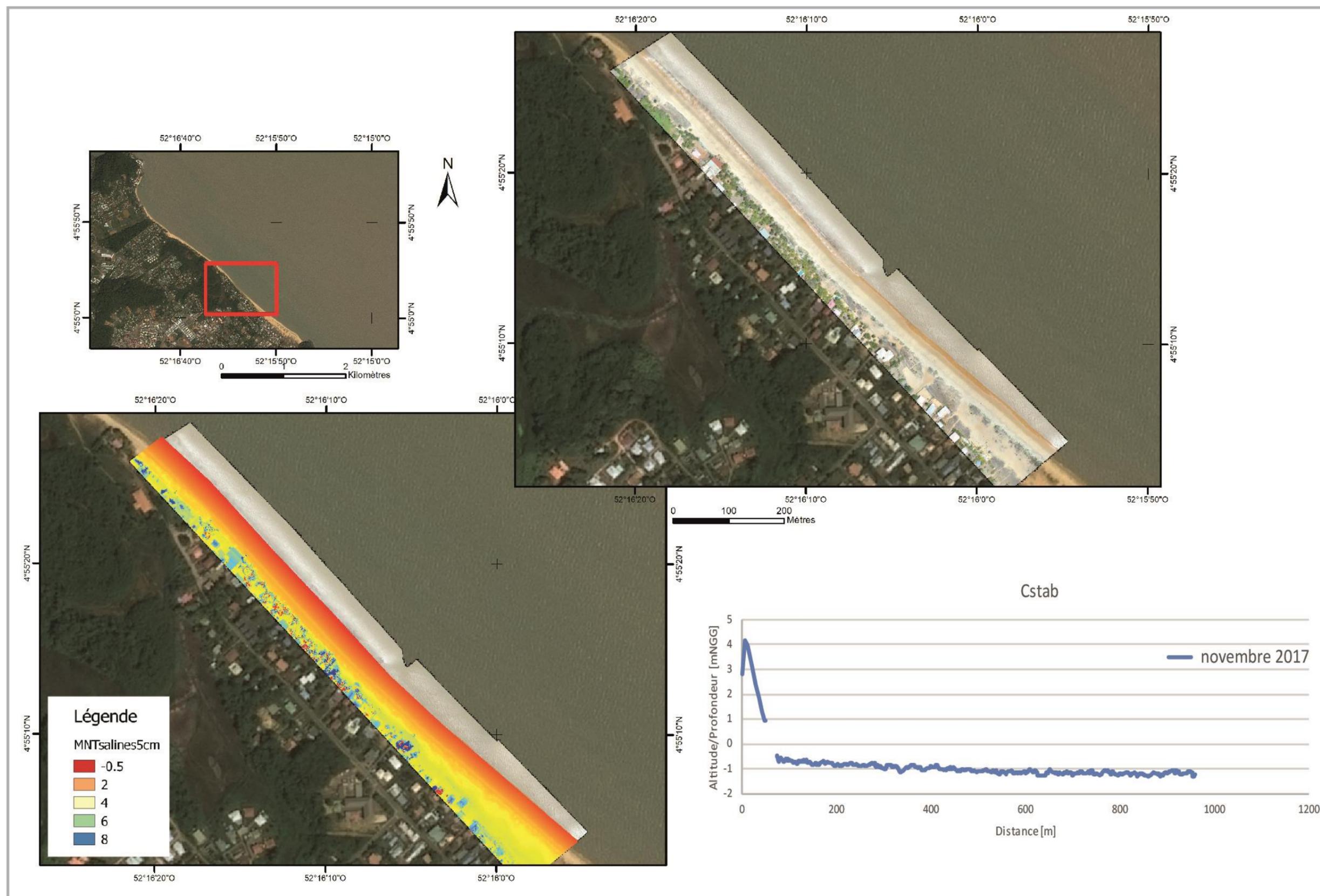


Illustration 33: Orthophotographie et MNT, de la plage des Salines avant la pose des boudins stabiplages© en septembre 2017.

L'intérêt de cette mesure, notamment du MNT est de faire un état des lieux avant la mise en place de l'ouvrage afin de comparer les impacts directs sur le milieu. Les prochains levés de l'ODYCG en 2018 permettront d'observer les effets de cet ouvrage. Début février 2018, un des 4 boudins, celui positionnés à l'extrémité nord, s'est percé et a perdu une partie de son volume de sable (Illustration 34).



Illustration 34 : Boudin Stabiplage percé, positionné sur la plage de Rémire en février 2018.

4.2.5. Anse de Montabo

a) Évolution annuelle du trait de côte

Un phénomène similaire de recul et d'avancée du trait de côte est observé respectivement sur la partie sud-est et sur la partie nord-ouest du secteur, mais en comparaison des autres anses, cette évolution a lieu dans de plus faibles proportions. Le secteur le plus au sud-est enregistre un recul de -3 m (encart 4 de l'illustration 35) alors que la partie la plus au nord-ouest enregistre une avancée maximale de +5 m (encart 1 de l'illustration 35). Sur le reste du secteur, le trait de côte a relativement peu varié.

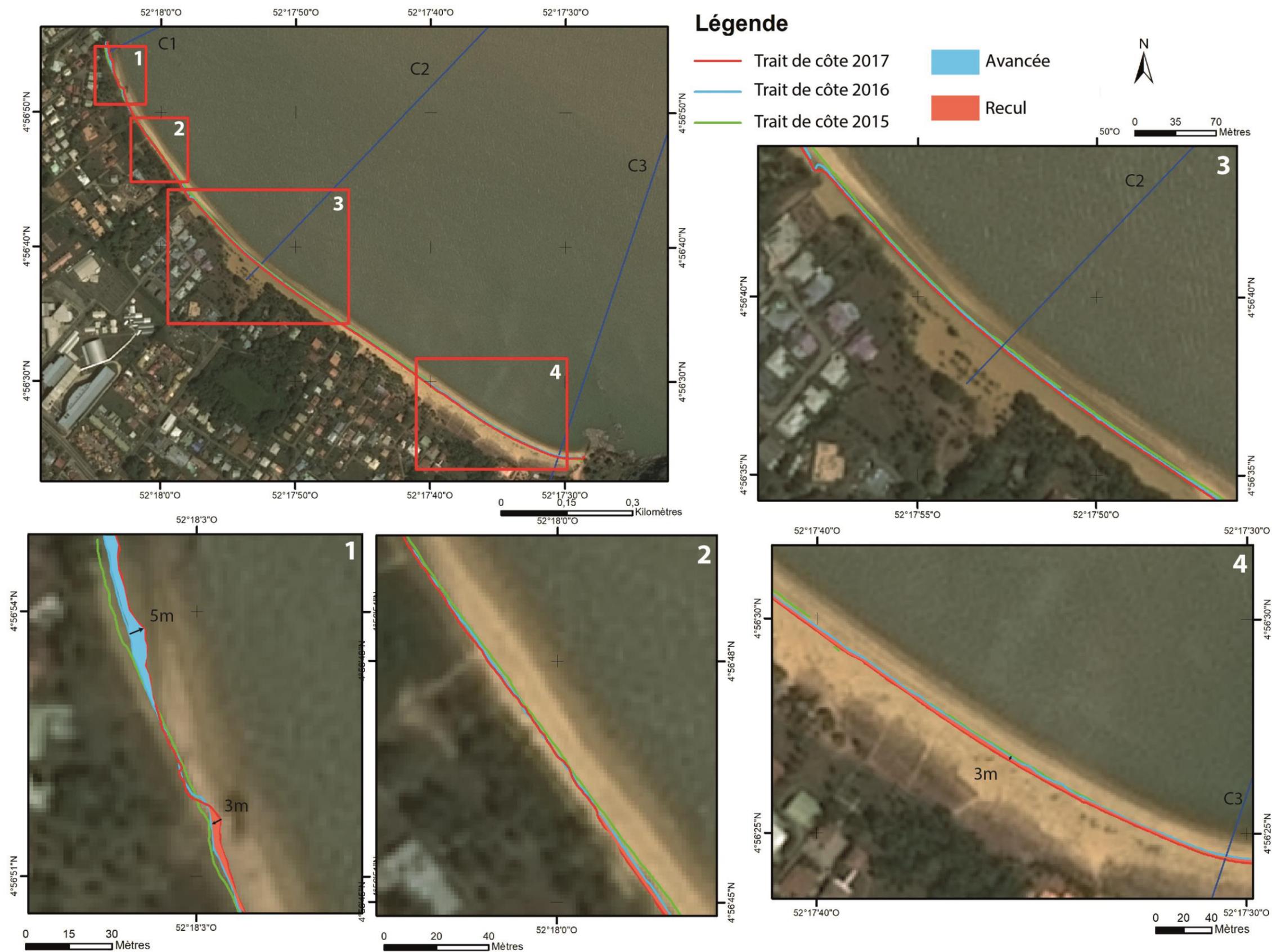


Illustration 35: Evolution de la position du trait de côte sur l'anse de Montabo entre novembre 2015 et novembre 2017.

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

L'évolution des profils le long du littoral de Montabo montre une érosion du côté sud-ouest avec une érosion de l'estran (- 0.50 m) et la mise en place d'un talus d'érosion (Illustration 36).

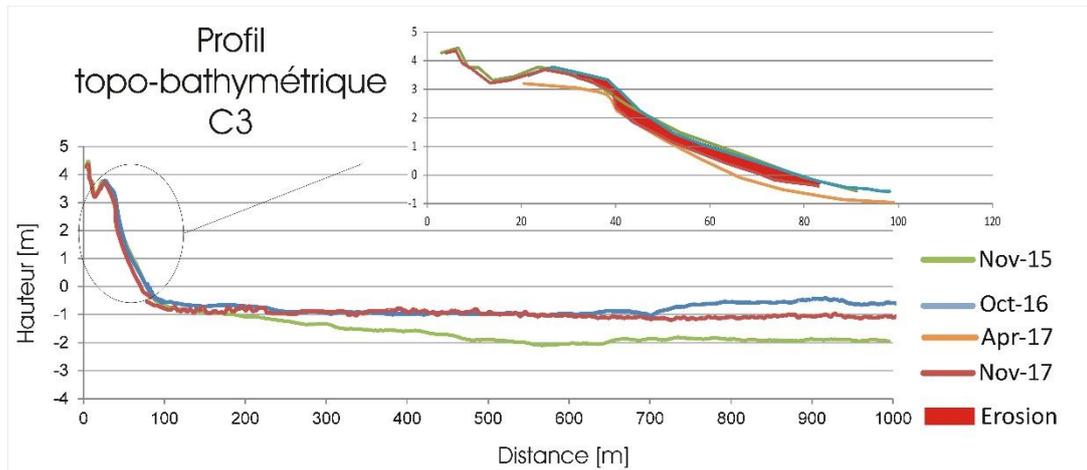


Illustration 36: Évolution topo-bathymétrique du profil C3 entre novembre 2015 et novembre 2017.

Les observations terrains tendent à montrer une faible évolution, à l'exception du profil C1 où une forte accrétion de vase s'est produite sur les petits fonds subtidaux (+ 0.60 m) (Illustration 37).

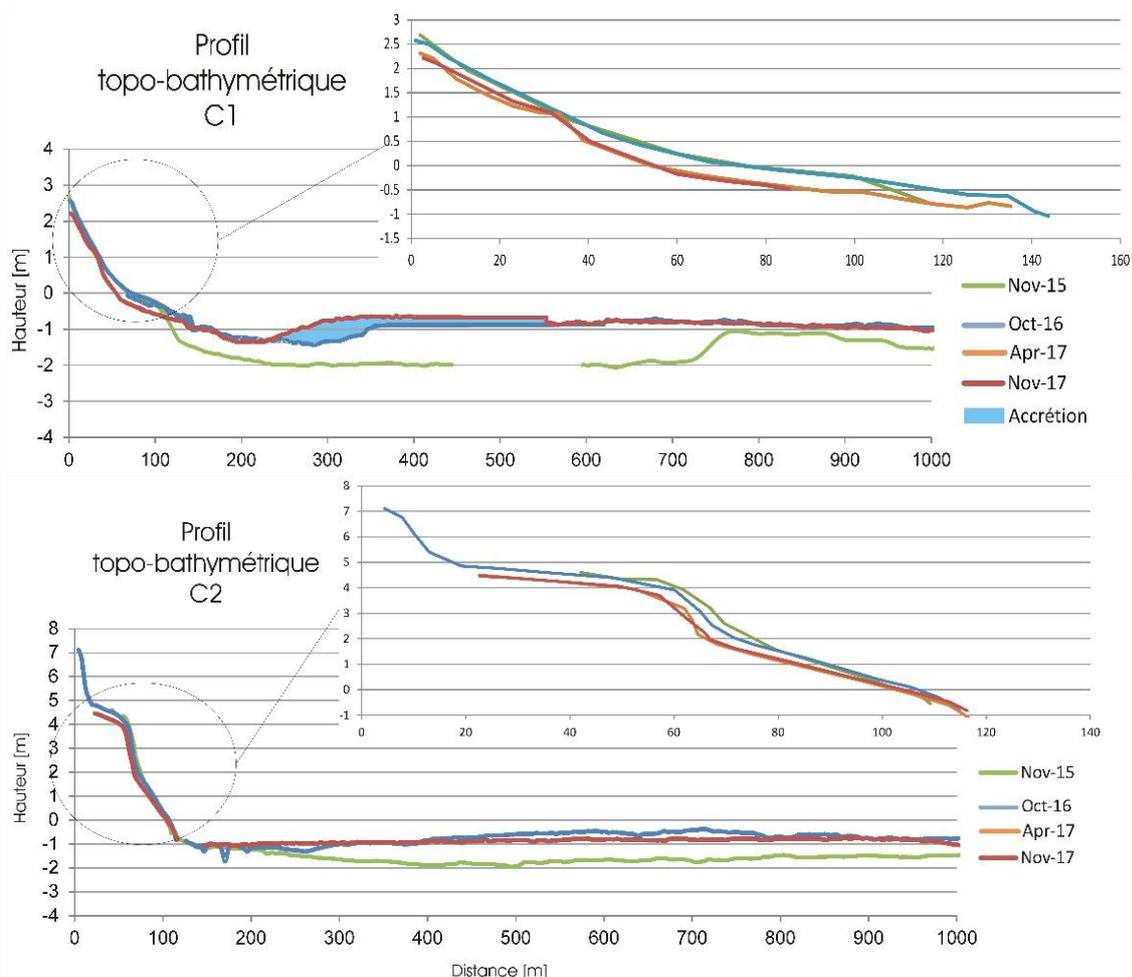


Illustration 37: Évolution topo-bathymétrique des profils C1 et C2 entre novembre 2015 et novembre 2017.

