



Etude de la couverture sédimentaire meuble en domaine intertidal de la Baie de Saint-Brieuc



Auteurs : Romain Le Gall, David MENIER

Coordination scientifique : David MENIER

06/2025

Résumé

La baie de Saint Briec est un environnement maritime remarquable en raison d'une amplitude de marée rare sur Terre (plus de 13 m en baie d'Yffiniac). Cette forte dynamique de marée, modulée par le contexte géomorphologique local et l'exposition aux agents hydrodynamique (vents, houles, tempêtes) contraint la répartition et la mobilisation des sédiments tant dans la baie que sur le littoral. Le présent rapport s'inscrit dans le cadre du programme d'étude EvoSedEau et vise à faire un état des connaissances sur la sédimentation au sein de la Baie à partir des données acquises par le laboratoire LGO-UBS.

Dans les fonds de baie d'Yffiniac et de Morieux, la sédimentation récente révèle un comblement progressif, alimenté par des apports diffus et l'intrusion de barres sableuses mobiles. Celles-ci pénètrent selon un axe NE-SO, interagissant avec les chenaux de drainage qui jouent un rôle clé dans ces transferts en redistribuant les sédiments vers les marges côtières.

Table des matières

1. Introduction.....	5
2. Contexte géomorphologique et sédimentaire du fond de la Baie de Saint-Briec.....	6
2.1 L'interface terre-mer	7
2.1.1. Les falaises indurées	7
2.1.2. Les falaises meubles.....	8
2.1.3. Les systèmes dunaires.....	8
2.1.4. Les marais maritimes	8
2.1.5. Les estuaires.....	10
2.1.6. Impacts anthropiques	10
2.2 La partie intertidale : morphologie et dynamique sédimentaire.....	10
3. Méthodologie	11
3.1 Données.....	11
3.2 Acquisition, traitement et analyse des données.....	12
3.2.1 Analyse photogrammétrique	12
3.2.2 Création de différentiels topographiques et morphologiques à l'interface Terre-Mer	14
4. Description géomorphologique et dynamique du fond de baie.....	16
4.1 Evolution moyen terme (2011-2021).....	17
4.1.1 Baie de Morieux.....	18
4.1.2 Baie d'Yffiniac.....	21
4.2 Evolution court terme (2018-2023).....	26
4.2.1 Baie de Morieux.....	27
4.2.2 Baie d'Yffiniac.....	31
5. Conclusion	34
Bibliographie.....	37
Annexes.....	39
- Données des levés drones par le laboratoire Geo-Océan de l'Université Bretagne Sud	39

Table des Figures

Figure 1 : Contexte topo-bathymétrique de la partie occidentale de la Manche (données : SHOM, ASTER GDEM).....	5
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude en fond de baie (données : IGN - RNN baie)	6
Figure 3 : Données topo-bathymétriques Litto3D du fond de baie de St-Brieuc associées à 2 coupes topographiques.	7
Figure 4 : Géomorphologie du fond de la Baie de St-Brieuc (modifié d'après Bousquet-Bressolier et al., 1998).....	8
Figure 5 : Emprise des cycles de marées en fond de Baie de St-Brieuc. PHMA = Plus Haute Mer Astronomique, PMVE = Pleine Mer de Vives-Eaux, PMME = Pleine Mer de Mortes-Eaux, NM = Niveau Moyen de la mer, BMME = Basse Mer de Mortes-eaux, BMVE = Basse Mer de Vives-E Eaux, PBMA = Plus Basse Mer Astronomique. (Données : IGN, SHOM).....	9
Figure 6 : Evolution du marais maritime de l'Anse d'Yffiniac de 1952 à 2011 (modifié d'après Sturbois et al., 2018).....	9
Figure 7 : Cartographie morphosédimentaire du fond de baie de Saint-Brieuc (modifié d'après la RNN de la Baie, 2014).....	10
Figure 8: Carte des dunes digitalisées à partir d'images satellites entre 2010 et 2020 (source : Traoré, 2022).....	11
Figure 9 : Emprise géographique des données topographiques utilisées.	12
Figure 10 : Drones utilisés pour les levés en baie de St-Brieuc. A. Drone DJI Phantom 4 RTK. B. SenseFly eBee X. Principales caractéristiques des optiques : Capteur : 20 millions de pixels, ouverture : f/2,8 – 11 mm, optique : RGB & multispectral.....	13
Figure 11 : Principes du traitement photogrammétrique appliqué au suivi du littoral (source : Le Gall, 2019).....	13
Figure 12 : Schéma d'acquisition et de traitement des données topographiques.....	15
Figure 13 : Evolution des chenaux de vidange de la baie de St-Brieuc de 1925 à nos jours (source : Sturbois Anthony).....	16
Figure 14 : Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour le fond de baie de St-Brieuc (sources : RGEALTI, Litto3D).....	17
Figure 15 : Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour la baie de Morieux (sources : RGEALTI, Litto3D).	18
Figure 16 : Orthophotographies et Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour la baie de Morieux. Zoom sur les secteurs de Bon-Abri (A), La Grandville (B) et St-Maurice (C) (sources : IGN, RGEALTI, Litto3D).	19
Figure 17 : Profil topographique sur le secteur de Bon-Abri entre 2011 et 2021 (sources : RGEALTI, Litto3D).....	20
Figure 18 : Profil topographique sur le secteur de St-Maurice entre 2011 et 2021 (sources : RGEALTI, Litto3D).....	20
Figure 19 : migration de la dune principale entre 2015 et 2020 dans le secteur de St-Maurice (source : Traoré, 2022).	20

Figure 20 : Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour la baie d'Yffiniac (source : RGEALTI, Litto3D).	22
Figure 21 : Orthophotographies et Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour la baie d'Yffiniac. Zoom sur les secteurs de Plérin (A), du port du Légué (B), St-Guimond (C), La cage (D) et des Grèves de Languieux (E) (sources : IGN, RGEALTI, Litto3D).	23
Figure 22 : : migration de la dune principale entre 2000 et 2020 dans le secteur de Plérin (source : Traoré, 2022).	24
Figure 23 : Profil topographique sur le secteur du port du Légué entre 2011 et 2021 (sources : RGEALTI, Litto3D).	24
Figure 24 : Profil topographique sur le secteur de St-Guimond entre 2011 et 2021 (sources : RGEALTI, Litto3D).	24
Figure 25 : migration de la dune principale entre 2005 et 2020 dans le secteur de La Cage (source : Traoré, 2022).	25
Figure 26 : Profil topographique sur le secteur des Grèves de Languieux entre 2011 et 2021 (sources : RGEALTI, Litto3D).	25
Figure 27 : Modèle Numérique d'Elévation et orthophotographie de la baie de Morieux. Données acquises à l'aide d'un relevé par drone en juillet 2022 par le LGO.	26
Figure 28 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2018 et 2021 pour la baie de Morieux.....	27
Figure 29 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2021 et 2023 pour la baie de Morieux.....	28
Figure 30 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2018 et 2023 pour la baie de Morieux.....	28
Figure 31 : Volumes sédimentaires en jeu entre 2018 et 2023 pour le fond de la baie de Morieux.	29
Figure 32 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise maximale totale entre 2020 et 2021 pour la baie de Morieux.	30
Figure 33 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise maximale totale entre 2020 et 2023 pour la baie de Morieux.	30
Figure 34 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2019 et 2021 pour la baie d'Yffiniac	32
Figure 35 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2021 et 2023 pour la baie d'Yffiniac	32
Figure 36 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2018 et 2023 pour la baie d'Yffiniac	33
Figure 37 : schéma fonctionnel de la dynamique sédimentaire de la baie de Morieux.....	35
Figure 38 : schéma fonctionnel de la dynamique sédimentaire de la baie d'Yffiniac.	36

1. Introduction

La **baie de Saint-Brieuc** (Fig. 1) est un environnement côtier marqué par des **dynamiques tidales parmi les plus fortes au monde**, ce qui en fait un espace soumis à des **contraintes naturelles** particulières. À ces contraintes s'ajoutent d'importantes **pressions anthropiques** liées aux usages multiples de la baie : pêche, tourisme, exploitation de granulats... ainsi qu'une vulnérabilité face au **changement climatique global**. Pour mieux comprendre et suivre ces enjeux, l'association **VivArmor Nature** a lancé le programme d'étude **EvoSedEau**. Ce projet fédère les acteurs locaux (Comité Régional Conchylicole de Bretagne Nord – CRC, Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins des Côtes d'Armor – CDPEM 22), les services de l'État (CEREMA Ouest/Saint-Brieuc) et le monde académique (LGO-UBS), sous la coordination de VivArmor Nature et de la **Réserve Naturelle de la Baie de St-Brieuc**. EvoSedEau vise principalement à acquérir des données sur :

1. Le transport sédimentaire, à différentes échelles spatiales et temporelles,
2. Le suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau.

Le présent rapport traite de la dynamique sédimentaire des fonds de baie d'Yffiniac et de Morieux. Il s'appuie sur l'analyse de données topographiques acquises entre 2011 et 2023, afin de documenter les évolutions morphologiques à moyen et court terme tout en proposant des éléments d'interprétation sur les processus de comblement et de redistribution sédimentaire dans ces **environnements à forte influence tidale**.

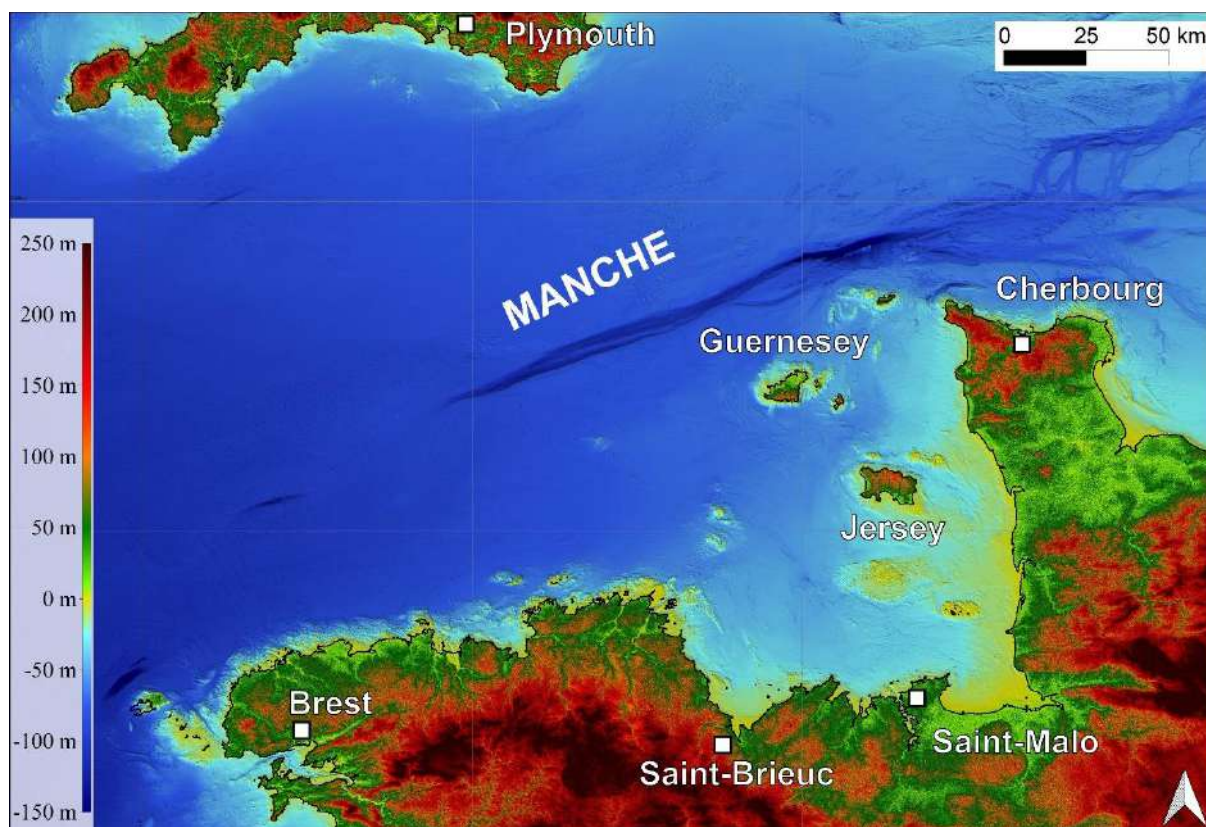


Figure 1 : Contexte topo-bathymétrique de la partie occidentale de la Manche (données : SHOM, ASTER GDEM).

Les contextes géologiques et métocéaniques généraux sont détaillés dans le rapport traitant de l'étude sédimentaire de la Baie à plus grande échelle et ne seront pas repris ici (Estournes et al., 2024).

2. Contexte géomorphologique et sédimentaire du fond de la Baie de Saint-Brieuc.

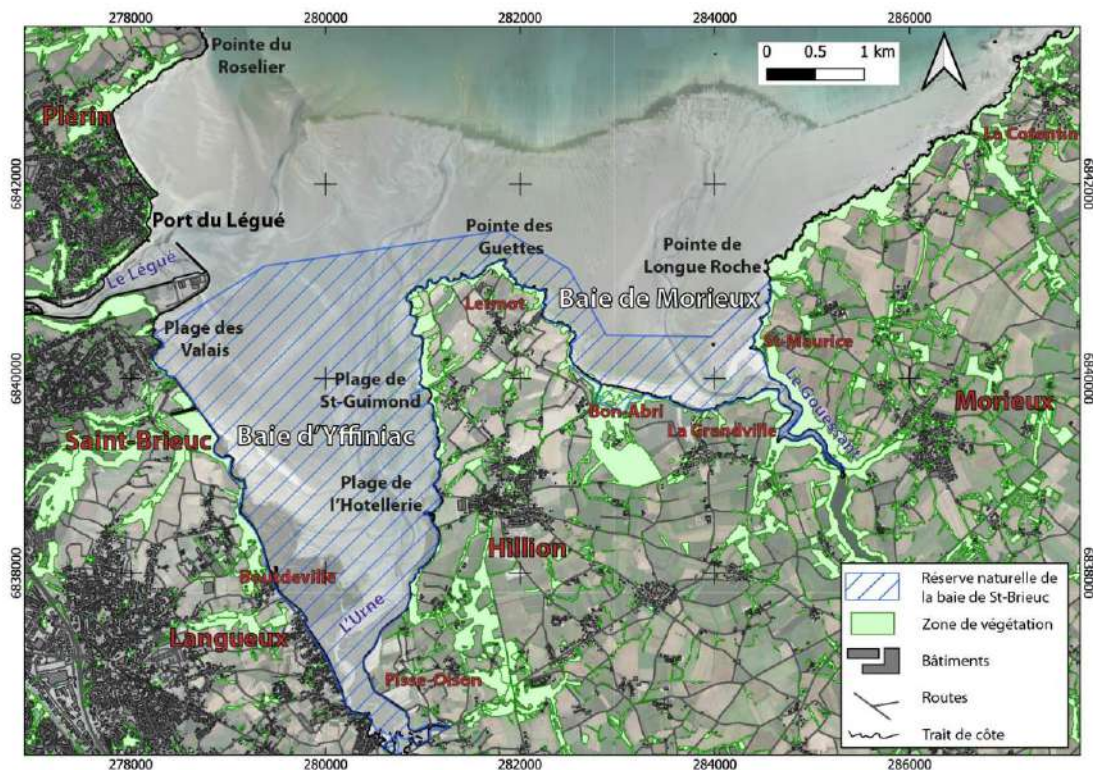


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude en fond de baie (données : IGN - RNN baie)

Les **baies d'Yffiniac** et de **Morieux**, situées de part et d'autre de la **presqu'île d'Hillion**, forment ensemble un vaste **entonnoir naturel** reliant la côte Ouest et la côte Est de la baie de Saint-Brieuc (Fig. 2). Ces deux baies sont séparées par la péninsule de Lermot et s'inscrivent dans un **cadre géologique fortement contraint** d'un point de vue structural.

On observe une alternance marquée entre des **zones basses**, correspondant aux **milieux intertidaux** (vasières, schorres, zones poldérisées, estuaires), et des **reliefs** plus élevés culminant localement à plus de 80 m d'altitude (Fig. 3). Cette **topographie variée** reflète une **dynamique géomorphologique complexe**, où interagissent les **apports sédimentaires** (issus à la fois des rivières et du transport côtier), la **morphologie héritée** des **structures géologiques anciennes**, ainsi que les **processus hydrodynamiques** (marées, houle, courants).

Ces deux anses constituent l'**embouchure interne** de la baie, marquée par une forte **dynamique macrotidale** (Larsonneur et al., 1994 ; Traoré et al., 2021). Lors des **grandes marées**, les **marnages** peuvent atteindre jusqu'à **12 mètres**.

Les **houles**, principalement issues du **nord-ouest**, restent généralement **modérées**, avec une **hauteur** inférieure à **1 mètre**. Elles avancent en formant un **front d'ondes** qui se propage du **nord vers le sud** jusqu'au fond de la baie (Traoré, 2022).

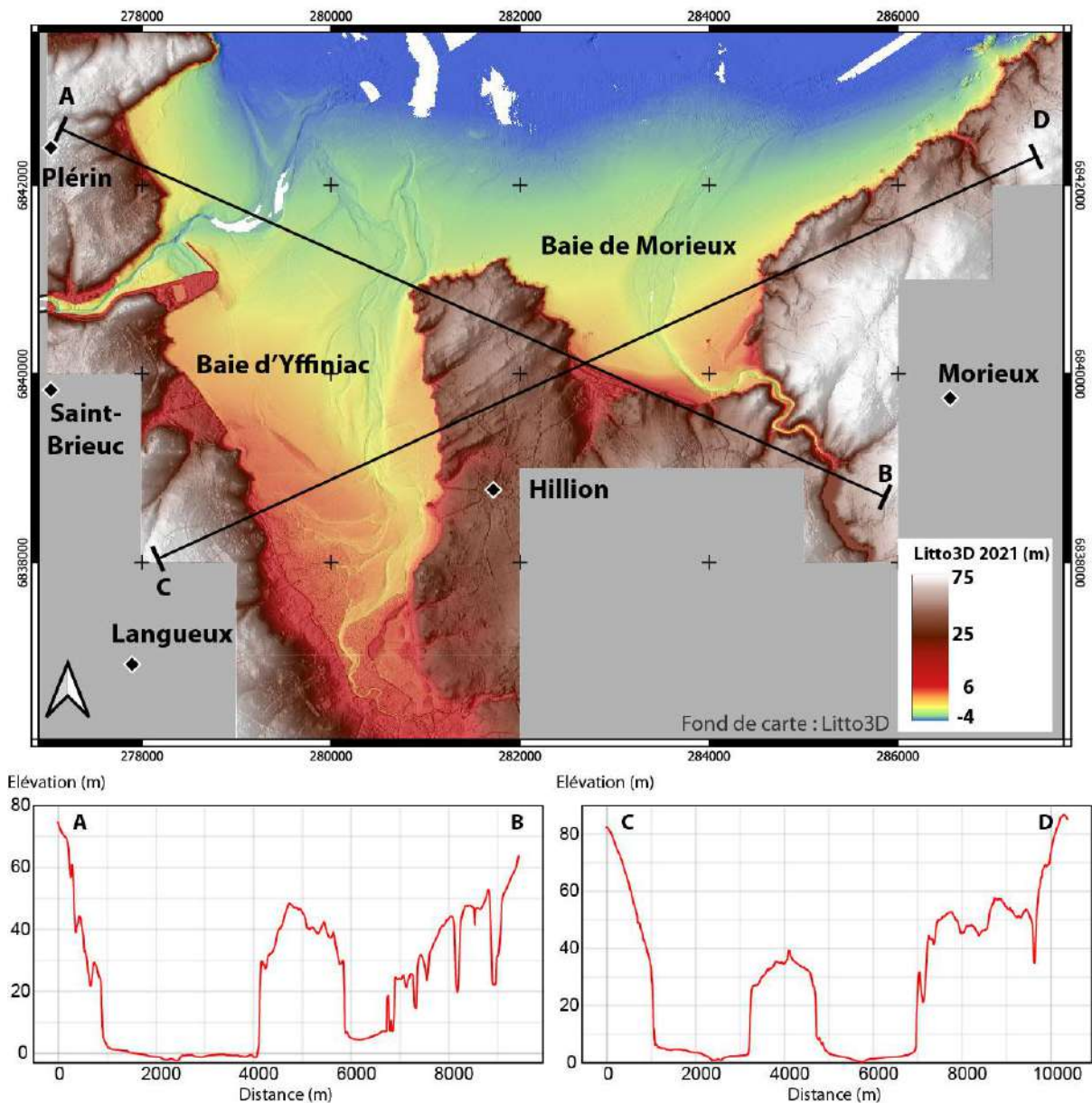


Figure 3 : Données topo-bathymétriques Litto3D du fond de baie de St-Brieuc associées à 2 coupes topographiques.

2.1 L'interface terre-mer

L'interface terre-mer de la baie est structurée par cinq principaux ensembles géomorphologiques : les falaises indurées, les falaises meubles (quaternaires), les dunes, les marais maritimes et les estuaires (Fig. 4).

2.1.1. Les falaises indurées

Les zones les plus exposées, notamment au nord-ouest et au nord-est ainsi que sur la péninsule de Lermot, sont dominées par des **falaises de roches métamorphiques dures** (Fig. 2-4). Ces falaises, de **pente abrupte**, peuvent atteindre plusieurs **dizaines de mètres de hauteur**. Bien que leur base soit fréquemment soumise à l'action directe de la mer (Fig. 4), leur **recul reste relativement faible** (Bousquet-Bressolier et al., 1998).

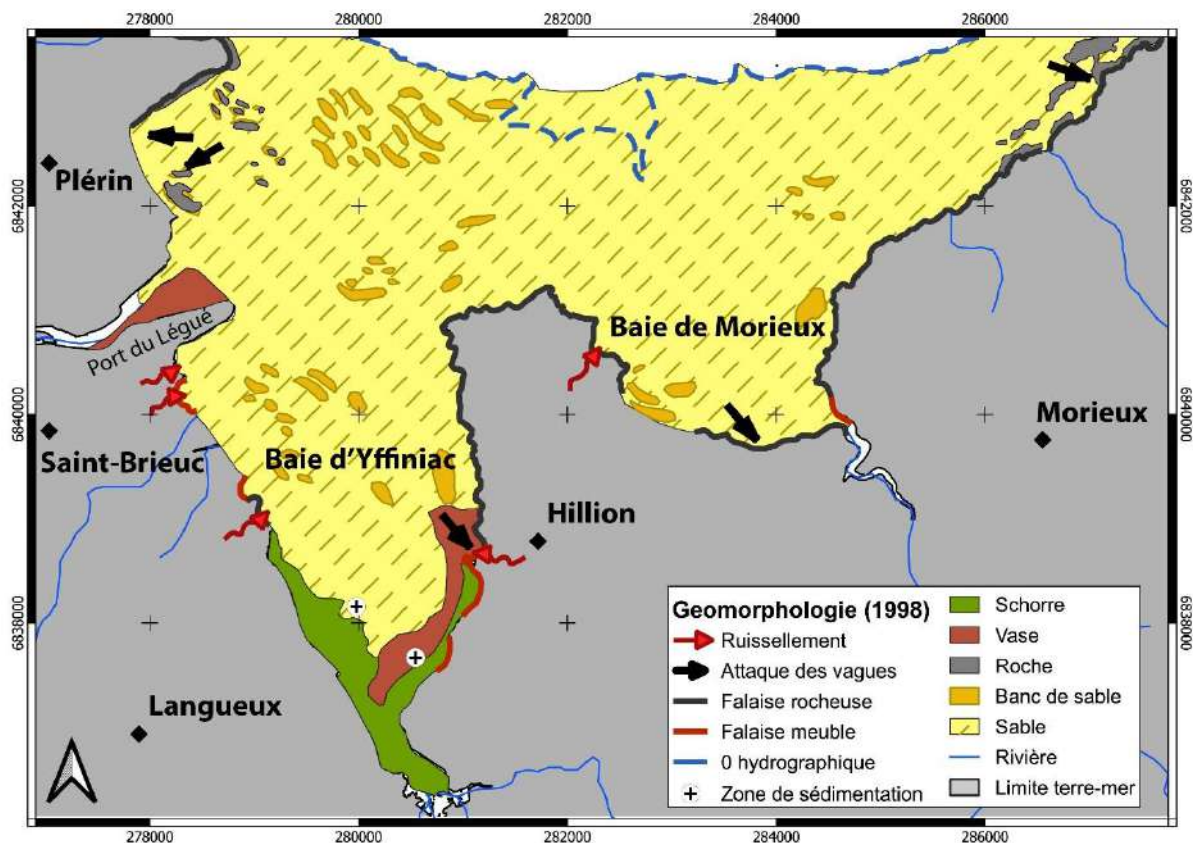


Figure 4 : Géomorphologie du fond de la Baie de St-Brieuc (modifié d'après Bousquet-Bressolier et al., 1998)

2.1.2. Les falaises meubles

À l'intérieur des deux baies, des **falaises meubles**, principalement constituées de **dépôts quaternaires**, sont localisées entre les promontoires rocheux (Fig. 4). Ces zones présentent un **recul plus marqué**, principalement lié à la **saturation des dépôts par les eaux pluviales**. Le site de l'Hôtellerie (Fig. 2), à Hillion, est particulièrement vulnérable avec un recul estimé entre 5 et 10 mètres sur une période de 70 ans. Cette **vulnérabilité** est accentuée par **l'exposition aux houles** du nord-ouest et l'incurvation du tracé de l'Urne qui, en convergeant vers la presqu'île d'Hillion, intensifie localement l'effet des courants de marée (Bousquet-Bressolier et al., 1998).

2.1.3. Les systèmes dunaires

Contrairement à la baie d'Yffiniac, l'anse de Morieux, plus ouverte sur la Manche, est bordée par des **plages sableuses** composées de **sables fins à moyens mêlés de débris coquilliers**. Ces plages incluent Lermot, Saint-Maurice, La Grandville, et Bon-Abri, où se trouvent **des champs dunaires** en développement (Traoré, 2022). Le système de Bon-Abri (Fig. 2), unique zone dunaire de fond de baie, a été fortement impacté par des activités anthropiques au cours du XX^e siècle, notamment l'exploitation minière et l'installation d'un camping.

2.1.4. Les marais maritimes

Le fond de la baie d'Yffiniac est majoritairement occupé par **des marais maritimes**, couvrant une surface de plus de **125 hectares**. Ces marais sont **en forte expansion** (Fig. 6) et ont été façonnés par diverses phases de **poldérisation** et **d'endiguement** dans le passé. Actuellement, les marais et les chenaux sont immergés partiellement ou totalement lors de 75 % des marées hautes (Fig. 5).

