

Document public



Observatoire de la dynamique côtière de Guyane - ODYC : Bilan de l'année 2020

Rapport final

BRGM/RP-70923-FR

Juin 2021



(Macouria, Novembre 2020)



Document public

Observatoire de la dynamique côtière de Guyane - ODYC : Bilan de l'année 2020

Rapport final

BRGM/RP-70923-FR

Juin 2021

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM AP19CAY037

Lanson M., Longueville F., Desmazes F.

Vérificateur :

Nom : R. BELON

Fonction : Chef de projet Littoral

Date : 08/07/2021

Signature :



Approbateur :

Nom : F. TRONEL

Fonction : Directeur régional

Date : 12/07/2021

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 :

Lanson M., Longueville F., Desmazes F. (2021) - Observatoire de la dynamique côtière de Guyane ODYC : bilan 2020. Rapport final. BRGM/RP-70923-FR, 100 p., 67 ill., 5 tab., 1 ann..

Synthèse

Depuis 2014, l'Observatoire de la dynamique côtière de Guyane (ODyC), copiloté par la Direction Générale des Territoires et de la Mer (DGTM) et le BRGM, suit les évolutions morphologiques des plages, afin d'améliorer la compréhension des processus naturels.

La gouvernance de l'ODyC, se décline en un comité de pilotage, regroupant les principaux financeurs et opérateurs techniques qui discutent des orientations à suivre de l'observatoire et d'un comité scientifique présidé par le CNRS, qui permet d'appuyer les choix stratégiques du comité de pilotage. L'ODyC est ainsi un outil fédérateur des différents organismes et acteurs du littoral, avec trois objectifs principaux :

- pérenniser les différents levés topographiques, bathymétriques, du trait de côte, par drone et au sonar à balayage latéral sur l'ensemble des sites du réseau ;
- centraliser et mutualiser l'ensemble des données relatives aux actions menées sur le littoral afin de la diffuser au plus grand nombre via notamment le site internet de l'observatoire (www.observatoire-littorale-guyane.fr) ;
- améliorer la connaissance sur le fonctionnement du littoral et appuyer, à travers des expertises et des préconisations, les collectivités et les acteurs publics sur l'aménagement et la gestion de leur frange côtière.

Quatre sites répartis sur cinq communes, font partie du réseau 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 des Hattes sur la commune d'Awala-Yalimapo ;
- la plage de Sablance, sur la commune de Macouria.

Chaque année, le BRGM réalise une campagne de levés topographiques à la fin de la saison des pluies et une campagne de levés topo-bathymétriques à la fin de la saison sèche. En 2020, compte tenu de la crise sanitaire liée au Covid19 les campagnes de terrain se sont étalées dans le temps :

- levés des profils topographiques en mai 2020 ;
- élaboration des MNS et MNT par photogrammétrie à partir de levé drone sur la commune de Kourou en août 2020 ;
- élaboration des MNS et MNT par photogrammétrie à partir de levé drone sur la commune de Cayenne en septembre 2020 ;
- cartographie des fonds au sonar à balayage latérale en octobre 2020 au large de Kourou ;
- levés topo-bathymétriques et de la position du trait de côte en novembre 2020.

Les résultats de l'année 2020 ont permis de mettre en évidence :

- la continuité du phénomène de rotation de plage sur la plage d'Awala-Yalimapo ;
- un retour de la dérive littorale d'est en ouest au niveau des plages de Kourou et Macouria qui engendre un déplacement du sable sur ces secteurs. Lors de coups de mers de direction nord durant la saison des pluies, ces deux secteurs restent vulnérables aux phénomènes d'érosion marine ;
- un envasement continu au niveau des petites anses de Cayenne qui entraîne une stabilisation des plages de Cayenne ;
- une érosion localisée aux deux extrémités de la plage de l'anse de Montabo suite aux coups de mer de la saison des pluies. En saison sèche, sous l'action de la dérive littorale, la plage a continué de s'ensabler dans le secteur nord-ouest, stabilisant le trait de côte en arrière ;
- une érosion continue à l'extrémité ouest de l'anse de Montjoly, caractérisée par un recul de la position du trait de côte de plus de 15 m du fait du départ du banc de vase à l'est de la plage ;
- un maintien du stock de vase au sein de l'anse de Rémire et de la plage de l'Anse, du fait de son orientation nord-sud particulière.

Sur l'anse de Montjoly, les ouvrages Stabiplates© bloquent le transit sédimentaire et maintiennent le sable au droit des ouvrages. Une interrogation perdure sur l'efficacité des ouvrages lorsque le banc de vase partira et qu'ils seront soumis directement aux houles et aux courants.

Sommaire

1. Introduction.....	11
2. Contexte général du littoral guyanais	13
2.1. CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE DU LITTORAL.....	13
2.1.1. Formation et morphologie d'un banc de vase.....	13
2.1.2. Migration du banc de vase	14
2.1.3. Les plages sableuses : une morphologie influencée par les bancs de vase	15
2.2. CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES CÔTIÈRE EN GUYANE	18
2.2.1. Données disponibles.....	18
2.2.2. Marée et hauteur d'eau	18
2.2.3. Houle	19
3. Bilan d'activité de l'observatoire sur l'année 2020.....	23
3.1. GÉNÉRALITÉS ET RAPPEL DU PROGRAMME	23
3.1.1. Acquisition des données	23
3.1.2. Pilotage et Communication	24
4. Données acquises et méthodes.....	27
4.1. SUIVI TOPO-BATHYMÉTRIQUE	27
4.1.1. Acquisition des données	27
4.1.2. Traitements des données.....	30
4.2. SUIVI TOPOGRAPHIQUE PAR PHOTOGRAMMÉTRIE DRONE	31
4.2.1. Acquisition des données	31
4.3. SUIVI SATELLITAIRE : IMAGE SENTINEL 2	34
4.3.1. Type de données et acquisitions	34
4.3.2. Traitements et applications	34
4.4. SUIVI PHOTOGRAPHIQUE.....	35
4.5. SUIVI AU SONAR À BALAYAGE LATÉRAL	35
4.5.1. Acquisition des données	36
4.5.2. Traitements des données du sonar à balayage latéral	38
5. Résultats	39
5.1. LA PRESQU'ÎLE DE CAYENNE	39
5.1.1. Position du banc de vase et généralités.....	39
5.1.2. Les petites anses de Cayenne	41
5.1.3. Anse de Montabo.....	44
5.1.4. Anse de Montjoly	48
5.1.5. Anse de Rémire	55

5.2. MACOURIA : SABLANCE	58
5.3. KOUROU.....	61
5.3.1. Présentation du site.....	61
5.3.2. Position du banc de vase.....	64
5.3.3. Évolution de la position du trait de côte	64
5.3.4. Mouvements sédimentaires saisonniers et annuels.....	66
5.3.5. Cartographie des fonds marins au large de Kourou.....	71
5.4. AWALA.....	76
5.4.1. Présentation du site et de la position du banc de vase	76
5.4.2. Évolution sédimentaire de 2019 à 2020.....	78
5.4.3. Étude des données hautes résolution.....	82
6. Bilan des évolutions sur l'année 2020	83
7. Conclusion.....	85
8. Bibliographie	87

Liste des figures

Figure 1 : Migration des bancs de vase le long du plateau des Guyanes (Augustinus, 2004).	11
Figure 2 : Localisation générale des secteurs du réseau de l'ODyC (données : Sentinel2, octobre 2020).	12
Figure 3 : Schéma explicatif de la structure d'un banc de vase.....	13
Figure 4 : Morphologie et localisation des bancs de vase le long du plateau des Guyanes en octobre 2020	14
Figure 5 : Schéma géomorphologique d'une plage sableuse en du littoral Guyanais.	15
Figure 6 : Schéma de synthèse du principe de rotation de plage (d'après Anthony, 2010, modifié par Brunier et al., 2016).....	16
Figure 7 : Schémas, vu en coupe, des étapes de formation d'une succession de barres vaseuses par remobilisation de vase fluide du banc de vase présent (Gardel et al., 2011). ..	17
Figure 8 : 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).	18
Figure 9 : Niveaux d'eau à l'île Royale en fonction du temps au cours de l'année 2020.....	19
Figure 10 : Rose des Houle entre le 01/01/2020 et 31/12/2021 en large de la Guyane. La valeur de Hs se lit sur l'axe radial, le point d'extraction est situé à (5.5 N ; 52°W) au large de Kourou.	20
Figure 11 : Hydrodynamisme au large de la guyane en de décembre 2019 à novembre 2020 (a) hauteur significative de vague ; (b) Période de vague ; (c) Direction de la houle ; (d) Potentiel énergétique de vague.....	21
Figure 12 : Schéma de l'organisation entre les différents partenaires de l'ODyC.....	24

Figure 13 : Schéma explicatif du système de géoréférencement DGPS-RTK avec TERIA (©Teria) et présentation du mobile (©BRGM).....	28
Figure 14 : Levés des profils de référence (A) et de la position du trait de côte (B).	28
Figure 15 : Indicateurs géomorphologiques de caractérisation de la position du trait de côte : a) talus d'érosion (Plage des hattes – Awala 2020), b) limite de végétation (Plage des Salines – Remire 2020) et c) limite de laisse de mer (Plage de Montabo – Cayenne 2020).	29
Figure 16 : Installation de la sonde mono-faisceau mono-fréquentielle couplée avec le DGPS-RTK avec le système de correction TERIA.....	30
Figure 17 : Plan de vol de la campagne drone d'août 2020 sur la commune de Kourou.	32
Figure 18 : Levé de cible au niveau de la plage de Montjoly.	32
Figure 19 : Limite d'atténuation de la houle caractérisant la limite du banc de vase subtidale exemple sur le banc de vase de Cayenne en septembre 2020.	34
Figure 20 : EMLO utilisé lors de la campagne d'acquisition en mer (KTM©).	35
Figure 21 : 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. (Ifremer©).	36
Figure 22 : Déploiement du sonar le long d'un câble de 150 m à l'arrière du bateau et acquisition auprès de l'ordinateur de control ; en haut à gauche : Sonar à balayage latéral ; en haut à droite : PC d'acquisition sonar ; en bas : Manœuvre de remonté du sonar (BRGM, 2020).	36
Figure 23 : Utilisation de la benne Schipeck (à droite ; BRGM, 2019) à l'aide d'un tire casier (à gauche ; BRGM, 2020) à tribord du navire.	37
Figure 24 : Géométrie d'acquisition du sonar à la balayage latéral et de la sonde bathymétrique mono-fréquentielle.....	38
Figure 25 : Positions du banc de vase au large de la Presqu'île de Cayenne entre 2017 et 2020 issues des images satellites Sentinel2.	39
Figure 26 : Localisation des plages de la presqu'île de Cayenne, des profils topo-bathymétriques, des Stabillage© et de la limite intertidale du banc de vase digitalisé le 18 octobre 2020 à partir des images Sentinel2.	41
Figure 27 : Mise en évidence de l'envasement progressif entre septembre 2018, 2019 et 2020 des petites anses de Cayenne (Zoom à l'ouest de l'anse Hôpital).	42
Figure 28 : Mise en évidence de l'envasement et du développement progressif de la mangrove entre septembre 2018, 2019 et 2020 des petites anses de cayenne (Zoom de l'ouest de l'anse Chaton).	42
Figure 29 : (a) Carte de localisation des anses de Cayenne ; (b) Évolution altimétrique de l'anse Hôpital et de l'anse Nadeau entre septembre 2019 et septembre 2020 ; (c) Évolution altimétrique de l'anse Meret et de l'anse Chaton entre septembre 2019 et septembre 2020.	43
Figure 30 : (a) Anse de Montabo (b) Zoom sur l'extrémité sud-est de la plage (c) Zoom sur l'extrémité nord-est : évolution du trait de côte entre 2019 et 2020 et localisation des photographiques de Figure 30.	45
Figure 31 : (a) extrémité Nord : entretien des enrochements (b) extrémité Sud : talus d'érosion (photos novembre 2020).	45
Figure 32 : Profils topo-bathymétriques sur C1, C2 et C3 à Montabo.	47
Figure 33 : Comparaison photographique de l'envasement de l'estran de la plage de Montabo au niveau du profil C1.	48
Figure 34 : (a) Évolution du trait de côte de la plage de Montjoly entre novembre 2019 et novembre 2020.	49

Figure 35 : Profil topobathymétrique des profils C4, C5 et C6.	50
Figure 36 : Profils topobathymétriques C7, C8 et C9.	51
Figure 37 : Stabiplate enseveli novembre 2020.	52
Figure 38 : Topobathymétrie du profil CStabb au droit des ouvrages Stabiplates.	53
Figure 39 : MNT différentiel entre septembre 2019 et 2020 et localisation de la zone d'érosion préférentielle ; (c) zoom à l'aplomb des boudin de stabilisation de plage.	54
Figure 40 : (A) anse de Remire (b-c-d) Zoom sur chaque zoom de la plage : Evolution du trait de côte entre 2019 et 2020. Évolution saisonnière et annuelle des profils topo-bathymétriques.	55
Figure 41 : Profil topobathymétrique C13 et évolution du profil entre novembre 2019 et novembre 2020.	56
Figure 42 : (Gauche) Vase consolidée et barre d'arrière banc entourée en jaune en face du profil C12 (Droite) Photographique de la mangrove sur vase consolée au niveau du profil C13.	56
Figure 43 : Profils topobathymétriques C10 (a) et C11 (c) ; Zoom sur le profil topographique de C10 (b) et C11(d).	57
Figure 44 : Localisation de la plage de Sablance à Macouria et des profils topo-bathymétriques S1, S2, S3 et S4.	58
Figure 45 : (a) Évolution de la position du trait de côte entre novembre 2019 et novembre 2020.	59
Figure 46 : (a)-(c)-(e)-(g) Profils topo-bathymétriques respectivement des profils S1, S2, S3 et S4.	60
Figure 47 : Plage de l'Hôtel des Roches août 2020 (Borie©).	61
Figure 48 : Localisation des bigs-bags et des berlinoises le long de la cité des 205 et de l'avenue de l'anse (photo drone Borie©, août 2020).	62
Figure 49 : 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.	63
Figure 50 : Position de la limite du banc de vase subtidale au large de Kourou depuis 2017.	64
Figure 51 : (a) Carte générale de Kourou est délimitation des zones étudiées ; (b) Plage de l'hotel des Roches.	65
Figure 52 : (a) - (b) Profils topobathymétriques respectivement des profils K1 et K2 ; (b)-(d) Zoom sur la topographie du haut et bas de plage respectivement des profils K1 et K2.	66
Figure 53 : Dégâts observés suite aux coups de mer d'avril 2020 le long de l'avenue de l'Anse (prise le 11 avril 2020) (Bossenec et Longueville, 2020).	67
Figure 54 : Profils topo-bathimétriques respectivement des profils K3, K4, K5, et K6.	68
Figure 55 : Différentiel des modèles numériques de terrain entre juin 2019 et août 2020.	69
Figure 56 : Plan de position des différents levés au sonar à balayage latéral réalisés entre le 13 et le 17 octobre 2020.	71
Figure 57 : Mosaïque de la roche piquet réalisée au sonar à balayage latéral en parallèle de la bathymétrie monofaisceau/monofréquentielle (encart 1,2 et3) et positionnements des trois prélèvements sédimentaires au sein de la boîte (encart 4).	73
Figure 58 : Nature des fonds autour du banc de Lamotte-Piquet.	74
Figure 59 : Nature des fonds sur la boîte dite « au large ».	75
Figure 60 : Nature des fonds autour de l'épave située à 31 km de la côte.	75
Figure 61 : Localisation de la plage d'Awala à l'embouchure du Maroni, position des profils topo-bathymétriques A1, A2 et A3, délimitation du banc de vase au niveau d'Awala et position du banc sableux intertidal.	76
Figure 62 : Position du banc de vase au large de la plage des Hattes depuis 2017.	77

Figure 63 : Érosion sous une dalle de béton d'environ 90 cm novembre 2020.....	78
Figure 64 : Talus d'érosion de 70 cm, novembre 2020.	78
Figure 65 : a) Plage des Hattes à Awala ; b) zone de développement de la forêt de mangrove et zone d'avancée de la position du trait de côte, secteur est ; c) recul de la position du trait de côte face au village de Yalimapo, secteur centre ; d) avancée de la position du trait de côte de la plage secteur ouest.	79
Figure 66 : Profils topo-bathymétriques des profils A1 (a), A2 (b) et A3(d).	81
Figure 67 : MNT différentiel entre le MNT de novembre 2019 et de février 2020.....	82

Liste des tableaux

Tableau 1 : Variations de volume (m3) entre septembre 2019 et septembre 2020, données issues des MNT (Figure 28).....	44
Tableau 2 : Tableau des variations de volume (m3) entre novembre 2019 et novembre 2020, données issues du MNT différentiel (Figure 38).....	53
Tableau 3 : Variations des budgets sédimentaires sur les plages de Kourou entre juin 2019 et août 2020.	70
Tableau 4 : Tableau des variations de volumes entre 2019 et 2020 sur les zones localisées.	70
Tableau 5 : Volume d'accrétion et d'érosion sur la plage d 'Awala-Yalimapo.....	82

Liste des annexes

Annexe 1 : Échantillons prélevés avec la benne shipeck	91
--	----

1. Introduction

Le littoral constitue l'interface entre les domaines continentaux, marins et atmosphérique. L'ensemble des interactions entre ces milieux influence grandement la morphologie des côtes et le développement ou non des écosystèmes et des activités anthropiques.

Le littoral guyanais est délimité par les fleuves Oyapock à l'est et Maroni à l'ouest. Il fait partie d'un plus grand ensemble nommé plateau des Guyanes qui s'étend de l'embouchure du fleuve Amazone au Brésil à celle de l'Orénoque au Venezuela. La dynamique hydrosédimentaire est unique et très mobile le long de ce littoral. La particularité majeure réside dans la présence de sédiments fins issus du fleuve Amazone, qui migrent sous forme de banc de vase, le long des 1 600 km de côte du plateau des Guyanes jusqu'à l'embouchure de l'Orénoque au Venezuela (Figure 1).

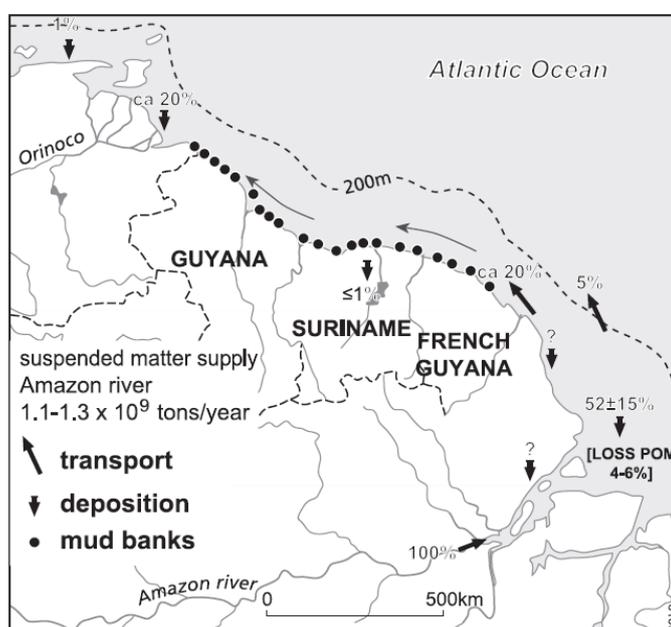


Figure 1 : Migration des bancs de vase le long du plateau des Guyanes (Augustinus, 2004).

En parallèle, 90 % du territoire guyanais est composé de forêt amazonienne dense. Avec 95 % de la population totale de Guyane située sur le littoral, les enjeux humains, économiques et patrimoniaux sont concentrés sur la frange littorale. Ces forts enjeux couplés avec une dynamique côtière rapide, constitue un réel défi pour l'état, les collectivités et l'ensemble des acteurs participant à la gestion du littoral.

Dans ce contexte, un suivi régulier et pérenne dans le temps des côtes guyanaises est essentiel pour comprendre et anticiper au mieux leurs évolutions. Ainsi depuis 2014, s'inscrivant dans le cadre de la Stratégie Nationale Intégrée de la Gestion du trait de Côte (SNGITC) de 2012, l'Observatoire de la Dynamique Côtière de Guyane (ODyC) a été mis en place, copiloté par la Direction Générale des Territoires et de la Mer (DGTM) et le BRGM. L'ODyC suit quatre sites répartis sur cinq communes du territoire (Figure 2) :

- la plage des Hattes sur la commune d'Awala-Yalimapo ;
- la plage de la Cocoteraie et la plage des Roches sur la commune de Kourou ;

- la plage de Sablances sur la commune de Macouria ;
- les plages de la presqu'île de Cayenne sur les communes de Cayenne et Rémire-Montjoly.

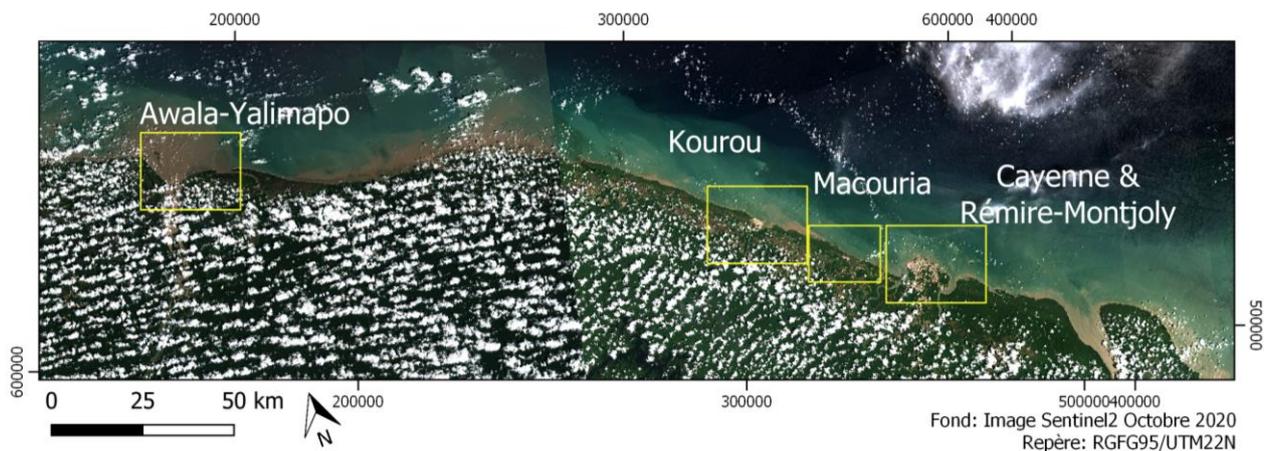


Figure 2 : Localisation générale des secteurs du réseau de l'ODYC (données : Sentinel2, octobre 2020).

Cet outil, qui fédère les différents acteurs du littoral guyanais (CNRS, Météo France, ONF, CTG et collectivités), a pour principaux objectifs :

- assurer l'acquisition régulière et pérenne de données topographiques et bathymétriques sur les quatre sites du réseaux ;
- capitaliser, valoriser et partager les données de recherche et d'expertise relatives aux actions menées sur le littoral guyanais afin de la diffuser au plus grand nombre ;
- appuyer et conseiller les politiques publiques en terme d'aménagement et de gestion suite à des phénomènes d'érosion ou de submersion marine.

Dans ce rapport sont présentés les modalités d'acquisition, les résultats et interprétations des campagnes de mesures sur l'année 2020.

2. Contexte général du littoral guyanais

2.1. CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE DU LITTORAL

2.1.1. Formation et morphologie d'un banc de vase

Environ 754 millions de tonnes de sédiments sont drainées chaque année par le fleuve Amazone (Martinez et *al.*, 2009). La majorité des sédiments présents le long du plateau de Guyanes proviennent du bassin versant amazonien et sont transportés par le fleuve. Dans certaines études, on estime que 15 à 20 % de l'apport sédimentaire amazonien migre, soit sous forme turbide, soit en s'accumulant sous la forme de vase fluide pour créer des bancs de vase mobiles (Augustinus, 1978 ; Allison et *al.*, 2000 ; Warne et *al.*, 2002). Les bancs de vases du littoral guyanais mesurent de 10 à 60 km de long, sur une largeur comprise entre 20 et 30 km pour une épaisseur comprise entre 2 et 5 m (Allison et *al.*, 2000). Ils sont espacés entre eux de 15 à 25 km (Froidefond et *al.*, 1988 ; Prost et Charron, 1990 ; Allison et *al.*, 2000). Ces zones de bancs présentent des profils convexes d'accrétion vaseuse et de progradation (Gratiot et *al.*, 2007). Les bancs de vase sont décomposés en deux grandes parties : une partie subtidale et une partie intertidale (Figure 3). La première correspond à la zone constamment immergée et la seconde se situe entre les limites des plus hautes et des plus basses marées.

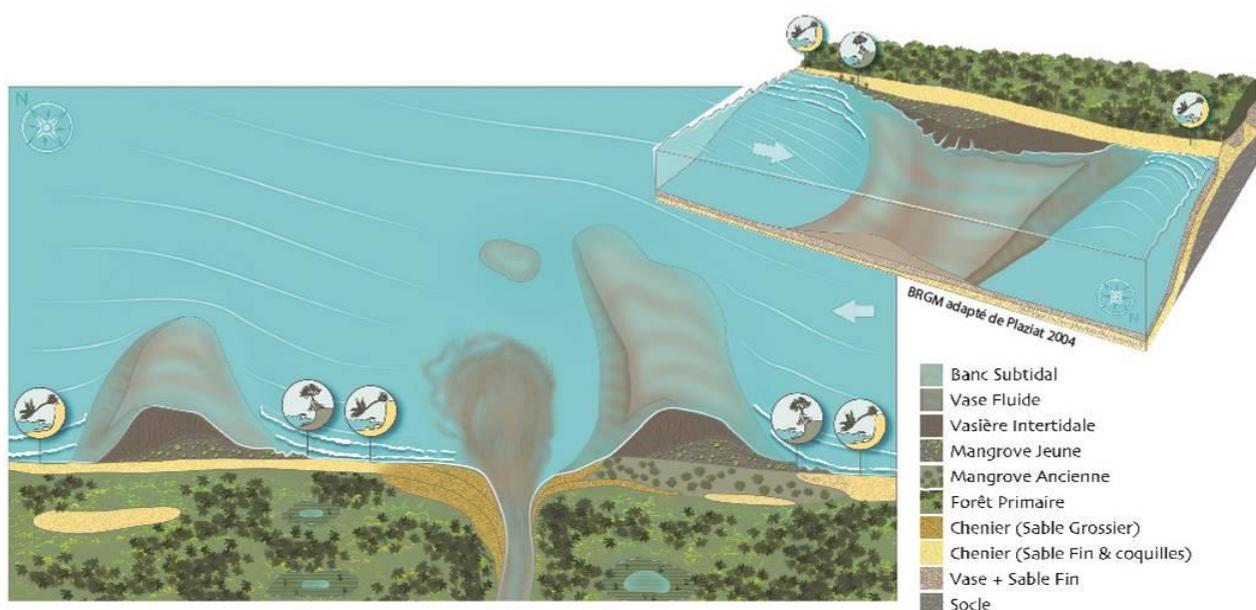


Figure 3 : Schéma explicatif de la structure d'un banc de vase.

2.1.2. Migration du banc de vase

La migration du banc de vase débute à la frontière entre le Brésil et la Guyane dans la zone située entre les deux grands fleuves à large estuaire (l'Oyapock et l'Approuague). Dès leur formation sur les côtes de Guyane, ceux-ci sont plus compacts puis tendent à s'étirer au cours de leur migration jusqu'à l'Orénoque (Venezuela) (Figure 4).

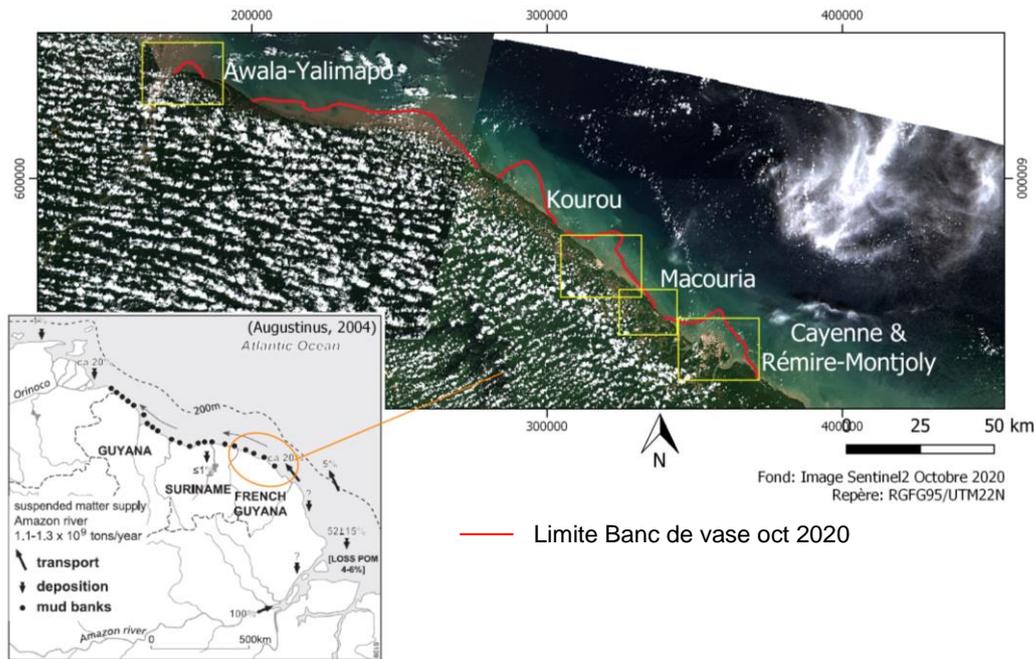


Figure 4 : Morphologie et localisation des bancs de vase le long du plateau des Guyanes en octobre 2020.

La migration des sédiments s'effectue essentiellement par le transport de vase fluide remobilisée par la houle (Wells et Coleman, 1978 ; Allison et al., 1995). Cette migration s'explique par un recyclage de la vase entre la zone d'accumulation et celle en érosion (Allison et Lee, 2004). Lorsque sa partie subtidale n'est plus tapissée de vase fluide, un phénomène d'érosion débute. Cette vase fluidifiée est ensuite entraînée par l'action des houles pour être de nouveau amassée à l'avant du banc. La houle est le moteur principal de la remise en suspension et du transport des sédiments vaseux vers le nord-ouest de la Guyane. La migration des bancs de vase et également dépendante de forçages globaux comme le courant des Guyanes, les alizées ou encore le niveau de la mer (Prost et al., 2017).

La vase dissipe et atténue la houle incidente. C'est pourquoi, en présence de banc de vase, les plages sableuses sont moins vulnérables aux actions érosives de la houle. Inversement, en période inter-banc, l'effet « protecteur » de la vase face à des houles est fortement réduit dans la zone intertidale de la plage, augmentant les risques d'érosion sur les plages sableuses en arrière.

Les effets les plus impactant sur les côtes guyanaises sont liés à ces houles dites de « Nord » qui se forment entre les mois d'octobre et mai dans l'océan nord Atlantique sous l'action de larges systèmes dépressionnaires. Elles sont formées par le passage de cyclones dans l'Atlantique (formation de houles de périodes de 14 s) et peuvent provoquer d'importants dégâts sur le littoral (van Ledden et al., 2009) notamment lorsque ces vagues sont combinées à une marée haute de vives-eaux.

2.1.3. Les plages sableuses : une morphologie influencée par les bancs de vase

L'environnement côtier de Guyane est défini selon trois types : la côte vaseuse colonisée par la mangrove (86 % du littoral), les plages sableuses (13 %) et enfin les promontoires rocheux (1 %) (Moisan et de la Torre, 2014).

Les différents types de plages sableuses sont :

- les plages estuariennes, composées de sables d'origine fluviale. C'est le cas, par exemple, à Awala-Yalimapo dans l'embouchure du Maroni ou encore sur les plages de Rémire à l'embouchure du Mahury ;
- les cheniers, qui sont des cordons sableux reposant sur un substrat argileux (Hoyt 1969), s'étendent sur des kilomètres de linéaire côtier. Les cheniers se forment majoritairement en période inter-banc (Prost, 1992) ;
- les plages de poches, qui sont également des cheniers mais délimitées de part et d'autre de la plage par des promontoires rocheux, tel que les anses de Cayenne ou encore la plage de l'hôtel des roches à Kourou.