4.2.6. Suivi au sonar à balayage latéral

La zone suivie levés par SBL en 2017 est la même que celle surveillée en 2016 pour mettre en évidence une éventuelle évolution de la répartition superficielle des sédiments. Un premier rapport intermédiaire (Longueville *et al.*, 2017) explique les résultats de ces mesures, repris dans cette partie sur deux profils remarquables.

a) Profil C1

De l'imagerie acoustique au sonar à balayage latéral a été acquise sur le profil C1 en 2016 et 2017. Une zone de fond rocheux de forte réflectivité est clairement identifiée sur les sonogrammes des deux années. L'étude minutieuse et la comparaison des deux sonogrammes ne révèlent aucun changement majeur. Les distinctions qui existent entre les deux dates sont principalement liées aux distorsions engendrées par les mouvements propres du sonar (Illustration 38). En effet, sous l'effet de la houle, du courant, de la direction et des mouvements propres du bateau (cap, variation de vitesse, traction), les images acoustiques peuvent être déformées.

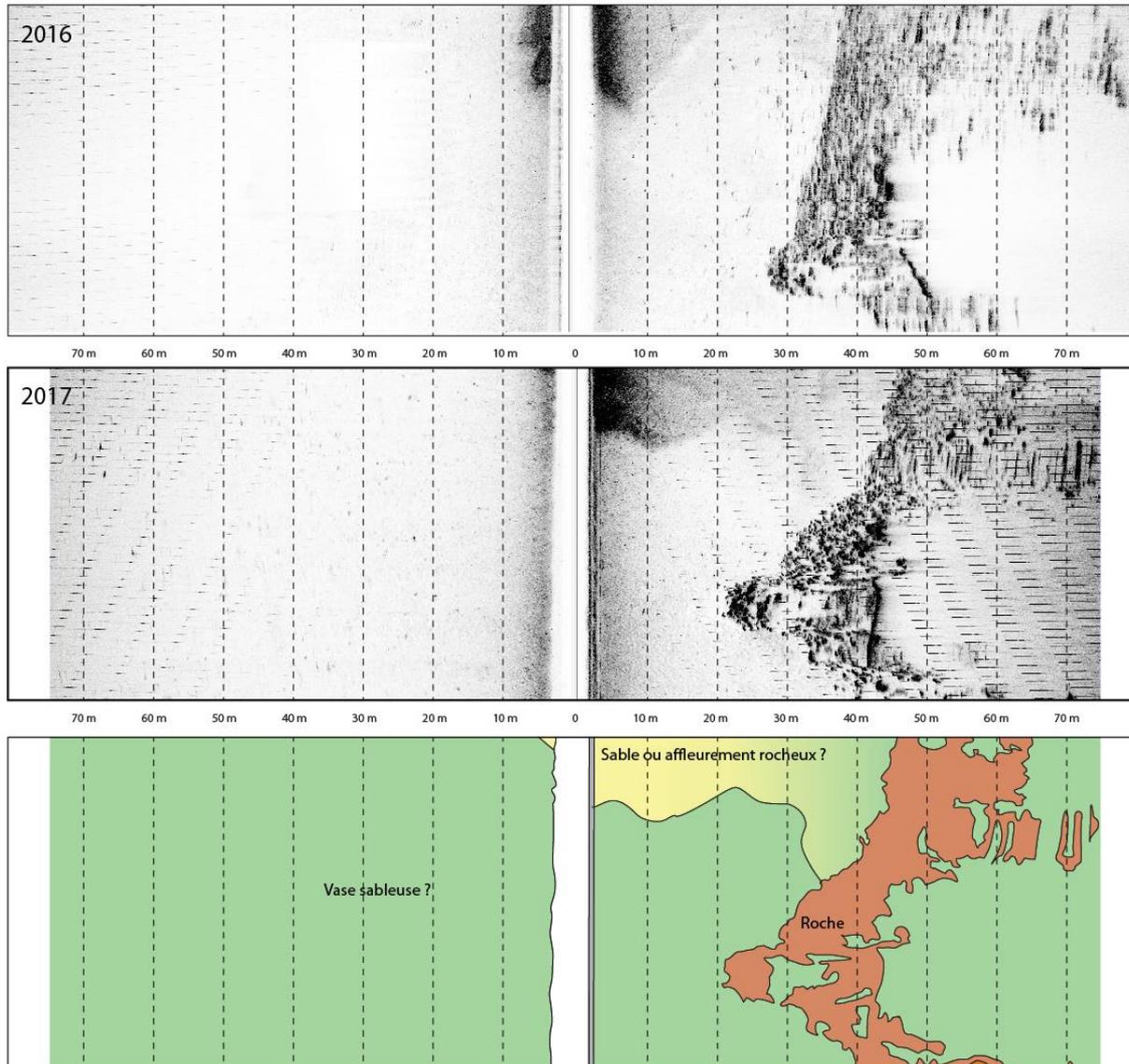


Illustration 38 : extraits des profils C1 de 2016 (haut) et de 2017 (centre) et l'interprétation de l'extrait de 2017. Très peu de différences sont visibles entre les deux levés

Aucun changement évident de la nature du fond ne semble être enregistré sur cet extrait du profil C1. La zone de roche reste évidemment immobile, mais ses contours ne semblent pas non plus avoir été modifiés par la mobilité des sédiments alentour. La zone sombre interprétée comme sableuse ne semble pas particulièrement modifiée. L'absence de figure sédimentaire sur le reste de l'extrait (zone de faible réflectivité associée aux vases) et donc de marqueurs de déplacement ne permet pas de confirmer ou d'infirmier l'existence d'une mobilité sédimentaire.

b) Profil C3

Les images de 2016 montraient localement des variations de réflectivité linéaires complexes attribuées à des mégarides 2D/3D unidirectionnelles (Longueville et Paquet, 2016).

Les données acquises en 2017 sur la même zone montrent une uniformité du fond marin (Illustration 39). Le fond reste néanmoins peu réflectif comme en 2016, suggérant que le fond reste dominé par des dépôts vaseux. Il est difficile de fournir une interprétation claire, mais deux

hypothèses peuvent être émises : (i) les figures sédimentaires se sont atténuées progressivement, ou (ii) les figures ont été recouvertes par des dépôts vaseux.

Une cartographie complète et répétée de la zone par imagerie serait nécessaire pour en comprendre la dynamique sédimentaire ainsi que l'évolution des fonds marins.

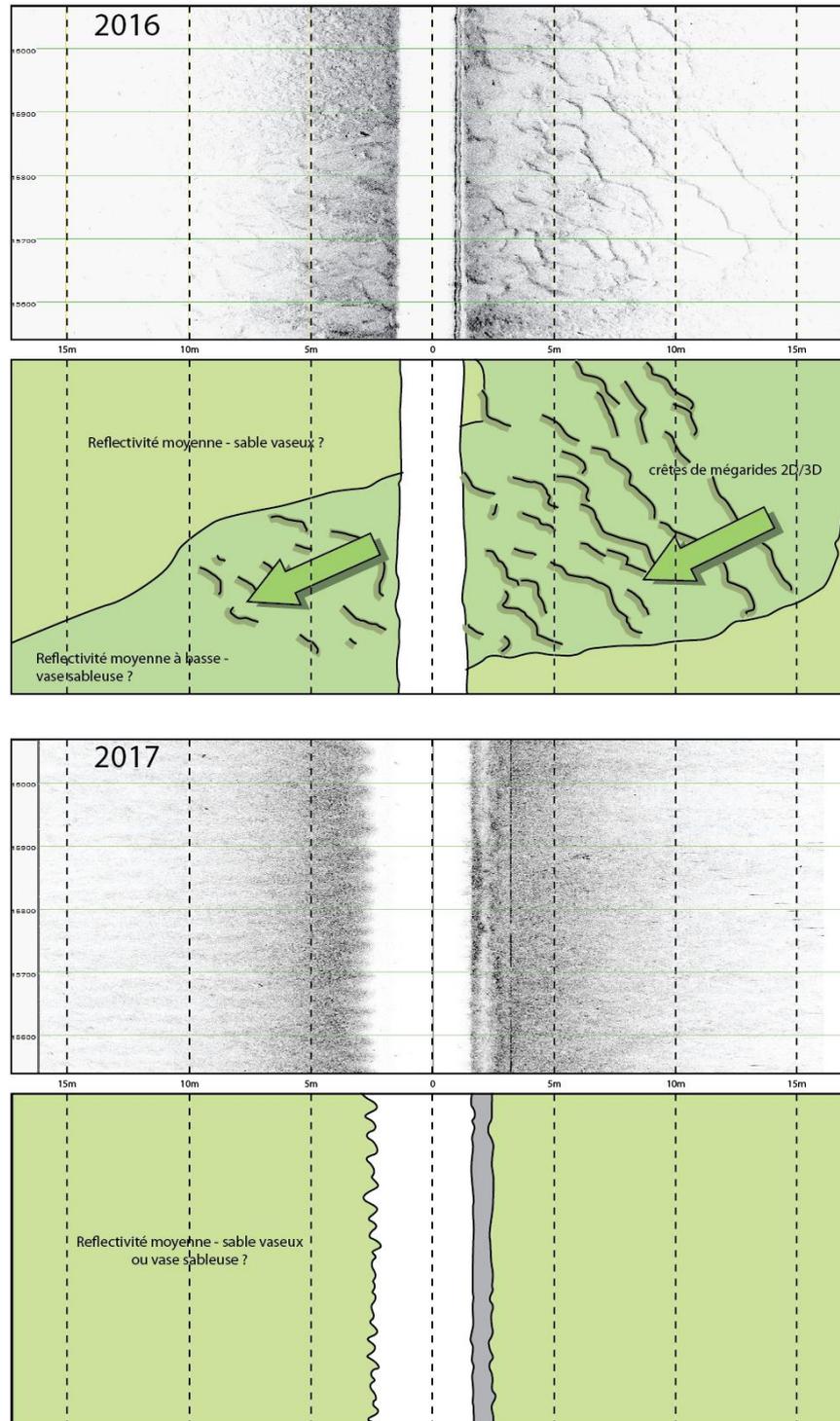


Illustration 39 : comparaison des extraits d'imagerie acoustique du profil C3 en 2016 (haut – Longueville et al. 2016) et 2017 (bas) et leurs interprétations respectives, montrant la disparition des figures sédimentaires (mégarides 2D/3D).

Les premiers résultats de 2017 corroborent ceux de 2016, en mettant en avant l'homogénéité des fonds dus à la présence du banc de vase sur l'ensemble du secteur. De plus, aucune évolution majeure (comblement par de la vase, érosion locale ou autres) n'est observée sur les fonds rocheux. Toutefois, il est à noter des différences locales comme la disparition de figure

géométrique sur des profils dues soit à une variation hydrodynamique entraînant une atténuation des rides soit un dépôt de vase supplémentaire sur le stock sableux.

Pour la première fois, les sonogrammes ont pu être calibrés grâce à des prélèvements des sédiments superficiels à la benne, effectués sur la majorité des profils. Les prélèvements confirment nettement la présence de vase grise argileuse sur l'ensemble du secteur, permettant de corréler les zones de faible réflectivité acoustique avec des sédiments vaseux. Proche de la côte, les prélèvements traduisent la présence de vase plus sableuse permettant de corréler l'augmentation de la réflectivité avec la teneur en sable présent dans la vase et la distinction de figures sédimentaires.

4.2.7. Petites anses de Cayenne

Étant donné les très faibles superficies des petites anses de Cayenne, un suivi par orthophotographie et MNT a été réalisé à partir d'acquisition d'images par drone. La première campagne d'état initial, a eu lieu en septembre 2017.

L'illustration 39 regroupe les orthophotographies et les MNT pour l'anse Nadau et l'anse Hopital (encart 1), l'anse Méré et (encart 2) et l'anse Chaton (encart 3). Les prochains levés de l'ODYCG en 2018, permettront d'observer les évolutions sédimentaires de ces plages. La vase intertidale, visible sur les orthophotographies, se dépose au fond de ces anses.

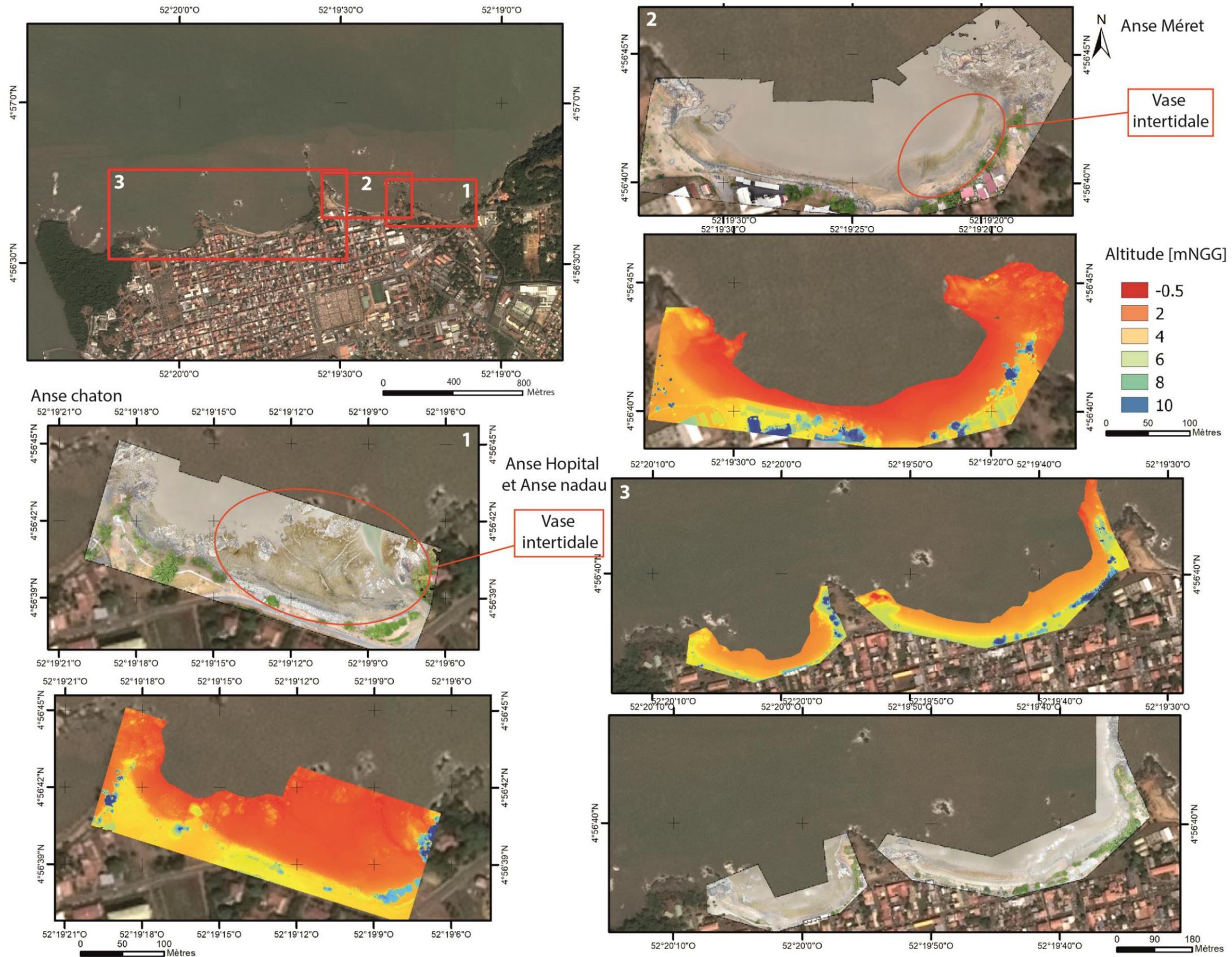


Illustration 40: Orthophotographie et MNT des petites anses de Cayenne, septembre 2017

4.3. KOUROU

4.3.1. Présentation du site

Le site de Kourou peut être décomposé en trois secteurs (Illustration 41):

- la plage de l'hôtel des roches ;
- la plage de la Cocoteraie ;
- la plage du « CSG ».