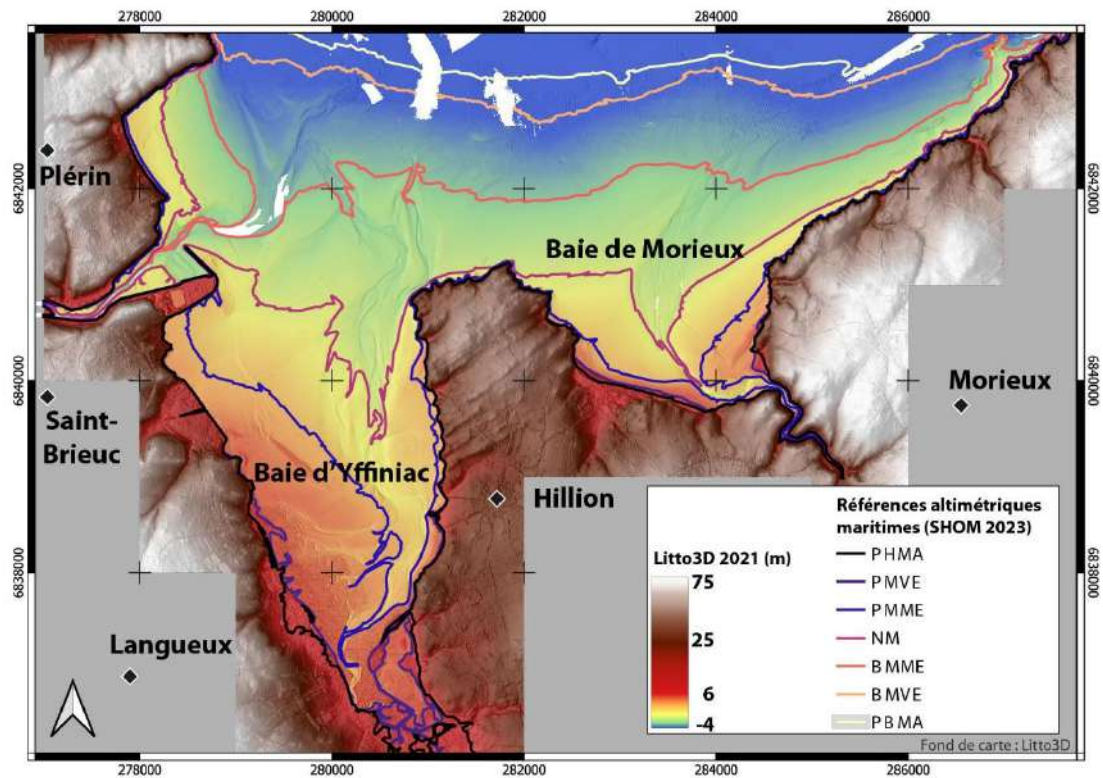


Figure 5 : Emprise des cycles de marées en fond de Baie de St-Brieuc. PHMA = Plus Haute Mer Astronomique, PMVE = Pleine Mer de Vives-Eaux, PMME = Pleine Mer de Mortes-Eaux, NM = Niveau Moyen de la mer, BMME = Basse Mer de Mortes-eaux, BMVE = Basse Mer de Vives-E Eau, PBMA = Plus Basse Mer Astronomique. (Données : IGN, SHOM).

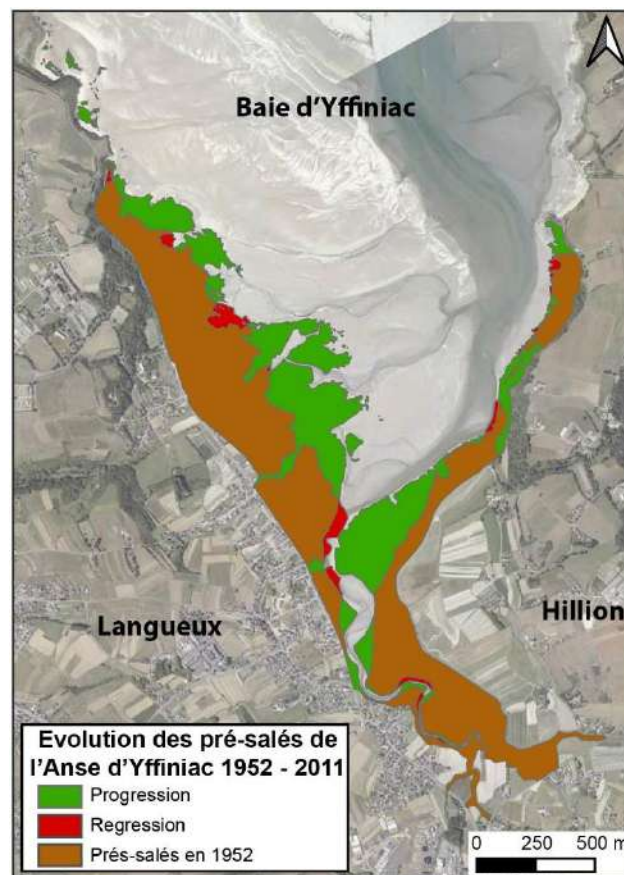


Figure 6 : Evolution du marais maritime de l'Anse d'Yffiniac de 1952 à 2011 (modifié d'après Sturbois et al., 2018)

2.1.5. Les estuaires

Trois estuaires complètent le littoral du fond de baie : celui du Gouët à l'Ouest (Port du Légué), celui de l'Urne au Sud et celui du Gouessant à l'Est (Fig. 2 et 8). Ces baies sont ainsi connectées à des **cours d'eau mineurs** (le Gouët et l'Urne pour la baie d'Yffiniac, et le Gouessant pour l'anse de Morieux) **aménagés en amont** qui présentent des **débits limités** et des **apports réduits en matériaux** en suspension (Bousquet-Bressolier et al., 1998 ; Augris, 1996).

2.1.6. Impacts anthropiques

La baie d'Yffiniac est marquée par la présence de nombreuses **infrastructures humaines**, notamment des **ouvrages d'endiguement** sur la rive occidentale et l'**extension du port du Légué**, qui modifient les conditions hydrodynamiques et les échanges sédimentaires en fond de baie. La baie de **Morieux**, bien que moins urbanisée, subit elle aussi des pressions, notamment à travers l'aménagement des zones littorales (dunes de Bon-Abri) et l'**impact des activités conchylicoles et touristiques**.

2.2 La partie intertidale : morphologie et dynamique sédimentaire

La zone intertidale est très largement recouverte de **sables fins à très fins**, avec une tendance silteuse marquée (Fig. 7). Ces sédiments présentent de nombreuses figures caractéristiques des fonds de baie et des rivages estuariens où la **marée joue un rôle prédominant** (Flemming, 2012).

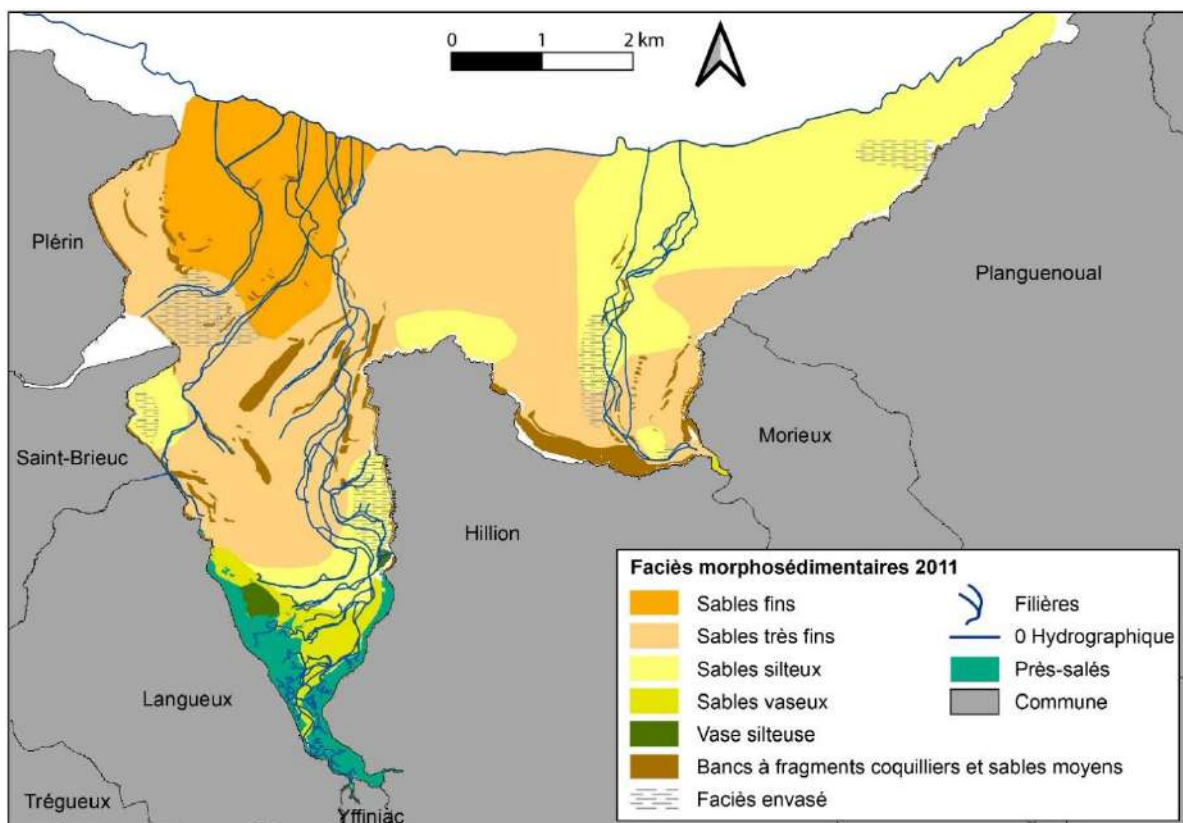


Figure 7 : Cartographie morphosédimentaire du fond de baie de Saint-Brieuc (modifié d'après la RNN de la Baie, 2014)

Bancs de sable à forte fraction carbonatée

Des **bancs de sable riches en fractions carbonatées**, principalement composées de coquilles de bivalves, émergent des vastes étendues sableuses qui ceinturent la bordure occidentale de la baie de Saint-Brieuc. Ces bancs **migrent de manière libre** en direction du haut de l'estran, particulièrement

dans l'anse d'Yffiniac (Fig. 8). Dans l'anse de Morieux, ces bancs se déplacent selon une dynamique similaire à celle des **flèches sableuses**, s'accrochant au promontoire rocheux (*Traoré, 2022*).

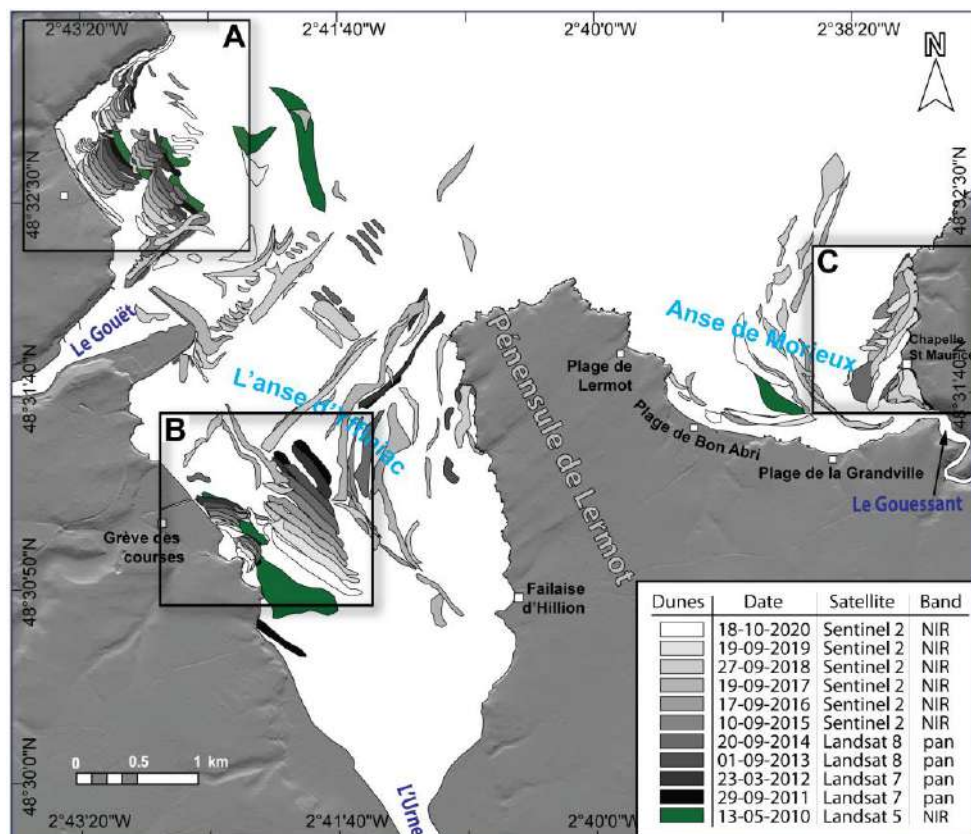


Figure 8: Carte des dunes digitalisées à partir d'images satellites entre 2010 et 2020 (source : *Traoré, 2022*).

Zones de sédimentation des particules fines

Les **particules les plus fines** se déposent dans des **zones abritées**, favorisant la formation de vasières. Ces zones se concentrent principalement autour de certains points, tels que le **Port du Légué**, les bordures des **marais maritimes**, ou encore à l'**embouchure** du Gouessant.

3. Méthodologie

3.1 Données

À partir de données acquises auprès de l'Institut national de l'information géographique et forestière (**IGN**), du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (**SHOM**) et du Laboratoire Geo-Océan de l'Université Bretagne Sud (**LGO**), nous avons exploité des **photographies aériennes** et plusieurs jeux de **données topo-bathymétriques** ; des données **LiDAR** et des acquisitions haute fréquence et haute résolution qui ont été acquis à partir de **relevés par drone** réalisés entre 2018 et 2023 (tableau 1).

Nous avons ainsi pu travailler à l'**échelle globale** de l'ensemble de la baie (entre la Pointe du Roselier et La Cotentin – Fig. 2) grâce aux données LiDAR et sur une **échelle plus fine** en fond de baie de Morieux et d'Yffiniac avec l'utilisation des données drones (Fig. 9).

Tableau 1 : Type de données, dates d'acquisition, origine et paramètres de sortie pour la zone d'étude.

Données	Date	Origine des données	Outils	Drone	Resolution (cm)	Incertitude globale (cm)	Baie d'Yffiniac	Baie de Morieux
RGEALTI	2011	IGN	LiDAR aéroporté		100	20	✓	✓
Litto3D	2021	IGN/SHOM	LiDAR aéroporté		100	20	✓	✓
Orthomosaïque & MNE	décembre-2018	LGO - UBS	optique / visible	eBee +	10 & 5	2.3 / 3.2	Hôtellerie	✓
Orthomosaïque & MNE	mai-2019	LGO - UBS	optique / visible	eBee +	10 & 5	3.4	✓	✓
Orthomosaïque & MNE	novembre-2019	LGO - UBS	optique / visible	eBee +	10 & 5	3 / 4.1	✓	✓
Orthomosaïque & MNE	juin-2020	LGO - UBS	optique / visible	eBee X	10 & 5	8.2	✓	✓
Orthomosaïque & MNE	nov/déc-2020	LGO - UBS	optique / visible	eBee X	10 & 5	8.2 / 6.9	✓	✓
Orthomosaïque & MNE	mars-2021	LGO - UBS	optique / visible	eBee X / Phantom 4	10 & 5	4.7	✓	
Orthomosaïque & MNE	juin-2021	LGO - UBS	optique / multispectrale	eBee X	11 & 22	5.4 / 5.3	✓	✓
Orthomosaïque & MNE	juin-2022	LGO - UBS	optique / visible	eBee X	10 & 5	8.9	✓	
Orthomosaïque & MNE	juillet-2023	LGO - UBS	optique / visible	eBee X	10 & 5	8.8 / 13.5	✓	✓

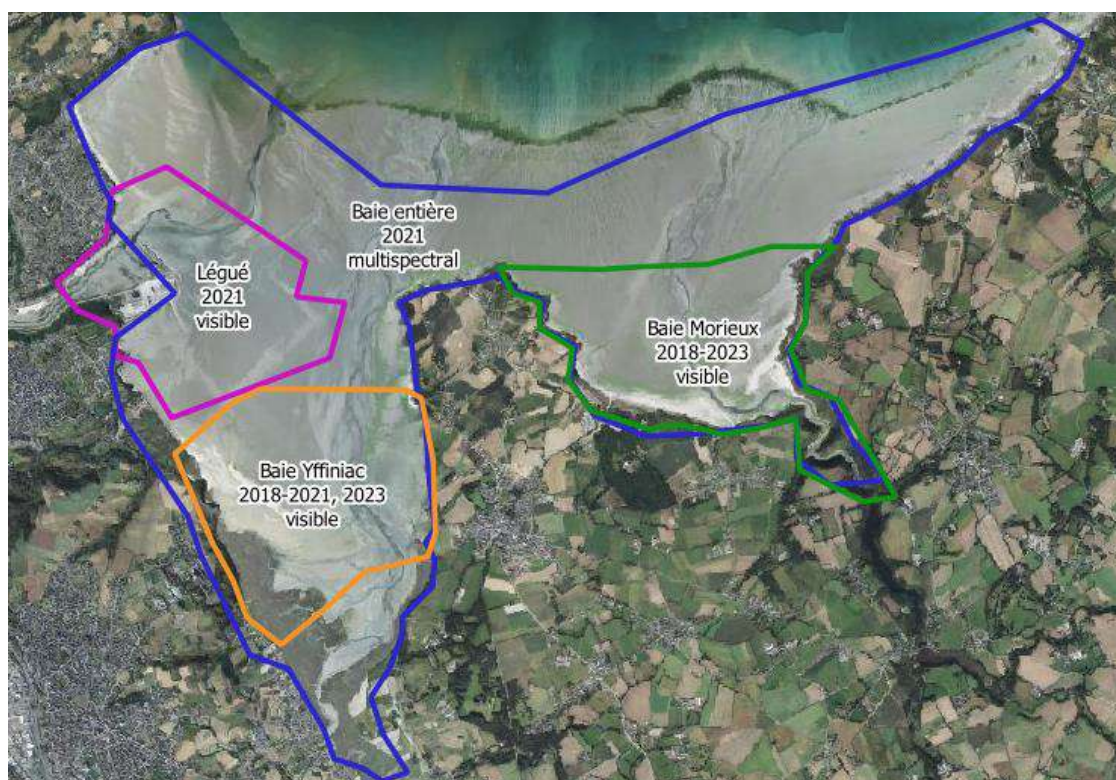


Figure 9 : Emprise géographique des données topographiques utilisées.

3.2 Acquisition, traitement et analyse des données

3.2.1 Analyse photogrammétrique

Trois drones ont été utilisés par le laboratoire Geo-Ocean pour l'acquisition de données entre 2018 et 2023. Principalement une aile volante de chez SenseFly, l'eBee (l'eBee Plus pour les 1ers vols puis l'eBee X), et, dans une moindre mesure, un quadricoptère ; le DJI Phantom 4 RTK (Fig. 10).

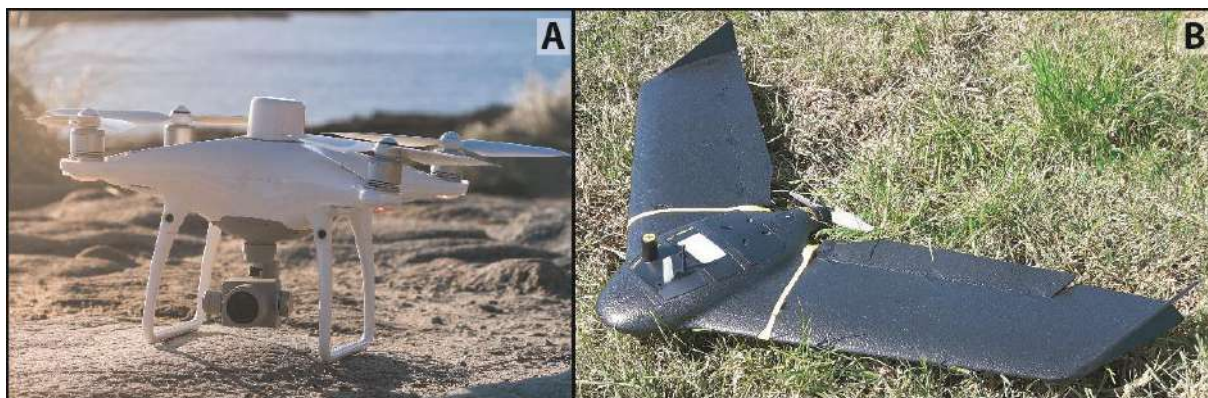


Figure 10 : Drones utilisés pour les levés en baie de St-Brieuc. A. Drone DJI Phantom 4 RTK. B. SenseFly eBee X. Principales caractéristiques des optiques : Capteur : 20 millions de pixels, ouverture : $f/2,8 - 11$ mm, optique : RGB & multispectral

La **photogrammétrie** est une méthode d'analyse basée sur la **stéréoscopie entre des images** paires pour reconstruire une **structure tridimensionnelle** (Traoré, 2018) (Fig. 11). Le développement de la technique **SfM** (Structure-from-Motion) permet la généralisation de cet outil dans les géosciences en garantissant la création de **modèles d'élévation à grande résolution** avec des caméras standards (Brunier & al., 2016), en appariant les textures des différentes photos entre elles (sous réserve que la scène soit statique) (James & al., 2012).

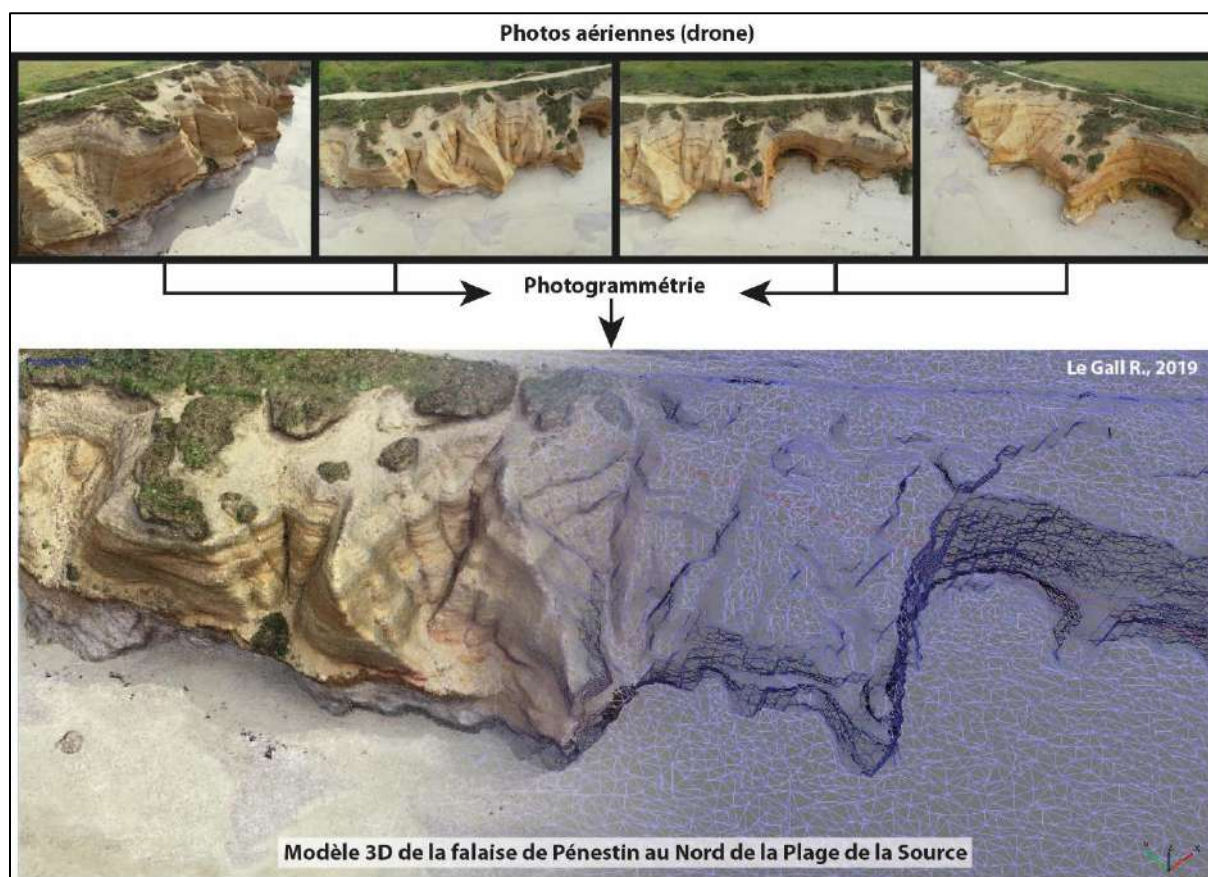


Figure 11 : Principes du traitement photogrammétrique appliqué au suivi du littoral (source : Le Gall, 2019)

Les photos sont ensuite traitées Post Processed Kinematic (PPK) avec l'utilisation du Réseau GNSS Permanent (**RGP**) de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN). Les images en sortie ont alors une résolution centimétrique et une précision de l'ordre de 5 cm.

En utilisant de multiples images (avec un minimum de 3 photos) d'une scène prise de différentes positions et grâce aux paramètres et orientations des caméras, il est alors possible de générer un **nuage de point 3D** (James & al., 2012) avec une qualité qui n'existait avant que par l'utilisation du LIDAR (Gonçalves & al., 2015). Le traitement des images est réalisé sur le logiciel Agisoft Metashape (Le Gall, 2019). C'est un logiciel de modélisation permettant la construction 3D à partir de scènes fixes (Fig. 11).

Les données spatiales réalisées (**Modèle Numérique d'Élévation** ou MNE et **Ortho-mosaïque géoréférencés**) sont alors intégrées dans un Système d'Information Géographique (S.I.G.) pour la bancarisation et l'analyse.

3.2.2 Création de différentiels topographiques et morphologiques à l'interface Terre-Mer

Pour quantifier les **changements morphologiques** en 2D et 3D à l'interface terre-mer, des **modèles numériques différentiels** ont été produits à partir de données LiDAR et drones. Les données drones d'entrée ont été décimés à une résolution de 50 cm afin d'obtenir un compromis approprié entre la perte d'information, l'efficacité, le temps de calcul et une résolution suffisante pour révéler les changements morphologiques. Les données LiDAR ont une résolution de 1m (Fig. 12).

Le choix de l'analyse des différentiels s'est porté sur le logiciel Geomorphic Change Detection (**GCD**) qui a été développé principalement pour le bilan morphologique des sédiments dans les rivières (Wheaton, 2008). Les **variations volumétriques** sont calculées à partir de la différence entre les élévations de surface des modèles numériques d'élévation (MNE) issus des levés topographiques répétés. Comme chaque MNE est caractérisé par **des incertitudes** à l'acquisition et pendant le traitement (qui peuvent varier dans l'espace et dans le temps), GCD fournit une série d'outils pour quantifier ces incertitudes et pour les prendre en compte sur les différentiels.