La Figure 5 représente une des morphologies type du littoral sableux guyanais. Du large vers le les terres les plages sont caractérisées par :

- la zone subtidale, cette zone se situe au-delà de la zone soumise aux marées, par conséquent elle est toujours immergée ;
- l'estran, ou zone intertidale, cette partie du littoral est comprise entre les niveaux extrême de marée ;
- la berme, correspond à la rupture de pente délimitant l'estran du bas de plage. Il se situe à la limite de la zone de battement de la houle ;
- le bas de plage, cette partie de la plage est située à l'arrière de la berme. Le bas de plage peut être soumis aux marées lors d'évènements ponctuels et extrêmes (tempête, fort marnage, etc.) ;
- le cordon sableux, cette zone est apparentée au chenier actif, il s'agit d'une zone d'accumulation de sable façonnée par le vent et les contraintes hydrodynamiques lors des événements extrêmes ;
- l'arrière-plage, également nommée zone supratidale. Il s'agit de la partie la plus haute du littoral. Cet étage assure la transition entre le domaine marin et le milieu terrestre. L'arrière-plage est soumise généralement à la pression anthropique.

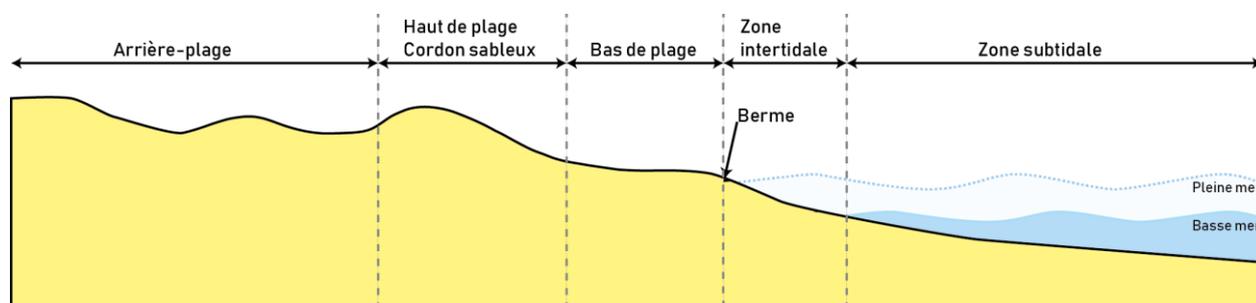


Figure 5 : Schéma géomorphologique d'une plage sableuse en du littoral Guyanais.

a) Phénomène de rotation de plage

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

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

Anthony *et al.*, (2004) ont décrit le phénomène en 4 phases (Figure 6) :

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

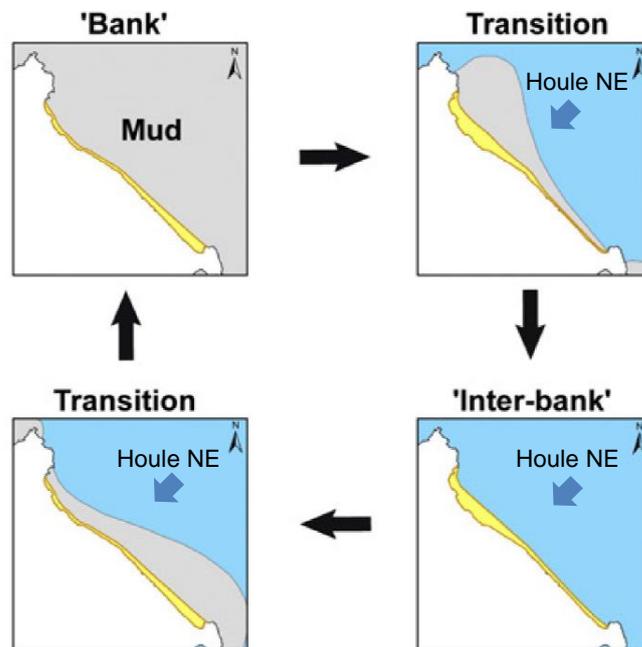


Figure 6 : Schéma de synthèse du principe de rotation de plage (d'après Anthony, 2010, modifié par Brunier *et al.*, 2016).

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

Dans le cadre des suivis de l'ODyC, le même phénomène a été caractérisé sur les années 2015 et 2016 au niveau des plages de Kourou (Moisan *et al.*, 2016 ; Longueville *et al.*, 2017). Le phénomène de rotation de plage a été observé sur la plage de poche de l'hôtel des roches, mais également de manière plus inattendue sur la plage semi-ouverte de la Cocoteraie. Les derniers levés de l'observatoire ont également mis en évidence les phénomènes de rotation de plage sur la plage estuarienne d'Awala-Yalimapo (Longueville *et al.*, 2019).

b) Action des vagues et formation de barre de vase

L'action de la houle et l'énergie des vagues, à l'approche du banc de vase, entraînent une remobilisation de la vase de la zone subtidale et intertidale sous la forme de vase fluidifiée. Cette vase fluide est ainsi maintenue en suspension puis amassée sur la côte par la houle lors de l'amortissement complet des vagues sur la côte (Gratiot *et al.*, 2007). La concentration de sédiments augmente rapidement à l'aplomb de ces éléments à mesure qu'ils sont exposés à des processus de séchage et d'évaporation à marée basse (Figure 7b). Ce sont des structures très mobiles et souvent éphémères (Gensac, 2012). L'accolement d'une barre à la vasière engendre un chenal de vidange (Figure 7c) qui peut se remplir grâce aux apports successifs de vase fluide par la houle. Ces apports sont protégés d'une éventuelle remobilisation, puisque la barre vaseuse protège des forçages hydrodynamiques (Figure 7d). Les sédiments peuvent donc se tasser et se consolider (Migniot 1968 ; Anthony *et al.*, 2008).

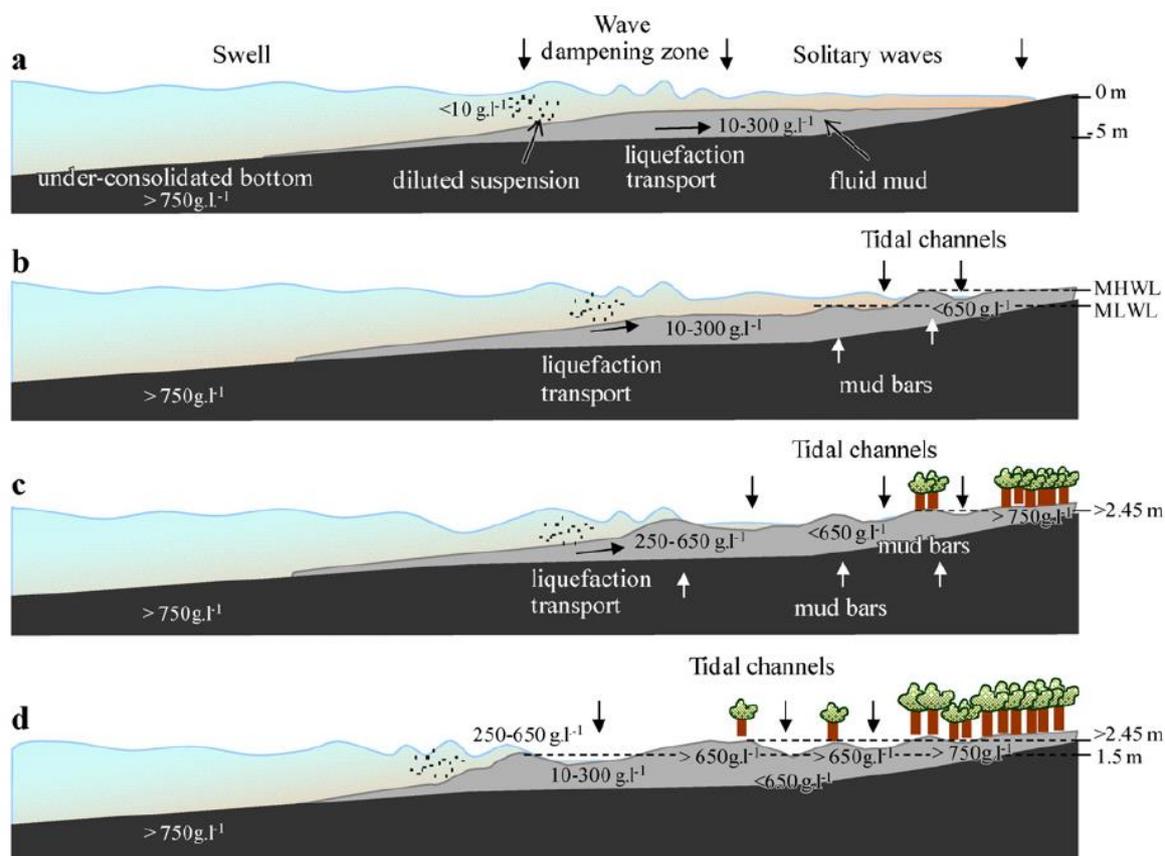


Figure 7 : Schémas, vu en coupe, des étapes de formation d'une succession de barres vaseuses par remobilisation de vase fluide du banc de vase présent (Gardel *et al.*, 2011).

Il existe deux types de barres suivant leur position par rapport au banc de vase (Gensac, 2012). La première se trouve à l'avant des bancs et la deuxième, orientée suivant la direction principale des houles, se situe à l'arrière du banc. Les barres d'arrière banc sont plus longues et peuvent se prolonger jusqu'au milieu du banc. Il est possible d'observer une ou deux barres de ce type en parallèle. Les barres d'avant banc, en plus d'être moins longues, sont aussi moins hautes (Gensac, 2012). Elles se positionnent à la frontière entre le banc de vase et l'inter-banc. Ces deux types de barres de vase sont des structures déjà observées par Froidefond et al. (1988) pour les bancs d'Organabo, de Kourou, de l'Approuague et de la pointe Béhague. D'après Gardel et al. (2011), depuis les années 2000 l'envergure des barres vaseux aurait tendance à augmenter.

2.2. CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES CÔTIÈRE EN GUYANE

2.2.1. Données disponibles

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

- des données issues du marégraphe de l'île Royale au large de Kourou. L'ensemble de ces données est tiré du réseau Refmar mis en place par le SHOM (<http://data.shom.fr/donnees/refmar>) ;
- en l'absence de houlographe viable au large de la Guyane les données sont issues du modèle MARC WWIII Global mis à disposition par Ifremer. Le point d'extraction est situé à (5.5°N ; 52°W) au large de Kourou.

2.2.2. Marée et hauteur d'eau

Le littoral de la Guyane est soumis à un régime de marée semi-diurne avec un marnage méso-tidal et un marnage moyen supérieur à 2 m (Fiot et Gratiot, 2006). Les courants de marée sont généralement dominés par le jusant (courant de marée descendant), bien que l'influence du flût (courant de marée montante) augmente dans les zones estuariennes en période d'étiage (Orseau, 2017). Le marnage n'est pas uniforme sur l'ensemble du littoral guyanais. D'après les références altimétrique du SHOM (Figure 8), les valeurs des niveaux d'eau sont propres à chaque site. Les plus hautes mers astronomiques ont une altimétrie de 3,74 m au port du Dégrad-des-Cannes, de 4,23 m à la Point des Hattes, de 2,70 m au port de Saint-Laurent-de-Maroni et de 3,57 m à la Montagne d'Argent à l'embouchure de l'Oyapock (Figure 8). De même, l'altimétrie des plus basses mers astronomiques varie, elle est égale à 0,92 m à l'est (Awala), 0,52 m au Dégrad-des-Cannes et 0,19 m dans l'ouest au niveau de la Montagne d'Argent (Figure 8).

Nom	Type	Lat.	Long.	Et.	Constante	PHMA	PMVE	PMME	NM	BMME	BMVE	PBMA
Iles 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 Iles 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

Figure 8 : 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).

En 2020, les plus hauts niveaux d'eau ont été atteints le 31 octobre avec un niveau d'eau de 3,8 m à la station marégraphique de l'île Royale. On peut également noter deux autres pleines mers de vives eaux à fort coefficient : 8 avril et 30 novembre 2020 (Figure 9).

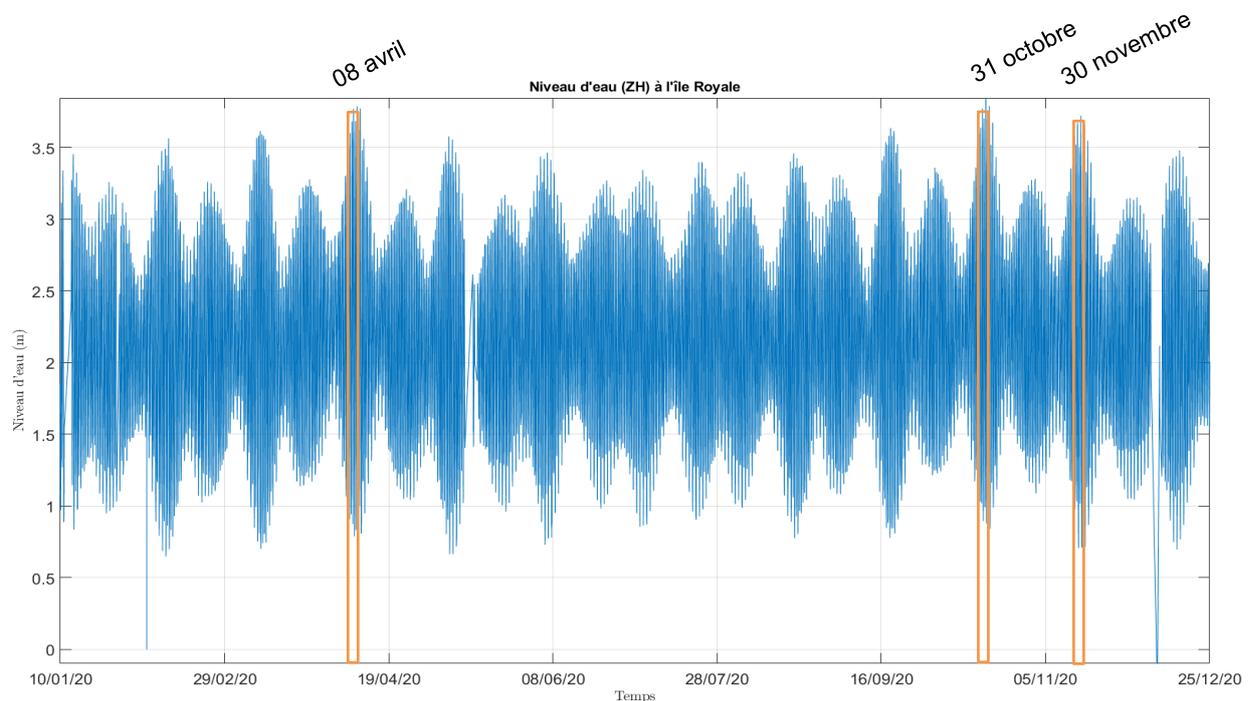


Figure 9 : Niveaux d'eau à l'île Royale en fonction du temps au cours de l'année 2020.

2.2.3. 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 plus énergétiques de direction nord. Deux régimes de houles se distinguent : une période plus calme de juin à septembre et une période plus énergétiques d'octobre à mai (Gratiot et al., 2007). En réponse aux alizés, les houles arrivant à la côte sont orientés de l'est vers le nord-est (Figure 10). Les paramètres de houle typiques rencontrés le long de la côte ont des hauteurs significatives de 1 à 2,5 m pour des périodes comprises entre 8 et 10 s (Gratiot et al., 2007).

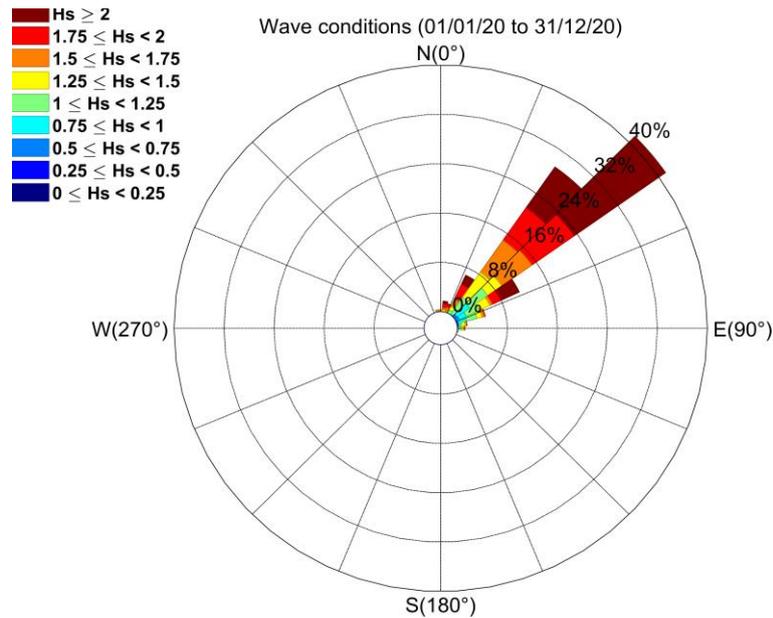


Figure 10 : Rose des Houles entre le 01/01/2020 et 31/12/2021 en large de la Guyane. La valeur de Hs se lit sur l'axe radial, le point d'extraction est situé à (5.5 N ; 52°W) au large de Kourou.

Pour caractériser une houle, quatre paramètres physiques sont utilisés (Figure 11) :

- la hauteur significative (Hs), 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 ;
- Le potentiel énergétique de vague (en Kw/m), ou encore dit énergie houlomotrice.

Différents événements hydrodynamiques sont considérés comme fort (Figure 11), c'est-à-dire avec un potentiel énergétique supérieur à 30 Kw/m :

- deux épisodes majeurs sont recensés fin décembre 2019, ils sont les plus énergétiques sur la durée étudiée. La période des vagues atteint au maximum 15 s avec des hauteurs significatives de vagues allant jusqu'à 3 m et de direction nord ;
- entre janvier et février 2020, deux autres épisodes de houles à forte énergie sont notables, la période de vague est 10 s environ, les hauteurs significatives de vague atteignent 3 m comme en décembre et les vagues sont de direction nord-est ;
- au mois d'avril 2020, deux événements de fortes houles dépassent les 30 Kw/m, les hauteurs significatives de vagues sont plus faibles qu'en janvier et en décembre (environ 2,3 m). L'ordre de grandeur des périodes de vagues restent similaires (~13 s) et elles sont de direction nord.

De manière générale, la puissance de la houle est corrélée avec les périodes de vagues. Les principaux coups de mer ont lieu de décembre à mars, les mois de juin à novembre sont plutôt considérés, en 2020, comme des périodes de calme hydrodynamique.

La comparaison des données de houle et de niveaux d'eau permettent de corréliser que les coups de mer recensés en fin d'année 2019 et sur l'année 2020 sont couplés avec une marée de vives eaux (Figure 9). Étant donné que les côtes guyanaises sont basses et meubles, lors de ces phénomènes, l'aléa de submersion est majeur.

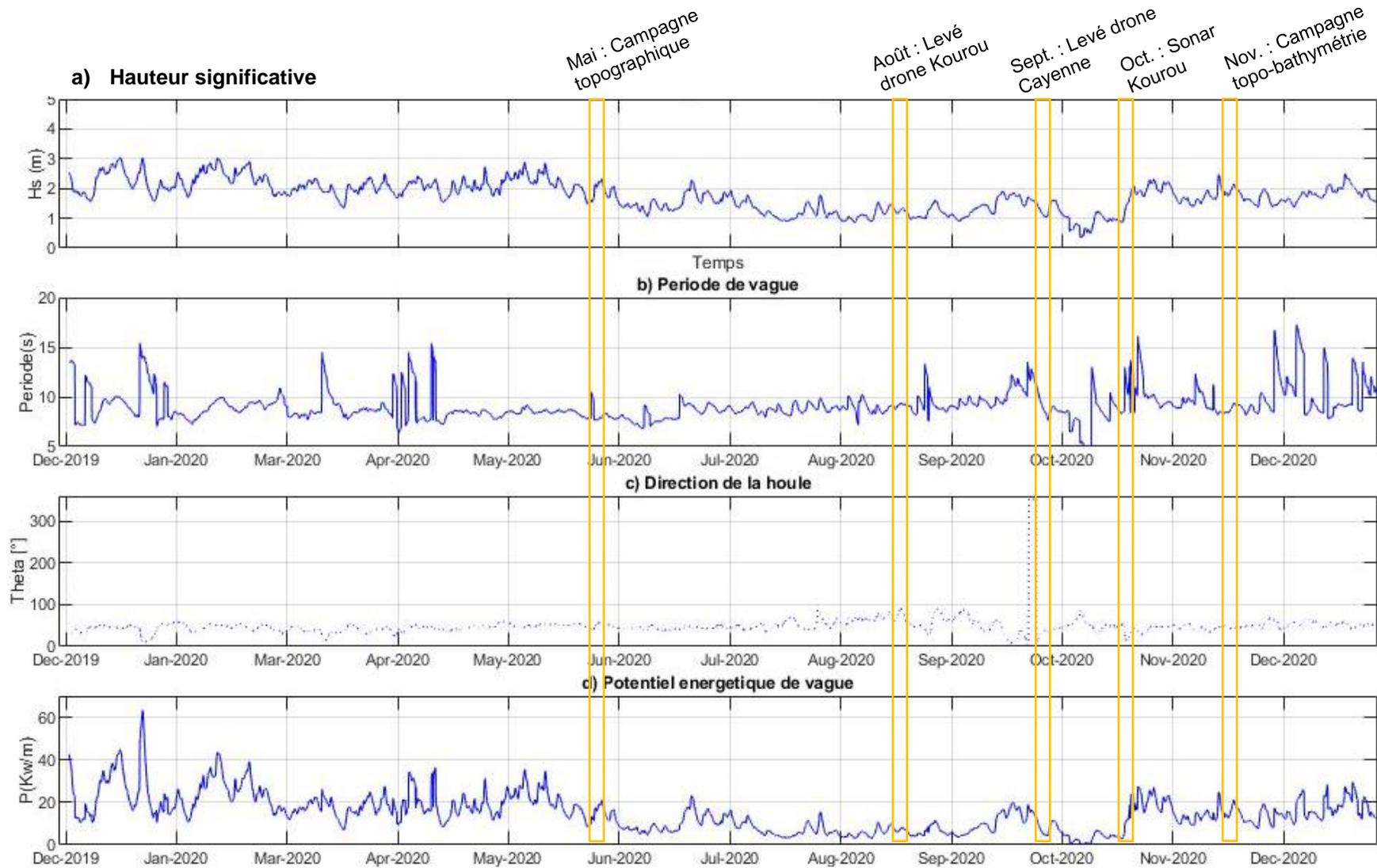


Figure 11 : Hydrodynamisme au large de la Guyane en de décembre 2019 à novembre 2020 (a) hauteur significative de vague ; (b) Période de vague ; (c) Direction de la houle ; (d) Potentiel énergétique de vague.

3. Bilan d'activité de l'observatoire sur l'année 2020

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 de recherche et d'expertise 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 quatre 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 2019/2020, sur l'année 2020, 5 campagnes terrains ont été menées. Mise à part la campagne pour le sonar à balayage, les campagnes sont réalisées en période de vives-eaux pour bénéficier de la zone d'estran la plus découverte par la marée. Compte tenu de la crise sanitaire lié à la Covid les campagnes terrains ont été étalé dans le temps :

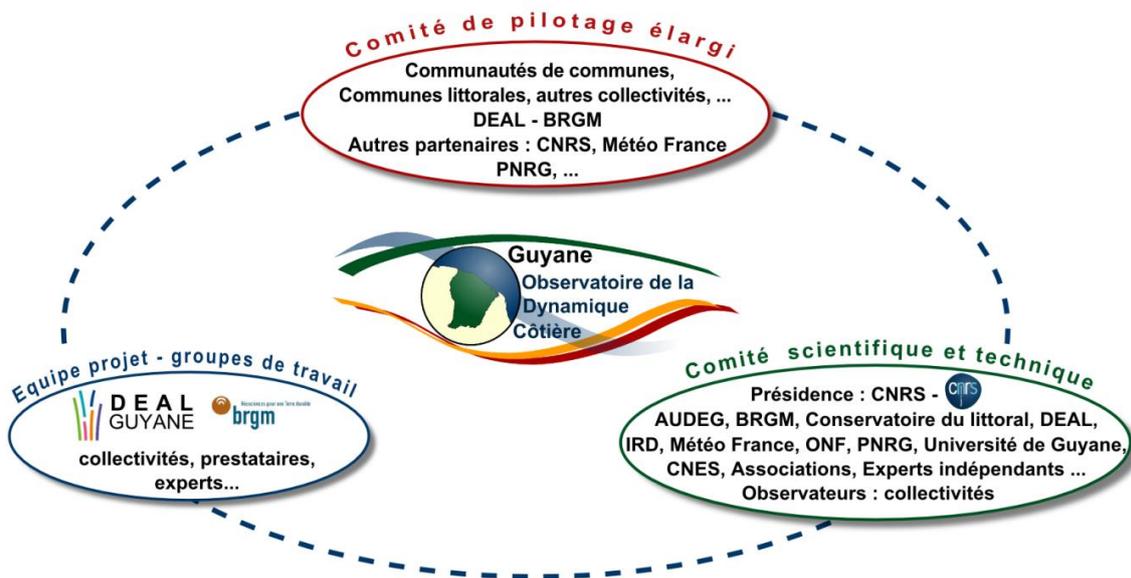
- du 20 au 27 mai 2020 : levé topographique le long des profils sur tous les sites suivis ;
- le 18 et 19 août 2020, sur la commune de Kourou : élaboration d'un modèle numérique de terrain et de surface (MNT et MNS) par photogrammétrie à partir d'images acquises par levé drone ;
- du 29 au 30 septembre 2020, sur la presqu'île Cayenne élaboration d'un modèle numérique de terrain et de surface (MNT et MNS) par photogrammétrie à partir d'images acquises par levé drone, au niveau des petites anses de Cayenne et des géotextiles StabiPlages© ;
- du 13 au 17 octobre 2020, sur la commune de Kourou, levé au sonar à balayage latéral au large de Kourou à proximité des îles du Salut ;
- du 13 au 19 novembre 2020, 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.

En parallèle, tout le long de l'année, les images satellites Sentinel2 sont récupérées minimum 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 évènements particuliers. Ainsi sur l'année 2020, suite aux phénomènes d'érosion marine ayant impactés la commune de Kourou, une expertise a été déclenchée en avril 2020. Elle a donné suite à la rédaction d'un rapport d'expertise (Bossennec *et al.*, 2020).

3.1.2. Pilotage et Communication

Le fonctionnement de l'ODyC repose sur trois instances (Figure 12) :

- **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

Figure 12 : Schéma de l'organisation entre les différents partenaires de l'ODyC.

Sur l'année 2020, compte tenu de la crise sanitaire le comité de pilotage s'est réuni le 30 novembre 2020 et a rassemblé les collectivités des quatre sites suivis ainsi que les partenaires techniques et scientifiques.

L'observatoire a également, en partenariat avec le CNRS, participé aux challenges d'Innovation Copernicus mis en œuvre par Aerospace Valley, pilotés par le CNES via l'initiative « Connect By Cnes » et subventionnés par l'union européenne. Au cours de ce challenge l'ODYC a exprimé le besoin de pouvoir caractériser de manière automatique, la position des bancs de vase à l'échelle de la Guyane et d'estimer leur vitesse de migration. Le bureau d'étude I-Sea lauréat du challenge a eu six mois pour relever le défi.

En parallèle, les actions grands publics ont été annulées suite à la crise sanitaire Covid. Néanmoins l'abonnement auprès de « Com au carré »¹ a été renouvelé pour l'année 2020/2021. Ce blog publie des informations sur les activités et les résultats de l'ODYC.

¹ <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.*, 2019).

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.

Depuis 2020, la Guyane fait partie du réseau TERIA développé par la société EXAGONE. Ce service de géolocalisation par satellite permet d'acquérir une mesure en temps réel de précision centimétrique tout en s'affranchissant des bases du DGPS, communément déployées sur des repères géodésiques.

Le système consiste à capter le positionnement de différentes antennes fixes situées sur le territoire à partir des constellations satellitaires (GPS, GLONASS, BEIDOU ou encore Galileo) (Figure 13). Les antennes comparent en temps réel leurs positions obtenues des constellations et leurs positions connues au centimètre près. La différence mesurée est ensuite envoyée en temps réel à l'aide d'une carte Sim au récepteur mobile du DGPS. Une fois le différentiel appliqué la mesure obtenue au niveau du DGPS est de précision centimétrique.

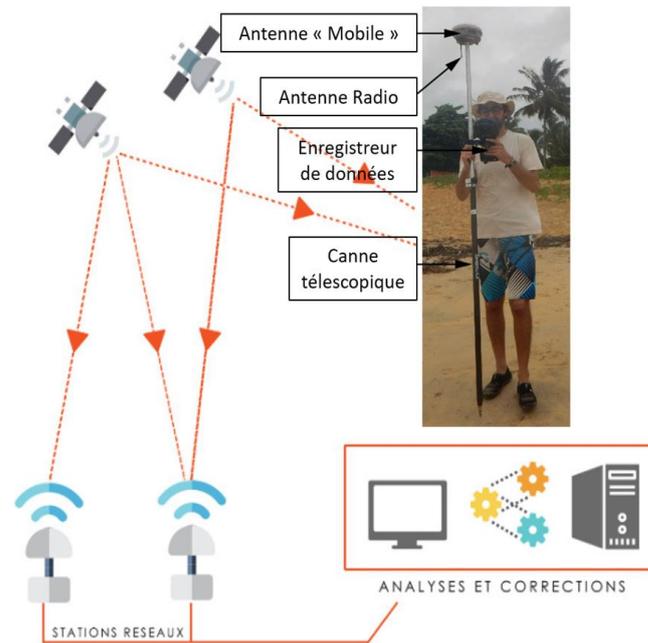


Figure 13 : Schéma explicatif du système de géoreférencement DGPS-RTK avec TERIA (©Teria) et présentation du mobile (©BRGM).

Depuis 2014, des profils topographiques définis sont mesurés selon des axes perpendiculaires aux lignes de rivage sur tous les secteurs d'intérêt du littoral (Awala, Kourou, Macouria, Remire, Cayenne-Montabo). Les positions de ces profils de référence sont fixes dans le temps, ce qui permet de suivre l'évolution des plages sableuses, du haut de plage et de la zone intertidale (Figure 5). Les mesures sont effectuées deux fois par an pour un suivi régulier (De la Torre, 2015). Pour assurer la représentativité des données par rapport aux morphologies des profils de plage, les mesures sont réalisées à chaque rupture de pente observées au niveau du profil (Figure 14, A).



Figure 14 : 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 (Figure 14, B). Les trois indicateurs géomorphologiques utilisés pour la délimitation de la position du trait de côte sont : la limite de végétation basse, la laisse de mer² et le pied du talus d'érosion (Figure 15). L'indicateur préférentiel est la limite de végétation, en cas d'absence de végétation la limite de laisse de mer ou le pied de talus d'érosion sera considéré.



Figure 15 : Indicateurs géomorphologiques de caractérisation de la position du trait de côte : a) talus d'érosion (Plage des hattes – Awala 2020), b) limite de végétation (Plage des Salines – Remire 2020) et c) limite de laisse de mer (Plage de Montabo – Cayenne 2020).

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 mono-faisceau 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 puis récupérée ensuite par le sondeur. Connaissant la célérité³ de la propagation de l'onde acoustique dans l'eau et le temps de parcours de l'onde, la profondeur est calculée automatiquement par le logiciel ©Hydromagic. La sonde est fixée sur le côté du bateau à l'extrémité inférieure d'une perche en métal. À l'autre extrémité, l'antenne du mobile DGPS Trimble R8s est fixée et relève la position du bateau en RTK et l'altitude de l'antenne, la position est corrigée par voie satellite à partir du système TERIA (Figure 16).

² Dépôt de matériaux naturels (bois, branchage, algues...) et anthropiques (bouteilles, plastiques...) abandonnés par la mer à marée haute (MEDDTL, 2010).

³ Vitesse de propagation d'une onde



Figure 16 : Installation de la sonde mono-faisceau mono-fréquentielle couplée avec le DGPS-RTK avec le système de correction TERIA.

La synchronisation des deux appareils est assurée par le logiciel Hydromagic© embarqué sur un ordinateur de terrain. Ce logiciel assure simultanément le suivi de la navigation et l'acquisition des données levées au cours des opérations de mesure le long des profils.

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 les données de marée sont automatiquement prises en compte, permettant une correction automatique des différences de profondeurs dues à la marée.

La référence altimétrique des fichiers de marées est le zéro hydrographique, les valeurs ont donc été rapportées au zéro NGG⁴ avant correction via les mesures DPGS avec le système TERIA :

- $Z_{\text{NGG}} = ZH - ZH_{\text{teria}}$ [m] pour tous les profils ;

Ainsi les valeurs finales exportées sont exprimées en RGFG95/UTM22N pour la référence spatiale. 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

Le drone est un outil capable d'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, une fois la végétation et le sursol retiré du MNS (Belon *et al.*, 2015 et De la Torre *et al.*, 2015).