La plage de l'hôtel des roches est une plage de poche délimitée par deux promontoires rocheux. Longue de 350 m, elle est située à proximité de l'embouchure du fleuve le Kourou. Son arrière-plage est fortement urbanisée avec la présence d'un hôtel sur sa partie est et d'un bar sur sa partie ouest (Illustration 41).

Suite à une érosion accrue face à l'hôtel, des enrochements ont été positionnés dans les années 2010, accompagnés de boudins Stabiplates® perpendiculaires et parallèles au trait de côte. Les boudins Stabiplates® perpendiculaires ont complètement disparu au cours de l'année 2016.

La plage de la Cocoteraie s'étend de la pointe Pollux à l'est jusqu'à la fin de l'avenue de l'anse à l'ouest. L'arrière-plage est très urbanisée avec la concentration des enjeux majoritairement au niveau de la cité des 205 et de l'avenue de l'anse (Illustration 41).

Le secteur est sujet aux phénomènes d'érosion. Les derniers en date remontent à début et fin d'année 2016 (Longueville, 2016, 2017). En février 2016, ces épisodes d'érosion ont engendré des épisodes de submersion. Pour se protéger, deux ouvrages de défense ont été installés :

- le premier, qui n'a pas vocation à être pérenne, est un cordon sableux artificiel stabilisé par des bigs-bags remplis de sable installés par la mairie de Kourou. L'édification de ce sable s'est étalée dans le temps avec un premier levé de sable en mars 2016, suivi d'un renforcement avec des bigs-bags en novembre 2016 et enfin une dernière restauration en octobre 2017 ;
- le second est un système de palplanches appelées « berlinoises » qui ont été installées par la Simko¹³ face à la Cité des 205 en mars 2017, à la suite des phénomènes d'érosion de fin d'année 2016.

Enfin, le dernier secteur, situé entre la fin de l'avenue de l'anse et la pointe Charlotte est appelé la plage du « CSG », et est maintenu à l'état naturel.

Dans le cadre de l'Observatoire, le périmètre suivi englobe la totalité de la plage de l'hôtel des roches et de la Cocoteraie et s'étend sur le premier kilomètre sud-est de la plage du CSG.

¹³ Simko : Société immobilière de Kourou,

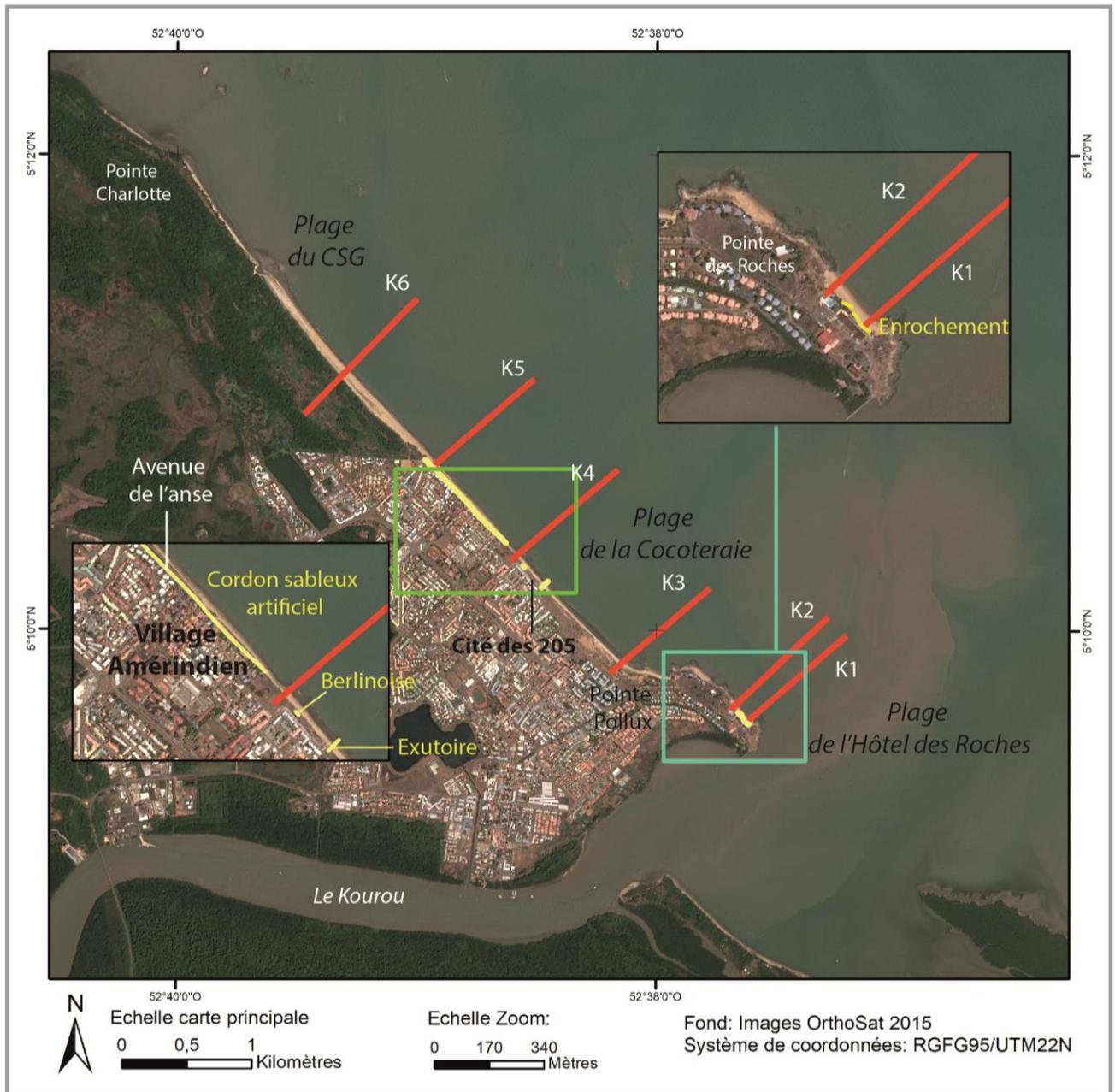


Illustration 41: Positionnement des différents profils suivis dans le cadre de l'Observatoire de la dynamique côtière ainsi que les ouvrages de défense existants sur le secteur de Kourou

4.3.2. Nature des fonds

Dix prélèvements sédimentaires sur l'ensemble du littoral de Kourou ont été effectués en novembre 2017. Sur l'ensemble des bennes récupérées, la majorité correspondait à de la vase. Seul l'échantillon « ODYC040 » comporte une fraction sableuse avec présence de fragments de coquilles dans une matrice argileuse (Annexe 1). Cet échantillon est situé sur le profil K1 au niveau du chenal (Illustration 42).

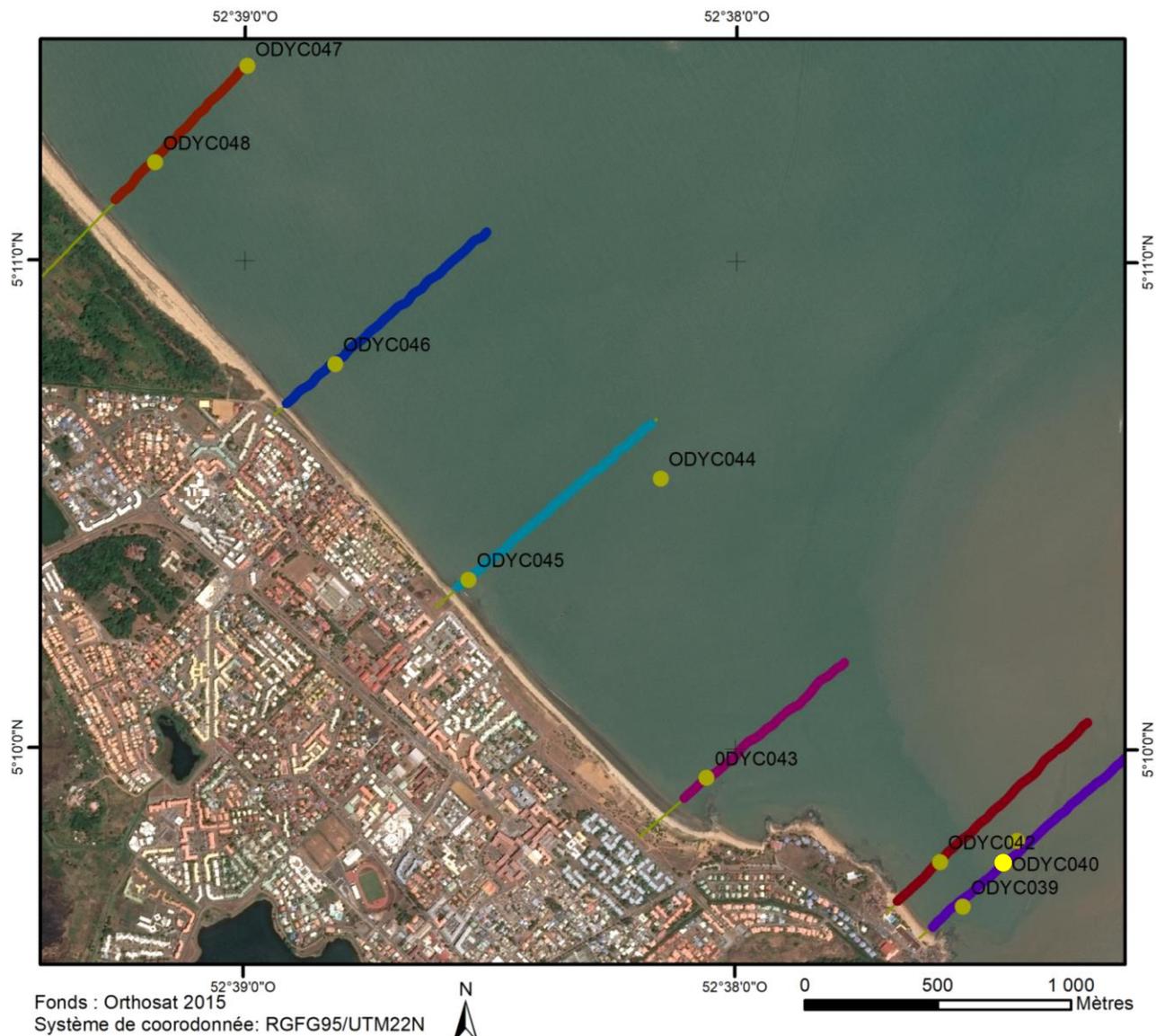


Illustration 42: Traces des profils bathymétriques de novembre 2017 et des prélèvements à la benne Vann Veen associés (les points verts correspondent à la vase, points jaunes au sable).

4.3.3. Plage de l'hôtel des roches

a) Évolution annuelle du trait de côte

Deux levés de la position du trait de côte ont eu lieu sur l'année 2017 : un en février dans le cadre d'une expertise à la suite des phénomènes d'érosion (Longueville, 2017) au niveau de la cité des 205 et un en novembre 2017 dans le cadre de l'ODYCG). On remarque une saisonnalité de l'évolution de la position du trait de côte : il a continué d'avancer sur la mer au niveau du côté est de la plage entre octobre 2016 et février 2017 (+8 m), alors qu'il a reculé sur l'ensemble du secteur entre février 2017 et novembre 2017 (-5 m). Le trait de côte a donc avancé entre octobre 2016 et novembre 2017 de +3 m (Illustration 43). Cette fluctuation spatiale rapide dans le temps traduit probablement l'impact des coups de mer d'avril 2016 qui a conditionné le recul localisé.

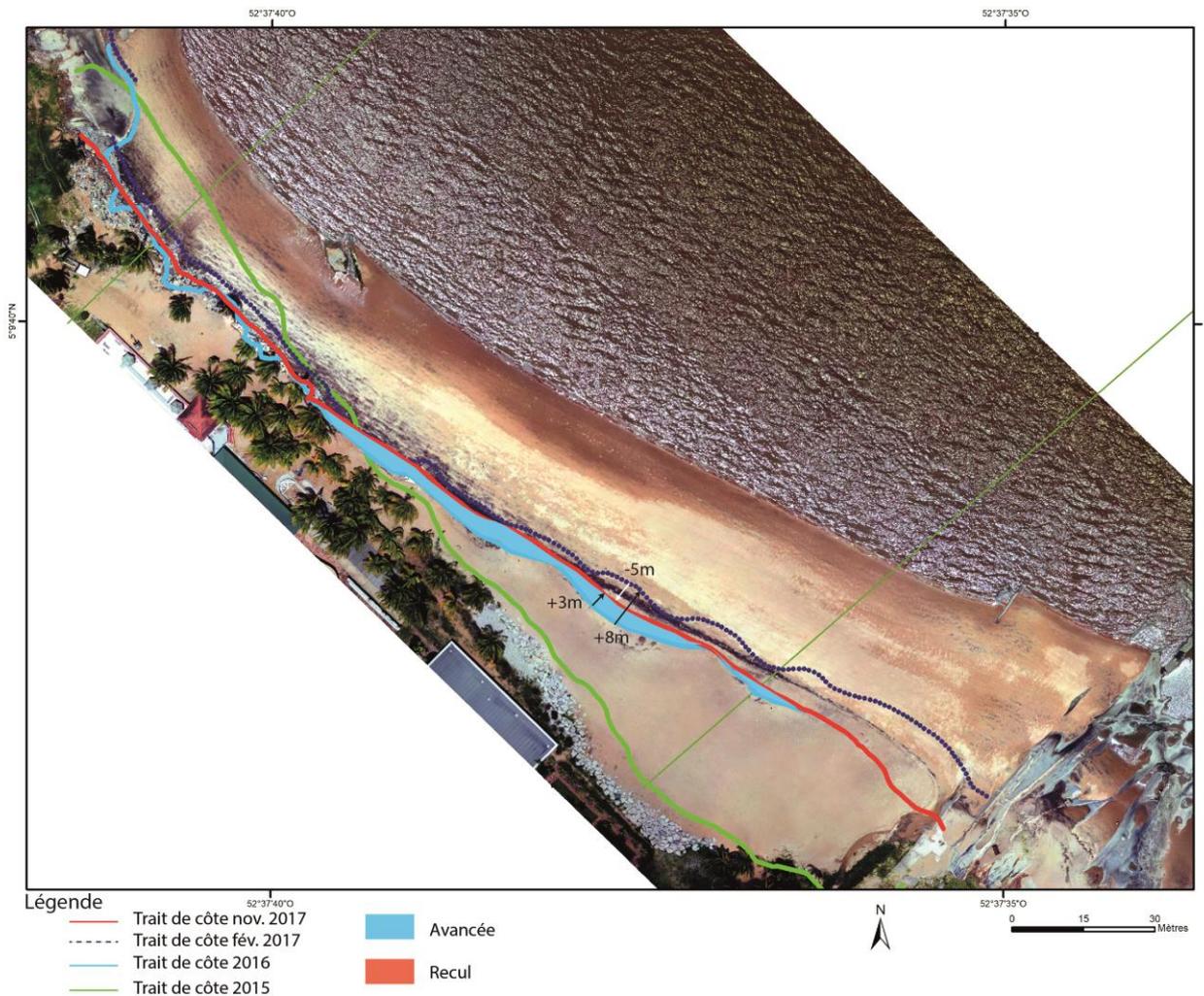


Illustration 43: évolution de la position du trait de côte au niveau de la plage de l'hôtel des roches entre novembre 2015 et novembre 2017 (orthophotographie de mars 2017).