Afin de quantifier la **variation spatiale des incertitudes**, GCD permet d'utiliser un outil : Fuzzy Inference System (**FIS**) qui permet d'intégrer des paramètres (disparités géomorphologiques, d'acquisition, de traitement) visant à expliquer la variabilité des incertitudes (Wheaton et al., 2009). Il a été choisi dans le cadre de cette étude de prendre les **pentés** de terrain et la **densité de points** des MNE comme données d'entrée du FIS (Fig. 12).

Les MNE sont alors intégrés dans GCD ainsi que les variables FIS afin de créer des différentiels entre les levés, associés à une lecture des incertitudes, pour permettre une meilleure **estimation des budgets sédimentaires** en jeux.

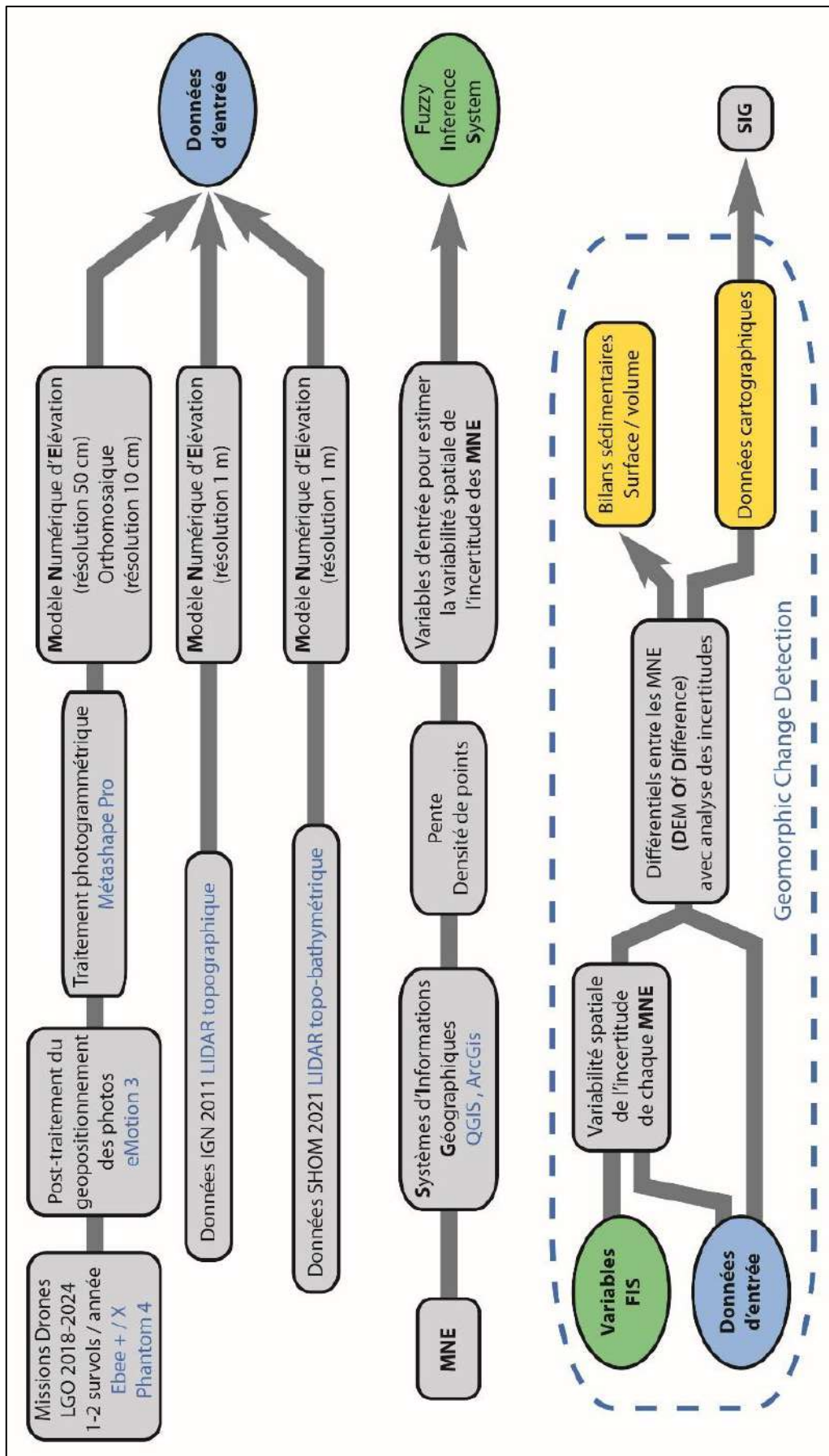


Figure 12 : Schéma d'acquisition et de traitement des données topographiques.

4. Description géomorphologique et dynamique du fond de baie

La **baie de Saint-Brieuc** est un système côtier soumis à une **dynamique morphosédimentaire** intense, façonnée depuis longtemps par l'interaction des **forçages hydrodynamiques** (marées, houle, courants), des apports sédimentaires et des contraintes géologiques. La figure 13 illustre l'**évolution spatio-temporelle** des **chenaux de vidange** (ou filières) entre 1925 et 2020, montrant clairement des **migrations marquées** et des réorganisations des axes principaux de drainage sédimentaire. Ces déplacements des chenaux traduisent l'**adaptation continue du système** aux changements de bathymétrie et aux variations du stock sédimentaire disponible.

Outre ces marqueurs morphologiques, d'autres indicateurs attestent de la dynamique sur le temps long : la croissance progressive des **vasières** et des **marais maritimes** à l'anse d'Yffiniac (Fig. 6), les évolutions de la ligne de rivage en lien avec l'ensablement des plages et le **recul des falaises meubles**, ainsi que les transformations des zones intertidales, où les **bancs sableux et coquilliers migrent** selon des cycles pluriannuels (Fig. 8). Ces processus, intégrant des échelles temporelles de plusieurs décennies, témoignent de l'**équilibre instable du fond de baie**, perpétuellement remodelé sous l'influence des facteurs naturels et anthropiques.

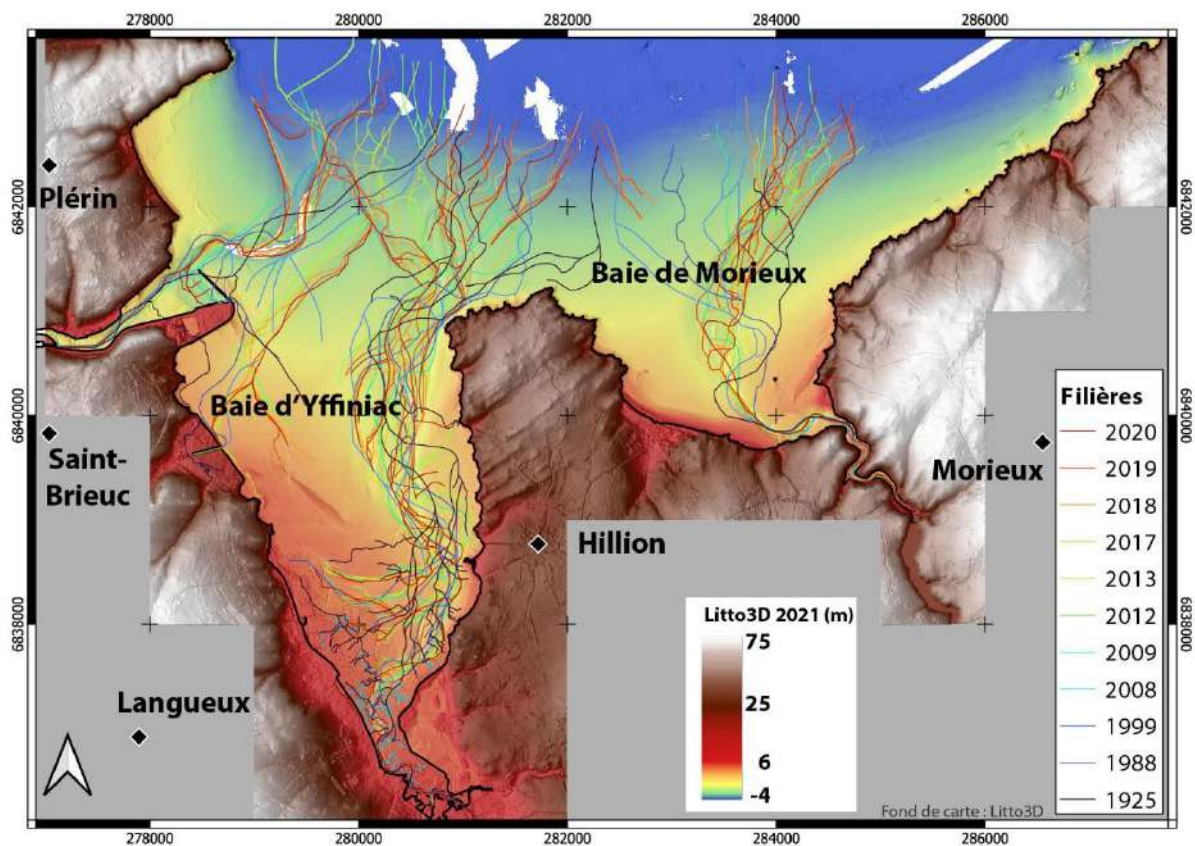


Figure 13 : Evolution des chenaux de vidange de la baie de St-Brieuc de 1925 à nos jours (source : Sturbois Anthony).

4.1 Evolution moyen terme (2011-2021)

À l'échelle globale du fond de la baie de Saint-Brieuc, l'**analyse différentielle** entre les données topobathymétriques de 2011 (IGN) et celles de 2021 (SHOM) met en évidence une dynamique nette d'**accrétion**. Comme le montre la figure 14, malgré des zones d'érosion importantes, notamment à proximité des chenaux principaux et des dunes de Bon-Abri, le **bilan volumétrique global** ressort positif, avec un **gain net** de près de **+530 000 m³** ($\pm 250\ 000\ \text{m}^3$) sur une surface commune de 1644 hectares. Les zones en accrétion affichent en moyenne un rehaussement de **+29 cm** ($\pm 2\ \text{cm}$), tandis que les zones en érosion présentent une perte moyenne de **-26 cm** ($\pm 2\ \text{cm}$), traduisant une **redistribution très active** des sédiments sur le moyen terme entrecoupée de zones plus stables (ou zone de transit).

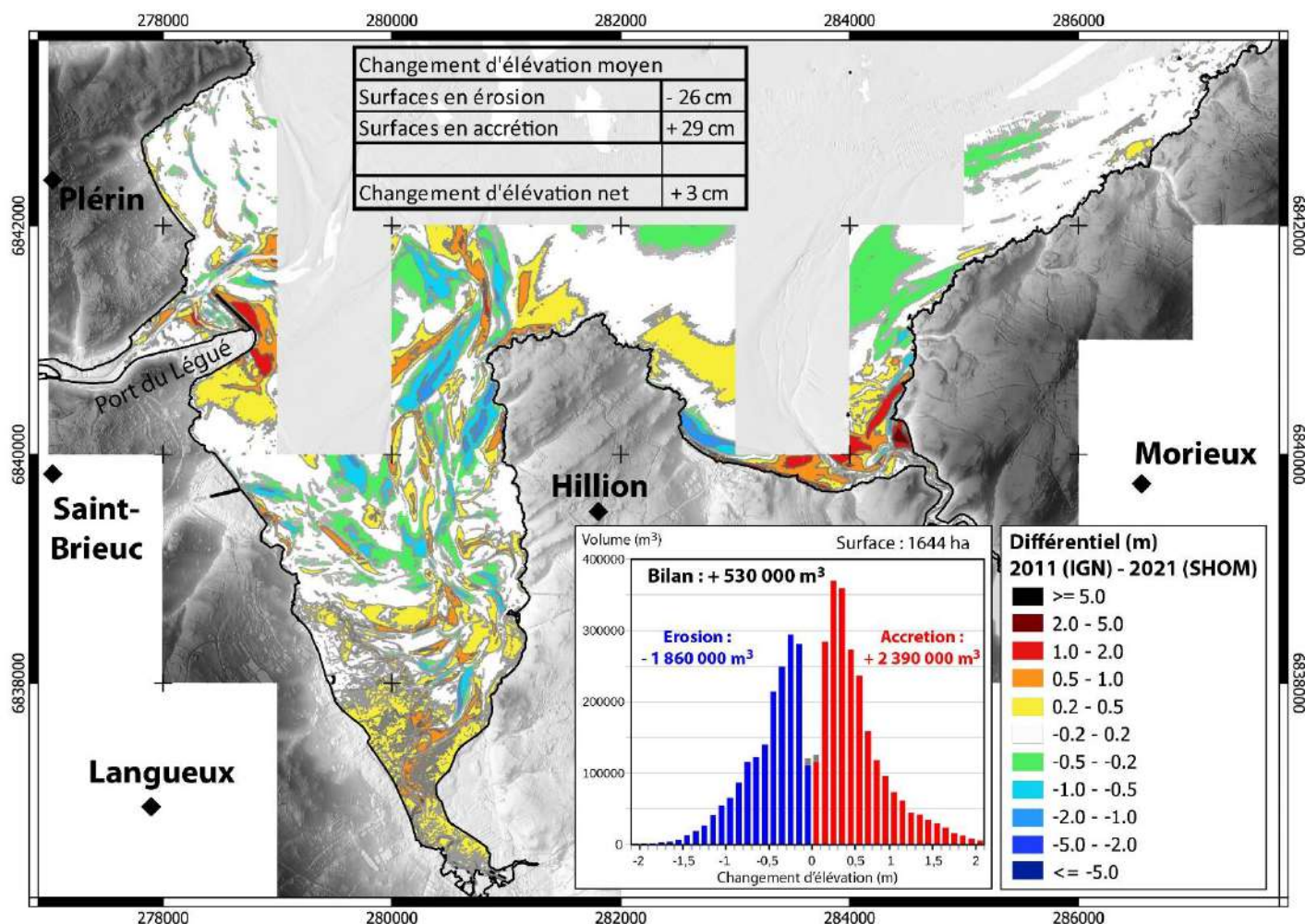


Figure 14 : Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour le fond de baie de St-Brieuc (sources : RGEALTI, Litto3D).

Cette tendance générale reflète l'efficacité des processus de transfert sédimentaire, alimentés par la dynamique marégraphique et la mobilité des bancs sableux et coquilliers. Elle s'inscrit aussi dans la continuité des tendances observées sur le temps long (voir avant-propos), montrant que le fond de baie fonctionne comme un **système de piège sédimentaire** où l'accrétion globale masque des redistributions locales plus contrastées.

Le **changement d'élévation net** observé sur l'ensemble de la zone étudiée atteint en moyenne **+3 cm** ($\pm 2\ \text{cm}$) sur la période 2011–2021, résultant de la combinaison entre des zones actives (accrétion et érosion) et des secteurs plus stables. À titre de comparaison, sur cette même période, le **GIEC** (IPCC, 2023) rapporte un taux moyen d'**élévation du niveau marin global** de **3,7 mm/an** ($\pm 0,5\ \text{mm/an}$), soit

un total cumulé d'environ **+3,7 cm** entre 2011 et 2021. Ce parallèle met en lumière que, localement, le comblement des fonds de baie peut être de même ordre de grandeur que la hausse du niveau marin global.

Dans les sections suivantes, un focus spécifique sera proposé pour détailler les comportements propres aux **baies de Morieux et d'Yffiniac**, permettant de mieux saisir les particularités spatiales de ces deux sous-systèmes.

4.1.1 Baie de Morieux

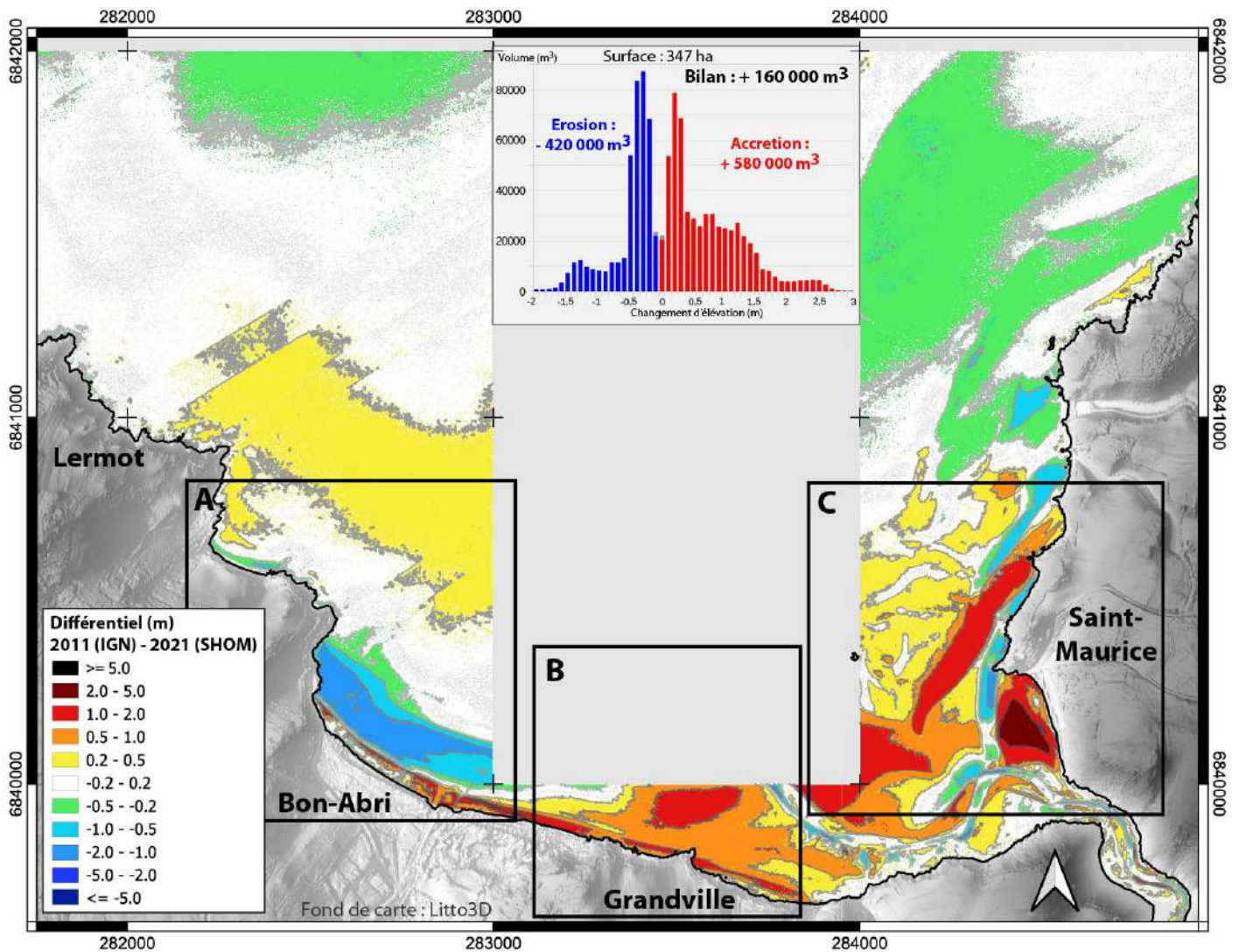


Figure 15 : Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour la baie de Morieux (sources : RGEALTI, Litto3D).

L'analyse détaillée de la baie de Morieux entre 2011 et 2021 (Fig. 15) met en évidence des dynamiques variées selon les secteurs, traduisant la complexité des échanges sédimentaires dans cette zone estuarienne. Le bilan global indique un **gain volumétrique de +160 000 m³** ($\pm 52\ 000\ \text{m}^3$), avec un excédent d'accrétion de **+580 000 m³** ($\pm 37\ 000\ \text{m}^3$) dépassant largement les pertes par érosion de **-420 000 m³** ($\pm 37\ 000\ \text{m}^3$), confirmant une **tendance constructive dominante**.

Le secteur compris entre Grandville et Saint-Maurice correspond à l'**estuaire du Guessant**, marqué par la présence d'un **unique chenal principal très actif**. Ce chenal est encadré par des **barres et des**

flèches sableuses en aggradation, qui tendent à se rapprocher de la côte. Cependant, ces accumulations semblent régulièrement reprises par les flux du Gouessant, qui les réinjecte dans le système sédimentaire, illustrant un **cycle interne d'érosion-reconstruction permanent**.

La principale zone de **perte de sédiments** est localisée en face des **dunes de Bon-Abri** (secteur A), sur les parties haute/médiane de la plage, où l'on observe une érosion marquée. À l'inverse, le reste de la baie, notamment la **partie intertidale médiane**, montre une plus grande **stabilité** sur l'intervalle de temps avec des variations significatives d'élévation plus faible.

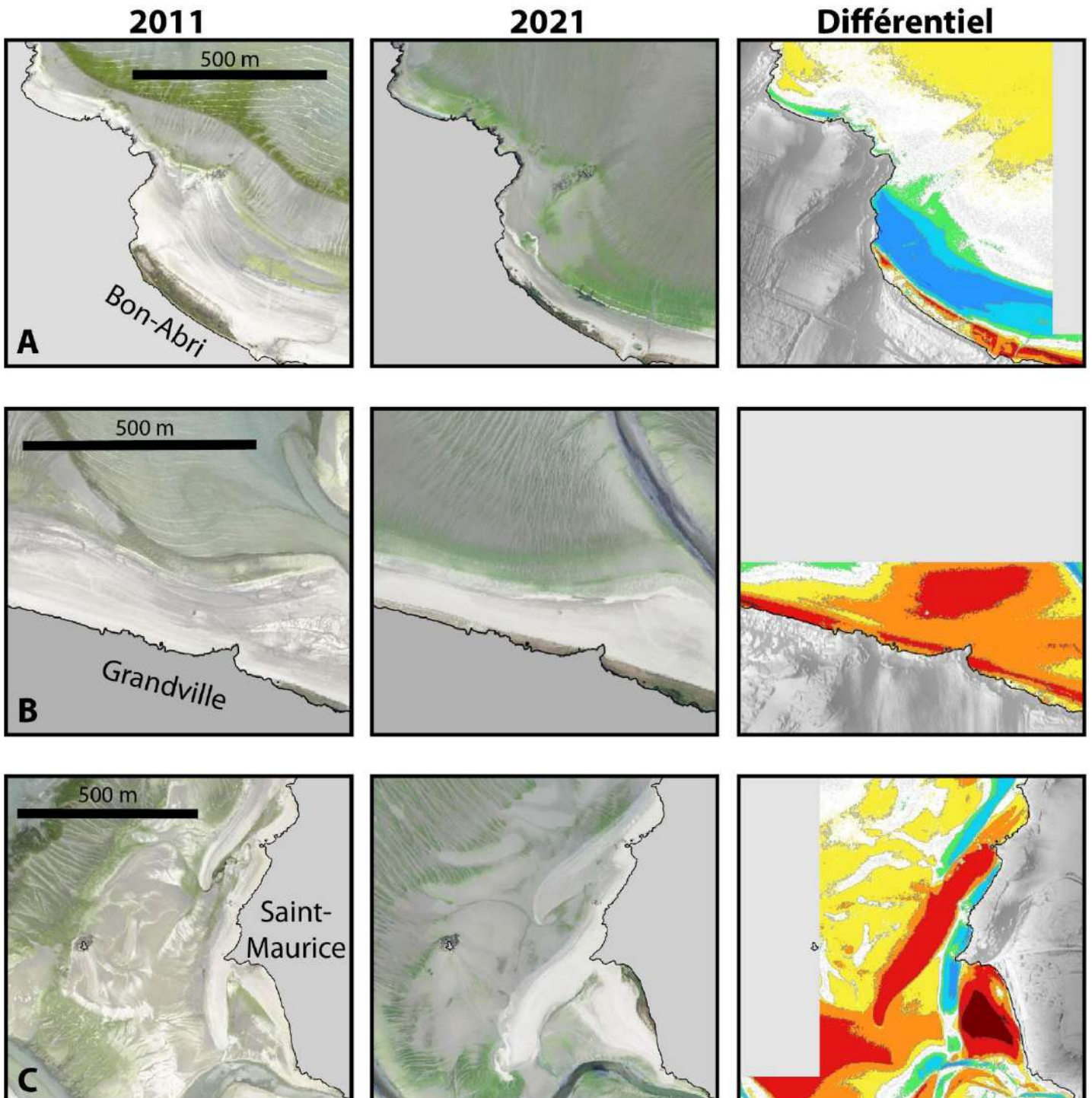


Figure 16 : Orthophotographies et Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour la baie de Morieux. Zoom sur les secteurs de Bon-Abri (A), La Grandville (B) et St-Maurice (C) (sources : IGN, RGEALTI, Litto3D).

Les encarts détaillés (Fig. 16) permettent de mettre en relation ces dynamiques spatiales avec les orthophotographies de 2011 et 2021. A noter que les images aériennes ont des dates d'acquisitions légèrement différentes des données topo-bathymétriques. On y voit clairement :

- À **Bon-Abri (A)**, une **érosion très marquée** (>1 m) du haut de plage ($- 90\,000$ m³) en face du système dunaire tandis que la partie médiane gagne en sédiments ($+ 80\,000$ m³) (Fig. 17).

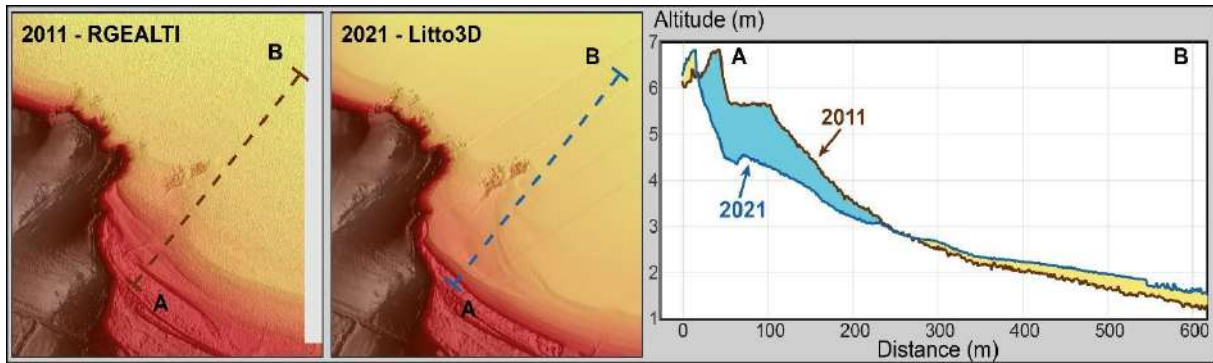


Figure 17 : Profil topographique sur le secteur de Bon-Abri entre 2011 et 2021 (sources : RGEALTI, Litto3D).

- À **Grandville (B)**, un **grand secteur d'accumulation** de sédiments ancré entre la côte et le chenal du Guessant. De plus l'**avancée du front dunaire** y est bien visible sur les orthophotos.
- À **Saint-Maurice (C)**, des redistributions extrêmement importantes positives ($+ 265\,000$ m³ et $- 30\,000$ m³) liées au léger déplacement du chenal du Guessant mais surtout à des **migrations latérales** et la réorganisation des **barres et flèches sableuses**. (Fig. 18).