4.2.1. 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 2020, sur la plage de Kourou dans le cadre de la tranche conditionnelle de la convention de l'ODYC, par Aurélien Borie auto-entrepreneur ;
- en septembre 2020, pour le suivi de l'ouvrage *Stabiplage*® et le suivi des petites anses de Cayenne, par Aurélien Borie auto-entrepreneur ;

Les acquisitions ont été faites par un drone DJI mavicpro. 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.

De 2016 à 2018, 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, depuis 2019, il est apparu nécessaire de suivre l'ensemble de la cellule sédimentaire entre la pointe Pollux et la pointe Charlotte. La zone d'étude s'étend donc de la pointe Pollux à la pointe Charlotte (Figure 17).

⁴ Niveau général guyanais

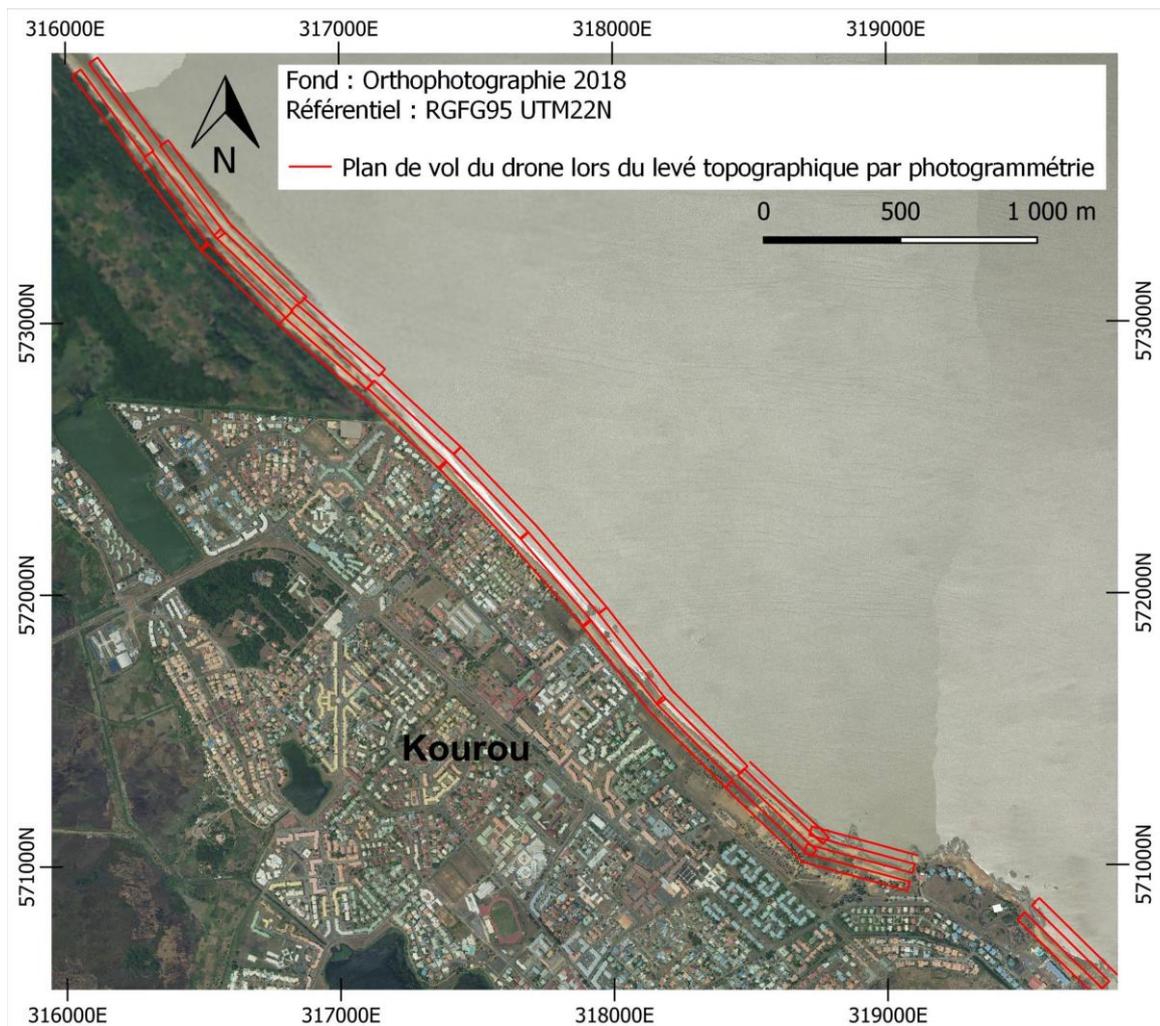


Figure 17 : Plan de vol de la campagne drone d'août 2020 sur la commune de Kourou.

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 carrés de 30 cm de côté, répartis au centre et aux quatre angles de la zone explorée.



Figure 18 : Levé de cible au niveau de la plage de Montjoly.

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 le prestataire, sous le logiciel Photoscan. Les premiers objectifs sont de vérifier le jeu de données, calibrer le système de prise de vue, mettre en corrélation les couples d'images, caler chacune des images à l'aide des cibles au sol, contrôler la qualité et fournir les ortho-photographies au format « .tif ». Les jeux de données récupérés sont des nuages de points topographiques au format « las » et un MNS et MNT au format « .tif ». Pour obtenir le MNT à partir du MNS le prestataire retire le sursol correspondant principalement au bâti et à la végétation. Pour combler les absences de données qu'entraînent le retrait du sursol, le prestataire réalise une interpolation pour obtenir une continuité au sein du MNT.

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 2020 ont été comparées avec le modèle numérique de terrain de 2019.

a) Précision sur la mesure

Une comparaison, entre les données prises sur le terrain au DGPS et celles sorties du modèle réalisées 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 30 cm aussi bien d'un point de vue planimétrique qu'altimétrique pour chaque MNT et différentiel produit.

b) Calcul de marge d'erreur

Les volumes d'incertitudes ont été obtenus à partir de l'erreur des MNT par une méthode présentée par Byrnes *et al.* (2002). Le volume d'incertitude correspond au volume total de sédiments déplacés en valeurs absolue (soit les volumes de sédiments en accrétion et en érosion sans distinction) pour tous les points de mesures 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. Traitements 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. L'indicateur caractérisé pour identifier la position des bancs de vase est la limite de déferlement de la houle (Figure 19). Les images à marée basse et présentant une couverture nuageuse la plus faible sont retenues préférentiellement. Néanmoins les interprétations s'affranchissent des conditions hydrodynamiques pour proposer une comparaison qualitative de la position du banc de vase au cours du temps.

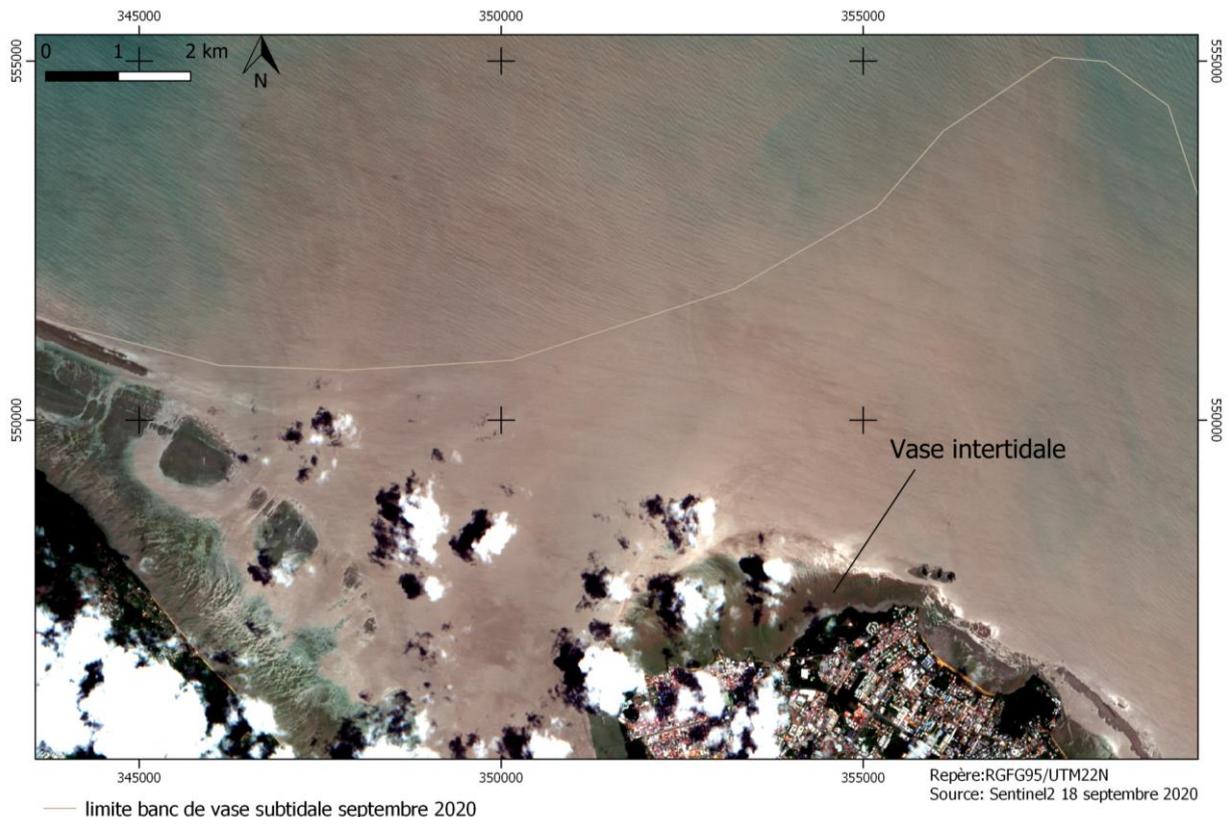


Figure 19 : Limite d'atténuation de la houle caractérisant la limite du banc de vase subtidale exemple sur le banc de vase de Cayenne en septembre 2020.

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. 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 d'acquisition au sonar à balayage latéral a eu lieu entre le 13 octobre et le 17 octobre 2020. Le bateau utilisé est le EMLO de l'entreprise KTM Kourou Transport Maritime, le capitaine est Loïc Hebrad (Figure 20). Le bateau a été équipé avec un sonar à balayage latéral ainsi que d'un sondeur mono-fréquence mono-faisceau.

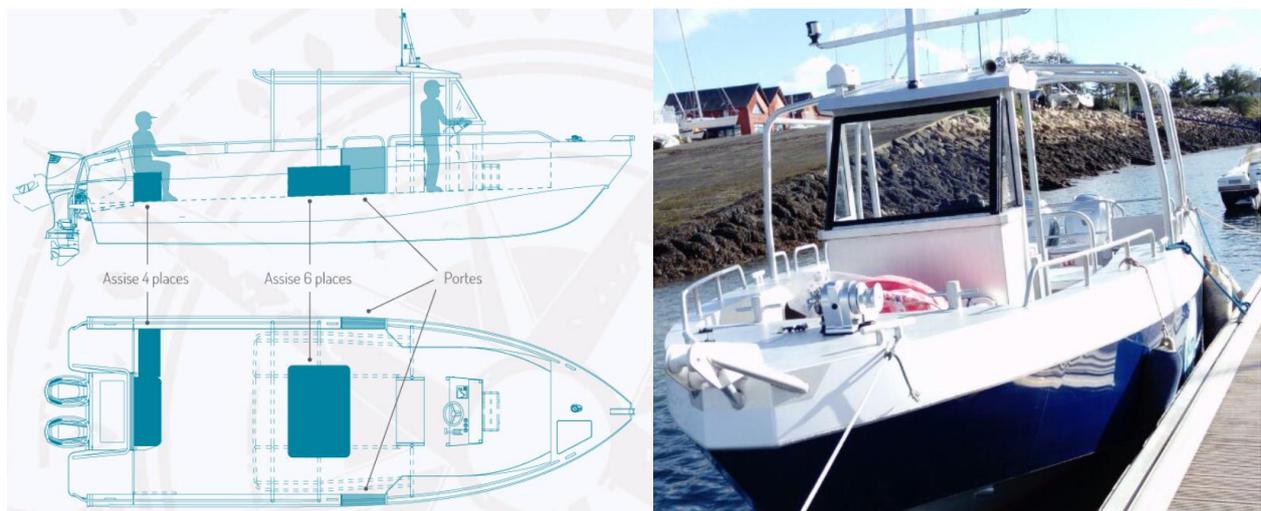


Figure 20 : EMLO utilisé lors de la campagne d'acquisition en mer (KTM©).

4.5.1. 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 (Figure 21).

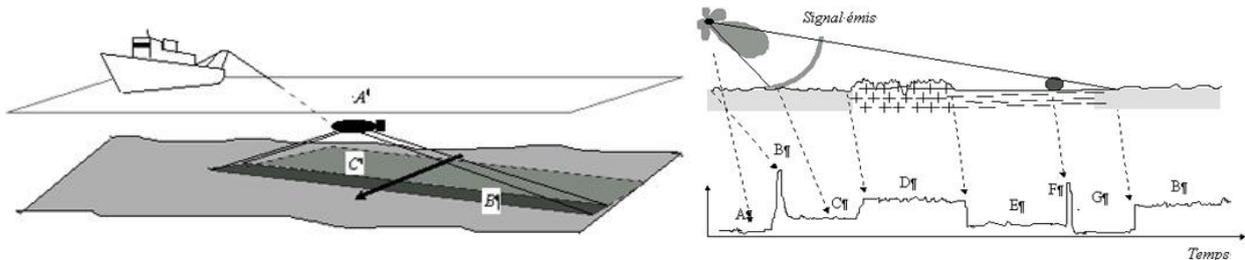


Figure 21 : Fonctionnement d'un sonar latéral - A: bruit et réverbération dans l'eau - B: premier écho de fond - C: zone de sable - D: roche - E: vase - F: écho de cible - G: ombre portée par la cible. (Ifremer©).

Depuis 2018, le sonar à balayage 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. Lors des missions, 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 pour la campagne au large de Kourou. 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 (Figure 22). Le cap est fourni par le GPS ou le capteur embarqué dans le poisson.

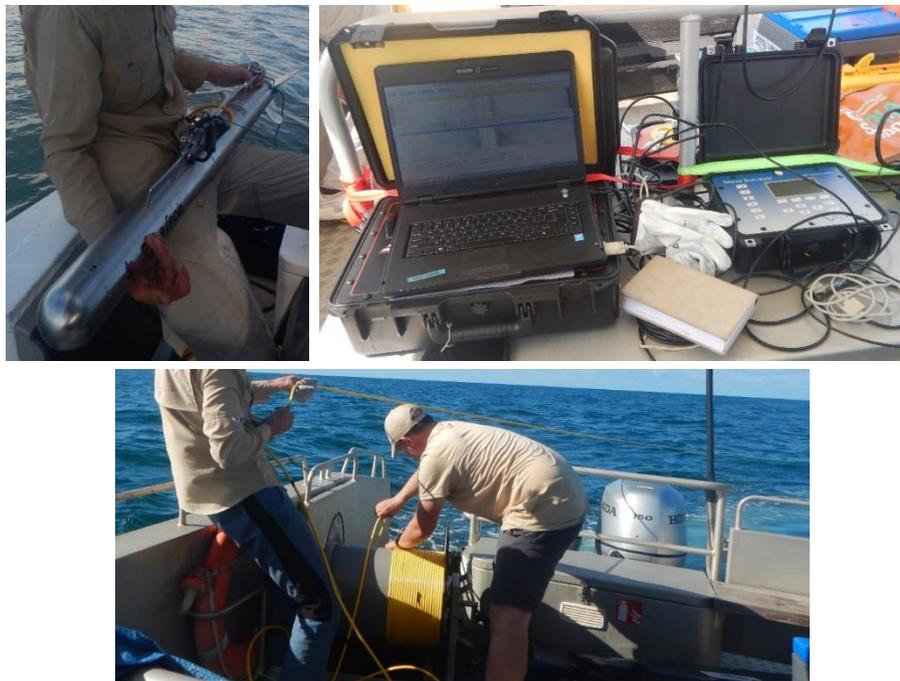


Figure 22 : Déploiement du sonar le long d'un câble de 150 m à l'arrière du bateau et acquisition auprès de l'ordinateur de control ; en haut à gauche : Sonar à balayage latéral ; en haut à droite : PC d'acquisition sonar ; en bas : Manœuvre de remonté du sonar (BRGM, 2020).

b) Suivi bathymétrique

L'acquisition de la bathymétrie est simultanée avec l'acquisition des données sonar. Le sondeur utilisé est le même que celui énoncé partie 4.1.1.b). Le schéma de montage est présenté en Figure 24.

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 en associant un faciès acoustique à un faciès sédimentaire. Les prélèvements se font à la surface du fond à l'aide d'une benne Shipeck. Elle est équipée d'un godet monobloc qui pivote sur lui-même. Elle a été opérée manuellement depuis l'avant du navire à l'aide d'un tire-casier permettant le déport de l'engin (Figure 23). Les prélèvements sont photographiés, positionnés, décrits de façon macroscopique 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 Annexe 1.



Figure 23 : Utilisation de la benne Schipeck (à droite ; BRGM, 2019) à l'aide d'un tire casier (à gauche ; BRGM, 2020) à tribord du navire.

d) Géométrie d'acquisition

Lors de la campagne d'octobre 2020, la sonde bathymétrique était positionnée sur le côté tribord du bateau à une profondeur de 0,55 m. Le sonar pour les petits fonds (<10 m) 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 (Figure 24). La vitesse moyenne du bateau était autour de 5 nœuds.

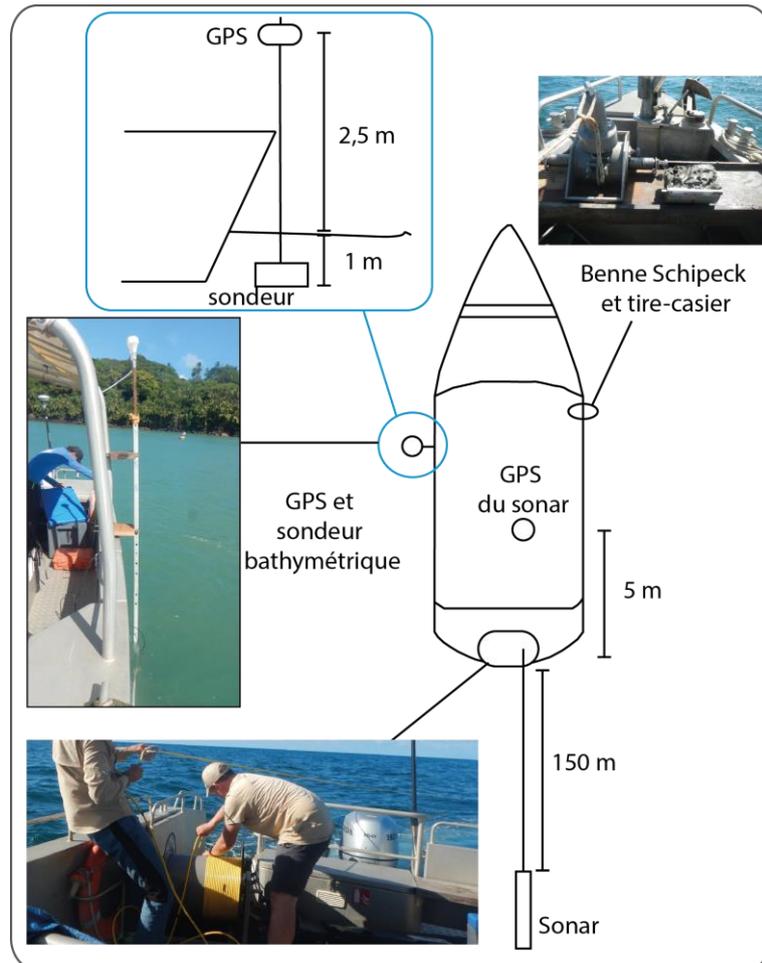


Figure 24 : Géométrie d'acquisition du sonar à la balayage latéral et de la sonde bathymétrique mono-fréquentielle.

4.5.2. Traitements des données du sonar à balayage latéral

Les données de sonar à balayage latéral ont été post-traitées avec le logiciel Delph Sonar d'iXblue©. Ce traitement a pour but de réaliser une mosaïque d'images géoréférencées 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 :

- 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 ;
- 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 « gold », représentant les faciès les plus absorbants en jaune clair. Une option de gain automatique optimisé a également été activé (Auto TVG) ;
- 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. LA PRESQU'ÎLE DE CAYENNE

5.1.1. Position du banc de vase et généralités

Depuis 2015, un banc de vase est installé le long du littoral de la presqu'île de Cayenne. Il a continué d'avancé d'environ 1,3 km par an entre 2017 et 2020 sous l'action de la dérive littorale du sud-est vers le nord-ouest. En 2020, le front du banc de vase est situé face à la plage de Macouria sur la rive gauche de la rivière de Cayenne. La majorité du banc de vase a traversé l'estuaire du Mahury. L'arrière banc se trouve à proximité de l'anse de Rémire (Figure 25).

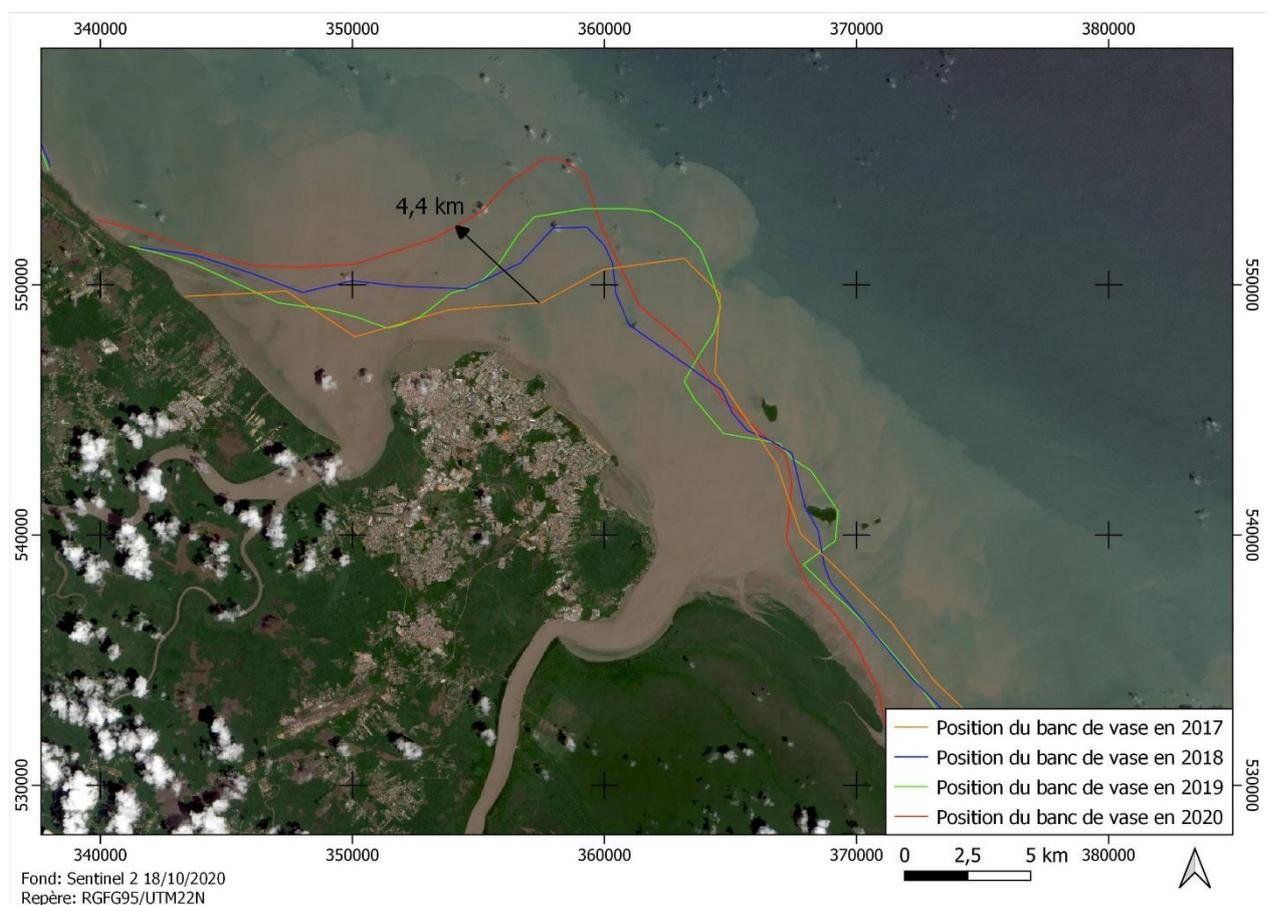


Figure 25 : Positions du banc de vase au large de la Presqu'île de Cayenne entre 2017 et 2020 issues des images satellites Sentinel2.

La presqu'île de Cayenne regroupe les villes de Cayenne et de Rémire-Montjoly, c'est une avancée terrestre vers la mer délimitée par la rivière de Cayenne à l'ouest et le fleuve Mahury à l'est.

Sa géologie est caractérisée par des monts rocheux latéralisés et des sédiments récents du quaternaires (Prost et Charron 1990). L'ensemble des plages du littoral de Cayenne et Rémire-Montjoly, sont délimitées par des promontoires rocheux, ce qui en fait des anses de tailles et d'orientations différentes.

Dans le cadre de ce bilan annuel de l'ODyC, les plages de la presqu'île de Cayenne sont divisées en quatre secteurs, de l'ouest vers l'est (Figure 26):

- les petites anses de Cayenne qui sont au nombre de quatre : l'anse Hôpital, Nadeau, Méret et Chaton. Ces anses sont délimitées par des monts et/ou pointes rocheuses. L'arrière plage étant fortement urbanisée, elles représentent des zones à fort enjeux ;
- l'anse de Montabo, cette plage s'étend entre le mont Bourda et le mont Montabo sur environ 1,5 km. Elle est orientée nord-ouest sud-est ;
- 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 protections Stabiplates® (boudins géotextiles) ont été installés sur la plage en décembre 2017. Depuis un suivi particulier des ouvrages est mené dans le cadre de l'ODyC ;
- 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 protections de type enrochement qui protègent les enjeux situés sur la plage.

En octobre 2020, pour un niveau d'eau donné, la répartition de la vase intertidale sur l'ensemble des plages de l'île de Cayenne n'est pas homogène. Les petites anses de Cayenne, la plage de Montabo et l'anse de Rémire concentrent les plus grandes épaisseurs avec des largeurs maximales atteignant en face des plages de Rémire et des petites anses 1,2 km au maximal et 600 m pour l'anse de Montabo (Figure 26). L'anse de Montjoly connaît une importante variation à l'échelle de la plage, avec à l'ouest une largeur atteignant 800 m de vase et à l'est une largeur d'environ 300 m. Cette disparité s'explique par l'avancée du banc de vase sous l'action de la dérive littorale vers le nord-ouest, qui entraîne une forte concentration de la vase sur les plages situées à l'extrémité nord-ouest de la presqu'île. L'anse de Rémire fait exception, du fait de son orientation nord/sud qui bloque le transit de la vase au sein de l'anse (Figure 26). L'anse de Montjoly et l'anse de Rémire se retrouvent en position d'arrière banc au sein du banc de vase de l'île de Cayenne. Dans les prochaines années, il est à supposer que cette tendance se conserve, engendrant un départ de vase à l'est de l'anse de Montjoly. Le régime de houle entretient également ce phénomène, car en absence de vase les houles pénètrent plus au sein du banc et entraînent une remise en suspension de la vase.

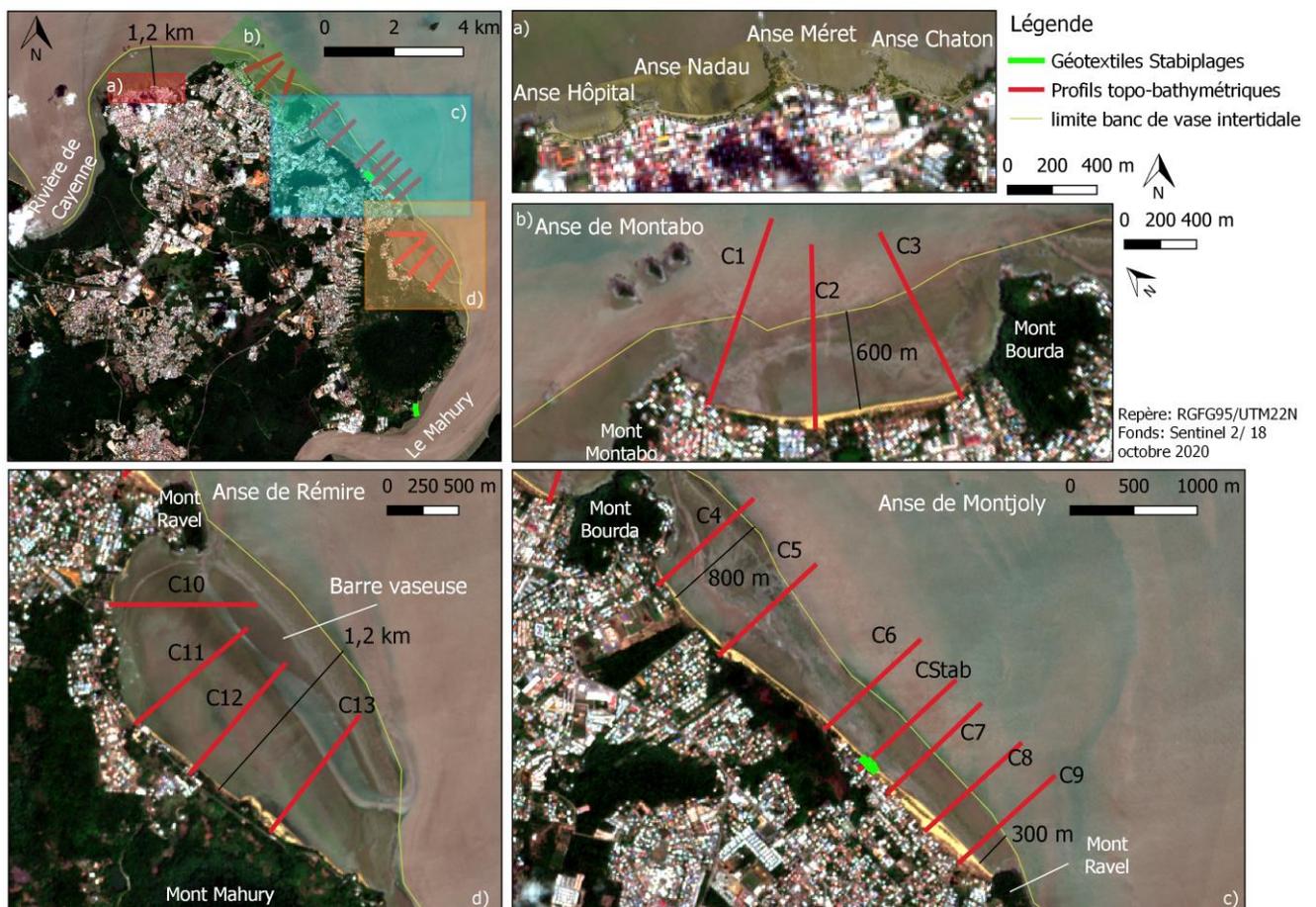


Figure 26 : Localisation des plages de la presqu'île de Cayenne, des profils topo-bathymétriques, des StabiPlage© et de la limite intertidale du banc de vase digitalisé le 18 octobre 2020 à partir des images Sentinel2.

5.1.2. Les petites anses de Cayenne

Afin d'assurer le suivi des évolutions morphologiques dans le temps des anses de Cayenne, des images par levées drone sont acquises chaque année entre septembre et novembre afin de les analyser par photogrammétrie. Ces données permettent d'obtenir des orthophotographies géoréférencées (2,5 cm de résolution) et des modèles numériques de terrain (MNS). Les MNS sont utilisés pour suivre les évolutions topographiques au cours d'une année.

a) Évolutions géomorphologiques

La présence du banc de vase au large de Cayenne impacte la morphologie des plages de ce secteur. Les orthophotographies (Figure 27) permettent de suivre depuis 2018, l'évolution de la répartition des sédiments vaseux et sableux. La limite entre le sable et la vase se décale dans le temps vers le haut de plage, mettant en évidence l'envasement progressif de l'estran.

