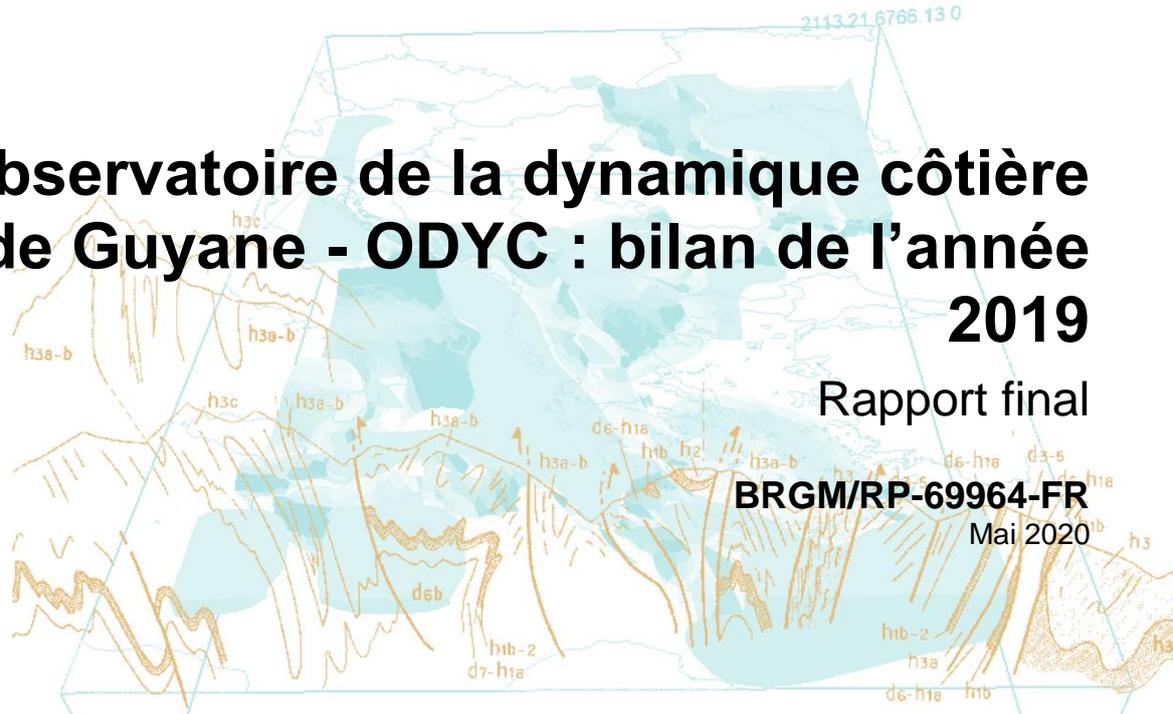




Observatoire de la dynamique côtière de Guyane - ODYC : bilan de l'année 2019

Rapport final



BRGM/RP-69964-FR
Mai 2020



(Kourou, Novembre 2019)



Observatoire de la dynamique côtière de Guyane – ODYC : bilan de l'année 2019

Rapport final

BRGM/RP-69964-FR
Mai 2020

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM AP17-CAY-037

Bossennec G., Longueville F., Desmazes F.
Avec la collaboration de
Rodriguez Gouedreau P., Berghold V.

Vérificateur :

Nom : Palvadeau E.

Fonction : Chef de projet Littoral-
responsable du projet ObsCat

Date : 25/06/2020

Signature :



Approbateur :

Nom : TRONEL F

Fonction : Directeur du BRGM de
Guyane

Date : 26 juin 2020

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, Macouria.

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

Bossennec G., Longueville F., Desmazes F., Rodriguez-Gouedreau P. (2020) – Observatoire de la dynamique côtière de Guyane ODYC : bilan 2019. Rapport final. BRGM/RP-69964-FR, 88 p., 73 ill., 4 tabl., 1 CD.

Synthèse

Le littoral guyanais est en perpétuel évolution. Sous influence de la dynamique de l'embouchure du fleuve Amazone et du courant nord-guyanais, des bancs de vase se forment et migrent le long des côtes guyanaises, jusqu'au Venezuela. En fonction de leur présence ou non face à la côte, cette dernière sera plus ou moins exposée et vulnérable aux aléas côtiers. Étant donné que la majorité des enjeux se situe sur la frange littorale, il est nécessaire d'analyser et de comprendre le fonctionnement sédimentaire du milieu côtier pour gérer au mieux les risques associés (érosion et submersion marine).

L'Observatoire de la Dynamique Côtière de Guyane (ODyC) a été mis en place en 2014, afin de pérenniser les acquisitions scientifiques et d'appuyer les acteurs publics dans la gestion du littoral.

Les techniques d'acquisitions se sont enrichies au fil des années. Initialement, les mesures se concentraient sur la position du trait de côte et les levés de profils topo-bathymétriques, accompagnés d'observations sur le terrain. Avec l'arrivée de nouvelles techniques, comme les levés photogrammétriques par drone, des Modèles Numériques de Terrain (MNT) ont été réalisés sur deux sites de l'ODyC : Kourou et Awala-Yalimapo et des levés au sonar à balayage latéral ont été menés au large de Cayenne. En parallèle sur l'année 2018/2019, des prélèvements sédimentaires ont été effectués sur l'ensemble des profils que compte le réseau de l'ODyC. Ces mesures cherchent à caractériser la nature des sédiments et leur granulométrie.

Entre 2018 et 2019, le littoral de la presqu'île de Cayenne est envasé. Une barre vaseuse d'avant côte s'est formée sur le proche côtier. Elle s'accompagne d'une augmentation de la pente du profil bathymétrique sur la partie distale à la côte. En parallèle, les plages des anses de Rémire, Montabo et Montjoly, enregistrent un retrait de la position du trait de côte sur les extrémités est de leur linéaire et une accrétion sur les extrémités ouest traduisant un déplacement des sédiments suivant la dérive littorale.

La plage de Sablance, enregistre un recul du trait de côte sur sa partie ouest et reste stable sur sa partie est. De par sa position en front de banc de vase, il est tout à fait plausible que le littoral de Sablance connaisse un phénomène de rotation de plage, comme ça a été le cas à Kourou en 2016 ou comme c'est le cas cette année sur le littoral d'Awala. Si cela se confirme dans les années qui viennent, ce phénomène pourra accentuer l'érosion sur l'extrémité ouest de la plage, rendant vulnérable les habitations proches du front de mer.

Le littoral de Kourou est envasé et a connu peu d'évolutions entre 2018 et 2019. La plage enregistre un déplacement sableux d'est en ouest sous l'action de la dérive littorale. Néanmoins compte tenu de la géomorphologie du site, le littoral est vulnérable aux houles énergétiques de direction nord pendant les marées de vives eaux de la saison des pluies.

Enfin le littoral d'Awala a connu de forts coups de mers couplés avec des marées de vives eaux, en mars et octobre 2019. Les derniers engendrant des phénomènes de submersion marine et des dégâts sur les infrastructures de la commune (éclairage public, route ...). La plage des Hattes est en position de front de banc de vase et enregistre une inversion de la dérive littorale avec un déplacement du sable d'ouest en est. Ce déplacement engendre une érosion marquée face au bourg. Ce phénomène semble être amplifié en cas de houles de fortes périodes (>10s) de direction nord, pendant la saison des pluies.

Sommaire

1. Introduction	11
2. Contexte général du littoral guyanais	13
2.1. CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE.....	13
2.2. CONDITIONS DE FORÇAGE	15
2.2.1. Données disponibles.....	15
2.2.2. Niveaux d’eaux	15
2.2.3. Conditions de houle	15
3. Bilan d’activité de l’observatoire sur l’année 2019	19
3.1. GÉNÉRALITÉS ET RAPPEL DU PROGRAMME	19
3.1.1. Acquisition des données	19
3.1.2. Pilotage et Communication	20
3.2. CALENDRIER.....	21
4. Données acquises et méthodes	22
4.1. SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE.....	22
4.1.1. Acquisition des données	22
4.1.2. Traitements des données.....	25
4.2. SUIVI TOPOGRAPHIQUE PAR PHOTOGRAMMETRIE DRONE	26
4.2.1. Acquisition des données	26
4.2.2. Traitement des données	27
4.2.3. Précision sur la mesure.....	28
4.3. SUIVI SATELLITAIRE : IMAGE SENTINEL 2	28
4.3.1. Type de données et acquisitions	28
4.3.2. Traitement et applications	28
4.4. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE.....	29
4.5. PRÉLÈVEMENTS SÉDIMENTAIRES	29
4.6. SUIVI AU SONAR À BALAYAGE LATÉRAL	30
4.6.1. Acquisition des données	30
4.6.2. Traitements des données du sonar à balayage latéral	34
5. Résultats	37
5.1. POSITION DES BANCS DE VASE	37
5.2. CAYENNE	38
5.2.2. Présentation du site	38
5.2.3. Anse de Rémire	39
5.2.4. Anse de Montjoly	42

5.2.5. Anse de Montabo.....	48
5.2.6. Petites anses de Cayenne	50
5.2.7. Cartographie des fonds marins au large de Cayenne	51
5.3. MACOURIA	62
5.3.1. Présentation du site	62
5.3.2. Evolution annuelle du trait de côte	63
5.3.3. Déplacements sédimentaires annuels et saisonniers.....	64
5.4. KOUROU	67
5.4.1. Présentation du site	67
5.4.2. Evolution annuelle du trait de côte	68
5.4.3. Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels.....	71
5.4.4. Analyse des données « haute résolution ».....	74
5.5. AWALA-YALIMAPO : PLAGE DES HATTES	76
5.5.1. Présentation du site	76
5.5.2. Évolution sédimentaire de la plage des Hattes.....	77
5.6. RESULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE	82
6. Bilan et synthèse des évolutions.....	84
7. Conclusion	86
8. Bibliographie.....	87

Liste des figures

Illustration 1 : Schéma explicatif de la structure d'un banc de vase.....	13
Illustration 2 : Classification morphologique des plages sableuses présentant une barre, Trois catégories sont identifiées reflective, intermédiaire et dissipative. HT : Limite de la marée haute, LT : limite de la marée basse (Short, 1996).	14
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, 2019).	15
Illustration 4 : Représentation des trois caractéristiques de la houle : direction, Hauteur significative (Hs) et période d'après le modèle WaveWatch3 ainsi que le niveau d'eau entre octobre 2018 et décembre 2019.	17
Illustration 5 : Schéma de l'organisation entre les différents partenaires de l'ODyC.	20
Illustration 6 : Échelle temporelle des actions menées dans le cadre de l'ODyC en 2019.	21
Illustration 7 : En haut, schéma explicatif du fonctionnement d'un DGPS (Hoareau, 2016) en bas illustration de la base et d'un mobile R8s (© BRGM).	23
Illustration 8 : Levés des profils de référence (A) et de la position du trait de côte (B).	24
Illustration 9 : Indicateurs géomorphologiques pour caractériser la position du trait de côte : a) talus d'érosion, b) limite de végétation et c) limite de laisse de mer.	24
Illustration 10 : Installation de la sonde monofaisceau mono fréquentiel couplée avec le DGPS.	25

Illustration 11 : Plan de vol de la campagne drone de juin 2019 sur la commune de Kourou.	27
Illustration 12 : Position des prélèvements sédimentaires sur la plage de Montabo à Cayenne. Fond : OpenstreetMap.	29
Illustration 13 : Le Django utilisé pour la campagne d'acquisition en mer (BRGM, 2018).	30
Illustration 14 : Mise en œuvre d'un sonar latéral - A: poisson remorqué - B: surface insonifiée instantanée C: surface couverte par les émissions précédentes. Source : Ifremer.	31
Illustration 15 : Fonctionnement d'un sonar latéral - A: bruit et réverbération dans l'eau- B: premier écho de fond- C: zone de sable- D: roche- E: vase- F: écho de cible- G: ombre portée par la cible. Source : Ifremer.	31
Illustration 16 : Déploiement du sonar le long du câble de 150m à l'arrière du bateau et acquisition de la donnée auprès de l'ordinateur de contrôle (BRGM, 2018).	32
Illustration 17 : Déploiement de la sonde bifréquentielle et acquisition de la donnée (BRGM, 2018). .	32
Illustration 18 : Utilisation de la benne schipeck à l'aide d'une potence à l'avant du bateau (BRGM, 2018).	33
Illustration 19 : Géométrie d'acquisition du sonar à balayage latéral et de la sonde bathymétrique bi-fréquentielle.	34
Illustration 20 : Modules de traitement Hypack ; a) lissage du cap du sonar latéral b) nettoyage de la navigation et suppression des virages.	34
Illustration 21 : Image brute sans correction de la profondeur et en palette de couleur niveau de gris inversée. La ligne de fond (bleue) ne correspond pas à la zone sourde (en blanc). ...	35
Illustration 22 : Module de correction manuel de la profondeur d'eau sur une voie du sonar latéral. a) numérisation manuel du fond b) la ligne bleue correspond au fond, la zone sourde (blanche) sera supprimée de l'image finale.	35
Illustration 23 : Comparaison d'une image brute en palette de couleurs niveaux de gris normale (a) et d'une image optimisée par le gain automatique Auto TVG (b).	36
Illustration 24: Position des bancs de vase à l'échelle de la guyane en 2019 avec trois focus sur les 4 sites suivis dans le cadre de l'ODyC : Cayenne, Macouria, Kourou et Awala (encadrés oranges).	37
Illustration 25 : Profils suivis dans le cadre de l'observatoire sur l'île de Cayenne (Longueville <i>et al.</i> , 2019).	39
Illustration 26 : Évolution annuelle du trait de côte au niveau de l'anse de Rémire entre octobre 2018 et octobre 2019.	40
Illustration 27 : Évolution du profil topo-bathymétrique C11 entre novembre 2017 et novembre 2019.	41
Illustration 28 : Évolution du profil topo-bathymétrique C10 entre novembre 2017 et novembre 2019.	41
Illustration 29 : Évolution des profils topo-bathymétriques C12 et C13 entre novembre 2017 et novembre 2019.	42
Illustration 30 : Évolution annuelle de la position du trait de côte au sein de l'anse des Salines entre octobre 2018 et novembre 2019.	43
Illustration 31 : Évolutions des profils topo-bathymétriques C4 et C9 entre novembre 2017 et novembre 2019.	44
Illustration 32 : Évolution des profils topobathymétriques de C6 à C8 entre novembre 2017 et novembre 2019.	45
Illustration 33 : Évolution du profil topobathymétrique C5 entre novembre 2017 et novembre 2019 ainsi que de l'embouchure des Salines entre octobre 2018 et novembre 2019 (BRGM).	46
Illustration 34 : Carte représentant les différences altimétriques des MNT réalisés en septembre 2018 et en septembre 2019.	47

Illustration 35 : Évolution annuelle de la position du trait de côte de l'anse de Montabo entre octobre 2018 et novembre 2019.	48
Illustration 36 : Évolutions des profils topo-bathymétriques de C1 à C3 entre novembre 2017 et novembre 2019.	49
Illustration 37 : Évolutions altimétriques et de l'envasement des anses de Cayenne entre septembre 2018 et septembre 2019. Le zéro des profils correspond à l'origine pris au large.	50
Illustration 38 : Plans d'acquisition des campagnes bathymétriques Gsand18 et Gsand19.	51
Illustration 39 : Faciès acoustique peu réfléchif et peu rugueux observé dans la boîte 30 m le lundi 8 octobre 2018, a) faciès gris homogène légèrement ridé b) faciès gris ridé, légèrement bruité c) faciès gris ridé à petites taches noires linéaires d) faciès gris sombre ridé et bauté.	52
Illustration 40 : Faciès gris ridé à grandes taches noires.	53
Illustration 41 : a) Traces de chalutage, secteur fortement impacté, la trace des 2 panneaux de chalut sont visibles, ainsi que l'effet du filet b) Interprétation c) Traces de chalut dans un secteur à petites et grandes taches noires d) Interprétation.	54
Illustration 42 : Mosaïque des faciès acoustiques acquis par sonar à balayage latéral. La position des prélèvements sédimentaires et l'observation « terrain » de leur composition est mentionnée, ainsi que la position des images « zoom » présentant les différents faciès acoustiques.	56
Illustration 43 : Cartographie et interprétations des faciès acoustiques de la boîte GSand18-30m.	56
Illustration 44 : Comparaison des données morpho-sédimentaires collectées lors des missions GSand18 et GSand19, au large de Cayenne, sur la boîte 30 m.	57
Illustration 45 : a) Petites mégarides de longueurs d'onde inférieure à 3m, orientées nord-ouest/sud-est. b) Petites mégarides de longueurs d'onde inférieure à 5m, c) Petites mégarides de longueurs d'onde inférieure à 5m au sein de grandes tâches sombres. .	58
Illustration 46 : Faciès gris homogène ridé.	59
Illustration 47 : Faciès hétérogène a grandes tâches.	59
Illustration 48 : a) Faciès gris ridé à petite mégarides des traces interprété comme des traits de chaluts b) Interprétation des marques linéaire et crête de mégarides.	59
Illustration 49 : Mosaïque d'imagerie de la boîte GSand19 – 32m. La position des prélèvements sédimentaires et l'analyse terrain de leur composition est mentionnée, ainsi que la position des images « zoom » présentant les différents faciès acoustiques.	61
Illustration 50 : Cartographie des faciès acoustiques et des structures linéaires de la boîte GSand19-32 m.	61
Illustration 51 : Comparaison des données morpho-sédimentaires collectées lors des missions GSand18 et GSand19, au large de Cayenne, sur la boîte 32 m.	62
Illustration 52 : Emprise des profils suivis dans le cadre de l'ODYCG sur la commune de Macouria...	63
Illustration 53 : Évolution annuelle du trait de côte au niveau de la plage de Sablance entre octobre 2018 et novembre 2019.	64
Illustration 54 : Évolutions des profils topo-bathymétriques entre octobre 2018 et novembre 2019. ...	65
Illustration 55 : Évolutions topo-bathymétriques S3 et S4 entre octobre 2018 et novembre 2019.	66
Illustration 56 : Positionnement des différents profils suivis (en rouge) dans le cadre de l'Observatoire de la dynamique côtière ainsi que des ouvrages de défense existants (en jaune) sur le secteur de Kourou.	68
Illustration 57 : Évolution annuelle de la position du trait de côte entre octobre 2018 et novembre 2019 au niveau de la plage de la Cocoteraie (1 à 3) et de la plage de l'Hôtel des Roches (4)	69

Illustration 58 : Évolutions des profils topo-bathymétriques K1 et K2 entre novembre 2017 et octobre 2019.	71
Illustration 59 : Évolution du profil topo-bathymétrique K3 entre novembre 2017 et octobre 2019.	72
Illustration 60 : Évolutions des profils topo-bathymétriques de K4 à K6 entre novembre 2017 et novembre 2019.	73
Illustration 61 : Différence altimétrique entre février 2018 et juin 2019 sur la plage de l'Hôtel des Roches.	74
Illustration 62 : Différence altimétrique entre Février 2018 et Juin 2019 sur la plage de la Cocoteraie.	75
Illustration 63 : Positionnement des différents profils suivis dans le cadre de l'ODYCG, l'image satellite de l'encart est une image Sentinel 2 datée du 27 octobre 2018 prise à marée basse.	76
Illustration 64 : Évolution annuelle de la position du trait de côte sur la plage des Hattes sur la commune d'Awala-Yalimapo, entre octobre 2018 et novembre 2019.	77
Illustration 65 : Évolution du profil topo-bathymétrique A3 entre novembre 2017 et novembre 2019. .	78
Illustration 66 : Évolution du profil topo-bathymétrique A2 entre novembre 2017 et novembre 2019. .	78
Illustration 67 : Évolution de la bathymétrie et de la végétation le long du profil A1 entre 2018 et 2019.	79
Illustration 68 : Limite de la laisse de mer suite à la submersion du 28 octobre 2019.	79
Illustration 69 : Différence altimétrique entre octobre 2018 et novembre 2019 sur la plage des Hattes.	81
Illustration 70 : Localisation des différents prélèvements sur chacun des sites du réseau de l'ODYC, le long des profils topo-bathymétriques en bleu sur les cartes.	82
Illustration 71 : Photographie à la loupe binoculaire du prélèvement ODYC19-C12-01.	83
Illustration 72 : Courbe granulométrique des prélèvements ODYC18-A3-02 et ODYC19-A3-02, prélevés au niveau de l'estran du profil A3 en 2018 et 2019.	83
Illustration 73 : Schéma conceptuel du phénomène de rotation de plage sur la plage des Hattes engendrée par la position en front de banc de vase et potentiellement amplifiée par les houles de direction nord.	85

Liste des tableaux

Tableau 1 : Volumes déplacés entre septembre 2018 et septembre 2019 sur l'emprise l'évée autour de l'ouvrage Stabiplate©.	47
Tableau 2 : Volumes [m3] entre septembre 2018 et septembre 2019.	51
Tableau 3 : Répartition des volumes de sédiments déplacés entre février 2018 et juin 2019.	75
Tableau 4 : volumes déplacés entre octobre 2018 et novembre 2019 sur la plage des Hattes.	82

1. Introduction

Le littoral guyanais est l'un des plus mobiles au monde sur le plan morphosédimentaire. Situé entre le fleuve Oyapock, frontière avec le Brésil à l'est, et le Maroni, frontière avec le Maroni à l'ouest, le littoral guyanais est sous influence de l'embouchure de l'Amazone. Ce fleuve charrie des millions de tonnes de sédiments chaque année, dont une partie importante migre sous forme de banc de vase le long du littoral du plateau des Guyanes, entre la Guyane française et l'embouchure de l'Orénoque au Venezuela.

Territoire ultra-marin qui correspond à 1/6 de la France hexagonale, la Guyane est couverte à 95 % de forêt équatoriale et concentre la majorité de la population sur la frange littorale. La migration des bancs de vase impacte directement le littoral guyanais situé en arrière et donc la population qui y réside (habitats, infrastructures, etc.).

Dans ce contexte, l'Observatoire de la Dynamique côtière de Guyane (ODyC) a vu le jour en 2014. Financé par la DEAL et le BRGM, l'Observatoire s'inscrit dans le cadre de la Stratégie Nationale Intégrée du trait de côte de 2012. L'ODyC se veut être un outil fédérateur de l'ensemble des acteurs du littoral, afin de remplir trois objectifs :

- pérenniser l'acquisition de la donnée à travers des levés topo-bathymétriques sur les sites du réseau ;
- centraliser et mutualiser l'information relative aux actions menées sur le littoral guyanais afin de la diffuser au plus grand nombre ;
- améliorer la connaissance sur le fonctionnement du littoral et appuyer à travers des expertises les collectivités publiques sur l'aménagement et la gestion de leur frange côtière.

Dans le cadre de cet observatoire, plusieurs missions de terrain sont réalisées au cours de l'année afin d'enrichir la connaissance sur la dynamique côtière. Les différents résultats des observations réalisées sur l'année 2019 et leur analyse sont regroupés dans ce document.

Après avoir rappelé le contexte guyanais et exposé le bilan d'activité de l'année 2019, ce rapport présente les méthodes employées ainsi que les résultats et leurs interprétations des campagnes réalisées au cours de l'année 2019.

2. Contexte général du littoral guyanais

2.1. CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Le bassin de l'Amazone draine les sédiments sur une surface représentant environ 40 % du territoire de l'Amérique du Sud (Prost *et al.*, 2017). Plus de 20 millions de tonnes de sédiments sont ainsi déversés chaque mois dans l'océan Atlantique (Martinez *et al.*, 2009). Les sédiments les plus fins se regroupent sous forme de bancs de vase successifs qui migrent le long du plateau des Guyanes entre le Cap Orange proche de la frontière entre le Brésil et la Guyane française, jusqu'au niveau de l'embouchure de l'Orénoque au Venezuela. Les bancs de vase peuvent être décomposés en deux grandes parties : une partie subtidale et une partie intertidale (Illustration 1). La première correspond à la zone constamment immergée et la seconde se situe entre les limites des plus hautes et des plus basses marées. Un banc de vase a une longueur qui varie en moyenne de 10 km à 60 km, une largeur comprise entre 10 km à 30 km, et une épaisseur qui oscille entre 2 et 5 m (Allison *et al.*, 2000). À l'arrière du banc au niveau de la vase intertidale, lorsque la vase est assez consolidée, les palétuviers peuvent s'y développer et créer ainsi une mangrove. La vase a la particularité d'atténuer la houle incidente. Ainsi lorsqu'un banc de vase est situé face à une plage sableuse celle-ci sera moins vulnérable aux phénomènes d'érosion. A l'inverse lorsque le banc de vase migre, la plage est dite en position « interbanc » et l'énergie des houles, moins dissipée, peut engendrer des dépôts massifs de sable (Illustration 1).

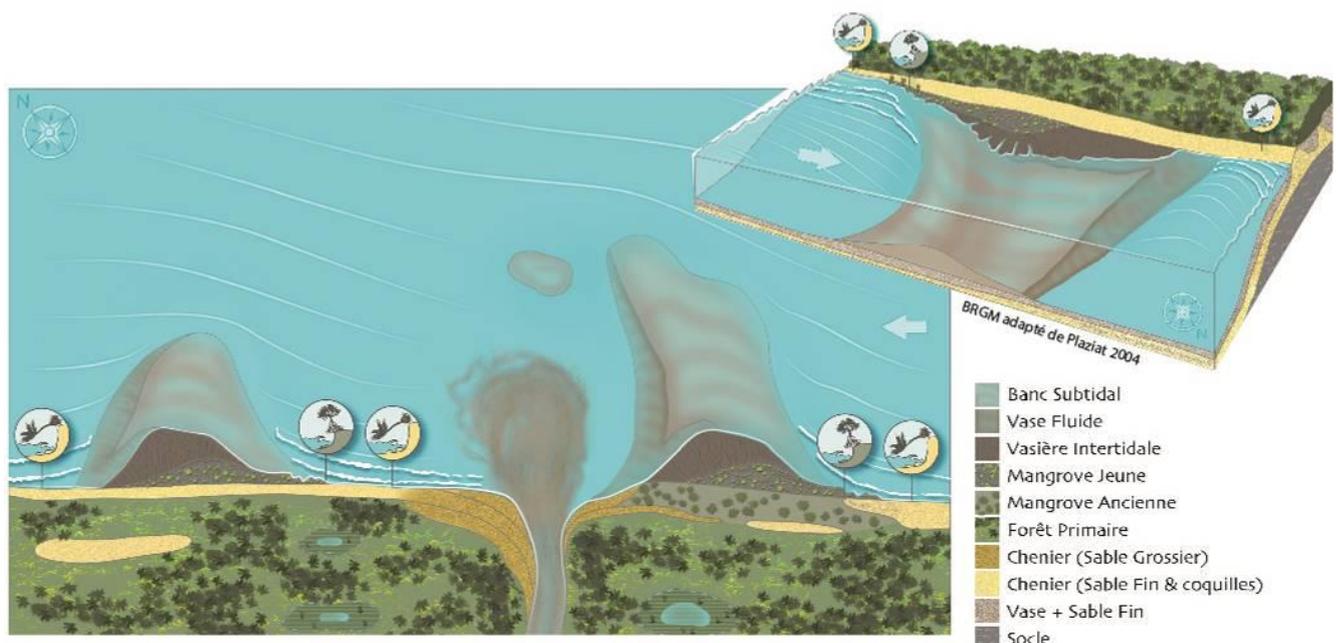


Illustration 1 : Schéma explicatif de la structure d'un banc de vase.

Les moteurs de la migration des bancs de vase sont multiples avec des forçages globaux comme le courant des Guyanes, les alizées ou encore le niveau de la mer (Prost *et al.*, 2017). Les houles des alizées direction nord-est sont génératrices d'une dérive littorale orientée vers le nord-ouest.

Lors de l'arrivée d'un banc de vase, il est fréquent d'observer en front de banc de vase une inversion de la dérive littorale, qui engendre un déplacement du sable de l'ouest vers l'est. Ce phénomène est appelé phénomène de rotation de plage. Cette dynamique de rotation de plage a été détaillée sur l'île de Cayenne pour les plages de poches (Anthony *et al.*, 2011, Brunier

et al., 2016). Les derniers travaux de l'Observatoire montrent que ce phénomène n'est pas propre aux plages de poche mais qu'il est possible de les retrouver également sur les plages semi-ouvertes comme celle de Kourou (Moisan *et al.*, 2016 et Longueville *et al.*, 2016). Ces phénomènes sont accentués par les houles de direction nord en période de saison des pluies.

Le littoral guyanais est constitué à 13 % de plage sableuse (Moisan et de la Torre, 2014). Ces plages ouvertes, semi-ouvertes ou de poches sont influencées par la houle. Leur morphologie comporte trois parties :

- le haut de plage, zone continuellement émergée qui concentre un stock sableux important de la plage ;
- l'estran, ou zone intertidale, correspondant à la partie de la plage située entre les niveaux des plus basses mers et des plus hautes mers ;
- le proche côtier, partie de la plage immergée sous le niveau des plus basses mers. En Guyane cette zone est souvent de nature vaseuse à sablo-vaseuse.

La morphologie d'une plage, est directement sensible aux conditions hydrodynamiques. L'analyse de profils cross-shore permet de qualifier son état évolutif, stable ou instable. Ainsi plusieurs travaux de recherche (Short, 1996, Wright & Short, 1984, Wright *et al.*, 1995), ont permis de caractériser de manière quantitatif à travers différents indicateurs le caractère réfléchif ou dissipatif d'une plage. La pente du haut de plage et du proche côtier est un de ces indicateurs. Plus la pente d'un profil est élevée, moins l'énergie des vagues est atténuée, la plage sera réfléchive. Inversement, plus le profil est horizontal, pente faible, plus le système est dissipatif. Certaines plages sableuses présentent une barre d'avant-côte. Cette barre sableuse pré-littoral se forme sous l'action des courants induits lors du déferlement de la vague, et atténue une partie de l'énergie des houles incidentes (Illustration 2).

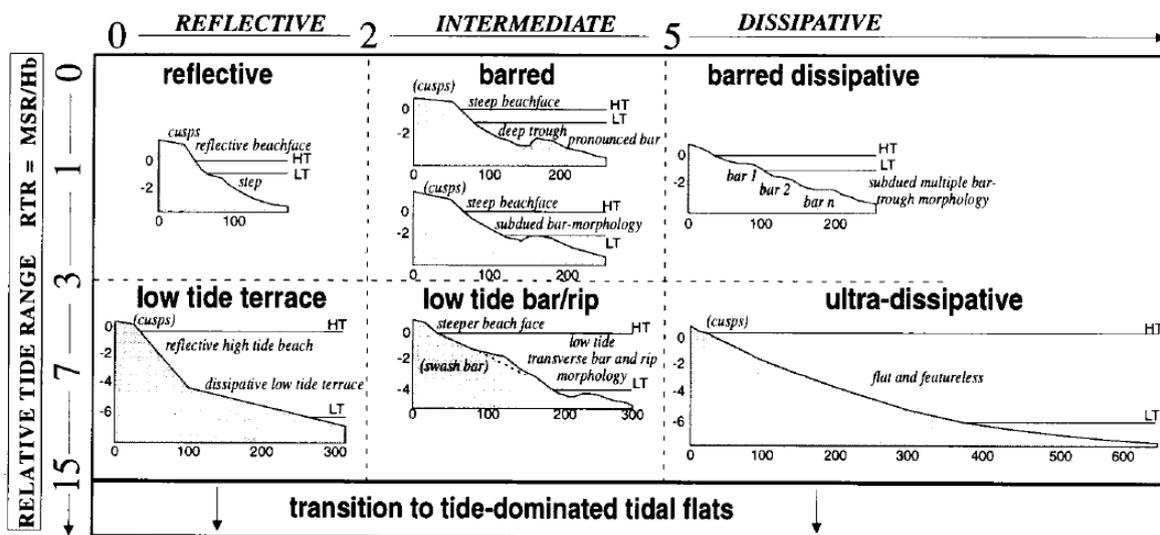


Illustration 2 : Classification morphologique des plages sableuses présentant une barre, Trois catégories sont identifiées réfléchive, intermédiaire et dissipative. HT : Limite de la marée haute, LT : limite de la marée basse (Short, 1996).

Cette classification est valable pour un système présentant une barre sableuse d'avant-côte (matériau non cohésif). Sur les milieux cohésifs comme c'est le cas en Guyane avec un substrat vaseux, les houles transportent la vase fluide sur le proche côtier. Celle-ci en fonction des cycles de mortes eaux et de vives eaux des marées s'accumulent jusqu'à former des barres (Gardel, 2011, Gratiot 2007 et Allison, 2004).

2.2. CONDITIONS DE FORÇAGE

2.2.1. Données disponibles

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

- pour les **niveaux d'eau** les données sont issues du marégraphe de l'île Royale au large de Kourou. Les valeurs sont récupérées auprès du réseau Refmar mis en place par le SHOM : <https://data.shom.fr/donnees/> ;
- pour les conditions de houle, les 2 houlographes installés entre 2016 et 2017 ne fournissent plus de données vérifiées, depuis le mois de mai 2018, suite à des déradages¹ successifs. La bouée de l'un des deux houlographes, a été réinstallée en octobre 2019 et a déradé en novembre 2019. L'année 2019 en terme d'acquisition *in situ* correspond donc à une année blanche. Afin de remédier à ce manque d'information, les données issues des modèles WaveWatch3² ont été utilisées. Ces données permettent d'avoir une modélisation des états de mer au large et non à la côte.

2.2.2. Niveaux d'eaux

Le littoral guyanais est soumis à un régime de marée semi-diurne, avec un marnage mésotidal (marnage d'environ 2,5 m). Le marnage n'est pas constant sur l'ensemble du littoral. Le tableau suivant regroupe les variations locales des valeurs des niveaux d'eau pour différents sites de Guyane (SHOM,2019 ; Illustration 3).

Nom	Type	Lat.	Long.	Et.	Constante	PHMA	PMVE	PMME	NM	BMME	BMVE	PBMA
Îles du Salut [Guyane] ¹	R	05 17 N	52 35 W		2013	03.72	03.30	02.70	02.14	01.55	01.05	00.60
Abords des Îles du Salut												
Pointe des Hattes ¹	S	05 45 N	53 57 W			04.23	03.90	03.20	02.60	01.90	01.30	00.92
Saint-Laurent du Maroni ¹	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 ¹	S	05 09 N	52 38 W			03.59	03.20	02.60	02.00	01.40	00.85	00.48
Le Larivot ¹	S	04 54 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 ¹	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, 2019).

Entre 2018 et 2019, les niveaux d'eau les plus importants ont eu lieu fin septembre 2019 avec des valeurs atteignant 3,7m/ZH³ correspondant au plus haut niveau d'eau observé depuis 2015.

2.2.3. Conditions de houle

En Guyane, de par sa position dans la zone intertropicale de convergence (ZIC), la houle est majoritairement générée par les alizés provenant du nord-est. Toutefois il est possible d'observer une variabilité saisonnière liée au passage des tempêtes dans l'océan nord-atlantique, engendrant des houles énergétiques de direction nord (Illustration 4).

¹ Déradage : action de quitter son lieu de mouillage, de manière accidentelle ou volontaire.

² WaveWatchIII : modèle numérique qui calcule l'évolution de l'action des vagues. Cordonnée du point d'extraction : 5,5°N; 52°W

³ Zh : zéro hydrographique.

Pour caractériser une houle trois paramètres physiques sont utilisés :

- la hauteur significative (H_s), qui correspond à la moyenne des hauteurs du tiers des plus fortes vagues, exprimée en mètre ;
- la période, correspondant à l'écart temporel entre deux pics de houle, exprimée en seconde ;
- la direction, correspondant au secteur de provenance, exprimée en degré par rapport au nord.

Sur l'année 2019, trois principaux coups de mer, engendrant des dégâts sur plusieurs sites de l'ODyC ont eu lieu (Illustration 4). Les trois coups de mer étaient couplés avec une marée de vives eaux augmentant alors les risques de submersion sur les côtes basses meubles :

- fin février/début mars 2019 : hauteur significative entre 2,1 m et 2,5 m, période autour de 14 s, de direction nord et un niveau d'eau de 3,2 m/ZH ;
- fin septembre 2019, hauteur significative 3,4 m, période 14 s de direction nord et un niveau d'eau de 3.7 m/ZH ;
- fin octobre 2019, hauteur significative 1,5 m , période 14 s, direction nord/nord-est et un niveau d'eau de 3,6 m/ZH.