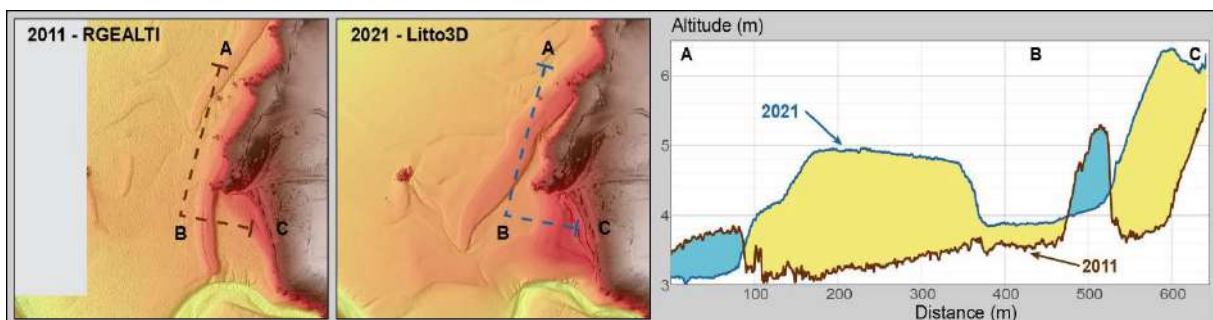


Figure 18 : Profil topographique sur le secteur de St-Maurice entre 2011 et 2021 (sources : RGEALTI, Litto3D).

Ces résultats montrent que la **baie de Morieux** fonctionne comme un **système très dynamique** marqué par un fort apport de sédiments lié à une **migration à la côte prononcée des bancs sableux** (jusqu'à 10 m/mois – *Traoré, 2022*) (Fig. 19).

L'**estuaire du Guessant** y joue un rôle clé dans le **brassage et la redistribution de ces matériaux**.

La comparaison entre les modèles altimétriques et les orthophotographies met ainsi en lumière non seulement les volumes en jeu, mais aussi la matérialité visuelle de ces changements sur le terrain.

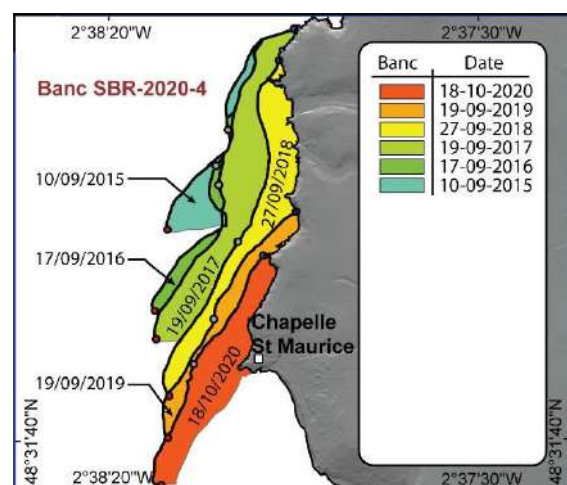


Figure 19 : migration de la dune principale entre 2015 et 2020 dans le secteur de St-Maurice (source : *Traoré, 2022*).

4.1.2 Baie d'Yffiniac

L'analyse des différentiels topographiques entre 2011 (IGN) et 2021 (SHOM) dans la **baie d'Yffiniac** met en évidence des **dynamiques sédimentaires contrastées** le long du gradient amont-aval, depuis Langueux (fond de baie, au Sud) jusqu'à la zone aval connectée à la baie de Morieux (au Nord).

Globalement, le **bilan volumique** de la baie d'Yffiniac **est positif** (Fig. 20), avec un gain net d'environ $+470\,000\text{ m}^3$ ($\pm 170\,000\text{ m}^3$) sur une surface de 1 075 ha, résultant d'un fort apport sédimentaire de $+1\,730\,000\text{ m}^3$ ($\pm 140\,000\text{ m}^3$) dépassant les volumes érodés de $-1\,260\,000\text{ m}^3$ ($\pm 95\,000\text{ m}^3$). Ce bilan masque cependant des contrastes marqués entre les zones amont, médiane et aval :

- **Le fond de baie** présente une **prédominance d'accrétion diffuse** sur les surfaces intertidales, traduisant un colmatage progressif lié à l'accumulation de sédiments fins, souvent en lien avec les processus de **piégeage sédimentaire** associés à la forte **avancée du schorre**. Les micro-chenaux montrent des ajustements fins tandis que le chenal principal, très contraint au début, commence à montrer des mouvements latéraux marqués.
- **La zone médiane intertidale** apparaît plus contrastée, avec des différentiels moyens (-1 m à +1 m), témoignant d'un **équilibre sédimentaire relatif** : ici, apports et exports semblent s'équilibrer. Les redistributions latérales sont la résultante du **déplacement des filières** et de la **progradation** de quelques **barres sableuses** et n'entraînent pas de grands changements topographiques sur la décennie.
- **La zone aval** est marquée par une **dynamique plus active**, structurée par :
 - Des **chenaux principaux très mobiles** latéralement et verticalement (jusqu'à ± 2 m localement), qui alimentent en sédiments des barres et flèches sableuses en pleine aggradation sur les marges (+0,5 à +1 m).
 - Une zone à forte **accumulation autour du port** du Légué.
 - Un secteur plus stable face à Plérin pouvant être considéré comme une zone de plus faible transit.

Après cette vue globale de la dynamique sédimentaire dans l'ensemble de la baie d'Yffiniac, il est pertinent d'examiner plus en détail les spécificités locales. Les encarts A à E (Fig. 21) permettent d'illustrer, zone par zone, les processus morpho-sédimentaires dominants identifiés entre 2011 et 2021.

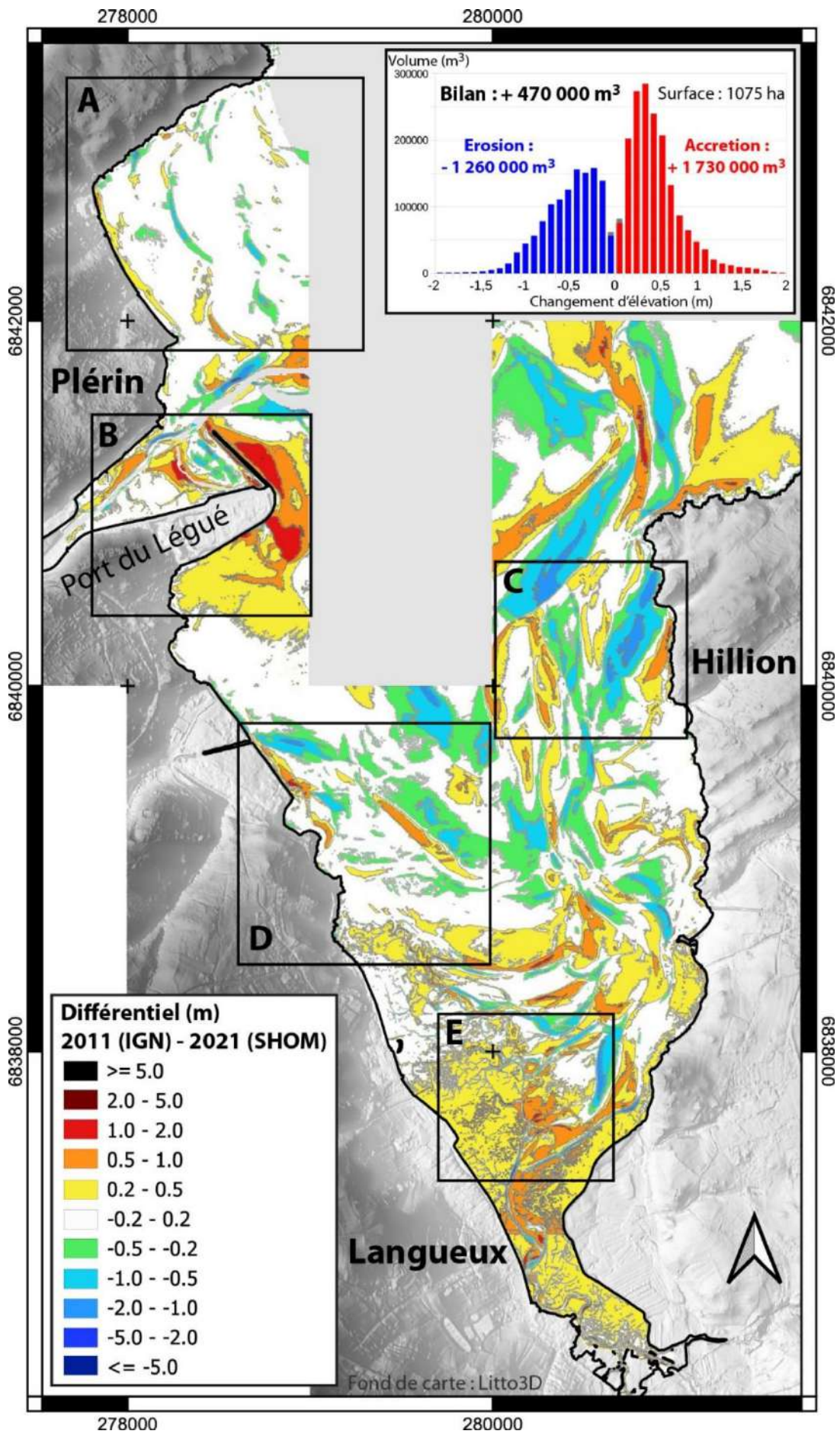


Figure 20 : Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour la baie d'Yffiniac (source : RGEALTI, Litto3D).

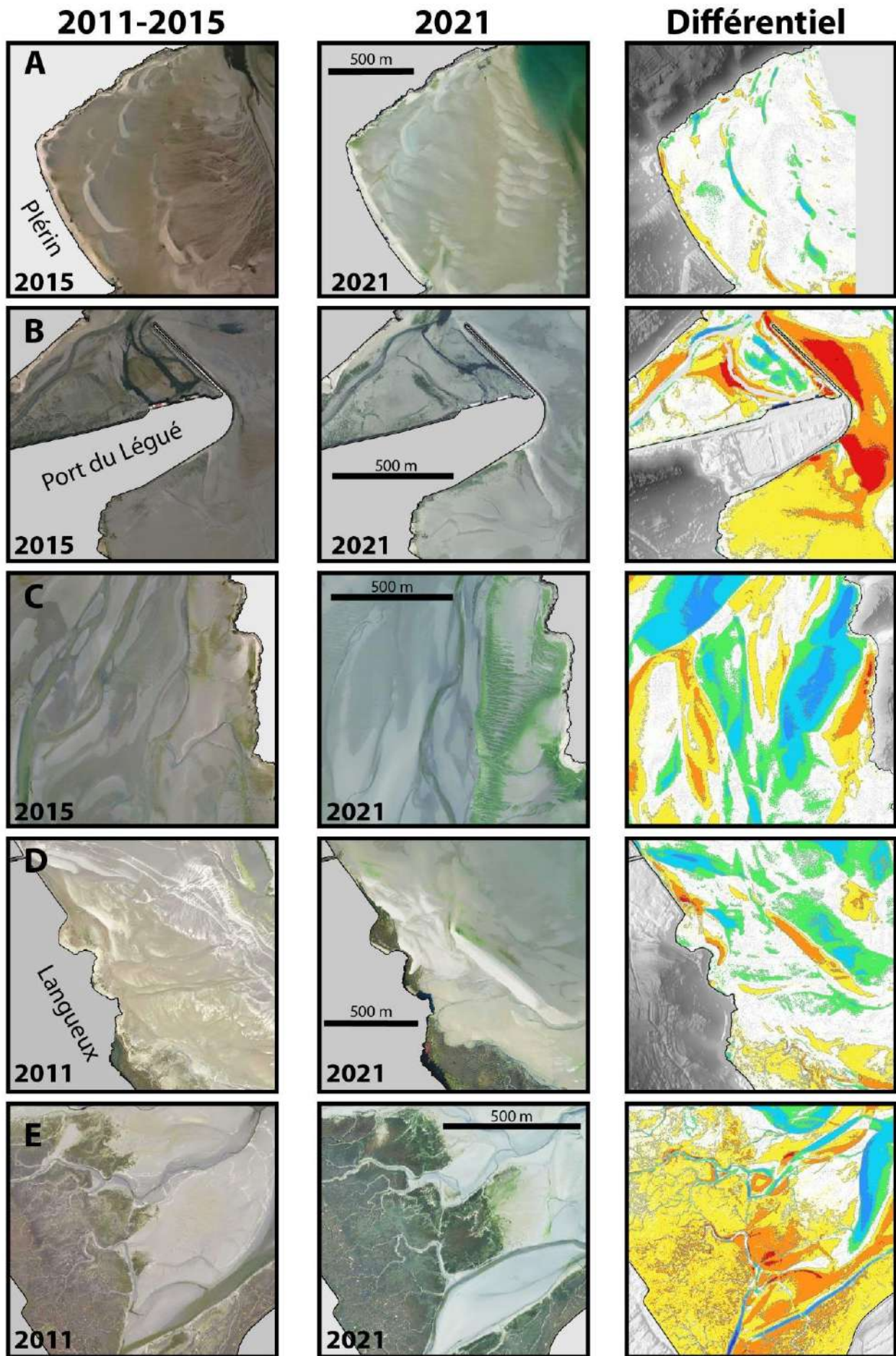


Figure 21 : Orthophotographies et Modèle différentiel topographique entre 2011 et 2021 pour la baie d'Yffiniac. Zoom sur les secteurs de Plérin (A), du port du Légué (B), St-Guimond (C), La cage (D) et des Grèves de Langueux (E) (sources : IGN, RGEALTI, Litto3D).

- En face de **Plérin (A)** (Fig. 21), le différentiel topographique met en évidence un **secteur stable sur la décennie**, où les réajustements sédimentaires restent faibles. On y retrouve des **bancs sableux assez fins** se déplaçant vers le Sud-Ouest (à une moyenne de 4.4 m / mois pour le banc principal – *Traoré, 2022*). Ils participent à la reconfiguration progressive du haut de plage (+ 50 cm) et semble **repris par le chenal principal** du Gouët à la sortie du port.

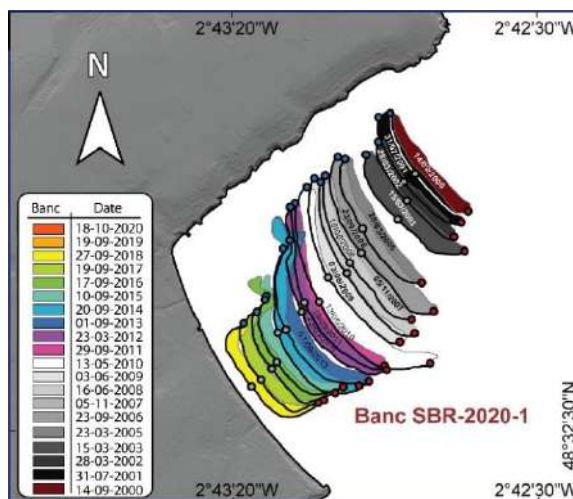


Figure 22 : migration de la dune principale entre 2000 et 2020 dans le secteur de Plérin (source : *Traoré, 2022*).

- Devant le **Port du Légué**, de **fortes accrétions** (jusqu'à +2 m) affectent une grande surface (~45 Ha) représentant un volume moyen de + 240 000 m³ (Fig. 21 et 23) et indiquant une dynamique très active liée à la **migration des bancs** mais aussi aux **activités humaines** (dragage du port et dépose des sédiments devant la digue jusqu'à 2020).

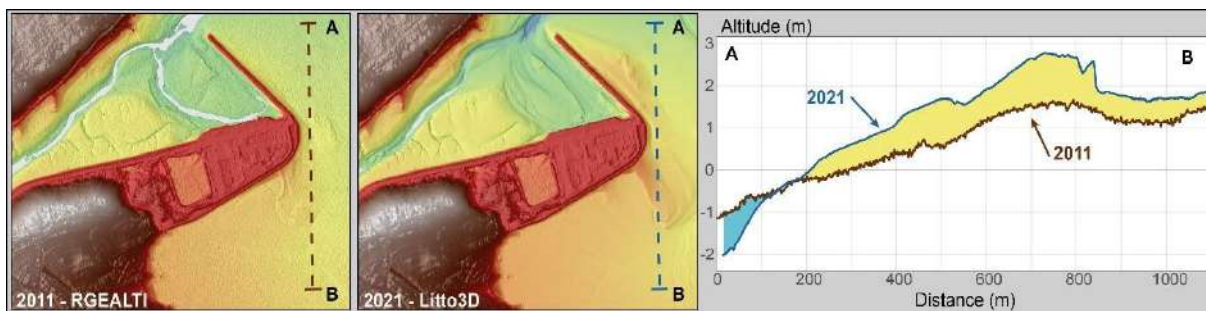


Figure 23 : Profil topographique sur le secteur du port du Légué entre 2011 et 2021 (sources : *RGEALTI, Litto3D*).

- La partie orientale Nord** de la baie est marquée par la présence des **principaux chenaux de drainage** de la baie d'Yffiniac. On retrouve notamment en face de St-Guimond (C) (Fig. 21) de forts contrastes dans les mouvements sédimentaires (+ 90 000 m³ pour - 180 000 m³) liés aux déplacements latéraux de ces chenaux ainsi qu'à leur division par endroit. De même, des bancs sableux viennent s'accrocher à la côte pour engraisser temporairement le haut de plage (Fig. 24).

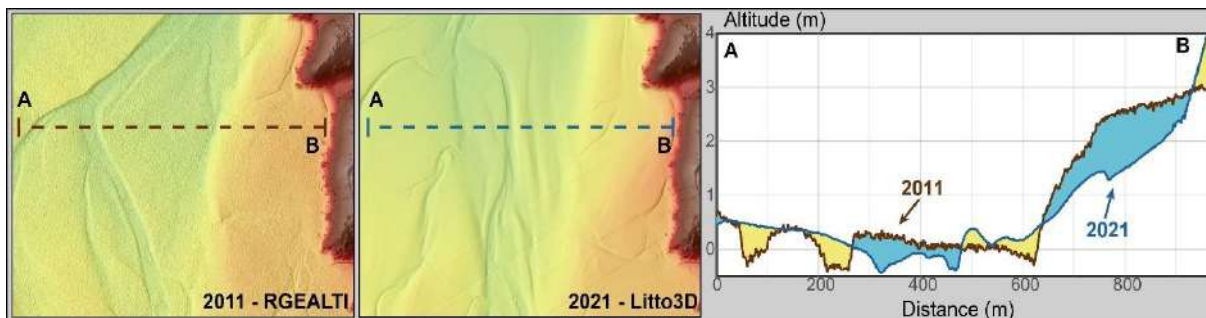
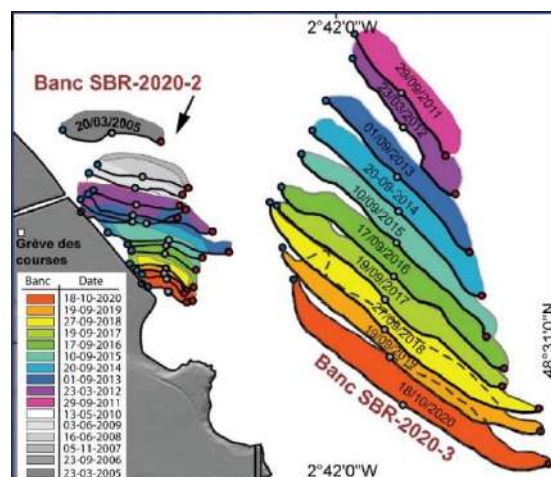


Figure 24 : Profil topographique sur le secteur de St-Guimond entre 2011 et 2021 (sources : *RGEALTI, Litto3D*).

- Dans le secteur de **La Cage** (Fig. 21), juste en aval du schorre de fond de baie, la dynamique sédimentaire est liée à la **progradation** vers le Sud-Ouest (à la côte) des **bancs sableux** orientés NO-SE. Bien que les volumes soient modestes (+18 000 m³ et +21 000 m³ pour les deux principaux fronts), les réorganisations spatiales sont marquées et rapides, avec une progression moyenne de 3 à 8 m/mois (Fig. 25) (Traoré, 2022).

Figure 25 : migration de la dune principale entre 2005 et 2020 dans le secteur de La Cage (source : Traoré, 2022).



- **L'amont de la baie** est caractérisé par une **forte accrétion** du système (Fig. 21) principalement lié au piégeage de sédiments par le schorre existant et à sa progression significative vers le Nord-Est de façon importante (Fig. 6) (Sturbois et al., 2018). L'ensemble du secteur connaît une accrétion (~50 cm) mais aussi des **migrations latérales des chenaux** de vidanges issus du schorre ainsi que du chenal principal (l'Urne) qui entraîne une érosion et un léger recul des schorres coté Pisse-Oison (Sud-Est) (Fig. 26).

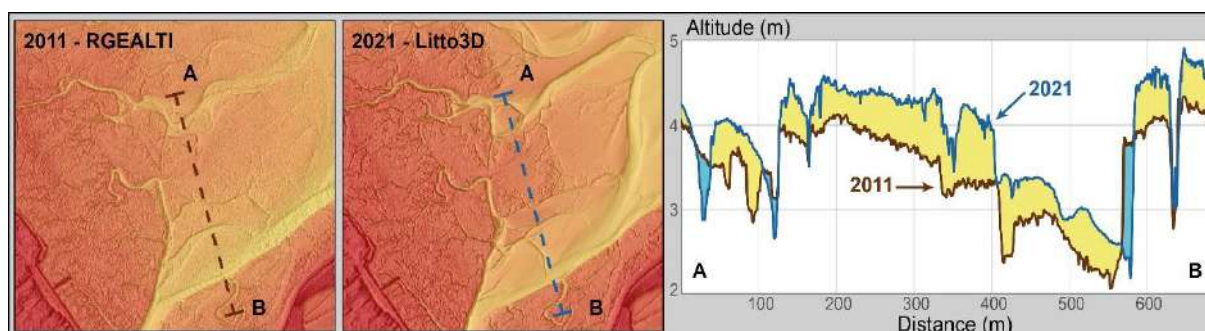


Figure 26 : Profil topographique sur le secteur des Grèves de Languieux entre 2011 et 2021 (sources : RGEALTI, Litto3D).

La **baie d'Yffiniac** se caractérise par une **dynamique sédimentaire contrastée**.

L'aval de la baie est caractérisé par des entrées (bancs sableux) qui progressent vers le Sud-Ouest à des vitesses notables (3–8 m/mois), tout en étant constamment repris par les chenaux. Cela entraîne une forte migration latérale de ces derniers avec des variations altimétriques atteignant le mètre. Dans l'axe de progression des bancs, ils entraînent des réajustements du haut de plage, principalement à proximité du port du Légué, où les volumes sédimentaires augmentent fortement.

Dans la partie médiane, les chenaux de drainage connaissent des déplacements latéraux marqués, mais générant des zones localisées d'érosion et d'engraissement moins prononcées. La migration des bancs à la côte y est bien visible principalement à L'Ouest.

Enfin, l'amont de la baie connaît une accrétion marquée, favorisée par le piégeage des sédiments dans le schorre et la progression de ce dernier, alimentée par les apports de sables fins.

4.2 Evolution court terme (2018-2023)

Nous mobilisons ici les **données drones** acquises par le LGO entre **2018 et 2023** (Tableau 1) pour affiner la caractérisation de la dynamique du fond de baie de Saint-Brieuc. Ces jeux de données, à très **haute résolution**, présentent des emprises au sol variables, en lien avec l'amélioration progressive du matériel et des techniques. Afin d'assurer une analyse cohérente, les résultats seront discutés sur des **emprises communes** sélectionnées et à des pas de temps particuliers. La figure ci-dessous illustre, à titre d'exemple, le vol réalisé en juillet 2022 en baie de Morieux ainsi que son rendu après traitement photogrammétrique.

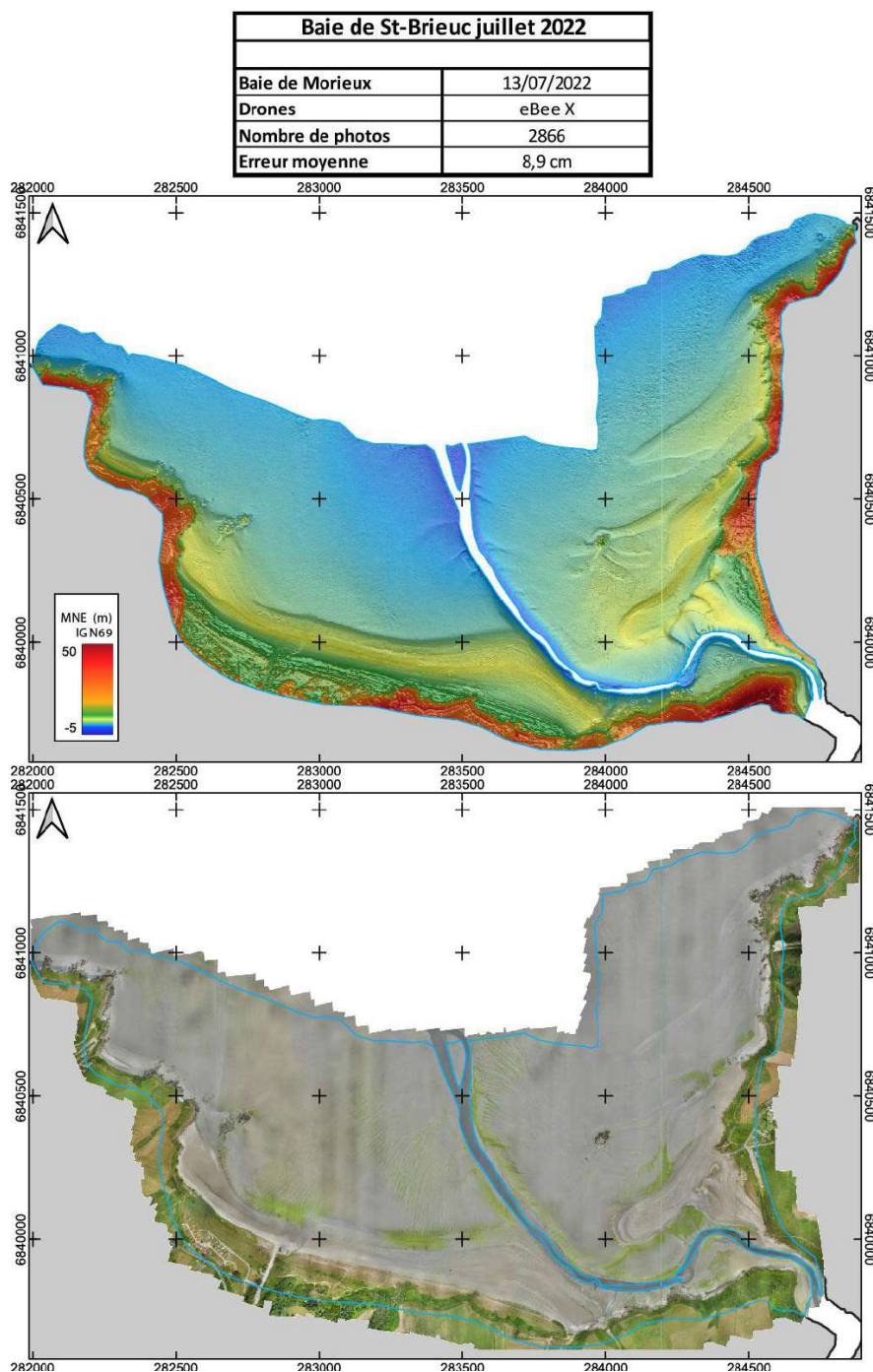


Figure 27 : Modèle Numérique d'Élévation et orthophotographie de la baie de Morieux.
Données acquises à l'aide d'un relevé par drone en juillet 2022 par le LGO.