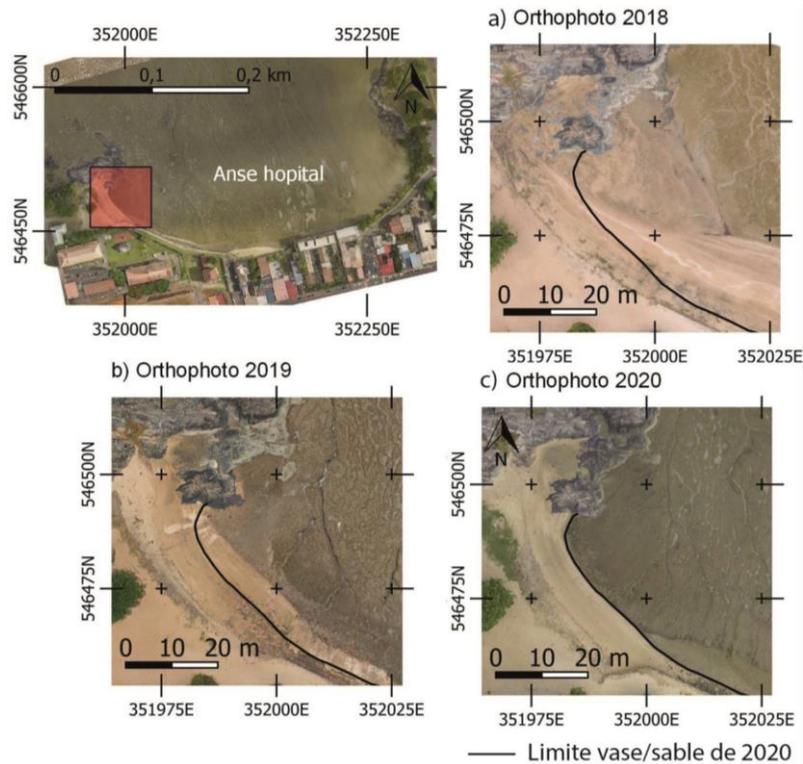


Figure 27 : Mise en évidence de l'envasement progressif entre septembre 2018, 2019 et 2020 des petites anses de Cayenne (Zoom à l'ouest de l'anse Hôpital).

La diminution de l'impact de la houle associée à l'envasement favorise la consolidation de la vase intertidale permettant le développement de la mangrove sur les côtes. Ce processus s'observe depuis 2018 sur les petites anses de Cayenne et tout particulièrement sur l'anse Chaton (Figure 28).

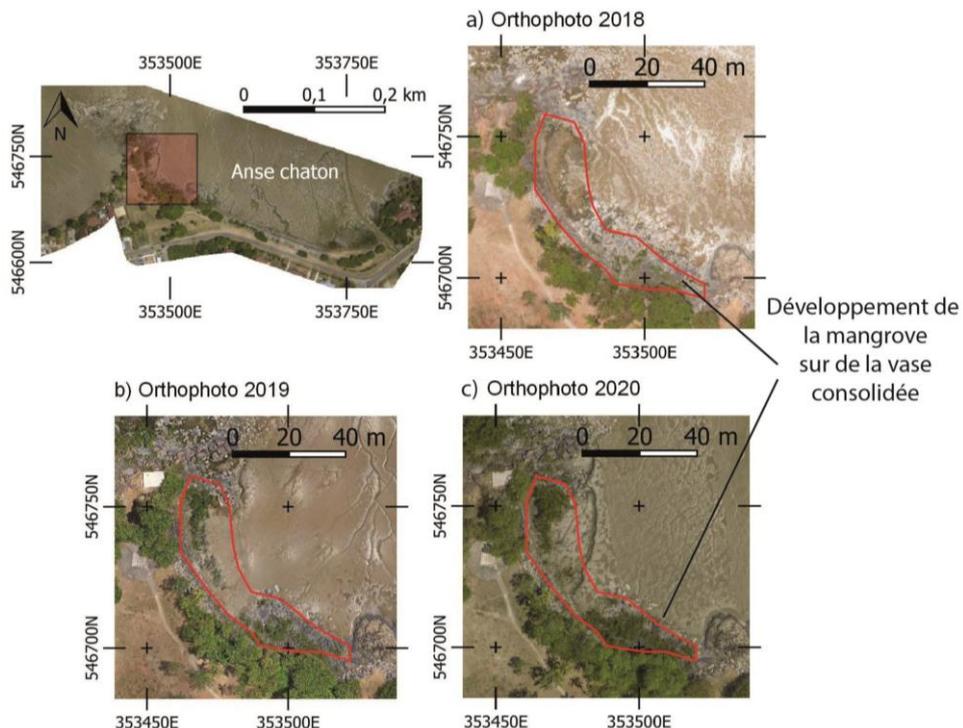


Figure 28 : Mise en évidence de l'envasement et du développement progressif de la mangrove entre septembre 2018, 2019 et 2020 des petites anses de Cayenne (Zoom de l'ouest de l'anse Chaton).

b) Quantification des évolutions géomorphologique

Sur la Figure 29 sont positionnés les MNT différentiels entre 2019 et 2020. Les zones de couleurs rouge-orangées représentent des zones en déficits de sédiments entre 0,5 et 1 m, de 2020 par rapport à 2019. Inversement, les zones de couleurs froides (bleu et vert) représentent les zones ayant bénéficiées d'un apport en sédiment compris entre 0,5 et 1 m. La répartition des surfaces en érosion et en accrétion est nette sur les MNT des anses de Cayenne. L'ensemble des zones sableuses des hauts et bas de plage sont en érosion, il y a un affaissement de la plage depuis 2019. La zone de bas de plage est en accrétion, il y a un apport en sédiments vaseux sur l'ensemble de l'estran.

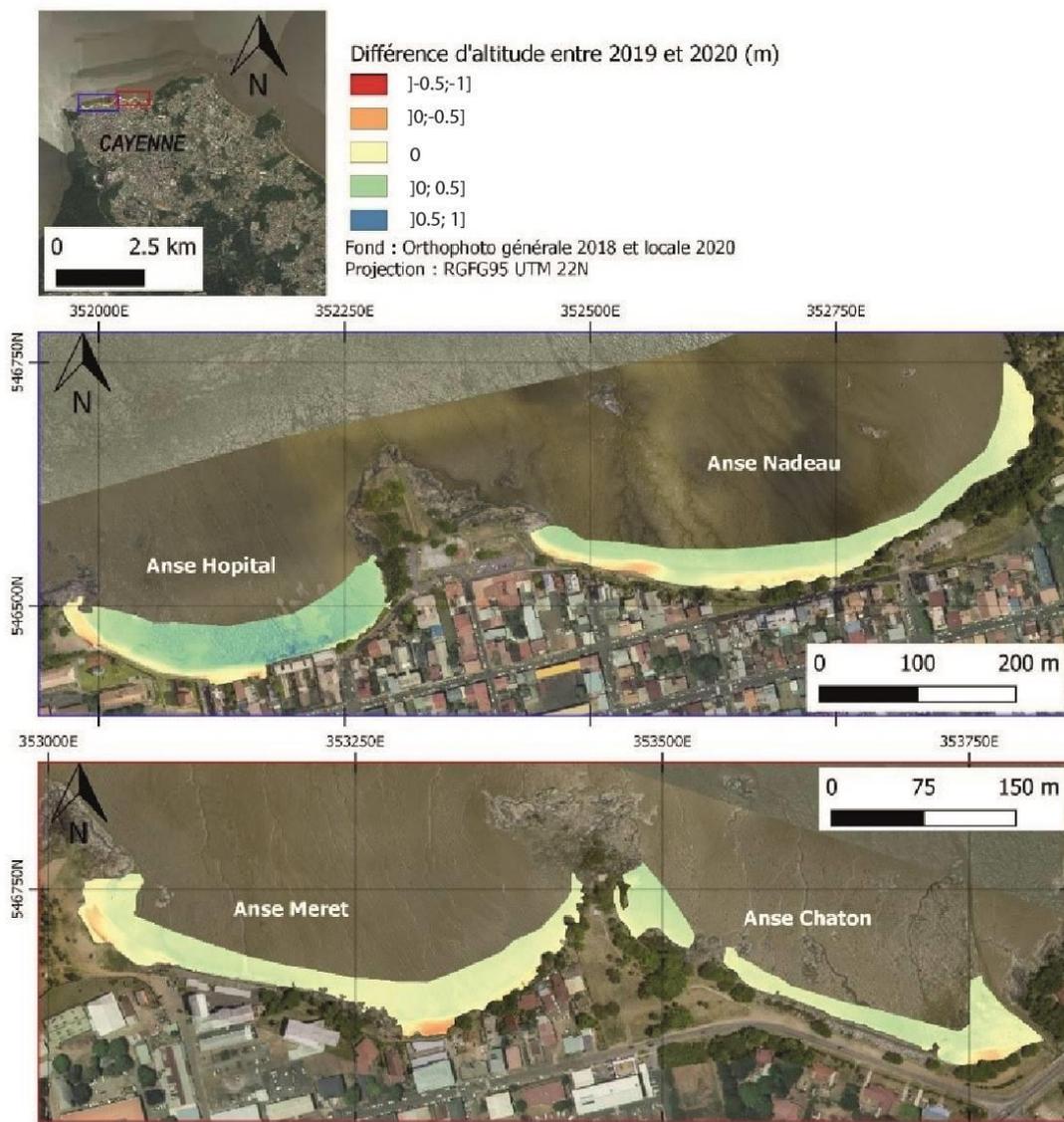


Figure 29 : (a) Carte de localisation des anses de Cayenne ; (b) Évolution altimétrique de l'anse Hôpital et de l'anse Nadeau entre septembre 2019 et septembre 2020 ; (c) Évolution altimétrique de l'anse Meret et de l'anse Chaton entre septembre 2019 et septembre 2020.

Le volume total érodé sur l'ensemble des quatre anses est de 789 m³ (Tableau 1). Les apports en sédiments sont d'environ 14 300 m³. Il y a donc plus d'apport en sédiments vaseux que de départ de sable. Cependant l'affaissement progressif et localisé du haut de plage, observé sur les MNT différentiels sur l'ensemble des anses (Figure 29), rappelle le risque d'affouillement sur les ouvrages qui se produit à marée haute sous l'action des vagues.

	Accrétion (m ³)	Érosion (m ³)	Surface (m ²)	Erreur à 30 cm sur Volume total (m ³)
Anse Chaton	1 456	62	20 385	1 393
Anse Méret	1 540	267	18 038	1 651
Anse Nadeau	3 773	272	39 370	1 855
Anse Hôpital	7 551	188	26 472	345
Total	14 321	789	104 265	5 244

Tableau 1 : Variations de volume (m³) entre septembre 2019 et septembre 2020, données issues des MNT (Figure 29).

5.1.3. Anse de Montabo

a) Évolution de la position du trait de côte

Pour rappel, l'indicateur du trait de côte retenu est la limite de végétation, complété par la limite de laisse de mer ou par la limite de talus d'érosion en cas d'absence de végétation. Les mesures de la position du trait de côte d'octobre 2020 comparées à celles de novembre 2019 permettent de segmenter l'évolution de cette plage en trois parties (Figure 30) :

- l'extrémité nord-ouest, enregistre un recul maximal de 7 m. Par rapport à 2019, des enrochements ont été observés à l'extrémité nord de ce secteur au droit du profil C1, afin de fixer la position du trait de côte (encart a de la Figure 31) ;
- le centre de l'anse enregistre une avancée maximale de 4,5 m de la position du trait de côte ;
- l'extrémité sud-est enregistre un recul maximal de 1,5 m, un talus d'érosion d'environ 1,5 m s'est formé sur ce secteur (encart b de la Figure 31).

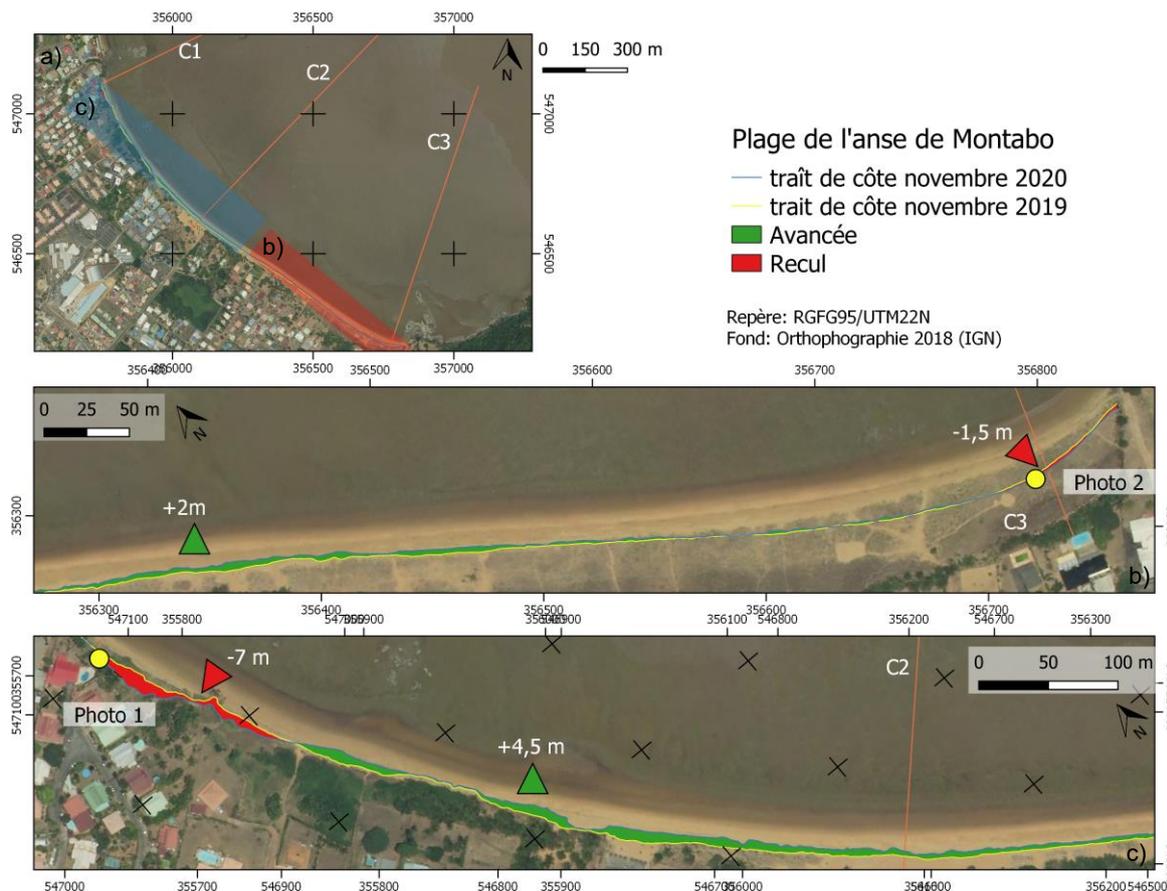


Figure 30 : (a) Anse de Montabo (b) Zoom sur l'extrémité sud-est de la plage (c) Zoom sur l'extrémité nord-ouest : évolution du trait de côte entre 2019 et 2020 et localisation des photographiques de Figure 31.



Figure 31 : (a) extrémité Nord : entretien des enrochements (b) extrémité Sud : talus d'érosion (photos novembre 2020).

b) Évolution topographique annuelle et saisonnier

Les profils topo-bathymétriques corroborent les évolutions du trait de côte. Les profils C1 et C3, situés respectivement à l'extrémité nord-ouest et l'extrémité sud-est de l'anse, sont en érosion et le profil C2 situé au centre est relativement stable entre novembre 2019 et octobre 2020 (Figure 32). Ainsi le profil C1 enregistre au niveau du haut de l'estran un affaissement d'environ 50 cm entre novembre 2019 et mai 2020 (encart b de la Figure 32). Le profil C3 connaît un recul du talus d'érosion d'environ 1,5 m entre mai 2020 et octobre 2020 (encart f de la Figure 32).

La plage de Montabo a enregistré une évolution saisonnière avec un important recul du profil C1 à l'ouest de la plage entre novembre 2019 et mai 2020 alors que le centre et l'est de la plage sont restés stables. Ces évolutions sont à mettre en relation aux nombreux coups de mer qui ont eu lieu entre novembre 2019 et mai 2020, notamment celui de décembre 2019 (Hs : 3m ; Ts : 15s et D : N) et ceux d'avril 2020 (Hs : 2m, Ts : 15s et D : N-NE). Compte tenu de l'orientation nord-ouest/sud-est de la plage, les coups de mers combinés à des marées de vives eaux sont moins atténués par la vase et peuvent engendrer une érosion localisée au nord-ouest de l'anse. En saison sèche sous l'action de la marée et de la dérive littorale vers le nord-ouest le sable et la vase sont de nouveau mobilisés et ré-engraissent le nord-ouest de l'anse, se traduisant par une augmentation du profil C1 entre mai 2020 et novembre 2020 (Figure 32).

La partie centrale de l'anse est restée stable lors de la saison des pluies entre novembre 2019 et mars 2020. Lors de la saison sèche, l'estran du profil C2 a enregistré une accrétion d'environ 30 cm entre mars 2020 et octobre 2020 (encart b de la Figure 32).

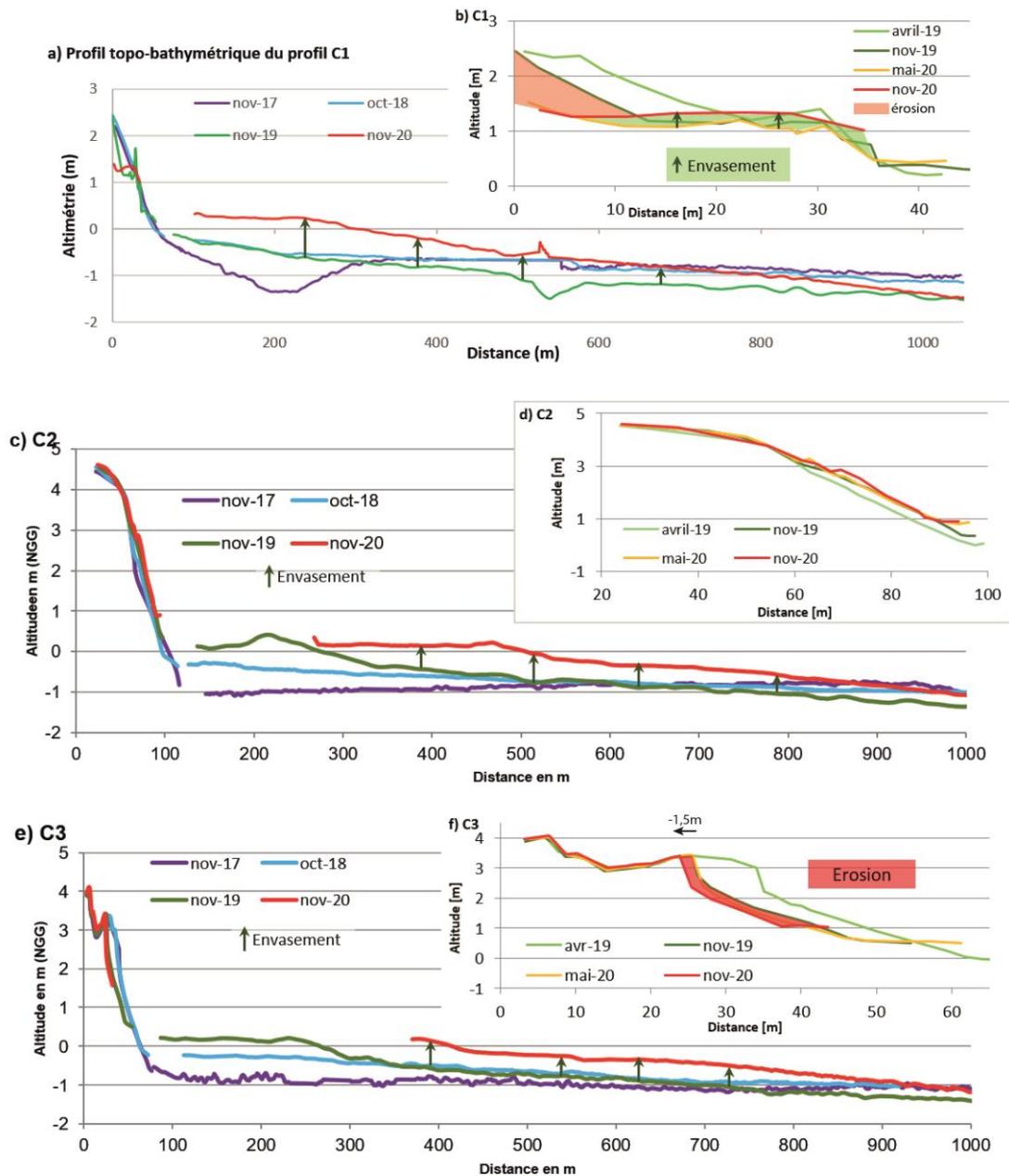


Figure 32 : Profils topo-bathymétriques sur C1, C2 et C3 à Montabo.

L'estran par rapport aux années passées à enregistrer un fort envasement (Figure 33). Cet envasement général de l'anse de Montabo a continué entre novembre 2019 et octobre 2020 caractérisé par :

- une diminution de la profondeur d'environ 50 cm sous l'action de la dérive littorale vers le nord-ouest ;
- une concentration de la vase en bas de plage avec l'augmentation de la pente topo-bathymétrique. Pour le profil C1 la pente de l'estran est de 2 % en 2020 et en 2019 elle n'était que de 0,001% (Figure 32 a).



Figure 33 : Comparaison photographique de l'envasement de l'estran de la plage de Montabo au niveau du profil C1.

L'envasement de l'estran et la consolidation de la vase permet dans les figures de dessiccation produite à marée haute le développement de jeunes palétuviers localisés dans la partie centrale de l'anse.

5.1.4. Anse de Montjoly

a) *Évolution de la position du trait de côte*

Contrairement à l'anse de Montabo, la plage de Montjoly ne présente pas de segmentation hydro-sédimentaire nettement visible. Néanmoins les extrémités au nord-ouest et au sud-est enregistrent respectivement un recul maximal d'environ 6 m et 15 m entre novembre 2019 et octobre 2020 (Figure 34a et b). Une zone très localisée, longue d'environ 250 m, située au centre de l'anse à proximité des ouvrages Stabiplates®, est resté relativement stable et a connu localement une faible avancée de 2 m entre 2019 et 2020.

Par rapport à l'anse de Montabo, la vase intertidale est plus étroite à l'est de l'anse de Montjoly. La position du trait de côte est donc plus vulnérable à la houle incidente et à la dérive littorale qui déplace le sable vers le nord-ouest. Celui-ci transite le long de la plage et est bloqué au niveau des Stabiplates®. Une partie franchit l'ouvrage et continue sa migration vers le nord-ouest.

Les positions du trait de côte sont à mettre au regard de l'indicateur utilisé. Étant donné que la limite de végétation est le principal marqueur du trait de côte et que la colonisation par les ipomées nécessite quelques mois, il est nécessaire d'analyser les profils de plage et les résultats obtenus par photogrammétrie au droit des ouvrages pour caractériser leur impact.

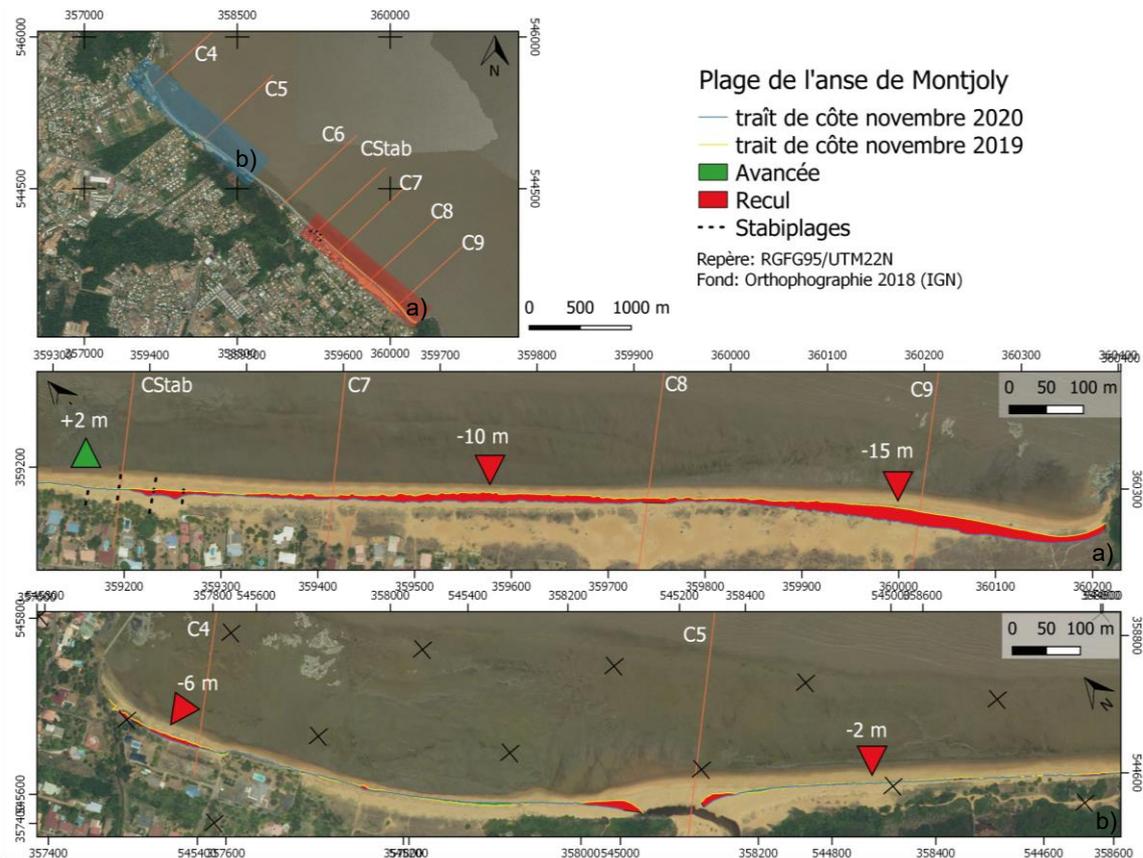


Figure 34 : Évolution du trait de côte de la plage de Montjoly entre novembre 2019 et novembre 2020.

b) Évolution topo-bathymétrique annuelle et saisonnier

Les profils topo-bathymétriques C4 et C5 (Figure 35) sont localisés au nord-ouest de la plage de Montjoly. La partie topographique des profils C4 et C5 met en évidence un recul de la berme d'environ 1,5 m entre mai 2020 et novembre 2020 et un abaissement du bas de plage sur l'ensemble des profils (Figure 35b-d).

Le profil C5 est situé à l'embouchure des Salines. L'évolution morphologique du cours d'eau sous l'action de la dérive littorale et la formation de la flèche sableuse sur la rive droite rend ce secteur très mobile. Ainsi le haut de plage du profil a reculé au fur et à mesure que le cours d'eau s'est déplacé vers l'ouest et que l'estran s'est engraisé.

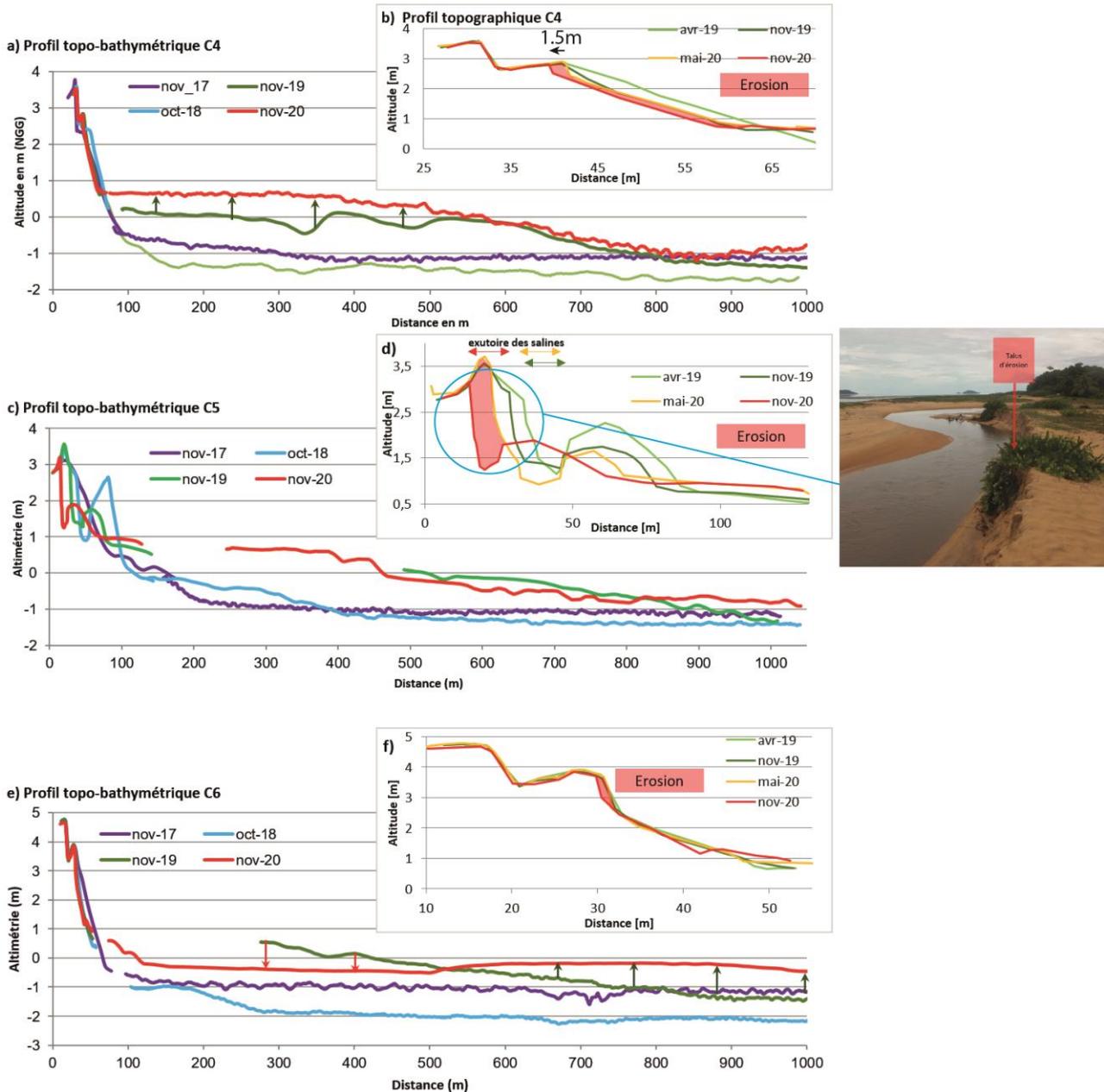


Figure 35 : Profil topobathymétrique des profils C4, C5 et C6.

À l'extrémité sud-est de l'anse le profil topographique C9, a enregistré une érosion entre novembre 2019 et mai 2020 se traduisant par un recul du profil de plage d'environ 10 m. Cette érosion a continué entre mai 2020 et novembre 2020 avec un recul d'environ 5 m de la berme (Figure 36 e). Le sable s'est déplacé plus vers l'ouest, sous l'action de la dérive littorale vers le nord-ouest engendrant une accrétion de plus de 6 m au niveau de l'estran et un rehaussement de la berme d'environ 1 m au niveau du profil C8 entre novembre 2019 et novembre 2020 (Figure 36b).