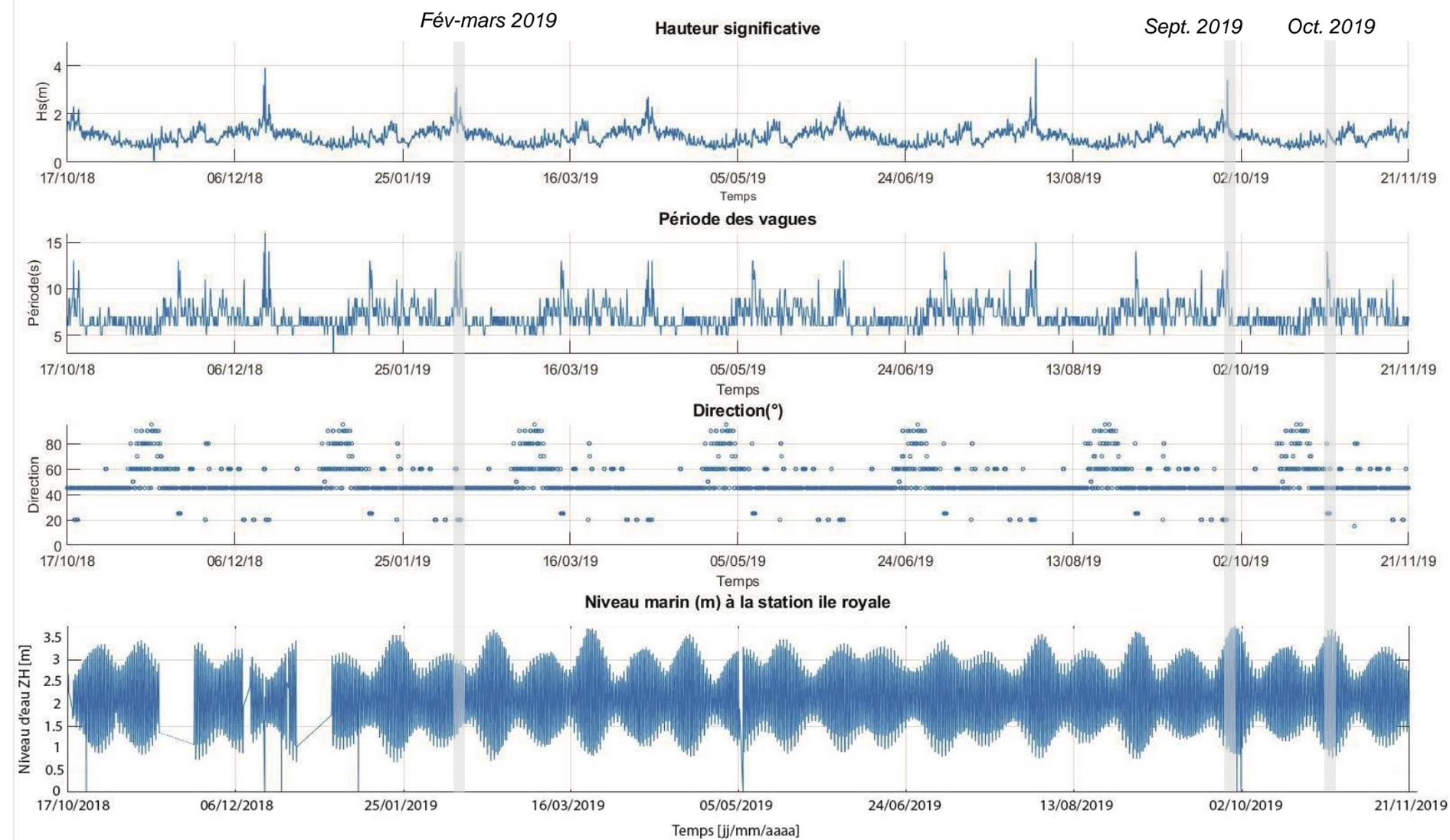


Illustration 4 : Représentation des trois caractéristiques de la houle : direction, Hauteur significative (Hs) et période d'après le modèle WaveWatch3 ainsi que le niveau d'eau entre octobre 2018 et décembre 2019.

3. Bilan d'activité de l'observatoire sur l'année 2019

3.1. GÉNÉRALITÉS ET RAPPEL DU PROGRAMME

L'observatoire de la dynamique côtière de Guyane est en place depuis 2014 et constitue un outil de référence fédérateur de tous les organismes travaillant sur l'évolution du littoral à l'échelle de la Guyane. Depuis sa mise en place l'observatoire a trois principaux objectifs :

- pérenniser un outil d'observation du littoral et un socle solide de connaissances sur l'ensemble de la bande côtière de la Guyane relatif aux aléas côtiers (érosion, submersion, envasement, etc.) ;
- mettre en cohérence et valoriser l'ensemble des démarches d'observation du littoral réalisées en Guyane ;
- apporter des éléments d'expertises et d'aide à la décision pour la gestion cohérente et durable du littoral auprès des collectivités territoriales et des gestionnaires des espaces littoraux.

Quatre sites sont suivis dans le cadre de l'ODyC :

- les plages de la presqu'île de Cayenne : Anse de Rémire, Anse de Montjoly, anse de Montabo et les petites anses de Cayenne ;
- les plages de Kourou ;
- la plage de Sablance sur la commune de Macouria ;
- la plage des Hattes sur la commune d'Awala-Yalimapo.

Pour répondre aux objectifs, le programme de l'ODyC se décompose en 4 grands volets :

- 1] l'acquisition de données ;
- 2] la bancarisation et la diffusion des données ;
- 3] l'analyse des phénomènes et les interprétations ;
- 4] la communication et l'animation.

3.1.1. Acquisition des données

Dans le cadre de la convention 2018/2019, sur l'année 2019, 4 campagnes terrains ont été menées:

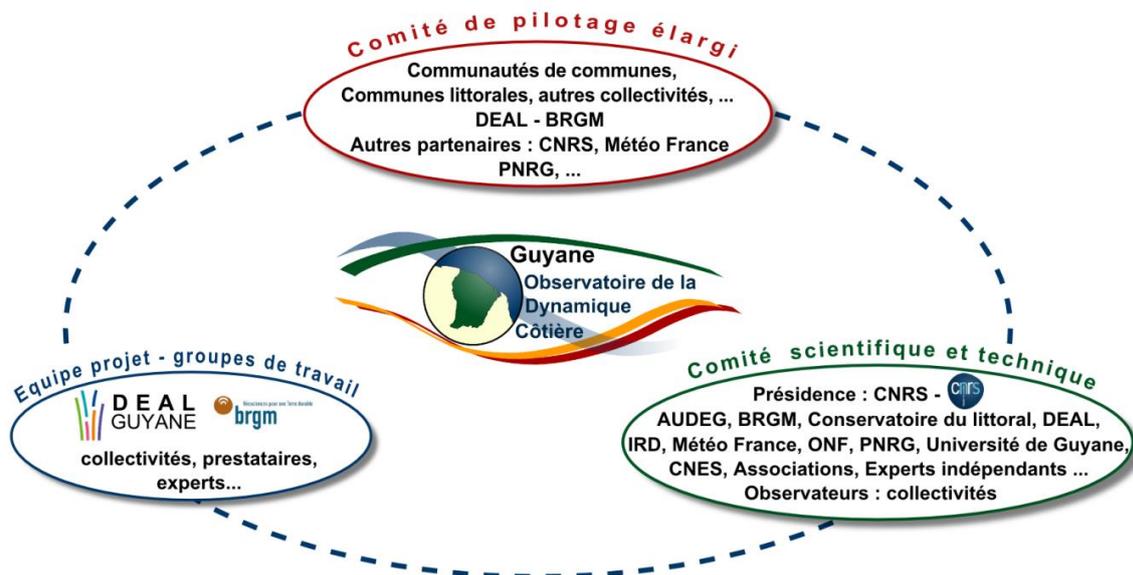
- avril 2019, sur tous les sites : un levé topographique le long des profils de plage par DGPS ;
- juin 2019, sur la commune de Kourou : élaboration d'un modèle numérique de terrain et de surface (MNT et MNS) à partir des données acquises par levé drone ;
- septembre 2019, sur la commune de Cayenne : levé au sonar à balayage latéral au large de Cayenne et élaboration d'un modèle numérique de terrain et de surface à partir des données acquises par levé drone au niveau des petites anses ;
- octobre 2019, sur tous les sites : levés topographiques et bathymétriques le long des profils de plage ainsi que levé de la position du trait de côte par DGPS ;
- novembre 2019, commune d'Awala-Yalimapo : levé drone et élaboration d'un MNT et MNS à partir des données acquises par levé drone.

En parallèle, tout le long de l'année, les images satellites Sentinel2 sont récupérées deux fois par an, afin de suivre l'évolution des bancs de vase. En cas de nécessité, la tranche conditionnelle de l'observatoire est déclenchée afin de procéder à une expertise de l'évolution du littoral suite à des événements particuliers. Ainsi sur l'année 2019, suite aux phénomènes de submersion et d'érosion marine ayant impacté la plage d'Awala-Yalimapo, deux expertises ont été déclenchées : une en mars 2019 et l'autre en octobre 2019. Elles ont donné suite à la rédaction de deux rapports d'expertises (Longueville *et al.*, 2019a et Longueville *et al.*, 2019b).

3.1.2. Pilotage et Communication

Le fonctionnement de l'ODyC repose sur trois instances :

- **un comité de pilotage** : constitué par les financeurs et les principaux opérateurs techniques de l'ODyC. Ses compétences sont relatives aux missions (périmètres/mise en œuvre) et aux modalités de fonctionnement de l'ODyC (type de suivi, actions scientifiques mises en place) ;
- **un comité scientifique et technique** : permet de rassembler les fournisseurs de données et d'autres partenaires scientifiques, notamment le Groupement De Recherche « *Littoral de Guyane sous influence Amazonienne* » (GDR LIGA) et les gestionnaires d'espace littoraux (Conservatoire du littoral, Réserves Naturelles par exemple). Il a pour objectif d'appuyer les choix stratégiques du comité de pilotage en lien avec les enjeux scientifiques et les problématiques locales. Ce comité se réunira au moins une fois par trimestre et d'avantage selon les besoins ;
- des **groupes de travail** principalement animés par le BRGM et la DEAL afin de réaliser les actions actées par le comité de pilotage d'un point de vue technique (mode d'acquisition de la donnée, fréquence, réflexions sur les méthodes).



ANIMATION ET GOUVERNANCE DE L'OBSERVATOIRE DE LA DYNAMIQUE CÔTIÈRE

Illustration 5 : Schéma de l'organisation entre les différents partenaires de l'ODyC.

Sur l'année 2019, le comité de pilotage s'est réuni le 11 juin 2019 et a rassemblé les collectivités des 4 sites suivis ainsi que les partenaires techniques et scientifiques. Le 8 janvier 2020, le comité scientifique s'est réuni et a validé l'ensemble des résultats et des orientations proposées par le comité de pilotage.

La Guyane a également accueilli en mars 2019, un des ateliers de l'EUCC France (Coastal & Marine Union association⁴). L'objectif de ces ateliers est de réunir l'ensemble des chercheurs, gestionnaires et élus et de mener des échanges et réflexions autour des problématiques de gestion d'un secteur donné du littoral français. L'ODYC a participé à l'animation de cet atelier mené en Guyane.

En parallèle, plusieurs actions de sensibilisation auprès du grand public ont été menées à travers des animations auprès des classes de collège, la participation à la Fête de la science ou encore les « Apéro sciences ». L'abonnement auprès de « Com au carré »⁵ a été renouvelé pour l'année 2019/2020. Ce blog publie des informations sur les activités et les résultats de l'ODYC.

3.2. CALENDRIER

La figure ci-dessous résume l'ensemble des actions menées dans le cadre de l'ODYC sur l'année 2019 (Illustration 6).

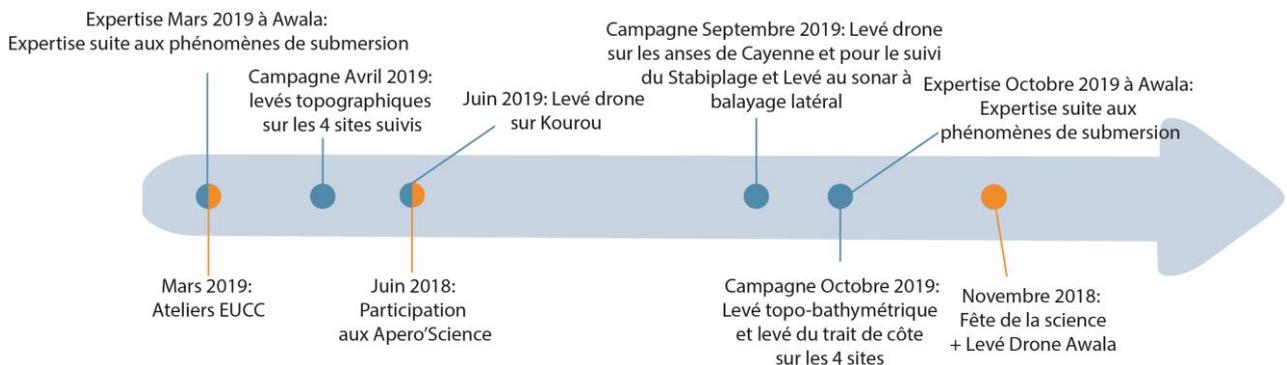


Illustration 6 : Échelle temporelle des actions menées dans le cadre de l'ODYC en 2019.

⁴ <http://euccfrance.fr/index.php/ateliers>

<https://www.eucc.net/en>

⁵ <http://com-au-carre.fr>

4. Données acquises et méthodes

La méthode d'acquisition des mesures topo-bathymétriques est identique chaque année. Les éléments détaillés dans cette partie s'appuient donc sur les travaux précédents (Longueville *et al.*, 2018).

4.1. SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE

4.1.1. Acquisition des données

Les levés topo-bathymétriques permettent de suivre l'évolution morpho-sédimentaire des plages. Deux types de mesures sont réalisées :

- 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, en saison des pluies (avril/mai) et en 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 la réalisation de 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 mode RTK permet d'obtenir des mesures de précision centimétrique en planimétrie et en vertical.

Le levé topographique au DGPS en mode RTK consiste à utiliser un récepteur en le plaçant sur un repère géodésique (la base) dont les coordonnées précises sont connues. Le système compare la position calculée en temps-réel par ce récepteur et sa position connue, et détermine une correction de position à appliquer à un récepteur mobile qui effectue le levé.

Cette correction est transmise au mobile en temps-réel par liaison radio.(Illustration 7).

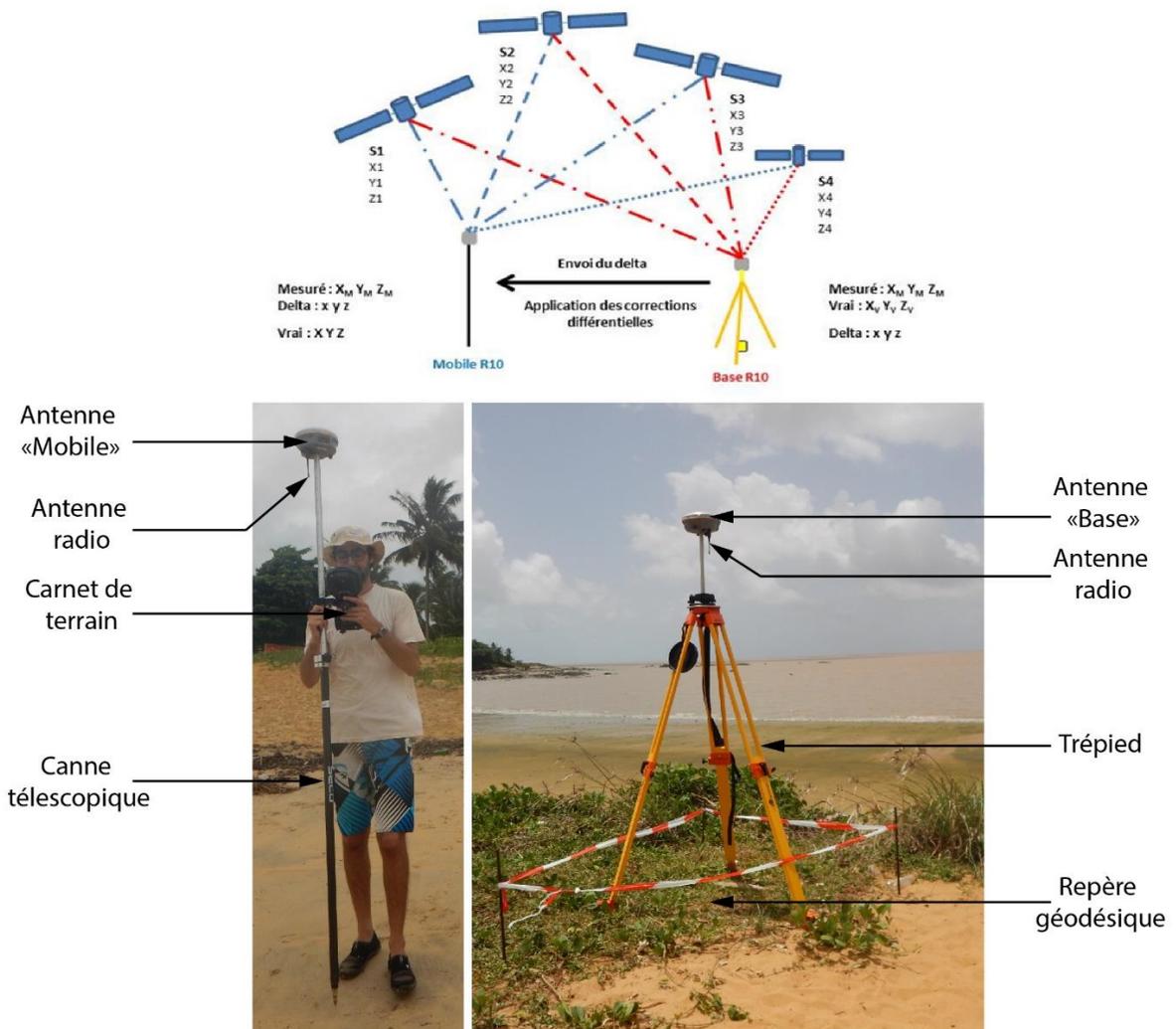


Illustration 7 : En haut, schéma explicatif du fonctionnement d'un DGPS (Hoareau, 2016) en bas illustration de la base et d'un mobile R8s (© BRGM).

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'estran⁶ 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 8, A).

⁶ Zone comprise entre les plus hautes et les plus basses mers connues ou zone de balancement entre les marées.



Illustration 8 : 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 d'une campagne à l'autre (Illustration 8, B). Les trois indicateurs géomorphologiques utilisés pour la délimitation de la position du trait de côte sont : la limite de végétation, la laisse de mer⁷ et le pied du talus d'érosion (Illustration 9). En cas de doute dans le choix de l'indicateur, celui situé le plus dans les terres est retenu.



Illustration 9 : Indicateurs géomorphologiques pour caractériser la position du trait de côte : a) talus d'érosion, b) limite de végétation et c) limite de laisse de mer.

b) Levés bathymétriques

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

Ces levés sont réalisés à l'aide du moyen nautique de l'entreprise KTM basée à Kourou. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un sondeur monofaisceau mono fréquentiel PA500 (500 kHz, faisceau conique de 6°, profondeur maximale 50 m) appartenant au BRGM. La sonde bathymétrique envoie une onde acoustique qui est réfléchiée par le fond et récupérée ensuite par le sondeur. Connaissant la célérité⁸ 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 sur le côté du bateau à l'extrémité inférieure d'une perche métallique. À l'autre extrémité, l'antenne du mobile

⁷ Dépôt de matériaux naturels (bois, branchage, algues...) et anthropiques (bouteilles, plastiques...) abandonnés par la mer à marée haute (MEDDTL, 2010).

⁸ Vitesse de propagation d'une onde

DGPS Trimble R8s est fixée et relève la position du bateau en RTK et l'altitude de l'antenne (Illustration 10).



Illustration 10 : Installation de la sonde monofaisceau mono fréquentiel couplée avec le DGPS.

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

4.1.2. 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, les profils ont pu être extraits sous Excel.

b) Données bathymétriques

Les données bathymétriques sont post-traitées sous le logiciel d'acquisition Hydromagic[®]. Les hauteurs d'antenne DGPS et de sondeur sont automatiquement prises en compte, permettant une correction automatique des différences de profondeurs dues à la marée.

⁹ <https://www.eye4software.com/hydromagic/>

La référence altimétrique des fichiers de marées est le zéro hydrographique, les valeurs ont donc été rapportées au zéro NGG¹⁰ avant correction.

Le passage du zéro hydrographique au zéro NGG est tiré du rapport Références altimétriques maritimes, RAM (SHOM,2019) :

- $Z_{NGG} = ZH - 1,886$ [m] pour Kourou ;
- $Z_{NGG} = ZH - 2,382$ [m] pour Awala ;
- $Z_{NGG} = ZH - 1,878$ [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 de houle pour corriger le mouvement vertical du bateau lié aux vagues.

4.2. SUIVI TOPOGRAPHIQUE PAR PHOTOGRAMMÉTRIE DRONE

Avec une bonne préparation, le drone présente l'intérêt de pouvoir être déployé rapidement pour acquérir une vue aérienne globale de la plage étudiée. Les images aériennes acquises permettent par traitement photogrammétrique de construire un Modèle Numérique de Surface (MNS) et un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de très haute résolution (Belon *et al.*, 2015 et De la Torre *et al.*, 2015) des plages suivies.

3.2.1. Acquisition des données

Dans la continuité des acquisitions d'images aériennes par drone initiées en 2016 et 2017, plusieurs levés ont eu lieu :

- en juin 2019, sur la plage de Kourou dans le cadre de la tranche conditionnelle de la convention de l'ODYC, par la société Sentinel© ;
- en septembre 2019, pour le suivi de l'ouvrage *Stabiplage*© et le suivi des petites anses de Cayenne, par la société Sentinel© ;
- en novembre 2019, sur la plage d'Awala-Yalimapo dans le cadre de la tranche conditionnelle de la convention de l'ODYC et par la société Aeroproduct©.

Les acquisitions ont été faites par des drones.

Le recouvrement latéral des clichés des campagnes d'acquisition est de 65 % et le recouvrement longitudinal est de 70 %. Le vol s'est fait à une altitude constante oscillant entre 50 m et 150 m selon les vols et les capteurs photographiques.

Depuis 2016, le suivi par drone allait jusqu'à l'extrémité du centre hippique au nord-ouest de la plage de la Cocoteraie, sur la commune de Kourou. Néanmoins pour comprendre la dynamique de la plage, il est apparu nécessaire de suivre l'ensemble de la cellule sédimentaire entre la pointe Pollux et la pointe Charlotte. L'emprise a donc été étendue et découpée pour des raisons techniques d'autorisations de vol en 3 zones de 1,5 km de long et de 150 mètres de large (Illustration 11).

¹⁰ Niveau général guyanais

Le calage des images a été réalisé à partir de cibles dont les positions ont été relevées à l'aide du DGPS centimétrique Trimble R8s, par le BRGM. Les cibles sont des damiers carré de 30 cm de côté, répartis au centre et aux quatre angles de la zone explorée.



Illustration 11 : Plan de vol de la campagne drone de juin 2019 sur la commune de Kourou.

En parallèle des acquisitions par drone, des points dits : « de contrôles et homologues » sont également levés au DGPS, par le BRGM. Ces points permettent de comparer et vérifier la précision en x, y et z de la mesure et de la restitution photogrammétrique de la topographie et valider ou non le levé en fonction de l'importance des écarts relevés.

4.2.2. Traitement des données

Une fois les données acquises, un premier traitement est effectué par les sociétés Sentinel© et Aeroproduct©, sous le logiciel Photoscan pour :

- 1) vérifier le jeu de données ;
- 2) calibrer le système de prise de vue ;
- 3) mettre en corrélation les couples d'images ;
- 4) caler chacune des images à l'aide des cibles au sol ;
- 5) contrôler la qualité et
- 6) fournir les ortho-photographies au format « .tif », un nuage de points topographique au format « .las » et un MNT au format « .tif ».

À partir du MNT, l'étape suivante consiste à comparer deux MNT entre deux dates différentes à l'aide des outils SIG, afin d'estimer les volumes de sédiment déplacés.

Les données ainsi acquises en 2019 ont été comparées avec le modèle numérique de terrain de 2018. Cette comparaison permet de déterminer le volume de sable déplacé et les apports ou départs de sédiments.

4.2.3. Précision sur la mesure

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

L'erreur moyenne totale (drone et mesure au DGPS confondus) 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 par 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.

4.3. SUIVI SATELLITAIRE : IMAGE SENTINEL 2

4.3.1. 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. D'un pas de temps de 5 à 10 jours, les images obtenues ont une largeur au sol de 290 km et d'une résolution de 10 à 60 mètres selon les bandes spectrales allant du visible au moyen infrarouge. Dans le cadre de l'observatoire les images d'une résolution de 10 m dans le domaine du visible sont utilisées.

Ces images sont en libre accès sur le site de Sentinel : <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>.

4.3.2. Traitement et applications

Les images sont prises à la fin de chaque année afin d'estimer la position des bancs de vase par digitalisation sur écran, à l'échelle de la Guyane et des sites suivis. Les deux indicateurs caractérisés pour identifier la position des bancs de vase sont la limite de turbidité et la limite de déferlement de la houle. Les images à marée basse et présentant une couverture nuageuse la plus faible sont retenues préférentiellement. Néanmoins les interprétations s'affranchissent des conditions hydrodynamiques (houle) pour proposer une comparaison qualitative de la position du banc de vase au cours du temps.

4.4. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE

Chaque secteur est suivi grâce à deux campagnes photographiques effectuées 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 toujours sur les mêmes profils afin de comparer qualitativement l'évolution de la plage.

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 détaillés précédemment.

4.5. PRÉLÈVEMENTS SÉDIMENTAIRES

Dans le cadre de la convention bi-annuelle 2018-2019, des prélèvements sédimentaires sont réalisés une fois par an en parallèle des levés des profils topographiques, menés entre mars et avril. Les deux principaux objectifs de ces prélèvements sont :

- réaliser une caractérisation des sables présents sur l'estran, le proche côtier et le haut de plage (nature des grains et granulométrie) ;
- comparer les évolutions entre les prélèvements réalisés entre 2018 et ceux de 2019.

Le protocole d'échantillonnage à consister à prélever des sédiments, sur les mêmes points que ceux de 2018. Ces points sont répartis le long de chaque profil topographique de l'ensemble des sites. Trois prélèvements ont été réalisés respectivement sur le haut de plage, l'estran et le bas de plage (Illustration 12). Chaque échantillon a respecté la codification suivante, « ODYC19-numéro du profil-numéro de la position ». Le numéro de la position est soit : 01 : haut de plage, soit 02 : estran ou 03 : bas de plage. Ainsi le numéro ODYC19-S2-03, correspond à l'échantillon prélevé en 2019 sur le bas de plage du profil S2. Au total, 76 échantillons ont été prélevés, 4 n'ont pas pu être prélevés à cause de la présence de la mangrove notamment sur le profil A1 à Awala, et de la présence d'enrochement (ODyC19-K4-03) ou de zone urbanisées (ODyC19-C11-01 et ODyC19-C10-01).

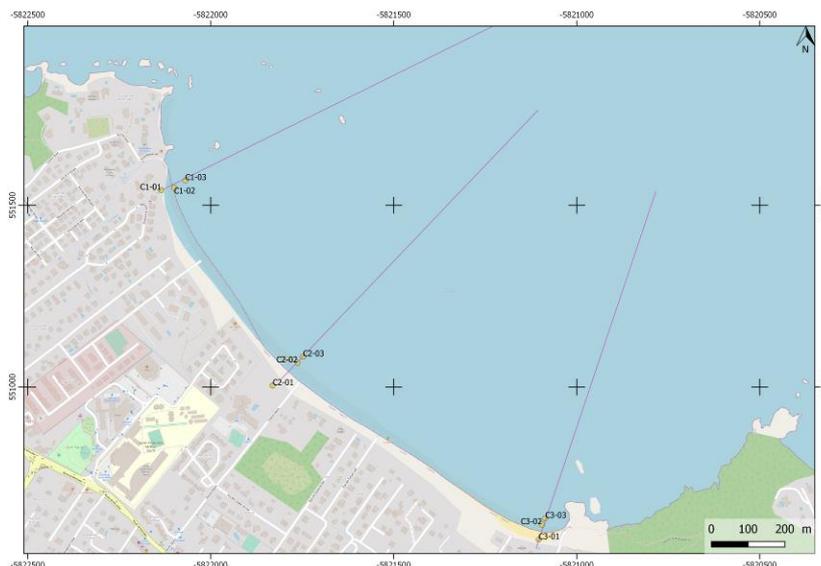


Illustration 12 : Position des prélèvements sédimentaires sur la plage de Montabo à Cayenne.
Fond : OpenstreetMap.

Sur chaque échantillon, un quartage a été réalisé afin d'homogénéiser l'échantillon pour que la fraction analysée reste représentative à l'échelle du prélèvement. Les échantillons prélevés constitués de sable (66 en 2019), ont été envoyés au bureau d'étude LBTPG¹¹ pour analyses granulométriques sur colonne. Celles-ci sont réalisées suivant la Norme NF EN ISO 17892. Les Tamis utilisés ont des mailles de 2, 1, 0.5, 0.2 et 0.08 mm. Si l'échantillon présente des grains plus grossiers, les mesures sont réalisées avec des tamis supplémentaires de 20, 10 et 5 mm.

En parallèle, les échantillons du haut de plage et de l'estran sont analysés à la loupe binoculaire afin de déterminer la nature des sables et une fiche caractéristique est renseignée pour chaque échantillon.

L'ensemble des résultats granulométriques, les analyses à la loupe binoculaire et la localisation des échantillons sont regroupés sur le CD attaché au présent document.

4.6. SUIVI AU SONAR À BALAYAGE LATÉRAL

Dans le cadre de l'ODYC, des missions au sonar à balayage latéral ont lieu au large de Cayenne. La campagne GSand19 d'acquisition au sonar à balayage latéral a eu lieu entre le 2 octobre et le 14 octobre 2019. Le bateau utilisé est le Django de l'entreprise Wayki Village dont le capitaine est Bruno Solignon et le matelot Miranda dos Santos Fransciney. Le bateau a été équipé avec un sonar à balayage latéral ainsi que d'un sondeur bi-fréquence monofaisceau (Illustration 13).



Illustration 13 : Le Django utilisé pour la campagne d'acquisition en mer (BRGM, 2018).

4.6.1. Acquisition des données

a) Sonar à balayage latéral

Le sonar latéral mesure les échos acoustiques du fond en incidence rasante. Les faciès rétrodiffusés informent sur la nature du fond et les structures sédimentaires qui s'y trouvent.

¹¹ LBTPG : Société Ginger LBTPG spécialiste dans l'ingénierie géotechnique et les essais en laboratoire

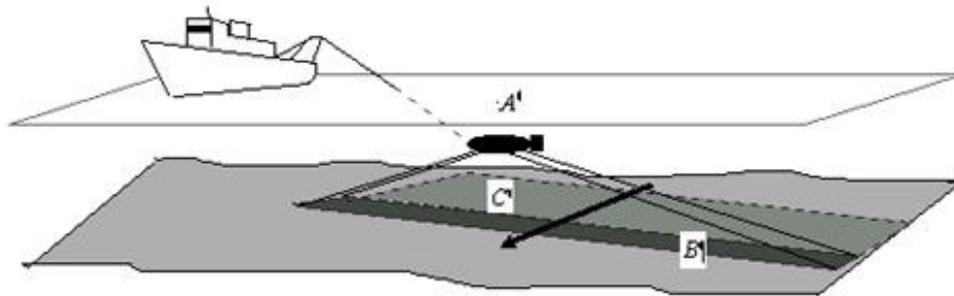


Illustration 14 : Mise en œuvre d'un sonar latéral - A: poisson remorqué - B: surface insonifiée instantanée C: surface couverte par les émissions précédentes. Source : Ifremer.

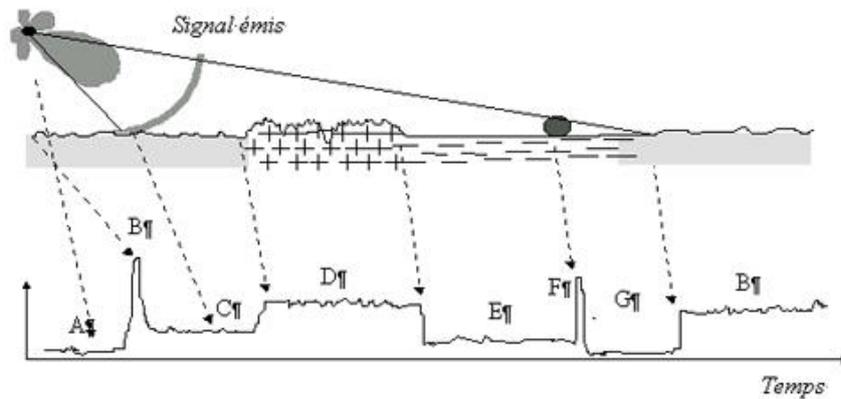


Illustration 15 : Fonctionnement d'un sonar latéral - A: bruit et réverbération dans l'eau- B: premier écho de fond- C: zone de sable- D: roche- E: vase- F: écho de cible- G: ombre portée par la cible. Source : Ifremer.

Comme lors de la campagne 2018, le sonar latéral utilisé est un modèle Edgetech bi-fréquence 4125 (400 kHz et 900 kHz) associé à 150 m de câble électroporteur sur touret. L'acquisition des données est gérée par la centrale Edgetech et le logiciel *EdgeTech Discover*®. Le logiciel permet des réglages de gain, de contraste et de largeur de mesure pour la visualisation et l'acquisition en temps réel. Il contrôle également l'enregistrement des fichiers bruts. Pour cette mission, les fichiers ont été enregistrés au format usine Edgetech (.jsf) et au format interopérable (.xtf) pour les 2 fréquences du sonar. Le positionnement du navire est assuré par un GPS métrique Garmin. La longueur filée de câble est saisie manuellement dans le logiciel, la hauteur d'eau (sous le poisson et au-dessus) est mesurée par détection du fond et par un capteur de pression embarqué. Le cap est fourni par le GPS ou le capteur embarqué dans le poisson.

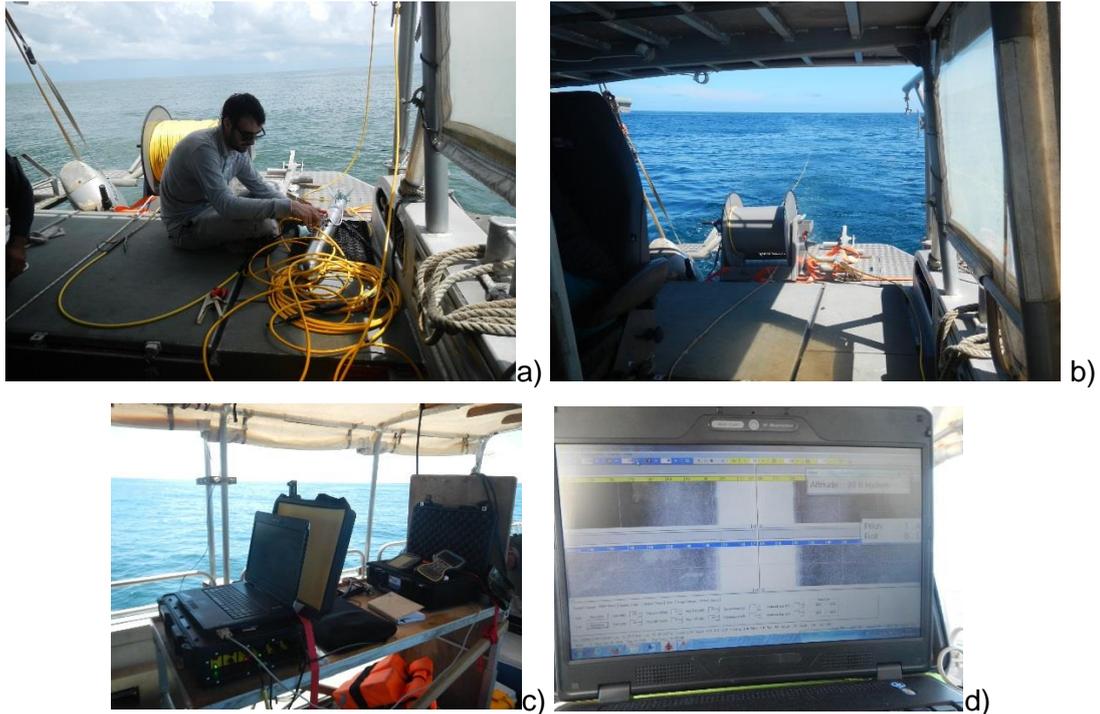


Illustration 16 : Déploiement du sonar le long du câble de 150m à l'arrière du bateau et acquisition de la donnée auprès de l'ordinateur de contrôle (BRGM, 2018).

b) Sondeur bi-fréquentiel

Des acquisitions au sondeur bi-fréquentiel ont été effectuées simultanément. Le sondeur employé est un modèle Valeport Surveyor équipé d'une sonde bi-fréquence (33/200 kHz), prêtée par le CNRS et le groupement GDR-LIGA. Cet instrument est utile pour l'étude des zones vaseuses. Ainsi, la basse fréquence permet de pénétrer dans les vases molles ou la crème de vase et renvoie la profondeur du fond dense ou induré ; la haute fréquence (200 kHz) ne pénètre pas ou très peu dans les sédiments et permet de positionner le toit d'une couche de vase fluide.

Le sondeur est couplé à un GPS métrique. Le système Valeport permet une acquisition autonome et une liaison par câble RS232 pour un enregistrement sur PC via le logiciel Hydromagic. Dans cette configuration, le système ne permet pas l'enregistrement du signal brut de l'échosondeur, mais l'enregistrement des deux fréquences fournit des informations complémentaires aux mesures du sonar latéral.