4.2.1 Baie de Morieux

- Sur l'emprise commune pour la période de temps maximale d'acquisition (2018-2023) :

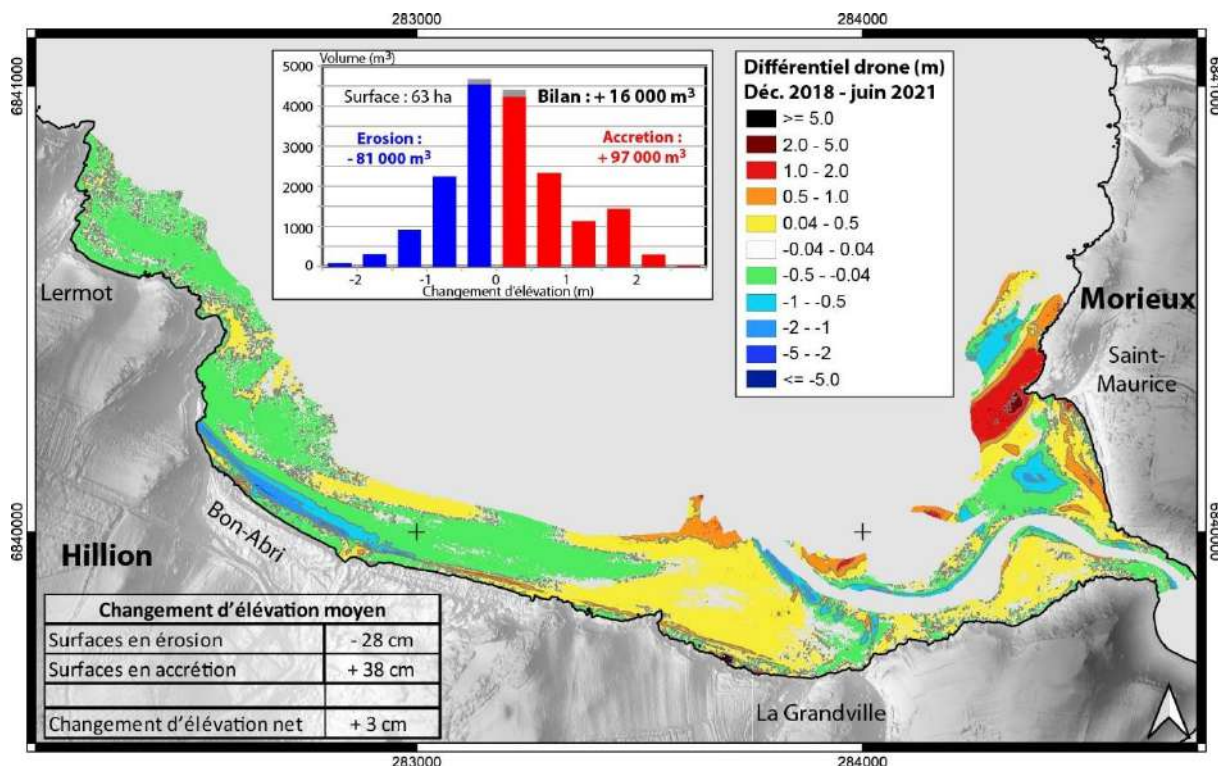


Figure 28 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2018 et 2021 pour la baie de Morieux.

Pour la baie de Morieux, l'emprise maximale sur le plus grand pas de temps est centrée sur le fond de baie depuis la plage de Lermot jusqu'à la plage de St-Maurice.

Entre décembre 2018 et juin 2021 (Fig. 28), la baie de Morieux présente un bilan sédimentaire global légèrement positif, estimé à +16 000 m³ ($\pm 16\ 000\ \text{m}^3$). Ce solde masque toutefois des volumes de sédiments déplacés importants, avec environ -81 000 m³ ($\pm 11\ 000\ \text{m}^3$) dans les zones en érosion et +97 000 m³ ($\pm 12\ 000\ \text{m}^3$) dans les secteurs en aggradation. L'analyse spatiale révèle un contraste marqué Est/Ouest : la partie occidentale, notamment face à Bon-Abri, subit des pertes nettes, tandis que les dépôts massifs se concentrent dans la partie orientale, autour du chenal du Gouessant. On y observe en particulier le déplacement vers le sud d'une flèche sableuse ancrée sur la côte de Saint-Maurice. Les marges du chenal présentent une légère érosion, mais son tracé général reste globalement stable.

Entre juin 2021 et juillet 2023 (Fig. 29), le bilan sédimentaire est fortement excédentaire, avec un gain net estimé à +155 000 m³ ($\pm 13\ 000\ \text{m}^3$). Les zones en érosion sont limitées, représentant seulement -19 000 m³ ($\pm 3\ 000\ \text{m}^3$), tandis que les surfaces en aggradation enregistrent un apport massif de +174 000 m³ ($\pm 13\ 000\ \text{m}^3$). Les disparités Est/Ouest sont alors moins marquées, laissant place à un ensablement généralisé. Le chenal principal conserve un tracé stable, mais ses marges montrent une tendance claire à l'engraissement. À proximité de Saint-Maurice, la flèche sableuse identifiée précédemment poursuit sa migration vers le sud, comblant progressivement la zone adjacente au chenal. De plus, une seconde flèche, localisée plus au nord, apparaît et mobilise déjà des volumes sédimentaires importants.

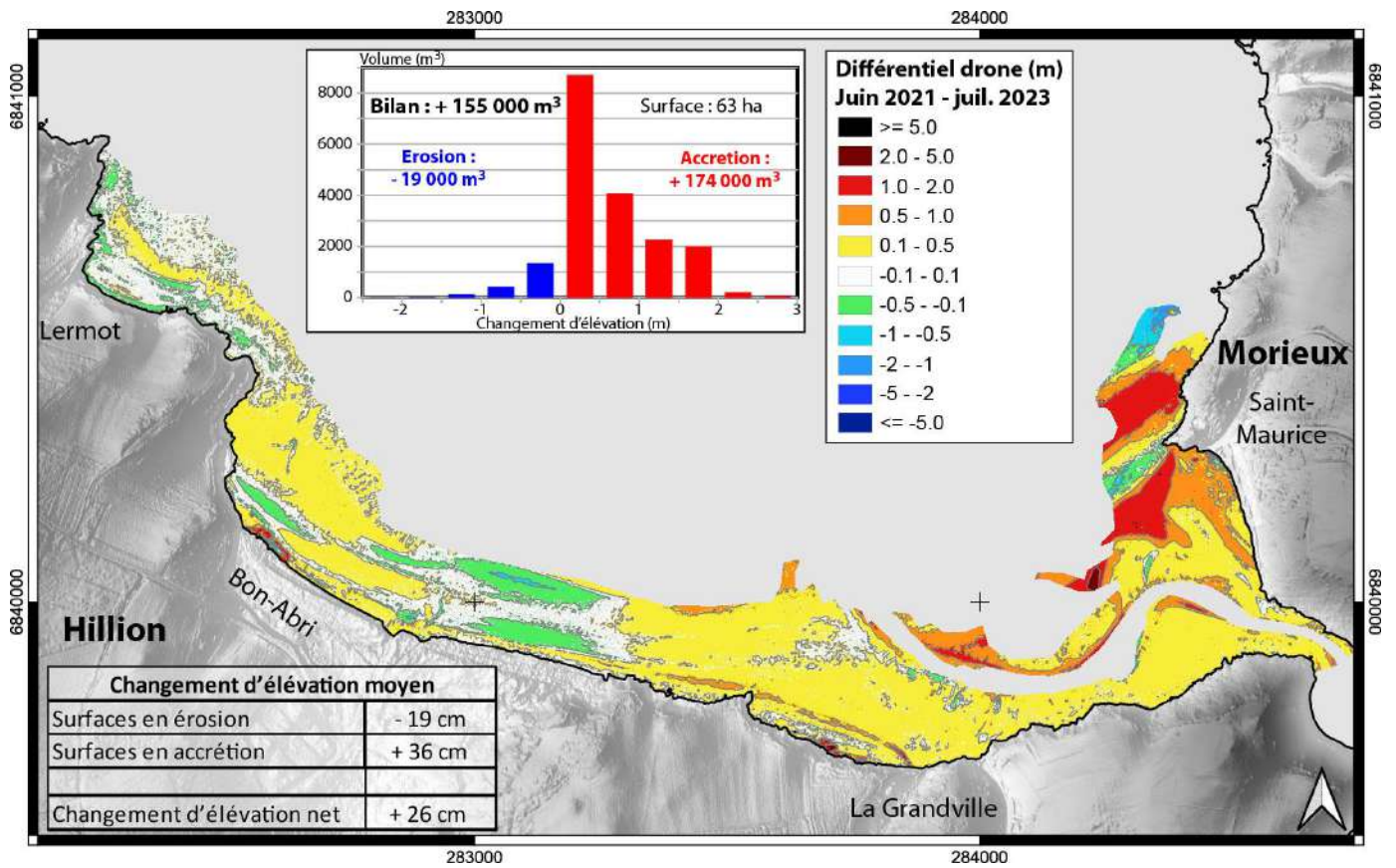


Figure 29 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2021 et 2023 pour la baie de Morieux.

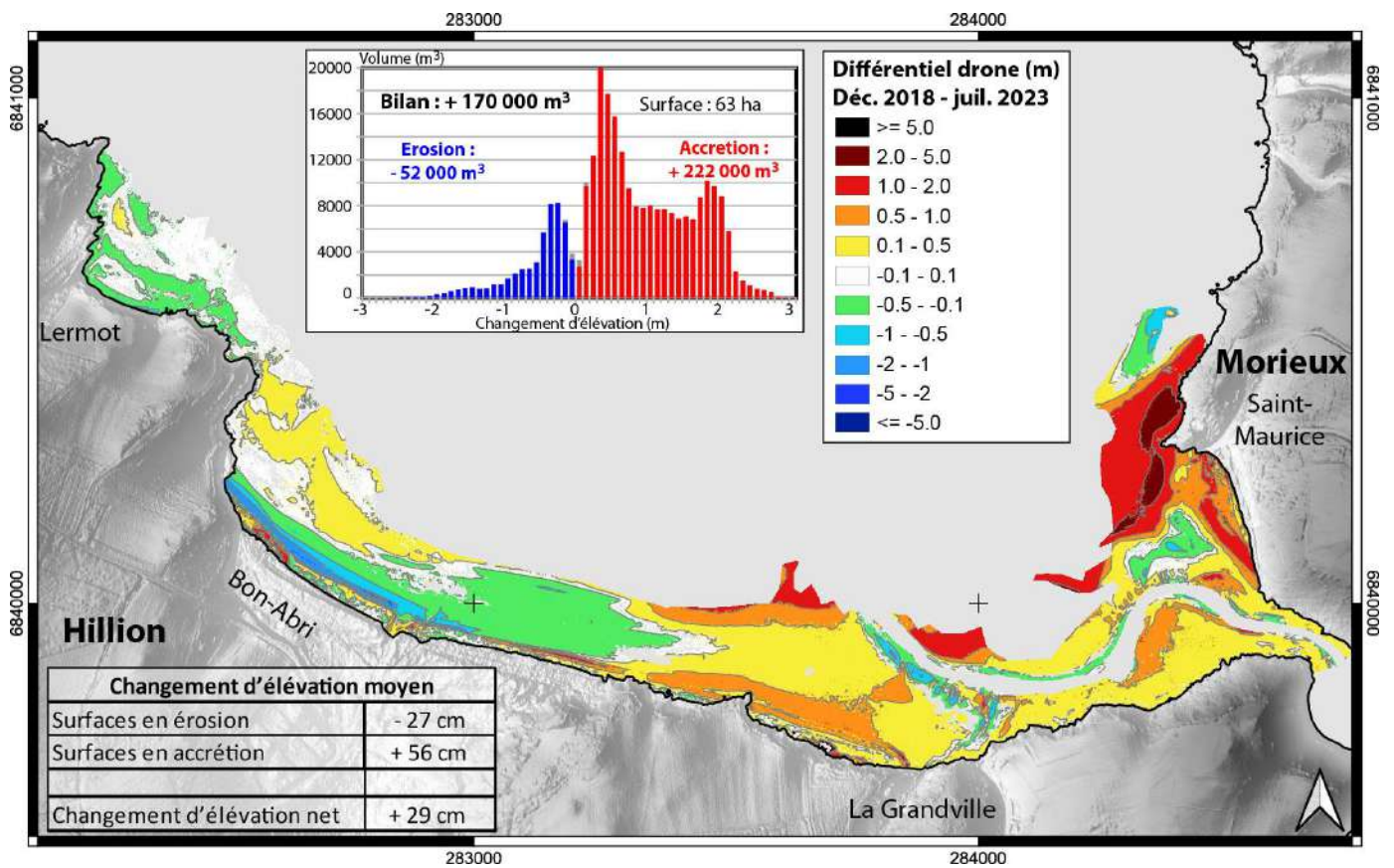


Figure 30 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2018 et 2023 pour la baie de Morieux.

Le **bilan sédimentaire** du secteur entre 2018 et 2023 (Fig. 30) affiche un excédent global de $+170\,000\text{ m}^3$ ($\pm 20\,000\text{ m}^3$), reflet d'une phase de **comblement nette et soutenue**. Les zones en érosion restent limitées, totalisant $-52\,000\text{ m}^3$ ($\pm 7\,000\text{ m}^3$), alors que les secteurs en accumulation atteignent $+222\,000\text{ m}^3$ ($\pm 19\,000\text{ m}^3$). En termes d'élévation moyenne, les surfaces en érosion présentent une baisse de l'ordre de -27 cm ($\pm 4\text{ cm}$), tandis que les zones en accrétion gagnent en moyenne $+56\text{ cm}$ ($\pm 5\text{ cm}$), soit un changement d'élévation net positif de $+29\text{ cm}$ ($\pm 3\text{ cm}$) sur l'ensemble de la zone étudiée. Cette dynamique est particulièrement **marquée du côté de Saint-Maurice**, où des barres sableuses avancent progressivement en s'ancrant sur la côte, contribuant fortement à l'ensablement local. Les marges du chenal du Gouessant montrent un gain topographique significatif, traduisant un engraissement latéral, même si l'axe principal du chenal reste relativement stable sur la période. **Les hauts de plage** à Saint-Maurice et La Granville enregistrent aussi des **apports massifs**, renforçant le caractère progradant de ce secteur. À l'inverse, la partie orientale, notamment face à **Bon-Abri**, concentre l'essentiel des pertes en volume, principalement sous forme **d'érosion des hauts de plage**. Une analyse plus fine des variations inter-vols drone (Fig. 31) confirme **cette tendance générale à l'engraissement**, avec cependant une **exception marquée en 2020**, où les volumes apparaissent localement en retrait, probablement en lien avec des réajustements des conditions hydrodynamiques et météo-marines.

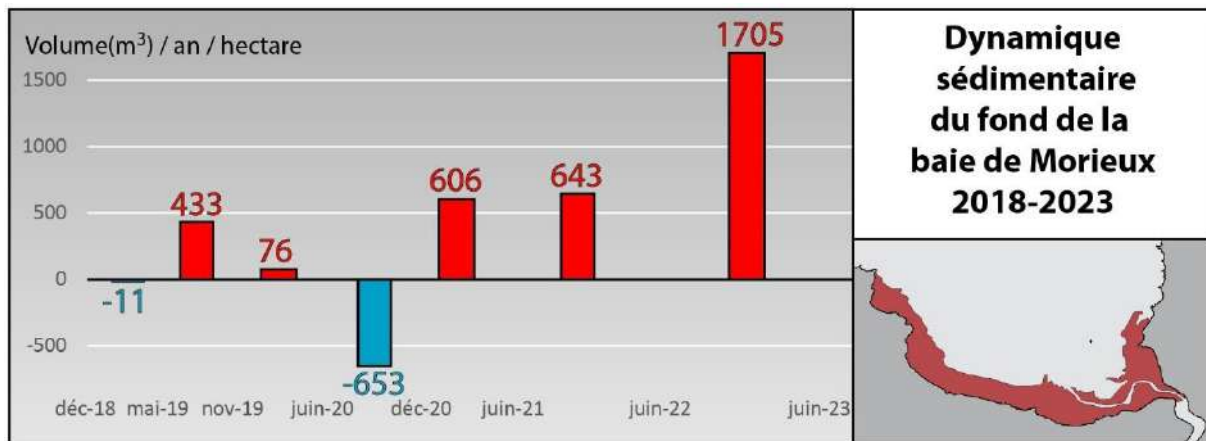


Figure 31 : Volumes sédimentaires en jeu entre 2018 et 2023 pour le fond de la baie de Morieux.

- Sur l'emprise maximale commune pour la période de temps d'acquisition (2020-2023) :

Sur l'emprise plus large analysée (274 ha), les bilans sédimentaires calculés entre juin 2020 et juin 2021 (Fig. 32) et entre juin 2020 et juillet 2023 (Fig. 33) confirment une tendance générale à l'ensablement, mais avec des nuances importantes selon les périodes.

Pour la période 2020–2021 (Fig. 32), le bilan net assez neutre, à $+17\,000\text{ m}^3$ ($\pm 50\,000\text{ m}^3$), résultant d'un équilibre entre les zones en érosion ($-233\,000\text{ m}^3$ ($\pm 35\,000\text{ m}^3$)) et les zones en accrétion ($+250\,000\text{ m}^3$ ($\pm 36\,000\text{ m}^3$)). Les changements d'élévation moyens atteignent -19 cm ($\pm 3\text{ cm}$) sur les surfaces en érosion et $+21\text{ cm}$ ($\pm 3\text{ cm}$) sur celles en accrétion, soit une moyenne nette limitée à $+1\text{ cm}$ ($\pm 2\text{ cm}$). L'essentiel des gains volumétriques est concentré autour du chenal du Gouessant et sur les flèches sableuses en progradation vers le Sud (150-200 mètres / an). À l'inverse, des pertes volumétriques localisées sont observées sur les hauts de plage, particulièrement dans la partie orientale face à Bon-Abri. Le Gouessant reste morphologiquement stable dans sa portion sud, où son tracé est fortement contraint par la topographie environnante. En revanche, sa section médiane montre une réduction progressive de sa sinuosité, avec une tendance à rectifier son tracé sur 250 mètres de large et à lisser le méandre initial.

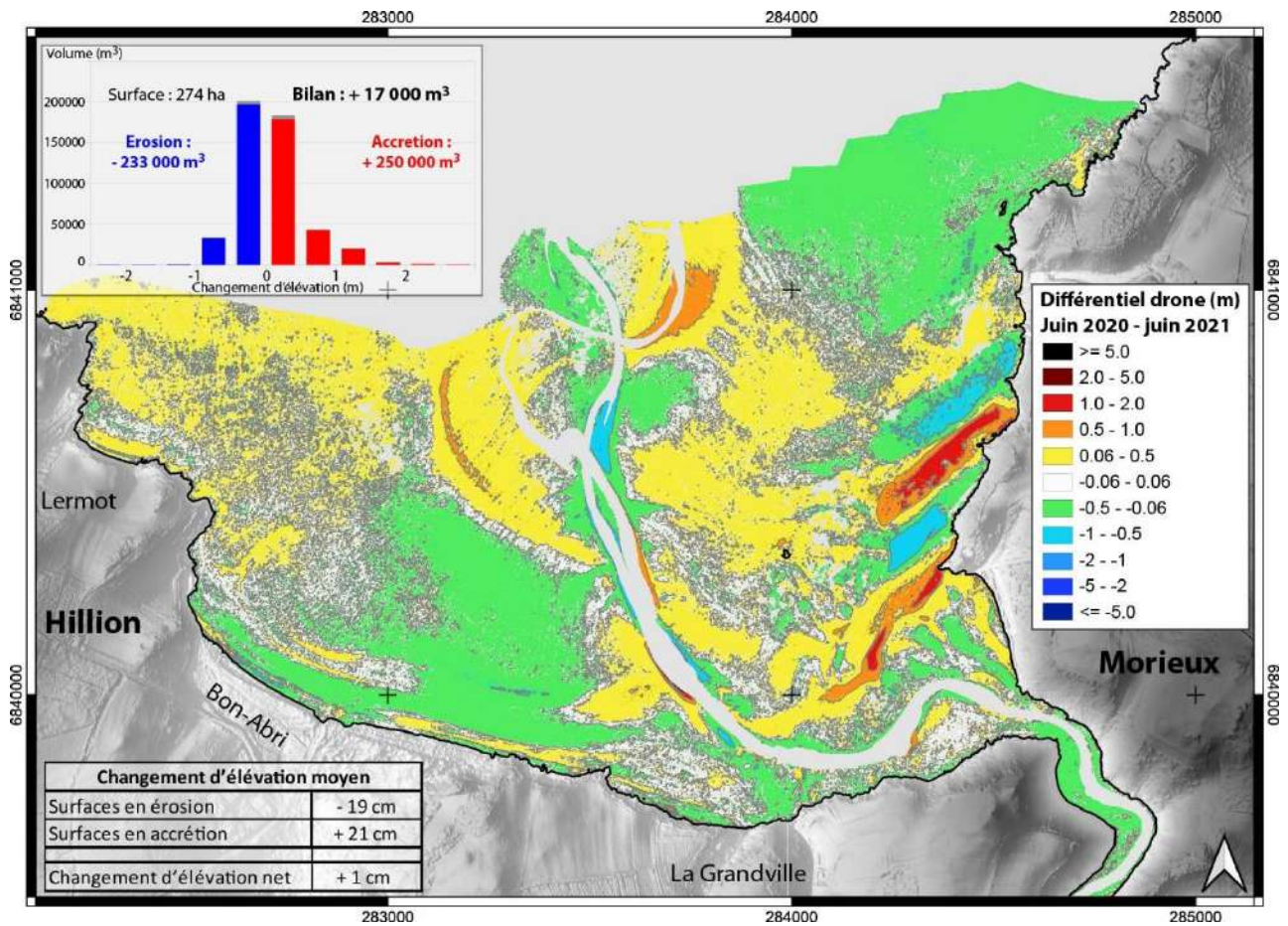


Figure 32 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise maximale totale entre 2020 et 2021 pour la baie de Morieux.

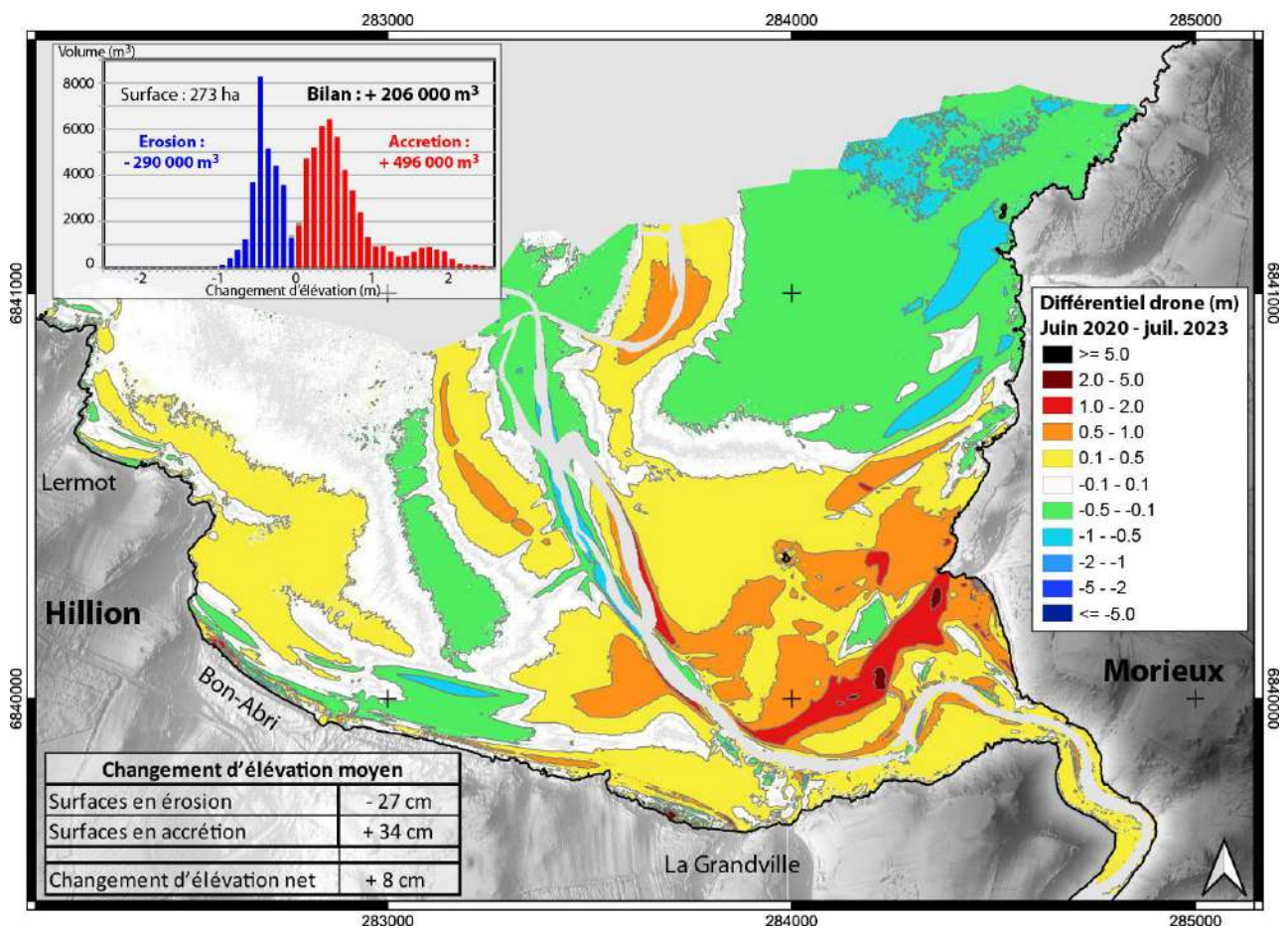


Figure 33 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise maximale totale entre 2020 et 2023 pour la baie de Morieux.