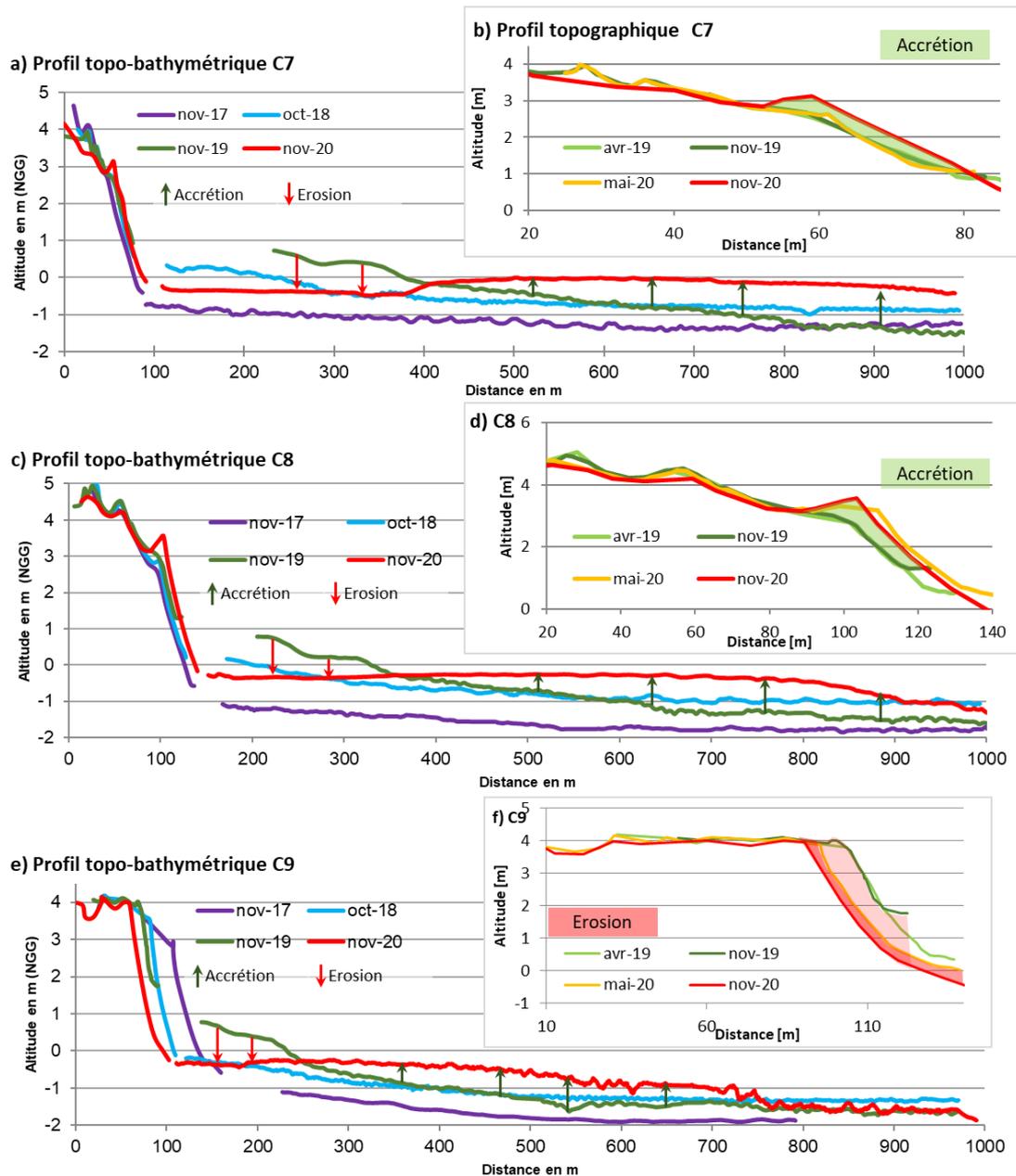


Figure 36 : Profils topobathymétriques C7, C8 et C9.

Entre 2018 et 2019, la bathymétrie de la zone d'estran au droit de la berme avait augmenté d'environ 0,5 à 1 m pour la majorité des profils de la plage de Montjoly, ces apports en sédiments étaient essentiellement vaseux. Cependant, depuis 2019, sur les profils C6, C7, C-Stab, C8 et C9, cette zone de surélévation bathymétrique s'est nivelée et laisse apparaître un relief plat et relativement uniforme sur toute la zone intertidale. Seuls les profils C4 et C5 (a-c) indique encore en novembre 2020 la présence d'un bourrelet sédimentaire de vase qui débute de la plage jusqu'à 900 m de distance. En 2020, ce haut fonds s'étend jusqu'à 600 m de distance de la plage (Figure 35).

Fin d'année 2020, sous l'action des courants de retour et de la marée, la vase présente sur le bas de plage à l'est de l'anse Montjoly est mobilisée vers le large. À l'inverse les profils les plus à l'ouest présente encore un bourrelet sédimentaire de vase traduisant l'apport en vase dans cette partie de la plage.

De même que pour l'anse de Rémire, les évolutions saisonnières sont à mettre en corrélation avec les coups de mer de décembre 2019 et avril 2020. Un recul généralisé a été observé aux extrémités est et ouest de l'anse au cours de cette période alors que le centre de l'anse est resté stable. À la différence de l'anse de Montabo, la saison sèche a enregistré également un affaissement marqué sur les profils les plus à l'est.

La distinction entre les deux plages réside dans la morphologie du banc de vase et de la barre vaseuse. Celle-ci est moins large au sud-est de l'anse de Montjoly et subit les actions de la houle qui remet en suspension la vase et favorise l'érosion sur la plage située en arrière. Sous l'action des houles de direction nord-est la dérive littorale a mobilisé les sédiments à l'est de la plage qui se sont déplacé vers l'ouest. Le sable s'est concentré majoritairement à l'est des Stabiplates (Profils C7 et C8) soit en amont de la dérive littorale par rapport aux Stabiplates. L'extrémité ouest n'étant pas alimenté par le sable, qui est bloqué au niveau des Stabiplates, enregistre également une érosion de son estran.

c) Suivi des ouvrages Stabiplates©

Depuis 2017, suite à d'importants épisodes d'érosion, six boudins de géotextile remplis de sable ont été installés sur la plage. Quatre d'entre eux sont perpendiculaires à la côte (Figure 39) et deux autres sont positionnés parallèles aux lignes de rivage. Ces ouvrages de stabilisation de plage sont installés par l'entreprise Stabiplate© au centre de l'anse de Montjoly entre l'avenue Sainte Rita et le restaurant de l'Oasis (Figure 37).



Figure 37 : Stabiplate enseveli novembre 2020.

L'évolution du profil CStab est similaire à celui de C7 situé à l'est des Stabiplates. Il est resté stable entre novembre 2019 et mai 2020 et a connu une accrétion d'environ 40 cm entre mai 2020 et novembre 2020. D'un point de vue bathymétrique un envasement d'environ 1 m s'est produit au large du profil CStab entre novembre 2019 et novembre 2020.

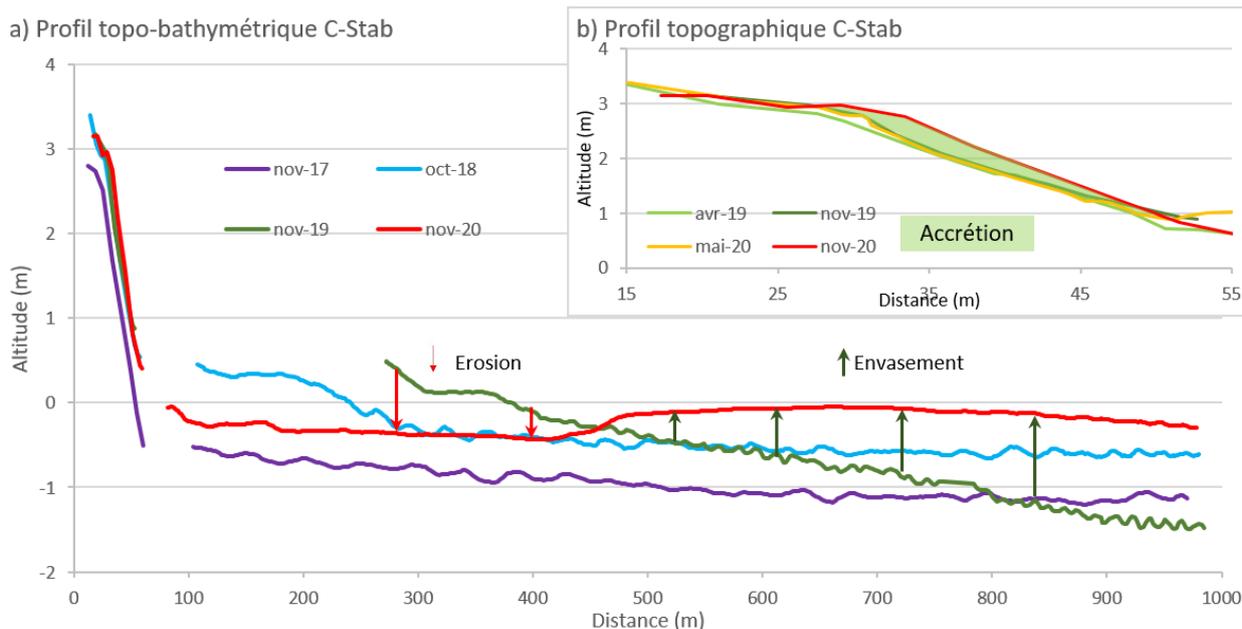


Figure 38 : Topobathymétrie du profil CStabb au droit des ouvrages Stabiplates.

Des relevés altimétriques par drone sont effectués tous les ans au mois de septembre sur la plage des Salines à Montjoly. Ces levés permettent d'étudier les volumes de sables érodés ou apportés entre deux années. Entre 2019 et 2020, la plage de Montjoly a perdu dans cette zone d'étude 6 494 m³ de sable et a gagné environ 3 322 m³. Au total la plage de Montjoly s'est érodée de 3 172 m³ (Tableau 2). D'après le modèle numérique de terrain différentiel (Figure 39b), la zone à l'extrémité sud-est de la plage, appelée zone en érosion, présente un déficit en sédiment. En effet, la grande majorité du sable déficitaire sur l'ensemble de la plage est localisée dans cette zone (Figure 39b et Tableau 2).

	Accrétion (m ³)	Érosion (m ³)	Volume total (m ³)	Erreur volume total	Surface (m ²)
Plage des Salines - Total	3 322	6 494	-3 172	2 956	49 812
Zone en érosion	355	4 448	-4 093	848	18 294

Tableau 2 : Tableau des variations de volume (m³) entre novembre 2019 et novembre 2020, données issues du MNT différentiel (Figure 39).

Les boudins géotextiles bloquent le transit sédimentaire et concentre l'ensemble des sédiments en amont de la dérive littorale du sud-est vers le nord-ouest entraînant un décrochage au niveau de la limite sable/vase (Figure 39b). La zone en aval de la dérive est à l'inverse en érosion. En présence du banc de vase, les boudins en géotextile retiennent le sable en amont de la dérive littorale et ralentissent le transit sédimentaire.

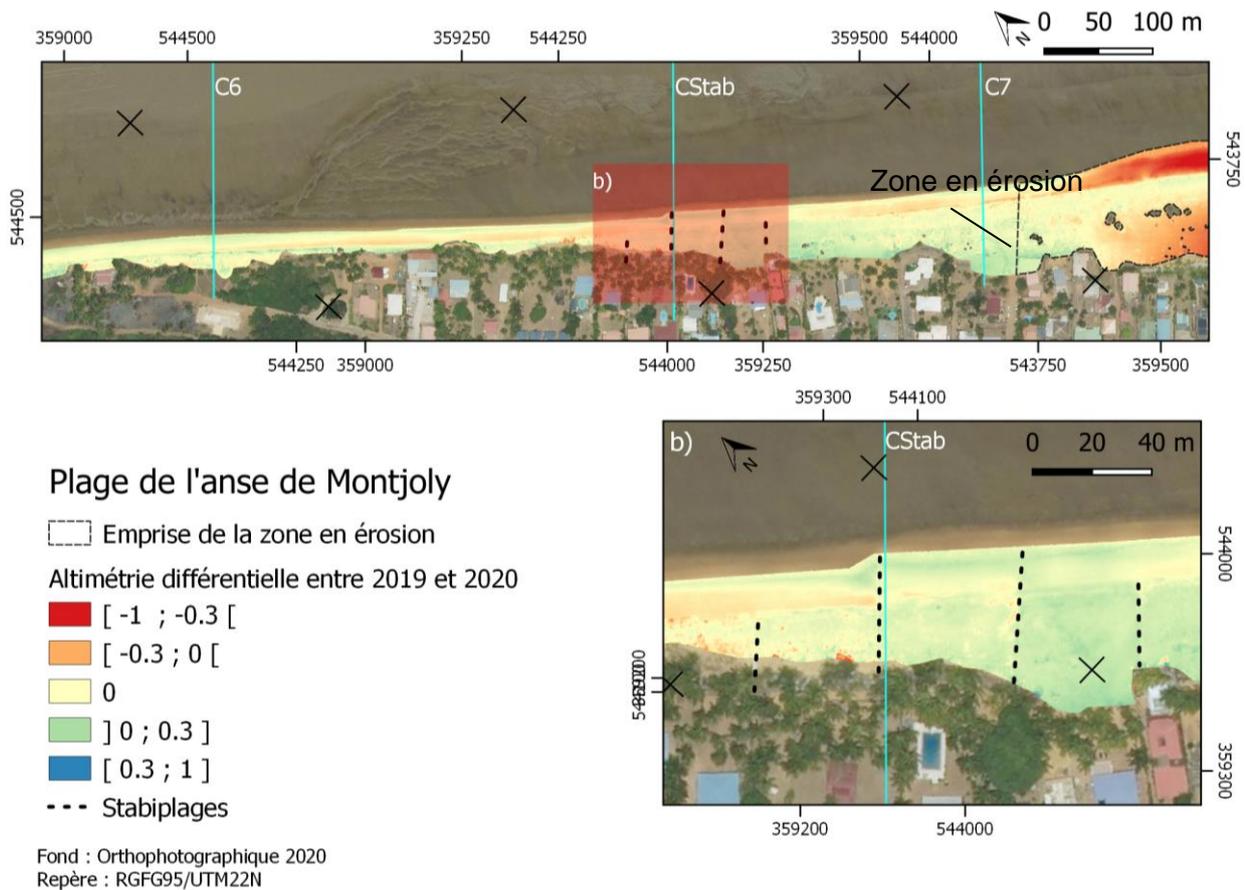


Figure 39 : MNT différentiel entre septembre 2019 et 2020 et localisation de la zone d'érosion préférentielle ; (b) zoom à l'aplomb des boudins en géotextile.

Le sable de l'est de l'anse mobilisé par la dérive littorale a commencé à migrer vers l'ouest. Ainsi entre novembre 2019 et mai 2020, il s'est retrouvé au niveau du profil C8, puis entre mai 2020 et novembre 2020, au droit des Stabiplates (profils C7 et Cstab). Une fois l'ensemble des Stabiplates recouvert ont peu s'attendre que le sable continue de migrer vers l'ouest de la plage vers les profils C6, C5 et C4.

Les Stabiplates dans l'état actuel remplissent les objectifs qui leurs sont fixés. Cependant il reste une interrogation sur la pérennité d'un tel ouvrage notamment lorsque le banc de vase partira et que la plage sera soumise à d'importants phénomènes d'érosion.

5.1.5. Anse de Rémire

a) *Évolution de la position du trait de côte*

La position du trait de côte entre 2019 et 2020 est plutôt stable à l'échelle de l'anse. La partie de la plage orientée nord-ouest/sud-est est soumise à l'action de la dérive littorale comme pour l'anse de Montjoly avec un déplacement du sable d'est en ouest. Ce déplacement se caractérise par des faibles reculs à l'est d'environ 1 m et une avancée à l'ouest d'environ 2 m (encart d de la Figure 40).

Le nord de l'anse est orienté nord-sud, cette zone très anthropisée avec la présence d'enrochements et de digues est resté stable entre novembre 2019 et octobre 2020 (encart b de Figure 40).

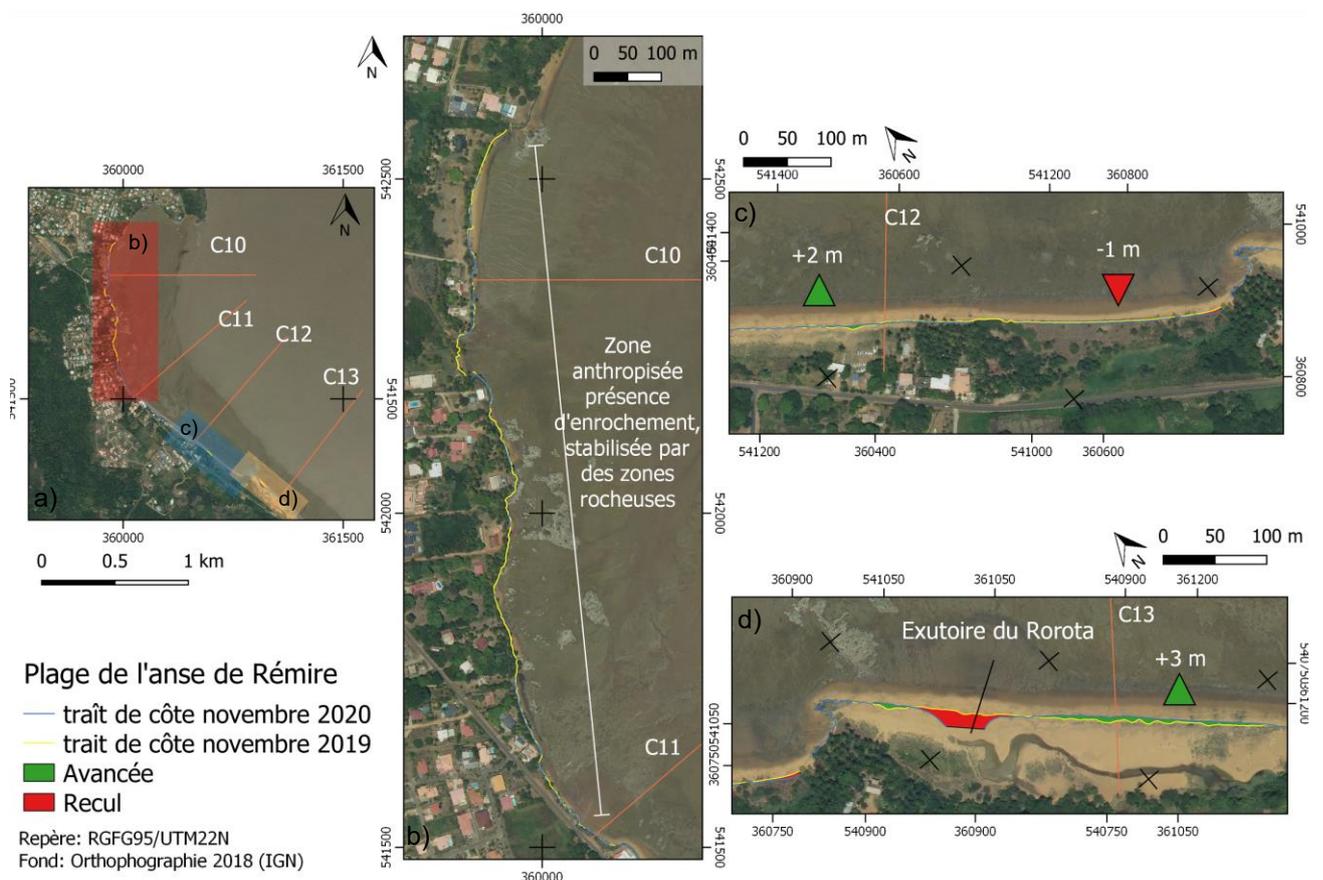


Figure 40 : (a) anse de Rémire (b-c-d) Zoom sur différentes parties de la plage : Évolution du trait de côte entre 2019 et 2020.

De par l'orientation de l'anse et de la dérive littorale vers le nord-ouest, le déplacement de la vase reste bloqué au sein de l'anse. L'anse étant envasé, les profils topographiques ont peu évolué entre novembre 2019 et novembre 2020. Seul le profil C13 situé à l'extrémité ouest de la plage a enregistré un engraissement de la partie de l'estran d'environ 50 cm entre novembre 2019 et mai 2020, puis est resté stable entre mai 2020 et novembre 2020 (Figure 41).

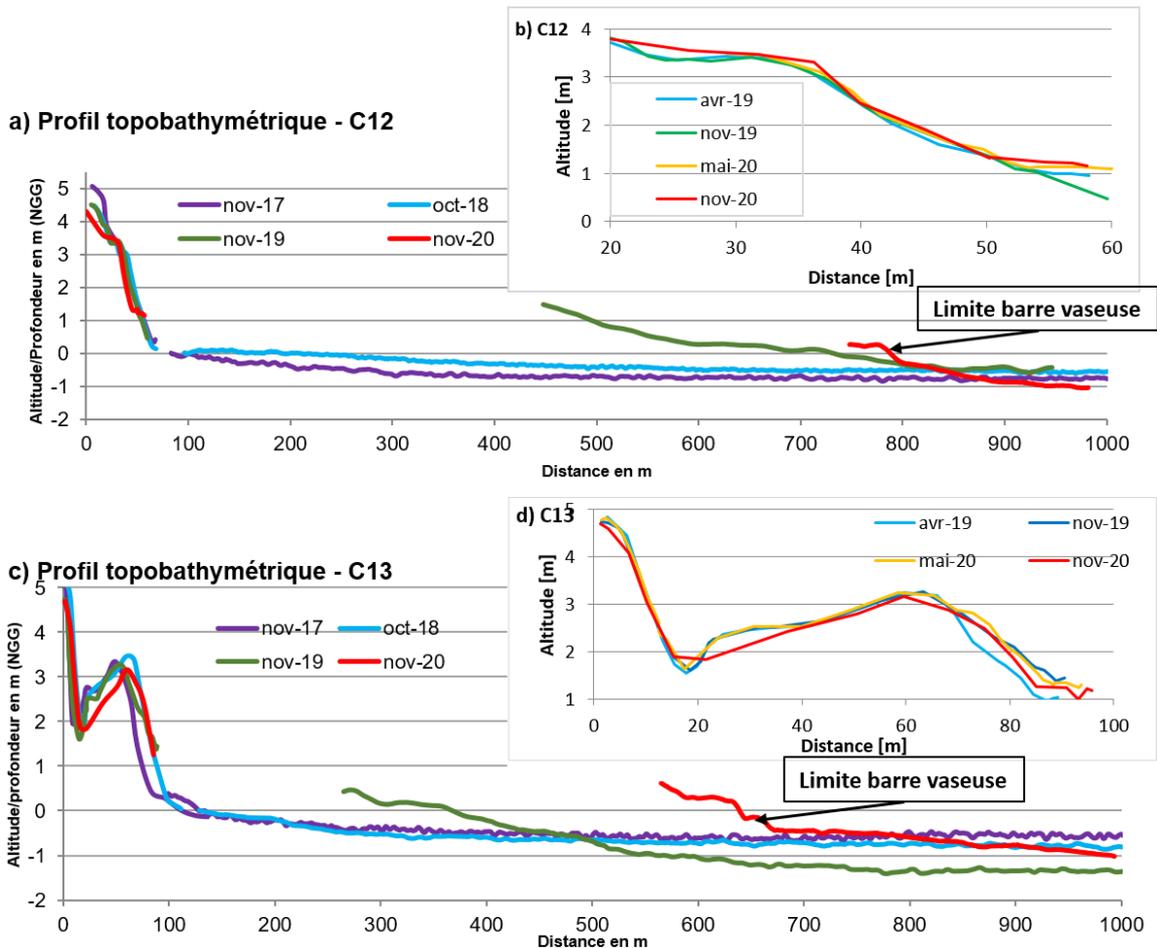


Figure 41 : Profils topobathymétriques C12 et C13 et évolution des profils entre novembre 2019 et novembre 2020.

Le bas de l'estran de la plage de Gosselin caractérisée par le profil C13, présente de la vase consolidée, sur laquelle des pousses de palétuviers ont été observés en 2019 (Bossennec et Longueville, 2020). En 2020, les palétuviers ont continué de coloniser la vasière avec des arbres pouvant atteindre plus d'1 m de hauteur (Figure 42).



Figure 42 : (Gauche) Vase consolidée et barre d'arrière banc entourée en jaune en face du profil C12 (Droite) Photographique de la mangrove sur vase consolidée au niveau du profil C13.

Entre 2020 et 2019, la bathymétrie en face de l'anse de Rémire a connu plusieurs évolutions morphologiques. Étant donné les hauts fonds vaseux, les conditions de navigation n'ont pas permises de mesurer les fonds des profils C12 et C13. Néanmoins sur les profils les plus à l'ouest, la barre vaseuse s'est formée au niveau du profil C10 et s'est déplacée d'environ 150 m vers le large au niveau du profil C11 (Figure 43). Tout comme pour l'anse de Montjoly, les moteurs de cette migration sont les courants de retour et de marée qui entraînent un départ de la vase vers le large.

Cette barre est caractéristique d'une barre vaseuse d'arrière banc. Sa présence favorise le développement de la mangrove à l'aplomb des profils C13 et C11 en protégeant la plage de l'action des vagues (Figure 42-droite). En effet, sur l'ensemble de la plage de Rémire, la zone d'estran est composée de vases consolidées. Sur le profil C13, l'épaisseur de vase consolidée est estimée à 40 cm.

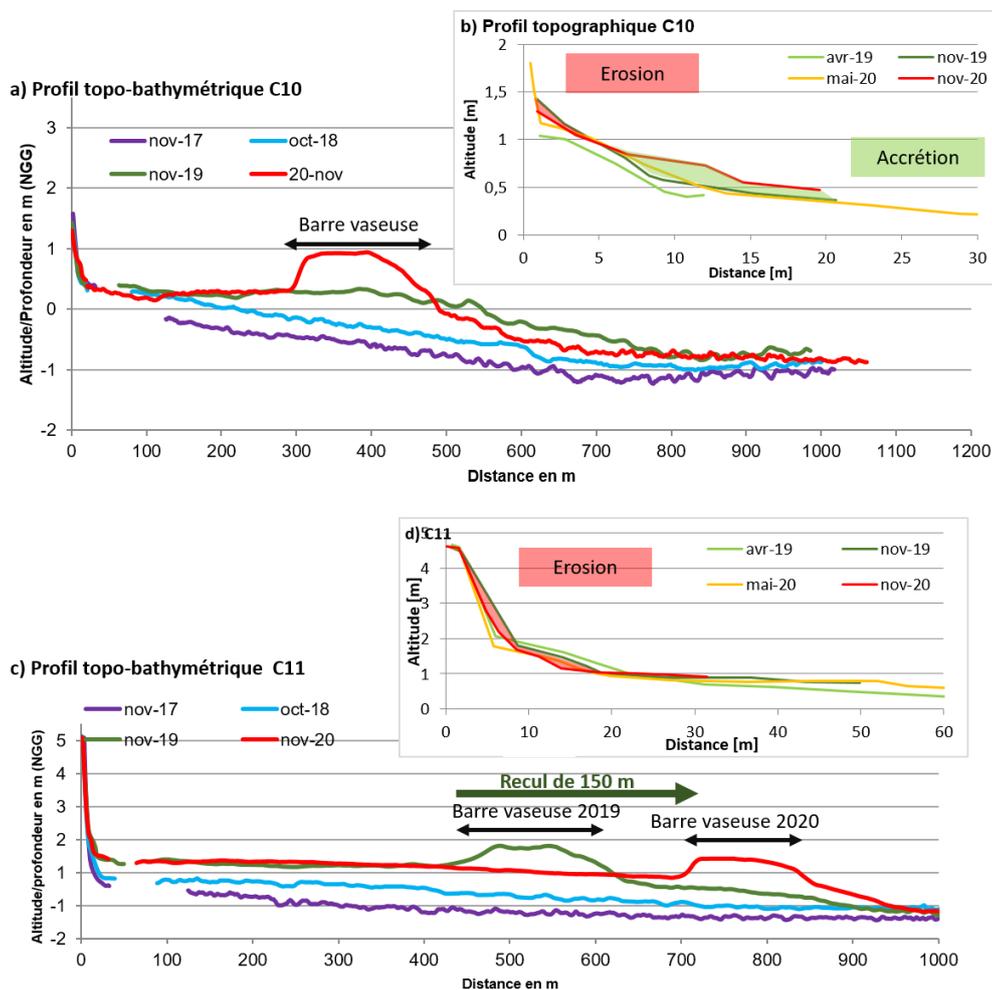


Figure 43 : Profils topobathymétriques C10 (a) et C11 (c) ;
Zoom sur le profil topographique de C10 (b) et C11(d).

5.2. MACOURIA : SABLANCE

a) Présentation du site et position du banc de vase

La commune de Macouria se situe à l'ouest de la presqu'île de Cayenne sur la rive droite de la rivière de Cayenne. Macouria est bordée au nord-est par trois kilomètres de plage sableuses le long du quartier de Sablance (Figure 44). Par sa localisation en front de banc de vase et au niveau de l'embouchure, la plage est soumise à la houle, à la marée et au débit du fleuve de la rivière de Cayenne.



Figure 44 : Localisation de la plage de Sablance à Macouria et des profils topo-bathymétriques S1, S2, S3 et S4.

Actuellement, la limite du banc de vase subtibale se situe à 10 km au nord-ouest de la plage de Sablance (Figure 25). La plage de Sablance se situe en front de banc de vase du banc de Cayenne. Une barre vaseuse d'avant banc, visible sur les images satellites (Figure 25), est présente à l'est à proximité de la plage, atténuant ainsi une partie des houles incidentes sur la plage de Sablance.

b) Évolution de la position du trait de côte

Entre 2020 et 2019, sur la majorité de la plage de Sablance, le trait de côte a avancé d'une valeur comprise entre 3 et 5 m (Figure 45).

Cependant, certaines zones de la plage, principalement dans les parties urbanisées, le trait de côte a reculé au maximum de 3 m entre novembre 2019 et novembre 2020 (Figure 45), entraînant la formation d'un talus d'érosion pouvant atteindre 50 cm (Figure 45.b).

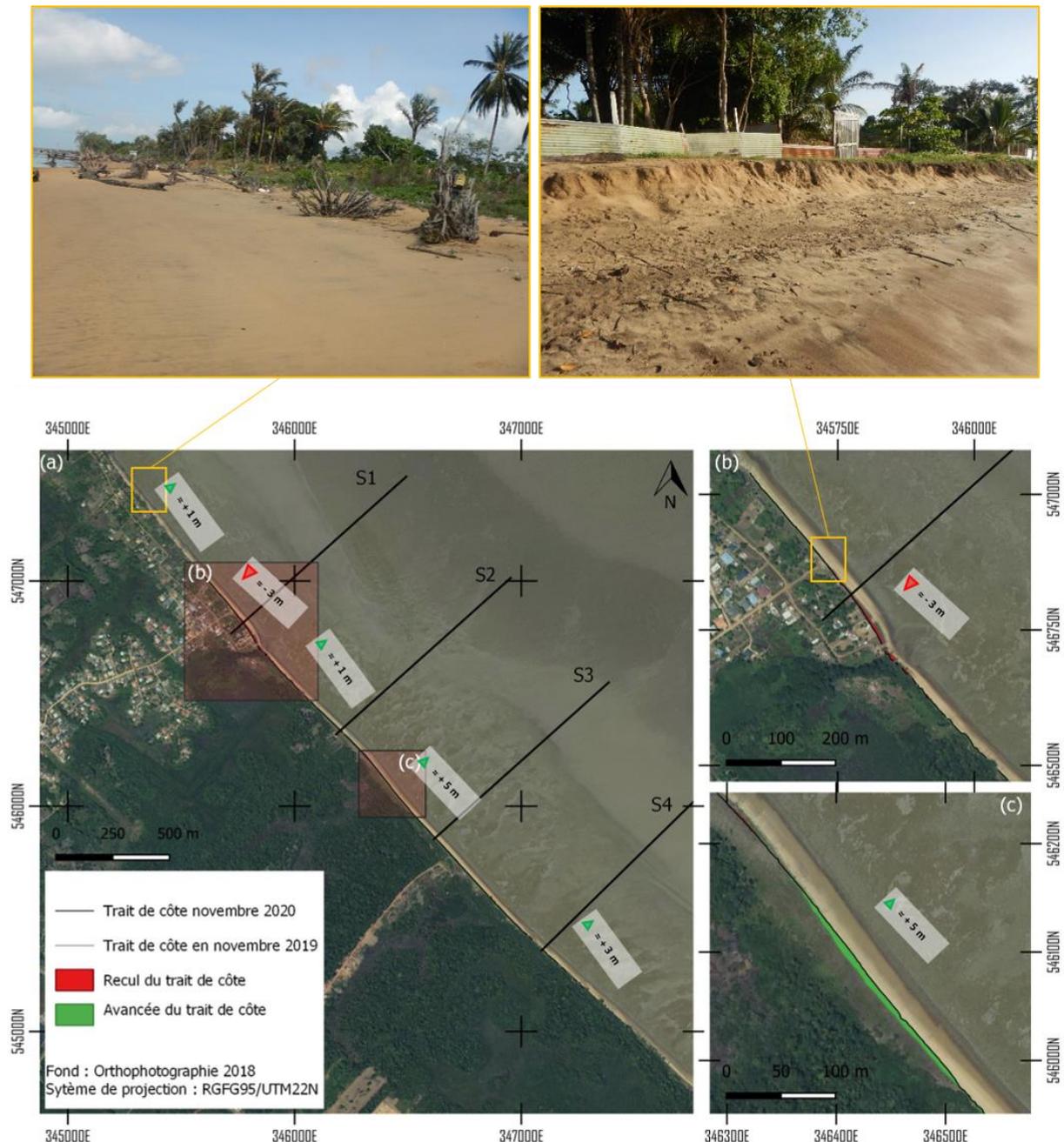


Figure 45 : (a) Évolution de la position du trait de côte entre novembre 2019 et novembre 2020.

c) Évolution saisonnière et annuelle des profils topo-bathymétriques

Les profils S1 (Figure 46.a) et S2 (Figure 46.c) semblent stables depuis 2019. Cependant le talus d'érosion à l'est du profil S2 s'est accentué depuis 2019, appuyant les phénomènes d'érosion observés sur ce secteur par le recul de la position du trait de côte et les observations terrains.