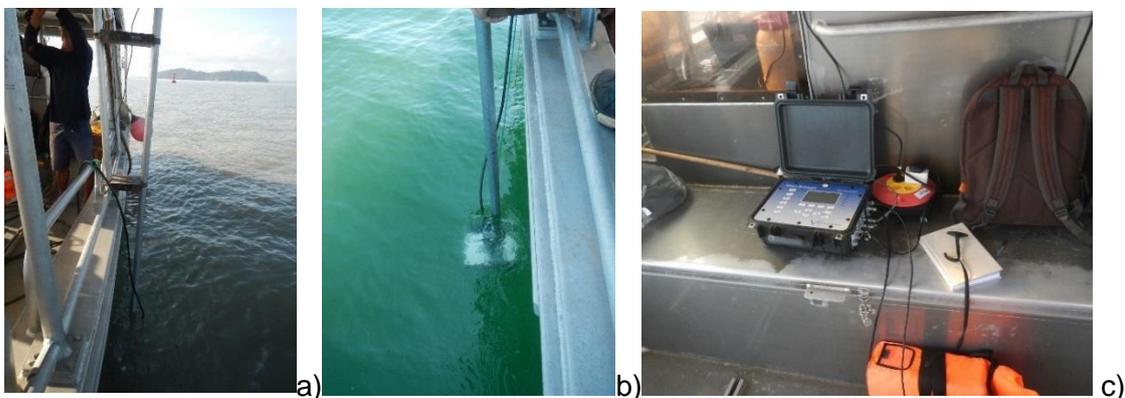


Illustration 17 : Déploiement de la sonde bifréquentielle et acquisition de la donnée (BRGM, 2018).

c) Prélèvement à la benne

Les prélèvements à la benne ont pour objectif de caler les nuances de gris des faciès acoustiques obtenus sur les images sonar : associer un faciès acoustique à un faciès sédimentaire. Les prélèvements se font à la surface du fond à l'aide d'une benne Shipeck légère. Elle est équipée d'un godet monobloc qui pivote sur lui-même. Elle a été opérée manuellement depuis l'avant du navire à partir d'un mâtereau permettant le déport de l'engin. Les prélèvements sont photographiés, positionnés, décrits de façon succincte et conditionnés pour analyses ultérieures. Les prélèvements ont eu lieu sur l'ensemble du secteur insonifié. L'ensemble des résultats des prélèvements à la benne sont regroupés en Illustration 18.

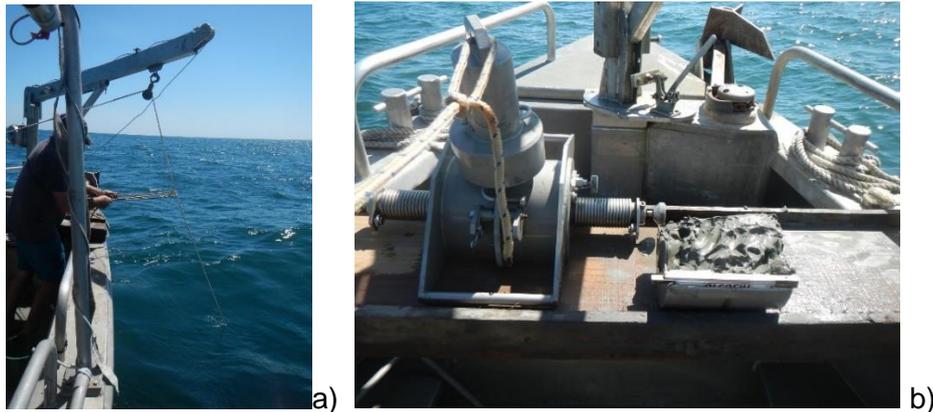


Illustration 18 : Utilisation de la benne shipeck à l'aide d'une potence à l'avant du bateau (BRGM, 2018).

d) Géométrie d'acquisition

Lors de la campagne d'octobre 2019, la sonde bi-fréquentielle était positionnée sur le côté tribord du bateau à une profondeur de 0,55 m. Le sonar pour les petits fonds (<10m) était tracté en subsurface à l'arrière du bateau. Pour les fonds de profondeur supérieure à 10 m le sonar a été déployé à l'arrière du bateau à l'aide du touret de 150 m (Illustration 19). La vitesse moyenne du bateau était autour de 5 nœuds.

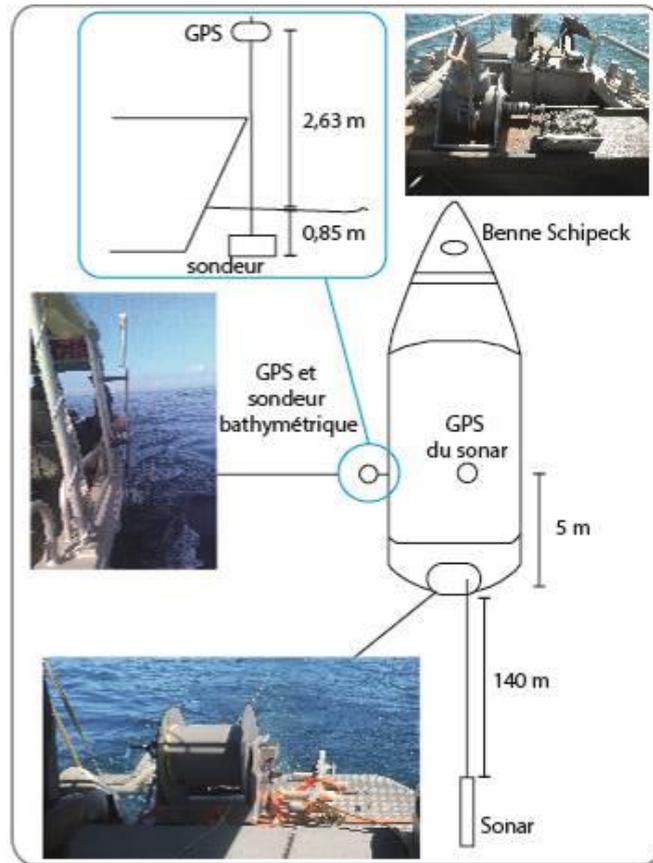


Illustration 19 : Géométrie d'acquisition du sonar à balayage latéral et de la sonde bathymétrique bi-fréquentielle.

4.6.2. Traitements des données du sonar à balayage latéral

Les données de sonar à balayage latéral ont été post-traitées avec le module dédié du logiciel Hypack 2018©. Ce traitement a pour but de réaliser une mosaïque d'images géoréférencée qui permet l'interprétation et la cartographie des faciès acoustiques. Il s'agit de transformer une image rectiligne brute en une image optimisée et géoréférencée.

Plusieurs étapes de post-traitement sont nécessaires :

- lissage de la navigation du sonar et de son cap, suppression des virages afin de limiter la superposition des fauchées qui altère les images lorsqu'elles sont géoréférencées (Illustration 20) ;

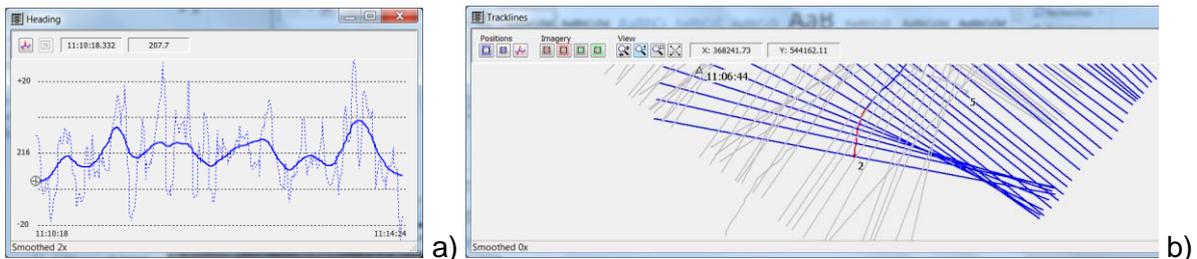


Illustration 20 : Modules de traitement Hypack ; a) lissage du cap du sonar latéral b) nettoyage de la navigation et suppression des virages.

- suppression de la zone sourde centrale de l'image brute, qui correspond à la profondeur d'eau. Bien que le logiciel propose des options de détection automatique du fond (bottom tracking), des ajustements manuels ont été nécessaires pour cette mission ;

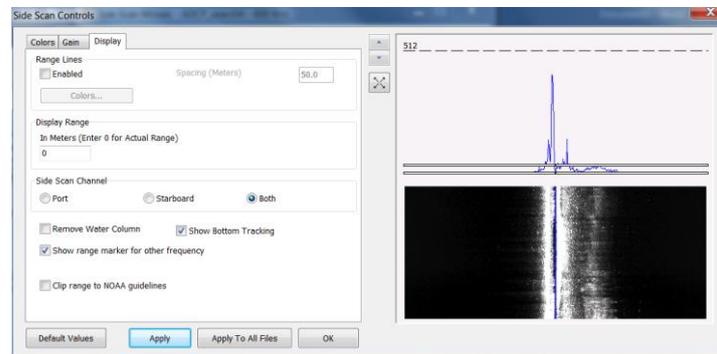


Illustration 21 : Image brute sans correction de la profondeur et en palette de couleur niveau de gris inversée. La ligne de fond (bleue) ne correspond pas à la zone sourde (en blanc).

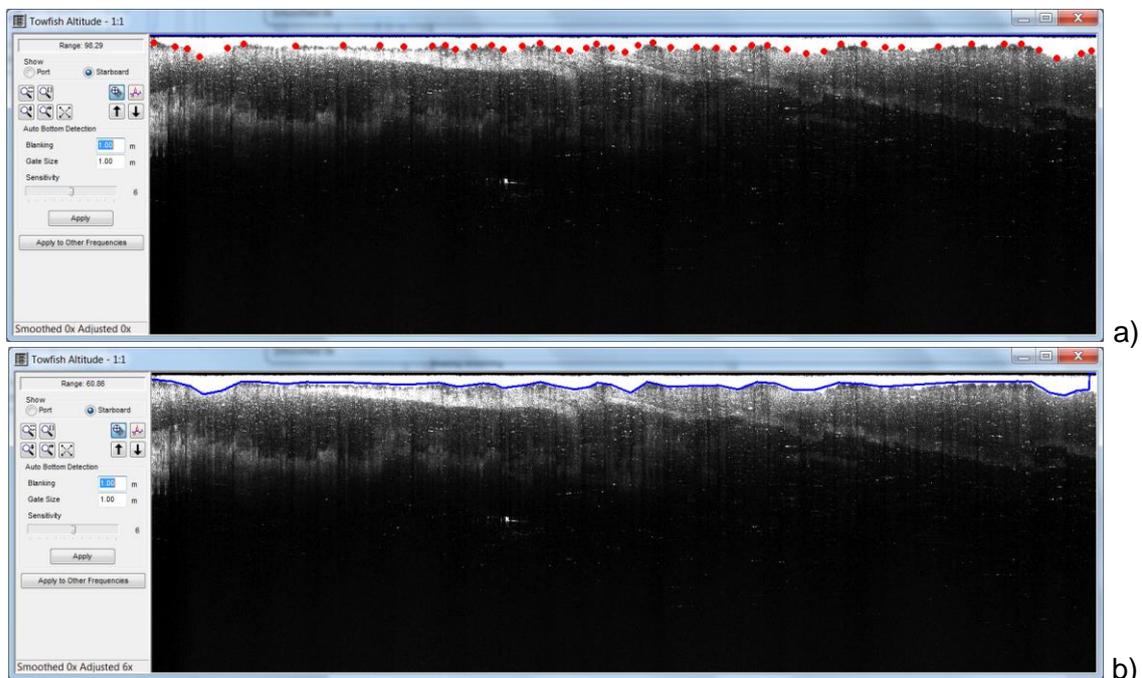


Illustration 22 : Module de correction manuel de la profondeur d'eau sur une voie du sonar latéral. a) numérisation manuel du fond b) la ligne bleue correspond au fond, la zone sourde (blanche) sera supprimée de l'image finale.

- amélioration de la visualisation des données par un travail sur les palettes de couleurs et le gain. Pour ces données, la palette de couleur sélectionnée pour l'exportation est une palette « niveau de gris normale », représentant les faciès les plus absorbants en blanc. Une option de gain automatique optimisé a également été activé (Auto TVG) ;

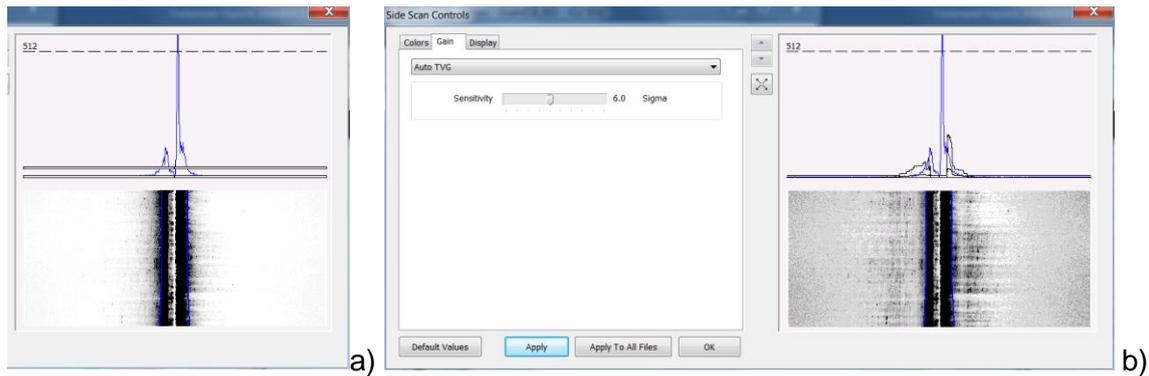


Illustration 23 : Comparaison d'une image brute en palette de couleurs niveaux de gris normale (a) et d'une image optimisée par le gain automatique Auto TVG (b).

- exportation des données traitées sous forme d'images géotiff et de points de navigation au format .csv. Des images brutes géoréférencées à 20 cm de résolution ont été exportées pour chaque profil, puis des images géoréférencées de même résolution, améliorées par l'option de gain automatique et une interpolation entre les fauchées.

5. Résultats

5.1. POSITION DES BANCS DE VASE

Sur la côte guyanaise, cinq bancs de vase de tailles différentes sont identifiés. Le plus long est celui situé en face de la commune d'Iracoubo, il s'étend de la rive gauche de l'embouchure du Sinnamary jusqu'aux rizières de Mana à l'ouest du secteur. Il est long d'environ 80 km et large de 30 km (numéro 2 sur l'illustration 24). A l'échelle du territoire, la côte compte plus de linéaire envasé qu'en position inter-banc. Sur les 4 secteurs suivis dans le cadre de l'observatoire, deux sont en position d'envasement (Cayenne, Kourou) et deux sont en front de banc de vase (Awala-Yalimapo, Macouria).

Depuis 2015, un banc de vase est installé sur la commune de Cayenne. Long d'environ 40 km et large de 8,5 km, il a franchi la rivière de Cayenne en 2018 à l'ouest, entraînant un envasement également en face de la plage de Sablance sur la commune de Macouria (encart 3 de l'illustration 24).

Sur la commune de Kourou, la vase restée majoritairement sur la rive droite du fleuve éponyme a franchi le Kourou en 2017. En 2018 et 2019, celui-ci a continué d'avancer vers l'ouest, formant un banc s'étirant sur 36 km et large de 7,5 km (encart 2 de l'illustration 24).

Enfin sur le dernier secteur d'Awala, le banc de vase est bien installé à l'est au niveau de la réserve de l'Amana et ne semble plus avancer du fait de la présence du fleuve Maroni à l'ouest qui joue le rôle d'épi hydraulique (encart 1 de l'illustration 24).

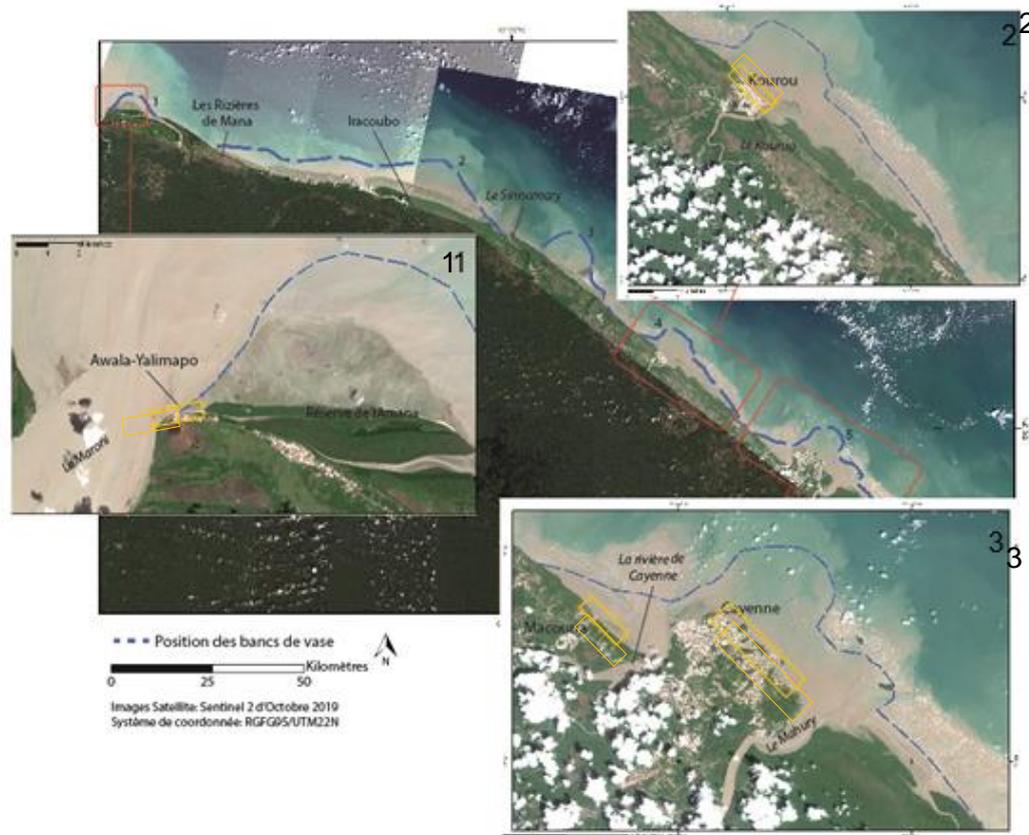


Illustration 24: Position des bancs de vase à l'échelle de la Guyane en 2019 avec trois focus sur les 4 sites suivis dans le cadre de l'ODYC : Cayenne, Macouria, Kourou et Awala (encadrés oranges).

5.2. CAYENNE

5.2.2. Présentation du site

Les plages de la presqu'île de Cayenne suivies dans le cadre de l'ODyC regroupent 4 grandes unités (Illustration 25) :

- l'anse de Rémire, située à l'extrémité est dans l'embouchure du Mahury est longue d'environ 3 km. Cette anse est la plus urbanisée avec des ouvrages de défense en enrochements qui protègent les enjeux situés sur la plage ainsi que des boudins en géotextile de type Stabiplage© pour la protection de la route située en arrière ;
- l'anse de Montjoly située entre deux promontoires rocheux : le Mont Ravel et le Mont Bourda, constitue la plus grande plage sableuse de la presqu'île de Cayenne longue d'environ 3,6 km. Des ouvrages de protection Stabiplage© (boudins géotextiles) ont été installés sur la plage en décembre 2017. Depuis un suivi particulier de ces ouvrages est mené dans le cadre de l'ODyC ;
- l'anse de Montabo, longue d'environ 1,5 km est une plage de poche délimitée par le Mont Bourda à l'est et le Mont Montabo à l'ouest ;
- les petites anses de Cayenne, séparées entre elles par des promontoires rocheux, sont au nombre de 4 : Chaton, Nadau, Méret et Hôpital. Ces plages, longues d'en moyenne 500 m, sont très urbanisées et présentent un faible cordon sableux.

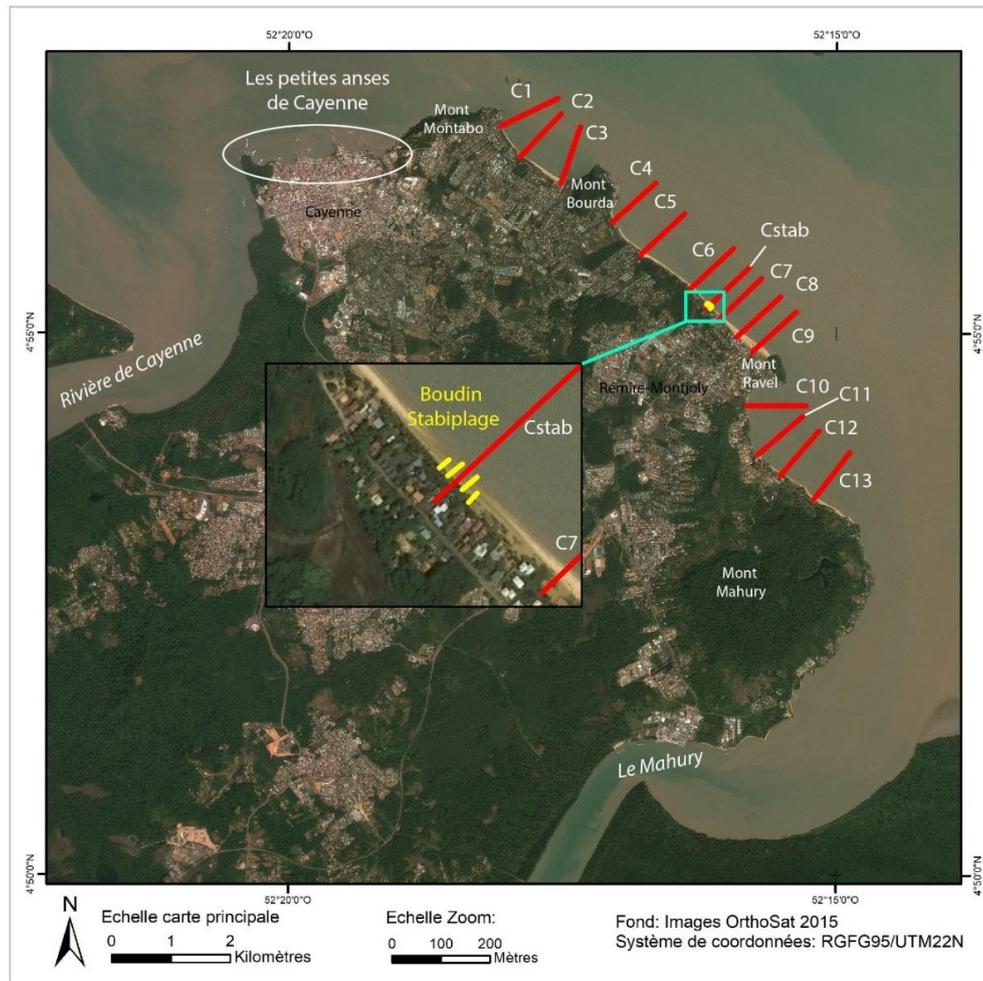


Illustration 25 : Profils suivis dans le cadre de l'observatoire sur l'île de Cayenne (Longueville et al., 2019).

5.2.3. Anse de Rémire

a) Évolution annuelle du trait de côte

La plage de Rémire peut être décomposée en deux sous-secteurs caractérisés par un changement d'orientation de la côte :

- le premier secteur orienté nord/sud s'étend de l'auberge des plages à l'extrémité est de la plage. Ce secteur, très urbanisé, a connu peu d'évolution entre 2018 et 2019, mise à part un recul très localisé d'environ -2 m à l'extrémité nord du secteur (encart 1 de l'illustration 26) ;
- le second secteur, situé entre la plage de Gosselin jusqu'au niveau de l'auberge des plages est orienté est/ouest. Il est possible de séparer ce secteur en deux sous-cellules délimitées chacune soit par des affleurements rocheux, comme c'est le cas pour la plage de Gosselin (encart 3 de l'illustration 26), soit par un promontoire rocheux et un enrochement (encart 2 de l'illustration 26). Sur la première, le trait de côte a avancé de 10 m et sur la seconde le trait de côte a avancé de 7 m. Ces avancées sont générées par le déplacement du sable sous l'action de la dérive littorale d'est en ouest. Les enrochements par leur nature bloquent le transit sédimentaire sur l'ensemble de la plage de Rémire, ainsi à l'ouest des enrochements de l'encart 2, le trait de côte a reculé d'environ -7 m (encart 2 de l'illustration 26).

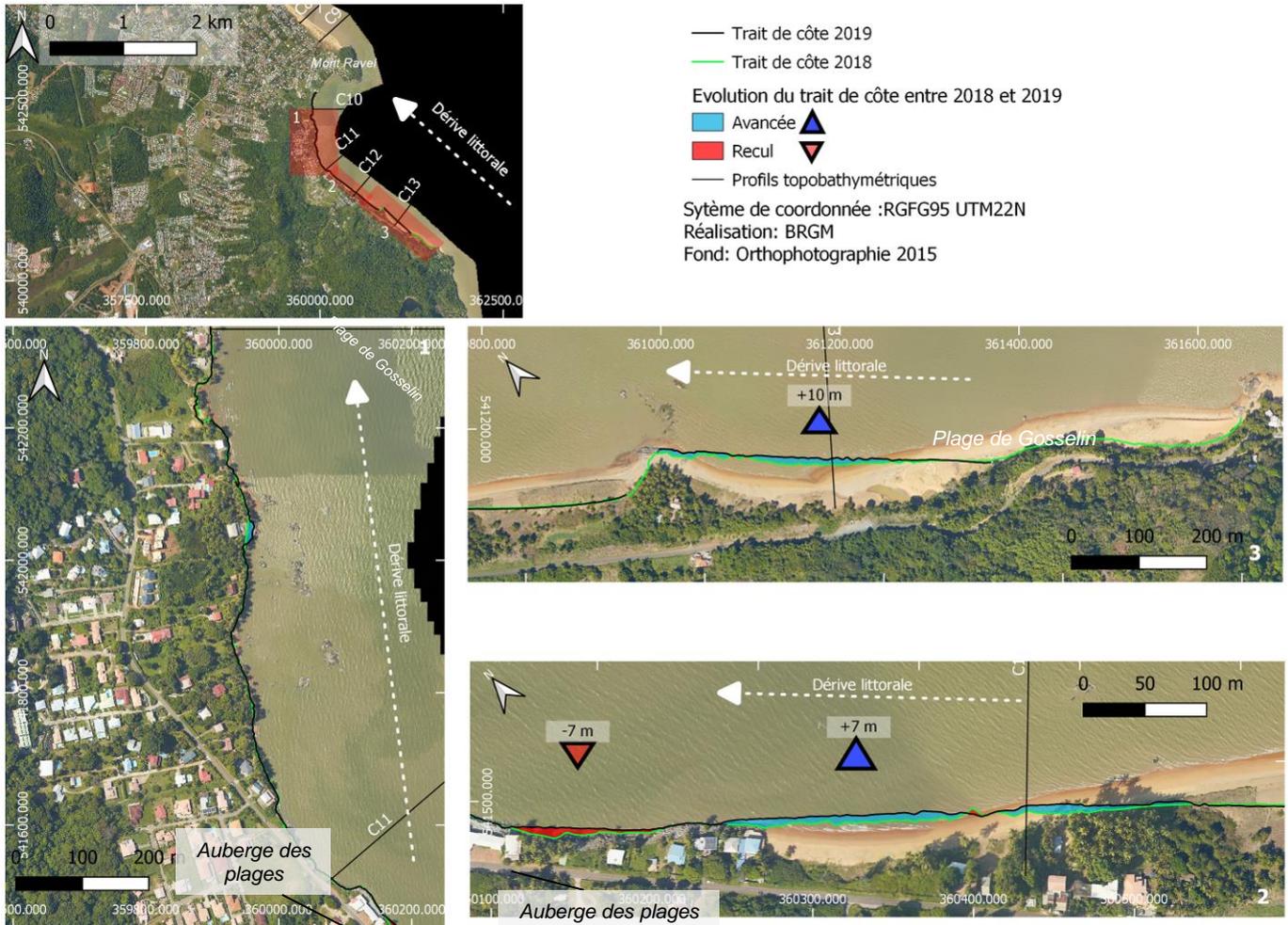


Illustration 26 : Évolution annuelle du trait de côte au niveau de l'anse de Rémire entre octobre 2018 et octobre 2019.

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

Sur le premier secteur les profils topographiques C10 et C11 sont très urbanisés avec la fixation du trait de côte par les ouvrages de protections, permettant une évolution uniquement au niveau de l'estran. Ces zones connaissent une faible évolution entre 2018 et 2019, avec une légère accrétion au niveau du profil topographique C11 traduisant un ensablement de l'estran (Illustration 27).

Entre octobre 2018 et novembre 2019, la bathymétrie du secteur a changé radicalement de morphologie. Avant octobre 2018, le proche côtier était homogène avec un profil subhorizontal, caractéristique des milieux dissipatifs. Entre octobre 2018 et 2019, une barre vaseuse pré-littorale s'est formée entre 300 et 400 m de la côte. Cette barre vaseuse large d'environ 200 m s'accompagne d'un changement de pente vers le large. Ainsi sur le profil C11, la partie subtidale du profil peut être décomposée en trois zones (Illustration 27) :

- une zone horizontale à subhorizontale, située à 400 m de la position du trait de côte, étant considérée comme une zone dissipative ;
- une barre vaseuse, large de 200 m et centrée à environ 500 m de la position du haut de plage ;

- une zone au large (zone offshore) présentant une pente d'environ 0,2%, étant donc plus réfléchive que la première zone.

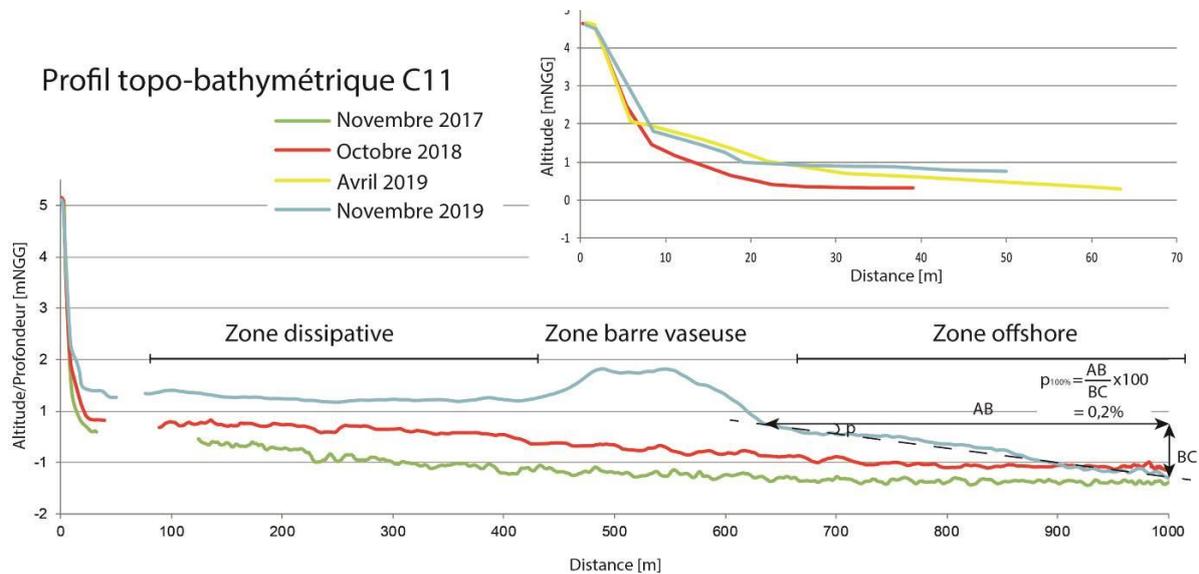


Illustration 27: Évolution du profil topo-bathymétrique C11 entre novembre 2017 et novembre 2019.

La formation de la barre vaseuse apparaît également sur le profil C10, mais de manière moins marquée et plus étalée. Les barres pré-littorales se forment sous l'action des houles incidentes. Cette différence entre les deux profils est à mettre en relation directe avec l'orientation de la côte et des profils. Le profil C10, orienté est/ouest perpendiculairement à la côte, engendrerait une barre pré-littorale plus large (environ 300 m) sous l'action des houles du nord-est, qui viennent de manière frontale sur les autres profils (Illustration 28).

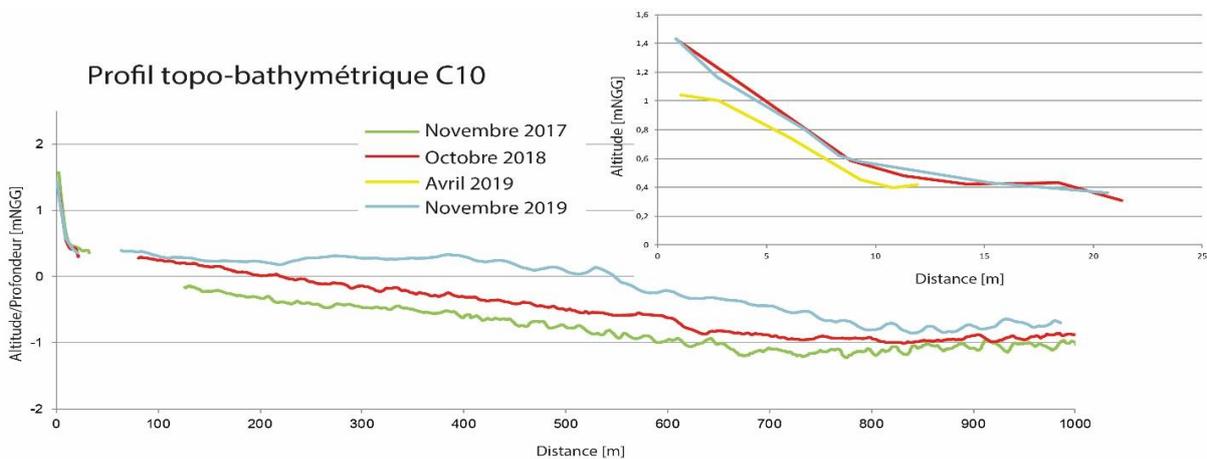


Illustration 28 : Évolution du profil topo-bathymétrique C10 entre novembre 2017 et novembre 2019.

Cette barre vaseuse peu profonde et continue sur l'ensemble de l'anse, est assez difficile à cartographier, pour des raisons de sécurité lors de la navigation. Ainsi il n'a pas été possible de le faire pour les profils C12 et C13.

Néanmoins, les profils topo bathymétriques C12 et C13, enregistrent un envasement sur la partie proximale à la côte avec une élévation de 1 m traduisant la présence de la barre. De même que pour le profil C11, un changement radical de la pente au large est observée avec un profil qui

était subhorizontal avant 2018 passant à un profil présentant une pente de 0,2 % entre 2018 et 2019 (Illustration 29).

Sur ce secteur de la plage, le haut de plage est moins urbanisé laissant à la plage un degré de liberté entre le haut de plage, l'estran et le proche côtier. Ainsi, les profils C12 et C13 situés en amont de la dérive littorale présentent un abaissement respectivement de 0,5 m et de 1 m du haut de plage entre octobre 2018 et avril 2019. Entre avril 2019 et octobre 2019, les profils sont restés stables (Illustration 29).