Sur la période plus longue 2020–2023 (Fig. 33), le bilan devient très excédentaire, atteignant $+206\,000\text{ m}^3$ ($\pm 47\,000\text{ m}^3$), grâce à des apports massifs en accrétion ($+496\,000\text{ m}^3$ ($\pm 36\,000\text{ m}^3$)) largement supérieurs aux pertes ($-290\,000\text{ m}^3$ ($\pm 29\,000\text{ m}^3$)). Les changements d'élévation moyens enregistrés sont de -27 cm ($\pm 3\text{ cm}$) pour les surfaces érodées et de $+34\text{ cm}$ ($\pm 2\text{ cm}$) pour les surfaces en accrétion, avec un changement net moyen de $+8\text{ cm}$ ($\pm 2\text{ cm}$). Cette phase traduit un engraissement généralisé du fond de baie, avec une progression marquée des barres et flèches sableuses (vitesse de déplacement toujours estimée à 150-200 mètres /an), ainsi qu'un épaissement des dépôts le long des marges Sud du chenal.

Sur la période 2020-2023, la réduction des méandres (avec comblements) dans la section médiane du Gouessant reste marquée, avec un chenal qui continue de tendre vers un tracé plus rectiligne.

On notera que la partie Nord-Est de la baie présente globalement un bilan sédimentaire négatif, traduisant des pertes de volumes notables, alors même qu'il s'agit d'une zone d'entrée importante des apports sableux alimentant les bancs intertidaux. Cette observation suggère une dynamique contrastée s'inscrivant dans des cycles de transfert différé. Ces résultats témoignent d'un fonctionnement saisonnier et/ou pluriannuel des échanges sédimentaires entre les zones d'entrée et les zones d'accumulation, avec des temps de réponse différenciés selon les compartiments morpho-sédimentaires.

La comparaison de ces deux périodes met en lumière un **renforcement des tendances d'accumulation**, avec non seulement une **augmentation des volumes**, mais aussi une **extension spatiale des surfaces concernées par l'accrétion**. Ce bilan positif, observé à l'échelle multiannuelle, pourrait être lié à une combinaison de facteurs, incluant des conditions hydro-sédimentaires favorables, une disponibilité accrue en sédiments, et possiblement une moindre fréquence d'événements érosifs majeurs sur cette période.

4.2.2 Baie d'Yffiniac

Dans cette section, nous analysons les figures issues des relevés drone sur la **surface commune maximale** suivie entre 2019 et 2023, dans la **partie centrale de l'anse d'Yffiniac**, en nous concentrant exclusivement sur la **partie intertidale sans végétation**. Le **schorre** a en effet été volontairement masqué, car la technique photogrammétrique utilisée ne permet pas de distinguer un changement d'élévation lié à l'arrivée ou la perte de sédiments de celui provoqué par une variation dans la hauteur de la végétation (contrairement, par exemple, aux mesures LiDAR). Cette approche garantit donc une lecture fiable des évolutions morphologiques sur les zones nues, là où les dynamiques sédimentaires et hydrodynamiques s'expriment pleinement.

Sur la période 2019–2021 (Fig. 34), la baie d'Yffiniac, sur la zone centrale comprise entre Langueux à l'Ouest et Hillion à l'Est, présente un bilan sédimentaire global proche de l'équilibre, avec un gain net estimé à $+31\,000\text{ m}^3$ ($\pm 30\,000\text{ m}^3$), soit une variation non significative au regard de l'incertitude. Les changements topographiques moyens restent modestes, à $+2\text{ cm}$ ($\pm 2\text{ cm}$). Les zones en érosion affichent une perte de $-91\,000\text{ m}^3$ ($\pm 18\,000\text{ m}^3$), correspondant à un abaissement moyen de -18 cm ($\pm 4\text{ cm}$), concentré autour des chenaux principaux à l'Est (secteur d'Hillion) et avant les marges Nord du schorre (secteur de Langueux). À l'inverse, les zones en accrétion enregistrent un gain de $+122\,000\text{ m}^3$ ($\pm 24\,000\text{ m}^3$), avec un rehaussement moyen de $+18\text{ cm}$ ($\pm 4\text{ cm}$), particulièrement le long de la côte de Hillion ainsi qu'entre le schorre et le chenal principal (avec la progression d'une barre sableuse notable). Le chenal principal tend à rectifier son tracé en face de l'Hôtellerie, perdant progressivement sa sinuosité au profit d'un parcours plus direct.

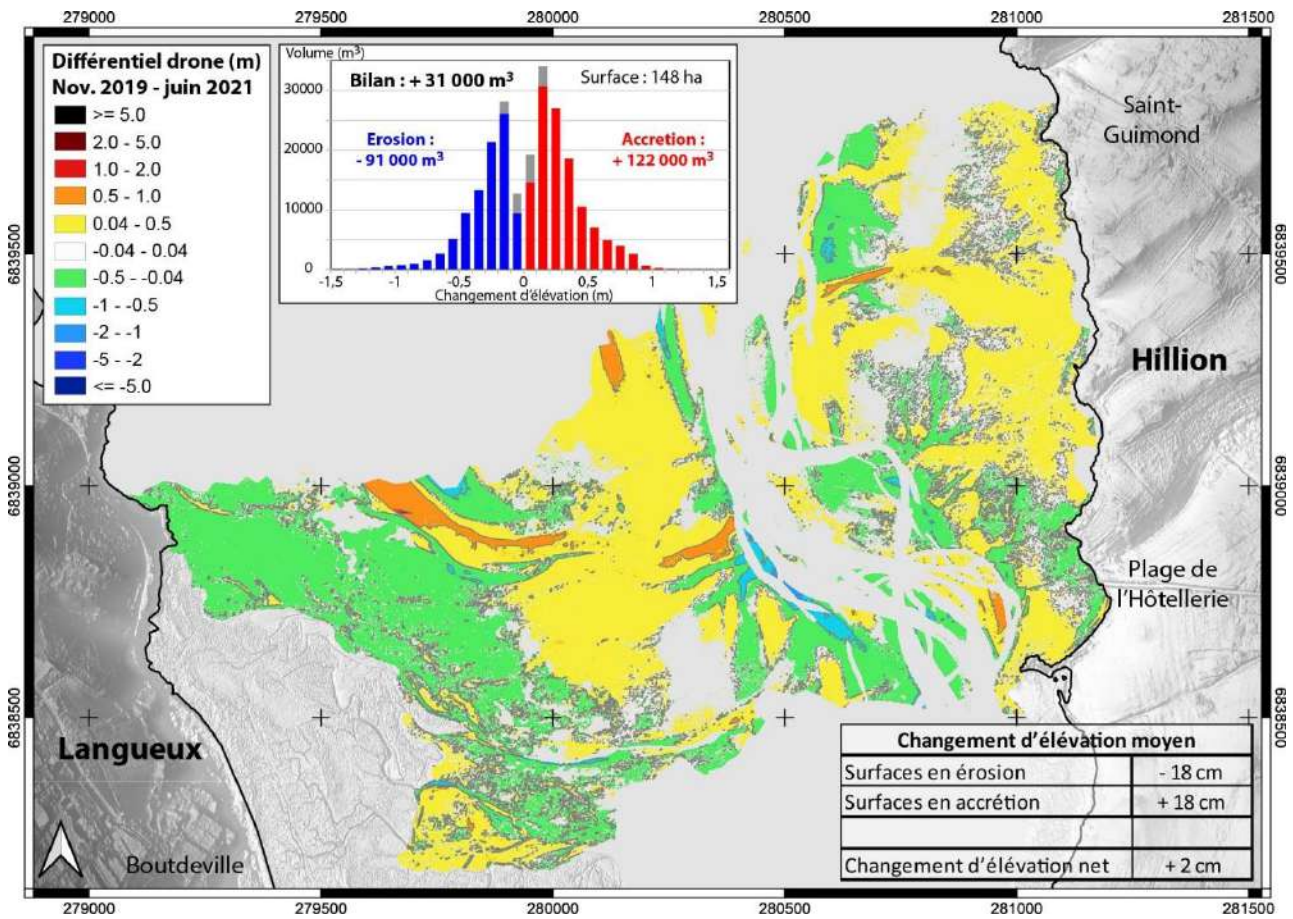


Figure 34 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2019 et 2021 pour la baie d'Yffiniac

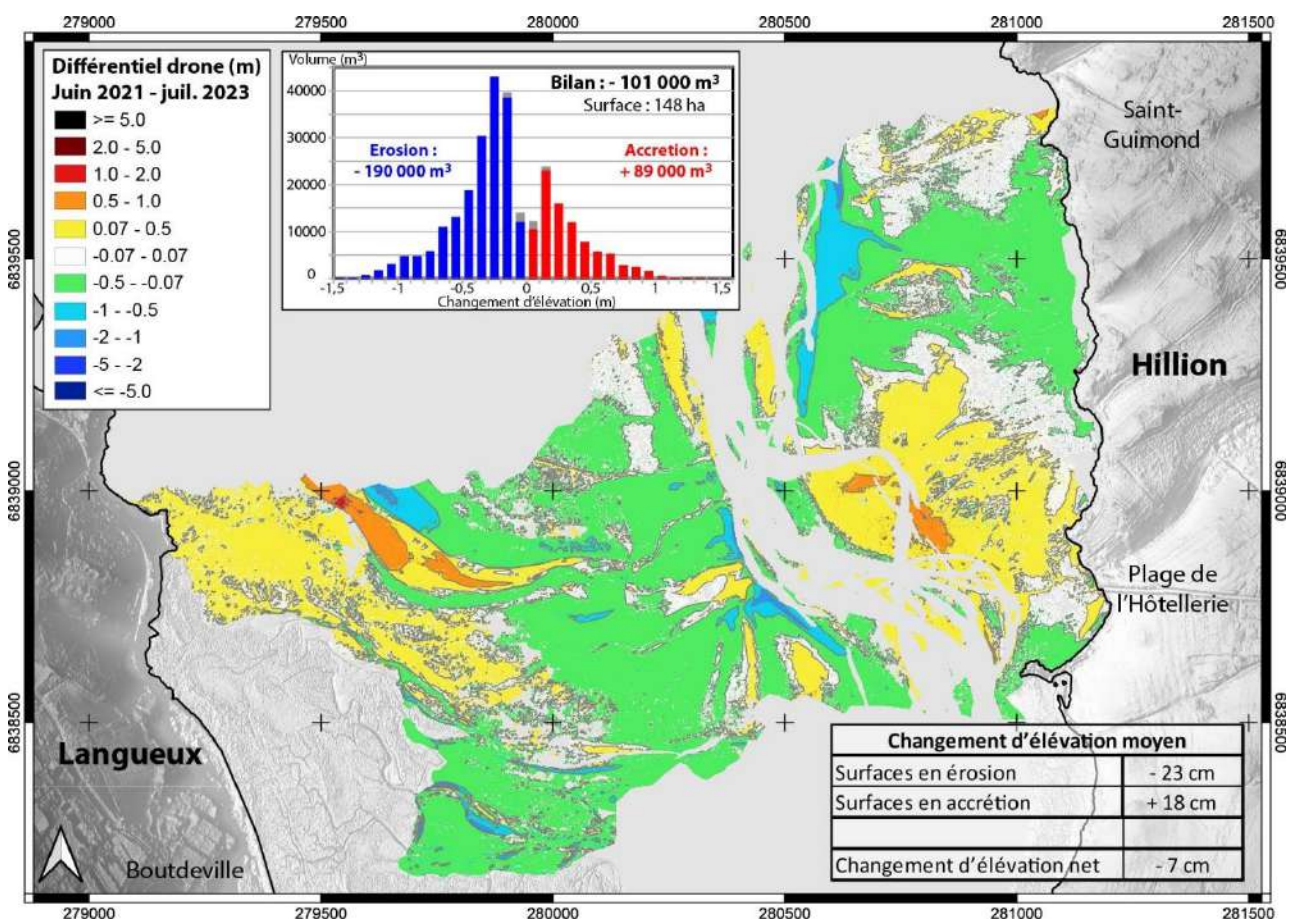


Figure 35 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2021 et 2023 pour la baie d'Yffiniac

Sur la période 2021–2023 (Fig. 35), la zone analysée présente une dynamique globalement érosive, avec un bilan net négatif de $-101\,000\text{ m}^3$ ($\pm 28\,000\text{ m}^3$). Les apports sédimentaires, totalisant $+89\,000\text{ m}^3$ ($\pm 15\,000\text{ m}^3$), restent insuffisants pour compenser les pertes volumétriques estimées à $-190\,000\text{ m}^3$ ($\pm 24\,000\text{ m}^3$). Les variations altimétriques moyennes demeurent modérées, avec un rehaussement de $+18\text{ cm}$ ($\pm 3\text{ cm}$) sur les zones en accrétion, une incision moyenne de -23 cm ($\pm 3\text{ cm}$) sur les zones érodées, aboutissant à un abaissement net de -7 cm ($\pm 2\text{ cm}$) sur l'ensemble des surfaces en évolution. Cette phase marque une inversion de tendance par rapport à la période précédente. Les marges nord du schorre sont en accumulation, tandis que la barre sableuse située immédiatement au nord progresse vers le sud-ouest, s'avancant d'environ 100 m en deux ans en direction du schorre. Dans la partie centrale, autour du chenal principal, on observe une perte nette de sédiments, à l'exception du secteur adjacent à la plage de l'Hôtellerie. Morphologiquement, le chenal principal tend à retrouver une configuration plus sinueuse en face de l'Hôtellerie, tandis que sa section nord conserve une trajectoire rectiligne, ponctuée toutefois par des migrations latérales.

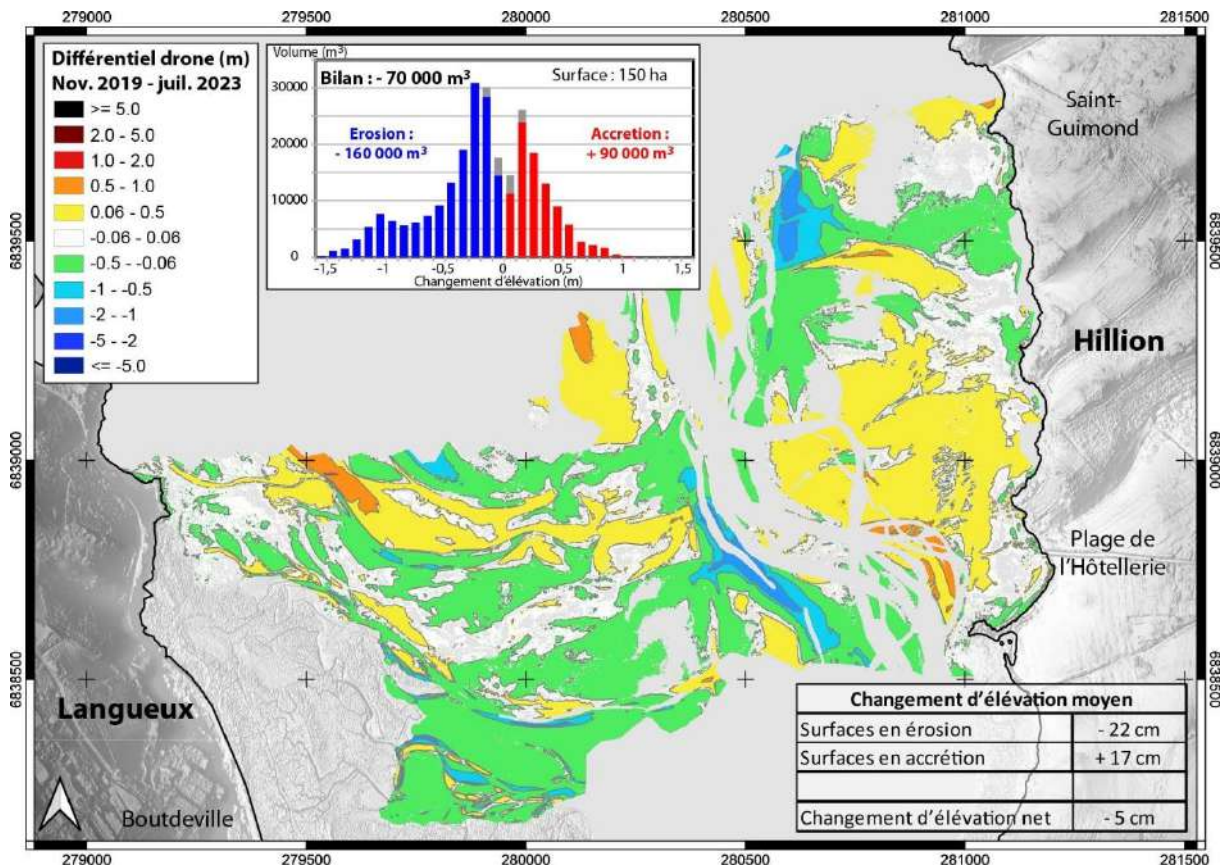


Figure 36 : Modèle différentiel topographique sur l'emprise commune maximale entre 2018 et 2023 pour la baie d'Yffiniac

Sur l'ensemble de la période 2019–2023, la zone médiane de la baie d'Yffiniac suivie par relevés aériens révèle une tendance générale à la perte sédimentaire, avec un bilan net négatif de $-70\,000\text{ m}^3$ ($\pm 27\,000\text{ m}^3$). Les secteurs en érosion, totalisant $-160\,000\text{ m}^3$ ($\pm 22\,000\text{ m}^3$), surpassent largement les zones en accrétion, qui enregistrent $+90\,000\text{ m}^3$ ($\pm 15\,000\text{ m}^3$). Les variations altimétriques moyennes restent modérées, avec un rehaussement de $+17\text{ cm}$ ($\pm 3\text{ cm}$) dans les zones en dépôt et un abaissement moyen de -22 cm ($\pm 3\text{ cm}$) dans les zones érodées, pour une variation nette de -5 cm ($\pm 2\text{ cm}$) sur l'ensemble des surfaces concernées. Cette tendance globale à l'érosion masque toutefois des dynamiques locales très contrastées. Les marges du schorre montrent une légère perte, tandis que l'on

observe des ajustements latéraux des petits chenaux de vidange issus du schorre. Par ailleurs, le banc principal avance vers le sud-ouest, progressant d'environ 200 m sur 3,5 ans. Le chenal principal connaît d'importantes migrations latérales dans sa portion sud, générant des variations altimétriques marquées mais spatialement restreintes, alors qu'au nord, il se divise et s'élargit tout en conservant une trajectoire rectiligne. Enfin, le secteur situé en face de Hillion présente globalement une accrétion diffuse.

✔ Comparatif des dynamiques sédimentaires (2018–2023)

L'analyse comparée des dynamiques sédimentaires sur **ces périodes et emprises restreintes** met en lumière **deux fonctionnements distincts** au sein de la baie de Saint-Brieuc. D'un côté, la **baie de Morieux** apparaît comme un secteur en phase de **comblement actif**, largement alimenté par le remaniement et la redistribution des sédiments via le chenal du Gouessant, qui agit comme un moteur clé de la dynamique côtière locale. De l'autre, le **centre de la baie d'Yffiniac** se caractérise par une **balance sédimentaire plus fragile et contrastée**, où les apports diffus peinent à compenser les pertes, notamment autour des chenaux centraux. Ces contrastes révèlent des différences marquées dans les processus de transport, de stockage et de redistribution des sédiments, soulignant **l'importance des forçages morphodynamiques locaux** (formes de chenaux, connectivité des bancs, marges de schorre) dans le façonnement de l'évolution à court terme de ces systèmes intertidaux.

5. Conclusion

L'analyse multi-temporelle réalisée sur les données (drone et LiDAR) entre 2011 et 2023 met en évidence une dynamique globale de **comblement progressif du fond de baie**, malgré des **variabilités spatiales locales** notables. Ce comblement résulte à la fois d'un **apport diffus de sédiments** et de la **migration active de barres sableuses**, qui progressent préférentiellement selon un **axe nord-est / sud-ouest**, avec une **tendance à l'ancrage le long des côtes**. Ces barres, très mobiles, avancent à des vitesses estimées entre **3 et 10 mètres par mois**, traduisant une dynamique littorale particulièrement active.

Sur l'ensemble de la décennie, les deux baies (Yffiniac et Morieux) présentent des **taux de comblement comparables**, de l'ordre de **450 m³/ha**, en cohérence avec une élévation moyenne du **niveau marin d'environ 3 mm/an**. Les **zones intertidales non végétalisées** agissent comme des **zones de transit temporaire** pour les sédiments, alternant entre **érosion et accumulation**, selon des **cycles naturels** influencés par l'**ouverture à la mer** et la **présence de chenaux de vidange**.

Les **chenaux**, en particulier dans les secteurs où ils sont **latéralement peu contraints**, montrent une forte **mobilité latérale**, accentuée par les **réajustements morphologiques** liés au comblement général. À l'inverse, dans les fonds de baie plus encaissés, les chenaux sont plus **stables en planimétrie**, mais jouent un rôle essentiel dans la **reprise et la redistribution des sédiments**, contribuant à la **réalimentation du système sédimentaire aval**. Ce rôle est particulièrement marqué pour le **chenal du Gouessant** dans la baie de Morieux, qui agit comme un **vecteur actif de recyclage sédimentaire** (Fig. 37).

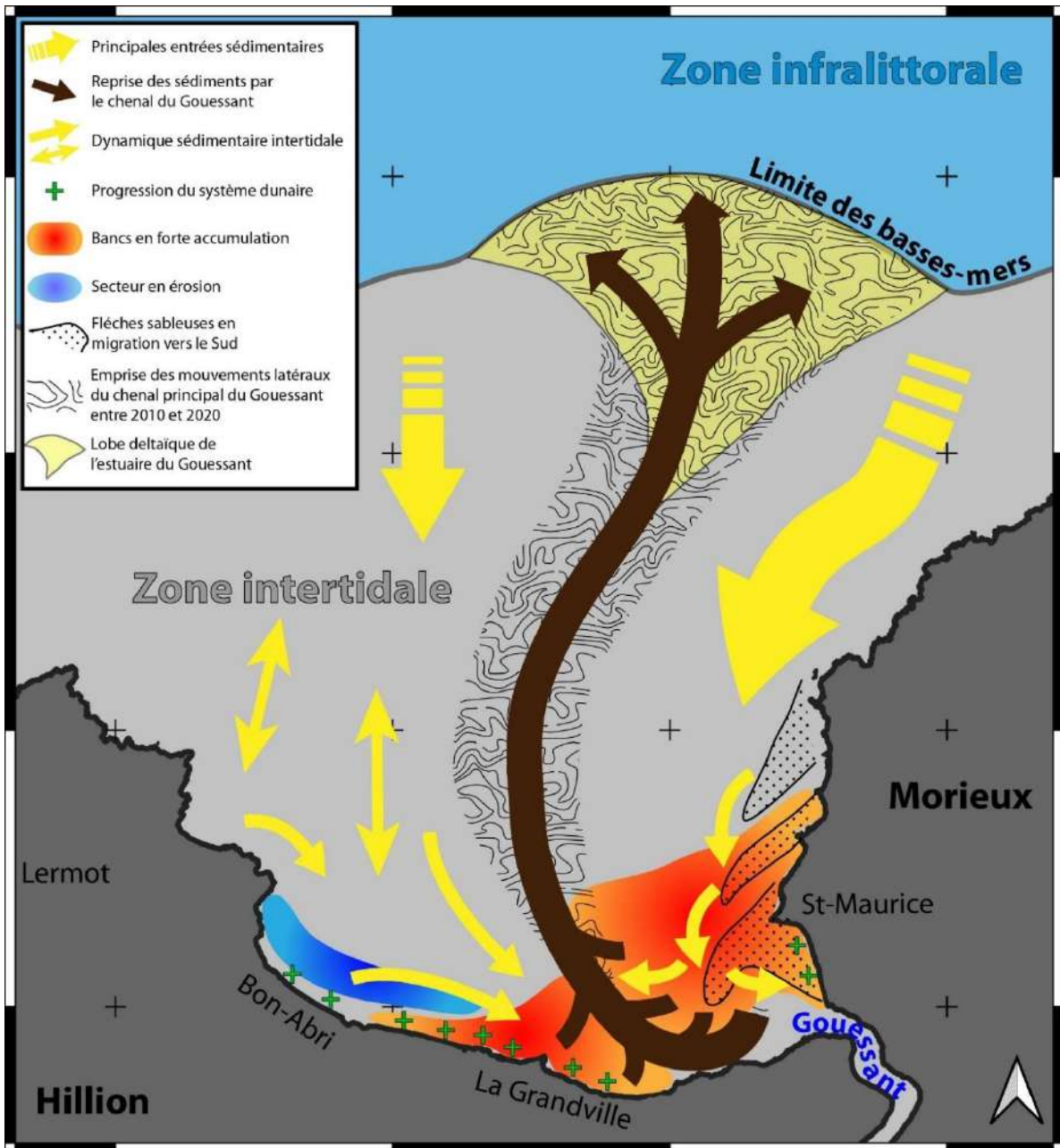


Figure 37 : schéma fonctionnel de la dynamique sédimentaire de la baie de Morieux.

Concernant la trajectoire des **barres sableuses**, leur dynamique diffère légèrement entre les deux baies :

- **En baie de Morieux** (Fig. 37), les barres transitent par la **zone intertidale** qu'elles contribuent à rehausser, avant de **s'accumuler en fond de baie**, notamment dans l'**estuaire du Gouessant**, favorisant l'**engraissement des hauts de plage** et la **progression du système dunaire**.
- **En baie d'Yffiniac** (Fig. 38), l'entrée des barres sableuses est plus contrastée. Sur le secteur occidental (vers Plérin), l'**absence de chenaux majeurs permet une migration plus libre des barres**, qui progressent directement vers le Sud-Ouest puis vers le Sud. Sur le reste de la zone intertidale, les barres sont **remaniées à leur arrivée par les chenaux du Gouët et de l'Urne**, qui influencent leur trajectoire initiale. Par la suite, ces barres poursuivent leur migration vers le Sud, **soit librement, soit en s'ancrant localement le long des marges côtières**, jusqu'à contribuer au comblement progressif du **secteur Sud-Ouest**, en lien avec l'**expansion du schorre**.