Les profils S3 et S4 enregistrent un réhaussement au niveau de l'estran de plus 40 cm (distance ~5 m). Les levés bathymétriques présentent une diminution de la profondeur traduisant un engorgement progressif du sud-est vers le nord-ouest (Figure 46).

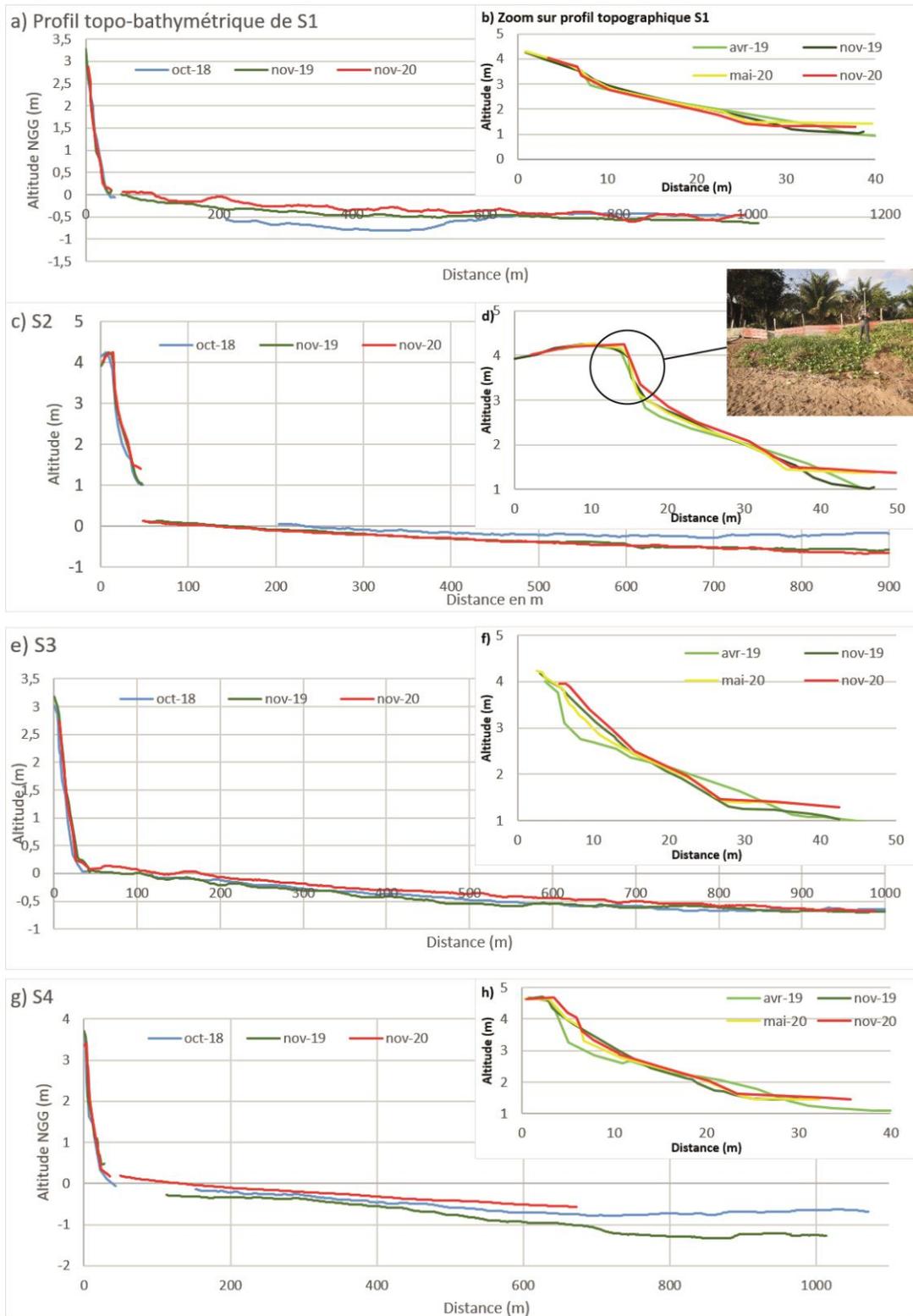


Figure 46 : (a)-(c)-(e)-(g) Profils topo-bathymétriques respectivement des profils S1, S2, S3 et S4.

5.3. KOUROU

5.3.1. Présentation du site

Le site de Kourou se décompose en trois secteurs (Figure 49) :

- 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 (Figure 47). En 2011, un enrochement a été mis en place en face de l'hôtel (Figure 49). 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.



Figure 47 : Plage de l'Hôtel des Roches août 2020 (Borie©).

La **plage de la Cocoteraie** s'étend de la pointe Pollux à l'est jusqu'à la fin de l'avenue de l'Anse à l'ouest. L'arrière-plage est très urbanisée avec la concentration des enjeux majoritairement au niveau de la Cité des 205 et de l'avenue de l'Anse (Figure 49). Ce secteur est sujet aux phénomènes d'érosion et a fait l'objet de plusieurs expertises en 2016, 2017 et 2018.

À la suite des premiers phénomènes d'érosion engendrant d'importants dégâts sur le front de mer, plusieurs ouvrages de protection ont été installés (Figure 48) :

- le premier, qui n'a pas vocation à être pérenne, est un merlon (ou cordon sableux artificiel) stabilisé par des big-bags remplis de sable, installés par la mairie de Kourou. L'édification de ce merlon s'est étalée dans le temps avec sa création en mars 2016, suivie d'un renforcement avec des big-bags en novembre 2016. Depuis chaque année avant la saison de ponte des tortues le merlon est consolidé par des apports en sable issus du haut de plage de la plage du CSG ;

- le second correspond à deux systèmes de palplanches appelées « berlinoises » qui ont été posés par la Simko⁵, face à la Cité des 205 : un en mars 2017 et un en avril 2018.

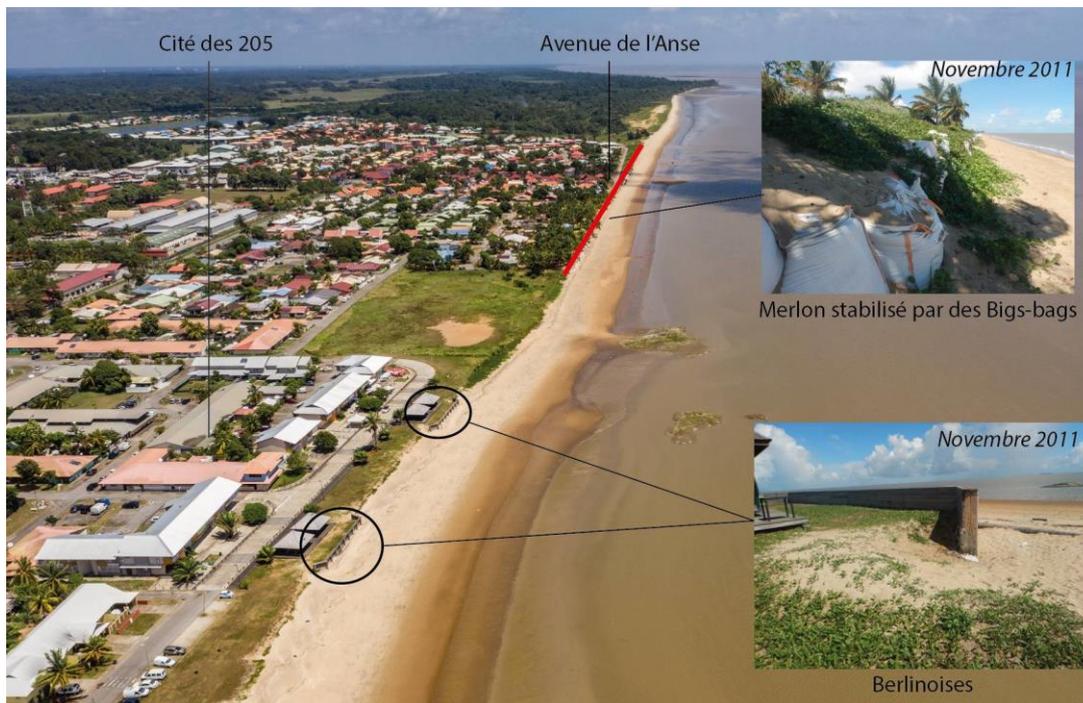


Figure 48 : Localisation des bigs-bags et des berlinoises le long de la cité des 205 et de l'avenue de l'anse (photo drone Borie©, août 2020).

La **plage du « CSG »** est située entre la fin de l'avenue de l'anse et la pointe Charlotte. Il constitue une zone maintenue à l'état naturel (Figure 49).

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.

⁵ Simko : Société immobilière de Kourou,

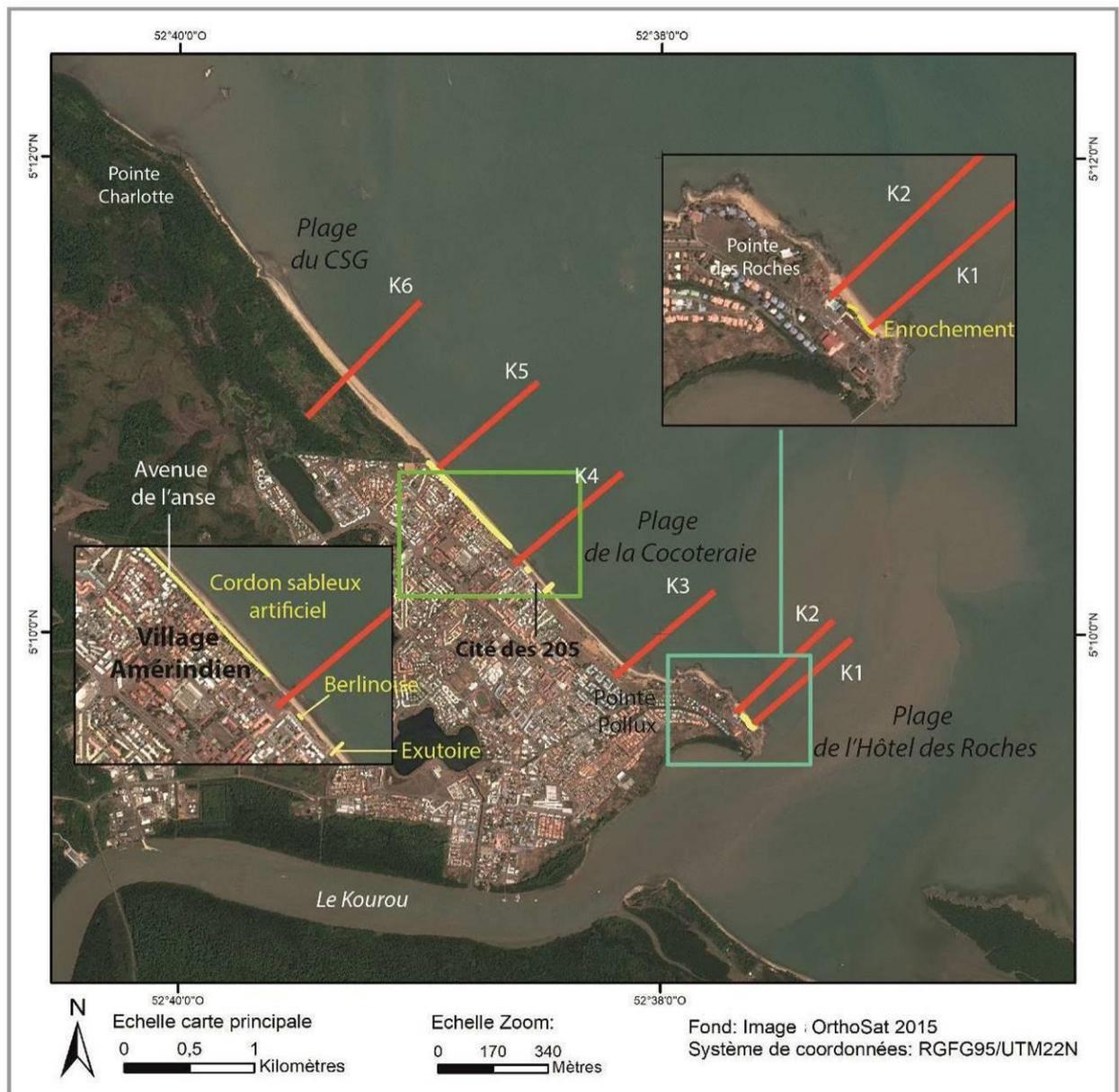


Figure 49 : Positionnement des différents profils suivis (en rouge) dans le cadre de l'Observatoire de la dynamique côtière ainsi que des ouvrages de défense existants (en jaune) sur le secteur de Kourou.

5.3.2. Position du banc de vase

En 2017, le banc de vase a traversé le fleuve Kourou et s'est installé face à la ville. Depuis le banc de vase a continué d'avancer avec en moyenne une vitesse de migration estimée à 2,3 km/an.

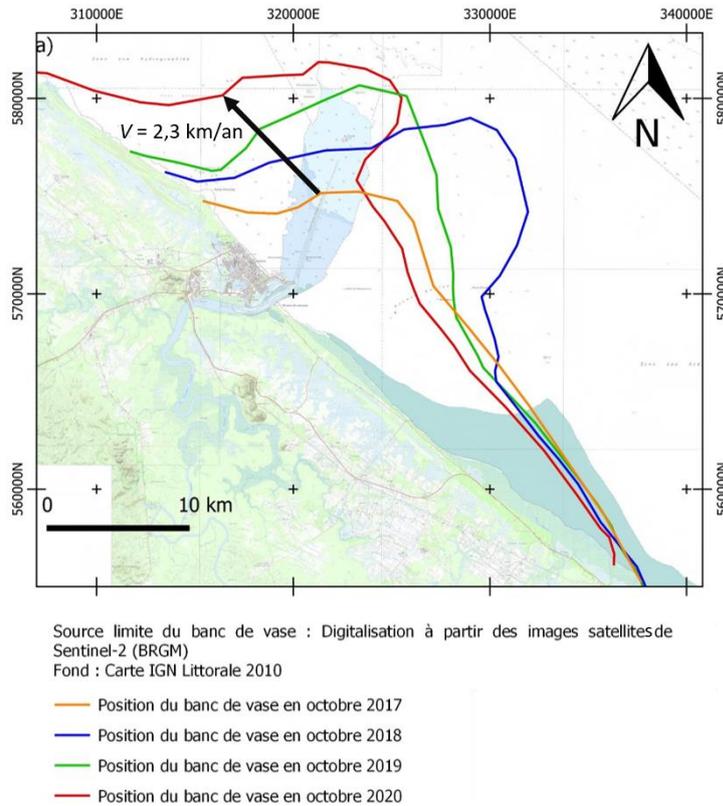


Figure 50 : Position de la limite du banc de vase subtidale au large de Kourou depuis 2017.

5.3.3. Évolution de la position du trait de côte

De manière générale sur les trois secteurs de Kourou, la position du trait de côte évolue sous l'influence de la dérive littorale vers le nord-ouest, qui engendre un recul de la position du trait de côte à l'est des secteurs et une avancée à l'ouest, entre novembre 2019 et novembre 2020.

Ainsi la plage de l'hôtel des roches enregistre un recul de 7 m à l'extrémité est (encart b de la Figure 51). Pour la plage Pim-Poum, le recul à l'est (environ -1m) est moins important que l'avancée à l'ouest (+6 m). Les mêmes phénomènes d'alternance entre avancée et recul sont observés sur la plage de la Cocoteraie avec un recul d'environ 5 m à l'extrémité est et une avancée maximale de 7 m à l'ouest (encart c de la Figure 51).

La plage du CSG présente un recul du trait de côte compris entre -2 m et -4 m en moyenne (encart e de la Figure 51).

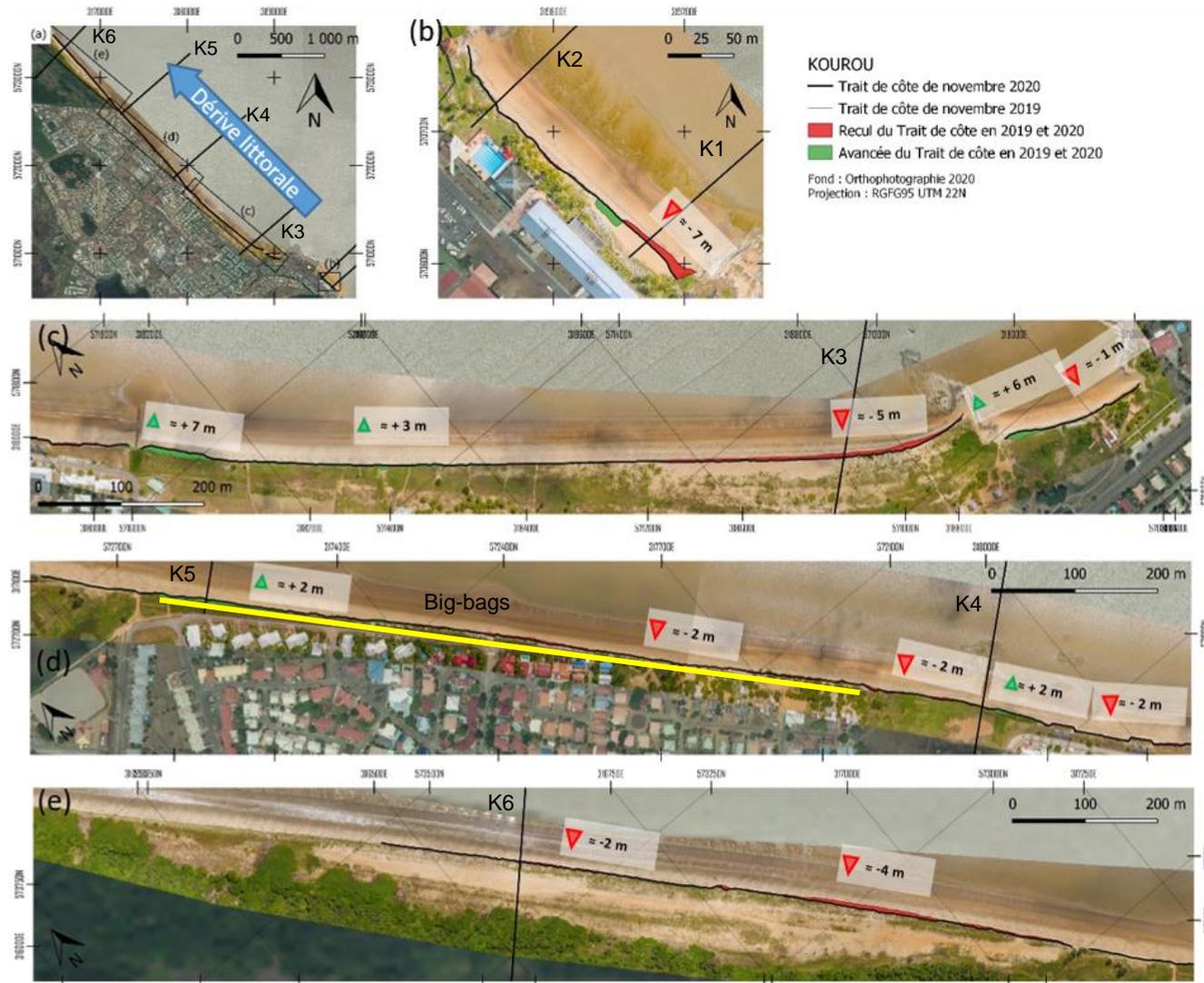


Figure 51 : (a) Carte générale de Kourou est délimitation des zones étudiées ; (b) Plage de l'hotel des Roches.

5.3.4. Mouvements sédimentaires saisonniers et annuels

a) Plage de l'hôtel des Roches

L'action de la dérive littorale sur le déplacement d'est en ouest du sable des plages de Kourou est mise en évidence également par l'analyse des profils topographiques. Ainsi sur la plage de poche l'estran du profil K1 a enregistré un affaissement d'environ 1 m entre novembre 2019 et novembre 2020. Ce recul a été constant sur l'ensemble de l'année 2019. En parallèle le profil K2, a enregistré une érosion au cours de la saison des pluies avec un affaissement de l'estran de 80 cm entre novembre 2019 et mai 2020. Au cours de la saison sèche 2020, le profil est retourné à sa position initiale, engendrant une stabilité du profil entre novembre 2019 et novembre 2020 (Figure 52). De plus sur le profil K2 en pieds de talus d'érosion, un chenal d'évacuation des eaux pluviales s'est formé.

La bathymétrie du proche côtier a diminuer d'environ 50 cm entre novembre 2019 et novembre 2020 traduisant un envasement généralisé de la zone et des échanges sableux entre la plage et le proche côtier.

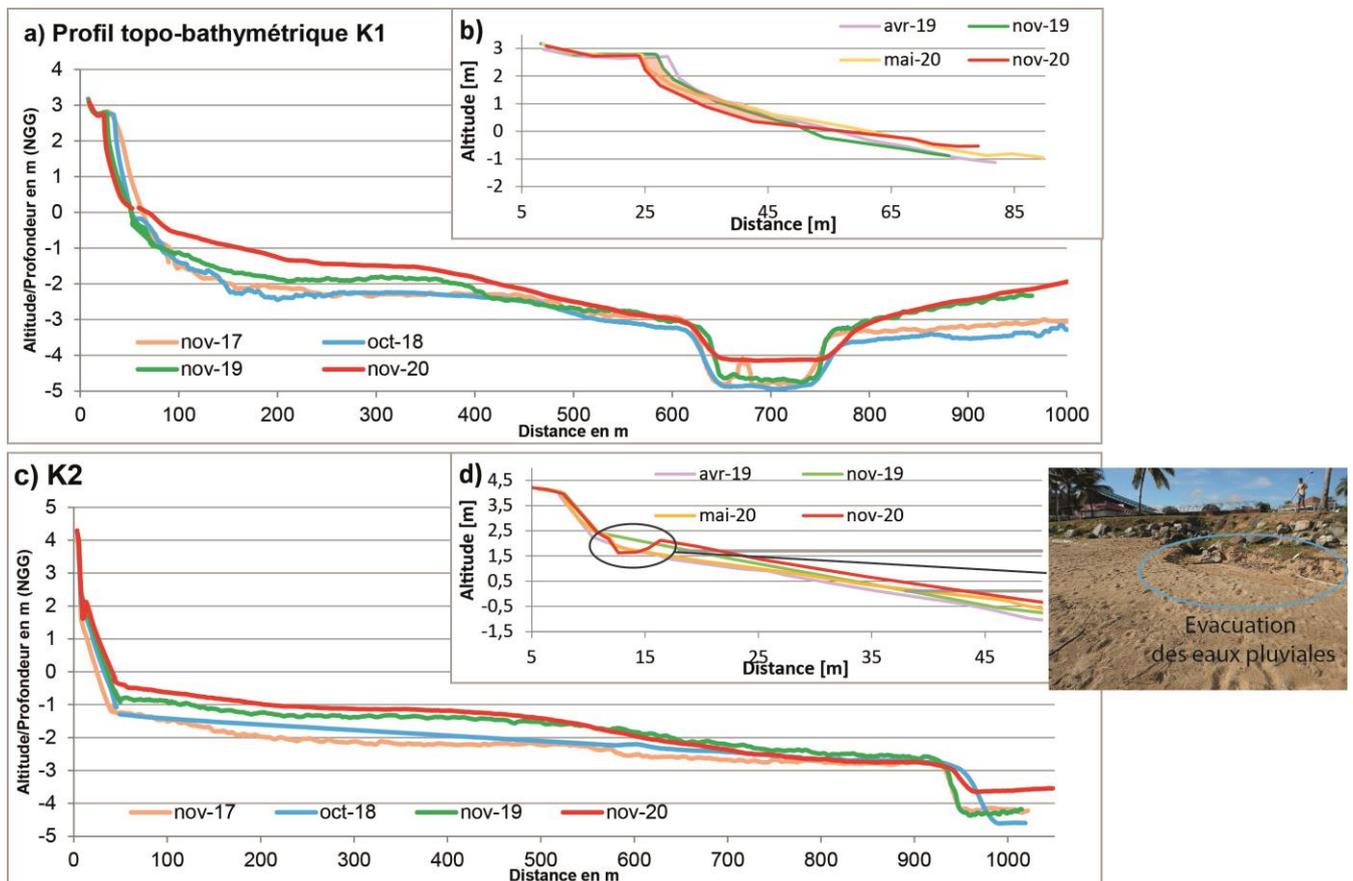


Figure 52 : (a) - (b) Profils topobathymétriques respectivement des profils K1 et K2 ; (b)-(d) Zoom sur la topographie du haut et bas de plage respectivement des profils K1 et K2.

b) Les plages de la cocoteraie et du CSG

Le profil face à la pointe Castor sur la plage de la Cocoteraie (K3) (Figure 54) est resté stable au cours de l'année 2020. Le haut de plage a enregistré entre novembre 2019 et mai 2020 un recul significatif de 13 m. De plus une érosion du bas de plage est également observée. Cette érosion survient à la suite des épisodes de houles énergétiques de direction nord (Hs : 1,5 m ; Ts>10s) couplés avec un niveau d'eau de 3,75 m du mois d'avril 2020 qui ont engendré des dégâts le long du village Amérindien et de l'avenue de l'Anse répertorié dans un rapport d'expertise (Bossennec et Longueville, 2020). Les Bigs-bags éventrés ont par la suite engendré une pollution plastique sur la plage (Figure 53).



Figure 53 : Dégâts observés suite aux coups de mer d'avril 2020 le long de l'avenue de l'Anse (prise le 11 avril 2020) (Bossennec et Longueville, 2020).

Les profils topo-bathymétriques K4 et K5 (Figure 54) ont des évolutions annuelles (entre 2019 et 2020) et saisonnières (de mai à novembre 2020) semblables. Ces profils sont stables dans le temps, l'altimétrie du merlon de protection (Bigbag) est inchangée entre novembre 2019 et mai 2020. Cependant le pied de talus est d'avantage rechargé en sable. Ce rechargement est visible entre mai 2019 et novembre 2019 mais aussi entre mai 2020 et novembre 2020. Cette évolution de chargement en sable du pied de table est donc saisonnière. Ce rechargement d'une partie de la plage entre mai et novembre est favorisé par l'absence d'épisode de houle à fortes énergie et par l'influence de la dérive littorale vers le nord-ouest qui favorise les transits de sable sur une partie de la plage.

Le profil K6 située au niveau de la plage du CSG (Figure 54), présente une érosion du bas de plage entre mai 2020 et novembre 2020. Sur le haut de plage, la zone de prélèvement anthropique en sable pour recharger la digue de merlon est clairement marquée par un affaissement de plus de 40 cm du profil.

Tous les profils des plages de la Cocoteraie et du CSG (Figure 54) présentent un envasement de leurs bas de plage. En effet les profils K3, K4, K5, et K6 présentent en novembre 2020 une élévation bathymétrique comprise entre 40 cm et 70 cm supérieure à celle de novembre 2019. Cette augmentation bathymétrique est le résultat de l'envasement due à l'arrivée du banc de vase face à la plage de Kourou. Les valeurs des épaisseurs additionnelles les plus hautes sont observées à l'est avec +70 cm sur K4, alors qu'à l'ouest l'augmentation est plus faible (+40 cm sur K6). Il y a un donc un gradient d'envasement de l'est vers l'ouest en accord avec le sens de migration de la vase et la dérive littorale (Figure 54).

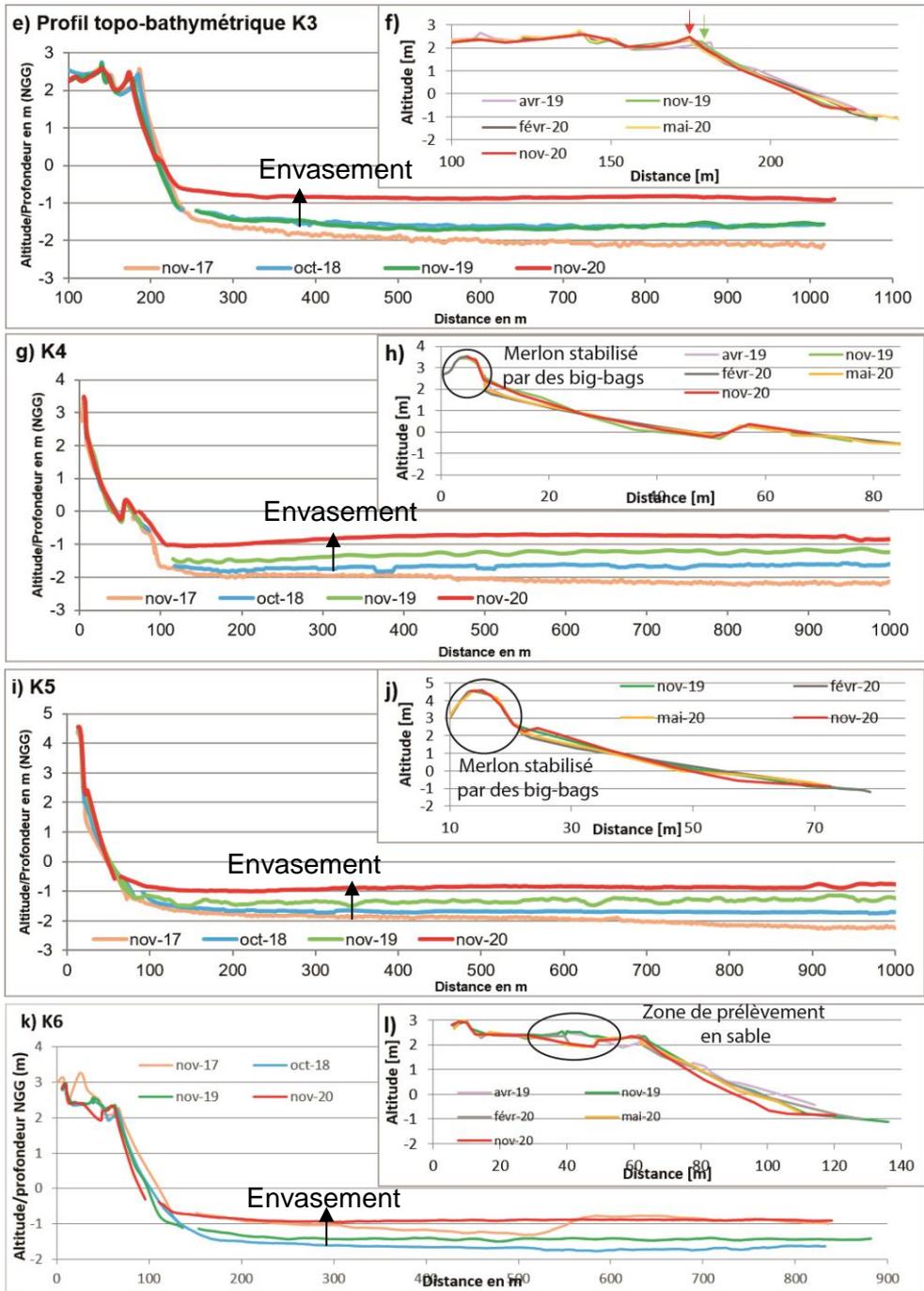


Figure 54 : Profils topo-bathymétriques respectivement des profils K3, K4, K5, et K6.

c) Étude des données haute résolution

Les données hautes résolutions sont les modèles numériques de surface (MNS) et les orthophotographies. L'acquisition de ces données se fait par drones, les levés ont été réalisés en août 2020 après le rechargement du merlon avec le sable issu de la plage CSG. L'étude différentielle des MNS permet d'étudier les mouvements sédimentaires entre deux années.

Depuis 2018, la dérive littorale déplace le sable d'est en ouest sous l'action des houles formées par les alizées. Les résultats mettent en évidence des déplacements des sédiments entre deux obstacles physiques tels que des promontoires rocheux ou l'exutoire. Ces déplacements se caractérisent par des apports sédimentaires en aval de la dérive littorale et un déficit en amont (Figure 55).