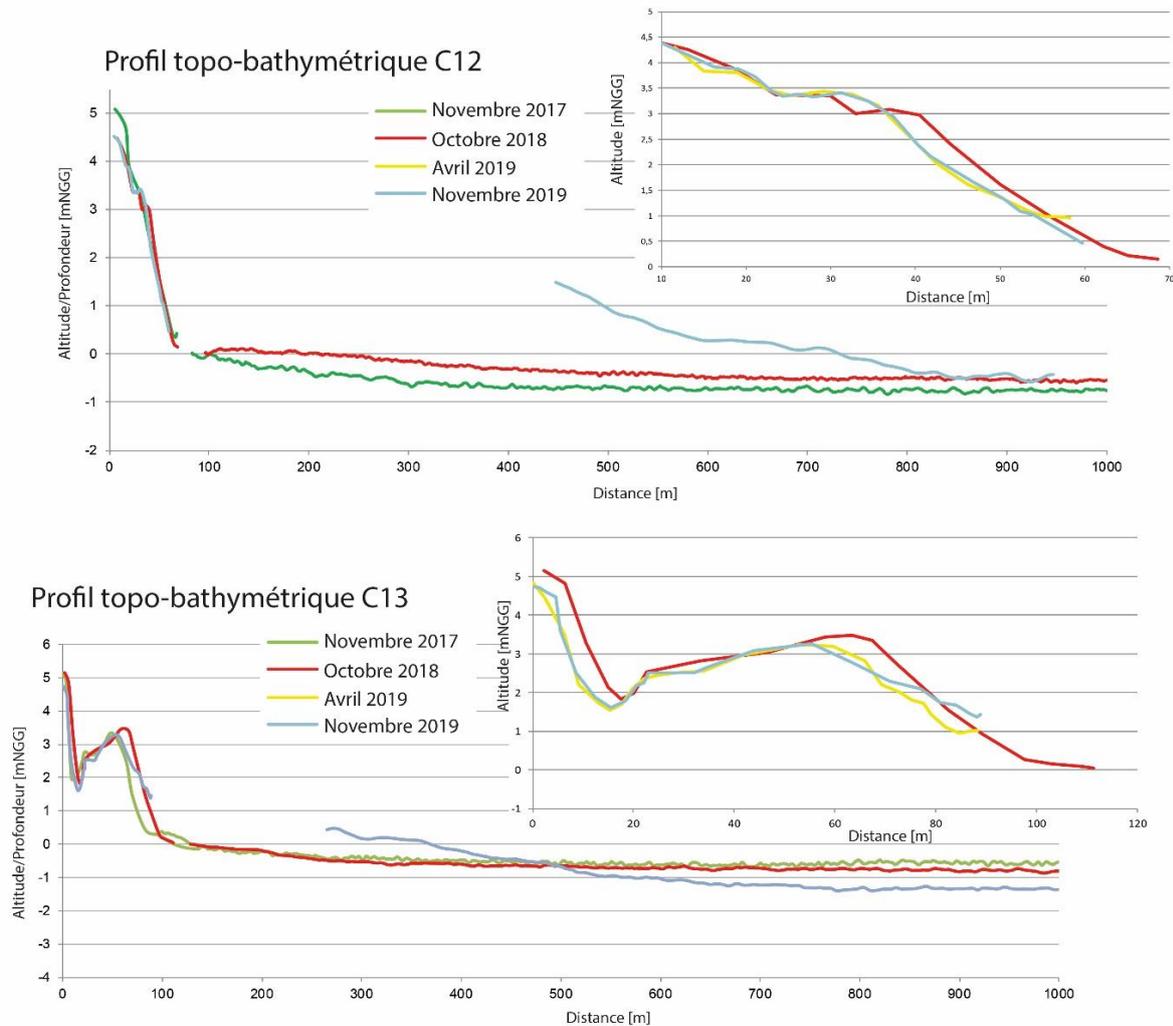


Illustration 29 : Évolution des profils topo-bathymétriques C12 et C13 entre novembre 2017 et novembre 2019.

5.2.4. Anse de Montjoly

a) Évolution annuelle de la position du trait de côte

Entre octobre 2018 et novembre 2019, les trois indicateurs détaillés dans la partie 4.1.a), montrent que le trait de côte sur l'anse de Montjoly, présente une alternance entre recul et avancée. Ainsi, au niveau des extrémités de la plage, le trait de côte a reculé. Un recul de -17 m est enregistré côté Mont Bourda et de -10 m côté Mont Ravel (encart 1 et 3 de l'illustration 30).

La partie centrale située entre l'exutoire des Salines et les ouvrages Stabiplage® enregistre une avancée du trait de côte atteignant +27 m à l'est des boudins en géotextile. À l'ouest des Stabiplage®, en aval de la dérive, le trait de côte est resté stable voir a reculé de quelques mètres, jusqu'à l'exutoire des Salines (encart 2 et 3 de l'illustration 30). Au niveau de l'exutoire, le trait de côte a reculé d'environ -25 m du fait de la mobilité du prisme d'accrétion et du déplacement vers l'ouest de l'embouchure (encart 1 de l'illustration 30).

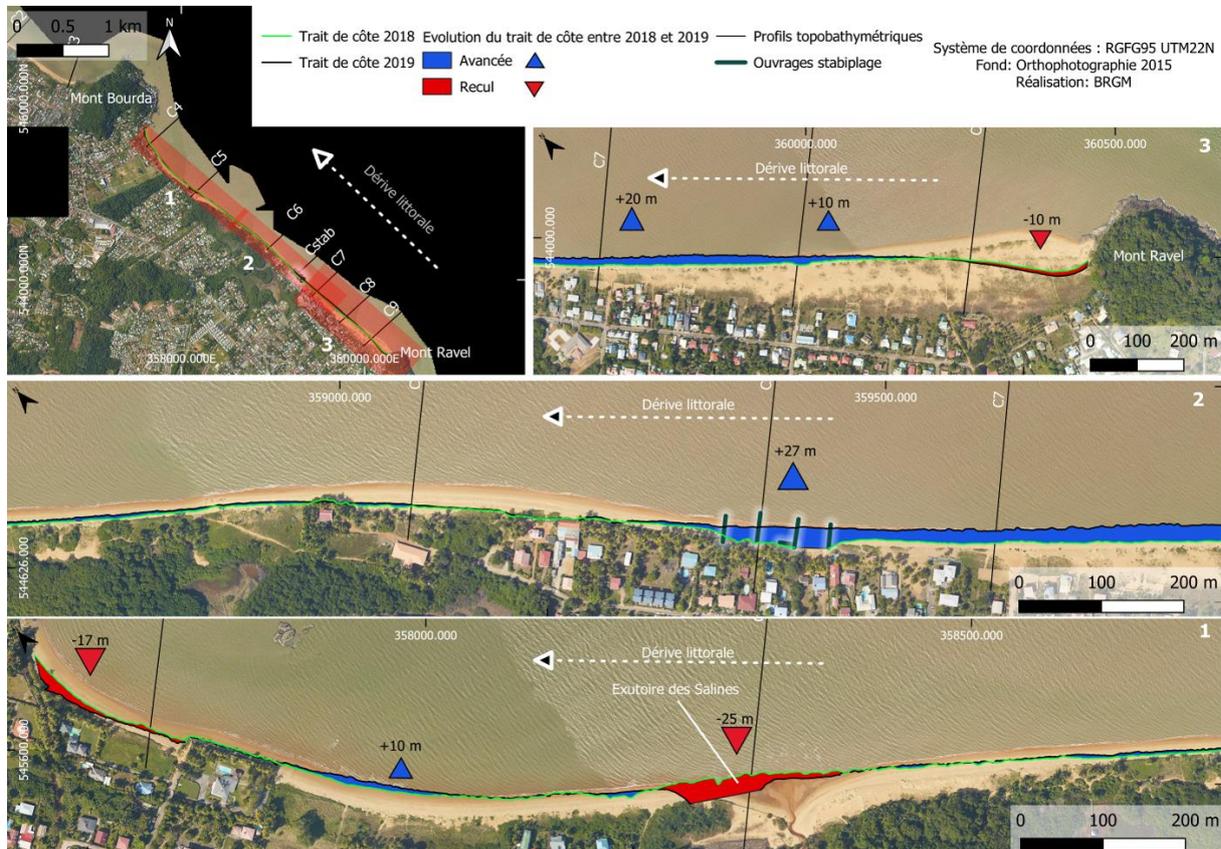


Illustration 30 : Évolution annuelle de la position du trait de côte au sein de l'anse des Salines entre octobre 2018 et novembre 2019.

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

L'analyse des profils topo-bathymétriques, montre que l'anse de Montjoly continue de s'envaser sur le bas de plage avec une diminution de -80 cm de la bathymétrie vers le Mont Ravel (profil C9 de l'illustration 31) à -1,5 m en direction du Mont Bourda (profil C4 de l'illustration 31) entre octobre 2018 et novembre 2019.

La comparaison des profils topographiques indique un abaissement de la plage et de l'estran, entre octobre 2018 et avril 2019, et une stabilité entre avril 2019 et novembre 2019. Les mouvements topographiques semblent donc se dérouler essentiellement lors de la saison des pluies. Les reculs du trait de côte observés aux extrémités de la plage (C9 et C4) sont associés à de l'érosion du bas de plage (-1.60 m sur C9 et -1,4 m sur C4) entre octobre 2018 et avril 2019 (Illustration 31).

Les levés bathymétriques sur ces deux profils montrent la formation d'un replat vaseux (ou bourrelet vaseux), entre la côte et 650 m de distance à la côte pour le profil C4 et la côte et 250 m

pour le profil C9. La bathymétrie au large, au-delà du bourrelet vaseux, présente peu d'évolutions entre octobre 2018 et novembre 2019.

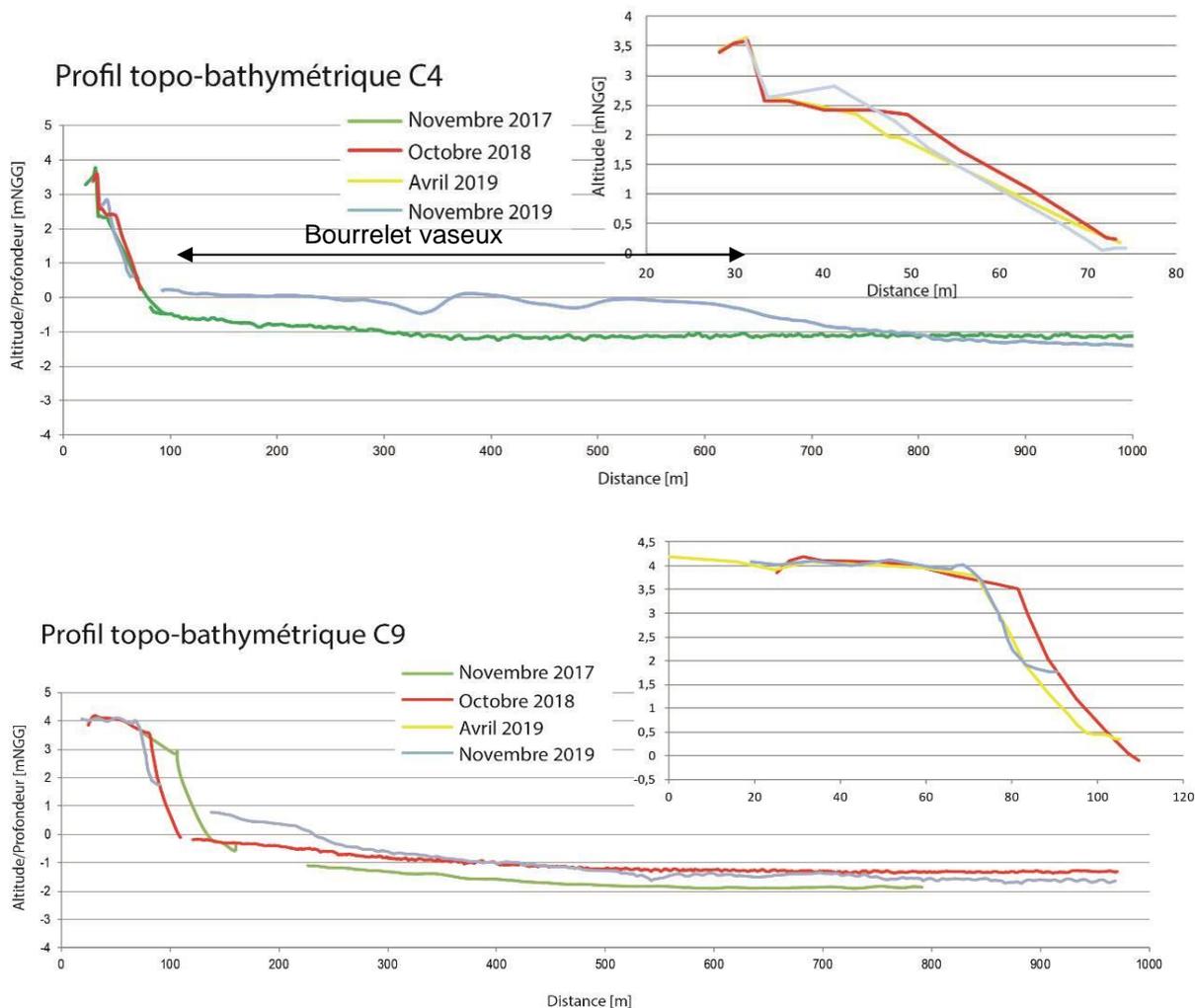


Illustration 31 : Évolutions des profils topo-bathymétriques C4 et C9 entre novembre 2017 et novembre 2019.

Les profils C7, CStab et C8, sont sujets à une accrétion de la plage. Le maximum est atteint (+40 cm) juste avant et au niveau des ouvrages StabiPlage© respectivement le long du profil C7 et Cstab (Profil C7 et Cstab de l'illustration 32).

De manière similaire à C4 et C9, un bourrelet vaseux s'est formé complexifiant la navigation pour la partie proximale de la plage. Toutefois les levés bathymétriques au large montrent une augmentation de la pente du profil entre octobre 2018 et novembre 2019. Initialement subhorizontaux, l'ensemble des profils de C6 à C8 présente en novembre 2019 une pente d'environ 0,2 % (Illustration 32).

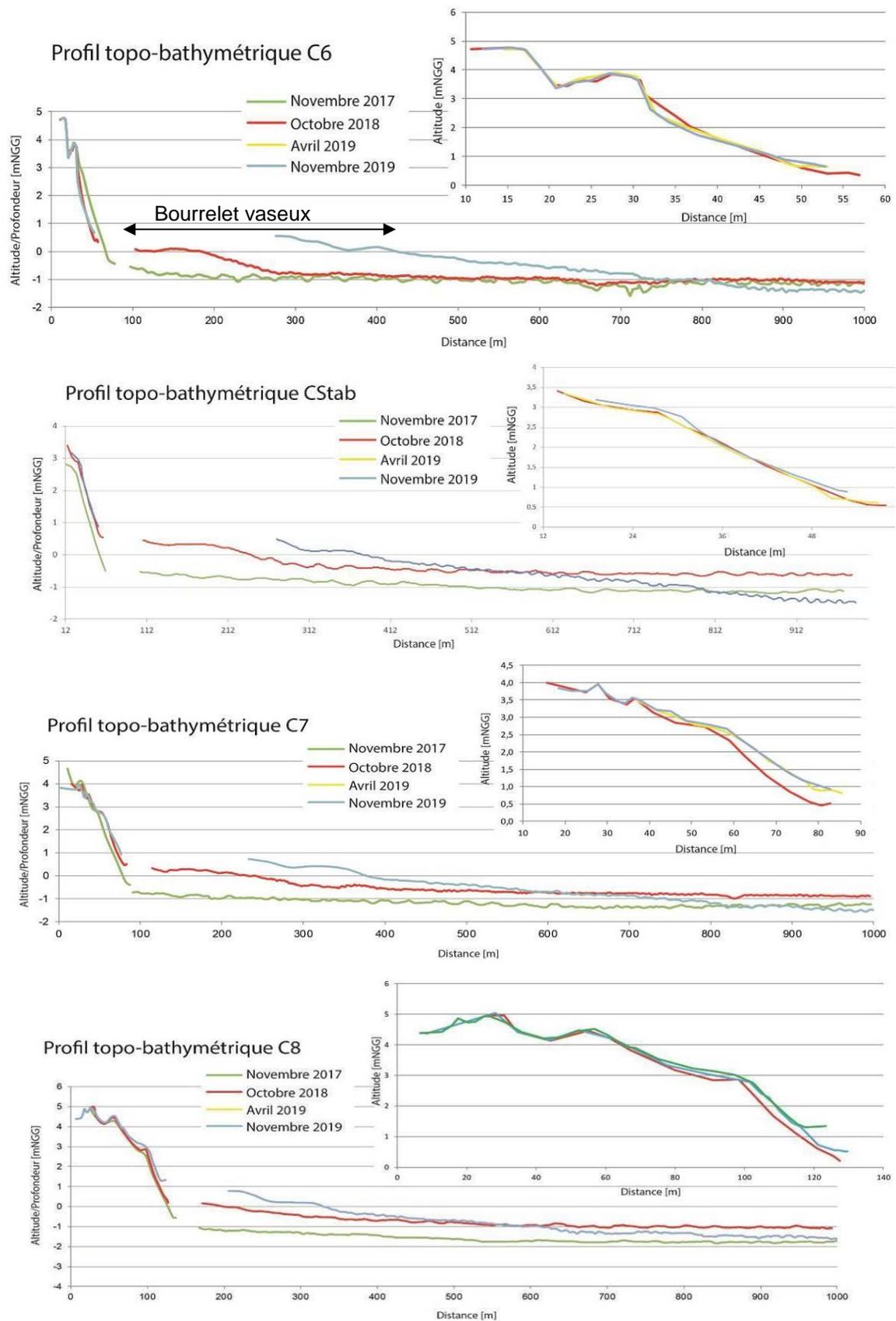


Illustration 32 : Évolution des profils topobathymétriques de C6 à C8 entre novembre 2017 et novembre 2019.

Le profil C5 connaît une évolution morphologique particulière en raison de sa proximité avec l'exutoire des Salines. L'embouchure se déplace vers l'ouest sous l'action de la dérive littorale qui contraint l'écoulement de la crique. Ainsi le haut de plage a connu un recul d'environ -20 m et un abaissement d'un mètre de sa topographie (Illustration 33).

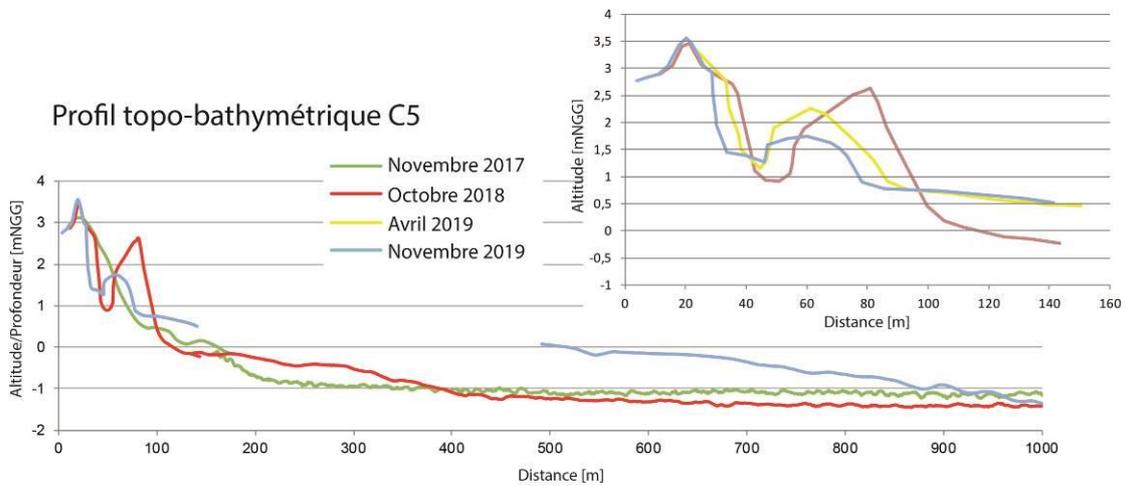


Illustration 33 : Évolution du profil topobathymétrique C5 entre novembre 2017 et novembre 2019 ainsi que de l'embouchure des Salines entre octobre 2018 et novembre 2019 (BRGM).

c) Suivi de l'aménagement Stabiplage®

En décembre 2017, 5 boudins en géotextile (4 perpendiculaires au trait de côte et 2 parallèles en butée de pied du cordon sableux) ont été posés entre le restaurant l'Oasis et l'Avenue Sainte Rita par la société Stabiplage. Ces ouvrages, financés par la mairie et les riverains, ont été construits dans le but de lutter contre les phénomènes d'érosion enregistrés en 2014 et 2015.

En parallèle, en février 2019, le Conservatoire du Littoral propriétaire des Salines a procédé à la destruction d'une maison installée dans son périmètre, avec retrait des gravats et de l'enrochement situé sur le front de mer. Afin de suivre l'évolution du littoral au droit de la maison, l'emprise du levé drone, qui se focalisait initialement sur l'aménagement Stabiplage® a été étendu plus à l'ouest par rapport au levé de 2018.

Le dernier levé a été réalisé en septembre 2019. La comparaison du MNT réalisé en 2018 avec celui de 2019, indique une accrétion en amont de la dérive (entre +50 cm et +1 m) et une érosion en aval. Cette dernière se traduit par des pertes de sédiments correspondant à un abaissement de la topographie de l'ordre de -20 cm à -1 m au pied des enrochements de l'Oasis club (Illustration 34).

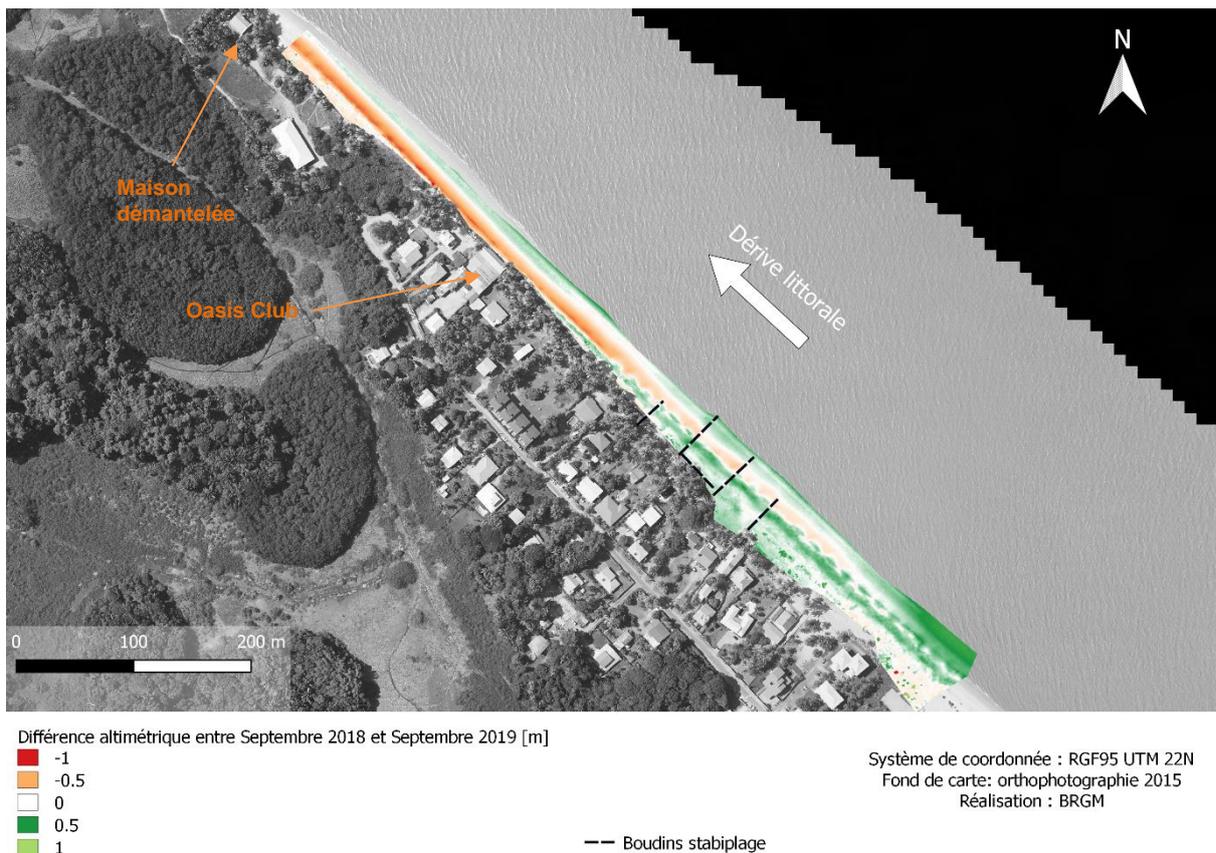


Illustration 34 : Carte représentant les différences altimétriques des MNT réalisés en septembre 2018 et en septembre 2019.

Les boudins en géotextile remplissent actuellement leur rôle en ralentissant le transit sédimentaire sableux d’est en ouest et en favorisant l’accrétion en droit de l’ouvrage et en amont de la dérive. En revanche, ce fonctionnement a pour effet une diminution importante de l’alimentation naturelle en sable de la plage située en aval dérive, entraînant son érosion (profil C6, Illustration 32).

En ce qui concerne les volumes, les calculs à partir des MNT quantifient un départ de sable d’environ -3 700 m³ dans la zone aval dérive en érosion, et une accrétion d’environ +2 640 m³ dans la zone en amont dérive à l’est des ouvrages (Tableau 1). Le bilan global est donc à l’érosion sur cette portion de plage.

Cette observation est locale et n’est pas représentative du comportement global du secteur. Les profils situés plus à l’est, proches du Mont Ravel, montrent de forts reculs sur la même période. Le sable proviendrait donc de l’érosion de la partie est et serait piégé par les ouvrages en géotextile entraînant l’accrétion locale.

Néanmoins pour conclure sur une accrétion ou une érosion globale, il serait nécessaire de faire le suivi à l’échelle de la cellule hydrosédimentaire, à savoir entre le Mont Ravel et le Mont Bourda.

	Volume [m3]	Marge d'erreur [m3]
Accrétion	2643	124
Érosion	-3692	18
Total	-1049	

Tableau 1 : Volumes déplacés entre septembre 2018 et septembre 2019 sur l'emprise l'évée autour de l'ouvrage Stabiplate©.

Ce troisième levé permet de visualiser et de comprendre le fonctionnement du secteur protégé par les boudins Stabiplate© dans des conditions de dérive sédimentaire de l'est vers l'ouest et d'envasement du proche côtier. Il est en revanche nécessaire de poursuivre le suivi pour connaître son fonctionnement dans d'autres conditions d'évolution possibles : cycle inter-banc, phénomène de rotation de plage (inversion du transit sédimentaire). La poursuite du suivi pourrait aussi apporter des éléments importants quant à la fiabilité de l'ouvrage en cas de départ massif de sable, et sur les risques d'affouillement et de déstabilisation que cela pourrait engendrer.

5.2.5. Anse de Montabo

a) Évolution annuelle du trait de côte

L'anse de Montabo présente une alternance de zones en avancée et en recul du trait de côte contrôlée par la dérive littorale (Illustration 35). L'extrémité sud-est de l'anse enregistre un recul de -10 m (encart 4). En remontant vers le nord-ouest, le trait de côte alterne entre avancée et recul, les valeurs oscillent autour de 3 m.

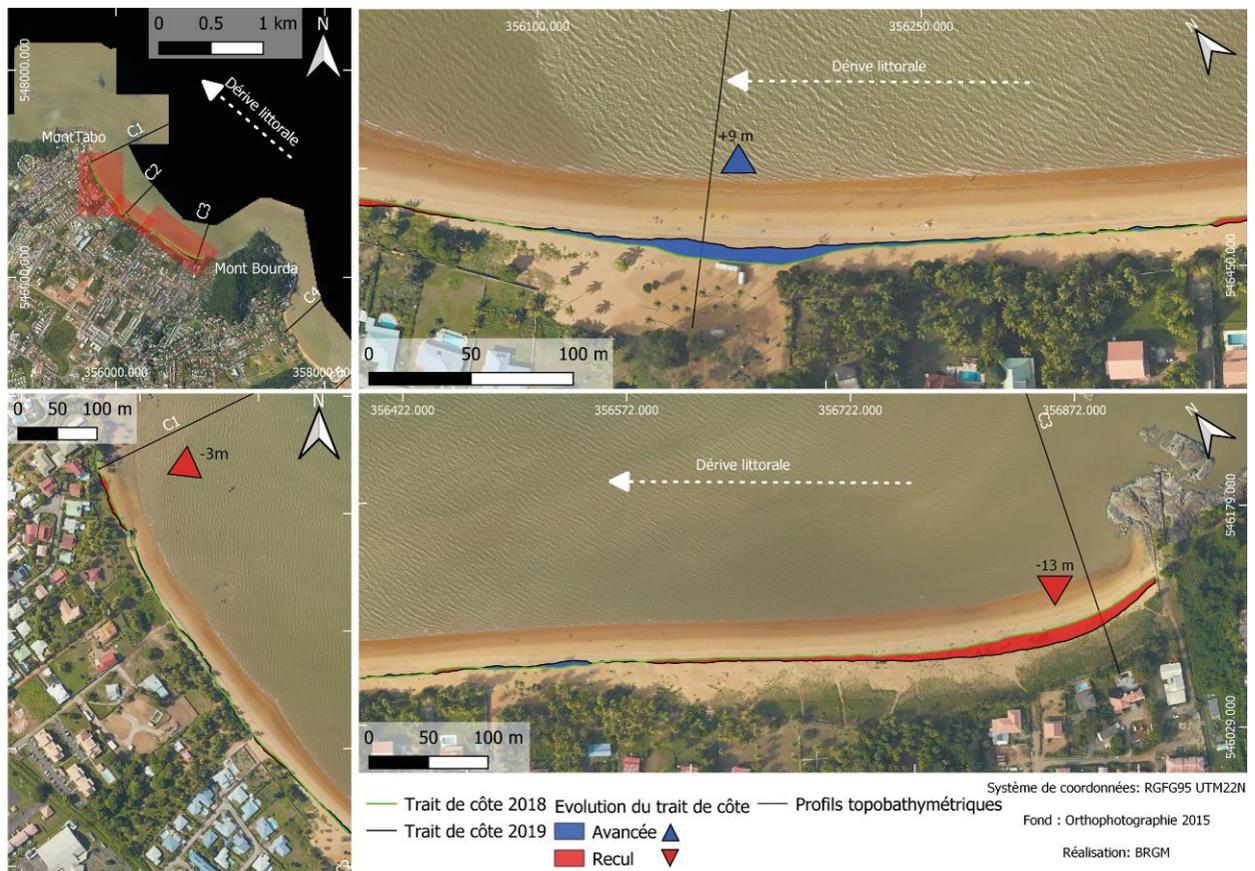


Illustration 35 : Évolution annuelle de la position du trait de côte de l'anse de Montabo entre octobre 2018 et novembre 2019.

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

D'un point de vue topographique, mise à part le profil central C2 qui est resté stable les profils situés aux extrémités se sont érodés entre avril 2019 et novembre 2019, avec un recul du talus

d'érosion de -10 m pour le profil situé au pied de Mont Bourda (Profil C3 de l'illustration 36) et un abaissement d'environ -1 m au pied du Mont Montabo (profil C1 de l'illustration 36).

Contrairement aux autres anses, le haut de plage c'est érodé préférentiellement entre avril 2019 et novembre 2019, en dehors de la saison des pluies. Cette observation est à mettre en lien direct avec les phénomènes de houles très énergétiques qui ont touché le littoral en octobre 2019.

D'un point de vue bathymétrique, contrairement aux profils des autres anses les profils sont restés quasiment subhorizontaux avec néanmoins la formation d'un bourrelet vaseux au niveau du bas d'estran (Illustration 36).

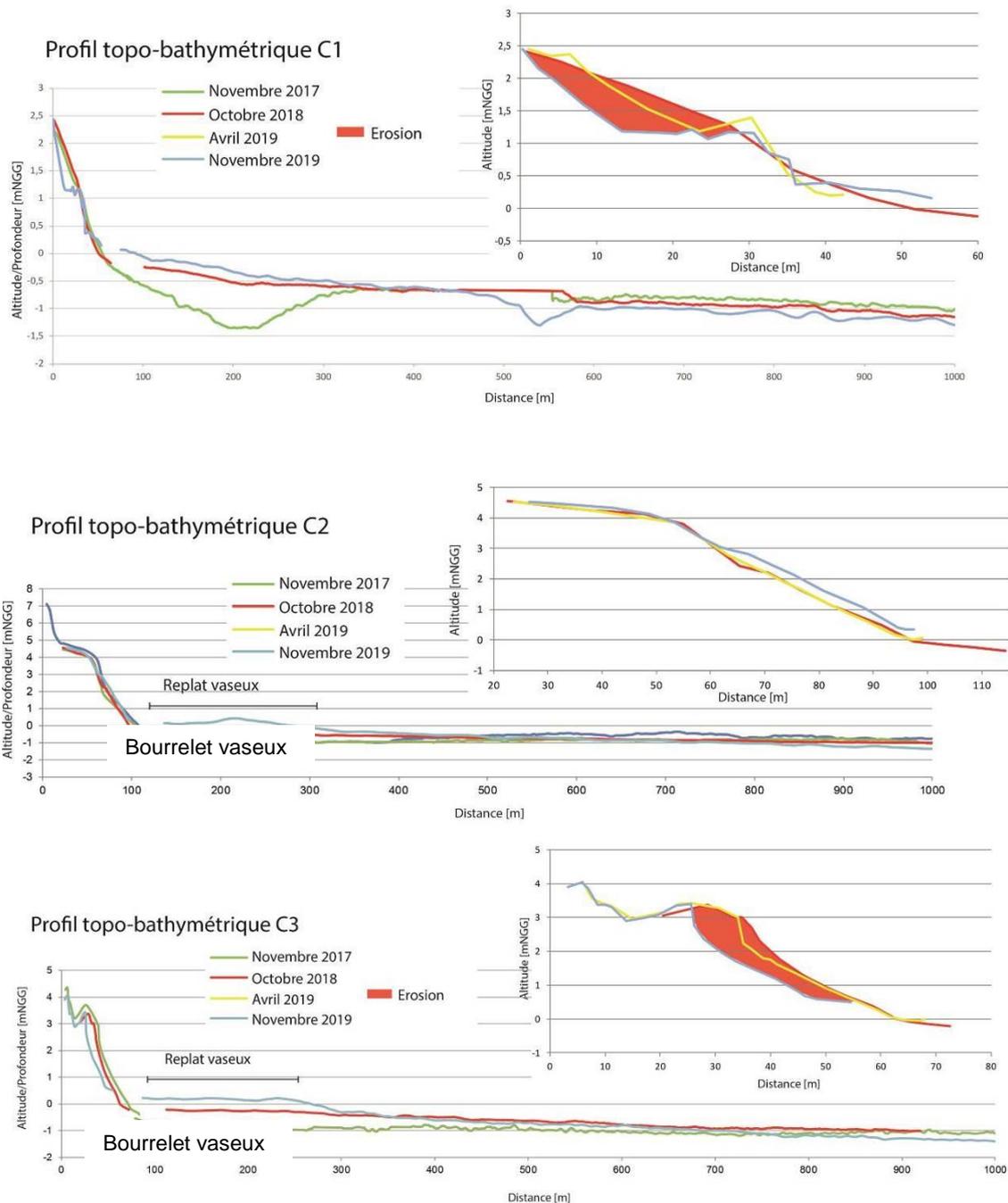


Illustration 36 : Évolutions des profils topo-bathymétriques de C1 à C3 entre novembre 2017 et novembre 2019.

5.2.6. Petites anses de Cayenne

Les petites anses de Cayenne sont orientées est/ouest. Elles sont au nombre de 4, nommé d'est vers l'ouest : anse Chaton, anse Méret, anse Nadeau et anse Hôpital (Illustration 37). Elles sont séparées par différents promontoires rocheux. Petites et très urbanisés, elles présentent une faible proportion de sédiment sableux. Pour suivre leur évolution et notamment le proche côtier, un suivi par photogrammétrie à partir d'image drone a été mis en place depuis 2017, afin de réaliser des MNS et des MNT.

La différence altimétrique entre les modèles numériques de terrain de septembre 2018 et septembre 2019, permet de mettre en évidence l'envasement continu des anses de Cayenne. L'analyse des orthophotographies et des profils extraits des MNT, permet d'observer une linéarisation globale de la limite vase-sable, et un recul de celle-ci d'environ -12 m sur les parties ouest et -6 m sur les secteurs est des anses. Le recul des parties sableuses se traduit par une érosion graduelle du profil de plage avec des affaissements d'environ -10 cm de la topographie du bas de plage et pouvant aller jusqu'à -1,20 m sur le haut de plage (Illustration 37). La forte urbanisation (enrochements, digues) et la présence des promontoires rocheux constituent des points de fixations du sable entre lesquels le sable transite.

Variations altimétriques des petites anses de Cayenne entre 2018 et 2019

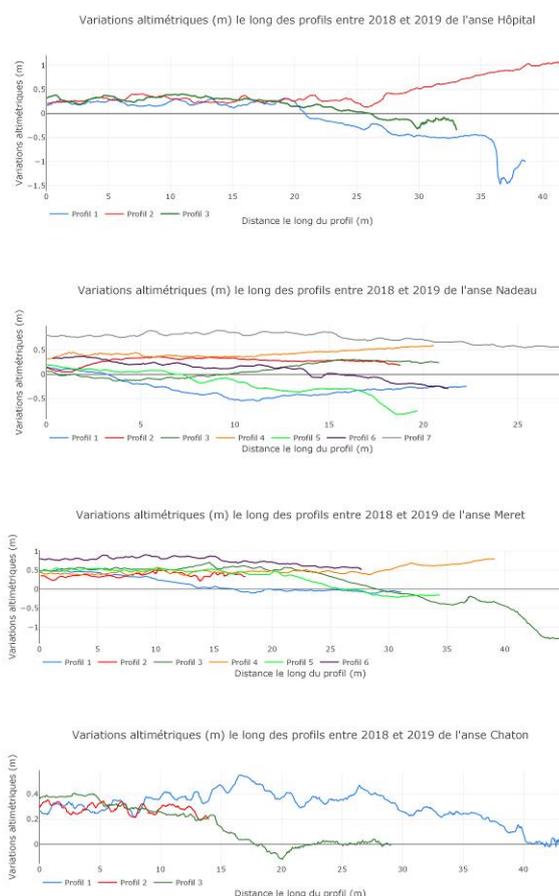
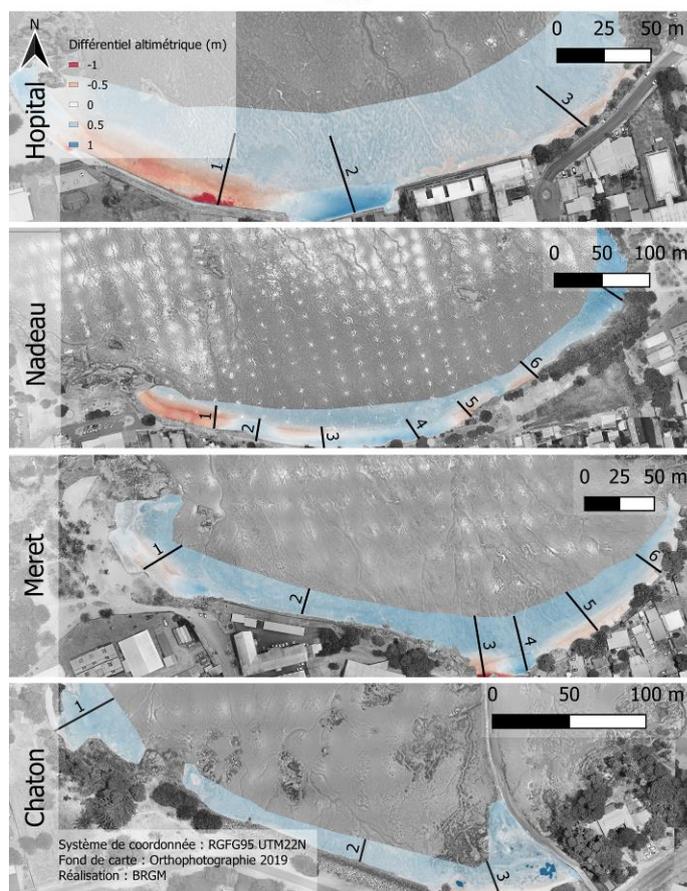


Illustration 37 : Évolutions altimétriques et de l'envasement des anses de Cayenne entre septembre 2018 et septembre 2019. Le zéro des profils correspond à l'origine pris au large.