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

Cette plage de poche, de par sa petite taille et de sa position sur la rive ouest de l'estuaire du fleuve Kourou, est très sensible au changement des conditions hydrodynamiques.

Entre février 2017 et avril 2017, il y a eu un départ massif de sable au niveau du profil K1 (abaissement d'environ 60 cm du profil au niveau de l'estran), avec la mise en place d'un talus d'érosion. Ensuite, entre avril 2017 et novembre 2017, ce talus d'érosion s'est lissé engendrant une légère accréation du profil de plage (d'environ 30 cm). Compte tenu de la proximité du fleuve et du sens de la dérive littorale est/ouest, les forts débits de la saison des pluies peuvent favoriser le déplacement du stock sableux d'est en ouest, traduisant un impact saisonnier observable sur le profil.

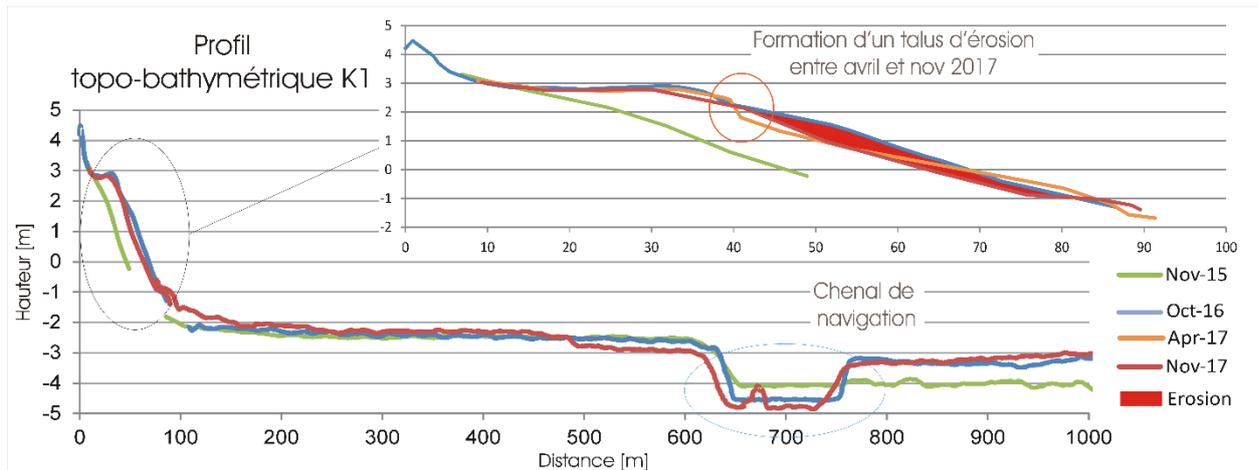


Illustration 44: Évolution du profil K1 face à l'hôtel des roches entre novembre 2015 et novembre 2017

La partie ouest de la plage de l'hôtel des roches a également connu une modification de son haut de plage. Étant donné que cette zone a été fortement impactée par les phénomènes d'érosion en fin d'année 2016, plusieurs travaux de réaménagement et de nettoyage ont été menés sur ce secteur. Il est donc difficile de distinguer la part anthropique de la part naturelle sur l'accumulation observée sur le profil K2. On remarque néanmoins l'accrétion du profil bathymétrique de plus de 60 cm. Il est fort probable qu'elle s'explique par l'arrivée massive de vases, attestée par les prélèvements réalisés (Annexe 1).

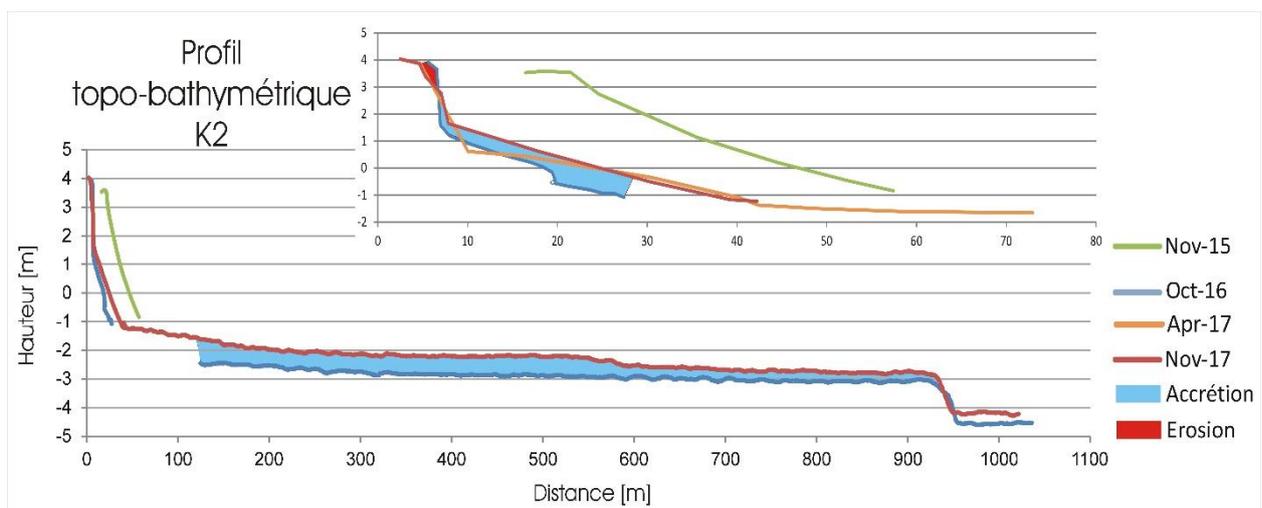


Illustration 45: Évolution du profil K2 à l'ouest de la plage de l'hôtel des roches entre novembre 2015 et novembre 2017.

Les Stabiplates© positionnés horizontalement ont continué également à se détériorer courant l'année 2017.

c) Analyse des données « haute résolution »

L'illustration 46 représente le différentiel entre le MNT de mars 2017 et le MNT de juin 2016. L'érosion globale se caractérise bien à l'échelle de la plage (zone rouge sur l'illustration 46)). Rapporté à l'incertitude de la mesure, le haut de plage et la zone intertidale sont restés stables (zone transparente sur l'illustration 46).

L'accrétion, représentée en bleu, est un artefact de la mesure causé par l'eau et ne rentre pas dans le calcul du volume.

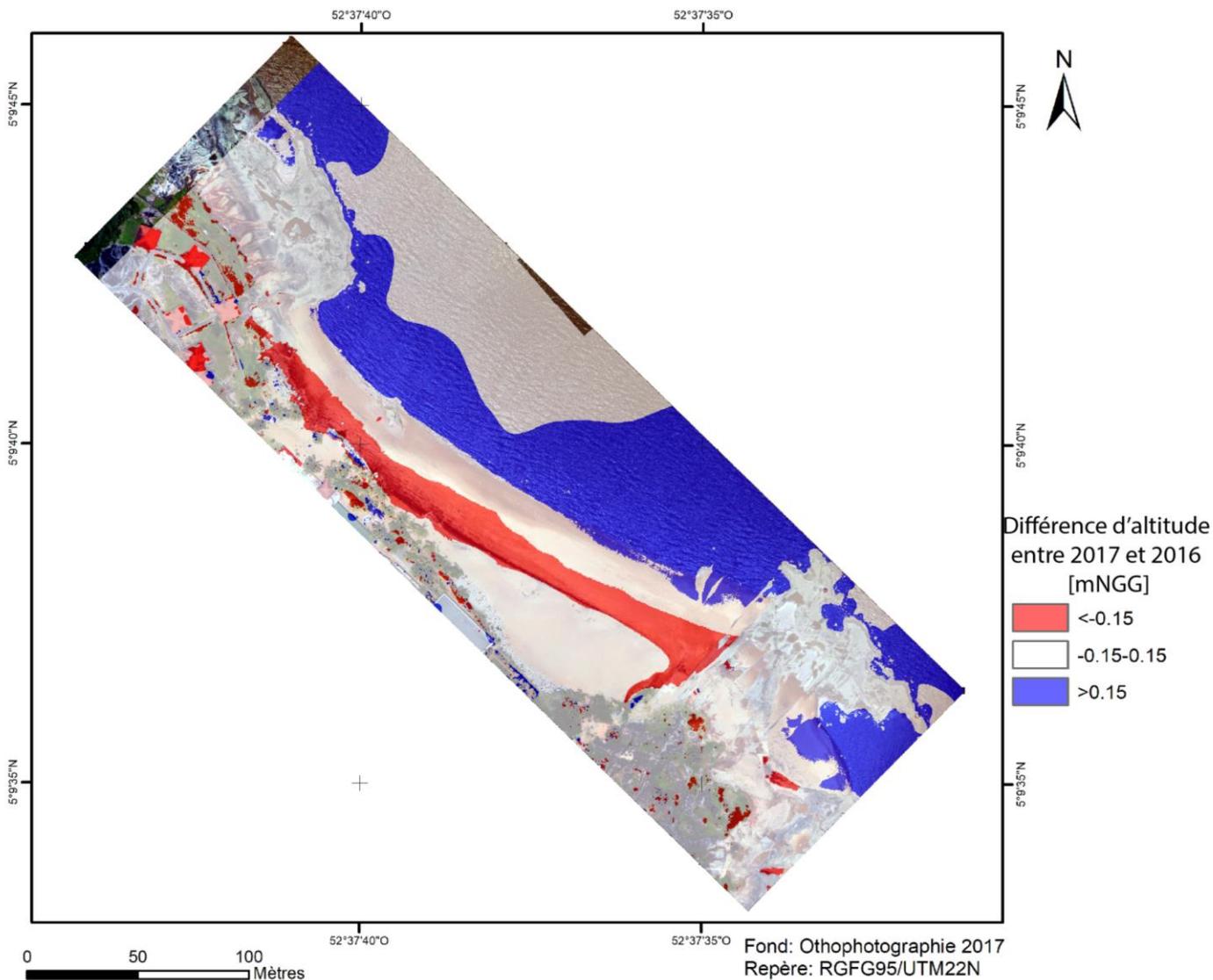


Illustration 46 : MNT différentiel entre mars 2017 et juin 2016, l'ensemble de l'accrétion en bleu est un artefact du à la présence de l'eau et ne rentre pas en compte dans le calcul du volume.

L'acquisition de MNT effectué par drone sur ce secteur permet de quantifier le départ généralisé du secteur entre 2016 et 2017 d'environ 9 450 m³. La marge d'erreur, calculée à partir du total résiduel, est d'environ 1 450 m³ (Tableau 1).

Zone	Volume accrétion [m ³]	Volume érosion [m ³]	Volume total [m ³]	Marge d'erreur [m ³]
Z1	0	- 9 457	- 9 457	1 446

Tableau 1: Tableau de synthèses des volumes de sédiments déplacés au niveau de l'hôtel des roches entre juin 2016 et mars 2017.

4.3.4. Plage de la Cocoteraie

a) *Évolution annuelle du trait de côte*

Entre octobre 2016 et novembre 2017, aux deux extrémités du secteur face à la pointe Pollux et au niveau de la plage du CSG, le trait de côte avance sur la mer avec des valeurs maximales de + 25 m pour la plage du CSG. Si la position du trait de côte, côté CSG est en avancée constante au cours de l'année 2017, il n'en est pas de même au niveau de la plage Pollux. En effet, une importante avancée est observée entre octobre 2016 et février 2017 (+13 m) puis une phase de recul entre février 2017 et novembre 2017 (-3 m) (Illustration 47).

Au centre, entre le centre hippique et le village amérindien, le trait de côte est fixé par la présence du cordon sableux artificiel stabilisé. Il est donc resté stable sur l'année 2017.

Enfin, le secteur face à la cité des 205 a connu un recul constant entre octobre 2016 et novembre 2017 (-9 m). Le plus fort recul est enregistré entre octobre 2016 et février 2017 (-7/8 m), probablement suite aux trains de houles énergétiques de la saison des pluies

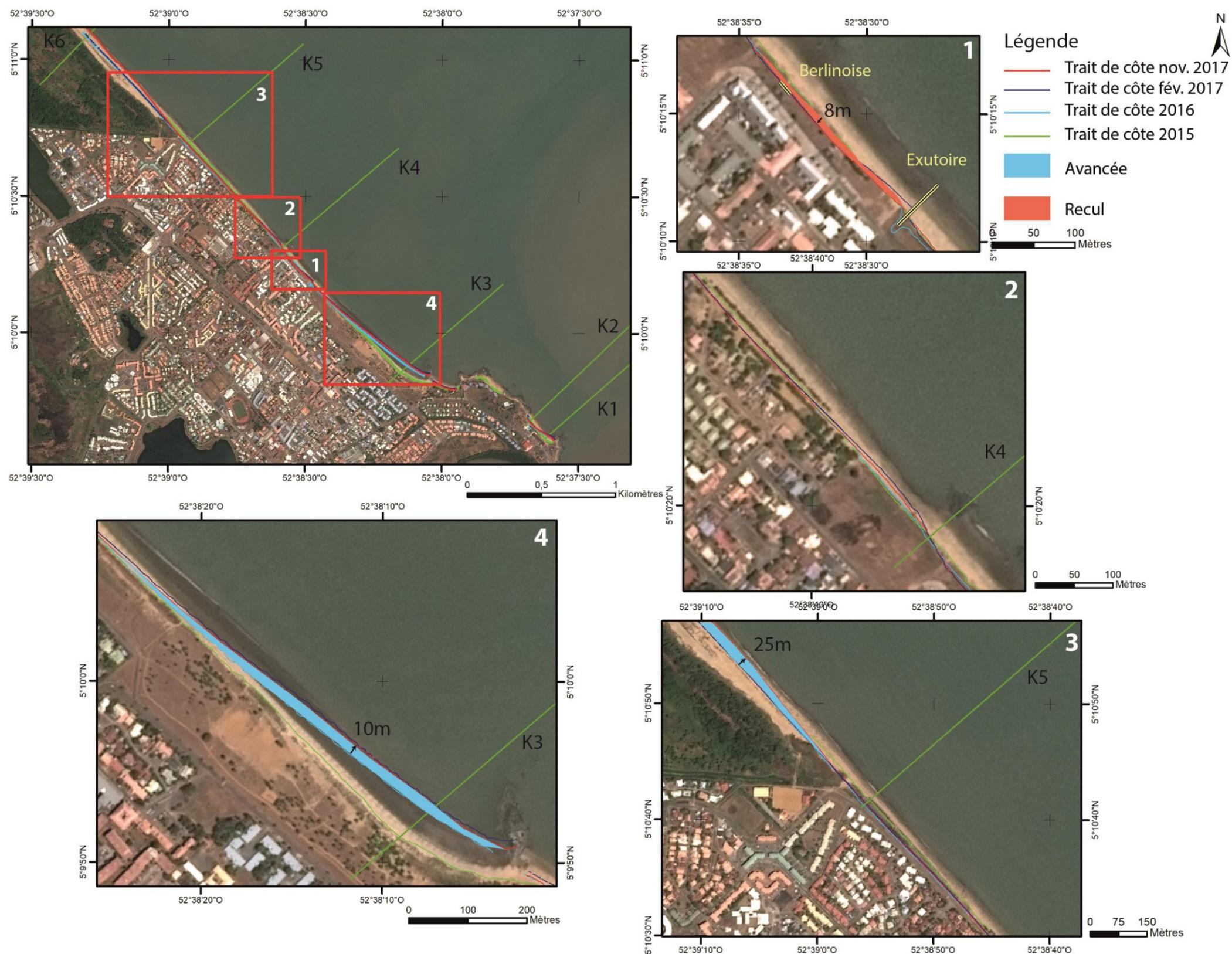


Illustration 47: Evolution de la position du trait de côte sur la commune de Kourou entre novembre 2015 et novembre 2017.