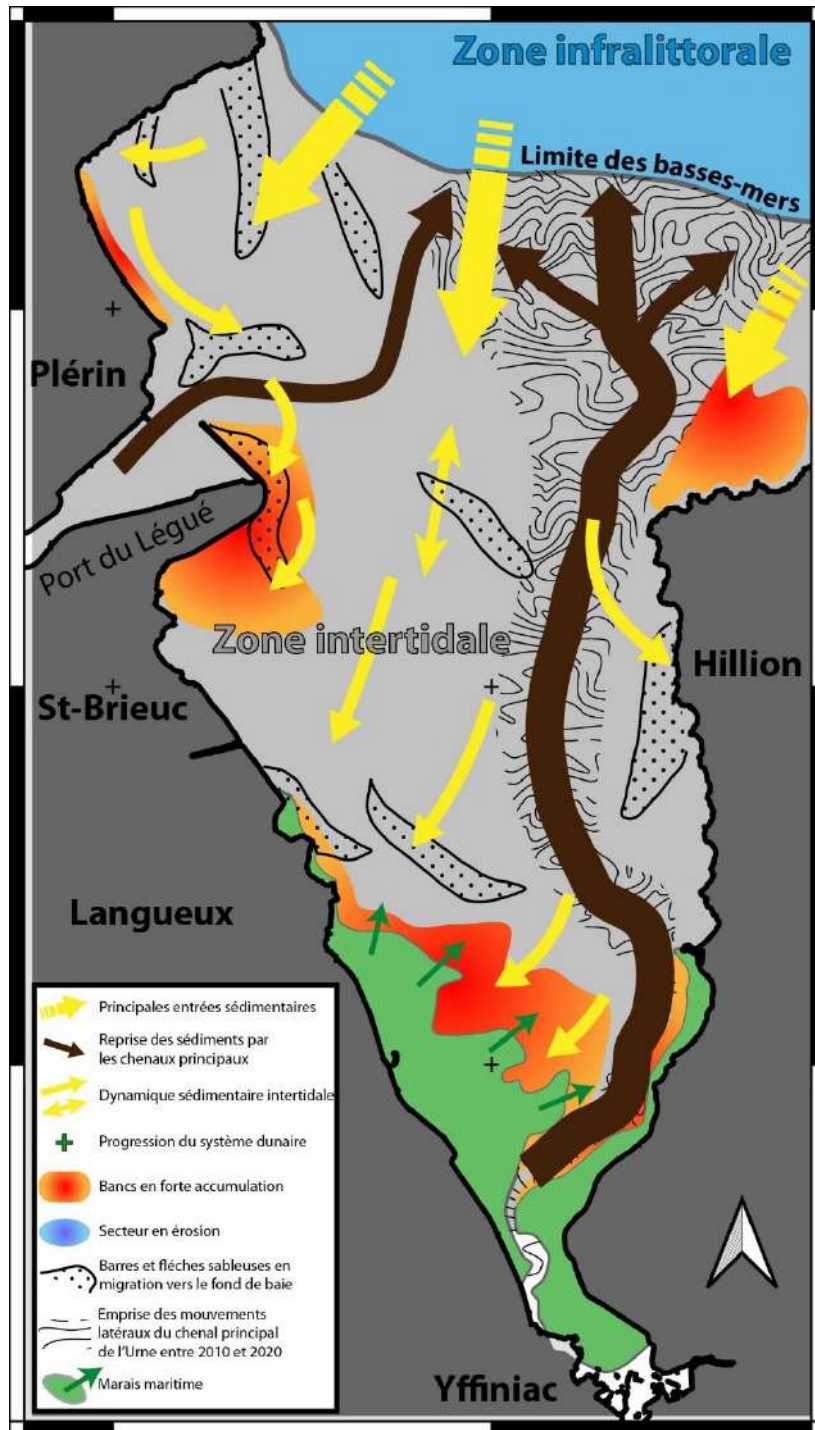


Figure 38 : schéma fonctionnel de la dynamique sédimentaire de la baie d'Yffiniac.

Un secteur particulier autour du port du Légué se distingue par une accumulation sableuse importante, à la fois en volume et en extension, mais dont la progression vers le sud reste limitée, suggérant un fonctionnement local plus isolé du reste du système.

Cette analyse à l'échelle décennale met en évidence le rôle central des processus tidaux et des interactions chenaux-bancs dans la structuration et la redistribution des volumes sédimentaires. La morphodynamique intertidale varie fortement selon l'échelle temporelle conditionnée entre les processus tidaux et les forcings océano-météorologiques (houles, tempêtes) qui pilotent les réajustements morphologiques rapides (Traoré, 2022).

Bibliographie

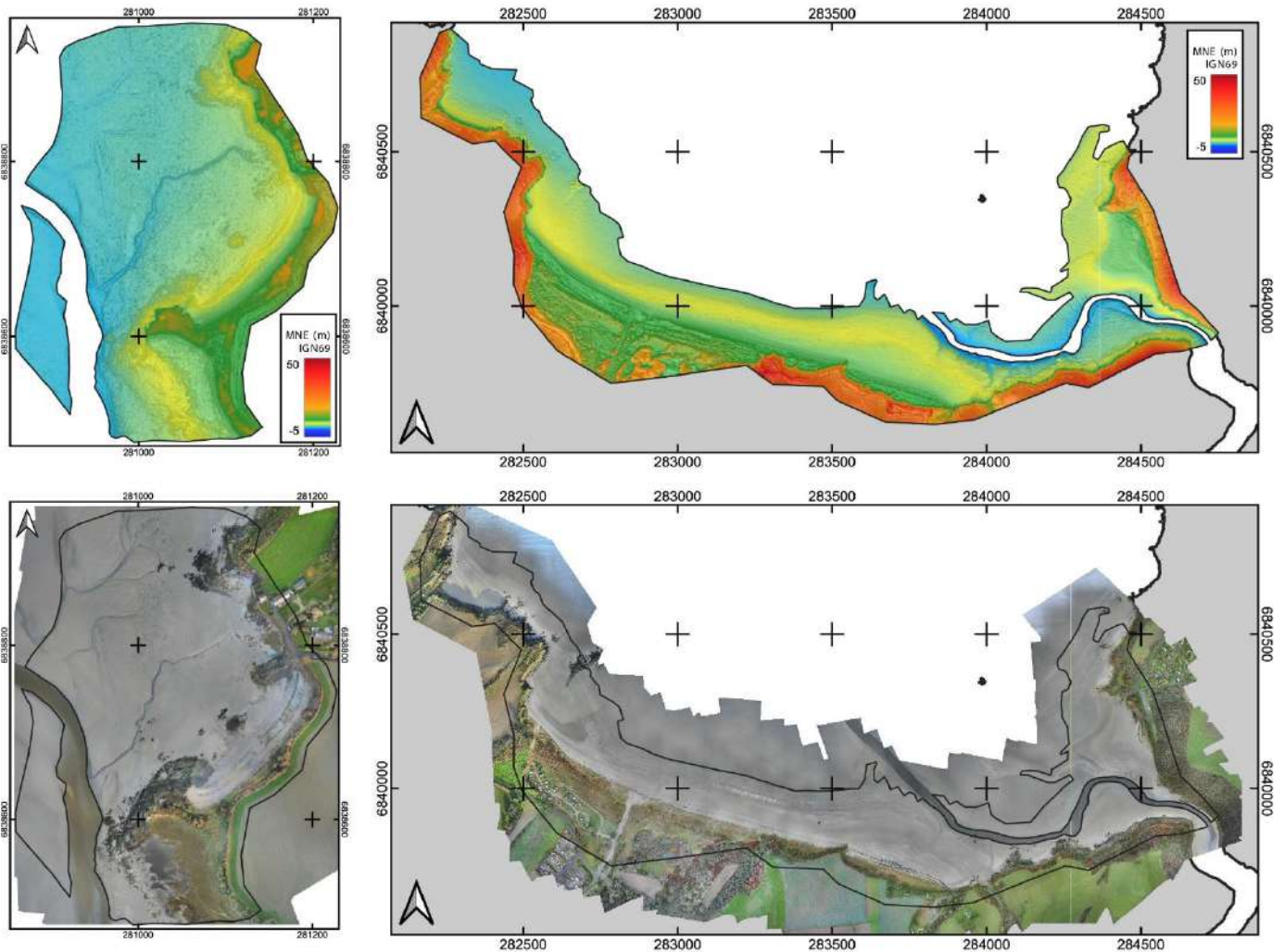
- Augris, C., Chantal S, B.-c., Garreau, P., Guenoc, P., Guénoilé, A., Hamon, D., and Houlgate, E. (1996). Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor).
- Bousquet-Bressolier C., Bonnot-Courtois C. (1998). Géomorphologie et vulnérabilité des rivages de la baie de Saint-Brieuc. In: *Noroi*, n°179, Juillet-Septembre 1998. pp. 495-506. DOI : <https://doi.org/10.3406/noroi.1998.6890>
- Brunier, G., Fleury, J., Anthony, E. J., Gardel, A., & Dussouillez, P. (2016). Close-range airborne Structure-from-Motion Photogrammetry for high-resolution beach morphometric surveys: examples from an embayed rotating beach. *Geomorphology*, 76-88.
- Estournes G., Menier D. (2024). Etude de la couverture sédimentaire meuble en domaine subtidal de la Baie de Saint-Brieuc.
- Flemming, B. W. (1980). Sand transport and bedform patterns on the continental shelf between Durban and Port Elizabeth (southeast African continental margin). *Sedimentary Geology*, 26(1) :179–205. ISSN 0037-0738. doi : [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(80\)90011-1](https://doi.org/10.1016/0037-0738(80)90011-1).
- Gonçalves, J., & Henriques, R. (2015). UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 101-111.
- IPCC, 2023: Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
- James, M. R., & Robson, S. (2012). Straightforward reconstruction of 3D surfaces and topography with a camera: accuracy and geoscience application. *Journal of Geophysical Research*.
- Larsonneur, C., Auffret, J.-P., Caline, B., Gruet, Y., and Lautridou, J.-P. (1994). The Bay of Mont-Saint-Michel: A sedimentation model in a temperate macrotidal environment. *Senckenbergiana Maritima*. Frankfurt/Main, 24(1) :3–63. ISBN : 0080-889X.
- Le Gall R., 2019. La photogrammétrie associée aux drones : évolution des techniques de suivis topographiques du littoral. Cas de l'anse de Suscinio. Rapport de Master 2. 43p.
- Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc (2014). Evolution morpho-sédimentaire de fond de baie de 1987 à 2011. https://www.reservebaiedesaintbrieuc.com/fileadmin/RESERVE_DE_LA_BAIE/GERER/fonctionnalite_ecologique/cartographie/sediment-baie.pdf
- Sturbois a., Bioret F. (2018). Historique et évolutions récentes des végétations du marais maritime de l'anse d'Yffiniac - Baie de Saint-Brieuc - 1979-2012. *Cartographie - Analyse diachronique – Inventaire phytocénétique - Conservation*. Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc, 52 pages.
- Traoré, K. (2018). Détection de changements par photogrammétrie SfM en contexte de côtes rocheuses.

- Traoré, K., Menier, D., Gensac, E., Le Roy, P., Lambert, C., Bessin, P., Pedoja, K., Duperret, A., and Le Gall, R. (2021). Evolution of a Holocene banner bank controlled by morphodynamics and structural setting of a macrotidal coast: Saint-Brieuc Bay (NWEurope). *Geoscience Frontiers*, 12(5) :101183. ISSN 1674-9871. doi : 10.1016/j.gsf.2021.101183.
- Traoré Kalil (2022). Architecture de couverture sédimentaire et enregistrement des fluctuations climatiques : Baie de Saint-Brieuc. Thèses de doctorat en Sciences de la Terre. Université Bretagne Sud. <https://theses.hal.science/tel-04427281>
- Wheaton J. M. (2008). Uncertainty in morphological sediment budgeting of rivers. Thesis.
- Wheaton J. M., Brasington J., Darby S. E., Sear D. A. (2009). Accounting for uncertainty in DEMs from repeat topographic surveys: improved sediment budgets. *Earth Surface Processes And Landforms* 35, pp. 136-156

Annexes

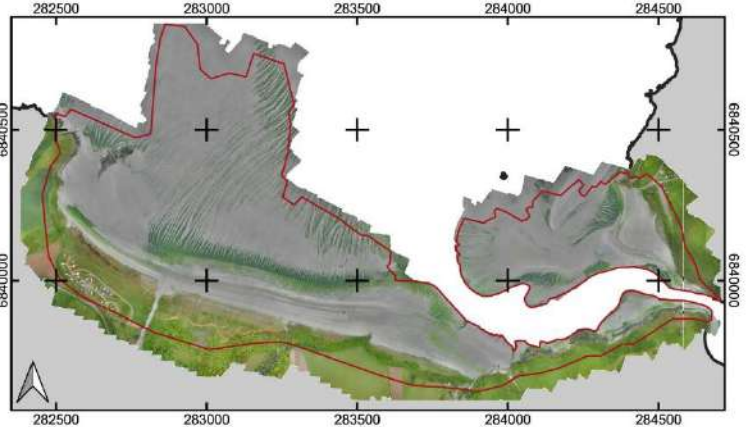
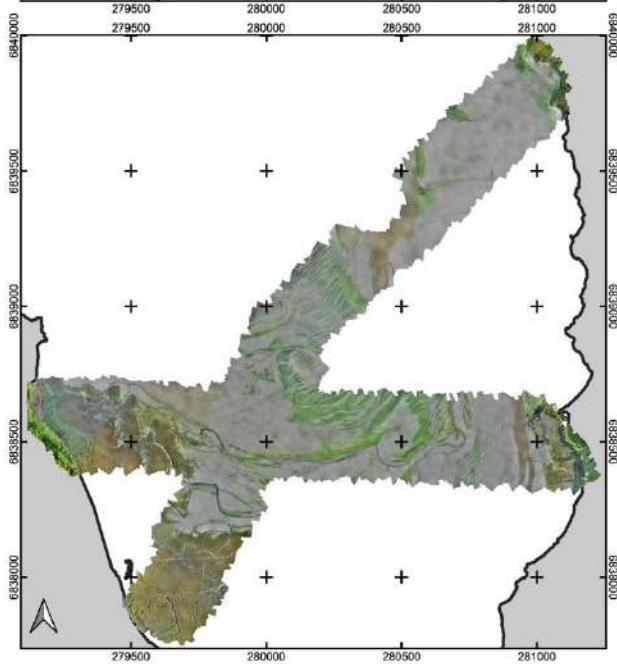
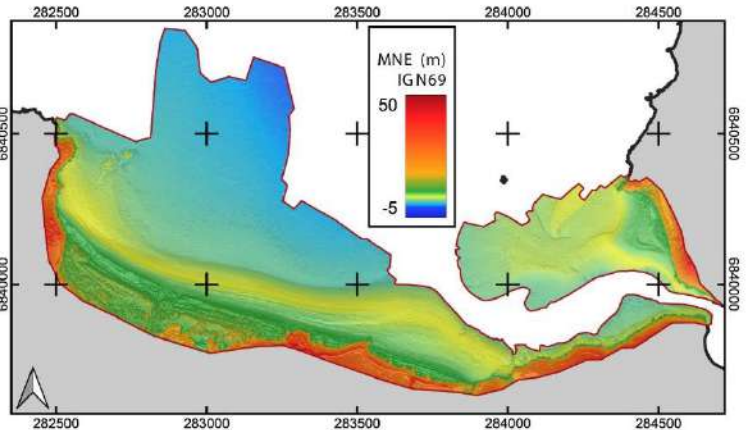
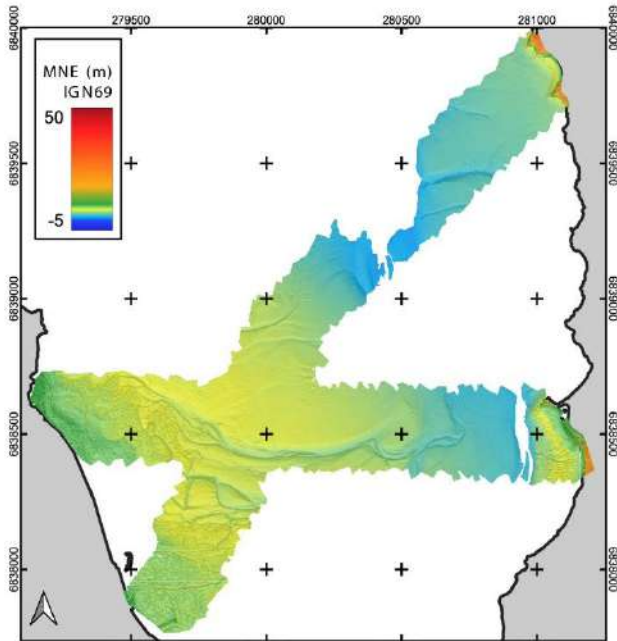
- Données des levés drones par le laboratoire Geo-Ocean de l'Université Bretagne Sud

Baie de St-Brieuc déc. 2018			
Plage de l'Hôtellerie	19/12/2018	Baie de Morieux	20/12/2018
Drones	eBee Plus + Phantom 4	Drones	eBee Plus
Nombre de photos	98	Nombre de photos	577
Erreur moyenne	2.3 cm	Erreur moyenne	3.2 cm



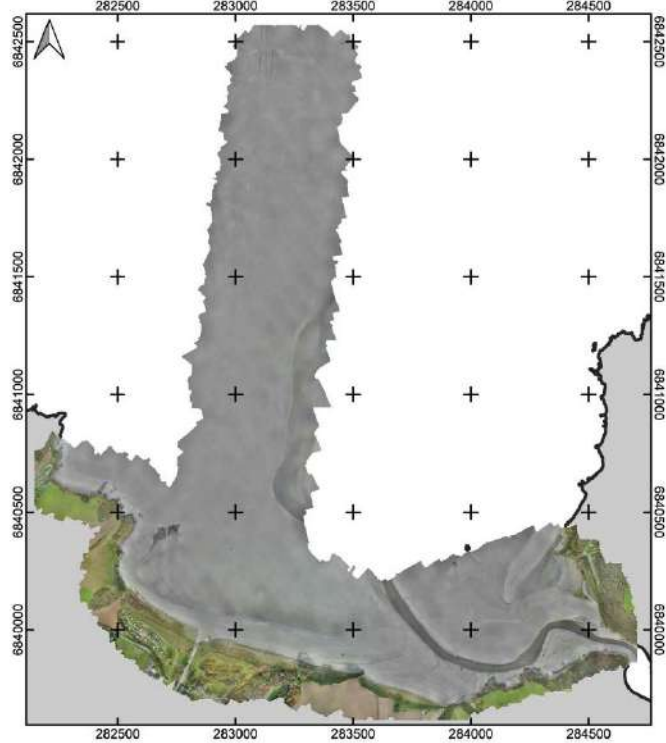
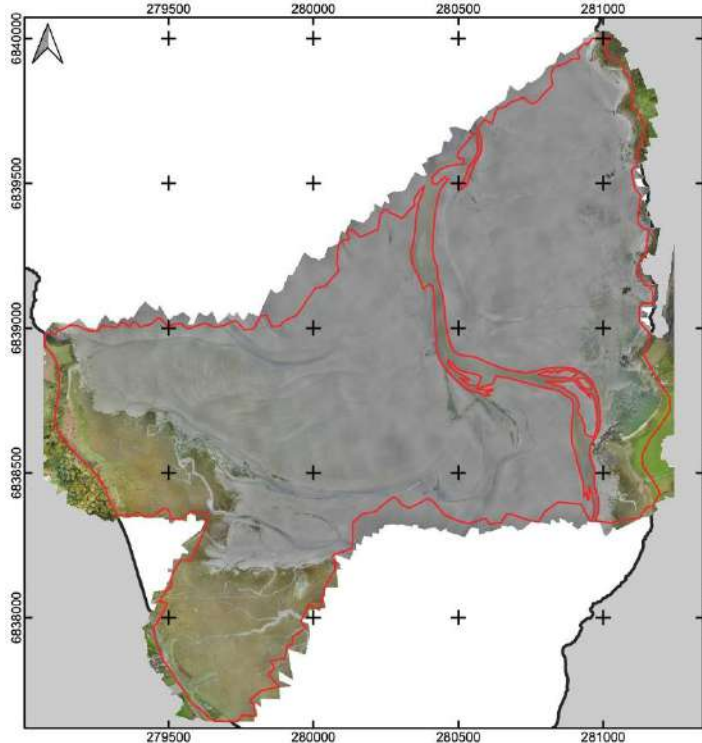
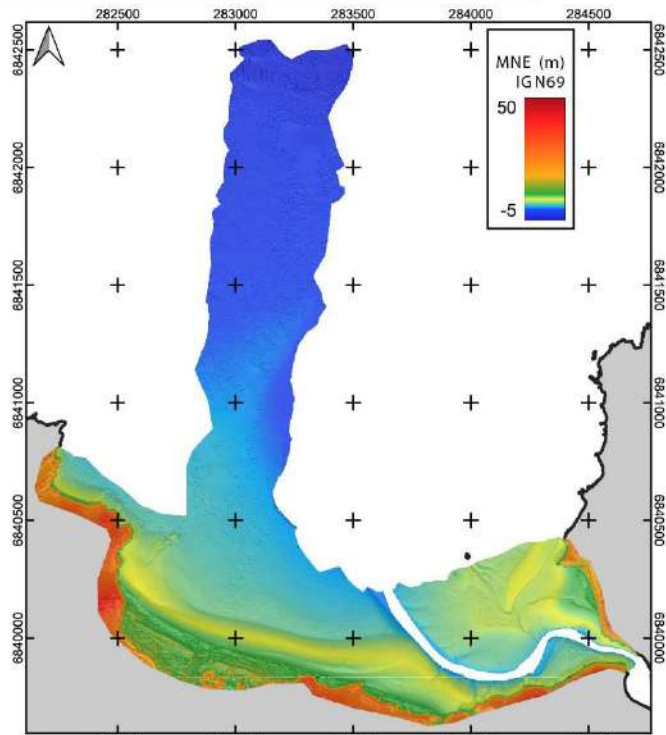
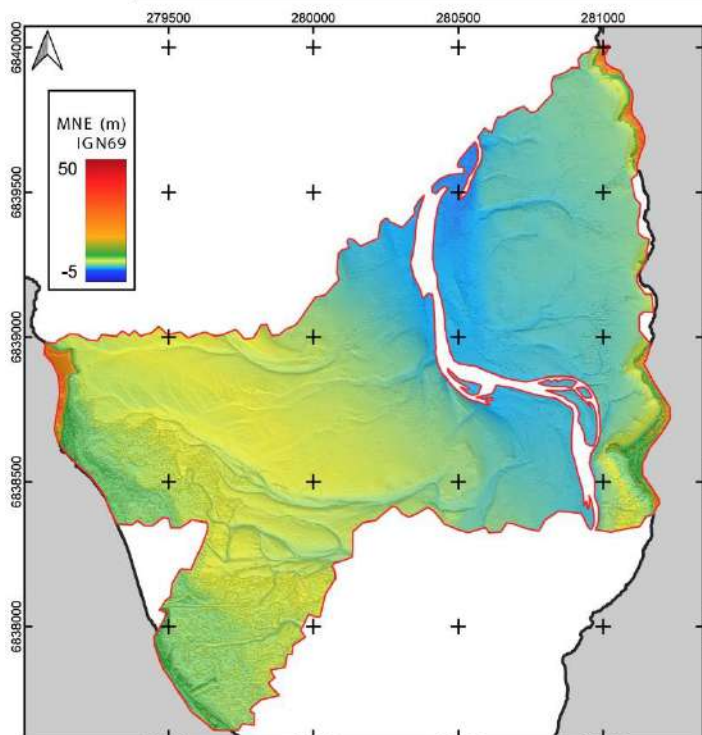
Baie de St-Brieuc mai 2019

Baie d'Yffiniac	10/05/2019	Baie de Morieux	11/05/2019
Drones	eBee Plus	Drones	eBee Plus
Nombre de photos	1397	Nombre de photos	1492
Erreur moyenne	3.3 cm	Erreur moyenne	3.3 cm



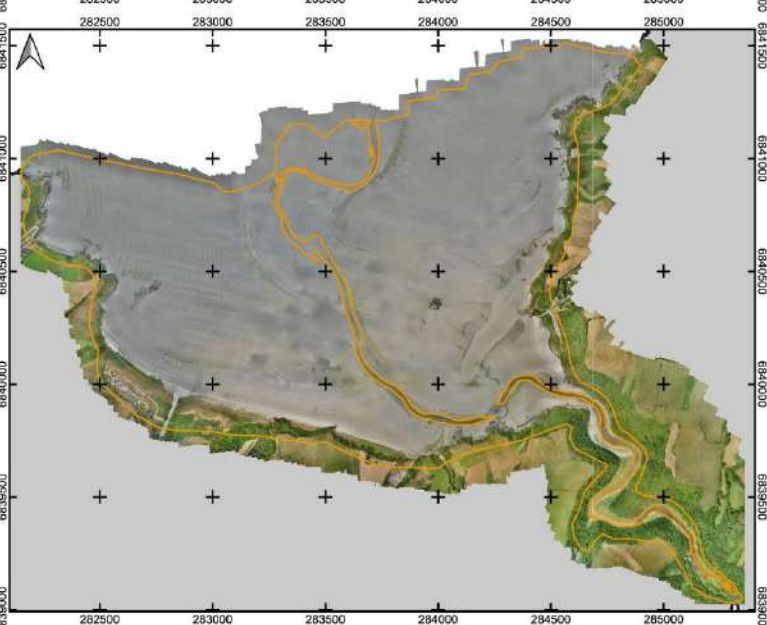
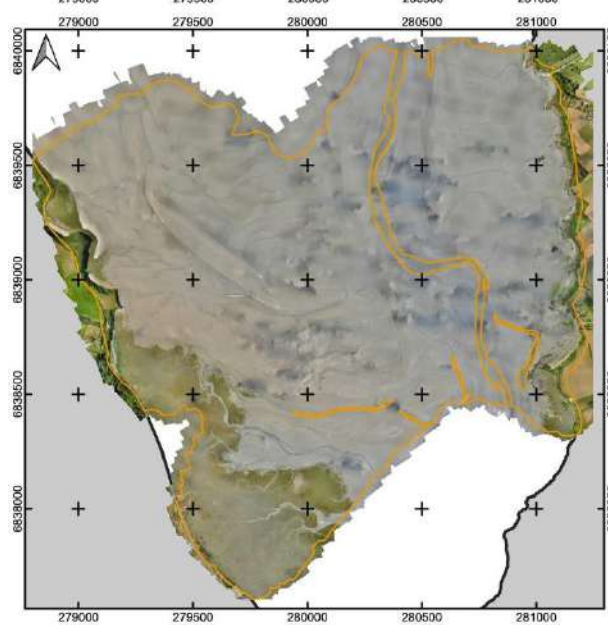
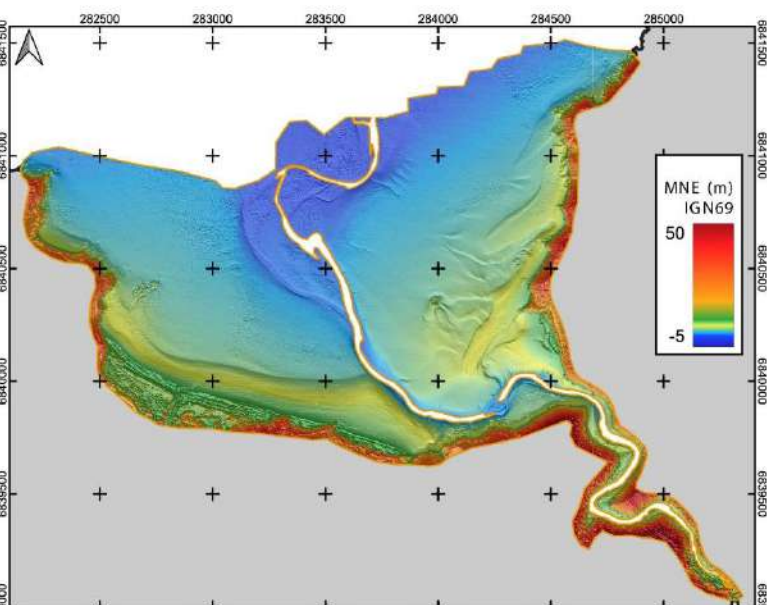
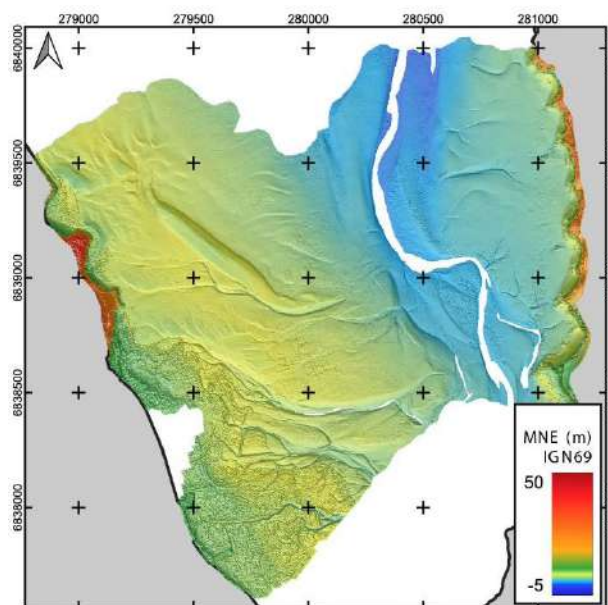
Baie de St-Brieuc nov. 2019