D'un point de vue volumétrique, l'envasement est quantifié dans le Tableau 2. Ces données regroupent les parties vaseuses et sableuses et montrent que le secteur est en accrétion.

Anses	Volume total (m ³)	Erreur volume (m ³)	Surface échantillonnée (m ²)
Hôpital	3 084	86	20 385
Nadeau	4 360	65	18 038
Meret	13 955	92	39 370
Chaton	7 077	157	26 472

Tableau 2 : Volumes [m³] entre septembre 2018 et septembre 2019.

5.2.7. Cartographie des fonds marins au large de Cayenne

En octobre 2019, la seconde mission Gsand a eu lieu au large de Cayenne. Cette mission avait pour but de suivre dans le temps l'étendue de la zone vaseuse au large et d'identifier d'éventuelles variations morphologiques. Les acquisitions ont été effectuées selon les mêmes profils crossshore et boîtes bathymétriques (isobathes 30 et 32 m) qu'en 2018. L'acquisition d'un profil crossshore complémentaire a été réalisée.

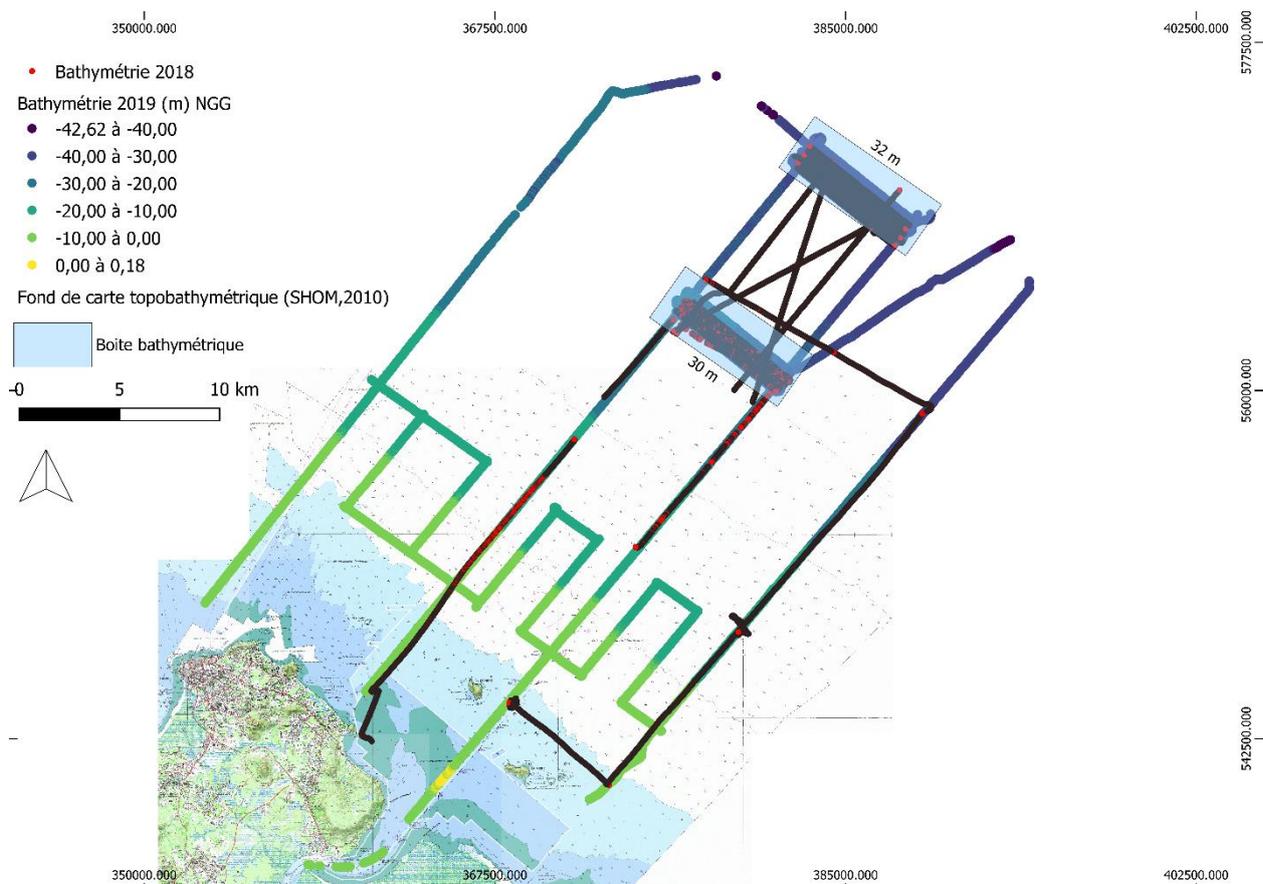


Illustration 38 : Plans d'acquisition des campagnes bathymétriques Gsand18 et Gsand19.

a) Boîte GSAND -30m

Faciès acoustiques

Le faciès acoustique très majoritairement observé sur la zone correspond à un faciès peu réfléchif et peu rugueux (Illustration 39). En fonction de l'orientation ou de la profondeur d'immersion du sonar, on distingue de petites nuances entre le faciès acoustique gris clair homogène peu ridé ou ridé (Illustration 39 a et b), présentant éventuellement de petites taches noires linéaires (qui marquent des rides légèrement plus marquées (Illustration 39 c).

Ce faciès homogène sur la zone est semblable à ce qui a été observé en 2018. Il faut noter également que les conditions de mer variables, l'acquisition des données et la phase de post-traitement ont pu produire des artefacts qui bruitent l'imagerie finale, ce qui ne permet pas une analyse suffisamment fine pour distinguer de petits changements de faciès acoustiques significatifs de modifications sensibles de la nature des fonds. Ainsi, sur certains profils, le faciès acoustique apparait plus sombre et relativement bruité (Illustration 39 d).

Ponctuellement, de grandes tâches noires sont visibles sur les enregistrements (Illustration 40). Ces tâches dépassant 10 m de longueur pourraient indiquer la présence de bancs de poissons ou de crevettes à proximité du fond.

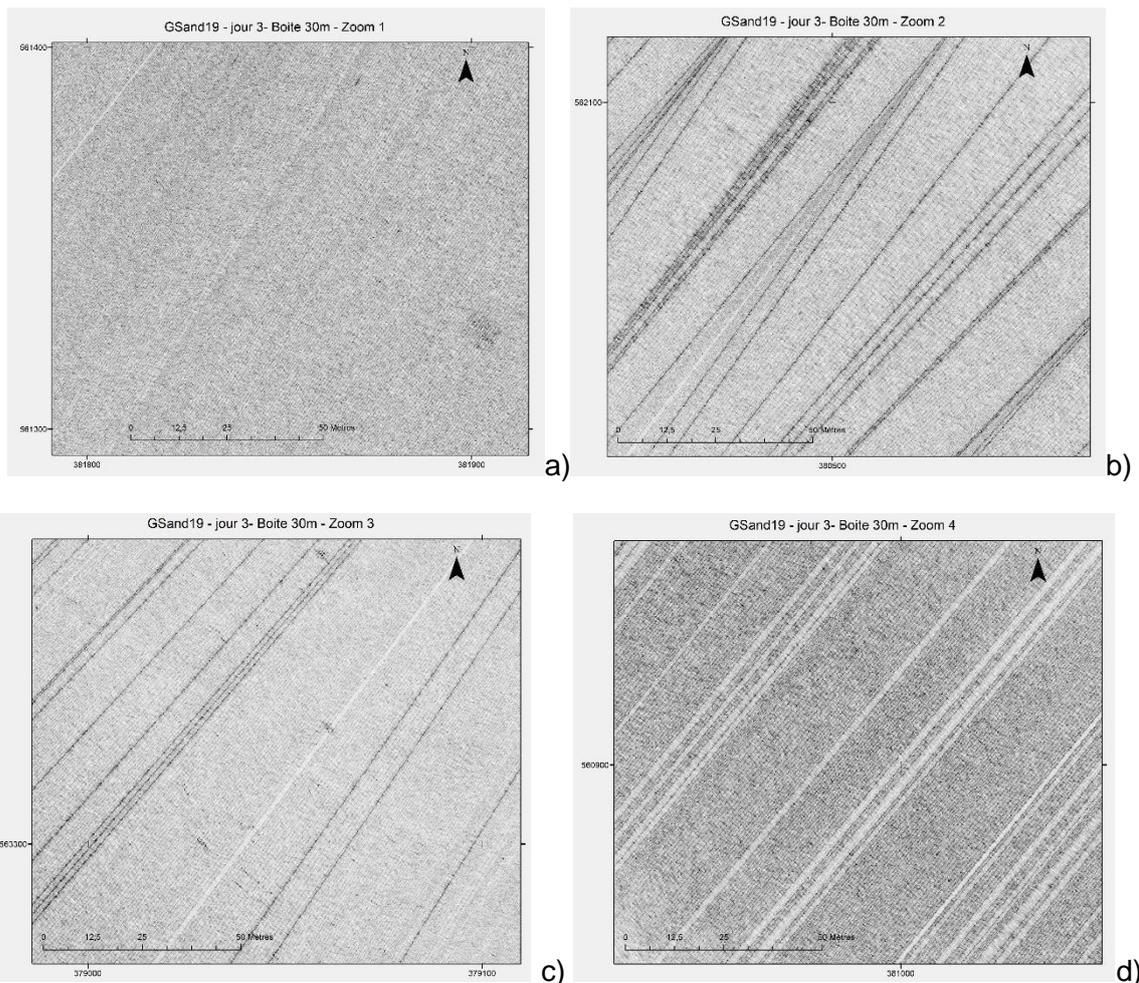


Illustration 39 : Faciès acoustique peu réfléchif et peu rugueux observé dans la boîte 30 m le lundi 8 octobre 2018, a) faciès gris homogène légèrement ridé b) faciès gris ridé, légèrement bruité c) faciès gris ridé à petites taches noires linéaires d) faciès gris sombre ridé et bruité.

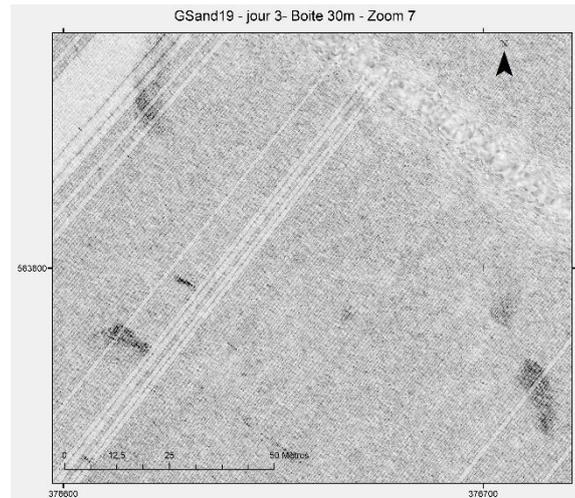


Illustration 40 : Faciès gris ridé à grandes taches noires.

Outre ce faciès peu réfléchif et peu rugueux, la zone d'étude est marquée, comme en 2018, par la présence de très nombreuses traces de chalutage (Illustration 41). Dans certaines zones, la densité de ces traits de chalut est très forte, modifiant le caractère peu rugueux des fonds marins. Dans l'analyse de détail, réalisée en général à une échelle inférieure au 1/1 000, il est possible de faire une distinction entre des traces très nettes et des traces plus ténues. Cette distinction peut être liée à l'âge de la trace, les plus anciennes ayant tendance à s'effacer et être moins nettes, où à la nature sédimentaire du fond : les fonds légèrement plus vaseux ou plus mous ayant tendance à se régulariser plus rapidement. Les systèmes de filets de fond sont équipés de deux panneaux de chalut qui permettent au filet de rester ouvert au fond. Pour les traces les plus nettes (soit les plus récentes, soit celles réalisées dans un sédiment plus sableux), les 2 traces parallèles espacées d'une dizaine de mètres, et la zone de balayage du filet, peuvent être cartographiées assez aisément. Pour les traces les moins nettes (plus anciennes ou sédiment plus vaseux), il est parfois plus difficile d'observer les 2 traits de chalut parallèles.

Enfin, il faut noter que, contrairement aux analyses de 2018, aucun secteur de mégarides plurimétriques n'a été détecté sur la zone d'étude de la Boite GSand 30m en 2019, seuls quelques secteurs présentant des rides métriques ou infra-métriques bien nettes ont été mis en évidence, à titre d'exemple (Illustration 39 b et c). Mais il faut bien noter la difficulté d'interprétation de petites structures sédimentaires naturelles, dans un milieu fortement remobilisé par les activités de pêche.

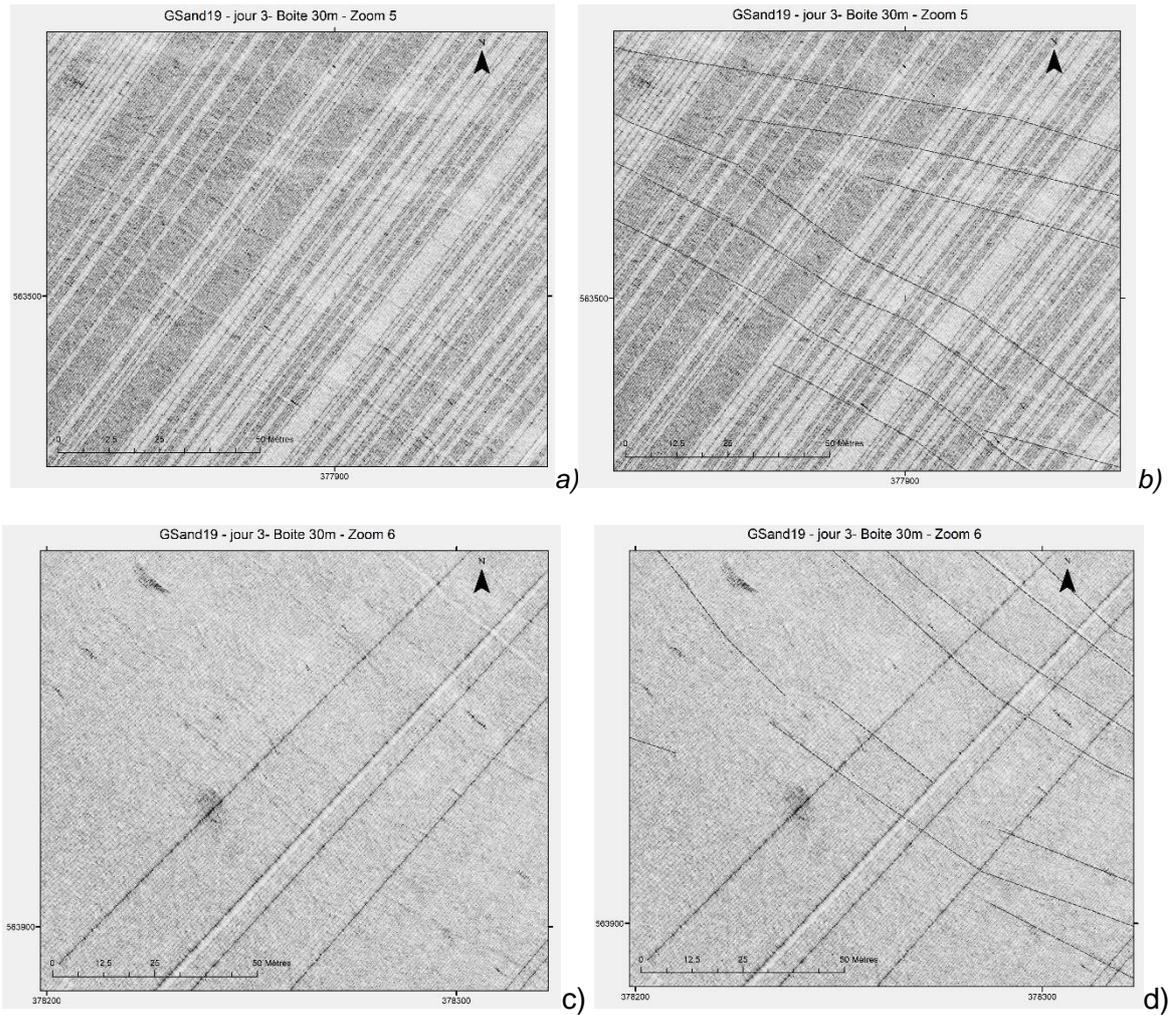


Illustration 41 : a) Traces de chalutage, secteur fortement impacté, la trace des 2 panneaux de chalut sont visibles, ainsi que l'effet du filet b) Interprétation c) Traces de chalut dans un secteur à petites et grandes taches noires d) Interprétation.

Cartographie

Les profils assemblés de la boîte GSand19-30m constituent une mosaïque d'images (Illustration 42). L'analyse des faciès acoustiques de cette mosaïque permet de produire une carte d'interprétation des faciès acoustiques et des structures morpho-sédimentaires observées (Illustration 43). Comme indiqué dans l'analyse de faciès, l'observation des faciès acoustiques est difficile dans un environnement constitué d'un fond sédimentaire relativement peu rugueux et peu réfléchif, dépendant notamment de l'orientation du profil par rapport aux structures du fond et de la profondeur d'immersion du sonar. Comme en 2018, il n'a pas été possible de différencier et de cartographier des secteurs homogènes d'autres secteurs plus réfléchifs et rugueux.

La zone observée en 2019 est donc exclusivement constituée d'un faciès acoustique peu réfléchif et naturellement peu rugueux. La rugosité naturelle est composée de rides infra-métriques, dont l'observation est à la limite de résolution du sonar latéral. En revanche, comme en 2018, une rugosité plus importante, d'origine anthropique, est observable : elle est liée aux très nombreux traits de chalut qui strient le fond marin de la zone.

Les prélèvements sédimentaires permettent de caractériser les nuances de gris et donc la nature des fonds. Sur cette boîte, 3 prélèvements ont été réalisés. L'ensemble des bennes ont mis en

avant un fond vaseux caractéristique d'un milieu peu réfléchissant. Les prélèvements situés au centre et au nord-ouest semblent caractérisés par la présence de sable qu'il faudra confirmer par des analyses granulométriques ultérieures. Le prélèvement sud-est semble plus vaseux.

Comparaison des observations réalisées sur la « boîte 30m » en 2018 et 2019 (Illustration 44)

Les observations de terrain des bennes réalisées en 2018 et 2019, montrent une possible modification de la nature du fond :

- en 2018, les bennes du centre et du nord-ouest de la zone révèlent un sédiment de nature plus vaseuse que celui du prélèvement effectué au sud-est, constitué d'une petite part sableuse ;
- en 2019, la tendance semble s'être inversée, le prélèvement réalisé au sud-est, étant plus vaseux qu'au centre et au nord-ouest.

Ces observations de terrains restent cependant à confirmer par des analyses granulométriques.

La variabilité des faciès acoustiques naturels étant particulièrement difficiles à observer et à cartographier dans cette zone, les secteurs présentant une forte densité de traces de chalutage ont été représentés en 2018 et 2019. On constate :

- en 2018, que la zone densément marquée par les traits de chalut se trouve essentiellement au centre de la boîte 30 m, et s'étend aussi vers le sud-est ;
- en 2019, que la zone plus densément marquée par les traits de chalut se situe dans la moitié nord-ouest de la boîte 30 m.

L'hypothèse que les chaluts marquent de façon plus nette dans les vases sableuses que dans les vases molles est à envisager, mais il est également possible que les pêcheurs modifient leurs secteurs de chalutage à l'intérieur de la zone prospectée.

Ces deux observations sont-elles le signe d'une évolution ténue de la nature du fond de la boîte 30m au large de Cayenne entre octobre 2018 et octobre 2019 ? S'il est difficile de l'affirmer de façon catégorique, l'hypothèse d'un fond légèrement plus sableux au nord-ouest de la zone en 2019 est envisageable, en raison d'un marquage plus intense des chaluts sur les fonds et des observations réalisées dans les prélèvements *in-situ*. A l'inverse, la partie sud-est serait ponctuellement plus vaseuse, comme le montre le prélèvement et la diminution du nombre de traces de chalut détectable au sonar. Ces hypothèses de fines évolutions de la nature granulométrique du fond de la zone pourraient être vérifiées dans le futur par un maillage plus fin des prélèvements sédimentaires à l'échelle de la boîte suivie, ce qui est actuellement difficilement envisageable avec les moyens nautiques utilisés pour cette mission qui ne permettent pas la réalisation d'un grand nombre de bennes. Des analyses granulométriques permettraient également de préciser la nature exacte des fonds et leur fraction sableuse en particulier.

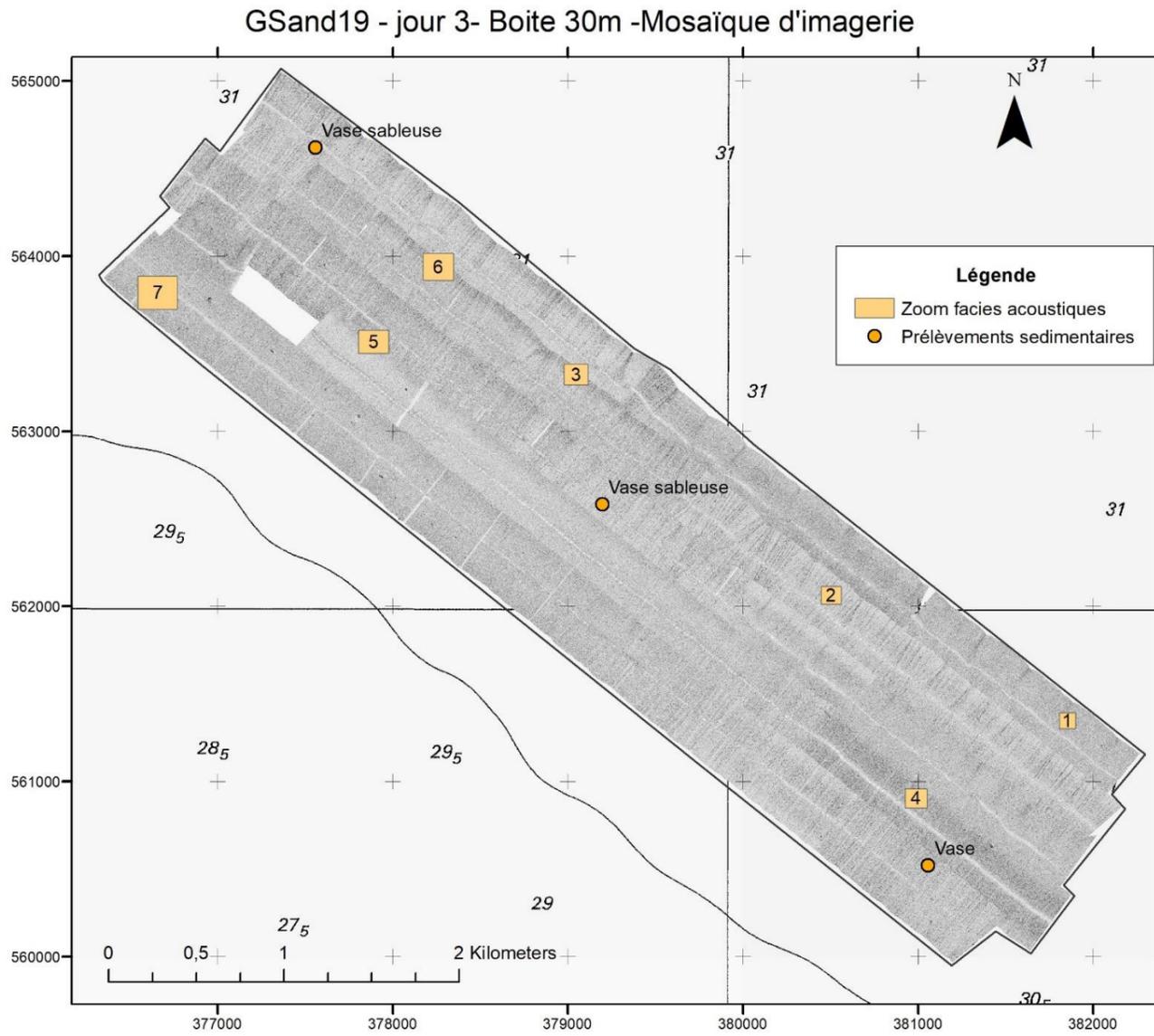


Illustration 42 : Mosaïque des faciès acoustiques acquis par sonar à balayage latéral. La position des prélèvements sédimentaires et l'observation « terrain » de leur composition est mentionnée, ainsi que la position des images « zoom » présentant les différents faciès acoustiques.

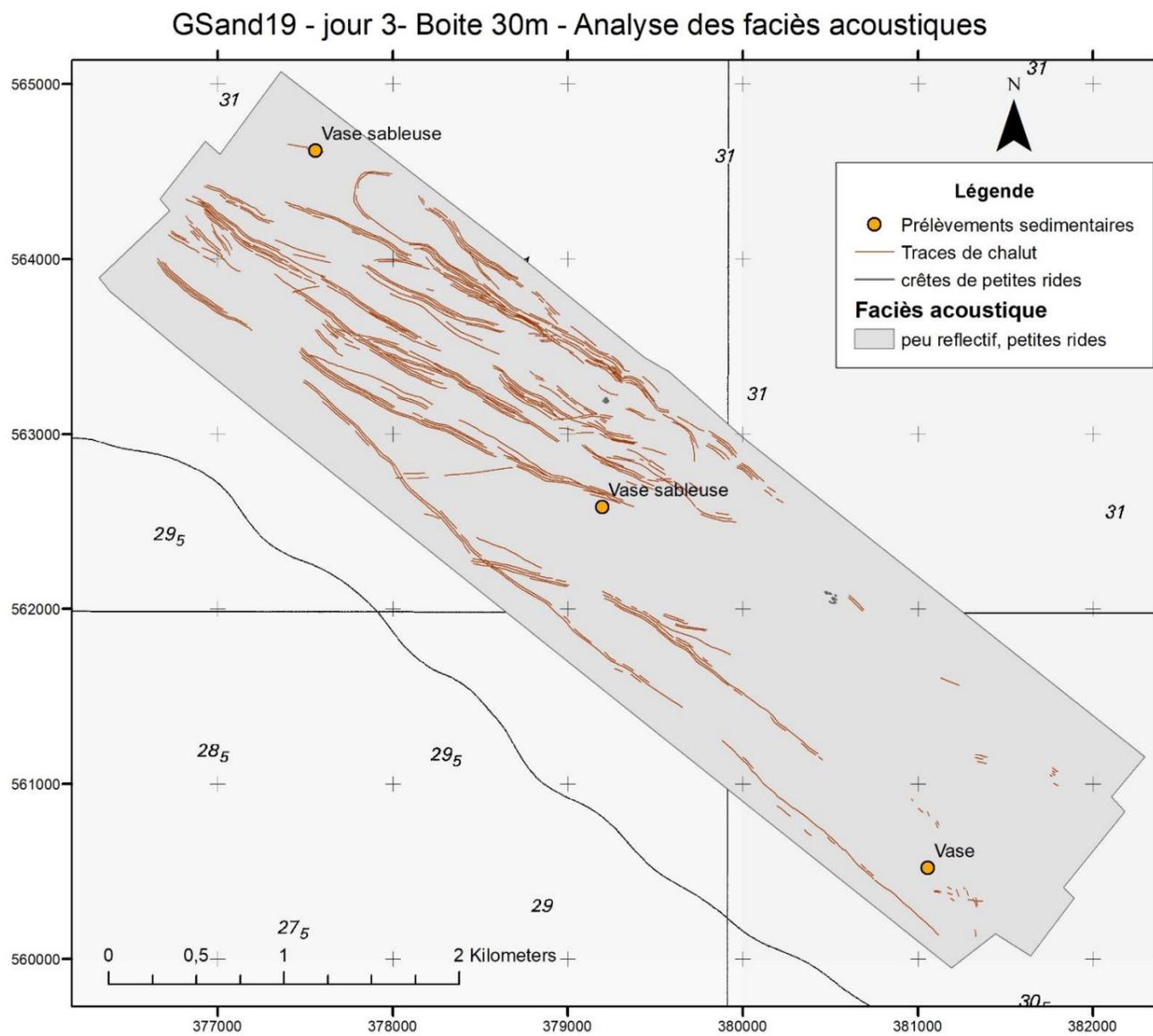


Illustration 43 : Cartographie et interprétations des faciès acoustiques de la boite GSand18-30m.

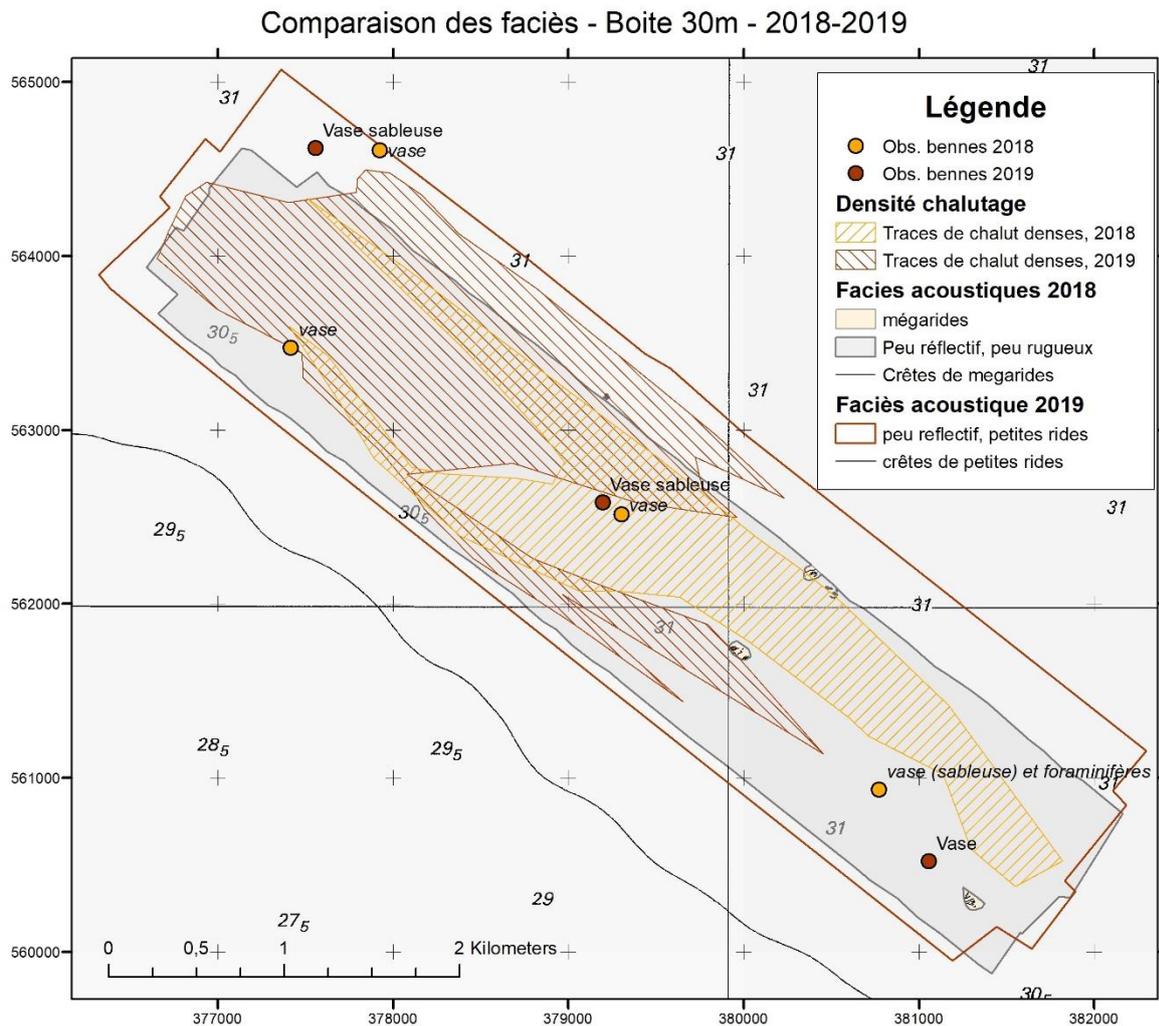


Illustration 44 : Comparaison des données morpho-sédimentaires collectées lors des missions GSand18 et GSand19, au large de Cayenne, sur la boîte 30 m.

b) Boîte GSAND -32 m

Faciès acoustiques

Les faciès acoustiques de cette zone diffèrent sensiblement de la zone de suivi à 30m. Comme en 2018, le secteur y apparaît plus riche en figures sédimentaires.

On détecte de vastes secteurs modelés par de petites mégarides d'orientation nord-ouest / sud-est et de longueur d'onde inférieure à 5 m (Illustration 45). Ces mégarides apparaissent sous une forme de petites lignes noires qui soulignent leur crête (Illustration 45a) ou au sein de grandes taches noires très réfléchives (Illustration 45c). Mais contrairement à ce qui a été observé en 2018, les données collectées en 2019 ne permettent pas d'observer de structures sédimentaires de plus grande taille et d'orientations différentes.

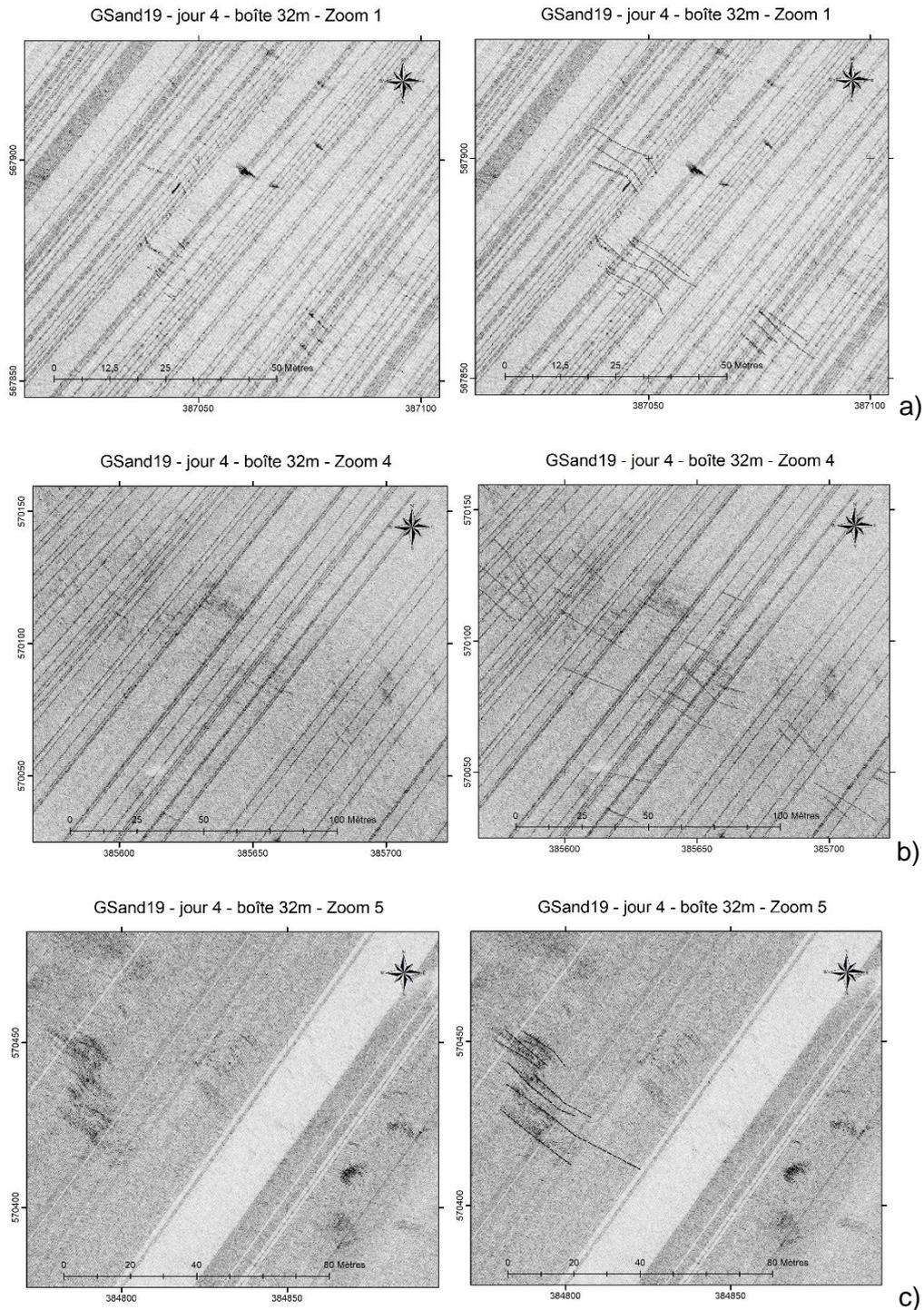


Illustration 45 : a) Petites mégarides de longueurs d'onde inférieure à 3m, orientées nord-ouest/sud-est. b) Petites mégarides de longueurs d'onde inférieure à 5m, c) Petites mégarides de longueurs d'onde inférieure à 5m au sein de grandes tâches sombres.