Les berlinoises installées face au carbet de la cité des 205 ont fixé également le trait de côte face à l'ouvrage, mais ont favorisé le départ de sable à ces extrémités directes. En effet, c'est une zone privilégiée de passage pour accéder à la plage et également une zone de faiblesse, car lors des fortes marées et fortes houles les infiltrations d'eau lors de la pleine mer favorisent la remobilisation du sable et sa perte.

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

En 2016, la partie nord-ouest du périmètre suivi était marquée par une forte érosion, alors qu'une forte accrétion fut observée sur la partie sud-est proche de la pointe Pollux.

À travers les observations terrains et les suivis des profils, le secteur autour de la pointe Pollux est resté stable entre octobre 2016 et novembre 2017 avec néanmoins l'apparition d'un talus d'érosion, en avril 2017 le long du profil K3 (Illustration 48).

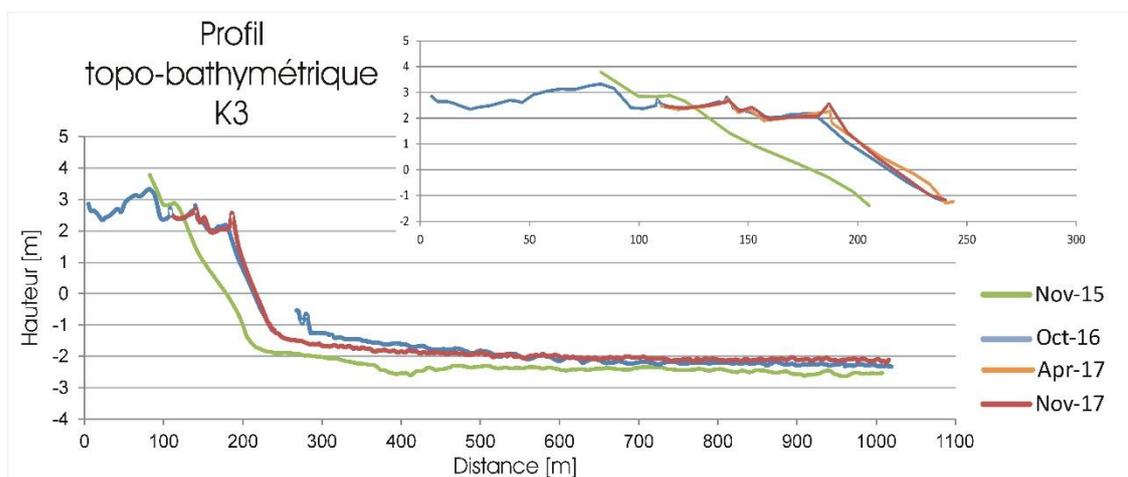


Illustration 48: Évolution topo-bathymétrique du profil K3 entre novembre 2015 et novembre 2017.

Le secteur proche de la cité des 205 a connu une forte érosion de son haut de plage et de son estran comme en témoigne le profil de référence K4 (abaissement de 60 cm) (Illustration 49).

Le dépôt massif de vase entraîne un exhaussement des fonds (+ 0,60 m au maximum) sur le domaine subtidal proche.

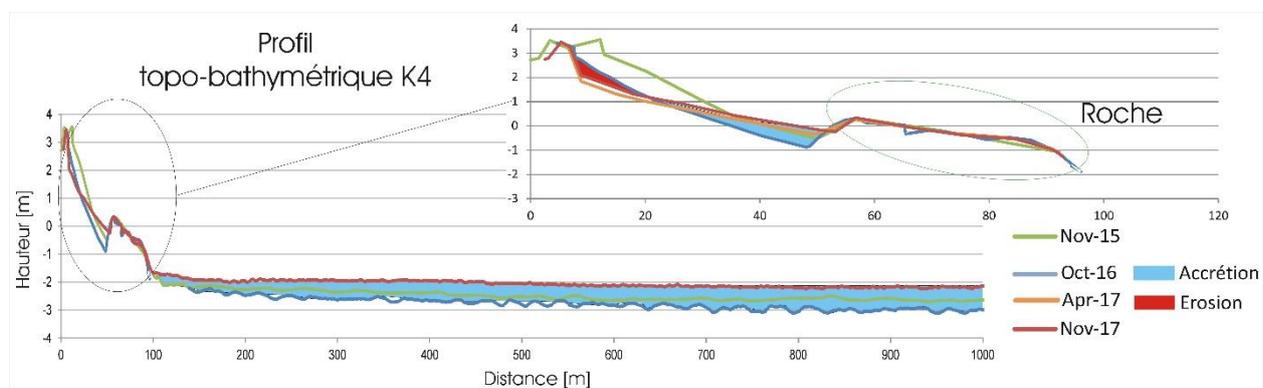


Illustration 49: Évolution topo-bathymétrique du profil K4 entre novembre 2015 et novembre 2017.

De plus, un talus de plus de 2,50 m s'est formé 10 m à l'ouest de l'exutoire (Longueville,2017) entre octobre et février 2017. Ce talus a reculé de l'ordre de 4 à 5 m entre février et octobre 2017, emportant avec lui une rangée de cocotiers et mettant à nu des anciennes fondations (Illustration 50).



Illustration 50: Talus d'érosion d'une hauteur de 2,50 m situés à 10 m à l'est des Carbets Communaux, février 2017 (gauche) et octobre 2017 (droite).

L'évolution de ce secteur a connu une érosion de l'estran d'environ -60 cm entre octobre 2016 et avril 2017, puis s'est stabilisé dans une morphologie avec un replat et un petit talus d'érosion (~30 cm) en face de l'ouvrage. De plus, la bathymétrie diminue avec l'arrivée d'un fond vaseux (Illustration 51).

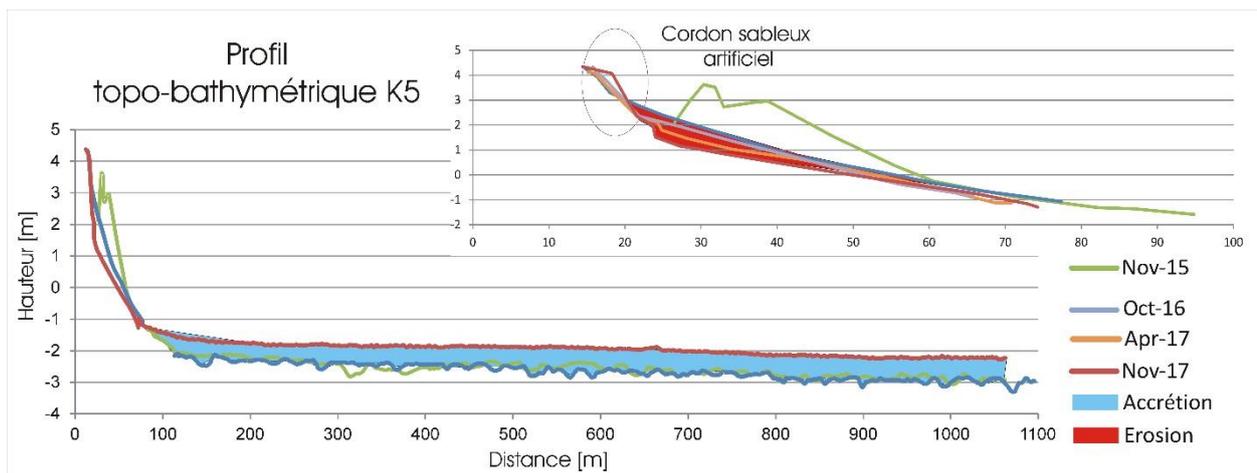


Illustration 51: Évolution topo-bathymétrique du profil K5 entre novembre 2015 et novembre 2017.

À partir de la plage du CSG, la morphologie de la plage évolue de manière significative avec un important apport en sédiment sur le bas de plage. Sur le profil K6, référent de cette zone, l'accrétion atteint environ +1,50 m.

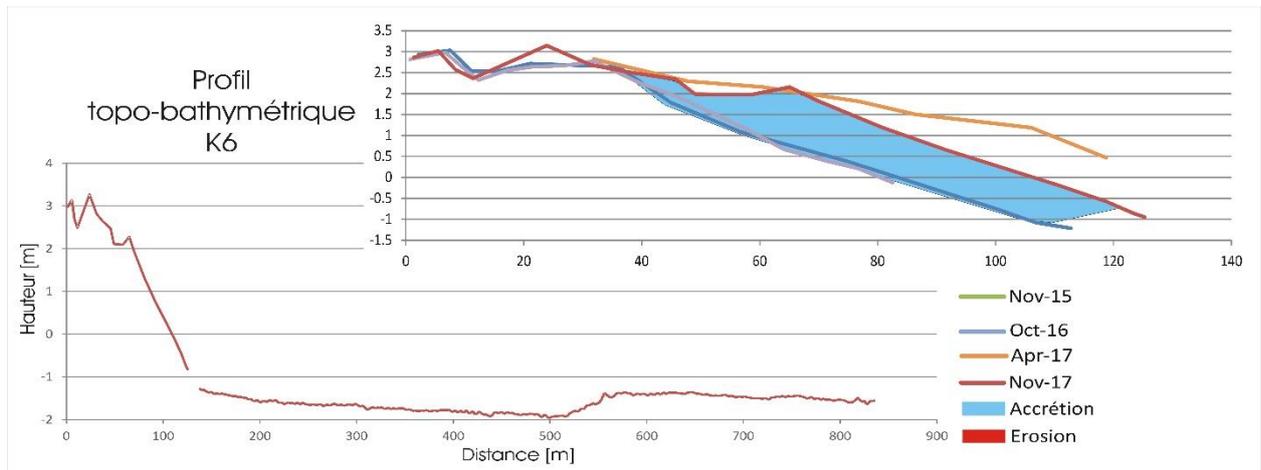


Illustration 52: Évolution topo-bathymétrique du profil K6 entre novembre 2016 et novembre 2017.

En conclusion, un gradient d'intensité d'érosion est présent le long de la plage de Kourou avec un maximum d'érosion au centre au niveau du village amérindien et du début de l'avenue de l'anse.

c) Analyse des données « haute résolution »

Les levés de suivi par drone ont permis d'obtenir le MNT suivant (Illustration 53).



Illustration 53 : MNT de la plage de la Cocoteraie de mars 2017.

La comparaison des MNT et des orthophotographies ont mis en évidence :

- la colonisation de la végétation entre juin 2016 et avril 2017, au niveau de la pointe Pollux qui était en accréation. L'impact des exutoires est montré par la formation de prisme d'accréation traduisant l'apport très localisé de sables, drainées par les pluies sur les secteurs en amont (Illustration 54).

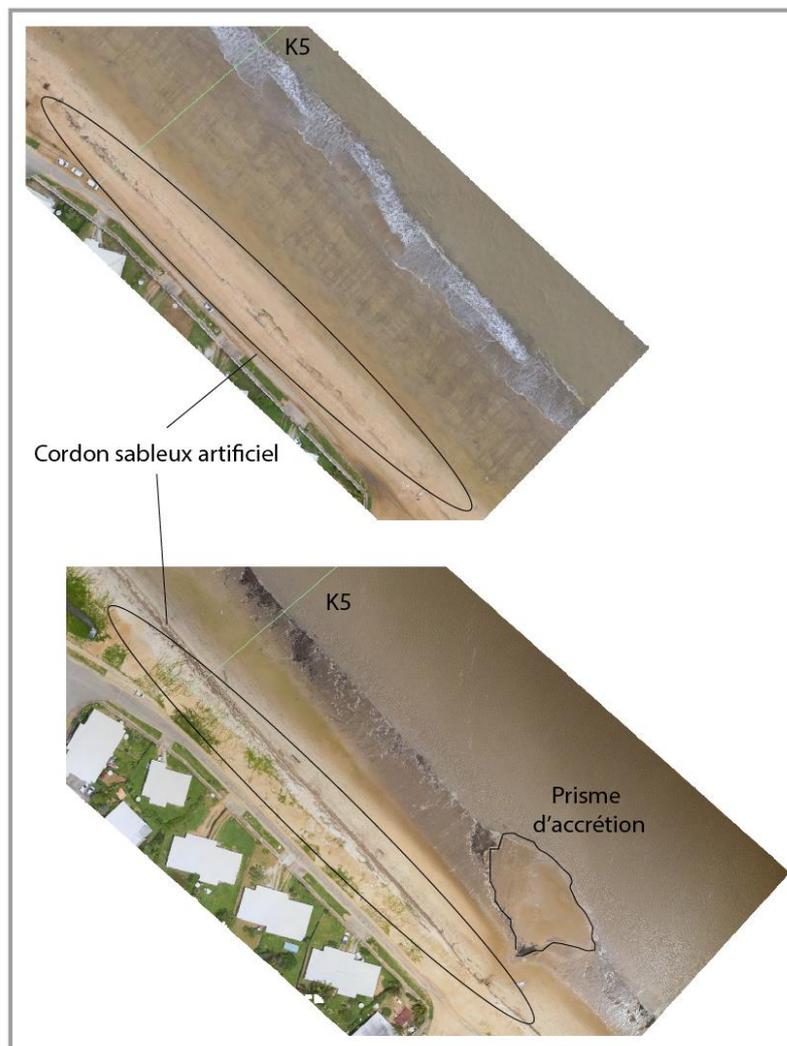


Illustration 54 : Comparaison des orthophotographies entre 2016(en haut) et 2017 (en bas) avec le développement de la végétation.

Les différences volumiques ont été calculées sur les différentes zones de la plage. Pour rappel, la plage a été séparée en 10 zones (rappel : Illustration 12)



Illustration 12: Plan de vol des drones de mars 2017.