Baie d'Yffiniac	13/11/2019	Baie de Morieux	14/11/2019
Drones	eBee Plus + Phantom 4	Drones	eBee Plus
Nombre de photos	1542	Nombre de photos	1634
Erreur moyenne	3 cm	Erreur moyenne	4.1 cm



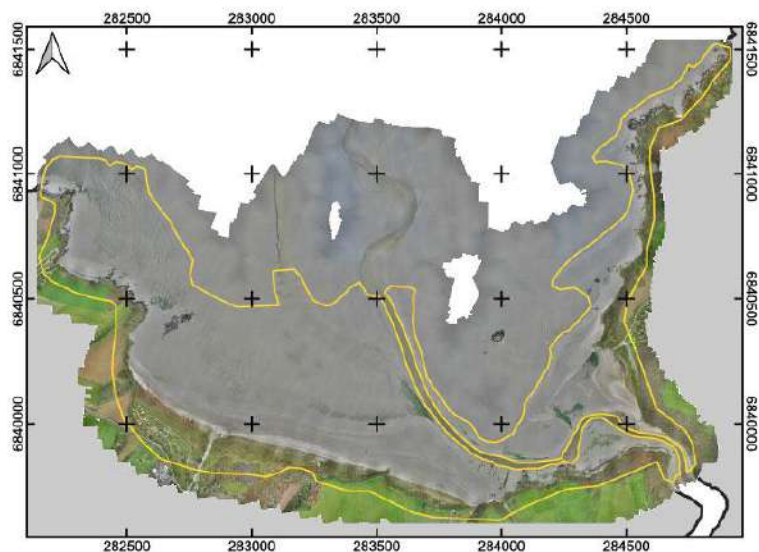
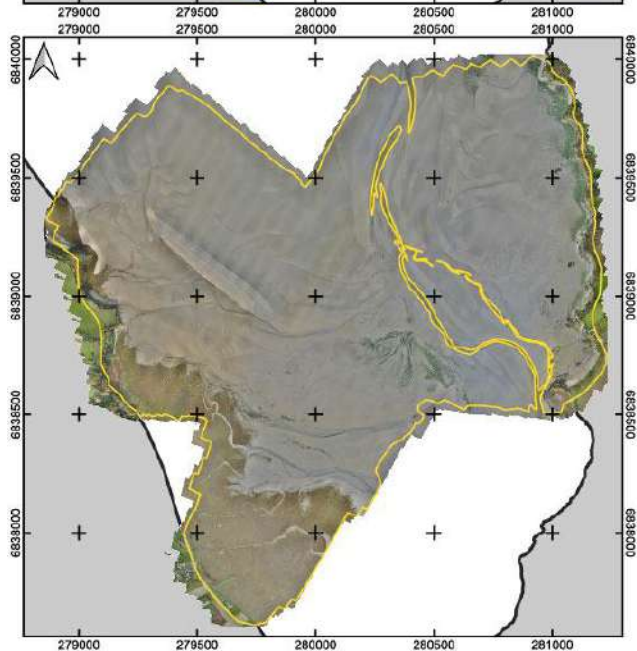
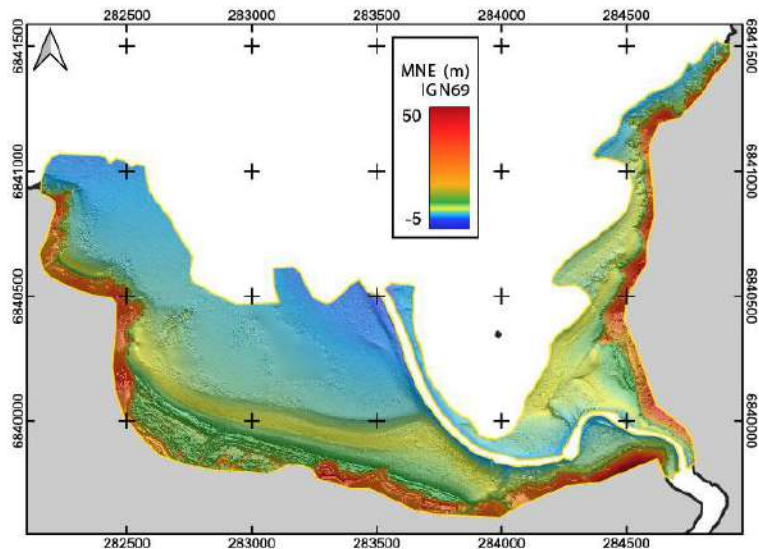
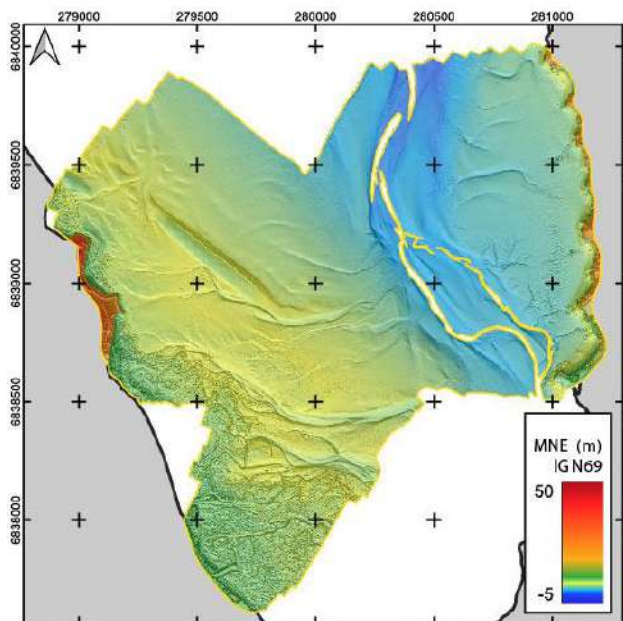
Baie de St-Brieuc juin 2020

Baie d'Yffiniac		Baie de Morieux	
Drones	eBee X + Phantom 4	Drones	eBee X
Nombre de photos	4239	Nombre de photos	4807
Erreur moyenne	8.2 cm	Erreur moyenne	8.1 cm

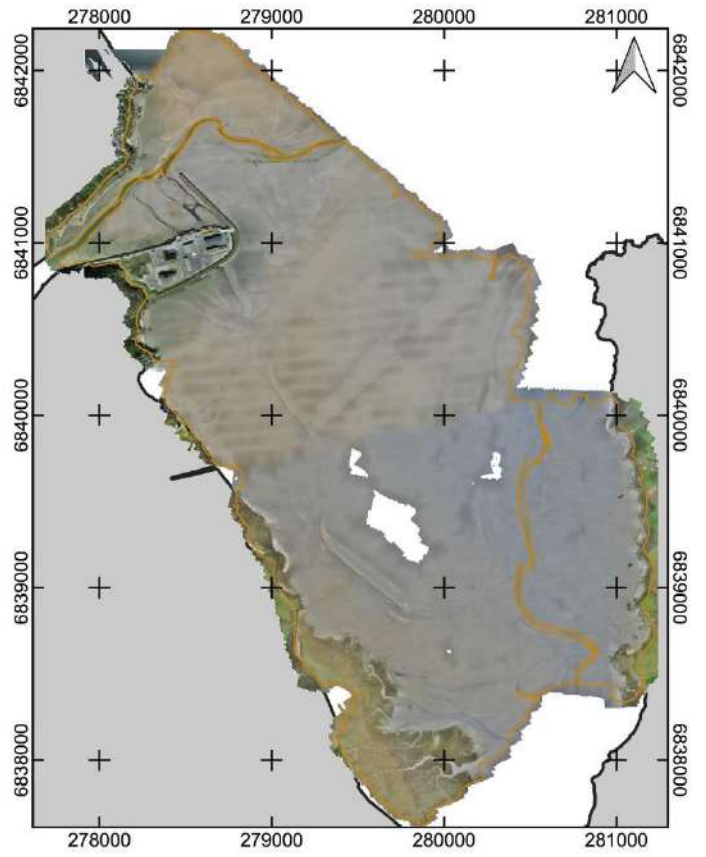
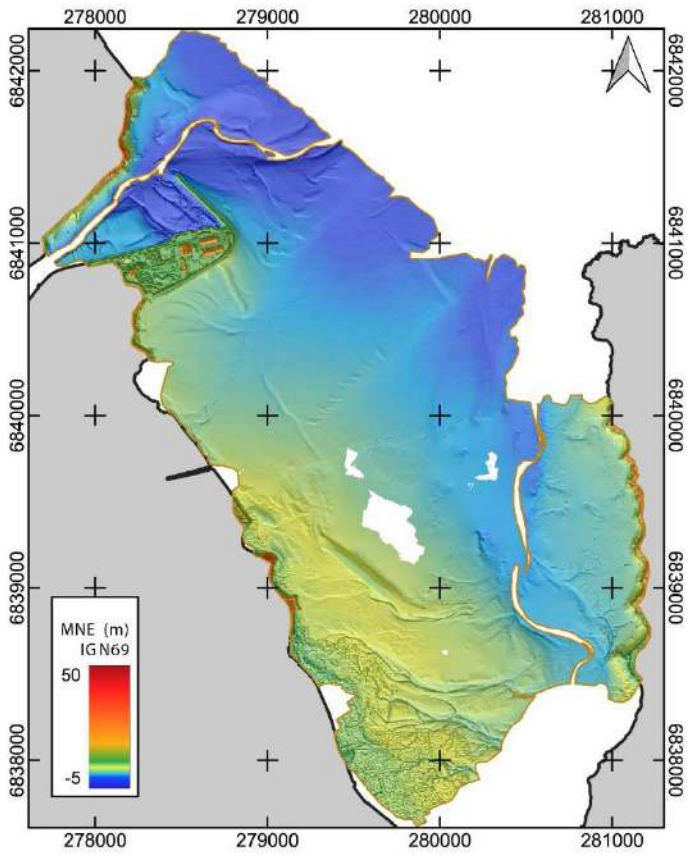


Baie de St-Brieuc déc. 2020

Baie d'Yffiniac	30/11/2020	Baie de Morieux	02/12/2020
Drones	eBee X + Phantom 4	Drones	eBee X
Nombre de photos	5261	Nombre de photos	3812
Erreur moyenne	8.2 cm	Erreur moyenne	6.8 cm

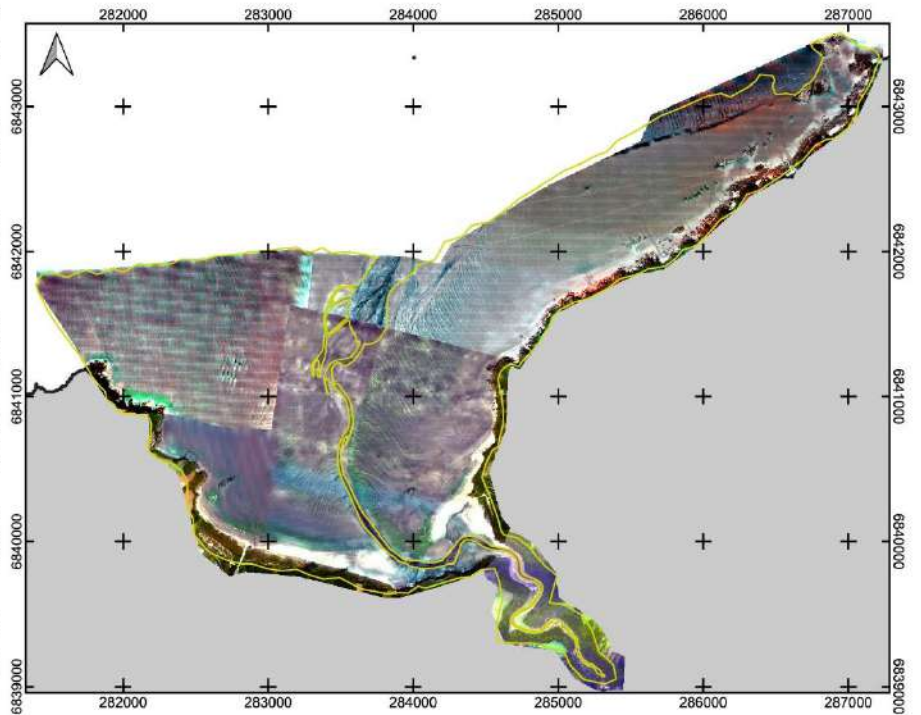
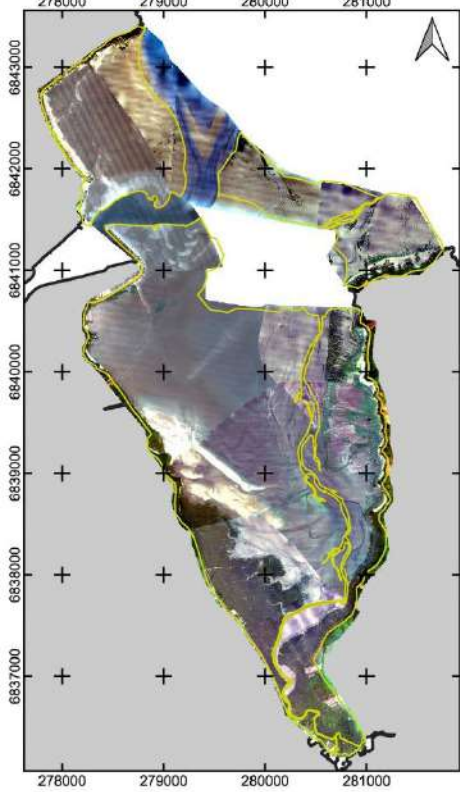
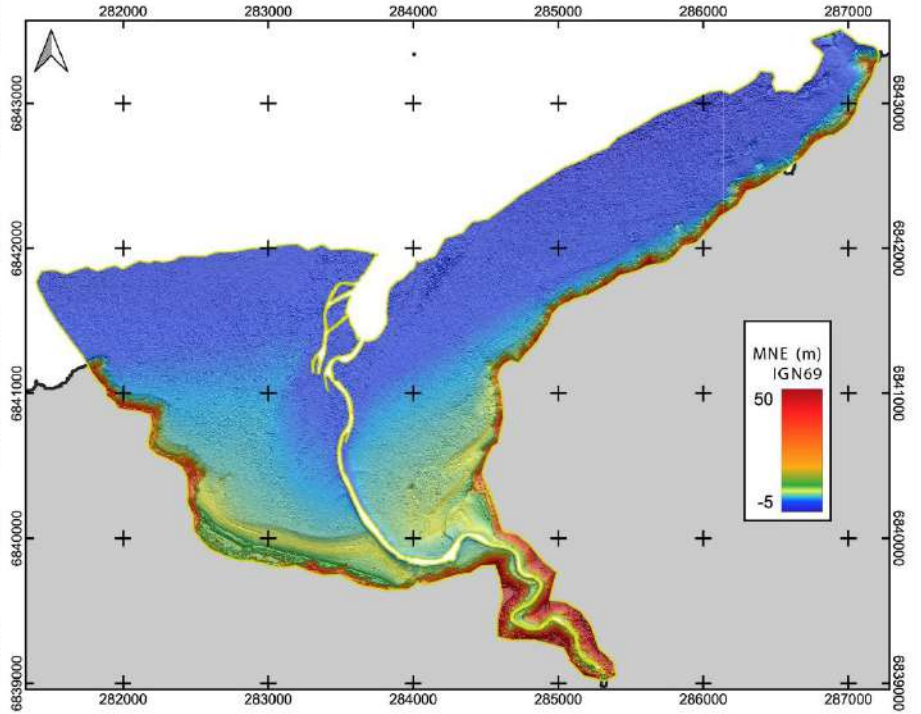
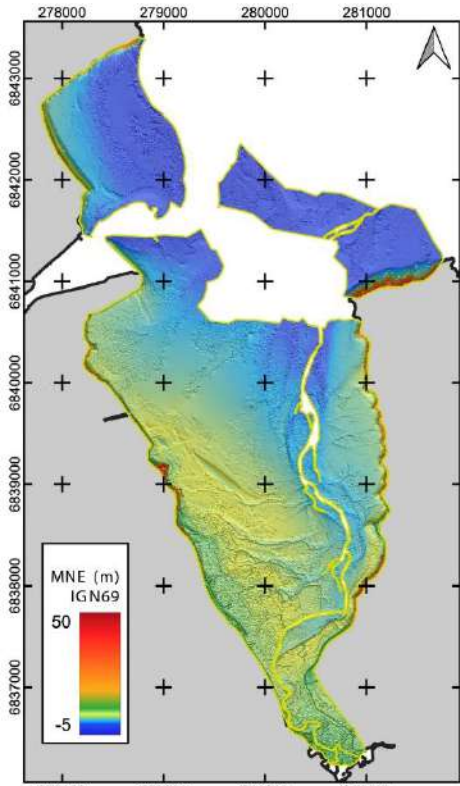


Baie de St-Brieuc mars 2021	
Baie d'Yffiniac	04-29/03/2021
Drones	eBee X + Phantom 4
Nombre de photos	9217
Erreur moyenne	4.7 cm

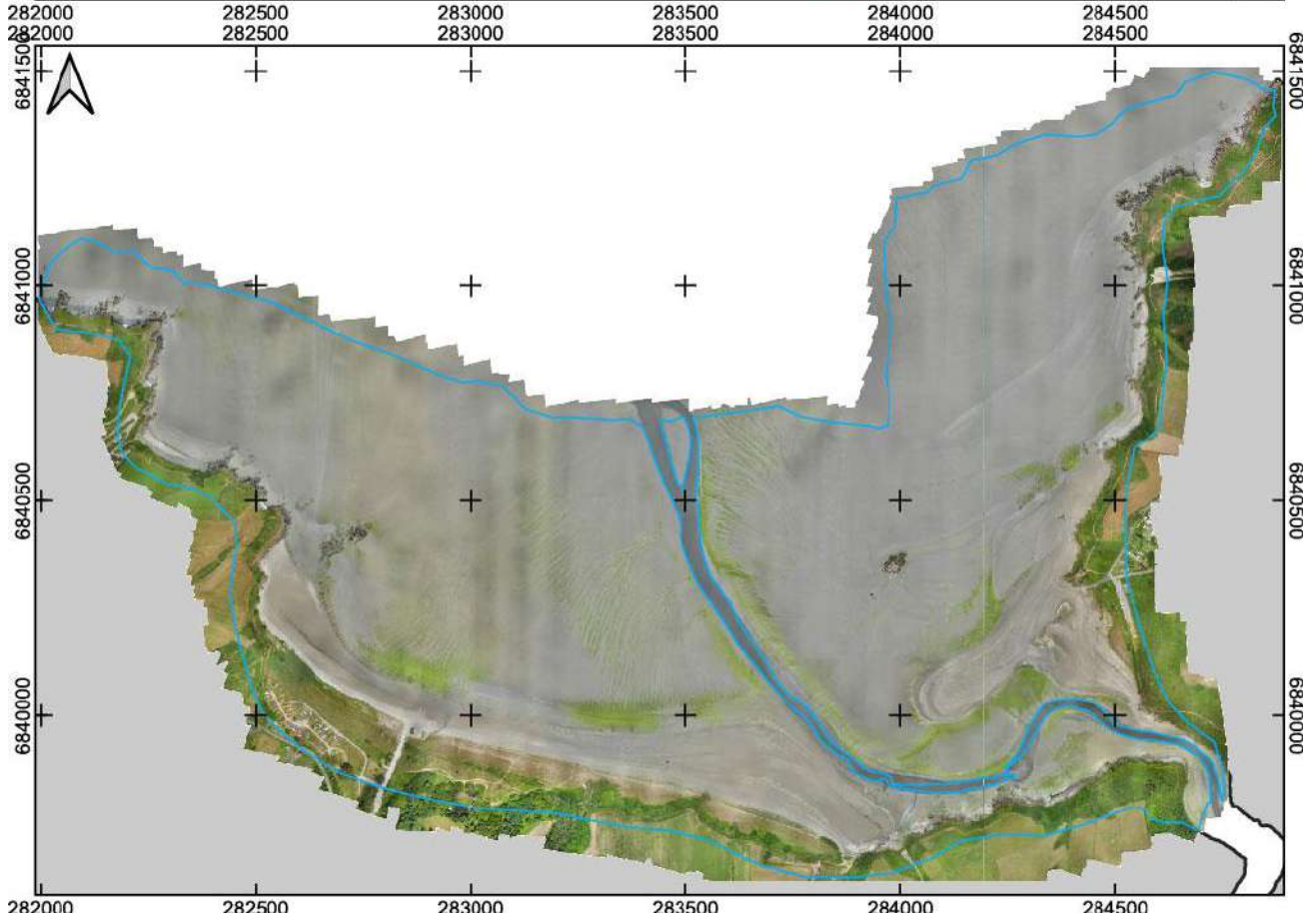
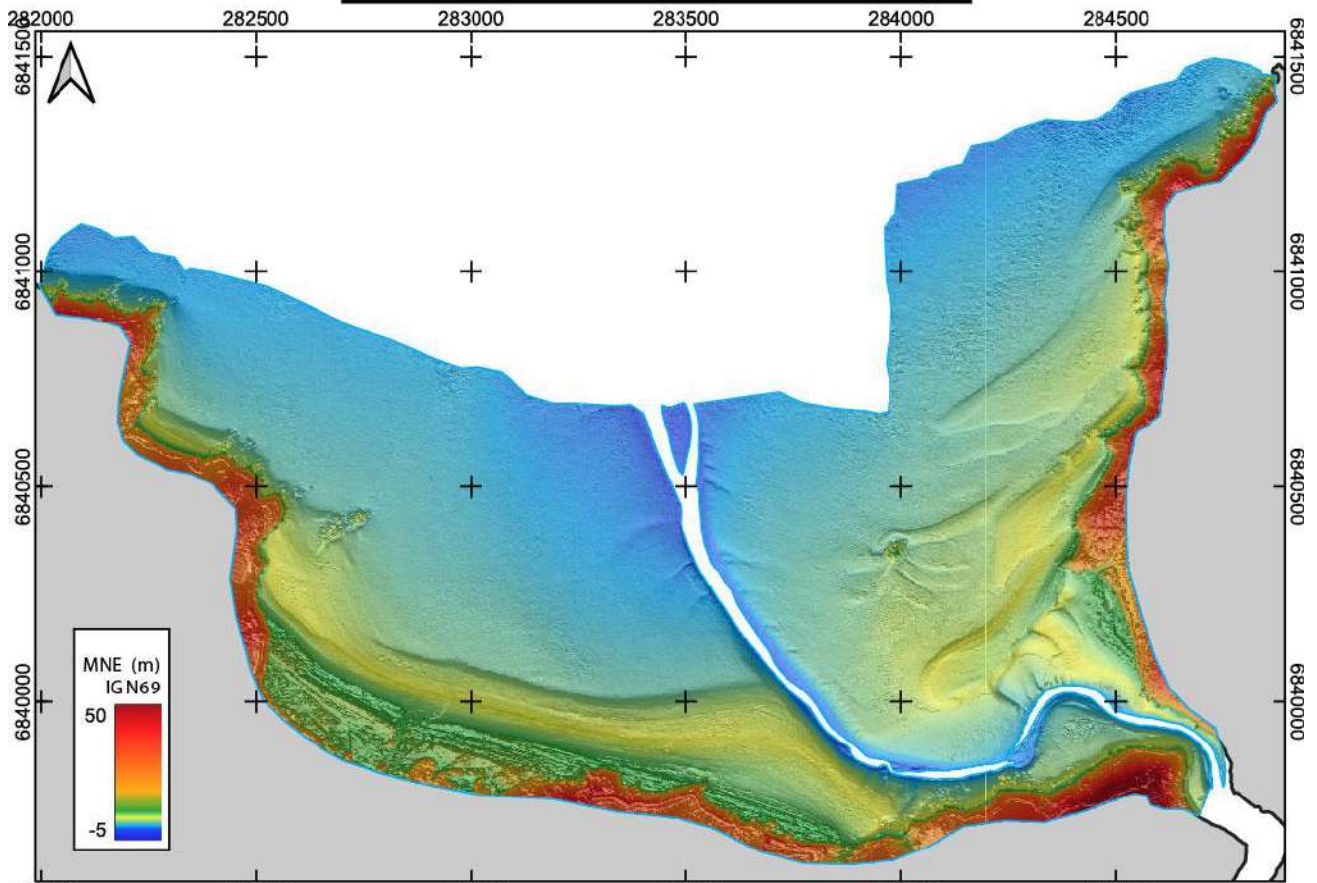


Baie de St-Brieuc juin 2021 multispectral

Baie d'Yffiniac	09/06/2020 - 01/07/2020	Baie de Morieux	10/06/2020 - 01/07/2020
Drones	eBee X	Drones	eBee X
Nombre de photos	83180	Nombre de photos	55452
Erreur moyenne	4,25 cm	Erreur moyenne	3,9 cm



Baie de St-Brieuc juillet 2022	
Baie de Morieux	13/07/2022
Drones	eBee X
Nombre de photos	2866
Erreur moyenne	8,9 cm



Baie de St-Brieuc juillet 2023

Baie d'Yffiniac	18/07/2023	Baie de Morieux	20/07/2023
Drones	eBee X	Drones	eBee X
Nombre de photos	4069	Nombre de photos	4087
Erreur moyenne	8,7 cm	Erreur moyenne	13,5 cm