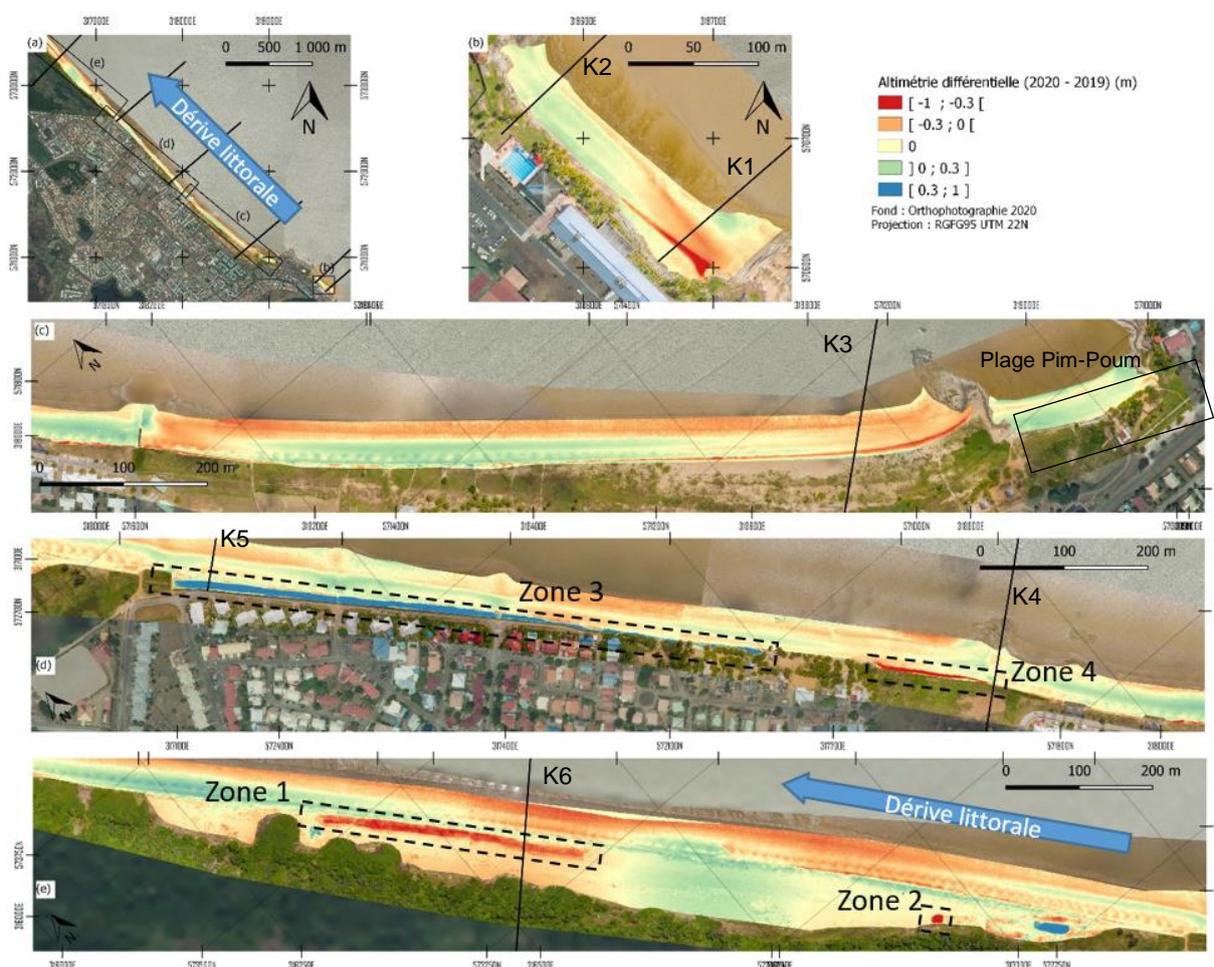


Figure 55 : Différentiel des modèles numériques de terrain entre juin 2019 et août 2020.

En terme de budget sédimentaire (Tableau 3) :

- la plage de l'hôtel des Roches présente un déficit de -534 m³ de sable en un an. Sous l'action de la dérive littorale, seule la partie est de la plage est en érosion. La partie ouest de la plage semble être stable, voire en légère accrétion (encart b de la Figure 55) ;
- la plage Pim-Poum (encart c de la Figure 55) a enregistré une accrétion d'environ 1 000 m³ en sédiment entre juin 2019 et août 2020. Cette plage de poche est alimentée par les déplacements de sable le long de la pointe des roches ;
- la plage de la Cocoteraie (encart c et d de la Figure 55) a été rechargée en sable sur l'année 2020. Le bilan global de la zone enregistre un déficit d'environ 500 m³. La zone la plus touchée est celle face à la cité des 205 (zone 4 de l'encart d de la Figure 55) ;
- la plage du CSG (encart e de la Figure 55) concentre peu d'enjeux et est resté à l'état naturel. Le sable pour recharger le merlon face à l'avenue de l'anse provient du haut de plage de ce secteur. Étant donné les prélèvements sur l'année 2020, ce secteur a enregistré un déficit d'environ 10 000 m³.

Kourou	Volume différentiel entre 2019 et 2020 (m ³)	Erreur à 30 cm sur Volume total (m ³)
Hôtel des roches	-534	28
Plage Pim-Poum	1 053	735
Plage de la Cocoteraie	-516	0
Plage du CSG	-10 826	-5 624
Total	-10 823	-4 860

Tableau 3 : Variations des budgets sédimentaires sur les plages de Kourou entre juin 2019 et août 2020.

Entre 2019 et 2020, les prélèvements pour recharger la zone de big bag en sable étaient d'environ 3 500 m³ (Tableau 4). La zone 4 (Figure 55) en amont des big bag par rapport au sens de la dérive littorale est une zone en déficit sédimentaire d'environ 719 m³. Cependant la différence entre les zones en érosion et la zone de big bag rechargée n'ont pas le même ordre de grandeur. Cette différence s'explique, tout d'abord, par la présence d'incertitudes des mesures, et également la présence de végétation sur la zone de merlon qui peut potentiellement fausser les données altimétriques lors de l'acquisition.

	Zones localisés Figure 55	Variation de volume par rapport entre 2019 et 2020 (m ³)	Erreur à 30 cm sur Volume total (m ³)
Prélèvement en sable CSG	Zone 1	-3 243	-215
	Zone 2	-236	0
	Total	-3 479	-215
Érosion Post Bigbag dans le sens de la dérive littorale	Zone 4	-719	-40
Renforcement de la digue à Bigbag	Zone 3	5 597	-8

Tableau 4 : Tableau des variations de volumes entre 2019 et 2020 sur les zones localisées.

5.3.5. Cartographie des fonds marins au large de Kourou

En octobre 2020, des levés au sonar à balayage latéral ont eu lieu au large de Kourou. L'objectif de ces levés est de caractériser la nature des fonds et d'identifier d'éventuelles variations morphologiques à la limite du banc de vase. Le sonar à balayage latéral était tracté à 150 m à l'arrière du bateau. En parallèle, la sonde monofaisceau monofréquentielle était positionnée sur le côté tribord du bateau.

Les acquisitions ont eu lieu du 13 au 17 octobre 2020, au total deux profils cross-shore long de 23 km ont été levés ainsi que trois boîtes dans lesquelles des mosaïques ont été réalisées (Figure 62) :

- la boîte dite « piquet » : longue de 2 km et large de 1,2 km, est située à l'ouest des îles du Salut au niveau des roches de la motte Piquet. Cette zone comporte des hauts fonds rocheux qui sont des bons indicateurs en terme de suivi d'évolution de l'envasement. La bathymétrie est comprise entre -20 m et -4 m de profondeur ;
- la boîte dite « au large » : longue de 6 km et large de 3 km, est située autour de l'isobathe -30 m. Cette zone est à la limite du biseau vaseux théorique du banc de vase de Kourou ;
- la boîte dite « épave » : longue de 4,5 km et large de 2 km cette boîte se trouve entre -30 m et -41 m de fond, elle est centrée autour d'une ancienne épave de bateau.

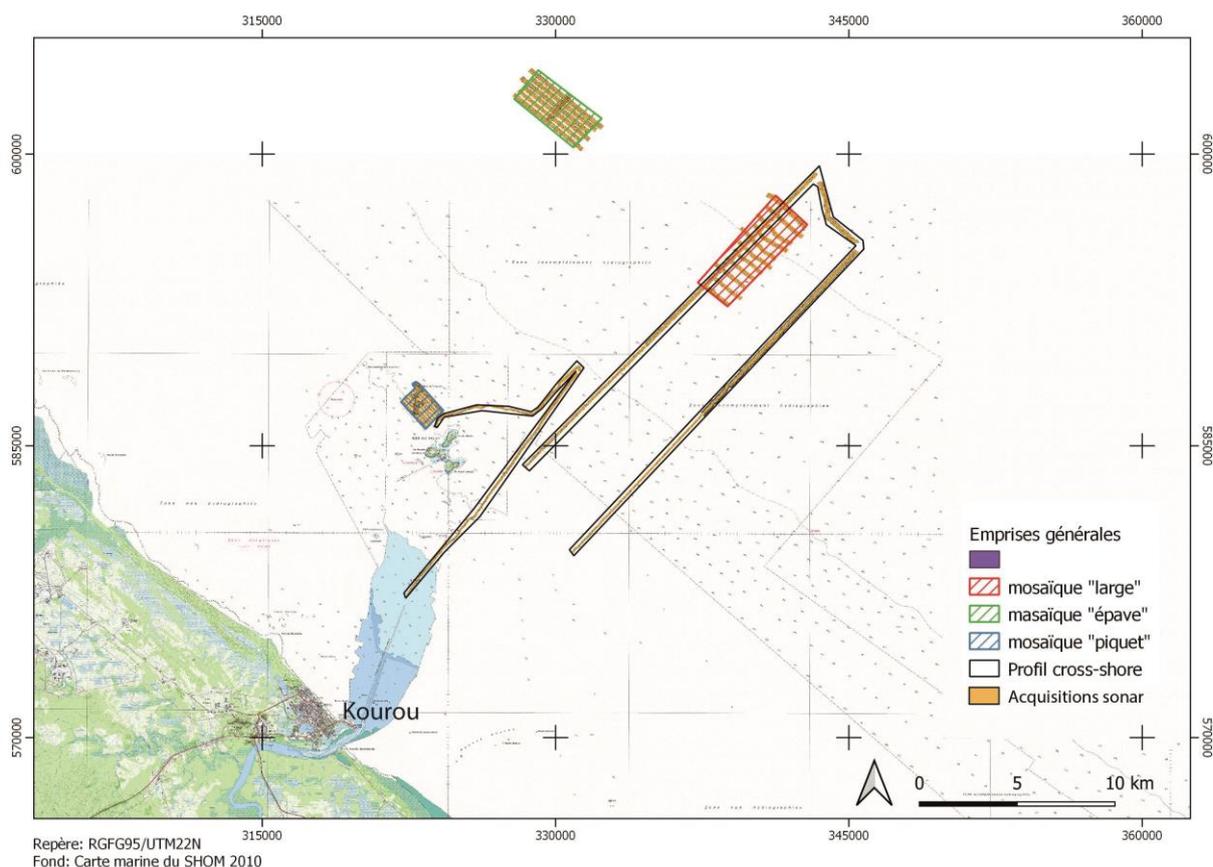


Figure 56 : Plan de position des différents levés au sonar à balayage latéral réalisés entre le 13 et le 17 octobre 2020.

a) La boîte « piquet »

Ce secteur présente une forte hétérogénéité de faciès acoustiques. On observe trois grandes nuances de faciès :

- un peu réfléchif, qui est majoritaire sur la boîte comprise à des profondeurs entre -9 et -11 m. D'après les bennes à sédiments effectués sur le site, ce faciès correspond à de la vase (encart 4 de la Figure 57) ;
- un très réfléchif qui correspond au haut-fond rocheux compris entre -3 et -9 m de profondeurs et qui compose la roche de Lamotte-piquet. Ce massif de roche est orienté nord sud avec quelques promontoires présents au sud-est (encart 3 et 4 de la Figure 57). La surface de la roche est fortement altérée avec la présence de plusieurs fractures (encart 1 de la Figure 57) ;
- un faciès moyennement réfléchif, ce faciès intermédiaire est très localisé dans les dépressions comprises entre -8 et -9 m de profondeur, à la surface de la roche. Ce faciès présente la particularité de comporter des rides de longueur d'onde d'1 m. Malgré l'absence de benne sur ce secteur, ces figures géométriques sont caractéristiques de sédiments non cohésif tel que les sables (encart 2 de la Figure 57).

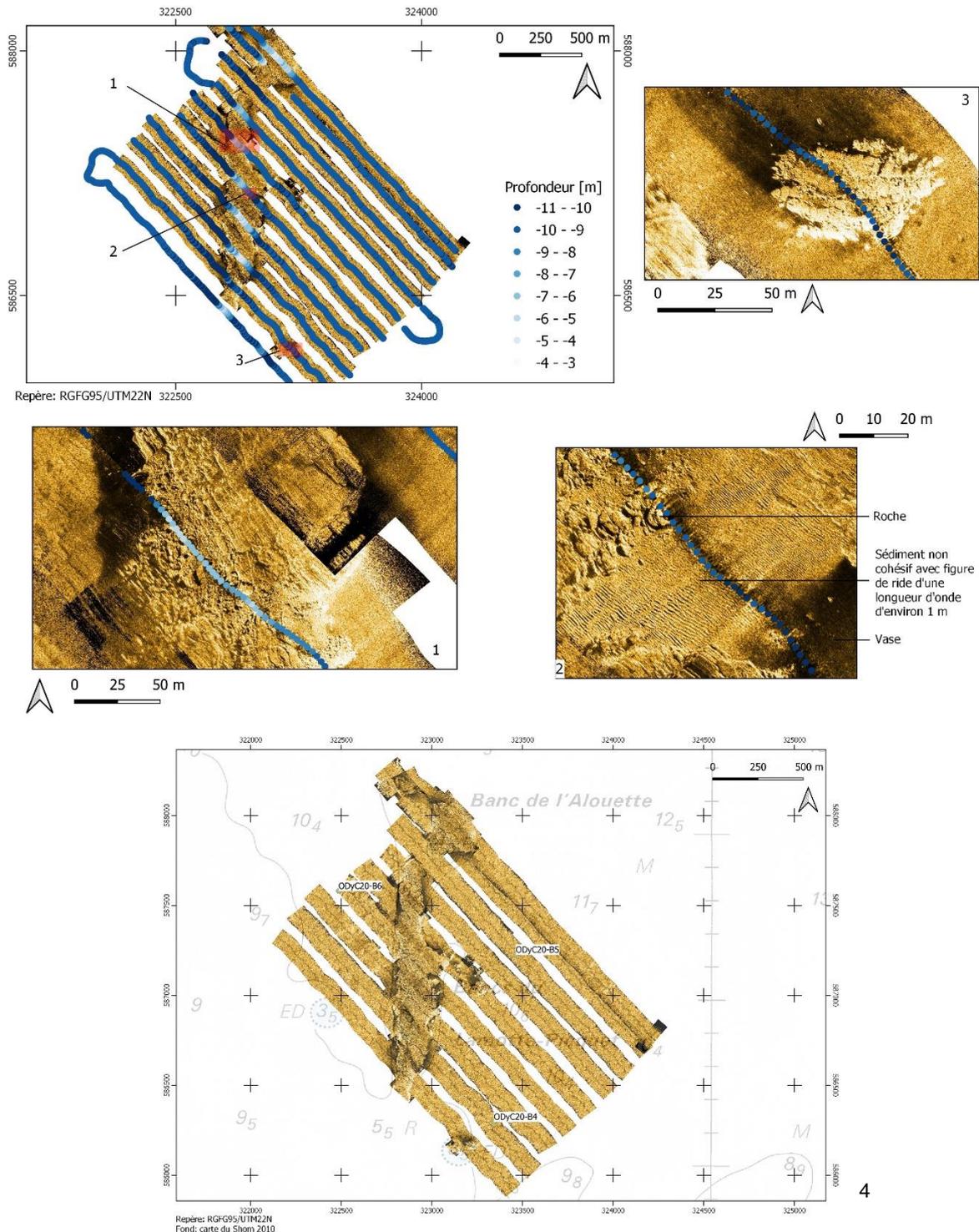


Figure 57 : Mosaïque de la roche piquet réalisée au sonar à balayage latéral en parallèle de la bathymétrie monofaisceau/monofréquentielle (encart 1,2 et3) et positionnements des trois prélèvements sédimentaires au sein de la boîte (encart 4).

L'analyse des différents faciès acoustiques et les prélèvements sédimentaires permettent de dresser une carte précise de la nature des fonds (Figure 58). Trois bennes : ODyC20-B6, ODyC20-B5 et ODyC20-B4 (Annexe 1), ont été réalisées sur ce secteur les trois correspondent à la même lithologie, de la vase homogène. Cette carte représente l'envasement à un instant précis de ce secteur. La suivante campagne prévue pour fin 2021, permettra d'observer d'éventuelles évolutions d'envasement.

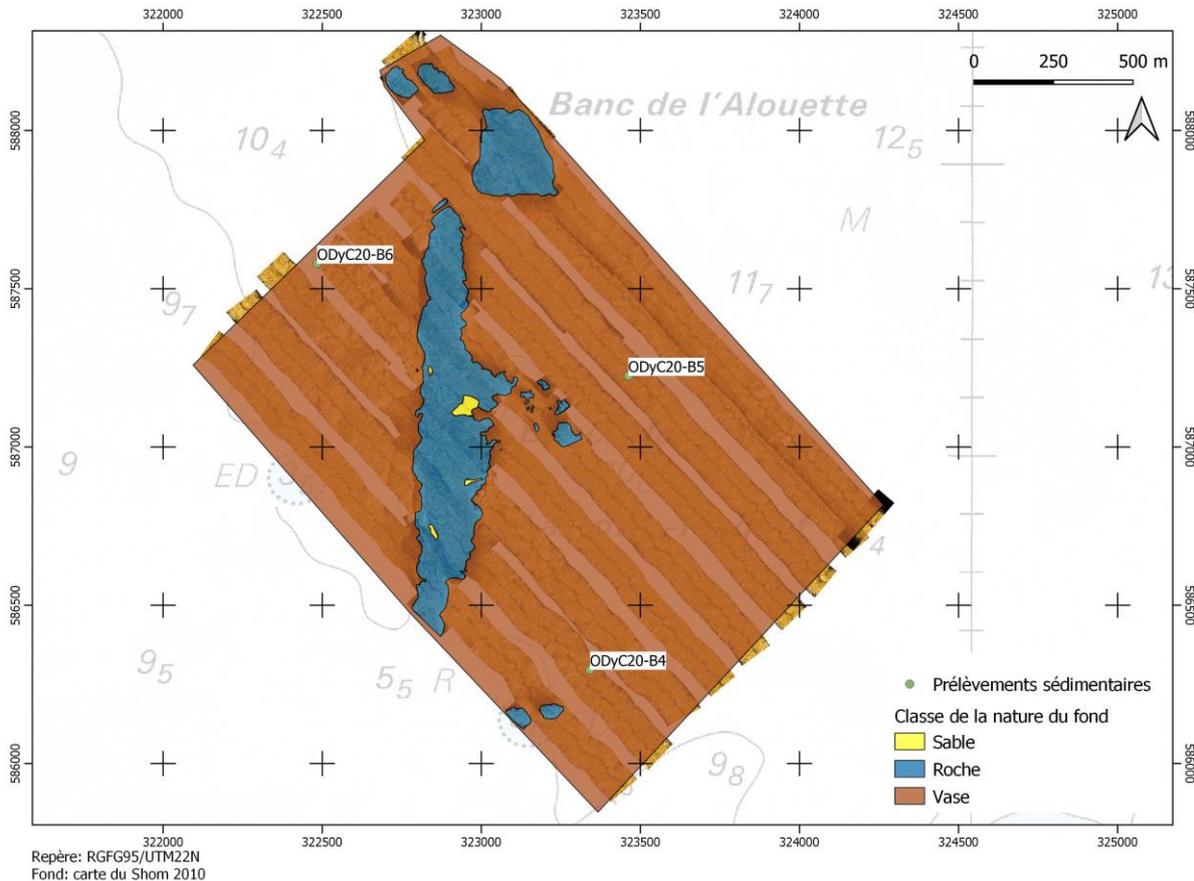


Figure 58 : Nature des fonds autour du banc de Lamotte-Piquet.

b) Les boîtes « épave » et « large »

Les faciès acoustiques de ces deux boîtes sont moins marqués que ceux de la boîte piquet. Deux grands faciès peuvent tout de même être dégagés (Figure 59) :

- un faciès très peu réfléchif, compris sur toutes les valeurs profondeurs inférieures à -27 m, les deux bennes remontées sur ce secteur (ODyC20-B3, ODyC20-B2) sont de la vase avec une légère fraction sableuse ;
- un faciès plus réfléchif, compris pour des profondeurs supérieures à -27 m. Sur ce secteur la benne remontée (ODyC20-B1) correspond à une lithologie de sable fin avec une fraction vaseuse.

L'analyse macroscopique est limitée pour caractériser une séparation distincte entre le sable et la vase, d'autant que cette limite n'est pas discontinue mais se fait progressivement. Une première limite peut être fixée autour de l'isobathe de -27 m. Une analyse granulométrique permettrait de caractériser plus finement les prélèvements et d'affiner cette valeur.

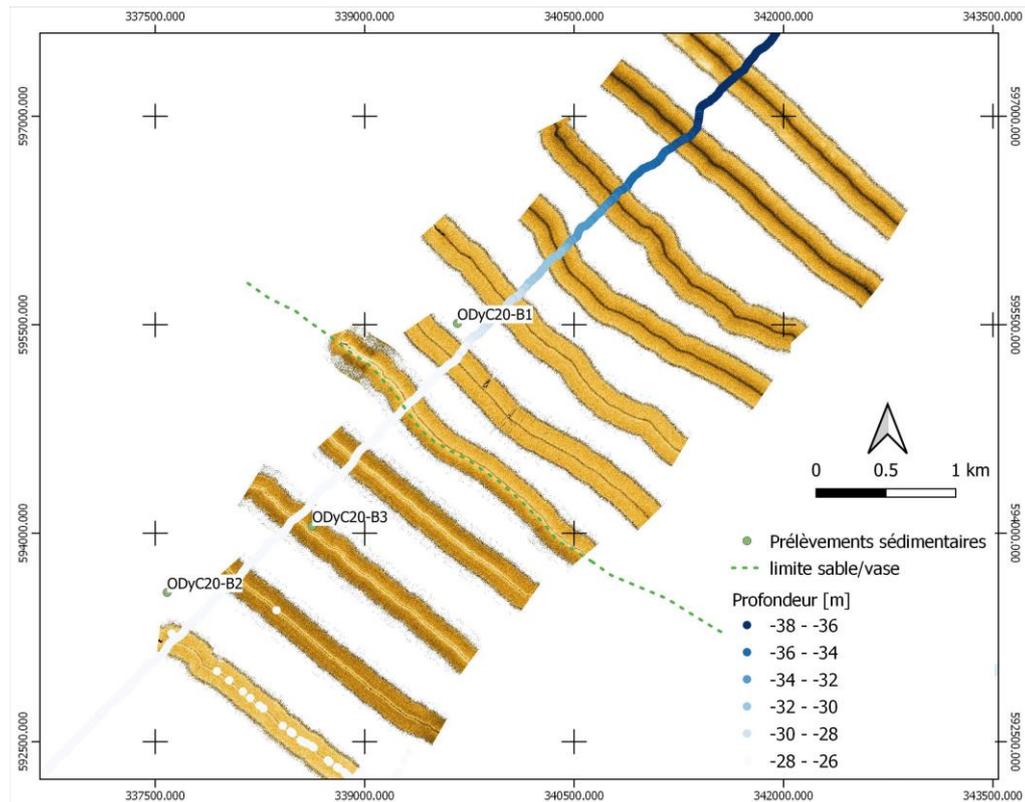


Figure 59 : Nature des fonds sur la boîte dite « au large ».

La boîte dite « épave » (Figure 60) permet de caractériser la nature des fonds autour d'une épave référencée par le SHOM. Cette acquisition exploratoire a permis d'obtenir des premières images acoustiques de l'épave prise dans les sédiments. L'analyse des bennes remontées (ODYC20-B14, ODyC20-B13 et ODyC20-B15) permettent de mettre en évidence la présence de vase avec une importante fraction sableuse. La benne ODyC20-B15, la plus extrême réalisée à -35 m de fond présente plusieurs coquilles de bivalves et autres fragments de coquilles.

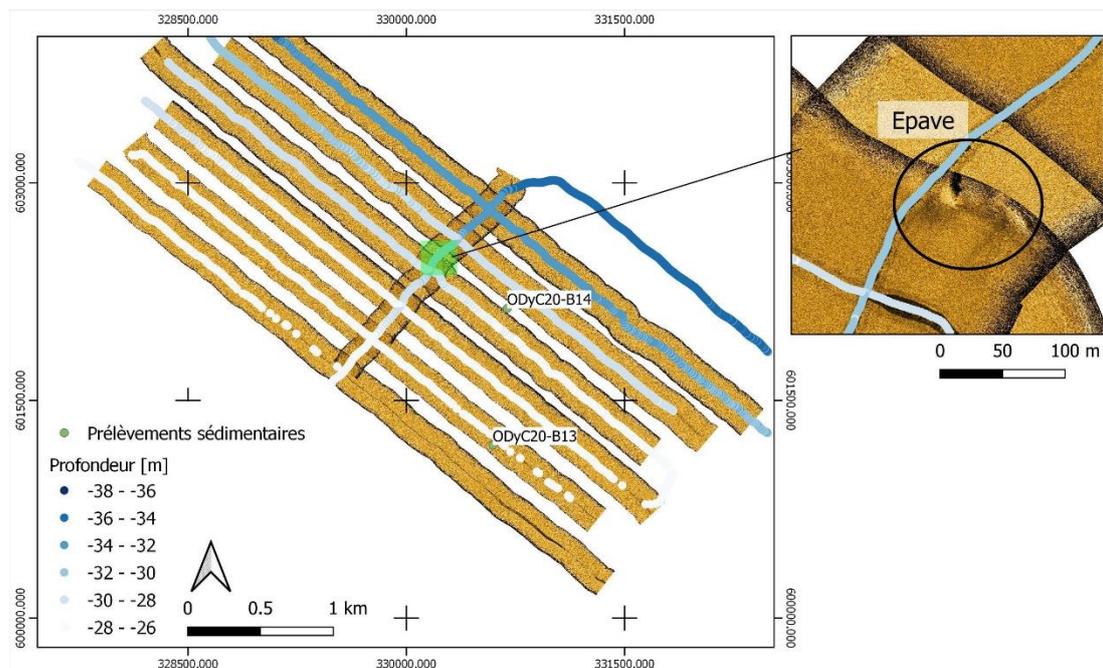


Figure 60 : Nature des fonds autour de l'épave située à 31 km de la côte.

5.4. AWALA

5.4.1. Présentation du site et de la position du banc de vase

La commune d'Awala-Yalimapo se situe à l'extrémité ouest de la Guyane à la frontière avec le Suriname. Le village amérindien regroupe la communauté des Kalina et concentre de forts enjeux patrimoniaux, touristiques et écologiques. Cette plage appelée « plage des Hattes » est également l'un des plus grands sites de ponte de tortues marines. Elle est orientée est-ouest et elle est longue d'environ 1,5 km (Figure 61). Elle est une des rares plages estuariennes de Guyane, signifiant que son stock sableux provient en majeure partie du fleuve Maroni.

De par sa localisation géographique à l'interface entre le fleuve, la mer et le banc de vase, la géomorphologie de la plage des Hattes évolue rapidement et constamment dans le temps.

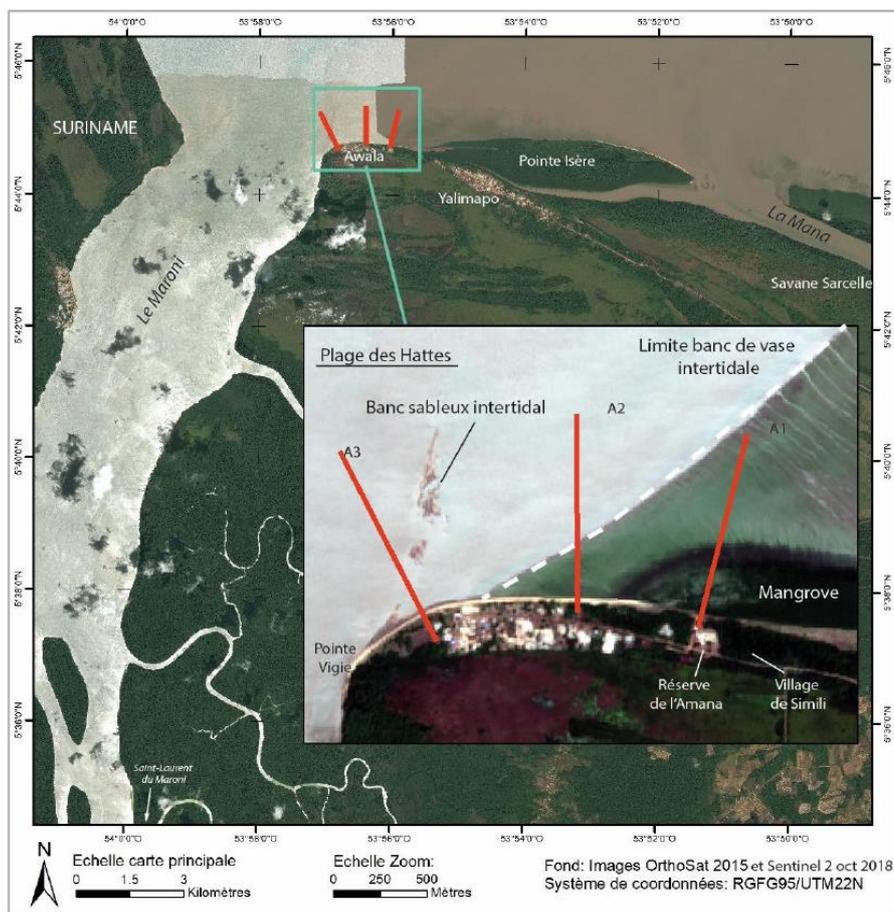


Figure 61 : Localisation de la plage d'Awala à l'embouchure du Maroni, position des profils topobathymétriques A1, A2 et A3, délimitation du banc de vase au niveau d'Awala et position du banc sableux intertidal.

Les forçages hydrodynamiques interagissant et influençant la morphologie de cette plage sont multiples : l'influence du fleuve Maroni à fort débit ($1\,700\text{ m}^3/\text{s}$) à l'ouest, l'influence de la dérive littorale, l'influence des courants de houles et de marée. De plus, depuis 2017 le banc de vase est positionné à l'est de la plage d'Awala, et sa position semble resté stable. (Figure 62). À l'est une forêt de mangrove se développe et stabilise le trait de côte depuis 2018. Compte tenu du débit du fleuve, la limite du banc de vase n'avancera pas plus vers l'ouest, car la vase est remise en suspension. À l'extrémité ouest, un banc de sable intertidal formé par les apports en sédiments du fleuve fluctue en fonction des débits et des conditions marines.

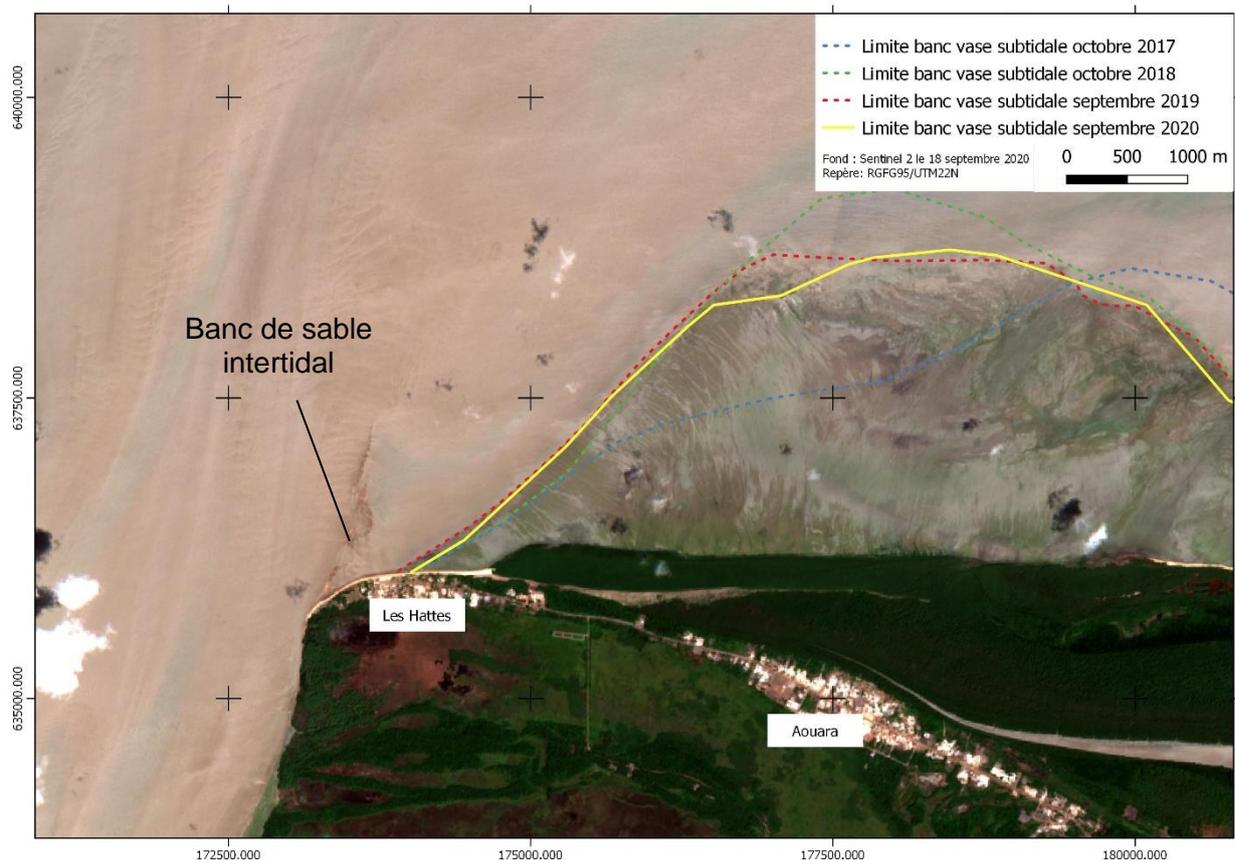


Figure 62 : Position du banc de vase au large de la plage des Hattes depuis 2017.