L'étude volumique quantifie les successions d'érosion et d'accrétion mesurées sur les différents secteurs. Avec un départ massif sur les secteurs face à la cité des 205 (Z5 : -13 413 m³) et face à l'avenue de l'Anse (Z7 : -1 615 m³) (Tableau 2). Pour rappel, la marge d'erreur est calculée par rapport aux 15 cm d'incertitudes sur la valeur en z (cf partie 3.2.3) ramenés à la différence globale.

Zone	Volume accrétion [m ³]	Volume érosion [m ³]	Volume total [m ³]	Marge d'erreur [m ³]
Z2	9 070	0	9 070	6 204
Z3	24 816	0	24 816	11 202
Z4	459	0	459	6 259
Z5	--	-13 413	-13 413	6 548
Z6	1 356	0	1 356	5 343
Z7	0	-1 615	-1 615	5 901
Z8	504	0	504	7 855
Z9	--	0	13 504	11 693
Z10	40 844	0	40 844	15 607

Tableau 2: Tableau ds synthèses des volumes de sédiments déplacés entre juin 2016 et mars 2017.

Le bilan sédimentaire du secteur est plutôt dans une tendance globale à une accrétion. Deux facteurs peuvent expliquer ce constat :

- 1) la mise en place du cordon sableux artificiel qui a apporté du sable dans le système littoral ;

- 2) plusieurs exutoires des eaux pluviales qui ont concentré le sable sur le bas de plage de manière très localisée (Illustration 55).



Illustration 55 : Prisme d'accrétion au niveau des exutoires face à l'avenue de l'Anse, mars 2017.

4.4. AWALA-YALIMAPO : PLAGES DES HATTES

4.4.1. Présentation du site

La commune d'Awala-Yalimapo est la commune située la plus à l'ouest du littoral guyanais, à l'embouchure du Maroni, frontière naturelle avec le Suriname. La plage appelée, plage des Hattes, s'étend de la Pointe Vigie jusqu'à l'auberge de jeunesse « Village de Simili », sur une longueur d'environ 2 km et elle est orientée est-ouest (Illustration 56).

Cette plage est une des rares plages estuariennes de Guyane, qui est un haut site de pontes pour les tortues marines. Elle présente donc un intérêt écologique majeur, mais également socio-économique et patrimonial en raison de la présence du village amérindien en arrière plage.

D'un point de vue géomorphologique, la dynamique sédimentaire littorale y est très intense, comme en témoigne la fermeture de l'estuaire de la Mana entre 2007 et 2010, qui se jetait dans le passé en face du village de Yalimapo et qui a actuellement son embouchure plus à l'est. Aujourd'hui, un banc sableux intertidal proche de la pointe Vigie continue de se déplacer vers l'est.

Ce littoral suscite d'importantes interrogations de la communauté scientifique, notamment en terme d'interactions entre la plage estuarienne et le banc de vase actuellement installé sur le côté

est de la plage. Cette plage est donc le lieu d'importants travaux et projet de recherche (Péron, 2013 ; thèse de M. Jolivet en cours ; programmes Morphomar¹⁴, Oyamar¹⁵...).

Le projet Morphomar17, regroupe chercheurs et ingénieurs de 5 groupes de recherches différents (BRGM, CNRS et les universités de Compiègne, Guyane et Nantes). Il a pour objectif d'améliorer les connaissances sur les interactions plage de sable/banc de vase au regard du comportement des tortues marines.

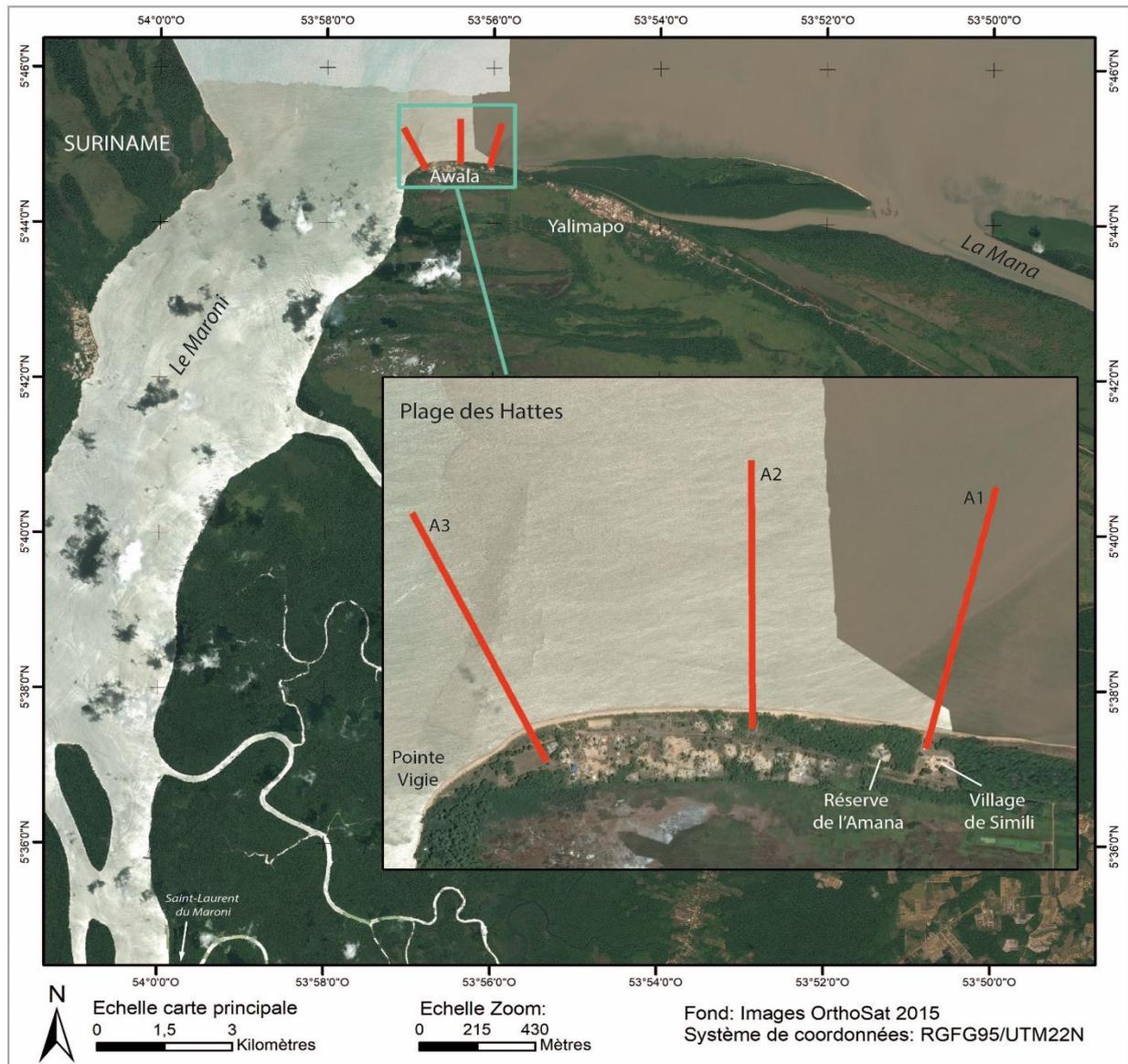


Illustration 56: Positionnement des différents profils uivis dans le cadre de l'ODYC.

¹⁴ http://www.guyane.cnrs.fr/IMG/pdf/Projets_PIG_2017.pdf

¹⁵ <http://www.guyane.cnrs.fr/spip.php?breve160>

4.4.2. Nature des fonds

En octobre 2017, un mois avant la campagne d'acquisition de l'observatoire, dans le cadre du projet de recherche Morphomar17, une cartographie des fonds marins par sonar à balayage latéral a été réalisée en face de la plage des Hattes. A ce jour, les données sont encore en cours de traitement, mais plusieurs bennes à sédiment réalisées permettent de mettre au jour différent type de faciès (annexe 2) :

- des sables fins avec la présence de fragments de coquilles, prélevés au large de la zone d'étude (ex : MM17B036, annexe 2) ;
- des sables grossiers quartzeux, prélevés dans la partie plus à l'ouest de la plage (le long du profil A3), qui proviennent probablement du fleuve Maroni (ex : MM17B037, annexe 2) ;
- de la vase grise présente sur la moitié du secteur notamment le long du profil A1 et A2 (ex : MM17B017, annexe 2).

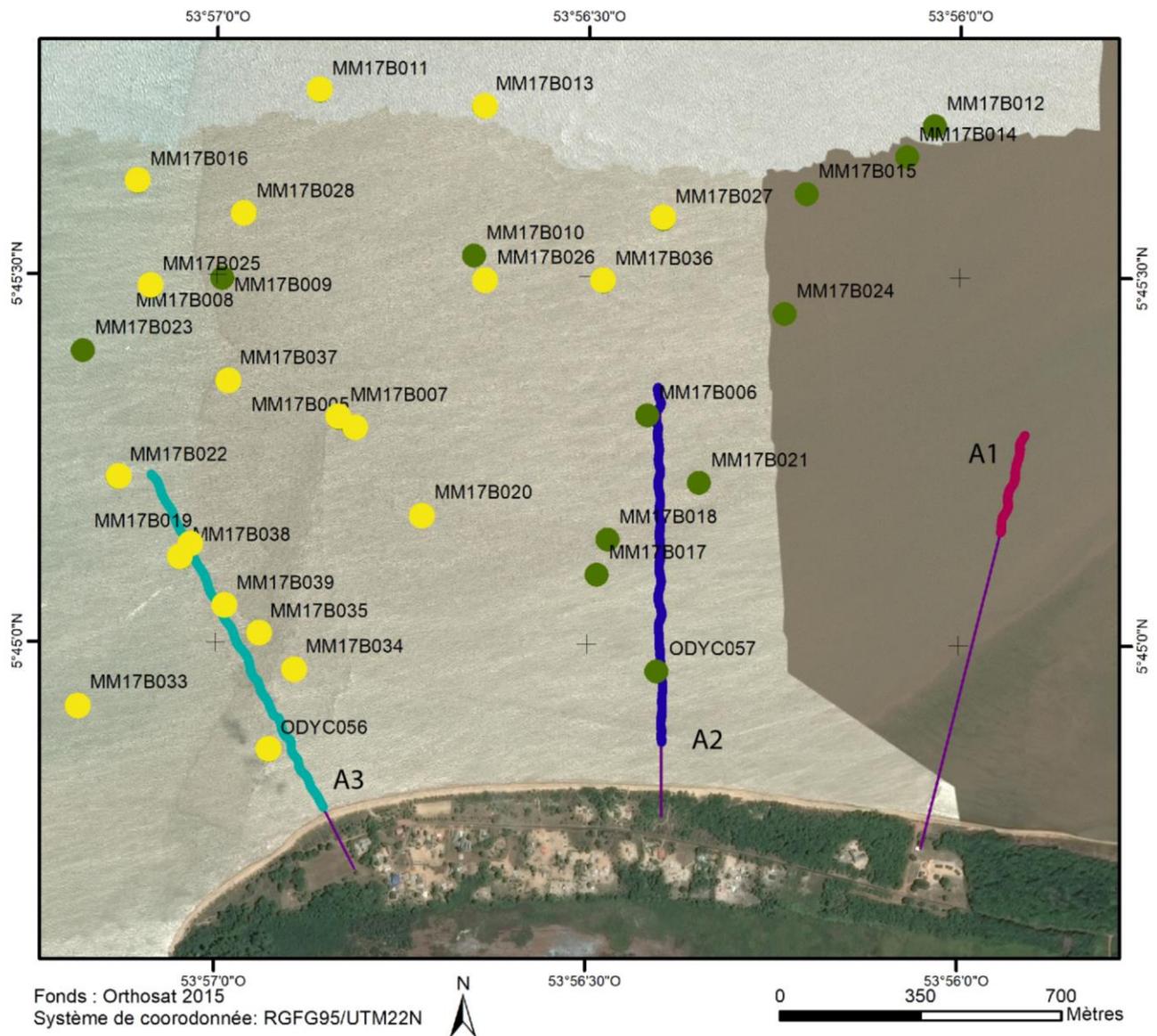


Illustration 57: Trace des levés bathymétriques effectués en novembre 2017, avec les prélèvements de la campagne de Morphomar17 (MM17BXXX) et ceux de la campagne de l'observatoire (ODYC0XX) (les points verts : vase, les points jaunes : sable).

4.4.3. Évolution sédimentaire de la plage des Hattes

a) Évolution annuelle du trait de côte

Le secteur d'Awala peut être séparé en deux zones :

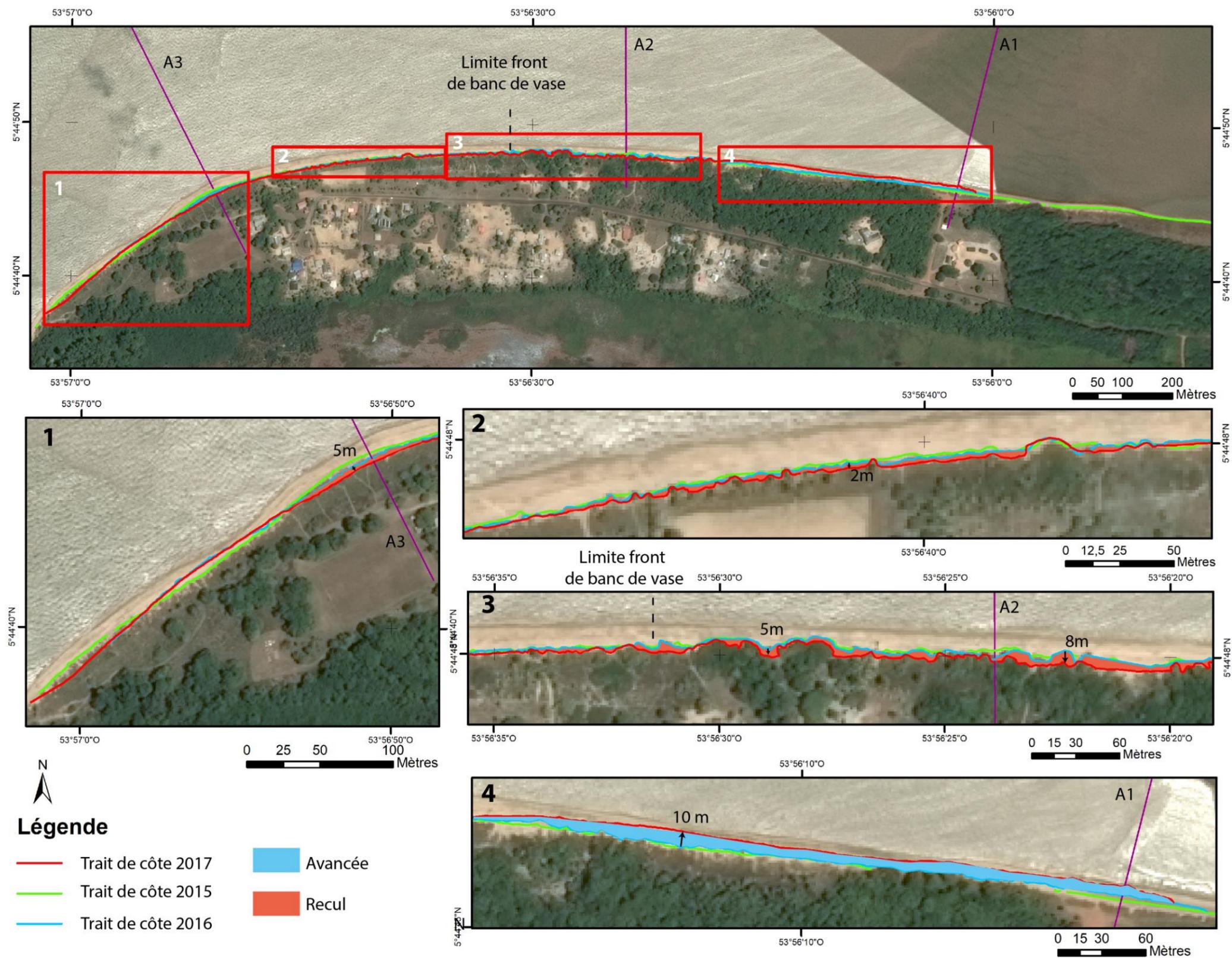
- une partie envasée qui s'étend de l'extrémité la plus à l'est à la limite banc de vase/sable situé environ à 700 m vers l'ouest après la réserve de l'Amana ;
- une partie non envasée qui s'étend de la limite banc de vase/sable jusqu'à la pointe Vigie.