Dans les secteurs où les mégarides ne sont pas détectées, deux faciès distincts sont observés et pris en compte, dans la mesure du possible, dans l'analyse cartographique finale :

- un faciès gris homogène ridé, constitué de structures de très petites tailles, inférieure à 1 m (Illustration 46) ;

- un faciès hétérogène à tâches (noires et blanches), présentant des secteurs réfléchifs et rugueux au milieu d'un faciès clair ridé (Illustration 47).

GSand19 - jour 4 - boîte 32m - Zoom 3

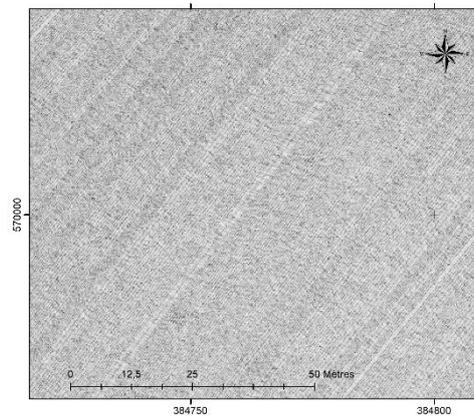
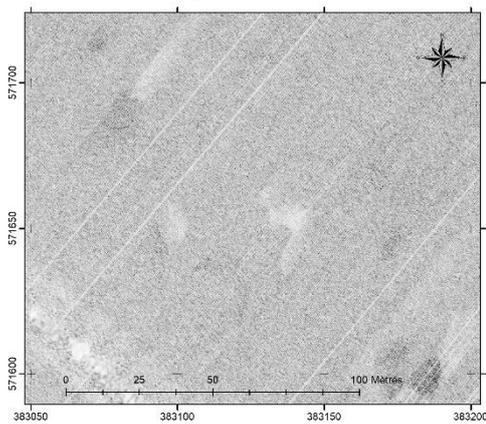


Illustration 46 : Faciès gris homogène ridé.

GSand19 - jour 4 - boîte 32m - Zoom 6



GSand19 - jour 4 - boîte 32m - Zoom 7

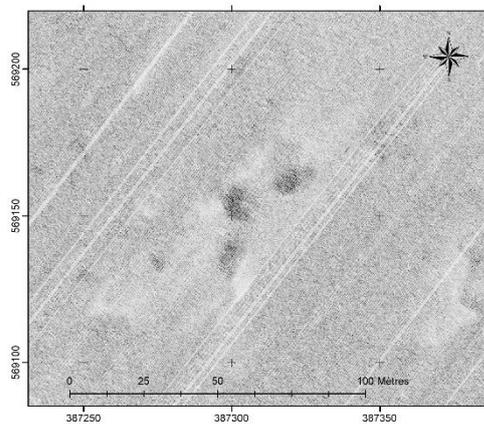
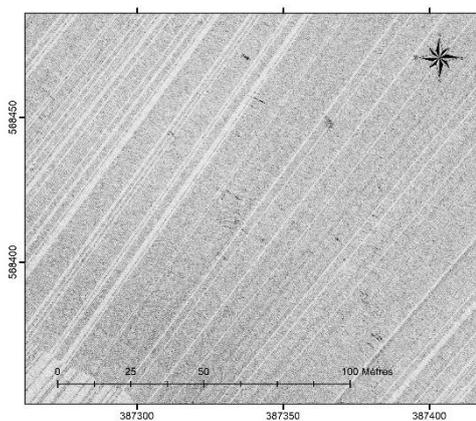


Illustration 47 : Faciès hétérogène a grandes tâches.

Quelques traces linéaires ont été détectées localement et interprétées comme des traits de chaluts très peu marqués (Illustration 48).

GSand19 - jour 4 - boîte 32m - Zoom 2



GSand19 - jour 4 - boîte 32m - Zoom 2

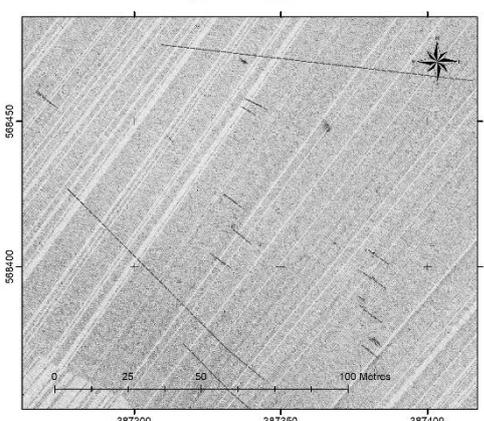


Illustration 48 : a) Faciès gris ridé à petite mégarides des traces interprété comme des traits de chaluts b) Interprétation des marques linéaire et crête de mégarides.

Cartographie

Les profils assemblés de la boîte GSand19-32m constituent une mosaïque d'imagerie (Illustration 49). L'analyse des faciès acoustiques de cette mosaïque permet de produire une carte. La cartographie des secteurs de mégarides est une interprétation subjective car la détection des mégarides et des petites structures linéaires apparaît limitée par la résolution du système et la profondeur d'immersion du sonar latéral. Elle est également dépendante de l'orientation du profil sonar par rapport aux structures. L'observation des trois prélèvements sédimentaires réalisés à la benne Shipeck durant la mission montre une sédimentation homogène de sable vaseux (ou de vase sableuse), mais ne permet pas de conclure avec précision sur des variations granulométriques, ni d'établir des différences sédimentaires entre les faciès acoustiques analysés.

La carte d'interprétation (Illustration 50) montre trois types de faciès : un secteur central constitué majoritairement par des champs de petites mégarides, entourés de secteurs plus faiblement rugueux, constitué de rides inférieure à 1 m. Autour du secteur à mégarides, on peut observer un faciès hétérogène à grandes tâches sombres, difficile à interpréter en terme de nature de fond et de morphologie. Ce faciès qui pourrait correspondre à des fonds marins ponctuellement marqués par des mégarides ou des structures sédimentaires plus réfléchives, mais peu interprétables sur les données disponibles.

Dans les secteurs faiblement rugueux, la morphologie du fond est globalement homogène et constituées de petites rides inférieures à un mètre, trop petites pour être observées nettement avec la méthode déployée.

Comparaison des observations réalisées sur la « boîte 30m » en 2018 et 2019 (Illustration 51)

Le travail de comparaison cartographique entre les 2 missions GSand espacées d'une année a porté sur le positionnement de la zone centrale à mégarides au sein de la « boîte -32m ». L'Illustration 51 montre que la position de cette zone à la nature de fond singulière pour la région n'a pas évoluée significativement durant l'année. La surface cartographiée en 2019 apparaît légèrement plus importante, mais ces variations sont assez peu significatives, tant il apparaît difficile d'établir une frontière claire sur de grandes distances entre les différents faciès acoustiques de la zone.

En revanche, il paraît intéressant de noter que les sonogrammes de 2019 ont montré des secteurs de fonds hétérogènes à « grandes tâches » suffisamment étendus pour pouvoir être cartographié à part entière, ce qui n'a pas été fait en 2018.

Enfin, L'évolution la plus significatives est liée au grandes crêtes de mégarides observées en 2018 au sein de la zone centrale qui n'ont pas pu être détectées en 2019. Plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour expliquer ce constat :

- les conditions d'observations et de mise en œuvre du sonar n'ont pas permis d'observer ces structures. Cette hypothèse apparaît assez peu probable, la résolution de l'instrument et les méthodes de post-traitement permettant d'observer des structures inférieures à 1 m ;
- la hauteur des grandes mégarides a diminué très sensiblement, ce qui ne permet plus de les observer correctement ;
- les structures sédimentaires ont totalement disparu, sous l'effet principal probable des houles, qui ont remodelé progressivement les fonds en rides et mégarides plus petites.

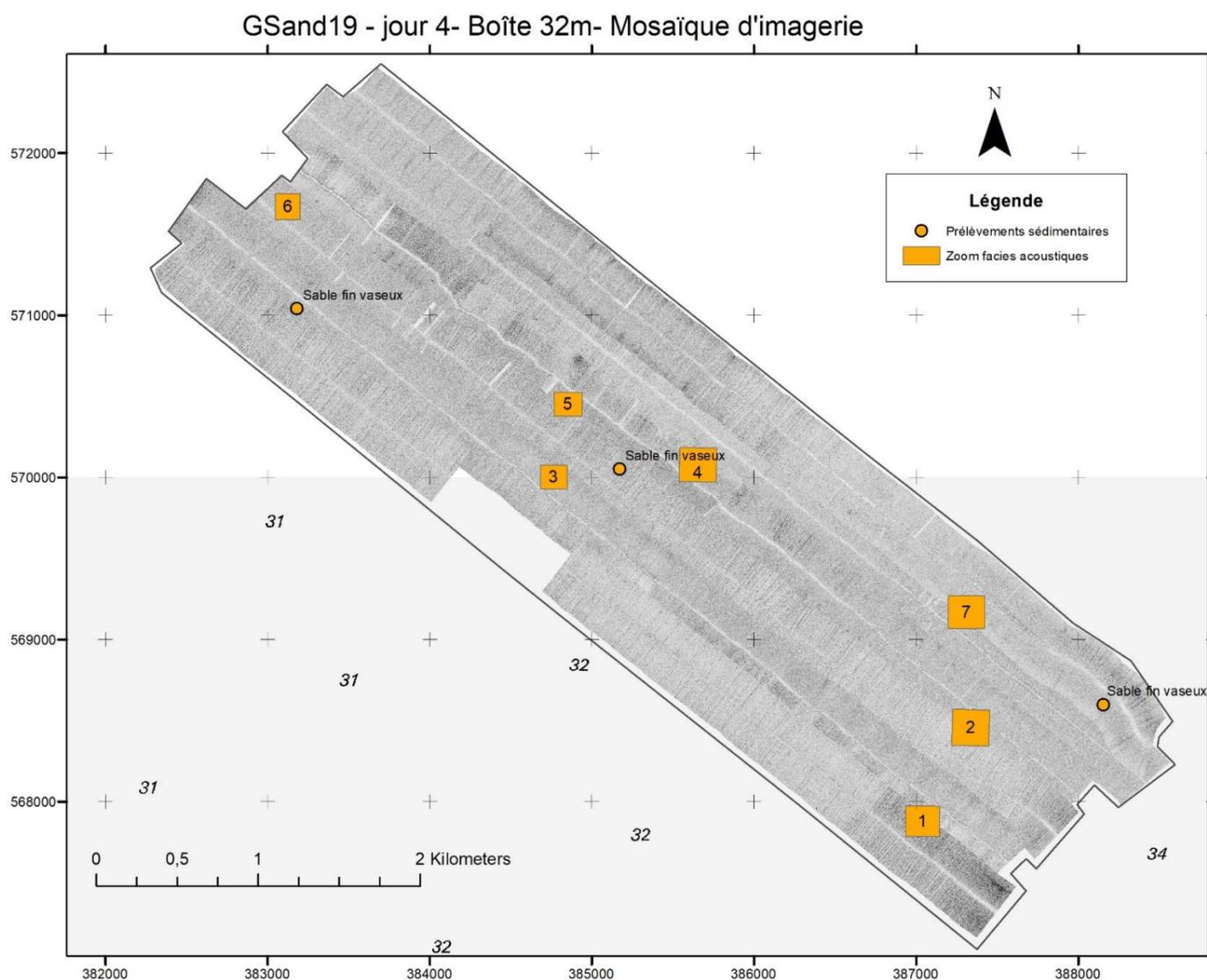


Illustration 49 : Mosaïque d'imagerie de la boîte GSand19 – 32m. La position des prélèvements sédimentaires et l'analyse terrain de leur composition est mentionnée, ainsi que la position des images « zoom » présentant les différents faciès acoustiques.

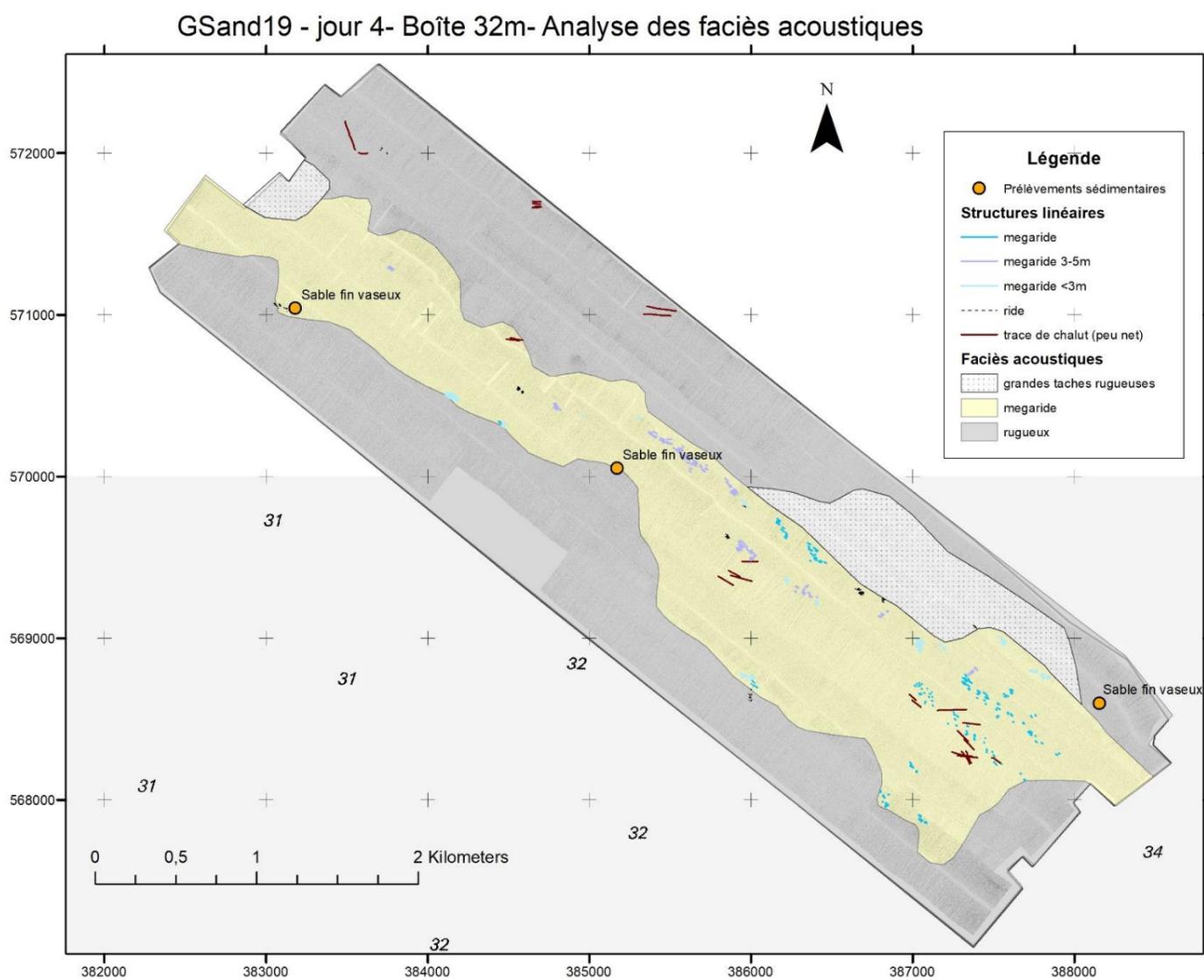


Illustration 50 : Cartographie des faciès acoustiques et des structures linéaires de la boîte GSand19-32m.

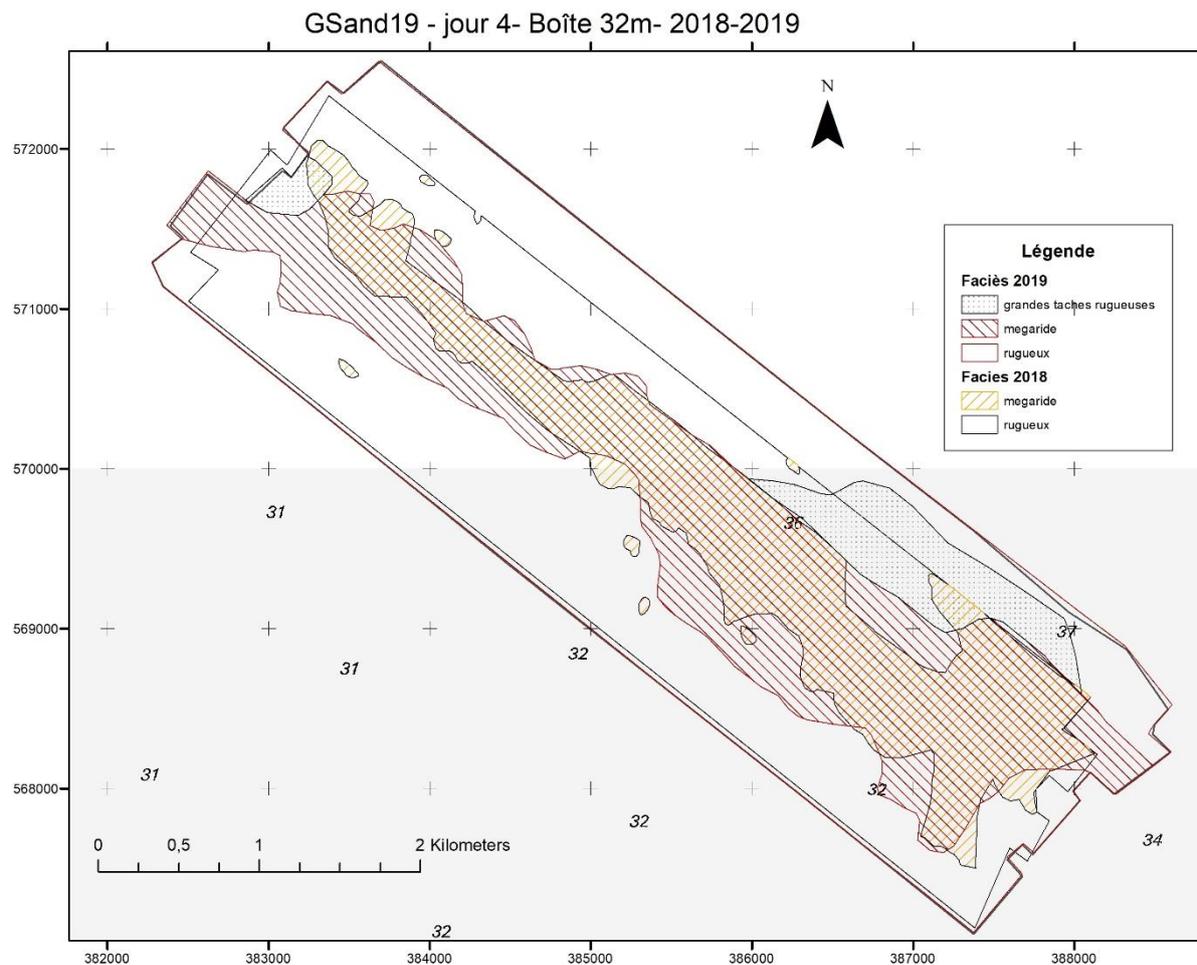


Illustration 51 : Comparaison des données morpho-sédimentaires collectées lors des missions GSand18 et GSand19, au large de Cayenne, sur la boîte 32 m.

5.3. MACOURIA

5.3.1. Présentation du site

La plage de Sablance sur la commune de Macouria est située sur la rive gauche de l’embouchure de la Rivière de Cayenne. Elle se situe actuellement en front du banc de vase de Cayenne. Longue de 3 km, elle est délimitée à l’ouest par une mangrove résiduelle, qui subit les assauts de la houle et à l’est par le fleuve de la Rivière de Cayenne.

Quatre profils topo-bathymétriques (S1, S2, S3 et S4) espacés d’environ 1 km, couvrent de manière homogène le linéaire de la plage. Ces profils fournissent des indicateurs de l’évolution morphologique à l’échelle du site (Illustration 52).



Illustration 52 : Emprise des profils suivis dans le cadre de l'ODYCG sur la commune de Macouria.

5.3.2. Évolution annuelle du trait de côte

La comparaison entre le trait de côte de 2018, état initial des mesures et celui de 2019, permet de séparer la plage en deux sous-secteurs :

- le premier situé entre l'extrémité nord-ouest de la zone et le profil S3, présente un recul généralisé avec un maximum de -6 m atteint à proximité du profil S1 (encart 3 de l'illustration 53) ;
- le second secteur s'étend du profil S3 jusqu'à l'extrémité sud-est de la zone. Sur cette partie le trait de côte est resté plutôt stable entre octobre 2018 et novembre 2019 (encart 1 de l'illustration 53).

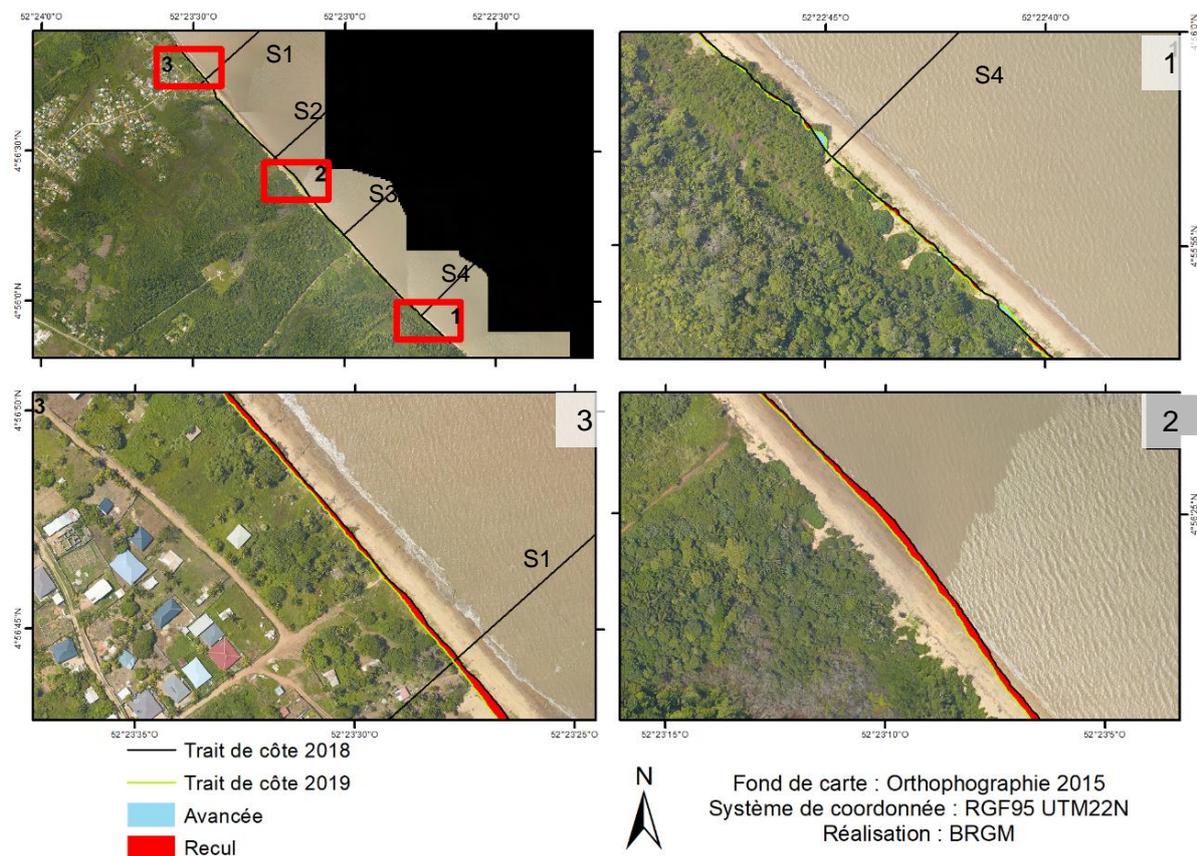


Illustration 53 : Évolution annuelle du trait de côte au niveau de la plage de Sablance entre octobre 2018 et novembre 2019.

5.3.3. Déplacements sédimentaires annuels et saisonniers

Du fait de sa position en front de banc de vase le littoral de Sablance a été particulièrement vulnérable aux coups de mer de mars 2019 de direction nord. L'ensemble des profils topographiques enregistre un recul du haut de plage avec notamment un abaissement d'environ -50 cm du profil S1 et l'apparition d'un talus d'érosion entre octobre 2018 et novembre 2019 (profil S1 de l'illustration 54). L'accentuation du talus d'érosion sur le profil S2 (1,20 m en 2019 contre 0,80 m en 2018) confirme cette tendance à l'érosion sur l'année.

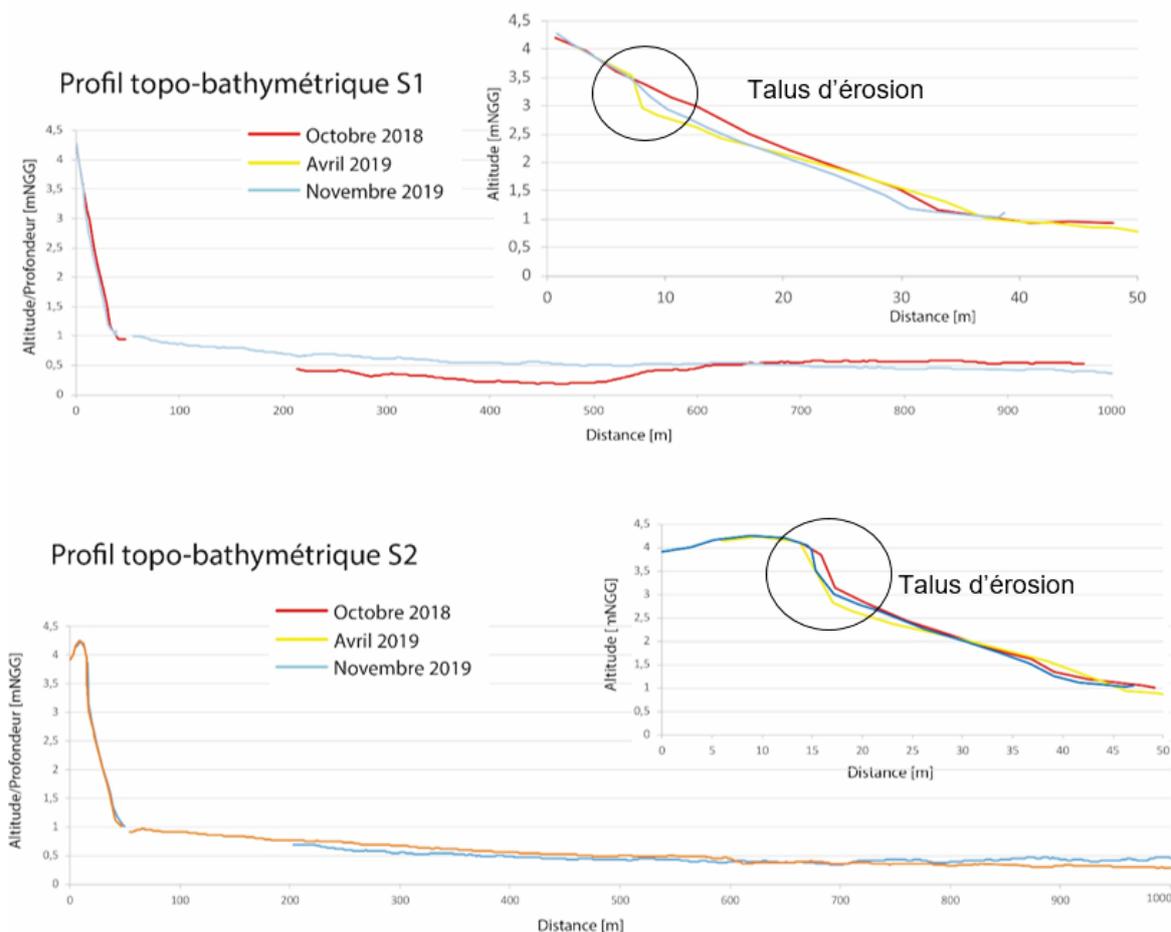


Illustration 54 : Évolutions des profils topo-bathymétriques entre octobre 2018 et novembre 2019.

Sur la partie ouest, le même constat de forte vulnérabilité aux coups de mer de la saison des pluies de début 2019 est observé : érosion du haut de plage entre octobre 2018 et avril 2019. Néanmoins, l'analyse des profils indique une accrétion avec une augmentation de la partie de l'estran de plus de 50 cm sur les profils S3 et S4 situés à l'extrémité est, entre octobre 2018 et novembre 2019 (profil S4 de l'illustration 55).

En mer, l'arrivée du banc de vase se traduit par une diminution de la bathymétrie sur la partie est de la plage (élévation du profil allant jusqu'à 70 cm sur le profil S4). Les profils bathymétriques S3 et S2 restent à l'équilibre entre octobre 2018 et novembre 2019 (Illustration 54 et Illustration 55). Et le profil S1 quant à lui connaît une accrétion sur son proche côtier, s'expliquant par sa position proche d'un exutoire apportant de manière localisée une quantité de sédiment supplémentaire. Néanmoins au regard des données le profil semble à l'équilibre sur sa partie distale (profil S1 de l'illustration 54).

Face à ces constats, le profil S3 pourrait représenter une zone de transition entre une érosion à l'ouest du secteur et une accrétion à l'est.

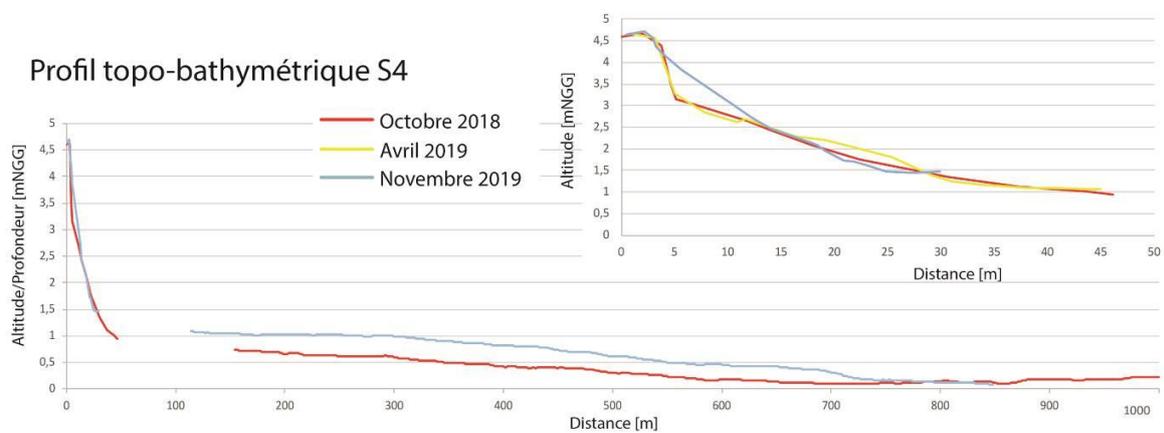
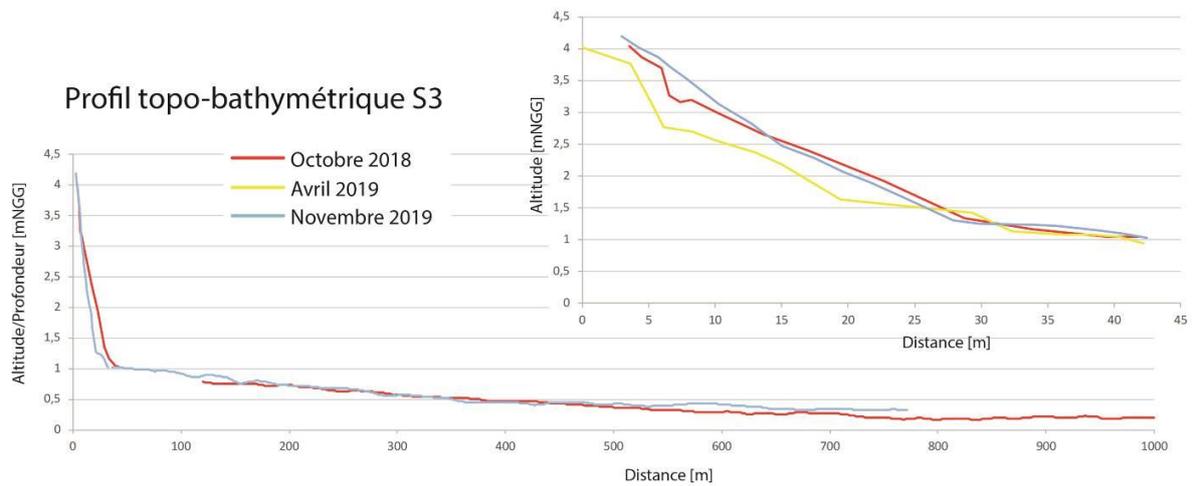


Illustration 55 : Évolutions topo-bathymétriques S3 et S4 entre octobre 2018 et novembre 2019.

5.4. KOUROU

5.4.1. Présentation du site

Le site de Kourou se décompose en trois secteurs (Illustration 56):

- 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 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. En 2011, un enrochement a été mis en place en face de l'hôtel (Illustration 56). Plus récemment suite aux différentes tempêtes de 2016 et 2017, des gravats ont été positionnés pour fixer la position du trait de côte à l'ouest de la plage en face du bar. Au large de la plage de l'Hôtel des roches, plusieurs embarcations (navettes entre les îles du Salut et Kourou, portes-containers...) circulent au sein d'un chenal, dragué régulièrement par le grand port maritime.

Le secteur de la Cocoteraie qui comporte la **plage Pim-Poum** de la pointe Castor à la pointe Pollux, longue d'environ 200 m, et la **plage de la Cocoteraie** qui 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 56). Ce secteur est sujet aux phénomènes d'érosion et a fait l'objet de plusieurs expertises du BRGM réalisées dans le cadre de l'ODYC. La plus récente concerne les impacts érosifs apparus début 2018 (Longueville, 2018). Elle met en évidence un recul généralisé sur l'ensemble de la plage d'environ -2 m.

À la suite des premiers phénomènes d'érosion engendrant d'importants dégâts sur le front de mer, plusieurs ouvrages de protection ont été installés :

- le premier, qui n'a pas vocation à être pérenne, est constitué d'un merlon (ou cordon sableux artificiel) stabilisé par des big-bags remplis de sable. L'édification de ce merlon par la Mairie de Kourou, s'est étalée dans le temps : création en mars 2016 ; renforcement avec des big-bags en novembre 2016. Depuis, chaque année avant la saison de ponte des tortues, le merlon est consolidé par des volumes de sable prélevés sur le haut de plage de la plage du CSG ;
- le second correspond à deux systèmes de palplanches appelées « berlinoises » qui ont été posés par la Simko¹², face à la Cité des 205 : le premier en mars 2017 et le second en avril 2018.

La **plage du « CSG »** est située entre la fin de l'avenue de l'anse et la pointe Charlotte. Il s'agit d'une zone maintenue à l'état naturel (Illustration 56).

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.