5.4.2. Évolution sédimentaire de 2019 à 2020

a) Évolution annuelle du trait de côte

L'étude de l'évolution du trait de côte permet de diviser la plage des Hattes en trois secteurs. Ces secteurs ont des délimitations similaires à celle de 2019 (Bossennec et Longueville, 2020) (Figure 65) :

- la zone envasée qui s'étend de l'extrémité est à 350 m du village de Simili a avancé d'environ 10 m entre novembre 2019 et novembre 2020. Cette zone protégée par les palétuviers est restée stable dans le temps ;
- la zone centrale située face au village de Yalimapo. Ce secteur a connu de forts phénomènes d'érosion en 2019, qui se sont perpétués en 2020. Cette zone a reculé d'environ 8 m sur un linéaire de 500 m entre 2019 et 2020 et a engendré des dégâts face au bourgs avec l'apparition de talus d'érosion d'environ 70 cm de haut (Figure 64) et l'affouillement sous les fondations des ouvrages de la mairie comme les carbets communaux (Figure 63) ;
- le secteur au niveau de la pointe Vigie à l'intérieur de l'estuaire a quant à lui connu une avancée de la position de son trait de côte entre 2019 et 2020, du fait de l'influence du Maroni.



Figure 64 : Talus d'érosion de 70 cm, novembre 2020.



Figure 63 : Érosion sous une dalle de béton d'environ 90 cm novembre 2020.

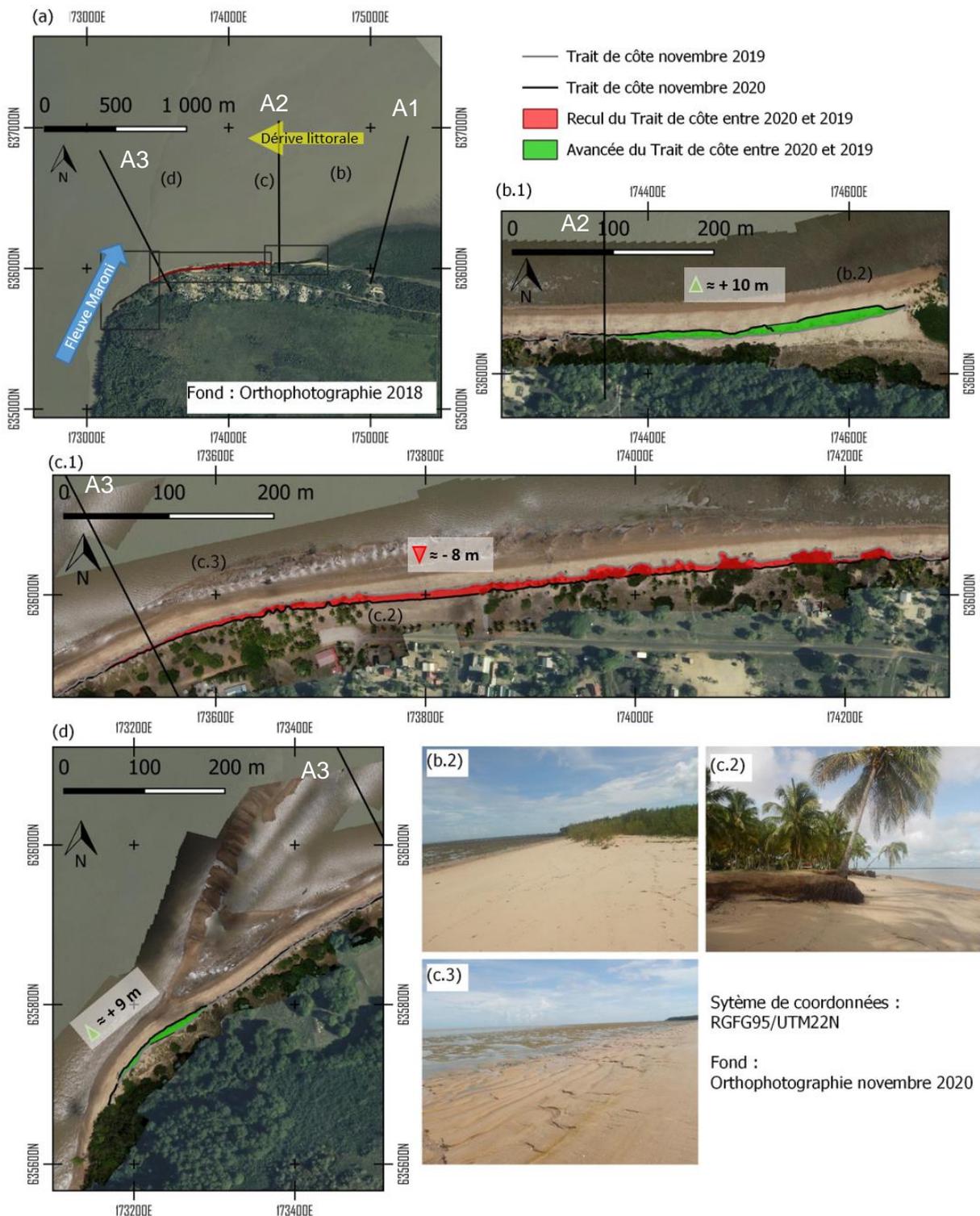


Figure 65 : a) Plage des Hattes à Awala ; b) zone de développement de la forêt de mangrove et zone d'avancée de la position du trait de côte, secteur est ; c) recul de la position du trait de côte face au villa ge de Yalimapo, secteur centre ; d) avancée de la position du trait de côte de la plage secteur ouest.

b) Déplacement sédimentaire saisonnier et annuelle

Les trois profils topo-bathymétriques effectués sur la plage des Hattes présentent des morphologies différentes qui corroborent la position de l'évolution du trait de côte. Ainsi le profil A1 (Figure 66.a) n'est pas accessible sur sa partie terrestre à cause de la colonisation du littoral par la mangrove, la mangrove est présente sur ce profil depuis 2018. Une partie du banc subtidale du profil est accessible par bateau. Les données bathymétriques indiquent un envasement le long du profil, en accord avec la présence du banc de vase plus au large. Cette accrétion par envasement n'est observée que pour la partie à l'extrémité est de la plage. En effet les deux autres profils, A2 et A3, ne présentent pas de tendance majeure d'envasement dans la partie subtidale.

L'évolution du profil topographique A2 (Figure 66.c) présente une accrétion continue sur l'année 2020. Ainsi entre novembre 2019 et novembre 2020, le profil de plage a augmenté de plus de 70 cm. La quantité de matériaux semble tout de même plus important entre mai et novembre, en période de saison sèche.

Enfin, le profil A3 recoupe le banc sableux intertidal. Entre novembre 2019 et avril 2020, l'estran du profil A3 a continué une importante érosion avec un départ d'environ 50 cm. Entre avril 2020 et novembre 2020, le profil est resté stable. Ce profil est à la jonction, caractérisée par le banc de sable, entre les deux extrémités de la partie en érosion et de celle au sein de l'embouchure. Il est donc soumis aux apports de sédiments par le Maroni et également par les mouvements long-shore et cross-shore engendrés par la houle. Si son interaction avec le banc sableux à proximité sont encore méconnus, le profil A3 et la zone qu'il caractérise sont donc très variable en fonction du temps.

L'apport en sédiment lors des période d'accrétion provient essentiellement du fleuve alors qu'en période d'érosion le sable se déplace vers l'est sous l'action du courant long-shore orienté vers l'est. À l'inverse, face au profil A2 le banc de vase est installé permettant de protéger la plage sableuse des phénomènes d'érosion. De plus sous l'action de l'inversion de la dérive littorale entraînée par la présence du front du banc de vase, le sable se déplace d'ouest en est et entraîne une accrétion au droit du profil A2.

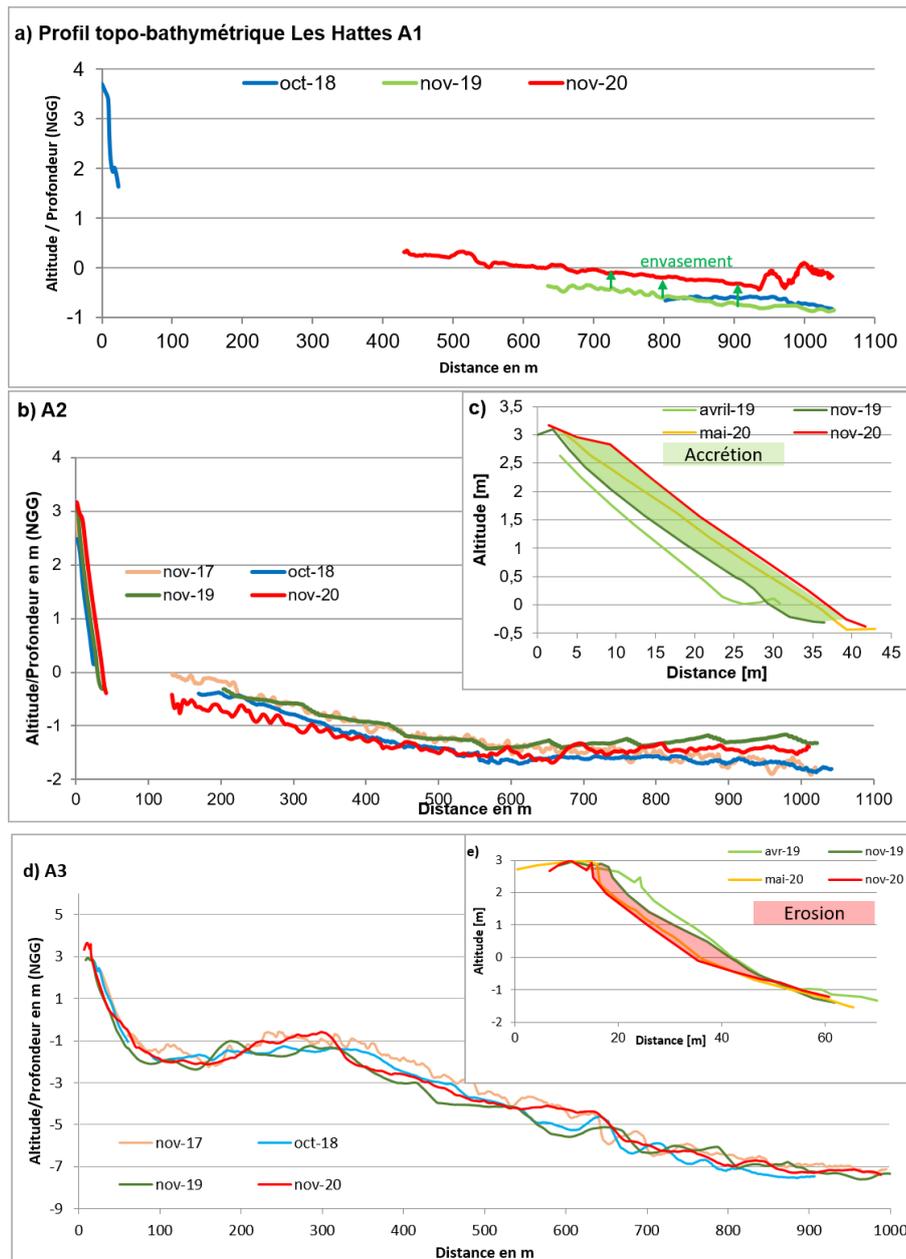


Figure 66 : Profils topo-bathymétriques des profils A1 (a), A2 (b) et A3(d).

5.4.3. Étude des données hautes résolution

Le CNRS a réalisé des levés drone sur le littoral d'Awala-Yalimapo en février 2020. La comparaison du levé de février 2020 avec celui d'octobre 2019 permet de suivre l'évolution volumique sur cette période. Ainsi la zone la plus à l'ouest et la plus à l'est ont enregistré respectivement 1 700 m³ et 8 400 m³ d'apport en sable (zone 1 et zone 3 du tableau). Alors qu'à l'inverse la zone centrale a enregistré un départ en sable de plus de 6 000 m³.

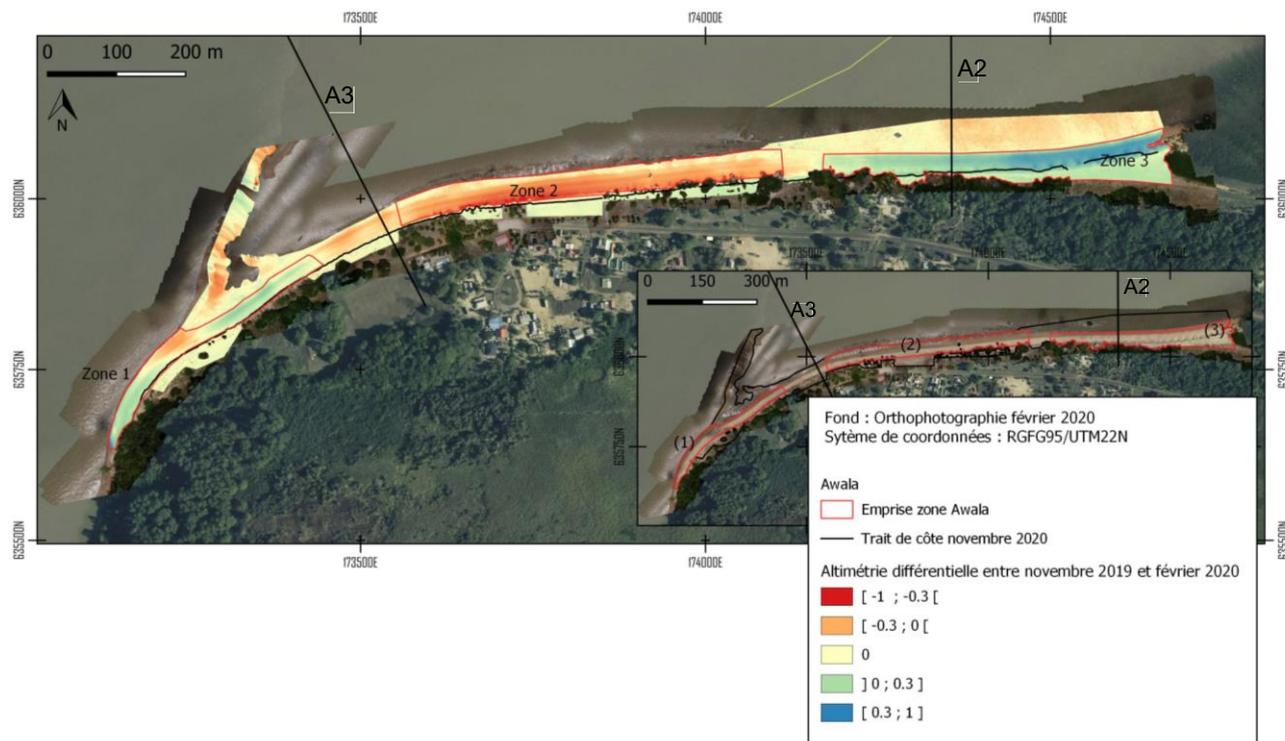


Figure 67 : MNT différentiel entre le MNT de novembre 2019 et de février 2020.

Zones	Accrétion (m3)	Érosion (m3)	Incertitude (m3)
Zone 1	1709	352	587
Zone 2	59	6220	707
Zone 3	8417	11	534

Tableau 5 : Volume d'accrétion et d'érosion sur la plage d'Awala-Yalimapo.

Pour la zone 1, le sable provient majoritairement du fleuve. Les phénomènes d'accrétion et d'érosion observés sur les zones 2 et 3 résultent directement du phénomène de rotation de plage amorcé en 2019 sur le littoral d'Awala. Fin décembre 2019, un coup de mer de direction nord et d'une période supérieure à 15 s a été mesuré au large du littoral guyanais (Longueville et Bossennec, 2019) (Figure 11). Même si les données ne permettent pas d'isoler uniquement l'impact du coup de mer sur le littoral d'Awala, il est plus que probable qu'il a contribué au déplacement du sable observé sur cette période.

6. Bilan des évolutions sur l'année 2020

Sur l'ensemble des sites suivis dans le cadre de l'ODyC, les observations menées sur l'année 2020, ont permis de compléter les évolutions sédimentaires passées.

Sur la presqu'île de Cayenne, le banc de vase est présent sur l'ensemble des anses en différentes quantités. Ainsi les plages de Cayenne et l'anse de Montabo qui sont les plus envasées ont connu peu d'évolution de leur position du trait de côte avec l'observation de développement de la mangrove comme c'est le cas sur les petites anses de Cayenne. Néanmoins il est à noter des érosions localisées aux deux extrémités de l'anse de Montabo réalisées sous l'action des houles.

À l'inverse, l'anse de Montjoly située plus à l'arrière du banc a connu d'importants phénomènes d'érosion avec un départ du sable au niveau de l'extrémité est à proximité de l'avenue sainte Rita, vers la partie ouest au niveau des Salines. Le sable s'est déplacé sous l'action de la dérive littorale vers le nord-ouest engendrée par les houles de direction nord-est. Ce départ en sable massif a entraîné un recul à l'est de plus de 15 m en un an. Les Stabiplates®, bloquant le transit sédimentaire, ont maintenu le sable au droit des ouvrages. Malgré la saisonnalité qui suite aux coups de mers ont entraîné un départ du sable à chaque extrémité de l'anse, il est fort probable que ce déplacement au sein de l'anse de Montjoly, continue voire s'accroît dans les années à venir. Étant donné que la plage de Montjoly connaît actuellement une importante modification de sa géomorphologie, il serait intéressant de mettre en place un suivi haute fréquence pour anticiper au mieux les évolutions futures.

La plage de Rémire-Montjoly de par son orientation a maintenu un important stock de vase au sein de l'anse. Par conséquent peu d'évolutions ont été enregistrées comparé à l'anse de Montjoly entre 2019 et 2020. Sur les parties les plus stables où la vase a pu se consolider, des palétuviers se développent comme c'est le cas face à la plage de Gosselin.

Le littoral de Macouria situé en front de banc de vase a connu peu de modifications au cours de l'année 2020. Néanmoins la zone la plus urbanisée, identifiée comme étant la plus vulnérable en 2019 (Bossennec et Longueville, 2020) a enregistré les plus forts reculs en 2020 créant des talus d'érosion au pieds des bordures de terrain des habitations. Même si le banc de vase continue de s'installer sur ce secteur, la partie urbanisée représente un point de vulnérabilité au droit du littoral.

Le littoral de Kourou est envasé sur l'année 2020, mais comme indiqué par le passé il reste vulnérable aux coups de mer de la saison des pluies. Ainsi en avril 2020, d'importants coups de mer ont emporté une partie des bigs-bags qui stabilise le merlon sableux. Ce cordon de protection a été ensuite entretenu par la pose de nouveaux bigs-bags et par un rechargement localisé en sable. Le sable de ces rechargements provient de la plage du CSG à l'extrémité est de la commune. Étant donné que ce dispositif est en place depuis 2016, si ce type de fonctionnement est viable à très court terme, à long terme prélever en continu sur la plage du CSG pourraient engendrer des impacts à travers la déstabilisation de la plage sur ce secteur et en terme de pollution par les plastiques des bigs-bags emportés par les vagues.

À l'échelle de la plage les levés haute fréquences et les profils topo-bathymétriques ont permis de mettre en évidence un déplacement du sable du sud-est vers le nord-ouest sous l'action de la dérive littorale.

Sur la commune d'Awala-Yalimapo, et plus précisément face au village de Yalimapo, des phénomènes d'érosion sont observés depuis 2019. Ces derniers ont continué sous l'action des coups de mer d'avril et d'octobre 2020 engendrant un départ massif de sable nécessitant le recul par la mairie des carbets situés sur le front de mer. Les talus d'érosion engendrés mesurent environ 1 m. Cette évolution rapide de la morphologie de la plage d'Awala-Yalimapo s'explique par le phénomène de rotation de plage observé depuis fin 2019 sur la commune. En effet par la présence du front du banc de vase, la houle est réfractée sur l'avant du banc et entraîne une inversion de la dérive littorale qui concentre le sable à l'est de la plage. Ainsi d'importantes accrétion sont observés à proximité du village de Simili et de la réserve de l'Amana à l'extrémité est de la plage. À l'inverse d'importants phénomènes d'érosion sont observés face au bourg de Yalimapo.

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 général des sites.

Les petites anses de Cayenne ont connu peu d'évolutions morphologiques du fait de la présence du banc de vase. Néanmoins l'anse qui enregistre les plus fortes modifications est celle de l'anse de Montjoly. Une partie de la vase située à l'extrémité est de la plage s'est déplacée vers l'ouest entraînant un important recul de la position du trait de côte. Compte tenu des évolutions passées et de la configuration en arrière banc de cette plage, il est fort probable que le recul de la position du trait de côte s'intensifie dans les années à venir.

Le littoral de Kourou sur l'année 2020, a connu un important phénomène d'érosion en avril 2020 qui a généré une expertise. Étant donné que la partie urbanisée de la plage est protégé par un merlon stabilisé par les big-bags le trait de côte n'a pas évolué suite à cet évènement. Néanmoins les big-bags éventrés et emportés par les courants génèrent une importante pollution plastique sur la plage. Il est nécessaire de pouvoir mettre en place rapidement la solution à court terme de la stratégie de gestion du littoral, afin d'avoir une gestion pérenne de la côte kourouciennne.

Les levés au sonar à balayage latéral ont permis de cartographier les fonds rocheux autour de la motte piquet à proximité des îles du Salut. Un levé supplémentaire réalisé en 2021 permettra d'identifier les évolutions potentielles de l'envasement de cette zone.

Enfin le littoral d'Awala a connu un phénomène de rotation de plage sur l'année 2019 qui a continué en 2020. Étant donné le recul rapide et constant au droit de la zone urbanisée du village de Yalimapo, cette partie de la plage reste très vulnérable aux futurs coups de mer. Une valorisation des sables de dragage du fleuve Maroni est en cours de discussions avec les services de l'état et les services de la communauté de communes de l'ouest guyanais (CCOG) pour recharger la plage en face du bourg de Yalimapo.

Les levés de l'ODyC ont permis de quantifier les évolutions sur chacune des plages. Compte tenu de la rapidité des phénomènes, comme c'est le cas actuellement sur l'anse de Montjoly, des suivis plus rapprochés dans le temps et une bathymétrie plus fine du proche côtier permettrait de caractériser plus finement les conditions hydrodynamiques motrices à l'évolution et les interactions entre l'évolution du proche côtier et de la plage.

8. Bibliographie

- Allison, M.A., Lee, M.T.** (2004). Sediment exchange between Amazon mudbanks and shore-fringing mangroves in French Guiana. *Marine Geology* 208, 169–190. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2004.04.026>.
- Allison, M.A., Lee, M.T., Ogston, A.S., et al.** (2000). Origin of Amazon mudbanks along the northeastern coast of South America. *Marine Geology* 163, 241–256. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(99\)00120-6](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(99)00120-6).
- Allison, M.A., Nittrouer, C.A., Kineke, G.C.** (1995). Seasonal sediment storage on mudflats to the Amazon River. *Marine Geology* 303–328.
- Anthony, E.J., Dolique, F.** (2004). The influence of Amazon-derived mud banks on the morphology of sandy headland-bound beaches in Cayenne, French Guiana: a short- to long-term perspective. *Marine Geology* 208, 249–264. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2004.04.011>.
- Anthony, E.J., Dolique, F., Gardel, A. et al.** (2008). Nearshore intertidal topography and topographic-forcing mechanisms of an Amazon-derived mud bank in French Guiana. *Continental Shelf Research* 28, 813–822. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2008.01.003>.
- Anthony, E.J., Dolique, F., Gardel, A. et al.** (2011). Contrasting sand beach morphodynamics in a mud-dominated setting. Coastal Education & Research Foundation, Inc. 30–34.
- Augustinus, P.G.E.F.** (1978). The changing shoreline of Surinam (South America). Ph.D. Thesis.
- Augustinus, P.G.E.F.** (2004). The influence of the trade winds on the coastal development of the Guianas at various scale levels: a synthesis. *Marine Geology*, 208, p145-15.1.
- Belon, R., Calistri, A., Dectot, G.** (2015). Création d'un outil Arcgis pour l'évaluation de la submersion marine et de la sensibilité à l'érosion – Application sur les plages de poche de Haute-Corse, in: Edition 3, Ferrare, Italie. Presented at the Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime - Coastal and Maritime Mediterranean Conference, Editions Paralia, pp. 197–202. <https://doi.org/10.5150/cmcm.2015.039>.
- Bossennec, G., Longueville, F., Desmazes, F. et al.** (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.
- Bossennec, G., Longueville, F.** (2020). Observations à la suite des épisodes d'érosion marine d'avril 2020 sur le littoral de Kourou (Guyane). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-69903-FR. 21 p., 14 ill.
- Brunier, G., Fleury, J., Anthony, E.J. et al.** (2016). Close-range airborne Structure-from-Motion Photogrammetry for high-resolution beach morphometric surveys: Examples from an embayed rotating beach. *Geomorphology* 261, 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.02.025>.
- Byrnes, M.R., Baker, J.L., Li, F.** (2002). Quantifying Potential Measurement Errors and Uncertainties Associated with Bathymetric Change Analysis 18.

De la Torre, Y., Balouin, Y., Mouroux, X. et al. (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.

Fiot, J., Gratiot, N. (2006). Structural effects of tidal exposure on mudflats along the French Guiana coast. *Marine Geology* 25–37.

Froidefond, J.M., Pujos, M., Andre, X. (1988). Migration of mud banks and changing coastline in French Guiana. *Marine Geology* 84, 19–30. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(88\)90122-3](https://doi.org/10.1016/0025-3227(88)90122-3).

Gardel, A., Gensac, E., Anthony, E.J. (2011). Wave-formed mud bars: their morphodynamics and role in opportunistic mangrove colonization. *Journal of Coastal Research* 4.

Gensac, E. (2012). Dynamique morpho-sédimentaire d'un littoral sous influence amazonienne. Impact des forçages hydrosédimentaires sur la migration des bancs de vase et la mangrove côtière : Le cas de la Guyane française 216.

Gratiot, N., Gardel, A., 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. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2006.09.013>.

Hoyt, J.H. (1969). Chenier Versus Barrier, Genetic and Stratigraphic Distinction. *Bulletin* 53. <https://doi.org/10.1306/5D25C60D-16C1-11D7-8645000102C1865D>.

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., Bossennec, G. (2019). 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.

Longueville, F., Desmazes, F. (2019). avec la collaboration de Mallet M., Lejeune A., Furiga J., Bernard J, Borie A., Jolivet M., Cabidoche M. - Observatoire de la dynamique côtière de Guyane ODYCG : bilan 2018. Rapport final. BRGM/RP-68960-FR, 94 p., 72 ill., 5 tabl., 2 ann., 1 CD.

Mallet, C., Michot, A. De la Torre, Y. et al., (2012). Synthèse de référence des techniques de suivi du trait de côte – Rapport BRGM/RP-60616-FR, 162 P., 100 fig., 7 ann.

Martinez, J.M., Guyot, J.L., Sondag, F. et al. (2009). Increase in sediment discharge of the Amazon River assessed by monitoring network and satellite data. *Catena* 257–264.

Migniot, C. (1968). Étude des propriétés physiques de différents sédiments très fins et de leur comportement sous des actions hydrodynamiques. *La Houille Blanche* 54, 591–620. <https://doi.org/10.1051/lhb/1968041>.

Moisan, M., Boubon, 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.

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.

Orseau, S. (2017). n.d. Dynamique sédimentaire d'un estuaire tropical sous influence Amazonienne: le cas de l'estuaire du Mahury. 236.

Prost, M.-T. (1992). Evolution des littoraux de Guyane et de la zone caraïbe méridionale pendant le quaternaire. ORSTOM.

Prost, M.-T., Charron, C., (1990). L'érosion côtière en Guyane 17.

Prost, M.T.R.C., Faure, J.-F., Charron, C. et al. (2017). L'embouchure de l'Amazone, macro-frontière géomorphologique : enseignements de 30 années de recherches franco-brésiliennes sur les systèmes côtiers amazoniens. confins. <https://doi.org/10.4000/confins.12568>.

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

van Ledden, M., Vaughn, G., Lansen, J. et al. (2009). Extreme wave event along the Guyana coastline in October 2005. *Continental Shelf Research* 29, 352–361. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2008.03.010>.

Warne, A.G., Meade, R.H., White, W.A. et al. (2002). Regional controls on geomorphology, hydrology, and ecosystem integrity in the Orinoco Delta, Venezuela. *Geomorphology* 44, 273–307. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(01\)00179-9](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(01)00179-9).

Wells, J.T., Coleman, J.M. (1978). Physical processes and fine-grained sediment dynamics, coast of Surinam, South America. *J. Sed. Petrol.* 1053–1068.

Sources Internet :

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

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

Annexe 1

Échantillons prélevés avec la benne shipeck

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B1
Latitude	05°23,152
Longitude	52°26,824
Profondeur	30 m



Date	15/10/2020
Lieu	Large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson

Description benne
Sable fin avec une importante fraction vaseuse

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B4
Latitude	05°18,131
Longitude	52°35,648
Prfondeurs	11 m



Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson

Description benne
Vase homogène fine
Surface marron
Fond noire avec une forte présence de matière organique

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B7
Latitude	05°20,176
Longitude	52°29,895
Profondeur	25 m

Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase homogène noire Forte présence de matière organique

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B10
Latitude	05°19,160
Longitude	52°31,785
Profondeur	20 m

Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase homogène grise



Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B13
Latitude	05°26,223
Longitude	52°31,752
Profondeur	29 m

Date	17/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase noir avec du sable très fin

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B15
Latitude	5°27,762
Longitude	52°32,833
Profondeur	35 m

Date	17/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase avec une faible fraction de sable fin
Présence de fragments de coquilles
une coquille de bivalve entière
Bioturbation

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B2
Latitude	05°22,099
Longitude	52°27,947
Profondeur	29 à 30 m

Date	15/10/2020
Lieu	Large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase avec une fraction sableuse Présence de coquilles

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B5
Latitude	05°18,635
Longitude	52°35,584
Profondeurs	13 m

Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase homogène fine Surface de la benne composée de vase marron Fond de la benne composée de vase noire avec une forte présence de matière organique

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B8
Latitude	05°20,741
Longitude	52°29,429
Profondeur	27 m

Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase homogène Présence de fragments de coquilles Forte présence de matière organique en surface

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B11
Latitude	05°
Longitude	52°
Profondeur	15 m

Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase grise homogène avec trace d'oxydation fine couche de vase beige en surface

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B14
Latitude	5°26,735
Longitude	52°31,690
Profondeur	33 m

Date	17/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
<p>Vase noir avec une faible fraction de sable fin Présence de beaucoup de fragments de coquilles</p>

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B3
Latitude	05°22,360
Longitude	52°27,385
Prondeur	29 m

Date	15/10/2020
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase avec une importante fraction sableuse fine Crème de vase sur le haut de l'échantillon Présence importante de tests de foraminifères

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B6
Latitude	05°18,826
Longitude	52°36,114
Prfondeur	12,7 m

Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson



Description benne
Vase homogène fine Vase marron en Surface Vase noire avec une forte présence de matière organique dans le fond de la benne

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B9
Latitude	05°21,116
Longitude	52°29,258
Profondeur	28 m



Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson

Description benne
Vase avec faction de sables fins Présence de fragments de coquilles

Caractéristiques Echantillon	
Nom	ODyC20-B12
Latitude	05°
Longitude	52°
Profondeur	10 m



Date	16/10/2020
Lieu	large de Kourou
Bateau	EMLO de KTM
Opérateurs	Longueville, Desmazes
	Lanson

Description benne
Vase marron beige homogène



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