Pour le premier secteur, l'évolution de la limite de végétation montre une avancée de la position du trait de côte (+10 m) entre octobre 2016 et novembre 2017 (encart 4 de l'illustration 59). En effet, la présence du banc de vase dissipe les houles incidentes, protège la plage et le haut de plage de l'attaque des vagues et permet à la végétation de se développer. Ceci facilite alors la progradation du trait de côte (Illustration 58).



Illustration 58: Evolution de la mangrove face au village de Simili entre novembre 2017 (gauche) et octobre 2016 (droite)

Le second secteur, côté pointe Vigie, a connu une fluctuation de son trait de côte entre novembre 2015 et novembre 2017 (encart 1 de l'illustration 59). Entre octobre 2016 et novembre 2017, le trait de côte a majoritairement reculé sur l'ensemble de ce secteur, avec des valeurs de reculs comprises entre 2 et 5 m au niveau de la limite entre le banc de vase et la plage (encart 2 & 3 de l'illustration 59) et un recul maximal de 5 m au niveau du profil A3, à proximité de la pointe Vigie (encart 1).



b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

Un important départ de sable avec la formation de talus d'érosion est observable sur la zone située face aux carbets communaux (secteur correspondant aux encarts 2 & 3 de l'illustration 59) (Illustration 60).



Illustration 60 : Talus d'érosion face aux carbets communaux, novembre 2017, (coord RGFG95/UTM22N :174042, 636042)

Ce départ est quantifié au niveau du profil A2, car il montre une érosion du haut de plage d'environ un mètre. La zone intertidale bénéficie quant à elle d'une accrétion entre novembre 2015 et novembre 2017 d'environ +0,20 m.

Le banc de vase a continué d'avancer vers la côte ce qui se traduit par une accrétion au niveau des fonds côtiers proches (+0,90 m) (Illustration 61).

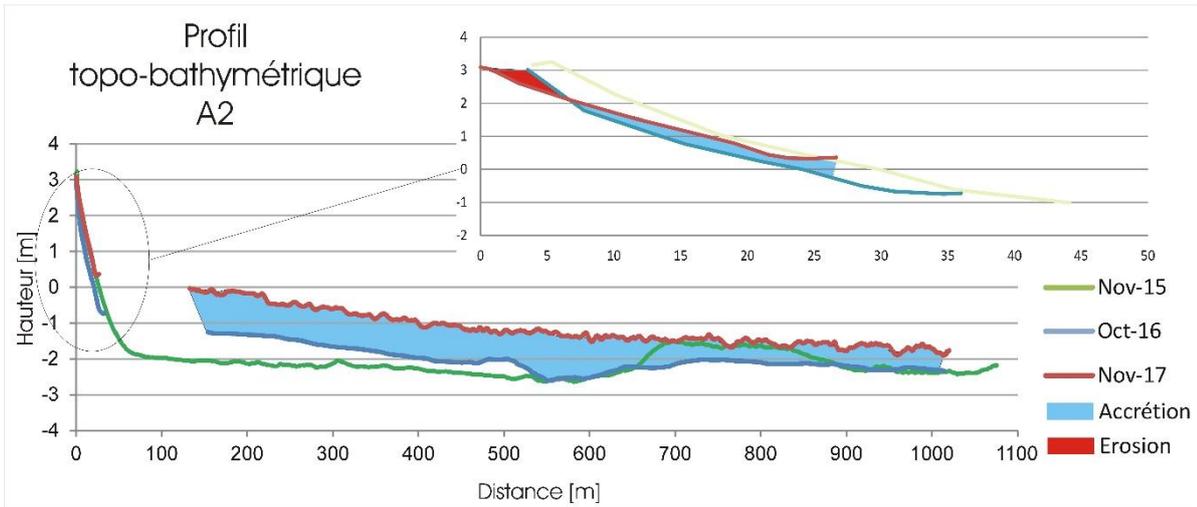


Illustration 61 : Évolution du profil topo-bathymétrique A2, entre novembre 2015 et novembre 2017.

Sur le secteur le plus à l'est, l'estran est en accrétion (+0,30 m), alors que le talus d'érosion visible en octobre 2017 sur le profil A1 est lissé (Illustration 62). De par la présence de la mangrove et de la vase, il n'a pas été possible d'effectuer des relevés continus entre la plage et le domaine subtidal (discontinuité dans les données du profil).

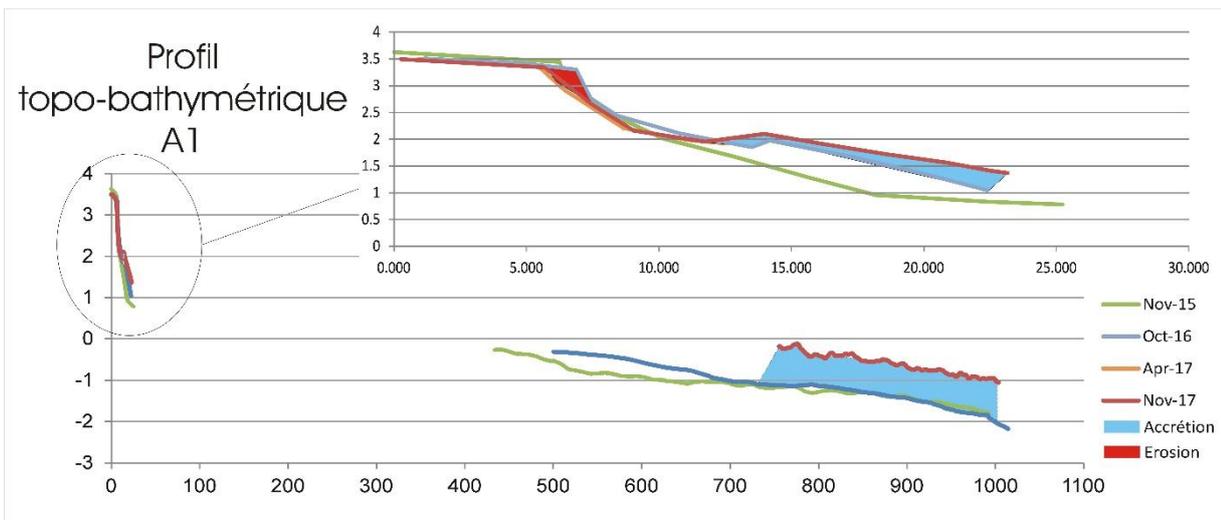


Illustration 62 : Évolution du profil topobathymétrique A1 entre novembre 2015 et novembre 2017.

Le secteur le plus à l'ouest au niveau de la pointe Vigie est en érosion sur le haut de plage avec une érosion de 0,60 m entre octobre 2016 et novembre 2017 (Illustration 63). L'évolution saisonnière de ce secteur est marquée par l'apparition d'un talus d'érosion en avril 2016, qui est lissé en novembre 2017.

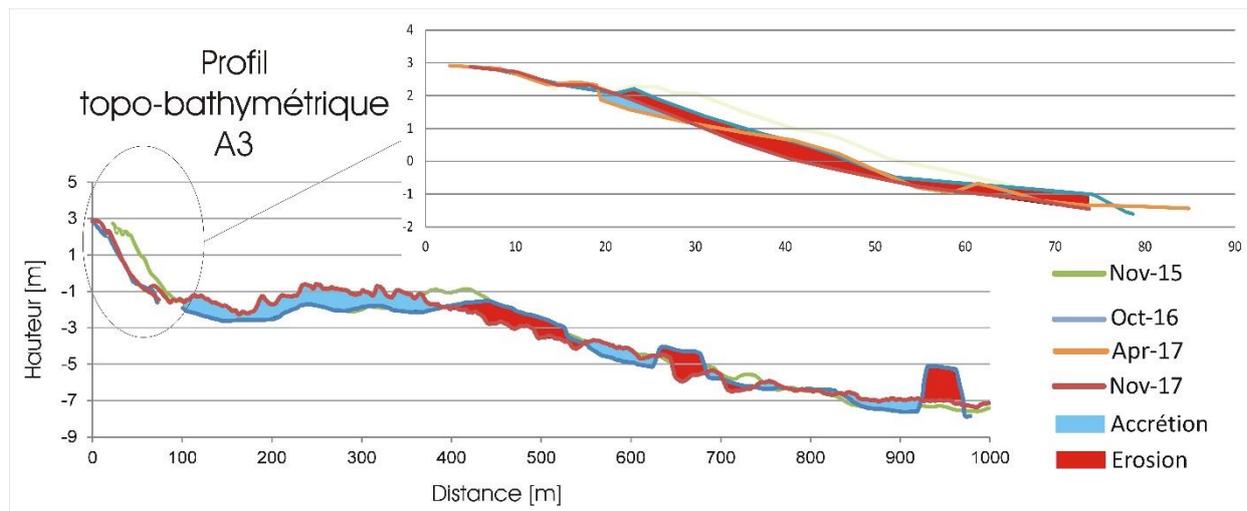


Illustration 63 : Évolution topobathymétrique du profil A3 entre novembre 2015 et novembre 2017.

5. Bilan et synthèse des évolutions

L'année 2017 a été une année pluvieuse, avec des forts débits au niveau des estuaires. Sur l'ensemble des sites de Guyane, les évolutions des plages et du trait de côte montrent une forte variabilité saisonnière. Cette dernière se traduit sur les secteurs proches des exutoires par une érosion forte pendant la saison des pluies, une accrétion et un reprofilage du haut de plage pendant la saison sèche.

Sur les plages de l'île de Cayenne, un banc de vase est présent et les transits sableux ont eu lieu préférentiellement au cours de la saison sèche, principalement sous l'effet de la dérive littorale. Ce schéma de retour à l'équilibre, avec un déplacement de sables d'est en ouest, a déjà été observé et décrit dans les cycles de rotations de plages (Anthony *et al.*, 2010).

La plage de Kourou présente une singularité avec une érosion préférentielle au centre au niveau de l'avenue de l'Anse et de la cité des 205. La plage de Kourou est orientée nord-ouest/sud-est. Les houles incidentes, orientées nord-est, y arrivent frontalement et favorisent donc une perte de sables vers le large. Le fait que l'avenue de l'Anse et la cité des 205 soient les secteurs les plus touchés, peut s'expliquer par l'urbanisation importante de la plage à cet endroit à proximité du rivage. Les profils bathymétriques montrent des fonds relativement plats sur une distance d'un kilomètre. Mais étant donnée la forte variabilité spatiale, il serait intéressant de comparer cette érosion localisée avec des données bathymétriques sur une zone plus étendue avec un maillage plus fin.

Enfin sur la plage des Hattes, le banc de vase intertidal continue de s'installer sur la partie est de la plage, favorisant le développement de la mangrove. La partie ouest connaît une forte variabilité de la position de son trait de côte et de son stock sédimentaire. Cette évolution sédimentaire s'est principalement déroulée au cours de la saison des pluies. Elle peut être en partie expliquée par les forts débits du Maroni lors de cette période.

Le tableau suivant (Tableau 3) synthétise les évolutions mesurées et les observations effectuées sur les trois sites étudiés dans le cadre de l'ODYCG :

Site	Observations	
	Banc de vase	Évolution (érosion/accrétion)
Plage des Hattes (communes d'Awala Yalimapo)	Vasière intertidale située sur la partie ouest de la plage dépassant la réserve de l'Amana.	Accrétion et avancée du trait de côte avec colonisation de la végétation au niveau de la zone envasée. Érosion généralisée sur la partie ouest du secteur sur la zone non envasée.
Plages de Kourou	Présence de vase sur l'ensemble des fonds subtidaux proches de Kourou.	Saisonnalité très marquée, avec rééquilibrage de la position du trait de côte et érosion de la plage des roches à l'est. Accrétion aux deux extrémités de la plage de la Cocoteraie, et érosion généralisée sur le centre de la plage au niveau de la cité des 205 et du quartier de l'anse.
Anses de Montjoly (communes de Rémire)	Banc de vase subtidal installé sur les anses de Rémire, Montjoly et Montabo.	Accrétion au nord-ouest du secteur et érosion au niveau du sud-est. Un des 4 boudins Stabiplate© installés en décembre 2017 s'est percé début février 2018.
Anses de Rémire (commune de Rémire)		L'anse de Rémire connaît des variations dans la position de son trait de côte avec des successions d'avancée et de recul du trait de côte de manière localisée. Le profil situé sur la plage du Gosselin continue d'évoluer avec une érosion du haut de plage en relation avec présence de l'embouchure de la rivière venant du Rorota.
Anse de Montabo (commune de Cayenne)		La plage est restée relativement stable

Tableau 3: Tableau de synthèse des observations sur les plages de l'ODYCG

6. Conclusion

Depuis 2014, un relevé systématique de la topographie et de la bathymétrie des plages et de la position du trait de côte est réalisé par le BRGM, en partenariat avec la DEAL Guyane, sur 3 secteurs dans le cadre de l'Observatoire de la Dynamique Côtière de la Guyane (ODYCG). En 2017, des données d'ortho-photographies et de photogrammétrie par drone, au droit de l'ouvrage StabiPlage© sur la plage de Rémire Montjoly., viennent compléter le dispositif de suivi.

Les mesures réalisées en 2017 sur l'ensemble des secteurs de l'ODYCG et leur comparaison avec les données antérieures montrent que les évolutions morphologiques de chaque secteur sont dépendantes directement de la position des bancs de vase le long du littoral :

- par rapport aux années précédentes, le secteur de Cayenne a enregistré une modification de ses anses avec un déplacement du stock sableux d'est vers l'ouest ;
- Kourou connaît de nouveau des phénomènes d'érosion principalement localisés face à la cité des 205 et de l'avenue de l'Anse ;
- la plage des Hattes sur la commune d'Awala connaît une stabilisation de son stock sédimentaire à l'est et une érosion à l'ouest.