¹² Simko : Société immobilière de Kourou,

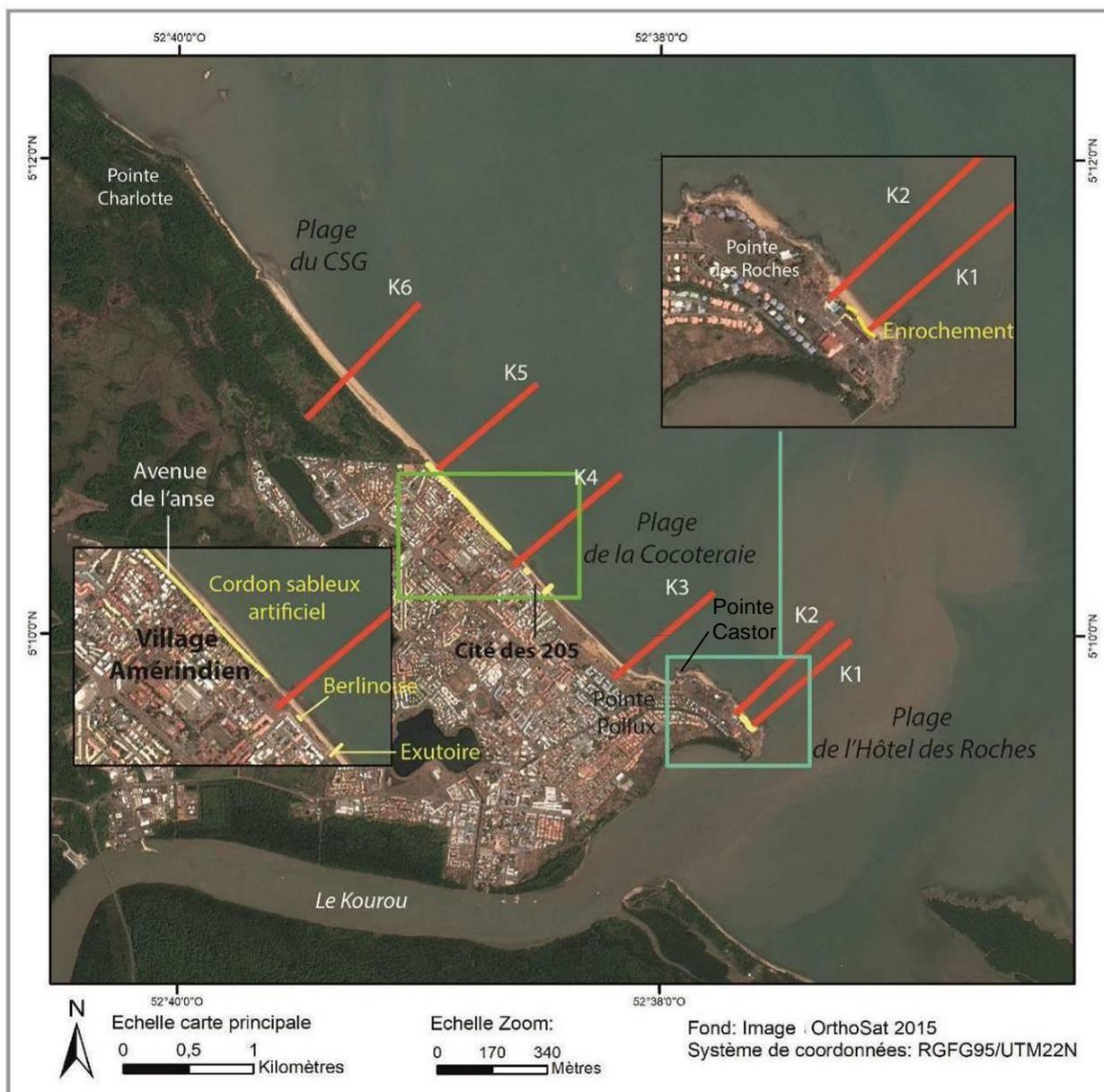
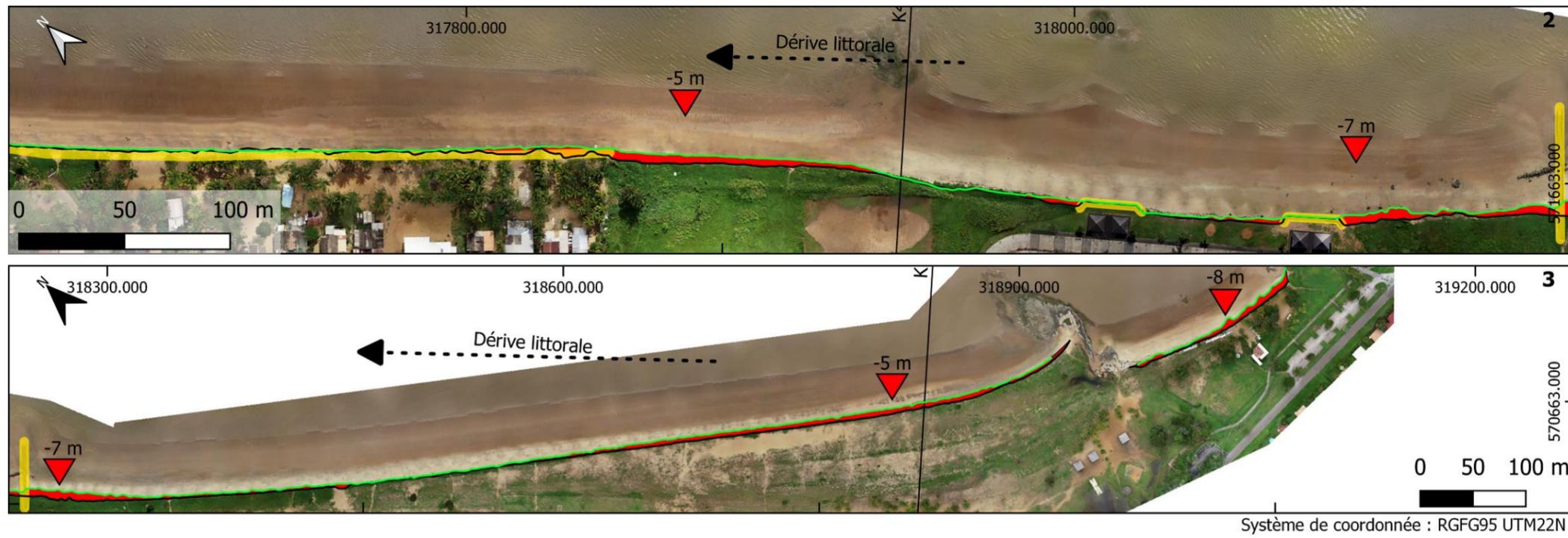


Illustration 56 : Positionnement des différents profils suivis (en rouge) dans le cadre de l'Observatoire de la dynamique côtière ainsi que des ouvrages de défense existants (en jaune) sur le secteur de Kourou.

5.4.2. Évolution annuelle du trait de côte

Entre octobre 2018 et novembre 2019, le trait de côte de Kourou recule. Ce retrait oscille entre -5 m et -10 m sur l'ensemble des plages de Kourou (Illustration 57). L'installation des différents ouvrages de défense, berlinoises et big bags ont fixé le trait de côte à leur niveau (Illustration 57 encarts 1 et 2), mais de part et d'autre de ces ouvrages le trait de côte recule avec un maximum atteint à -7 m à l'extrémité est d'une des berlinoises (encart 2 de l'illustration 57).



Système de coordonnées : RGFG95 UTM22N

- Trait de côte 2018
- Trait de côte 2019
- ▲ Avancée
- ▼ Recul
- Profils topobathymétriques
- Ouvrages de défense et exutoire

Fond : Orthophotographie drone 2019

Réalisation : BRGM

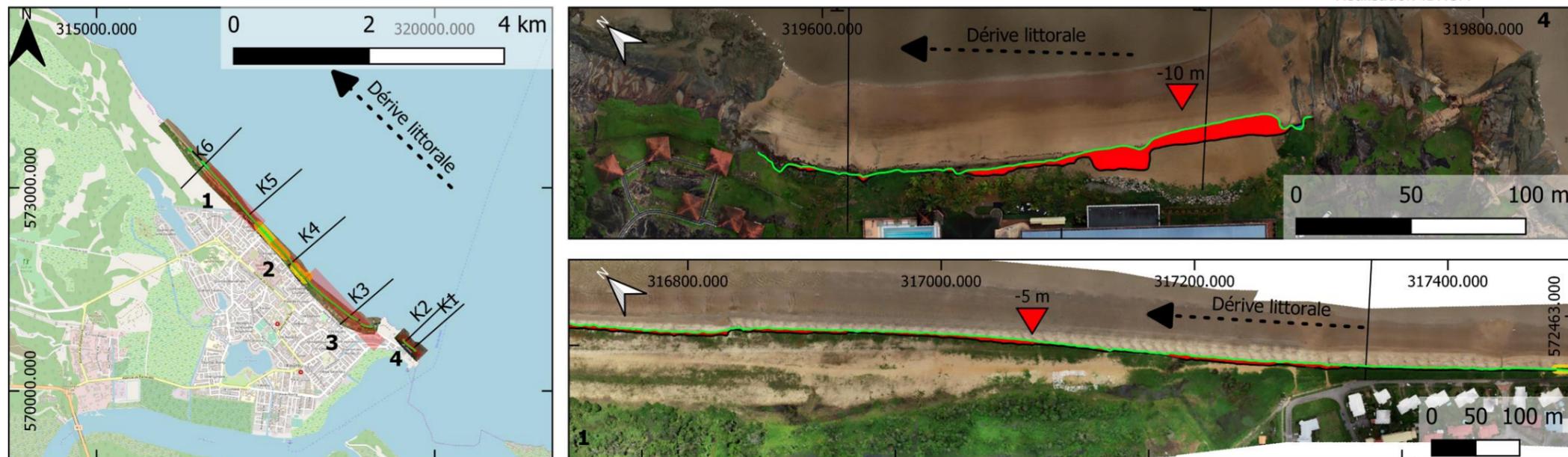


Illustration 57 : Évolution annuelle de la position du trait de côte entre octobre 2018 et novembre 2019 au niveau de la plage de la Cocoteraie (1 à 3) et de la plage de l'Hôtel des Roches (4).

5.4.3. Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

Au niveau de l'anse de l'**Hôtel des roches**, entre 2018 et 2019, un engraissement de +40 cm est observé sur le proche côtier de la plage. *A contrario* sur la partie émergée du site la tendance est à l'érosion avec par exemple -1,6 m d'érosion au niveau du talus d'érosion de K1 (profil K1 de l'illustration 58).

À l'ouest de l'anse de l'hôtel, suite aux coups de mer de 2017, le trait de côte a été stabilisé par le dépôt de gravats sur le haut de plage. Le haut de plage du profil K2 est donc resté stable entre novembre 2018 et novembre 2019. Au pieds des enrochements, l'estran enregistre une légère accrétion (+60 cm) (profil K2 de l'illustration 58).

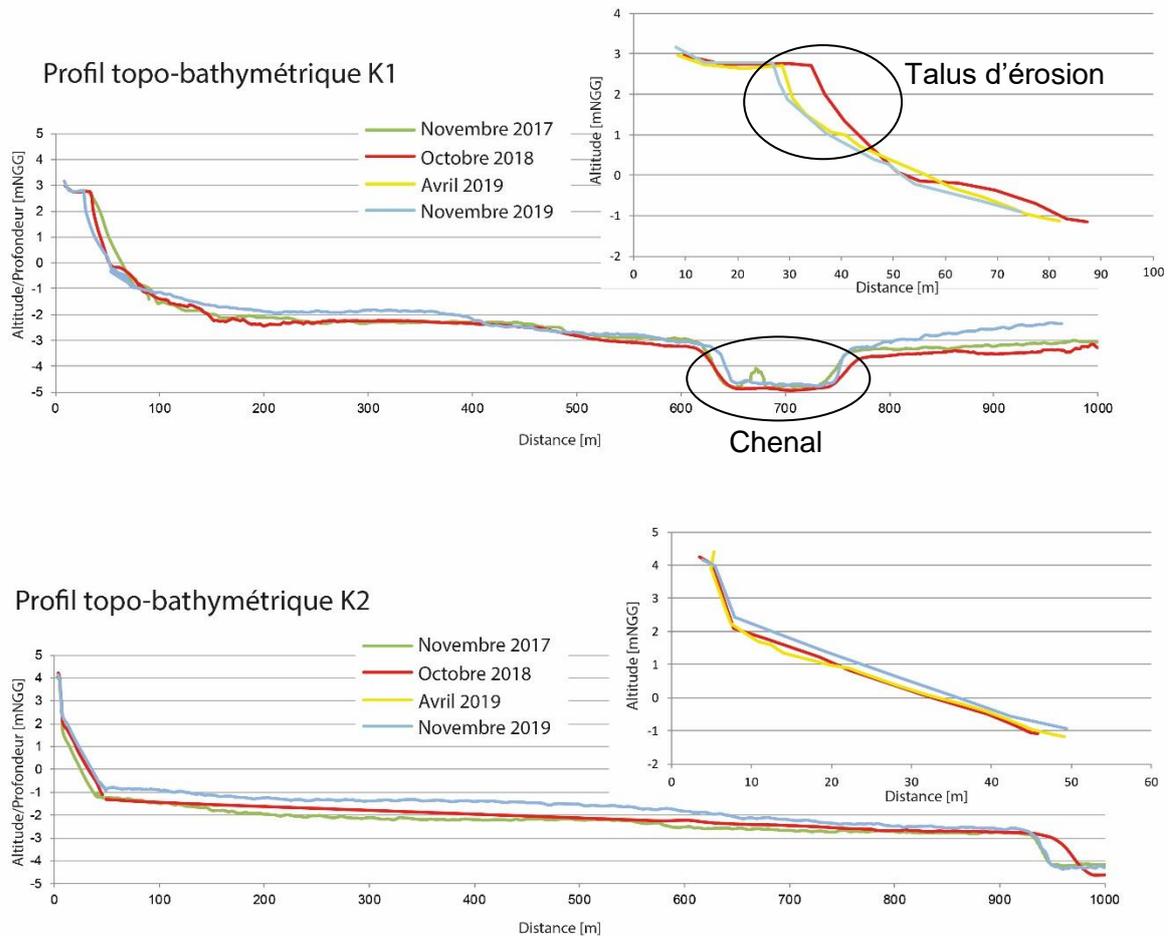


Illustration 58 : Évolutions des profils topo-bathymétriques K1 et K2 entre novembre 2017 et octobre 2019.

Sur la plage de la Cocoteraie, le proche côtier du profil K3 reste stable entre octobre 2018 et novembre 2019. Néanmoins le haut de plage enregistre un recul de -5 m et abaissement d'environ -50 cm entre octobre 2018 et avril 2019 (Illustration 59). Ce recul de manière similaire à la plage de Sablance est expliqué par les coups de mer de mars 2019 qui ont touché l'ensemble du littoral guyanais. Toutefois sur ce secteur la plage n'a pas connu de retour de la position du trait de côte avant les coups de mer, entre avril 2019 et octobre 2019 comme en témoigne la stabilité du profil (Illustration 59).

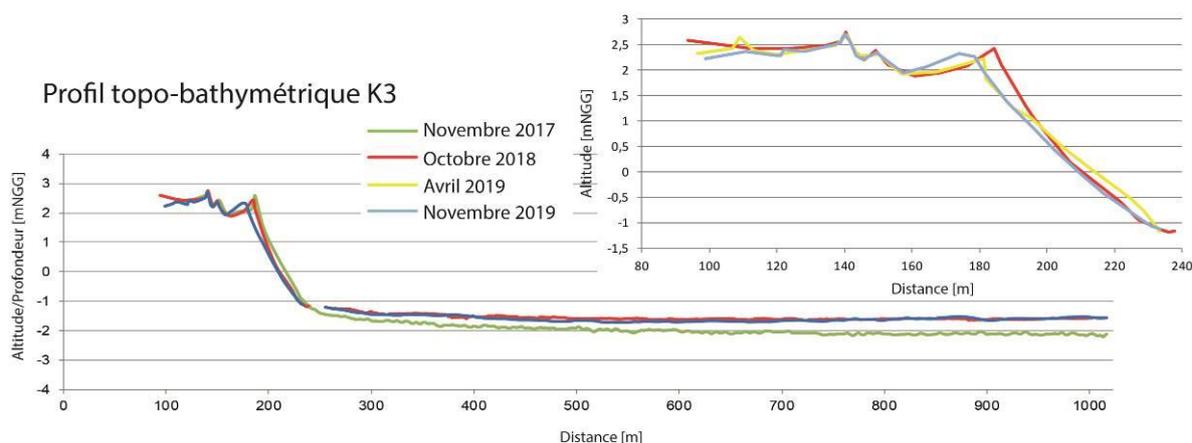


Illustration 59 : Évolution du profil topo-bathymétrique K3 entre novembre 2017 et octobre 2019.

Mise à part l'extrémité ouest de la plage de la Cocoteraie caractérisé par le profil K3, la plage a évolué de manière similaire sur l'ensemble de son linéaire. Les profils K4 à K6 montrent une certaine résilience de la plage suite aux phénomènes d'érosion de mars 2019, avec un retour quasiment à la position d'octobre 2018 des profils topographiques K4 à K6 (Illustration 60). Le recul global du trait de côte se traduit par un recul des micro falaises d'érosion et non comme un départ massif en sédiment. À noter sur le profil K6, l'accrétion avec une augmentation d'environ +30 cm du profil au niveau de la berme (profil K6 de l'illustration 60).

Le proche côtier sur l'ensemble de la plage a continué de s'ensaver avec une diminution de la profondeur variant de 0,20 à 0,40 m (Illustration 60).

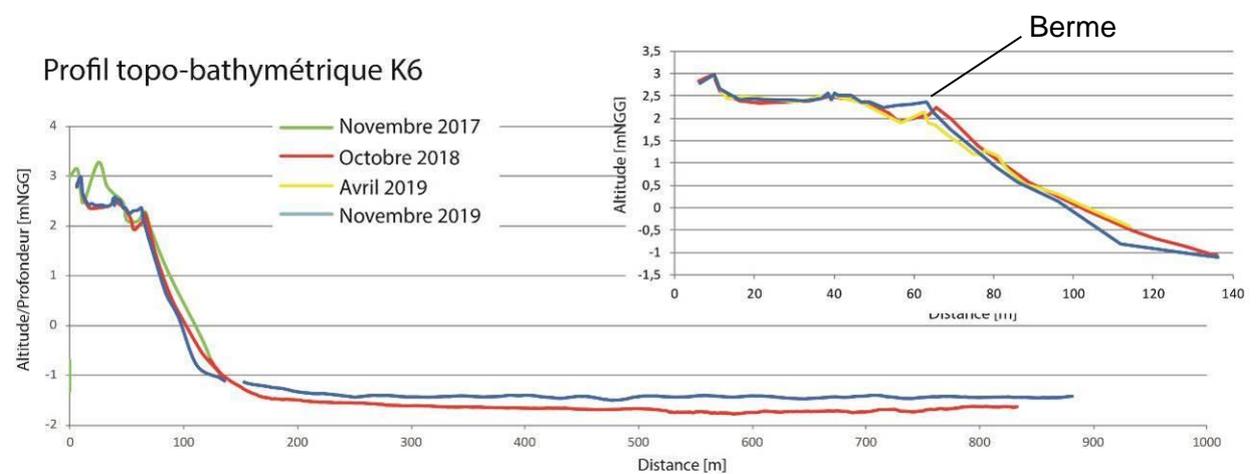
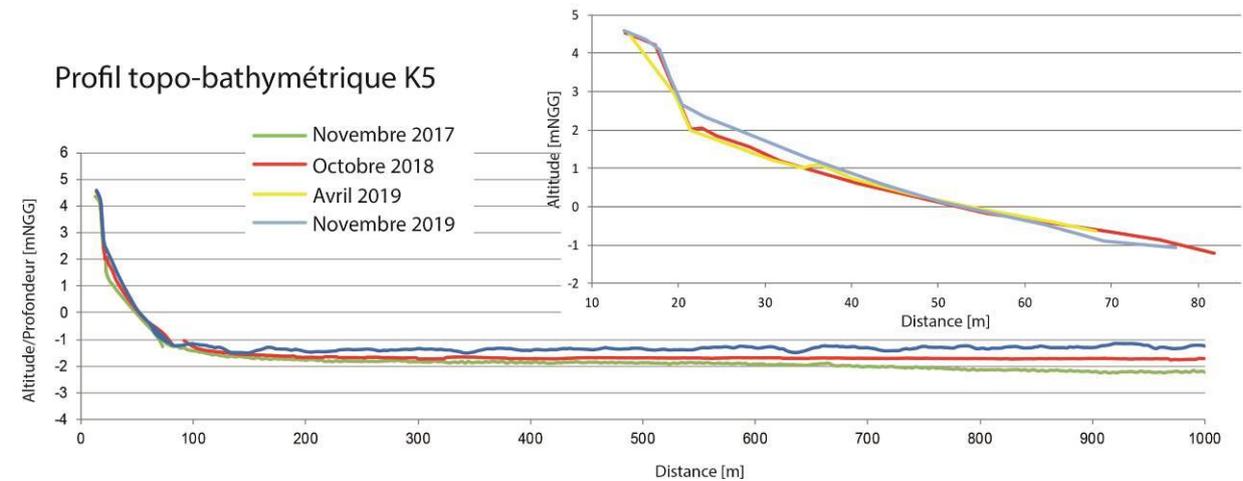
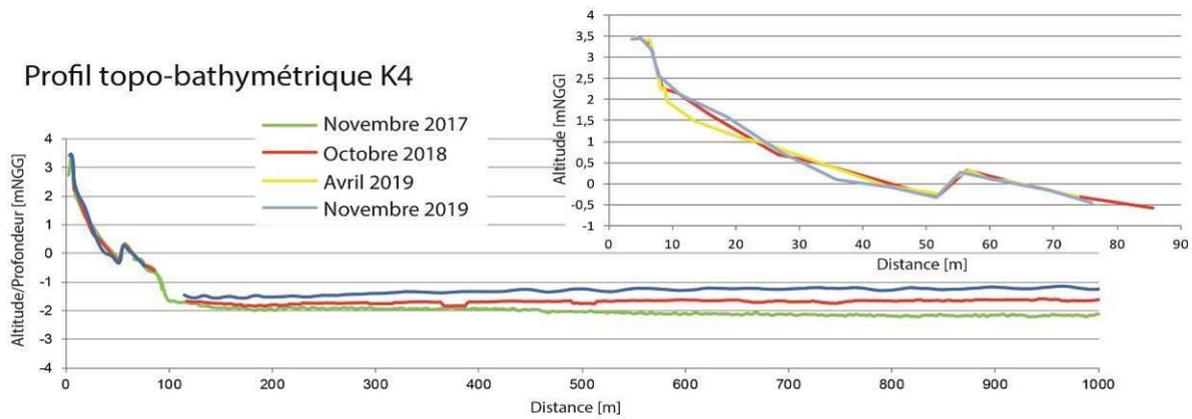


Illustration 60 : Évolutions des profils topo-bathymétriques de K4 à K6 entre novembre 2017 et novembre 2019.

5.4.4. Analyse des données « haute résolution »

Hôtel des Roches

Le différentiel entre le MNT de février 2018 et juin 2019 au niveau de l'Hôtel des Roches est représenté sur l'illustration 61. Les résultats montrent une érosion sur la partie est de la plage et une accrétion sur la partie ouest. La dérive littorale du secteur dirigée d'est en ouest explique ce déplacement sédimentaire.

Il est à noter que le bilan global du volume de sable entre février 2018 et juin 2019 est de l'ordre de $- 516 \text{ m}^3$ pour une marge d'erreur sur cette zone de 30 m^3 (Tableau 3). Les mouvements sédimentaires sont donc à la fois parallèles à la côte (long-shore) mais également perpendiculaire (cross-shore), ce qui expliquerait un départ de sable du système vers le large.



Illustration 61 : Différence altimétrique entre février 2018 et juin 2019 sur la plage de l'Hotel des Roches.

Plages de la Cocoteraie et du CSG

En fonction des observations, le linéaire des plages de la Cocoteraie et du CSG peut être partagé en plusieurs tronçons. L'ensemble des évolutions détaillées ci-après se situent entre février 2018 et juin 2019 :

- secteur 1 : s'étendant de la pointe Castor à l'exutoire des eaux pluviales (encart C de l'illustration 62), présente une évolution similaire à celle de l'hôtel des roches avec une érosion sur la partie est et une accrétion sur la partie ouest. Ce secteur est en érosion d'environ $2\,000 \text{ m}^3$ (bloc 1 du Tableau 3) ;
- secteur 2 : s'étendant de l'exutoire au promontoire rocheux à proximité du profil K4 : les deux affleurements rocheux situés à la limite intertidale, se comportent comme des brise-lames avec l'apparition d'un tombolo à l'arrière et des marques d'accrétion sur le haut de plage dans le prolongement des roches (extrémité sud-est de l'encart B de l'illustration 62) ;

- secteur 3 : situé entre les roches affleurantes et la limite de la zone urbanisée. Cette zone est en érosion avec un départ de plus de -3 500 m³ de sédiments (bloc 2 du Tableau 3). L'érosion est concentrée au niveau de l'estran, étant donné que le haut de plage est entretenu par des apports massif en sable. Plus l'on s'éloigne vers l'ouest plus le haut de plage est en accrétion (encart B de l'illustration 62). Cette observation s'explique par l'apport en sable lors des confortements du merlon et de l'action de la dérive littorale ;
- secteur 4 : de la limite de la zone urbanisée jusqu'à l'extrémité ouest. Ce secteur est en accrétion d'environ +5 700 m³ (bloc 3 du Tableau 3). Néanmoins, une érosion généralisée de l'estran est observée (encart A de l'illustration 62) avec une accrétion au niveau de la berme comme en témoigne le profil K6 (Illustration 60). Il est à noter l'impact des prélèvements en sable pour l'entretien du merlon. Initialement le sable devait être prélever sur le haut de plage et sur 30 cm d'épaisseur. Mais les observations sur le terrain et les MNT indiquent des prélèvements effectués principalement sur 50 cm d'épaisseur (encart A de l'illustration 62).

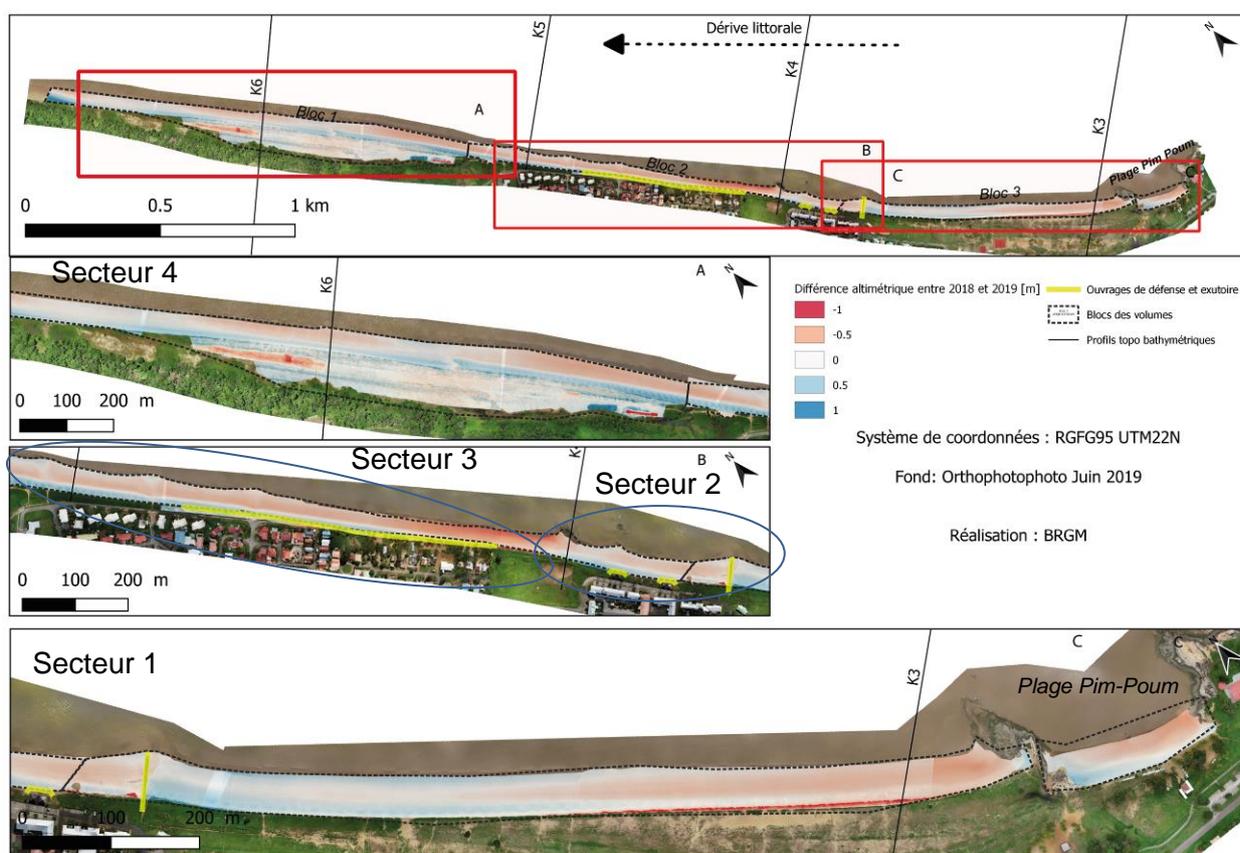


Illustration 62 : Différence altimétrique entre Février 2018 et Juin 2019 sur la plage de la Cocoteraie.

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Plage Pim poum	Hotel des roches	Total
Volume [m ³]	5737	-3558	-2179	-292	-516	-809
Surface [m ²]	144518	50619	43087	6736	10508	
Incertitude mesure drone [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
Erreur volume [m ³]	1066	689	715	22	30	

Tableau 3 : Répartition des volumes de sédiments déplacés entre février 2018 et juin 2019.

5.5. AWALA-YALIMAPO : PLAGE DES HATTES

5.5.1. Présentation du site

La plage des Hattes est située sur la commune d'Awala-Yalimapo, village amérindien regroupant la communauté des Kali'na. Ce lieu concentre de forts enjeux environnementaux, patrimoniaux et touristiques. La plage est un site de nidification majeur pour deux espèces de tortues marines sur les sept recensées à travers le monde : la Tortue luth et la Tortue verte. Afin de préserver sa faune et sa flore, la Réserve de l'Amana, a été créée à l'est, sur une partie du territoire de la commune.

La plage des Hattes est orientée est-ouest. Longue d'environ 2 km, elle s'étend de la pointe Vigie à l'ouest, jusqu'à l'auberge de jeunesse « Village de Simili » à l'est. Elle est une des rares plages estuariennes de Guyane localisée au niveau de l'embouchure du Maroni. Ce fleuve, situé à l'extrémité ouest de la Guyane, matérialise la frontière avec le Suriname.

Depuis 2017, un banc de vase est installé sur l'extrémité est de la plage protégeant des phénomènes d'érosion la plage située en arrière. D'après les analyses des données cartographiques anciennes, il semblerait qu'aucun banc de vase n'ait colonisé l'ensemble de la plage par le passé. Le fleuve par son débit joue le rôle de « chasse hydraulique », remettant l'ensemble des sédiments en suspension et les transportant vers le large. De plus, à l'autre extrémité de la plage proche de la pointe Vigie, un banc de sable intertidal partant de la plage vers le large fluctue sous l'action du flot et du jusant. L'évolution géomorphologique dépend donc de plusieurs facteurs : le fleuve Maroni, les houles, la marée et la présence du banc de vase (Illustration 63).

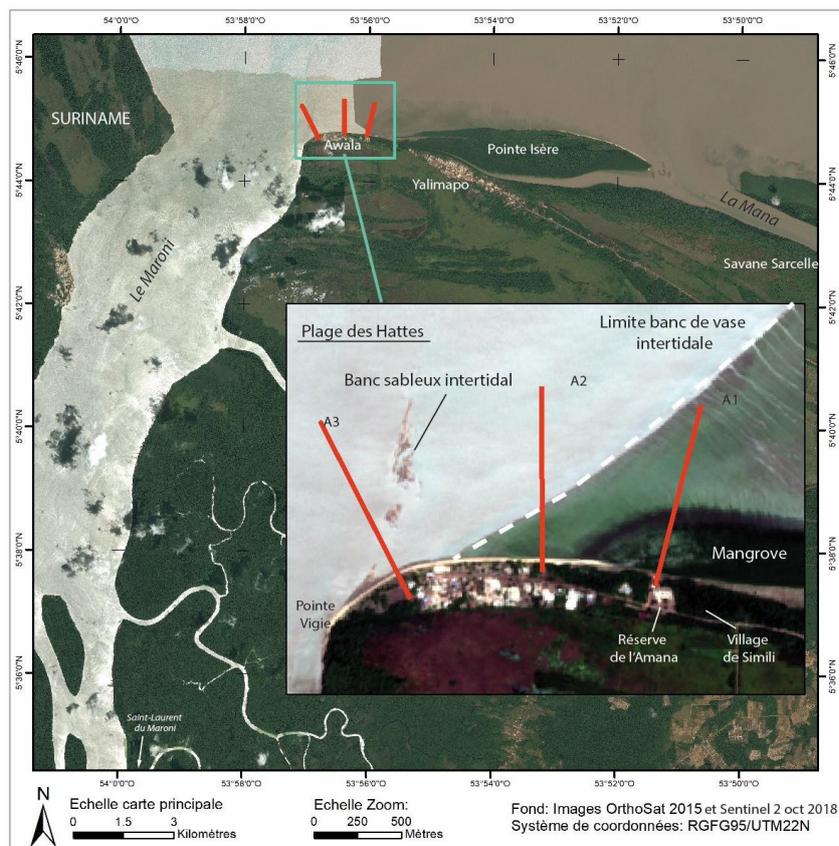


Illustration 63 : Positionnement des différents profils suivis dans le cadre de l'ODYCG, l'image satellite de l'encart est une image Sentinel 2 datée du 27 octobre 2018 prise à marée basse.

5.5.2. Évolution sédimentaire de la plage des Hattes

a) Évolution annuelle du trait de côte

À partir des observations du trait de côte, la plage des Hattes peut être séparée en trois secteurs (illustration 64) :

- le secteur « est », situé entre le village de Simili et la frontière du banc de vase, elle-même localisée à environ 200 m à l'est du centre d'Awala depuis 2017 (encart de l'illustration 63 et cf. § 5.1) ;
- le secteur « centre », situé en face des carbet communaux, entre la limite du banc de vase intertidal et le banc de sable intertidal ;
- le secteur « ouest » situé au niveau de la pointe Vigie dans l'estuaire du Maroni.

Hormis sur le secteur « est », le trait de côte de la plage des Hattes recule. En effet, le secteur « est », présente une avancée de la position de son trait de côte (+30 m entre octobre 2018 et novembre 2019 encart 1 de l'illustration 64), qui se traduit par le développement de la végétation ainsi qu'une avancée de la berme.

Sur la même période, les secteurs « centre » et « ouest » enregistrent un recul de la position du trait de côte : respectivement -20 m face aux carbet communaux (encart 2 de l'illustration 64) et -10 m au niveau de la pointe Vigie (encart 2).

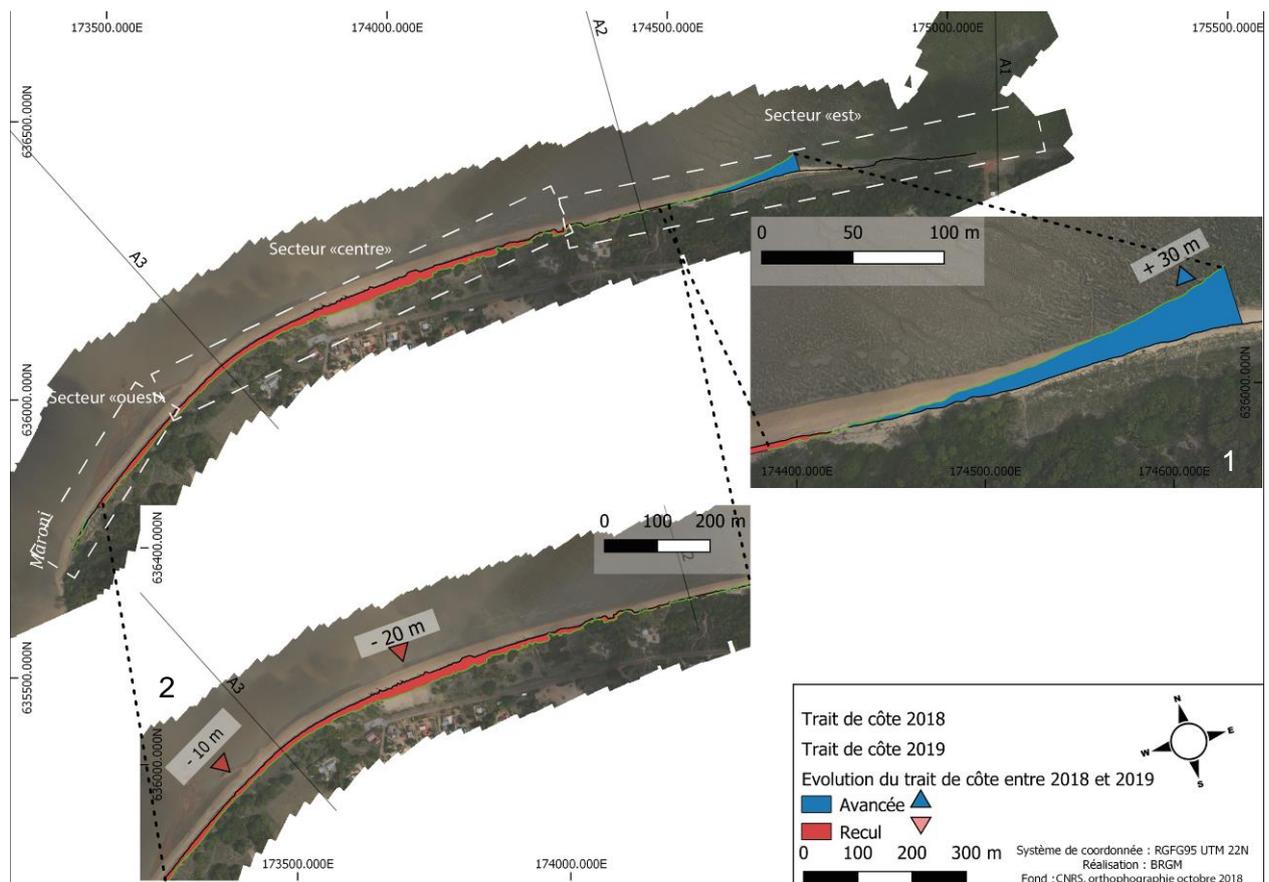


Illustration 64 : Évolution annuelle de la position du trait de côte sur la plage des Hattes sur la commune d'Awala-Yalimapo, entre octobre 2018 et novembre 2019.

b) Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

Le profil A3, situé à l'ouest de la plage des Hattes (Illustration 64), recoupe le banc de sable intertidal et fluctue entre accrétion et érosion en fonction du flot, du jusant et du débit du Maroni. La partie aérienne du secteur a enregistré une accrétion entre octobre 2018 et avril 2019, puis une érosion entre avril et novembre 2019. Le profil topographique est donc resté stable sur l'année (Illustration 65).