Le caractère saisonnier des évolutions morphologiques, entre la saison des pluies et la saison sèche, a été particulièrement marqué sur l'ensemble des secteurs au cours de l'année 2017.

La consolidation des méthodes d'acquisition se poursuit au fur et à mesure des campagnes :

- en 2017, les levés au sonar à balayage latéral ont confirmé les résultats de 2016. Etant donné la présence d'un banc de vase au niveau de l'île de Cayenne, les fonds du proche côtier présentent une importante homogénéité, et il est donc difficile d'y observer une évolution morphologique. Une cartographie des zones frontalières entre le banc de vase et les plages sableuses, notamment au front du banc de vase de Kourou, est à l'étude et permettra de déterminer la nature des fonds à un instant donné ;
- les levés drones menés de nouveau en 2017, sur les secteurs de Kourou et les petites anses de Cayenne, montrent la fiabilité d'un tel outil dans le suivi de l'évolution morphologique des plages sableuses.

7. Bibliographie

Abascal N. (en prép.) - Dynamiques du système des bancs de vase amazoniens à travers une observation spatiale et une modélisation de la sédimentation de l'eau. Thèse de Doctorat.

Allard J.F., Degay E., Joseph B. (1997). Cartographie de l'évolution du trait de côte en Guyane de 1950 à 1994. R 39506 SGN/GUY 97 30p.

Allersma E., (1971). Mud on the oceanic shelf of Guiana. Symposium on Investigation and Ressources of the Carribean Sea and Adjacent Regions. UNESCO, Paris, 193-203.

Amarasekera K.N., Lee R.F., Williams E. R., Eltahir E. A. B. (1997). ENSO and the natural variability in the flow of tropical rivers. *J. Hydrol.*, 200 : 24-39.

Anthony E.J., Dolique F. (2004). The influence of Amazon-derived mud banks on the morphology of sandy headland bound beaches in Cayenne, French Guiana: a short- to long-term perspective. *Marine Geology*, 208 pages 249-264.

Anthony E.J., Dolique F. (2006). Intertidal subsidence and collapse features on wave-exposed, drift-aligned sandy beaches subject to Amazon mud: Cayenne, French Guiana. *Earth Surfaces Processes and Landforms* 31, 1051-1057.

Anthony E.J., Gardel A., Gratiot N., Proisy C., Allison M.A., Dolique F., Fromard F. (2010). The Amazon-influenced muddy coast of South America: A review of mud-bank-shoreline interactions. *Earth Science Reviews* 103, 99-121.

Anthony E.J., Dolique F., Gardel A., Marin D. (2011). Contrasting sand beach morphodynamics in a mud-dominated setting: Cayenne, French Guiana. *Journal of Coastal Research* SI 64, 30-34.

Belon R., Balouin Y., Merour A., Riotte C., (2014). Evolution des plages de poche de Corse : vers un modèle conceptuel. XIII^{ème} Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, Paralia.

Belon R., De la Torre Y., Sibert V., Mouroux X., (2015). Contribution des relevés photogrammétriques par drone pour l'analyse de la dynamique côtière. Application sur un site de la côte sableuse catalane. *Coastal and Maritime Mediterranean Conference*, Paralia 6p.

Bouysse P., Kudrass H.R., Le Lann F., (1977). Reconnaissance sédimentologique du plateau continental de la Guyane française (mission Guyamer 1975). BRGM- rapport 77 SGN 078 Mar.

Brunier G. (2015), Côte sablo-vaseuses sous influence deltaïque de l'Amazone et du Mékong : dynamique morpho-sédimentaire, stabilité et aménagement. *Géographie*. Thèses Aix Marseille Université.

Brunier G., Fleury J., Anthony E.J., Gardel A., Dussouillez P., (2016). Close-range airborne Structure-from-Motion Photogrammetry for high-resolution beach morphometric surveys: Examples from an embayed rotating beach. *Geomorphology*, 261, p76-88.

De La Torre Y., Balouin Y., Mouroux X., Belon R., avec la collaboration de **Maldan F., Bodéré G., Longueville F., Sibert V., Dailloux D et Sabarich L.**, (2015) – Observatoire de la côte sableuse catalane – OBSCAT : rapport technique d'année 2. Rapport final. BRGM/RP-64945-FR, 140 p., 34 ill., 4 ann.

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(4),720-728.

Gratiot N., Anthony E.J., Gardel A., Gaucherel C., Proisy C., Wells J.T. (2008). Significant contribution of the 18.6 year tidal cycle to regional coastal changes. *Nature Geoscience* 1 169-172.

Hoareau A., (2016) - Mise en œuvre du DGPS Trimble R10, p163.

Lointier M., Prost M.T., (1988). Coastal sedimentation and local river supply in French Guiana : comparisons with the Amazon. Abstract of the Chapman Conference on the Amazon Dispersal System. AM. Geophys. Union, Charleston, Wild Dunes, S.C.

Longueville F. (2017) – Observations suite aux épisodes d'érosion marine de fin d'année 2016 sur le littoral de Kourou (Guyane). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-66669-FR. 23 p., 25 ill.

Longueville F., Bourbon P. (2016) – Compte rendu des épisodes de submersions marines de février 2016 à Kourou (Guyane). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-65691-FR. 18 p., 15 ill

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.

Longueville F. et Aertgeerts G. avec la collaboration de **Thinon I., Paquet F., Morvan S., Bourbon P, Joseph B. et Baudon C.** (2017) – Bilan de l'Observatoire de la dynamique côtière de Guyane - année 2016. Rapport final. BRGM/RP-67090-FR, 68p., 55 ill., 5 tabl, 3 ann, 1 CD.

Longueville F., Paquet F. avec la collaboration de **G. Aertgeerts, B. Joseph et I. Thinon** (2017) – Levés au sonar à balayage latéral sur l'île de Cayenne. Rapport intermédiaire BRGM/RP-67436-FR, 27 p., 15 ill.

Mallet C., Michot A., avec la collaboration de **De La Torre Y., Lafon V., Robin M. et B. Prevotaux** (2012) – Synthèse de référence des techniques de suivi du trait de côte – Rapport BRGM/RP-60616-FR, 162 P., 100 fig., 7 ann.

Mark R., Byrnes J., Baker L., Feng Li (2002). Quantifying Potential Measurement Errors and Uncertainties Associated with Bathymetric Change Analysis. US Army Corps of Engineers, ERDC/CHL CHETN-IV-50, 17 p.

Martinez J.M., Guyot J., Filizola N., Sondag F., (2009). Increase in sediment discharge of the Amazon River assessed by monitoring network and satellite data. *Catena* 79, 257-264.

Melo A.B.C., Cavalcanti I.F.A., Souza P.P.(2009). Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: Cavalcanti, I.F.A. ; Ferreira, N.J. ; Silva, M.G.A.J. ; Silva Dias, M.A.F. (eds).Tempo e Clima no Brasil. Oficina de Textos : 25-41

Ministère de l'écologie du développement durable, des transports et du Logement, (2010). La gestion du trait de côte, Quae, p290.

Moisan M. (2013). Compte-rendu de l'épisode d'érosion marine du 14 et 15 janvier 2013, Rapport final. Rapport BRGM/RP-62017-FR. 33p., 22 fig.

Moisan M., De la Torre Y. (2014). Évolution du trait de côte en Guyane : Caractérisation de la dynamique côtière entre 1950 et 2013 à l'échelle régionale. Rapport final BRGM/RP-62904-FR, 60p.

Moisan M., Bourbon P., De La Torre Y. (2016). Observatoire de la dynamique côtière – année 2. Rapport final, BRGM/RP-65281-FR, 77p., 70 fig., 2 ann., 1 CD.

Péron C., Chevallier D., Galpin M., Chatelet A., Anthony E.J., Le Maho Y., Gardel A., (2013). Beach morphological changes in response to marine turtles nesting: a preliminary study of Awala-Yalimapo beach, French Guiana (South America), *Journal of Coastal Research*, 65, 99-104.

Prost M.T. (1992). Evolution des littoraux de Guyane et de la zone caraïbe méridionale pendant le quaternaire, *Orstom* 578p.

Prost M.T., Charron C., (1991). L'érosion côtière en Guyane. Colloque international sur la défense des côtes et protection du littoral Nantes, *Orstom* 17, 16p.

Prost M.T., Faure J-F., Charron C., Vargas H.V, Santos V.F, Mendes A.C et Gardel A. (2017), « L'embouchure de l'Amazone, macro-frontière géomorphologique : enseignements de 30 années de recherches franco-brésiliennes sur les systèmes côtiers amazoniens », *Confins*, 33.

Pujos M, Pons J.C, Parra M., (2000). Les minéraux lourds des sables du littoral de la Guyane française : bilan sur l'origine des dépôts de la plateforme des Guyanes, *Oceanologica Acta* 24, pp 27-35.

Shom (2017) - Référence Altimétrique Maritimes Ports de France métropolitaine et d'outre-mer - 107 p.

Vantrepotte V., Gensac E., Loisel H., Gardel A., Dessailly D., Mériaux X. (2013). Satellite assessment of the coupling between in water suspended particulate matter and mud banks dynamics over the French Guiana coastal domain. *Journal of South American Earth Sciences* 44, 25-34.

Sources Internet :

Site de météo France : Consulté le 19 février 2018

Lien disponible : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/comprendre-le-climat-mondial/el-ninola-nina>

Site du Shom (marée) : Consulté le 15 février 2018

Lien disponible : <http://data.shom.fr/donnees/refmar>

Site du CEREMA (houle) : Consulté le 15 février 2018

Lien disponible :

<http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/campagne/?idcampagne=1385974ed5904a438616ff7bdb3f7439>

Site de eau de France (débit) : Consulté le 15 février 2018

Lien disponible : <http://hydro.eaufrance.fr/>

Annexe 1

Détail des prélèvements à la benne « Van Veen » menés dans le cadre de l'ODYCG

Prélèvement	Date	Coordonnées en RGFG95/UTM22N		Descriptions	Commentaire
		X (m)	Y (m)		
Ile de Cayenne					
ODYC001	06/11/2017	361180	540959	Vase/argile grise	
ODYC002	06/11/2017	360600	541330	Vase/argile grise	
ODYC003	06/11/2017	360781	541534	Vase/argile grise	
ODYC004	06/11/2017	360309	541710	Vase/argile grise	
ODYC005	06/11/2017	360141	542362	Vase/argile grise	
ODYC006	06/11/2017	360195	543468	Vase/argile grise	
ODYC007	06/11/2017	360240	543514	Vase/argile grise	Non conservé
ODYC008	06/11/2017	360063	543834	Vase/argile grise	
ODYC009	06/11/2017	360116	543909	Vase/argile grise	Non conservé
ODYC029	07/11/2017	355812	547128	Argile sableuse/ Présence de fragments de coquille	
ODYC030	07/11/2017	355953	547207	Vase/argile grise	
ODYC031	07/11/2017	356249	546773	Vase/argile grise	
ODYC032	07/11/2017	356418	946964	Vase/argile grise	
ODYC033	07/11/2017	356857	546401	Vase/argile grise	
ODYC034	07/11/2017	357765	545608	Vase/argile grise	
ODYC035	07/11/2017	358857	545640	Vase/argile grise	
ODYC036	07/11/2017	359420	544204	Vase/argile grise	
ODYC037	07/11/2017	359728	544123	Vase/argile grise	
Kourou					
ODYC039		319822	570724	Vase/argile grise	
ODYC040		319975	570886	Argile sableuse/ Présence de fragments de coquille	
ODYC041		320026	570973	Vase/argile grise	
ODYC042		319736	570893	Vase/argile grise	
ODYC043		318859	571211	Vase/argile grise	
ODYC044		318687	572343	Vase/argile grise	
ODYC045		317965	571961	Vase/argile grise	
ODYC046		317464	572777	Vase/argile grise	
ODYC047		317134	573905	Vase + fluide	
ODYC048		316787	573539	Vase + fluide	
Awala					
ODYC056		173380	636142	Sable grossier	
ODYC057		174346	636339	Vase/argile grise	



Fragment de coquille

Grain de quartz

Matrice argilo-silteuse



Annexe 2

Détail des prélèvements à la benne « Shipeck » menés dans le cadre de Morphomar17

Nom	Date	Latitude	Longitude	Description
MM17B005	10/10/2017	05°45,293	53°56,809	sable moyen
MM17B006	10/10/2017	05°45,311	53°56,414	Vase grise
MM17B007	10/10/2017	05°45,306	53°56,830	Sable moyen
MM17B008	10/10/2017	05°45,492	53°56,987	Sable fin à moyen avec petit galets arrondis Qz
MM17B009	10/10/2017	05°45,490	53°56,382	Vase grise consolidée
MM17B010	10/10/2017	05°45,527	53°56,648	Niveau fin noir argileux (?)
MM17B011	10/10/2017	05°45,750	53°56,857	Sable grossier
MM17B012	10/10/2017	05°45,706	53°56,029	Vase grise compacte + coquilles entières
MM17B013	10/10/2017	05°45,730	53°56,636	Sable moyen avec petits galets arrondis + fragments de coquilles
MM17B014	10/10/2017	05°45,664	53°56,066	Vase grise
MM17B015	10/10/2017	05°45,613	53°56,201	sable fin
MM17B016	10/10/2017	05°45,626	53°56,101	sable moyen
MM17B017	10/10/2017	05°45,094	53°56,481	Vase grise
MM17B018	11/10/2017	5°45,142	53°56,467	Vase grise
MM17B019	11/10/2017	5°45,134	53°57,028	Sable moyen
MM17B020	11/10/2017	5°45,174	53°56,716	Sables fins
MM17B021	11/10/2017	5°45,220	53°56,344	Vase grise
MM17B022	11/10/2017	5°45,224	53°57,126	vase sableuse
MM17B023	11/10/2017	5°45,396	53°57,174	Vase noire
MM17B024	11/10/2017	5°45,450	53°56,230	Vase noire
MM17B025	11/10/2017	05°45,483	53°57,083	Vase noire
MM17B026	11/10/2017	05°45,494	53°56,633	sable fin
MM17B027	11/10/2017	05°45,578	53°56,394	sable fins
MM17B028	11/10/2017	05°45,583	53°56,957	Sables grossier + galets arrondis
MM17B033	11/10/2017	05°44,914	53°57,178	Sable moyen
MM17B034	11/10/2017	05°44,964	53°56,888	Sable fin à moyen propre homogène
MM17B035	11/10/2017	05°45,012	53°56,936	Sable fin
MM17B036	11/10/2017	05°45,493	53°56,474	Sable fin
MM17B037	11/10/2017	05°45,356	53°56,979	Sable moyen, présence de graviers
MM17B038	11/10/2017	05°45,115	53°57,041	Sable moyen
MM17B039	11/10/2017	05°45,050	53°56,982	Sable grossier

Photographie de la benne MM17B037 : Sable moyen avec la présence de graviers



Photographie de la benne MM17B036 : Sable fin



Photographie de la benne MM17B017 : Vase





Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Guyane

Domaine de Suzini – route de Montabo
BP 10552

97333 – CAYENNE – France

Tél. : 05 94 30 06 24