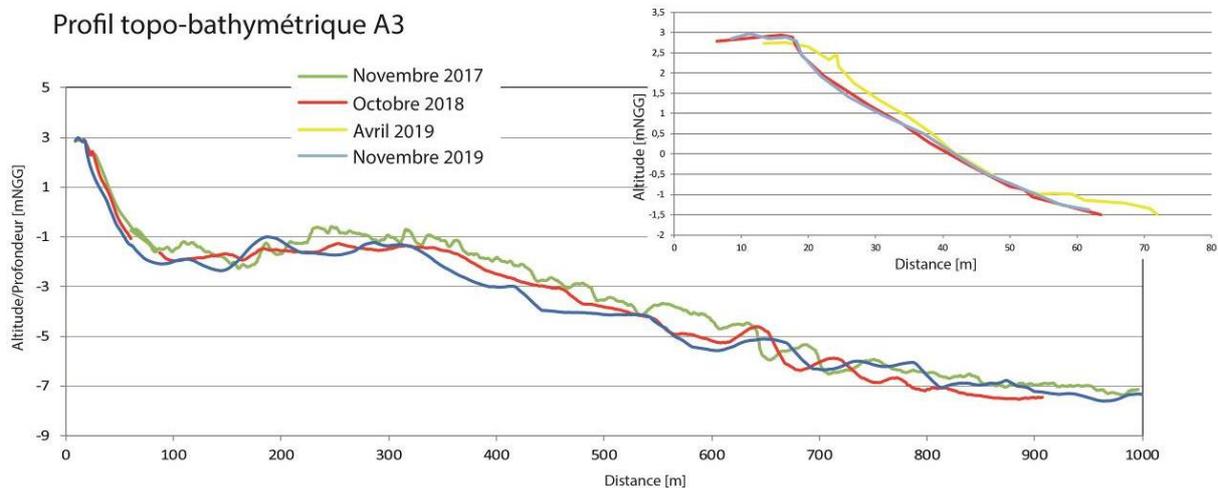


Illustration 65 : Évolution du profil topo-bathymétrique A3 entre novembre 2017 et novembre 2019.

En revanche, le profil A2, situé au centre du secteur d'étude, enregistre une évolution inverse à celui de A3. Entre octobre 2018 et avril 2019, l'estran du profil connaît un abaissement d'environ -90 cm (érosion). Entre avril et novembre 2019 le profil reprend sa position d'octobre 2018 (accrétion). Le proche côtier du secteur s'engraisse, entre octobre 2018 et novembre 2019, traduisant un envasement/ensablement sur l'ensemble du profil avec des valeurs allant de +60 cm au large à +20 cm dans la partie proximale (Illustration 66).

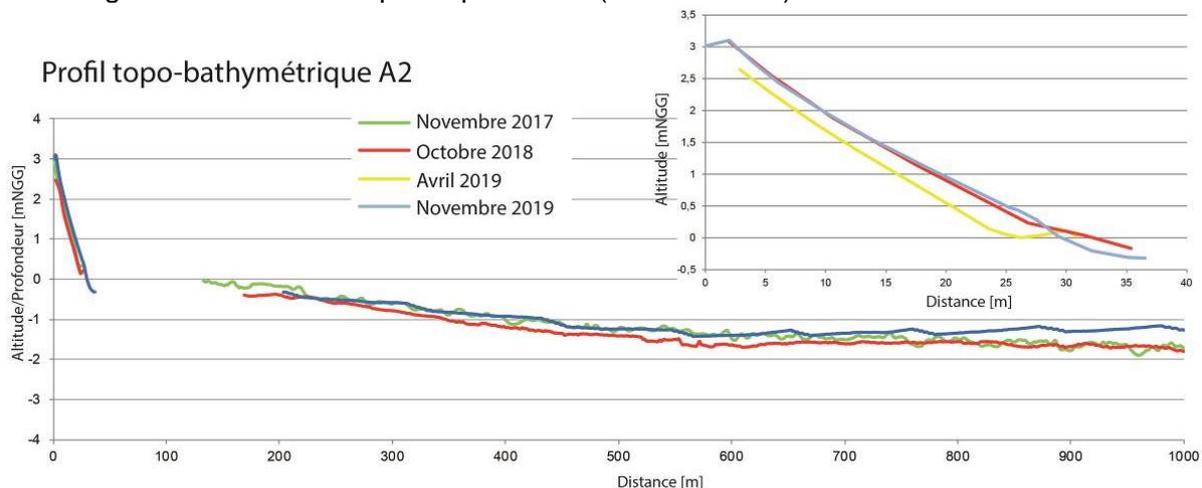


Illustration 66 : Évolution du profil topo-bathymétrique A2 entre novembre 2017 et novembre 2019.

L'évolution de la partie est du site au niveau du profil A1 est caractérisée par une progression importante de la mangrove. Ce développement massif de végétation a restreint la zone d'acquisition topographique et bathymétrique sur l'année 2019 et donc les observations. En 2019, la partie la plus au large du profil bathymétrique demeure stable montrant ainsi la fixation du banc de vase (Illustration 67).

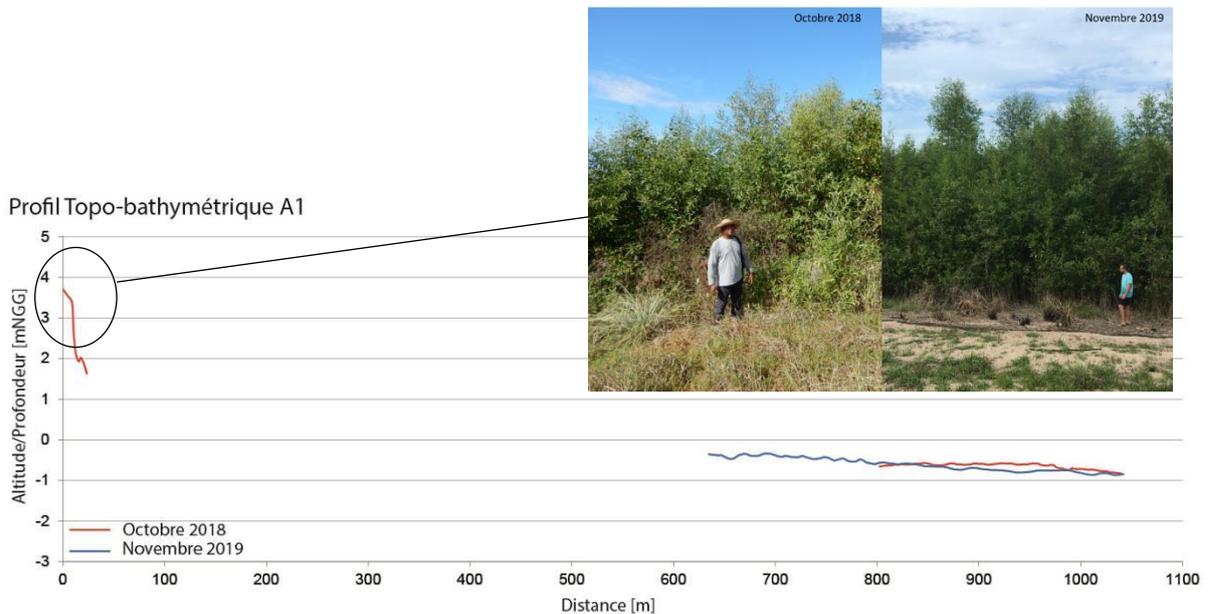


Illustration 67 : Évolution de la bathymétrie et de la végétation le long du profil A1 entre 2018 et 2019.

c) Les phénomènes de submersion marine en 2019.

La plage des Hattes a connu plusieurs phénomènes d'érosion et de submersion marines au cours de l'année 2019. Les plus importants ont contraint la mairie à déclenché une expertise dans le cadre de la tranche conditionnelle de l'observatoire. C'est le cas pour les coups de mer de fin février/début mars 2019 (Longueville *et al.*, 2019a) et ceux d'octobre 2019 (Longueville *et al.*, 2019b). Ces deux épisodes résultent de houles cycloniques d'une hauteur significative au large d'environ 2,5 m, de direction nord, avec une forte période, (15 s en octobre et 13 s en mars). Leur arrivée sur la côte a entraîné des phénomènes de submersion par paquets de mer, jusqu'à 80 m dans les terres (notamment ceux d'octobre 2019) inondant la route et engendrant des dégâts sur le système électrique communal (Illustration 68). D'un point de vue morphologique suite au coup de mer d'octobre, le trait de côte a reculé d'environ 20 m sur le secteur central.

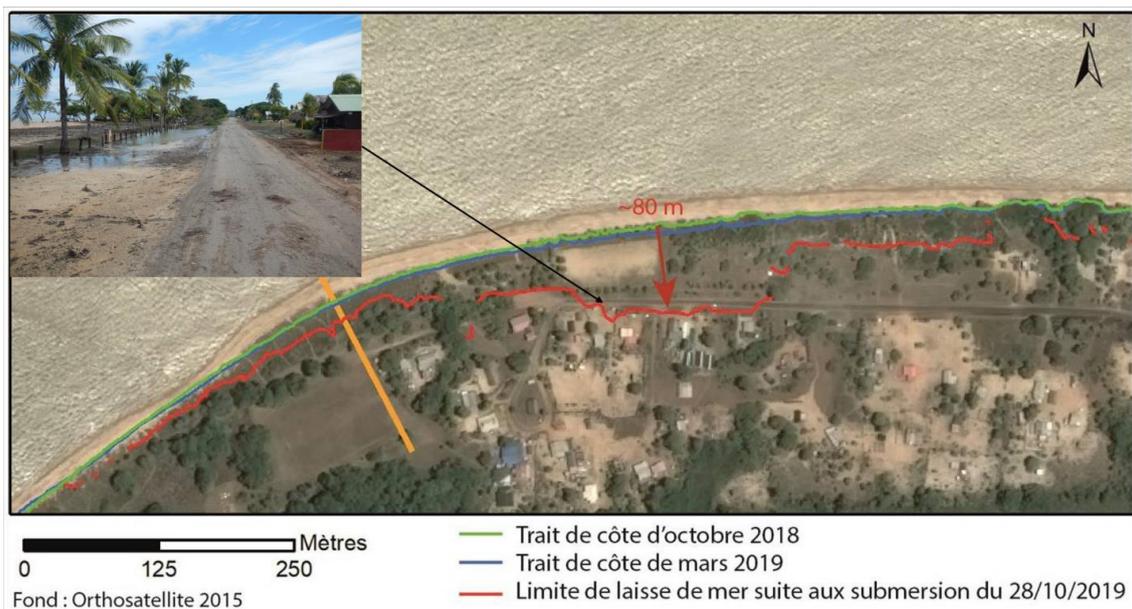


Illustration 68 : Limite de la laisse de mer suite à la submersion du 28 octobre 2019.

d) Bilan volumique de la plage 2018-2019

Suite à de nouveaux phénomènes de submersion marine en novembre 2019, un levé drone photogrammétrique a été réalisé sur la plage d'Awala-Yalimapo. Grâce aux orthophotographies produites il a été possible de cartographier de façon continue les différentes laisses de mer. La comparaison des données topographiques restituées avec celles du levé photogrammétrique d'octobre 2018 réalisé dans le cadre de la thèse de M. Jolivet (Jolivet en prep), a permis de calculer un bilan volumique du haut de l'estran sur l'année 2018.

L'analyse du différentiel altimétrique des deux MNT (Illustration 69) permet de quantifier une inversion de la dérive littorale. Ainsi, le secteur « est » est en accrétion (+1,5 m) et la partie centrale de la plage, non protégée par le banc de vase, est au contraire en érosion (-1,3 m) sur la partie haute de l'estran. Sur la partie ouest du secteur, le déplacement spatial de 80 m vers l'ouest de la base du banc sableux intertidal est responsable d'une accrétion au droit de ce dernier et d'une érosion au droit de sa position antérieure.

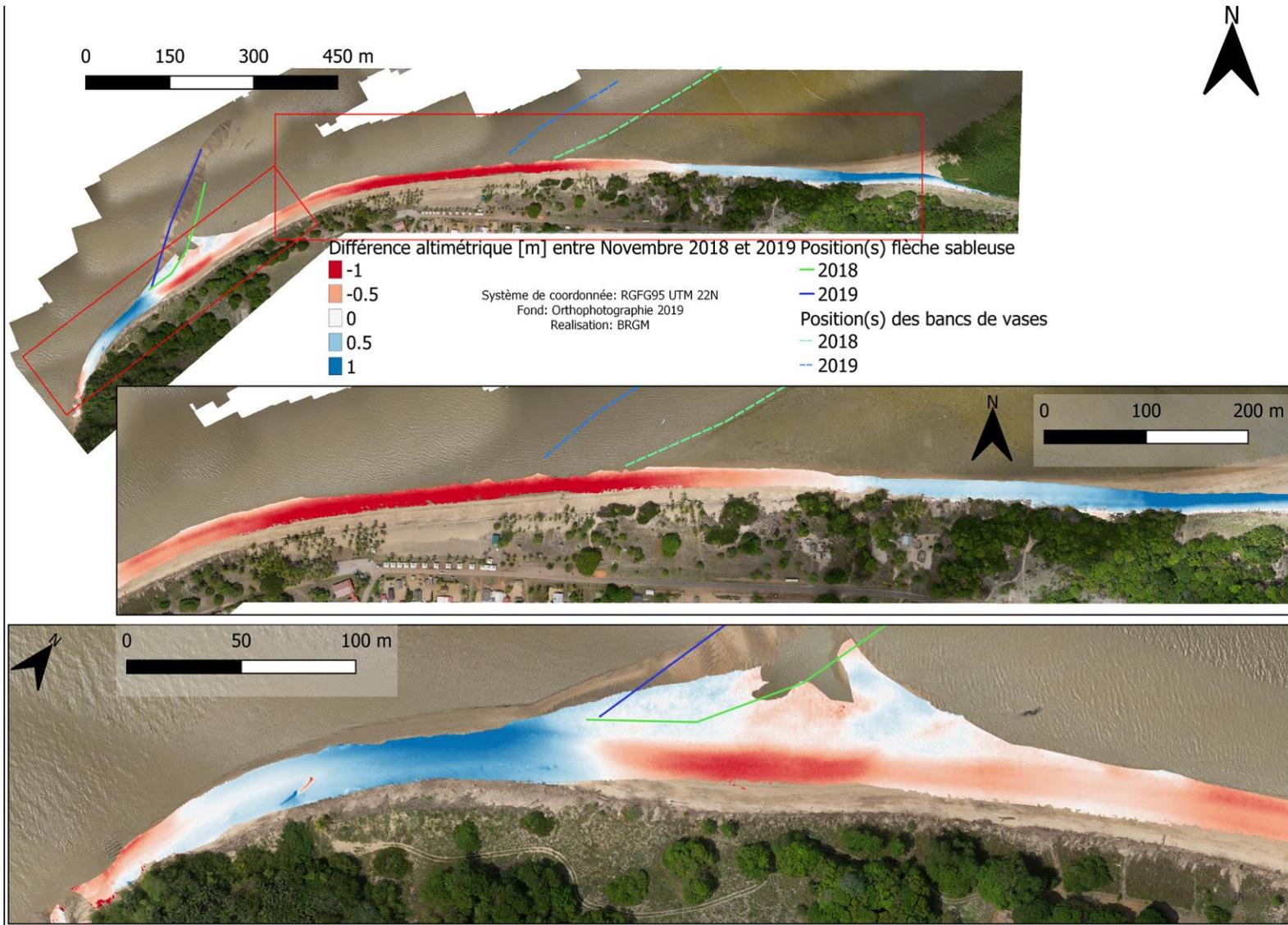


Illustration 69 : Différence altimétrique entre octobre 2018 et novembre 2019 sur la plage des Hattes.

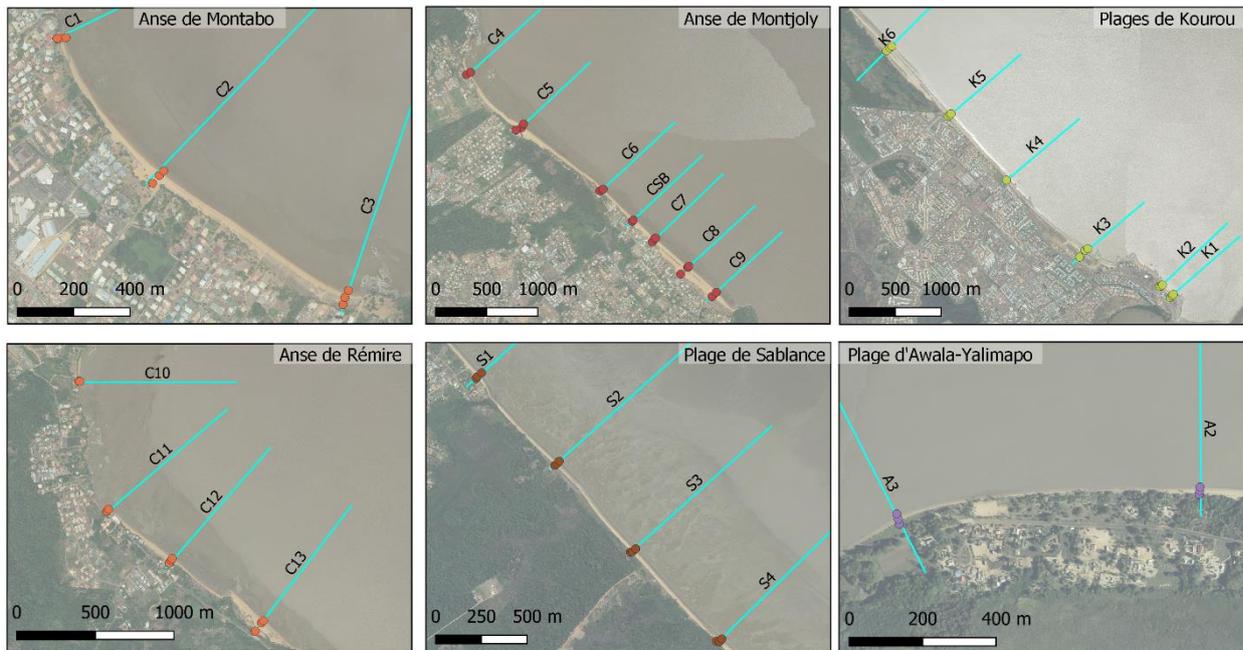
D'un point de vue volumétrique, le bilan à l'échelle de la plage montre une érosion généralisée d'environ 4 200 m³ (+/- 161 m³) entre octobre 2018 et novembre 2019 (Tableau 4). Cette perte de sédiment se concentre essentiellement au droit du bourg. Les deux extrémités de la plage sont en accrétion : l'une alimentée par l'apport en sédiment du fleuve Maroni à l'ouest et l'autre alimentée par l'inversion de la dérive littorale à l'est au front du banc de vase.

Awala	Volume (m3)	Erreur volume (m3)
Accrétion	7406	120
Érosion	-11609	41
Total	-4203	161

Tableau 4 : Volumes déplacés entre octobre 2018 et novembre 2019 sur la plage des Hattes.

5.6. RÉSULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Les prélèvements sédimentaires sur les années 2018 et 2019 ont permis de caractériser les sédiments d'un point de vue minéralogique et granulométrique (Illustration 70).



Fond: BD Ortholittoral 2018
Système de coordonnées: RGF95/UTM22N

Illustration 70 : Localisation des différents prélèvements sur chacun des sites du réseau de l'ODYC, le long des profils topo-bathymétriques en bleu sur les cartes.

Plusieurs comparaisons ont été menées au cours de cette analyse en prenant en compte la nature, la texture et les évolutions spatiale et temporelle des échantillons. Les observations minéralogiques sont regroupées dans un fichier Excel, et sont disponibles avec les courbes granulométriques au format pdf, dans le CD annexé à ce rapport.

Le sable sur la totalité des secteurs est d'origine détritique terrigène avec une fraction majoritaire de grains de quartz. Quelques particularités, observées à la loupe binoculaire, sont à noter en fonction de la localisation des sables. Ainsi la plage d'Awala, présente différents minéraux accessoires comme le grenat caractéristique des roches métamorphiques, que l'on retrouve dans le bassin versant du fleuve Maroni. À l'inverse sur les plages de Cayenne l'analyse à la loupe binoculaire fait ressortir la présence de minéraux noirs comme la

magnétite, qui dans certains secteurs peut se retrouver à plus de 20 % dans l'échantillon, comme c'est le cas sur le profil C12 de l'anse de Rémire (Illustration 71). Ces minéraux comptent tenu de leur densité sont peu transportés et traduisent un apport local. Peu d'évolutions dans la nature des sables sont observés entre mars 2018 et mars 2019.

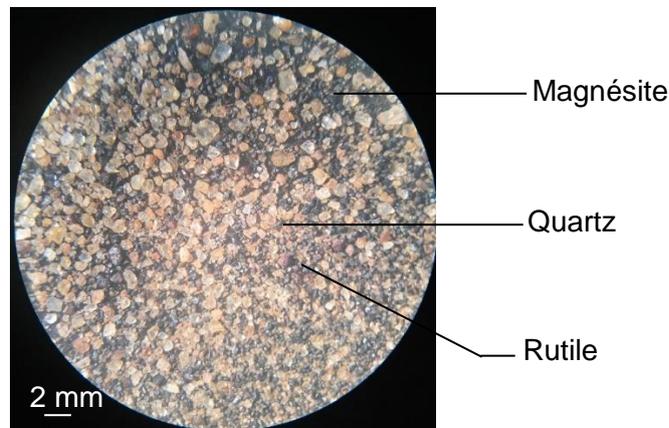


Illustration 71 : Photographie à la loupe binoculaire du prélèvement ODYC19-C12-01.

Enfin sur certains profils, des coquilles ou des fragments de coquilles de bivalves sont retrouvés au niveau de l'estran ou du bas de plage, traduisant un transport cross-shore.

La granulométrie des sables est un bon indicateur des milieux de dépôt. Ainsi en régime turbulent, les éléments fins sont facilement mobilisés, favorisant le dépôt d'éléments grossiers. De manière générale, les prélèvements situés en bas de plage et sur l'estran ont une fraction grossière plus importante qu'en haut de plage du fait d'une énergie plus forte (zone de déferlement).

Des variations sont observées au niveau de l'estran entre 2018 et 2019. Ainsi sur le prélèvement de l'estran du profil A3, la fraction supérieure à 1 mm était de 60 % en 2018 et de 10 % en 2019 (Illustration 72). Cette diminution de la granulométrie, traduit une diminution de l'énergie lors du dépôt. Les données granulométriques sont donc des indicateurs complémentaires qui viennent confirmer ou infirmer les observations morphosédimentaires et morphodynamiques. Dans une autre mesure, Ces données sont également nécessaires à la caractérisation du milieu pour les éventuels modèles hydro-sédimentaires futurs.

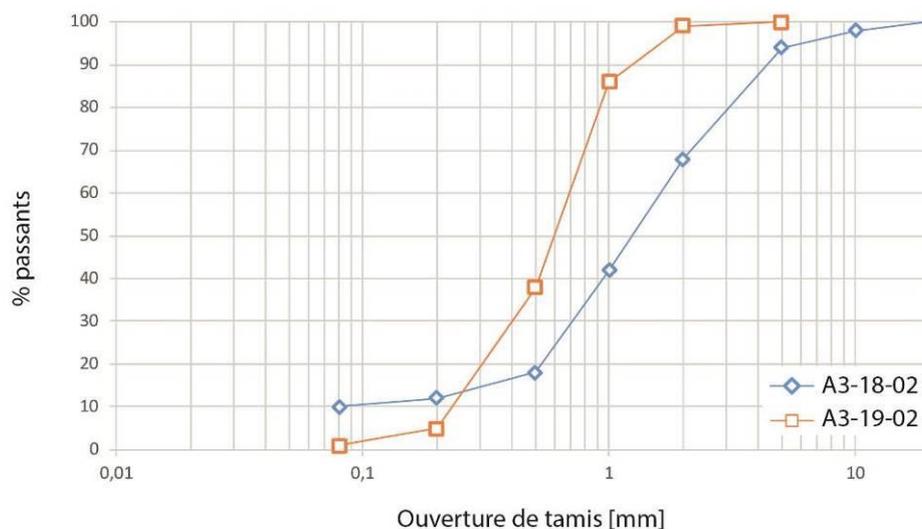


Illustration 72 : Courbe granulométrique des prélèvements ODYC18-A3-02 et ODYC19-A3-02, prélevés au niveau de l'estran du profil A3 en 2018 et 2019.

6. Bilan et synthèse des évolutions

Les observations relevées dans le cadre des travaux de l'ODYC sur l'année 2019, ont permis de compléter l'analyse des évolutions morphosédimentaires et la connaissance du fonctionnement morphodynamique de chacun des sites suivis depuis 2018.

Sur la presqu'île de Cayenne, le banc de vase est installé depuis 2015. D'un point de vue topographique, la plage enregistre des déplacements sédimentaires d'est en ouest dans le sens de la dérive littorale. D'un point de vue bathymétrique, contrairement aux années passées la profondeur observée sur le proche côtier des anses de Rémire et de Montjoly ne diminuent plus. Les profils bathymétriques enregistrent une augmentation de la pente, ainsi que la formation d'une barre vaseuse. La barre vaseuse permet d'atténuer la houle au large dissipant ainsi l'énergie arrivant à la côte. Néanmoins, si les barres pré-littorales sont bien connues et détaillées dans la littérature pour les systèmes sableux, pour les milieux cohésifs, comme c'est le cas avec la vase, leurs réponses morphologiques au cours du temps sont moins décrits. Ces différentes observations soulèvent de nombreuses questions sur le devenir de ce littoral très mouvant. L'augmentation de la pente caractéristique d'un système plus réfléchissant peut éventuellement être interprétée comme un signe d'un prochain départ de la vase localement au droit de ces anses. Les observations futures confirmeront ou infirmeront cette hypothèse.

À l'inverse, l'envasement se poursuit dans les petites anses de Cayenne.

Les levés au sonar à balayage latéral ont permis de cartographier des figures sédimentaires au large de Cayenne tel que les rides et les méga-rides. Au regard des deux années de suivi peu d'évolutions significatives sont à noter sur ce secteur.

Le littoral de Macouria, situé en front de banc de vase, est vulnérable aux coups de mer de direction nord de la saison des pluies. Les observations de terrain ont montré une érosion sur la partie ouest et une stabilité de la position du trait de côte et une accrétion de l'estran, sur la partie est. Il est fort plausible que de par sa position en front de banc de vase, le littoral de Macouria connaisse une inversion de la dérive littorale avec un déplacement du sable d'ouest vers l'est. Étant donné la présence d'habitations sur l'extrémité ouest du secteur, si les phénomènes d'érosion persistent et s'accroissent, ils entraîneront une augmentation de l'exposition des enjeux aux aléas recul du trait de côte et submersion marine. Ce phénomène, observé pour l'instant uniquement sur l'année 2018-2019, nécessitera une attention particulière à l'analyse des prochains levés de l'ODYC, notamment sur l'évolution de la position du trait de côte sur l'extrémité est de la plage.

Le littoral de Kourou depuis 2015, connaît une évolution rapide de son littoral :

- entre 2015 et 2017 : phénomène de rotation de plage engendré par l'arrivée du banc de vase et favorisé par les houles énergétiques de direction nord ;
- à partir de 2017 : le banc de vase s'installe, entraînant un retour de la dérive littorale classique de direction est/ouest ;
- entre 2018 et 2019 : le déplacement du banc de vase se poursuit, engendrant une érosion au niveau de la pointe Pollux et sur les secteurs à l'est et une accrétion sur les secteurs à l'ouest ;
- année 2019 : la plage au droit de l'avenue de l'Anse connaît un départ de sable d'environ - 4 000 m³.

À noter la vulnérabilité toujours actuelle de la plage aux coups de mer de direction nord de la saison des pluies qui ont lieu entre février et avril, comme cela été le cas en 2017 et 2018.

La plage des Hattes est partagée en deux parties : l'extrémité est, envasée, et l'extrémité ouest, non envasée. Le secteur au centre de la plage, non protégé par la vase, enregistre un recul du trait de côte d'environ -20 m. À l'inverse, le secteur ouest enregistre une avancée d'environ +30 m. De par sa position dans l'estuaire du Maroni, la plage est soumise à différents facteurs hydrodynamiques, rendant plus complexes son fonctionnement sédimentaire et sa compréhension. Du fait de la position du site en front de banc de vase, la houle incidente de direction nord-est est réfractée engendrant une inversion de la dérive littorale qui s'accompagne d'une érosion localisée au droit du banc (Anthony, 2011). Le principal facteur de cette inversion de la dérive littorale, est la position en front de banc de vase de la plage des Hattes. Toutefois les coups de mer de direction nord en période de vives eaux semblent amplifier le phénomène. Ils favorisent l'érosion de la plage et le franchissement du cordon sableux par de paquets de mer qui entraîne une inondation à l'arrière. À l'extrémité ouest, le banc sableux intertidale évolue parallèlement à la plage sous l'action du fleuve Maroni et de la houle. Sa position semble matérialiser la limite d'influence d'un point de vue hydrosédimentaire du fleuve Maroni (Illustration 73).

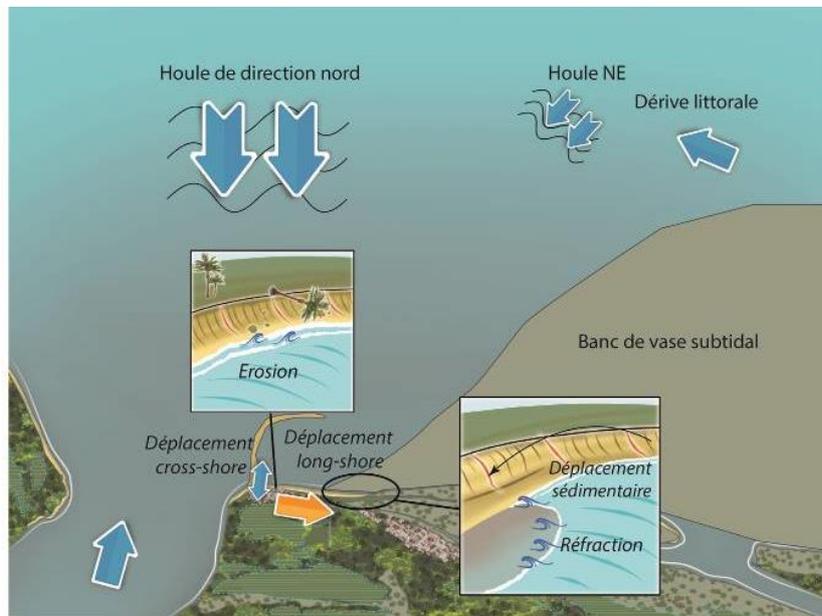


Illustration 73 : Schéma conceptuel du phénomène de rotation de plage sur la plage des Hattes engendrée par la position en front de banc de vase et potentiellement amplifiée par les houles de direction nord.

7. Conclusion

Les levés réalisés dans le cadre de l'ODyC, ont permis pour une année supplémentaire de caractériser les évolutions observées et d'améliorer la connaissance sur le fonctionnement des sites suivants :

- la **plage des Hattes**, située en front de banc de vase enregistre une inversion de la dérive littorale se traduisant par un déplacement de sable d'ouest en est. Lors des périodes de fortes houles en saison des pluies, un recul du trait de côte ainsi que des phénomènes de submersion par franchissement ont été observés ;
- la **plage de Sablance** qui est également en position de front de banc de vase enregistre une érosion à l'extrémité ouest du secteur. À l'est, le secteur enregistre une stabilité de la position de son trait de côte mais une accrétion de son estran, pouvant être interprétées comme un début de rotation de plage. Si le phénomène venait à s'accroître sur les prochaines années, il rendrait plus vulnérable les habitations situées à l'extrémité ouest de la plage ;
- le **littoral de Kourou** sur l'année 2019 a connu peu d'évolution. Le banc de vase a continué de progresser vers l'ouest face à la commune. En absence de vase consolidée sur le proche côtier comme c'est le cas par exemple à Cayenne, le littoral de Kourou reste vulnérable aux phénomènes d'érosion ;
- le déplacement sédimentaire suit la dérive littorale est-ouest sur **les anses de Cayenne**. Une importante modification morphologique du proche côtier est enregistrée se traduisant par une augmentation de la pente. Cette évolution rend le milieu plus réfléchissant et pourrait constituer les prémices d'une modification locale de la position du banc de vase. La poursuite des suivis permettra d'infirmer ou confirmer cette hypothèse. Les levés bathymétriques au large de Cayenne ont montré que la limite du banc de vase est cependant plus proche du littoral en 2019 qu'en 2018.

D'un point de vue général, les levés au sonar à balayage latéral et les levés granulométriques ont permis de respectivement dresser une carte de la nature des fonds et de caractériser d'un point de vue minéralogique et granulométrique le sable présent sur les plages suivies par l'ODyC. Ces levés sont nécessaires à la caractérisation du milieu pour les éventuels modèles hydro-sédimentaires futurs et pour la compréhension globale du système proche côtier/plage. Mais au regard des deux années de suivi, les évolutions ne sont pas significatives et il est préconisé d'espacer dans le temps ces types de levés sur un même site.

8. Bibliographie

Allison M.A., Lee M.T., Ogston A.S., Aller R.C. (2000). Origin of amazon mudbanks along the notheastern coast of South america. *Marine Geology*, 163, p241-256.

Allison, M.A. and Lee, M.T. (2004). Sediment exchange between Amazon mudbanks and fringing mangroves in French Guiana. *Marine Geology*, 208, 169-190.

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., 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.*

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., Dailoux 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., Gensac E., Anthony E.J., Lesourd S., Loisel H., Marin D. (2011). Wave-formed mud bars: their morphodynamics and role in opportunistic mangrove colonization. *Journal of Coastal Research, Special Issue 64*, p384-387.

Gratiot, N.; Gardel, A. and Anthony, E.J. (2007). Trade-wind waves and mud dynamics on the French Guiana coast, South America: input from ERA-40 wave data and field investigations. *Marine Geology*, 236, 15-26.

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

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., (2018). Observations à la suite des épisodes d'érosion marine de fin février/début mars 2018 sur le littoral de Kourou (Guyane). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-67900-FR. 22p., 17 ill.

Longueville F. avec la collaboration de **Rodriguez-Gouedreau P.** (2019) a – Observations suite aux épisodes d'érosion et de submersion marine de février 2019 sur le littoral d'Awala-Yalimapo (Guyane). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-68827-FR. 18 p., 14 ill.

Longueville F. et Bossennec G. (2019) b – Observations à la suite des épisodes de submersion marine du 28 octobre 2019 sur le littoral d'Awala-Yalimapo (Guyane). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP- 69426-FR. 20 p., 13 ill.

Mallet C., Michot A., avec la collaboration de **De La Torre Y., Lafon V., Robin M. et B. Prevoteaux** (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.

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.

Plaziat J-C, Augustinus P.G.E.F., (2004). Evolution of progradation/erosion along the French Guiana mangrove coast : a comparison of mapped shorelines since the 18th century with Holocene data, *Marine Geology*, 208, p127-143.

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.

Shom (2019) - Référence Altimétrique Maritimes Ports de France métropolitaine et d'outre-mer - 107 p.

Short A., (1996). The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications : a review. *Revista Chilena de Historia Naturel*, 69, p 589-604.

Wright L.D., Short A.D. and Green M.O., (1985). Short-term changes in the morphodynamic states of beaches and surf zones: an empirical predictive model. *Marine Geology*, 62, p339-364.

Wright L.D., SHORT A., (1983), Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, 56, p 93-118.

Sources Internet :

Site du Shom (marée) : Consulté le 15 février 2019

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



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